

# **Bakalářský a magisterský program Otevřená informatika**

Michal Pěchouček a kolektiv\*

Datum a čas sestavení dokumentu: 13:20, 5. ledna 2011

\*editace dokumentu a podkladů Tomáš Svoboda

# Obsah

<b>1 Program Otevřená informatika – Open Informatics, studijní plány</b>	<b>5</b>
<b>2 Bakalářský program</b>	<b>17</b>
2.1 Předměty programu . . . . .	17
2.1.1 A0B01LAG: Lineární Algebra . . . . .	17
2.1.2 A4B01DMA: Diskrétní matematika . . . . .	20
2.1.3 A0B36PR1: Programování 1 . . . . .	22
2.1.4 A4B99RPH: Řešení problémů a hry . . . . .	25
2.1.5 A4B01MA2: Matematická analýza . . . . .	27
2.1.6 A0B01LGR: Logika a grafy . . . . .	30
2.1.7 A0B36PR2: Programování 2 . . . . .	32
2.1.8 A4B33ALG: Algoritmizace . . . . .	35
2.1.9 A0B01PSI: Pravděpodobnost, statistika a teorie informace . . . . .	38
2.1.10 A4B01JAG: Jazyky, automaty a gramatiky . . . . .	41
2.1.11 A0B35SPS: Struktury počítačových systémů . . . . .	43
2.1.12 A4B02FYZ: Fyzika pro OI . . . . .	46
2.1.13 A0B36APO: Architektura počítačů . . . . .	49
2.1.14 A4B33OPT: Optimalizace . . . . .	53
2.1.15 A4B99BAP: Bakalářská práce . . . . .	55
2.2 Předměty oboru Počítačové systémy – Computer Systems . . . . .	56
2.2.1 A4B17EAM: Elektřina a magnetismus . . . . .	56
2.2.2 A4B34EM: Elektronika a mikroelektronika . . . . .	59
2.2.3 A3B33OSD: Operační systémy a databáze . . . . .	62
2.2.4 A4B38DSP: Distribuované systémy a počítačové sítě . . . . .	65
2.2.5 A4B38NVS: Návrh vestavěných systémů . . . . .	68
2.2.6 A4B35PSR: Programování systémů reálného času . . . . .	71
2.2.7 A4B32PKS: Počítačové a komunikační sítě . . . . .	74
2.3 Předměty oboru Informatika a počítačové vědy – Computer Science and Informatics . . . . .	77
2.3.1 A4B33OSS: Operační systémy a sítě . . . . .	77
2.3.2 A4B01NUM: Numerické metody . . . . .	80
2.3.3 A4B33DS: Databázové systémy . . . . .	82
2.3.4 A4B33FLP: Funkcionální a logické programování . . . . .	84
2.3.5 A4B33ZUI: Základy umělé inteligence . . . . .	86
2.3.6 A4B33RPZ: Rozpoznávání a strojové učení . . . . .	88
2.3.7 A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt . . . . .	91
2.4 Předměty oboru Softwarové systémy – Software Systems . . . . .	92
2.4.1 A4B33OSS: Operační systémy a sítě . . . . .	92
2.4.2 A4B33SI: Softwarové inženýrství . . . . .	95
2.4.3 A4B33DS: Databázové systémy . . . . .	98
2.4.4 A4B77ASS: Architektury softwarových systémů . . . . .	100
2.4.5 A4B39TUR: Testování uživatelského rozhraní . . . . .	102
2.4.6 A4B39WA1: Vývoj webových aplikací . . . . .	105
2.4.7 A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt . . . . .	107
<b>3 Magisterský program</b>	<b>108</b>

3.1	Předměty magisterského programu . . . . .	108
3.1.1	A4M33PAL: Pokročilá algoritmizace . . . . .	108
3.1.2	A4M01TAL: Teorie algoritmů . . . . .	110
3.1.3	A4M35KO: Kombinatorická optimalizace . . . . .	112
3.1.4	A4M99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt . . . . .	114
3.1.5	A4M99DIP: Diplomová práce . . . . .	115
3.2	Otevřená informatika, obor: Umělá inteligence– Artificial Intelligence . . . . .	116
3.2.1	A4M33RZN: Pokročilé metody reprezentace znalostí . . . . .	116
3.2.2	A4M33PAH: Plánování a hry . . . . .	119
3.2.3	A4M33BIA: Biologicky inspirované algoritmy . . . . .	121
3.2.4	A4M33MAS: Multi-agentní systémy . . . . .	124
3.2.5	A4M33SAD: Strojové učení a analýza dat . . . . .	126
3.2.6	A4M33AU: Automatické uvažování . . . . .	129
3.2.7	A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt . . . . .	132
3.3	Otevřená informatika, obor: Počítačové inženýrství– Computer Engineering . . . . .	133
3.3.1	A0M35PII: Průmyslová informatika a internet . . . . .	133
3.3.2	A4M34ISC: Integrované systémy na čipu . . . . .	135
3.3.3	A4M35OSP: Open-Source programování . . . . .	138
3.3.4	A4M38KRP: Komunikační rozhraní počítačů . . . . .	141
3.3.5	A4M36PAP: Pokročilé architektury počítačů . . . . .	143
3.3.6	A4M38AVS: Aplikace vestavných systémů . . . . .	145
3.3.7	A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt . . . . .	147
3.4	Otevřená informatika, obor: Počítačové vidění a digitální obraz– Computer Vision and Image Processing . . . . .	148
3.4.1	A4M33DZO: Digitální obraz . . . . .	148
3.4.2	A4M33MPV: Metody počítačového vidění . . . . .	150
3.4.3	A4M33TZ: Teoretické základy vidění, grafiky a interakce . . . . .	152
3.4.4	A4M33SAD: Strojové učení a analýza dat . . . . .	155
3.4.5	A4M33TDV: 3D počítačové vidění . . . . .	158
3.4.6	A4M39VG: Výpočetní geometrie . . . . .	160
3.4.7	A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt . . . . .	163
3.5	Otevřená informatika, obor: Počítačová grafika a interakce– Computer Graphics and Interaction . . . . .	164
3.5.1	A4M39APG: Algoritmy počítačové grafiky . . . . .	164
3.5.2	A4M39NUR: Návrh uživatelského rozhraní . . . . .	166
3.5.3	A4M39DPG: Datové struktury počítačové grafiky . . . . .	169
3.5.4	A4M33TZ: Teoretické základy vidění, grafiky a interakce . . . . .	172
3.5.5	A4M39MMA: Multimédia a počítačová animace . . . . .	175
3.5.6	A4M39VIZ: Vizualizace . . . . .	178
3.5.7	A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt . . . . .	181
3.6	Otevřená informatika, obor: Softwarové inženýrství– Software Engineering . . . . .	182
3.6.1	A4M33NMS: Návrh a modelování softwarových systémů . . . . .	182
3.6.2	A4M35OSP: Open-Source programování . . . . .	185
3.6.3	A0M33PIS: Průmyslové informační systémy . . . . .	188
3.6.4	A4M33AOS: Architektury orientované na služby . . . . .	191
3.6.5	A4M33TVS: Testování a verifikace software . . . . .	194
3.6.6	A4M39WA2: Vývoj webových aplikací 2 . . . . .	197
3.6.7	A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt . . . . .	199

#### **4 Volitelné předměty 200**

4.1	Seznam předmětů, bez pořadí . . . . .	200
4.1.1	A4M33BIS: Bezpečnost informací a systémů . . . . .	200
4.1.2	A4M33RPR: Řízení projektů . . . . .	202

4.1.3	A4M33UAS: Úvod do administrace a diagnostiky Solarisových systémů . . . . .	203
4.1.4	A4M33SEP: Softwarové inženýrství pro praxi . . . . .	204
4.1.5	A4M33VIA: Vývoj internetových aplikací . . . . .	205
4.1.6	X01PAS: Počítačové algebraické systémy . . . . .	206
4.1.7	A4B39PDA: Principy tvorby mobilních aplikací . . . . .	209
4.1.8	A4B39PGR: Programování grafiky . . . . .	211
4.1.9	AE4M39PGR: Computer Graphics . . . . .	214
4.1.10	A4M39PGR2: Programování grafiky 2 . . . . .	216
4.1.11	A4M39RSO: Realistická syntéza obrazu . . . . .	218
4.1.12	A4M33CPM: Corporate performance management . . . . .	220
4.1.13	A0M33EOA: Evoluční optimalizační algoritmy . . . . .	221
<b>5</b>	<b>Výuka a testování angličtiny</b>	<b>223</b>
5.1	Volitelný předmět a zkouška . . . . .	223
5.1.1	A0B04IA: Intenzivní kurz angličtiny . . . . .	223
5.1.2	A4B04AZK: Intermediate Exam . . . . .	225
<b>6</b>	<b>Vysvětlivky a rejstřík</b>	<b>226</b>

# **1 Program Otevřená informatika – Open Informatics, studijní plány**

## Bakalářský program Otevřená informatika

Semestr	předměty programu	předměty oboru	PV volitelné předměty		
1 (Z)	A0B01LAG Z 4p+2s Lineární Algebra	A4B01DMA Z 2p+2s Diskrétní matematika	A0B36PR1 Z 2p+2c Programování 1	A4B99RPH Z 1p+3c Řešení problémů a hry	PV Humanitní, ekonomicko- manažerský
2 (L)	A4B01MA2 L 4p+2s Matematická analýza	A0B01LGR L 3p+2s Logika a grafy	A0B36PR2 L 2p+2c Programování 2	A4B33ALG L 2p+2c Algoritmizace	PV Humanitní, ekonomicko- manažerský
3 (Z)	A0B01PSI Z 4p+2s Pravděpodobnost, statistika a teorie informace	A4B01JAG Z 2p+2s Jazyky, automaty a gramatiky	A0B35SPS Z 3p+2l Struktury počítačových systémů	PO1	PO2
4 (L)	A4B02FYZ L 2p+2l Fyzika pro OI	A0B36APO L 2p+2l Architektura počítačů	PO3	PO4	PO5
5 (Z)	A4B33OPT Z 4p+2c Optimalizace	PO6	PO7	PV	PV
6 (L)			PV Humanitní, ekonomicko- manažerský	PV	A4B99BAP L TBD Bakalářská práce

## Bakalářský program Otevřená informatika, obor: Počítačové systémy

Semestr	předměty programu	předměty oboru	PV volitelné předměty		
1 (Z)	A0B01LAG Z 4p+2s Lineární Algebra	A4B01DMA Z 2p+2s Diskrétní matematika	A0B36PR1 Z 2p+2c Programování 1	A4B99RPH Z 1p+3c Řešení problémů a hry	PV Humanitní, ekonomicko- manažerský
2 (L)	A4B01MA2 L 4p+2s Matematická analýza	A0B01LGR L 3p+2s Logika a grafy	A0B36PR2 L 2p+2c Programování 2	A4B33ALG L 2p+2c Algoritmizace	PV Humanitní, ekonomicko- manažerský
3 (Z)	A0B01PSI Z 4p+2s Pravděpodobnost, statistika a teorie informace	A4B01JAG Z 2p+2s Jazyky, automaty a gramatiky	A0B35SPS Z 3p+2l Struktury počítačových systémů	A4B17EAM Z 2p+2c Elektřina a magnetismus	A4B34EM Z 2p+2l Elektronika a mikroelektronika
4 (L)	A4B02FYZ L 2p+2l Fyzika pro OI	A0B36APO L 2p+2l Architektura počítačů	A3B33OSD L 3p+2c Operační systémy a databáze	A4B38DSP L 2p+2l Distribuované systémy a počítačové sítě	PV
5 (Z)	A4B33OPT Z 4p+2c Optimalizace	A4B35PSR Z 2p+2c Programování systémů reálného času	A4B32PKS Z 2p+2c Počítačové a komunikační sítě	A4B38NVS Z 2p+2l Návrh vestavěných systémů	PV
6 (L)			PV Humanitní, ekonomicko- manažerský	PV	A4B99BAP L TBD Bakalářská práce

PO1: Elektřina a magnetismus EAM , [2.2.1], Sem: Z , Garant: Prof.Ing. Škvor Zbyněk CSc. , 2p+2c

PO2: Elektronika a mikroelektronika EM , [2.2.2], Sem: Z , Garant: Ing. Jakovenko Jiří Ph.D. , 2p+2l

PO3: Operační systémy a databáze OSD , [2.2.3], Sem: L , Garant: Doc.Ing. Lažanský Jiří CSc. , 3p+2c

PO4: Distribuované systémy a počítačové sítě DSP , [2.2.4], Sem: L , Garant: Doc.Ing. Holub Jan Ph.D. , 2p+2l

PO5: Návrh vestavěných systémů NVS , [2.2.5], Sem: Z , Garant: Ing. Fischer Jan CSc. , 2p+2l

PO6: Programování systémů reálného času PSR , [2.2.6], Sem: Z , Garant: Doc.Dr.Ing. Hanzálek Zdeněk , 2p+2c

PO7: Počítačové a komunikační sítě PKS , [2.2.7], Sem: Z , Garant: Ing. Boháč Leoš Ph.D. , 2p+2c

## Bakalářský program Otevřená informatika, obor: Informatika a počítačové vědy

Semestr	předměty programu	předměty oboru	PV volitelné předměty		
1 (Z)	A0B01LAG Z 4p+2s Lineární Algebra	A4B01DMA Z 2p+2s Diskrétní matematika	A0B36PR1 Z 2p+2c Programování 1	A4B99RPH Z 1p+3c Řešení problémů a hry	PV Humanitní, ekonomicko-manážerský
2 (L)	A4B01MA2 L 4p+2s Matematická analýza	A0B01LGR L 3p+2s Logika a grafy	A0B36PR2 L 2p+2c Programování 2	A4B33ALG L 2p+2c Algoritmizace	PV Humanitní, ekonomicko-manážerský
3 (Z)	A0B01PSI Z 4p+2s Pravděpodobnost, statistika a teorie informace	A4B01JAG Z 2p+2s Jazyky, automaty a gramatiky	A0B35SPS Z 3p+2l Struktury počítačových systémů	A4B33OSS Z 2p+2c Operační systémy a sítě	A4B01NUM Z 2p+2c Numerické metody
4 (L)	A4B02FYZ L 2p+2l Fyzika pro OI	A0B36APO L 2p+2l Architektura počítačů	A4B33DS L 2p+2c Databázové systémy	A4B33FLP L 2p+2c Funkcionální a logické programování	A4B33ZUI L 2p+2c Základy umělé inteligence
5 (Z)	A4B33OPT Z 4p+2c Optimalizace	A4B33RPZ Z 2p+2c Rozpoznávání a strojové učení	A4B99SVP Z,L TBD Softwarový nebo výzkumný projekt	PV	PV
6 (L)			PV Humanitní, ekonomicko-manážerský	PV	A4B99BAP L TBD Bakalářská práce

PO1: Operační systémy a sítě OSS , [2.4.1], Sem: Z , Garant: Doc.Ing. Lažanský Jiří CSc. , 2p+2c

PO2: Numerické metody NUM , [2.3.2], Sem: Z , Garant: Prof.Ing. Navara Mirko DrSc. , 2p+2c

PO3: Databázové systémy DS , [2.4.3], Sem: L , Garant: Doc.Ing. Kouba Zdeněk CSc. , 2p+2c

PO4: Funkcionální a logické programování FLP , [2.3.4], Sem: L , Garant: Ing. Železný Filip Ph.D. , 2p+2c

PO5: Základy umělé inteligence ZUI , [2.3.5], Sem: L , Garant: Prof.Dr. Pěchouček Michal MSc. , 2p+2c

PO6: Rozpoznávání a strojové učení RPZ , [2.3.6], Sem: Z , Garant: Doc.Dr.Ing. Matas Jiří , 2p+2c

PO7: Softwarový nebo výzkumný projekt SVP , [3.6.7], Sem: Z,L , Garant: TBD , TBD



## Bakalářský program Otevřená informatika, obor: Sofwarové systémy

Semestr	předměty programu	předměty oboru	PV volitelné předměty		
1 (Z)	A0B01LAG Z 4p+2s Lineární Algebra	A4B01DMA Z 2p+2s Diskrétní matematika	A0B36PR1 Z 2p+2c Programování 1	A4B99RPH Z 1p+3c Řešení problémů a hry	PV Humanitní, ekonomicko-manážerský
2 (L)	A4B01MA2 L 4p+2s Matematická analýza	A0B01LGR L 3p+2s Logika a grafy	A0B36PR2 L 2p+2c Programování 2	A4B33ALG L 2p+2c Algoritmizace	PV Humanitní, ekonomicko-manážerský
3 (Z)	A0B01PSI Z 4p+2s Pravděpodobnost, statistika a teorie informace	A4B01JAG Z 2p+2s Jazyky, automaty a gramatiky	A0B35SPS Z 3p+2l Struktury počítačových systémů	A4B33OSS Z 2p+2c Operační systémy a sítě	A4B33SI Z 2p+2c Softwarové inženýrství
4 (L)	A4B02FYZ L 2p+2l Fyzika pro OI	A0B36APO L 2p+2l Architektura počítačů	A4B33DS L 2p+2c Databázové systémy	A4B77ASS L 2p+2c Architektury softwarových systémů	A4B39TUR Z 2p+2s Testování uživatelského rozhraní
5 (Z)	A4B33OPT Z 4p+2c Optimalizace	A4B39WA1 L 2p+2c Vývoj webových aplikací	A4B99SVP Z,L TBD Softwarový nebo výzkumný projekt	PV	PV
6 (L)			PV Humanitní, ekonomicko-manážerský	PV	A4B99BAP L TBD Bakalářská práce

PO1: Operační systémy a sítě OSS , [2.4.1], Sem: Z , Garant: Doc.Ing. Lažanský Jiří CSc. , 2p+2c

PO2: Softwarové inženýrství SI , [2.4.2], Sem: Z , Garant: Ing. Vlček Tomáš CSc. , 2p+2c

PO3: Databázové systémy DS , [2.4.3], Sem: L , Garant: Doc.Ing. Kouba Zdeněk CSc. , 2p+2c

PO4: Architektury softwarových systémů ASS , [2.4.4], Sem: L , Garant: Ing. Vlček Tomáš CSc. , 2p+2c

PO5: Testování uživatelského rozhraní TUR , [2.4.5], Sem: Z , Garant: Prof.Ing. Slavík Pavel CSc. , 2p+2s

PO6: Vývoj webových aplikací WA1 , [2.4.6], Sem: L , Garant: Prof.Ing. Slavík Pavel CSc. , 2p+2c

PO7: Softwarový nebo výzkumný projekt SVP , [3.6.7], Sem: Z,L , Garant: TBD , TBD

## Magisterský program Otevřená informatika

Semestr	předměty programu	předměty oboru	PV volitelné předměty		
1 (Z)	A4M33PAL Z 2p+2c Pokročilá algoritmizace	PO1	PV	PV	PV Humanitní, ekonomicko- manažerský
2 (L)	A4M01TAL L 3p+1s Teorie algoritmů	A4M35KO L 3p+2c Kombinatorická optimalizace	PO2	PO3	PV
3 (Z)	PO4	PO5	PV	PV	A4M99SVP Z,L  TBD Softwarový nebo výzkumný projekt
4 (L)				PO6	A4M99DIP L TBD Diplomová práce

**Upozornění:** Umístění předmětů oboru PO1–PO6 se může lišit obor od oboru.

## Možná varianta magisterského studia pro studenty odjinud

Semestr	předměty programu	předměty oboru	PV volitelnost		
1 (Z)	A4M33PAL Z 2p+2c Pokročilá algoritmizace	PO1	A4B33OPT Z 4p+2c Optimalizace	A0B01PSI Z 4p+2s Pravděpodobnost, statistika a teorie informace	PV
2 (L)	A4M01TAL L 3p+1s Teorie algoritmů	A4M35KO L 3p+2c Kombinatorická optimalizace	PO2	PO3	A0B01LGR L 3p+2s Logika a grafy
3 (Z)	PO4	PO5	A4B33RPZ Z 2p+2c Rozpoznávání a strojové učení	PV	A4M99SVP Z,L  TBD Softwarový nebo výzkumný projekt
4 (L)				PO6	A4M99DIP L  TBD Diplomová práce

V případě, že studenti přicházejí z jiných bakalářských oborů než z informatických na FEL, mohou si doplnit nutné prerekvizity v rámci volitelných programů.

Studenti, kteří naopak nutné prerekvizity absolvovali v rámci bakalářského programu na FEL si v rámci volitelných předmětů zapisují předměty jiných magisterských programů či oborů v rámci tzv. *minor* specializace.

## Magisterský program Otevřená informatika, obor: Umělá inteligence

Semestr	předměty programu	předměty oboru	PV volitelné předměty		
1 (Z)	A4M33PAL Z 2p+2c Pokročilá algoritmizace	A4M33RZN Z 2p+2c Pokročilé metody reprezentace znalostí	PV	PV	PV Humanitní, ekonomicko- manažerský
2 (L)	A4M01TAL L 3p+1s Teorie algoritmů	A4M35KO L 3p+2c Kombinatorická optimalizace	A4M33PAH L 2p+2c Plánování a hry	A4M33BIA L 2p+2c Biologicky inspirované algoritmy	PV
3 (Z)	A4M33MAS Z 2p+2c Multi-agentní systémy	A4M33SAD Z 2p+2c Strojové učení a analýza dat	PV	PV	A4M99SVP Z,L  TBD Softwarový nebo výzkumný projekt
4 (L)				A4M33AU L 2p+2c Automatické uvažování	A4M99DIP L  TBD Diplomová práce

PO1: Pokročilé metody reprezentace znalostí RZN , [3.2.1], Sem: Z , Garant: Ing. Kléma Jiří Ph.D. , 2p+2c

PO2: Plánování a hry PAH , [3.2.2], Sem: L , Garant: Prof.Dr. Pěchouček Michal MSc. , 2p+2c

PO3: Biologicky inspirované algoritmy BIA , [3.2.3], Sem: L , Garant: Ing. Kubalík Jiří Ph.D. , 2p+2c

PO4: Multi-agentní systémy MAS , [3.2.4], Sem: Z , Garant: Prof.Dr. Pěchouček Michal MSc. , 2p+2c

PO5: Strojové učení a analýza dat SAD , [3.4.4], Sem: Z , Garant: Ing. Železný Filip Ph.D. , 2p+2c

PO6: Automatické uvažování AU , [3.2.6], Sem: L , Garant: Prof.RNDr. Štěpánková Olga CSc. , 2p+2c

## Magisterský program Otevřená informatika, obor: Počítačové inženýrství

Semestr	předměty programu	předměty oboru	PV volitelné předměty		
1 (Z)	A4M33PAL Z 2p+2c Pokročilá algoritmizace	A0M35PII Z 2p+2c Průmyslová informatika a internet	PV	PV	PV Humanitní, ekonomicko- manažerský
2 (L)	A4M01TAL L 3p+1s Teorie algoritmů	A4M35KO L 3p+2c Kombinatorická optimalizace	A4M34ISC L 2p+2l Integrované systémy na čipu	A4M35OSP L 2p+2c Open-Source programování	PV
3 (Z)	A4M38KRP Z 2p+2c Komunikační rozhraní počítačů	A4M36PAP Z 2p+2c Pokročilé architektury počítačů	PV	PV	A4M99SVP Z,L  TBD Softwarový nebo výzkumný projekt
4 (L)				A4M38AVS L 2p+2l Aplikace vestavných systémů	A4M99DIP L  TBD Diplomová práce

PO1: Průmyslová informatika a internet PII , [3.3.1], Sem: Z , Garant: Ing. Šusta Richard Ph.D. , 2p+2c

PO2: Integrované systémy na čipu ISC , [3.3.2], Sem: L , Garant: Ing. Jakovenko Jiří Ph.D. , 2p+2l

PO3: Open-Source programování OSP , [3.6.2], Sem: L , Garant: Ing. Píša Pavel , 2p+2c

PO4: Komunikační rozhraní počítačů KRP , [3.3.4], Sem: Z , Garant: Doc.Ing. Kocourek Petr CSc. , 2p+2c

PO5: Pokročilé architektury počítačů PAP , [3.3.5], Sem: Z , Garant: Doc.Ing. Šnorek Miroslav CSc. , 2p+2c

PO6: Aplikace vestavných systémů AVS , [3.3.6], Sem: L , Garant: Ing. Fischer Jan CSc. , 2p+2l

## Magisterský program Otevřená informatika, obor: Počítačové vidění a digitální obraz

Semestr	předměty programu	předměty oboru	PV volitelné předměty		
1 (Z)	A4M33PAL Z 2p+2c Pokročilá algoritmizace	A4M33DZO Z 2p+2c Digitální obraz	PV	PV	PV Humanitní, ekonomicko- manažerský
2 (L)	A4M01TAL L 3p+1s Teorie algoritmů	A4M35KO L 3p+2c Kombinatorická optimalizace	A4M33MPV L 2p+2c Metody počítačového vidění	A4M33TZ L 2p+2c Teoretické základy vidění, grafiky a interakce	PV
3 (Z)	A4M33SAD Z 2p+2c Strojové učení a analýza dat	A4M33TDV Z 2p+2c 3D počítačové vidění	A4M39VG Z 2p+2c Výpočetní geometrie	PV	A4M99SVP Z,L  TBD Softwarový nebo výzkumný projekt
4 (L)				PV	A4M99DIP L  TBD Diplomová práce

PO1: Digitální obraz DZO , [3.4.1], Sem: Z , Garant: Prof.Ing. Hlaváč Václav CSc. , 2p+2c

PO2: Metody počítačového vidění MPV , [3.4.2], Sem: L , Garant: Doc.Dr.Ing. Matas Jiří , 2p+2c

PO3: Teoretické základy vidění, grafiky a interakce TZ , [3.5.4], Sem: L , Garant: Prof.Ing. Hlaváč Václav CSc. , 2p+2c

PO4: Strojové učení a analýza dat SAD , [3.4.4], Sem: Z , Garant: Ing. Železný Filip Ph.D. , 2p+2c

PO5: 3D počítačové vidění TDV , [3.4.5], Sem: Z , Garant: Doc.Dr.Ing. Šára Radim , 2p+2c

PO6: Výpočetní geometrie VG , [3.4.6], Sem: Z , Garant: Prof.Ing. Žára Jiří CSc. , 2p+2c

## Magisterský program Otevřená informatika, obor: Počítačová grafika a interakce

Semestr	předměty programu	předměty oboru	PV volitelné předměty		
1 (Z)	A4M33PAL Z 2p+2c Pokročilá algoritmicizace	A4M39APG Z 2p+2c Algoritmy počítačové grafiky	A4M39NUR Z 2p+2c Návrh uživatelského rozhraní	PV	PV Humanitní, ekonomicko- manažerský
2 (L)	A4M01TAL L 3p+1s Teorie algoritmů	A4M35KO L 3p+2c Kombinatorická optimalizace	A4M39DPG L 2p+2c Datové struktury počítačové grafiky	A4M33TZ L 2p+2c Teoretické základy vidění, grafiky a interakce	PV
3 (Z)	A4M39MMA Z 2p+2c Multimédia a počítačová animace	PV	PV	PV	A4M99SVP Z,L  TBD Softwarový nebo výzkumný projekt
4 (L)				A4M39VIZ L 2p+2c Vizualizace	A4M99DIP L TBD Diplomová práce

PO1: Algoritmy počítačové grafiky APG , [3.5.1], Sem: Z , Garant: Prof.Ing. Žára Jiří CSc. , 2p+2c

PO2: Návrh uživatelského rozhraní NUR , [3.5.2], Sem: Z , Garant: Prof.Ing. Slavík Pavel CSc. , 2p+2c

PO3: Datové struktury počítačové grafiky DPG , [3.5.3], Sem: L , Garant: Prof.Ing. Žára Jiří CSc. , 2p+2c

PO4: Teoretické základy vidění, grafiky a interakce TZ , [3.5.4], Sem: L , Garant: Prof.Ing. Hlaváč Václav CSc. , 2p+2c

PO5: Multimédia a počítačová animace MMA , [3.5.5], Sem: Z , Garant: Ing. Berka Roman Ph.D. , 2p+2c

PO6: Vizualizace VIZ , [3.5.6], Sem: L , Garant: Prof.Ing. Slavík Pavel CSc. , 2p+2c

## Magisterský program Otevřená informatika, obor: Softwarové inženýrství

Semestr	předměty programu	předměty oboru	PV volitelné předměty		
1 (Z)	A4M33PAL Z 2p+2c Pokročilá algoritmizace	A4M33NMS Z 2p+2c Návrh a modelování softwarových systémů	PV	PV	PV Humanitní, ekonomicko- manažerský
2 (L)	A4M01TAL L 3p+1s Teorie algoritmů	A4M35KO L 3p+2c Kombinatorická optimalizace	A4M35OSP L 2p+2c Open-Source programování	A0M33PIS L 2p+2c Průmyslové informační systémy	PV
3 (Z)	A4M33AOS Z 2p+2c Architektury orientované na služby	A4M33TVS Z 2p+2c Testování a verifikace software	PV	PV	A4M99SVP Z,L  TBD Softwarový nebo výzkumný projekt
4 (L)				A4M39WA2 L 2p+2c Vývoj webových aplikací 2	A4M99DIP L TBD Diplomová práce

PO1: Návrh a modelování softwarových systémů NMS , [3.6.1], Sem: Z , Garant: Doc.Ing. Kouba Zdeněk CSc. , 2p+2c

PO2: Open-Source programování OSP , [3.6.2], Sem: L , Garant: Ing. Píša Pavel , 2p+2c

PO3: Průmyslové informační systémy PIS , [3.6.3], Sem: L , Garant: Ing. Vlček Tomáš CSc. , 2p+2c

PO4: Architektury orientované na služby AOS , [3.6.4], Sem: Z , Garant: Ing. Matoušek Kamil Ph.D. , 2p+2c

PO5: Testování a verifikace software TVS , [3.6.5], Sem: Z , Garant: Ing. Mařík Radek CSc. , 2p+2c

PO6: Vývoj webových aplikací 2 WA2 , [3.6.6], Sem: L , Garant: Ing. Klíma Martin Ph.D. , 2p+2c



## 2 Bakalářský program

### 2.1 Předměty programu

#### 2.1.1 A0B01LAG: Lineární Algebra

**Název:** Lineární Algebra

**Garant:** Prof.RNDr. Pták Pavel DrSc.

**Přednášející:** Ing. Horčík Rostislav Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 4p+2s

**Kredity:** 7

**FEL www:** [A0B01LAG](http://math.feld.cvut.cz/educ/pozad/a0b01lag.htm)

**Prerekvizity:** <http://math.feld.cvut.cz/educ/pozad/a0b01lag.htm>

**Anotace:** Tento kurs pokrývá úvodní partie lineární algebry. Soustředí se na spřízněné pojmy lineárního prostoru a lineární transformace (lineární nezávislost, báze a souřadnice) a matice (determinanty, inverzní matice, matice lineárního zobrazení, vlastní čísla). Aplikace zahrnují řešení soustav lineárních rovnic, geometrii 3-dimenzionálního prostoru (včetně skalárního a vektorového součinu) a řešení lineárních diferenciálních rovnic.

**Osnova:**

1. Úvod, polynomy.
2. Lineární prostory, lineární závislost a nezávislost.
3. Báze, dimenze, souřadnice vektoru v bázi.
4. Matice, operace s maticemi, determinanty. Inverzní matice.
5. Soustavy lineárních rovnic.
6. Lineární zobrazení. Matice lineárního zobrazení.
7. Volné vektory. Skalární a vektorový součin.
8. Lineární útvary v bodovém prostoru dimenze 3.
9. Vlastní čísla a vlastní vektory matice a lineárního zobrazení.
10. Podobnost matic, matice podobná diagonální matici.
11. Zobecněné vlastní vektory.
12. Soustavy lineárních diferenciálních rovnic 1. řádu s konstantními koeficienty.
13. Lineární diferenciální rovnice řádu  $n$  s konstantními koeficienty.
14. Rezerva.

**Cvičení:**

1. Polynomy.
2. Příklady lineárních prostorů, lineární nezávislost.
3. Báze, souřadnice vektoru v bázi.
4. Determinanty. Výpočet inverzní matice.
5. Soustavy lineárních rovnic.
6. Příklady lineárních zobrazení.
7. Matice lineárního zobrazení a změny báze.
8. Skalární a vektorový součin v geometrii. Přímký a roviny.

9. Vlastní čísla a vlastní vektory matice.
10. Diagonalizace matic.
11. Zobecněné vlastní vektory a aplikace.
12. Soustavy lineárních diferenciálních rovnic.
13. Lineární diferenciální rovnice řádu  $n$ .
14. Rezerva

#### Literatura:

1. Pták, P.: Introduction to Linear Algebra. ČVUT, Praha, 2005.
2. Krajník, E.: Základy maticového počtu. ČVUT Praha, 2006.
3. P. Olšák: Úvod do algebry, zejména lineární, skriptum FEL ČVUT, Praha 2007.

## Linear Algebra

**Annotation:** This course covers introductory topics of linear algebra. The main focus is on the related notions of linear spaces and linear transformations (linear independence, bases and coordinates) and matrices (determinants, inverse matrix, matrix of a linear mapping, eigenvalues). Applications include solving systems of linear equations, geometry in 3-space (including dot product and cross product), and solving linear differential equations.

#### Lectures:

1. Introduction, polynomials.
2. Linear spaces, linear dependence and independence.
3. Basis, dimension, coordinates of vectors.
4. Matrices, operations, determinants. Inverse matrix.
5. Systems of linear equations.
6. Linear mappings. Matrix of a linear mapping.
7. Free vectors. Dot product and cross product.
8. Lines and planes in 3-dimensional Euclidean space.
9. Eigenvalues and eigenvectors of matrices and linear mappings.
10. Similarity of matrices, matrices similar to diagonal matrices.
11. Generalized eigenvectors.
12. Systems of linear differential equations of 1st order with constant coefficients.
13. Linear differential equations of order  $n$  with constant coefficients.
14. Back-up class.

#### Labs, seminars:

1. Polynomials.
2. Examples of linear spaces, linear independence.
3. Basis, coordinates of vectors.
4. Operations with matrices, determinants. Finding inverse matrix.
5. Systems of linear equations.
6. Examples of linear mappings.
7. Matrix of a linear mapping, change of basis.
8. Dot product and cross product in geometry. Lines and planes.
9. Eigenvalues and eigenvectors of matrices.
10. Diagonalization of matrices.

11. Generalized eigenvectors and applications.
12. Systems of linear differential equations.
13. Linear differential equations of order  $n$ .
14. Back-up class.

**References:**

1. P. Pták: Introduction to Linear Algebra. ČVUT, Praha, 2005.

## 2.1.2 A4B01DMA: Diskrétní matematika

**Název:** Diskrétní matematika

**Garant:** Doc.Mgr. Habala Petr Ph.D.

**Přednášející:** Doc.Mgr. Habala Petr Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2s

**Kredity:** 7

**FEL www:** A4B01DMA

**Prerekvizity:** Informace viz <http://math.feld.cvut.cz/habala/teaching/dma.htm>

**Anotace:** Cílem kursu je uvést studenty do některých oblastí matematiky mimo běžně probíranou spojitou matematiku. Společným jmenovatelem je diskrétní přístup, kombinatorické myšlení a náhled do způsobu myšlení a zápisu v matematice. Kurs přiblíží témata mohutnosti množin a vlastnosti přirozených čísel, relace na množině, binomickou větu a kombinatoriku, matematickou indukci a rekursi.

### Osnova:

1. Množiny a zobrazení, mohutnost, spočetné a nespočetné množiny.
2. Matematická indukce a rekurze.
3. Binární relace na množině, relace ekvivalence.
4. Relace uspořádání, dobře uspořádané množiny.
5. Dělitelnost, (rozšířený) Eukleidův algoritmus.
6. Kongruence, počítání modulo s celými čísly.
7. Binární operace a grupy.
8. Pokročilejší počítání modulo.
9. Kombinatorika, princip inkluze a exkluze.
10. Rekurentní rovnice. Homogenní lineární případ.
11. Řešení nehomogenních rekurentních rovnic s konstantními koeficienty.
12. The Master theorem.
13. Odpadne.

### Cvičení:

1. Množiny, kombinatorika.
2. Množiny, zobrazení a spočetnost s důkazy.
3. Důkazy matematickou indukcí.
4. Vlastnosti binárních relací.
5. Uspořádání, důkazy faktů o relacích.
6. (Rozšířený) Eukleidův algoritmus, důkazy s dělitelností.
7. Počítání modulo  $n$ .
8. Důkazy s relacemi a operacemi.
9. Řešení rovnic modulo.
10. Princip inkluze a exkluze.
11. Řešení homogenních lineárních rekurentních rovnic.
12. Řešení nehomogenních lineárních rekurentních rovnic.
13. Rezerva.

### Literatura:

1. Skripta na fakultních stránkách přednášejícího.
2. K.H.Rosen: Discrete mathematics and its applications, McGraw-Hill, 1998.

### Poznámky v KOSu:

## Discrete mathematics

**Annotation:** The aim of the course is to introduce students to some areas of mathematics outside of the customary continuous mathematics. The common denominator here is a discrete approach, combinatorial thinking and insight into mathematical reasoning and notation. The course will explore notions of cardinality and properties of natural numbers, relations on sets, binomial theorem and combinatorics, mathematical induction and recurrence.

### Lectures:

1. Sets and mappings, cardinality, countable sets.
2. Mathematical induction and recursion.
3. Binary relations on a set, equivalence.
4. Partial ordering, well-ordered sets.
5. Divisibility, (extended) Euclid's algorithm.
6. Congruence, operations modulo on integers.
7. Binary operations and groups.
8. Advanced operations modulo.
9. Combinatorics, principle of inclusion and exclusion.
10. Recurrence equations. Linear homogeneous case.
11. Solving non-homogeneous recurrence equations with constant coefficients.
12. The Master theorem.
13. Back-up class.

### Labs, seminars:

1. Sets, combinatorics.
2. Sets, mappings and cardinality with proofs.
3. Proofs by mathematical induction.
4. Properties of binary relations.
5. Posets, proving properties of relations.
6. (Extended) Euclid's algorithm, proving facts on divisibility.
7. Calculations modulo  $n$ .
8. Proving facts about relations and operations.
9. Solving equations modulo.
10. Principle of inclusion and exclusion.
11. Solving homogeneous linear recurrence equations.
12. Solving non-homogeneous linear recurrence equations.
13. Back-up class.

### References:

1. Lecture notes on lecturer's official homepage.
2. K.H.Rosen: Discrete mathematics and its applications, McGraw-Hill, 1998.

## 2.1.3 A0B36PR1: Programování 1

**Název:** Programování 1

**Garant:** Doc.Ing. Jelínek Ivan CSc.

**Přednášející:** Ing. Balík Miroslav Ph.D. / Doc.Ing. Jelínek Ivan CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A0B36PR1

**Prerekvizity:** <https://eduweb.fel.cvut.cz/courses/A0B36PR1/>

**Anotace:** Cílem předmětu je seznámit studenty s tématy základní práce s prostředím pro vývoj programů, úvod do jazyka JAVA, vývoj programu, imperativní programování, základní řídicí a datové struktury, funkce, pole, základy objektového programování, proudy a soubory. Student je schopen sestavit a odladit jednoduchý program v Javě.

### Osnova:

1. Základní pojmy výpočetní techniky, operační systém, software, překladač, interpret, programovací jazyky, syntaxe, sémantika
2. Koncepce Javy, základní vlastnosti, současná podoba a vývoj, úvod do jazyka, zpracování programu, vnitřní forma, vývojová prostředí
3. Struktura programu, vývoj programu, ladění programu, vývojová prostředí aplikace, první program
4. Základní pojmy imperativního programování, proměnná, operátory, jednoduché datové typy, přiřazení
5. Výrazy, vstup a výstup, řídicí struktury, větvení, cyklus
6. Funkce, procedury, parametry, statické proměnné, lokální proměnné, blok, princip přidělování paměti proměnným, halda, zásobník
7. Pole, referenční proměnná typu pole, pole jako parametr, funkce typu pole
8. Rozklad problému na podproblémy, princip rekurze a iterace
9. Implementace tabulky a množiny pomocí pole, vícerozměrné pole, kolekce a kontejnery v Javě
10. Principy objektového přístupu, třídy, třída jako programová jednotka, třída jako zdroj funkcí, třída jako datový typ, statické a instanční metody,
11. Struktura objektu, dynamický charakter objektu, konstruktory, vlastnosti konstruktorů, přetěžování, instance třídy, autorizovaný přístup
12. Třídy a dědičnost, hierarchie tříd, dědění, kompozice, abstraktní třídy, polymorfismus
13. Soubory a proudy, soubor jako posloupnost bytů, úvod do zpracování výjimek, ukládání/čtení primitivních typů, primitivních typů a objektů (řetězců), objektů do souboru - serializace
14. Rezerva

### Cvičení:

1. Seznámení s počítačovou učebnou a výpočetním prostředím
2. Seznámení s vývojovým prostředím pro programování
3. Struktura programu v jazyku Java
4. Odladění triviálních úloh ve vývojovém prostředí, spuštění mimo něj
5. Sekvence, vstup, výstup, větvení
6. Cykly
7. Pole, zadání semestrální práce
8. Řešení složitější úlohy, rozklad na podproblémy
9. Procedury a funkce
10. Třídy a objekty I

11. Třídy a objekty II
12. Soubory a proudy
13. Test
14. Zápočet

#### **Literatura:**

1. Zakhour, S: The Java Tutorial: A Short Course on the Basics, 4th Edition, Amazon, 2006, český překlad 2007
2. Herout, P.: Učebnice jazyka Java, Kopp, 2007
3. Hawlitzek, F: Java 2, Addison-Wesley, 2000, český překlad 2002
4. <http://service.felk.cvut.cz/courses/X36AVT/>
5. <http://service.felk.cvut.cz/courses/X36ALG/>

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Programming 1**

**Annotation:** The aim of the course is to teach the students: basic interactions with user interface and to program development system, introduction to JAVA, basic control flow structures and data structures, functions, arrays, object-oriented programming concepts, streams and files. The students are able to construct and debug a simple program in Java.

#### **Lectures:**

1. Basic terms of information technology and computer technology, operating systems, software, compiler, interpreter, programming languages, syntax, semantics
2. Java conception, basic properties, course and trends, introduction in the language, program processing, byte code
3. Program structure in Java, program construction, program debugging, Java development kit, 4. Basic properties of imperative programming, algorithm development, variables, operators, simple data objects, assignment
4. Expressions, I/O- reading and writing, control flow structures, conditions, loops, iteration
5. Functions, procedures, parameters, parameter passing, static variables, local variables, block, memory management for functions and variables, heap, stack
6. Array, reference variable, array as a parameter, function of array type
7. Decomposition of problem into sub-problems, principle of recursion and iteration
8. Implementation of tables and sets by means of array, multidimensional array, collections, containers in Java
9. Principles of object-oriented programming, classes, class as a programming unit, class as an origin of data type, static and instance variable
10. Structure of the object, dynamic character of objects, constructors, constructor properties, instance of a class, overloading, authorized access
11. Classes, inheritance, hierarchy of classes, composition, abstract classes, polymorphism,
12. Files and streams, file as a sequence of bytes, introduction to exceptions, writing/reading of primitive types, primitive types and objects (strings), objects, serialization
13. Reserve

#### **Labs, seminars:**

1. Introduction to computing system of the university
2. Introduction to program development system

3. Structure of the program in Java
4. Debugging of trivial tasks in program development system, running out of it
5. Program sequences, input, output, control flow structures
6. Cycles
7. Arrays, assignment of a semester task
8. Non-simple problem solving, decomposition problem to sub-problems
9. Functions and procedures
10. Classes and objects I
11. Classes and objects II
12. Files and streams
13. Test
14. Credit

**References:**

1. Zakhour, S: The Java Tutorial: A Short Course on the Basics, 4th Edition, Amazon, 2006
2. Hawlitzek, F: Java 2, Addison-Wesley, 2000
3. Eckel, B: Thinking in Java 2, Prentice Hall, 2000



## 2.1.4 A4B99RPH: Řešení problémů a hry

**Název:** Řešení problémů a hry

**Garant:** Ing. Svoboda Tomáš Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Svoboda Tomáš Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 1p+3c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4B99RPH

**Prerekvizity:** žádné

**Anotace:** Hlavní motivací je naučit studenty přemýšlet o problémech inženýrským způsobem. Rozmýšlení úlohy, dekompozice, definování rozhraní, způsob testování jednotlivých mezikroků, ověření a testování úspěšnosti celé úlohy.

Práce na zajímavých projektech by měla přirozeným způsobem přivést studenty k otázkám, které by si studenti měli pokládat v teoretických předmětech. Studenti by se měli na těžké předměty těšit, protože se pořádně dozví, \*proč\* jim to nefungovalo.

Ukázat, že informatika na FEL je zajímavá, že to není jenom suché programování GUI, či nezáživných aplikací. Obecně, že je to více než jen samotné kódování.

Primárním cílem, není aby studenti vypracovali bezchybně, ale aby se naučili klást podstatně otázky.

### Osnova:

1. Úvod do předmětu. Nekooperativní hry, představení první společné úlohy.
2. Spam filter, Reversi, Bludiště, představení druhých úloh.
3. Motivační přednáška o vybraných problémech computer science a umělé inteligence.
4. Motivační přednáška o vybraných problémech computer science a umělé inteligence.
5. Motivační přednáška o vybraných problémech computer science a umělé inteligence.
6. Shrnutí předmětu, diskuse nad dosaženými výsledky.

### Cvičení:

1. Ve cvičení budou studenti pracovat samostatně na alespoň dvou větších úlohách. Budou programovat v Pythonu a Javě. Úlohy mají samostatně odevzdávané a bodované podúlohy. Studenti budou svá řešení a návrhy průběžně konzultovat v rámci cvičení. Množina úloh není kompletní. Bude s průběžně doplňovat.
2. Spam filtr. Jednoduchá detekce zpráv na základě výskytu podezřelých slov. K dispozici trénovací i testovací množina
3. Detektor plagiátů v pdf dokumentech. Oobdobná úloha jako spam filtr. Trénovací množina je obvykle malá. Jde spíše o úlohu porovnávání dokumentu.
4. Rozpoznávání čísel PSC. Předpřipravené obrazy. Opět trénovací a testovací množina.
5. Reversi, dvouhráčové hry.
6. Hledání cesty pro mobilního robota. Jednoduché bludiště, scéna obsahující jednoduché geometrické objekty. úkolem je nalézt cestu pro robota z bodů A do bodů B. Kritérium optimality může být různé.
7. Plánování přepínání semaforu. Pro maximální hladkost dopravy. Řešení náhodných vstupů
8. Databáze videí. Prohledání disku na přítomnost videí. Získání snímku a vyrobení jeho zmenšené varianty. Vyrobení html stránek s náhledy a přímými odkazy na videa.
9. Konferenční sw. Extrakce relevantních údajů z emailu a vytvoření přehledně html stránky, on-line update

### Literatura:

1. Dodá individuálně vedoucí úloh. V závislosti na zvoleném tématu a prostředcích řešení.

**Poznámky v KOSu:** URL: <http://cw.felk.cvut.cz/doku.php/courses/a4b99rph/start>

## **Solving problems and other games**

**Annotation:** The main motivation is to let students to deal with real-world problems properly. When working in teams on real problems the student shall learn how to decompose the big problem, how to define interfaces, how to test and validate individual steps and so on. Many problems will actually be beyond the first-year-student skills. And many problem will not be solved in the optimal way. The unsolved parts should motivate the students to study difficult theoretical subjects. They should generate the important questions. Ideally, at the end of the subject, the student should be eager to study deeper about informatics.

### **Lectures:**

1. Motivation lecture about selected problems in computer science and artificial intelligence.
2. motivation lecture about selected problems in computer science and artificial intelligence.
3. Essentials of engineering work. Problem decomposition, testing, verification.
4. Bibliographic resources, finding relevant previous work, how to avoid plagiarism.
5. Project organization, planning, lifecycle.
6. Project documentation and presentation
7. Team work, software for versioning, collaborative work.

### **Labs, seminars:**

1. An incomplete list of possible tasks.
2. Spam filter. How to represent frequency of bad words.
3. Plagiarism detection in text documents. Similar task as the spam filter.
4. Zip code optical character recognition.
5. Finding the optimal path for a mobile robot through the labyrinth.
6. Traffic light switching for the maximally fluent traffic in urban areas.
7. Organization of multimedia data. How to organize them automatically, ideally according to the content.
8. Software for checking conference deadlines. Call for papers are coming by email. How to transfer the content into a structured www page.

### **References:**

1. Will be provided individually depending on the selected task.

## 2.1.5 A4B01MA2: Matematická analýza

**Název:** Matematická analýza

**Garant:** Doc.Mgr. Habala Petr Ph.D.

**Přednášející:** Doc.Mgr. Habala Petr Ph.D.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 4p+2s

**Kredity:** 8

**FEL www:** [A4B01MA2](#)

**Prerekvizity:** Lineární algebra

**Anotace:** Jde o rychlý kurs standardních základů spojitě matematiky. Nejprve se pro funkce jedné proměnné pokryje limita, derivace a integrování, na což se naváže posloupnostmi a reálnými řadami. Základní dovednosti se pak aplikují u funkcí více proměnných, kde se parciální derivace použijí k hledání extrémů. Důraz je kladen na praktické zvládnutí výpočetních technik a zároveň porozumění praktickému významu počítaného. Kurs uzavřou přehledově mocninné řady a stručný pohled na obyčejné diferenciální rovnice, jehož hlavním účelem je studentům představit spojitou matematiku coby mocný nástroj.

### Osnova:

1. Úvod. Limita funkce.
2. Spojitost. Úvod k derivaci.
3. Derivace a základní věty, l'Hospitalovo pravidlo.
4. Monotonie a extrémy. Aplikace derivace (Taylorův polynom).
5. Průběh funkce. Úvod do neurčitého integrálu.
6. Vlastnosti integrálu, metody výpočtu.
7. Určitý integrál.
8. Nevlastní integrál. Aplikace integrálu.
9. Posloupnosti. Úvod k řadám.
10. Řady. Úvod k funkcím více proměnných.
11. Funkce více proměnných (včetně extrémů volných i vázaných).
12. Řady funkcí (obor konvergence, rozvoj funkce v řadu).
13. Rychlý úvod do diferenciálních rovnic.
14. Rezerva.

### Cvičení:

1. Opakování, definiční obory funkcí.
2. Limita funkce.
3. Derivování, tečny a normály.
4. Limita pomocí l'Hospitalova pravidla.
5. Monotonie a extrémy.
6. Taylorův polynom. Průběh funkce.
7. Základní integrační metody.
8. Určitý integrál.
9. Nevlastní integrál. Aplikace integrálu.
10. Limita posloupnosti, intuitivní výpočet. Rychlosti růstu.
11. Testování konvergence řad.
12. Parciální derivace, lokální extrémy.
13. Vázané extrémy. Mocninné řady.
14. Řešení diferenciálních rovnic metodou separace.

## Literatura:

1. J. Tkadlec: Diferenciální a integrální počet funkcí jedné proměnné. ČVUT Praha, 2004.
2. L. Průcha: Řady. ČVUT Praha, 2005.
3. Hamhalter, J., Tišer, J.: Diferenciální počet funkcí více proměnných, ČVUT Praha, 2005.
4. Habala, P.: Math Tutor, <http://math.feld.cvut.cz/mt/>

## Poznámky v KOSu:

## Calculus

**Annotation:** This course covers the standard basics of continuous mathematics. First, for functions of one variable we cover limits, derivatives and integration, which is followed by sequences and series of real numbers. The acquired skills are then applied to functions of more variables, where we use partial derivatives to find extrema. The focus is on practical computational skills and on understanding the meaning of notions and calculations. The course is concluded by a survey of power series and a brief introduction to ordinary differential equations, whose main purpose is to show students that continuous mathematics is a powerful tool.

## Lectures:

1. Introduction. Limit of a function.
2. Continuity. Introduction to derivatives.
3. Differentiation and basic theorems, l'Hospital's rule.
4. Monotonicity and extrema. Applications of derivative (Taylor polynomial).
5. Graph sketching. Introduction to indefinite integral.
6. Properties of integral, methods of evaluation.
7. Definite integral.
8. Improper integral. Applications of integral.
9. Sequences. Introduction to series.
10. Series. Introduction to functions of more variables.
11. Functions of more variables (including extrema without and with constraints).
12. Series of functions (region of convergence, expanding a function in a power series).
13. Brief introduction to differential equations.
14. Back-up class.

## Labs, seminars:

1. Review, domains of functions.
2. Limit of a function.
3. Differentiation, tangent and normal lines.
4. Limit using l'Hospital's rule.
5. Monotonicity and extrema.
6. Taylor polynomial. Graph sketching.
7. Basic methods of integration.
8. Definite integral.
9. Improper integral. Applications of integral.
10. Limit of a sequence, intuitive evaluation. Scale of powers.
11. Testing series convergence.
12. Partial derivative, local extrema.
13. Constrained extrema. Power series.

14. Solving differential equations by separation.

**References:**

1. M. Demlová, J. Hamhalter: Calculus I. ČVUT Praha, 1994.
2. P. Pták: Calculus II. ČVUT Praha, 1997.
3. Habala, P.: Math Tutor, <http://math.feld.cvut.cz/mt/>

## 2.1.6 A0B01LGR: Logika a grafy

**Název:** Logika a grafy

**Garant:** Prof.RNDr. Demlová Marie CSc.

**Přednášející:** Prof.RNDr. Demlová Marie CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 3p+2s

**Kredity:** 6

**FEL www:** A0B01LGR

**Prerekvizity:** Diskrétní matematika, Lineární algebra

**Anotace:** Základy matematické logiky a teorie grafů. Jedná se zejména o tyto partie výrokové logiky: pravdivostní ohodnocení, sémantický důsledek a tautologická ekvivalence formulí, CNF a DNF, úplné systémy logických spojek, rezoluční metoda ve výrokové logice. V predikátové logice je důraz kladen na formalizaci vět jako formulí predikátové logiky a je uvedena rezoluční metoda v predikátové logice. V teorii grafů se jedná o úvod do teorie grafů s důrazem na jejich využití. Je zaveden orientovaný i neorientovaný graf, studují se pojmy souvislosti i silné souvislosti grafů, stromy a kostry, eulerovské grafy. Jsou probírány i Hamiltonovské grafy, nezávislé množiny a barvení v grafu jako příklady obtížně řešitelných úloh.

### Osnova:

1. Formule výrokové logiky, pravdivostní ohodnocení, tautologie, kontradikce, splnitelné formule.
2. Sémantický důsledek, tautologická ekvivalence, CNF a DNF, Booleovský kalkul.
3. Rezoluční metoda ve výrokové logice.
4. Predikátová logika, formalizace vět, syntakticky správné formule.
5. Interpretace predikátové logiky, sémantický důsledek a tautologická ekvivalence.
6. Rezoluční metoda v predikátové logice.
7. Grafy neorientované a orientované, základní pojmy.
8. Souvislost, stromy, kořenové stromy, kostry.
9. Silná souvislost, acyklické grafy.
10. Eulerovy grafy a jejich aplikace.
11. Hamiltonovy grafy a jejich aplikace.
12. Nezávislé množiny, kliky v grafu, vrcholové a hranové barvení grafů.
13. Rezerva.

### Cvičení:

1. Formule výrokové logiky, pravdivostní ohodnocení, tautologie, kontradikce, splnitelné formule.
2. Sémantický důsledek, tautologická ekvivalence, CNF a DNF, Karnaughovy mapy, Booleovský kalkul.
3. Rezoluční metoda ve výrokové logice.
4. Predikátová logika, formalizace vět, syntakticky správné formule.
5. Interpretace predikátové logiky, sémantický důsledek a tautologická ekvivalence.
6. Rezoluční metoda v predikátové logice.
7. Grafy neorientované a orientované, základní pojmy.
8. Souvislost, stromy, kořenové stromy, kostry.
9. Silná souvislost, acyklické grafy.
10. Eulerovy grafy a jejich aplikace.
11. Hamiltonovy grafy a jejich aplikace.
12. Nezávislé množiny, kliky v grafu, vrcholové a hranové barvení grafů.
13. Rezerva.

### Literatura:

1. M. Demlová, B. Pondělíček: Matematická logika. ČVUT Praha, 1997.
2. Matoušek, J., Nešetřil, J.: Kapitoly z diskrétní matematiky, Nakladatelství Karolinum, 2000
3. Demel, J.: Grafy a jejich aplikace, Academia 2002

## Logic and Graph Theory

**Annotation:** The course covers basics of logic and theory of graphs. Propositional logic contains: truth validation, semantical consequence and tautological equivalence of formulas, CNF and DNF, complete systems of logical connectives, and resolution method in propositional logic. In predicate logic the stress is put on formalization of sentences as formulas of predicate logic, and resolution method in predicate logic. Next topic is an introduction to the theory of graphs and its applications. It covers connectivity, strong connectivity, trees and spanning trees, Euler's graphs, Hamilton's graphs, independent sets, and colourings.

### Lectures:

1. Formulas of propositional logic, truth validation, tautology, contradiction, satisfiable formulas.
2. Semantical consequence and tautological equivalence in propositional logic, CNF and DNF, Boolean calculus.
3. Resolution method in propositional logic.
4. Predicate logic, syntactically correct formulas
5. Interpretation, sematical consequence and tautological equivalence.
6. Resilution method in predicate logic.
7. Directed and undirected graphs.
8. Connectivity, trees, spanning trees.
9. Strong connectivity, acyclic graphs.
10. Euler's graphs and their application.
11. Hamilton's graphs and their application.
12. Independent sets, cliques in graphs.
13. Colourings.

### Labs, seminars:

1. Formulas of propositional logic, truth validation, tautology, contradiction, satisfiable formulas.
2. Semantical consequence and tautological equivalence in propositional logic, CNF and DNF, Boolean calculus.
3. Resolution method in propositional logic.
4. Predicate logic, syntactically correct formulas
5. Interpretation, sematical consequence and tautological equivalence.
6. Resilution method in predicate logic.
7. Directed and undirected graphs.
8. Connectivity, trees, spanning trees.
9. Strong connectivity, acyclic graphs.
10. Euler's graphs and their application.
11. Hamilton's graphs and their application.
12. Independent sets, cliques in graphs.
13. Colourings.

### References:

1. M. Demlová: Mathematical Logic. ČVUT Praha, 1999.
2. R. Diestel: Graph Theory, Springer-Verlag, 1997

## 2.1.7 A0B36PR2: Programování 2

**Název:** Programování 2

**Garant:** Doc.Ing. Jelínek Ivan CSc.

**Přednášející:** Ing. Balík Miroslav Ph.D. / Doc.Ing. Jelínek Ivan CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A0B36PR2

**Prerekvizity:** Programování 1, <https://eduweb.fel.cvut.cz/courses/A0B36PR2/>

**Anotace:** Předmět navazuje na Programování 1 a klade si za cíl naučit studenty vytvořit aplikaci s grafickým uživatelským rozhraním se znalostí témat: polymorfismus, zpracování události, princip mechanismu výjimky, aplety, práce s uživatelskými knihovny. Dále je student seznámen s jazykem C: komparativní výklad jazyka C, struktura programu a funkcí, pointery, dynamická správa paměti, student je schopen programy v jazyku C analyzovat.

### Osnova:

1. Opakování a shrnutí základů programování v Javě, pole, funkce, parametry, objektový přístup, struktura tříd a programu v Javě, abstraktní třída
2. Grafické uživatelské rozhraní (GUI) v jazyce Java, typy komunikace, knihovny AWT a SWING, princip GUI, komponenty, kontejnery, správce rozmístění, obsluha událostí
3. Polymorfismus, řešení abstraktní třídou, rozhraní, rozhraní jako typ proměnné, rozhraní a dědičnost, typ interface
4. Události jako objekt, zpracování události, zdroj události, posluchač události, model šíření události, model šíření událostí, implementace modelu zpracování události,
5. Zpracování vlastní události, více zdrojů a posluchačů, rozlišení zdrojů,
6. Výjimky, pojem výjimky, princip mechanismu zpracování výjimek, kompletní zpracování výjimek
7. Vyhození výjimky, propagace výjimek, generování vlastní výjimky, hierarchie výjimek, kontrolované a nekontrolované výjimky
8. Aplety, vlastnosti, použití, způsob aktivace, životní cyklus apletu, předávání parametrů do apletu, omezení apletu
9. Knihovny, práce s dokumentací, kontejnery, použití knihoven seznamů, množin, map v jazyce Java, příklady použití
10. Základy programování v C, charakteristika jazyka, model kompilace, struktura programu, struktura funkce, příklad programu
11. Komparativní výklad jazyka C k jazyku Java, makra, podmíněný překlad, syntaxe jazyka, struktury, uniony, výčtové typy
12. Systematické programování v C, preprocesor, základní knihovny, základní vstup a výstup
13. Pointery, dynamická správa paměti, pole a ukazatelé, funkce a pointery
14. Rezerva

### Cvičení:

1. Úvodní test, zopakování základů programování a objektového přístupu
2. Grafické uživatelské rozhraní - návrh vzhledu rozhraní
3. Grafické uživatelské rozhraní - funkcionality, zadání semestrální práce
4. Řešení polymorfismu
5. Zpracování událostí
6. Zpracování vlastní události
7. Zpracování výjimky



8. Aplety I
9. Aplety II
10. Práce s knihovnamí, orientace v nich
11. Seznámení s prostředím pro vývoj programu v jazyce C, analýza programů v jazyce C, odladění jednoduché úlohy
12. Systematické programování v C
13. Pointery, dynamická správa paměti, pole a ukazatelé
14. Zápočet

#### Literatura:

1. Zakhour, S: The Java Tutorial: A Short Course on the Basics, 4th Edition, Amazon, 2006, český překlad 2007
2. Herout, P.: Učebnice jazyka Java, Kopp, 2007
3. Hawlitzek, F: Java 2, Addison-Wesley, 2000, český překlad 2000
4. <http://service.felk.cvut.cz/courses/X36AVT/>

#### Poznámky v KOSu:

### Programming 2

**Annotation:** The course moves along the understanding of programming skills from Programming 1, the aim is to design an interactive application with a graphic user interface (GUI), with knowledge of polymorphism abstract classes, interfaces, events handling, applets, user libraries, library practical application. Further students continue by the comparative way in getting acquainted in C language on the base of Java language, dynamic memory management, students are able to analyze the simple programs in C language.

#### Lectures:

1. Revision and resume of programming basic in Java, arrays, functions, parameters, object-oriented programming, classes structures, structure of Java program, abstract classes
2. Graphic user interface (GUI) in Java, communication types, AWT and SWING libraries, GUI principles, components, containers, layout managers, events handling
3. Polymorphisms abstract classes, interfaces, interface as a variable type, interface and inheritance, interface type
4. Event as an object, events handling, event source, listeners, the model of events spreading, events model implementation, events processing
5. Event definition handling, more then one event sources and listeners, events source distinguishing
6. Exceptions, the principle of exceptions processing, complete exception handling
7. Exception throwing, exception propagation, exception generating, exception hierarchy, checked and unchecked exceptions
8. Applets, properties, applications, activation of the applet, the life cycle of the applet, parameters passing to applet, applet restrictions
9. Libraries, class library, documentation use, utilization of collections, containers, lists, sets, examples
10. Basic programming in C language, compilation, language description, the model of compilation, program structure, structure of function, example of program
11. Comparative presentation of C language to Java language, macros, conditional translation, language syntax, struct, union, enum types
12. Systematic programming v C, statement semantic, preprocessor, basic libraries, I/O, input, output
13. Pointers, memory management, function and pointers, pointers and arrays
14. Reserve

**Labs, seminars:**

1. Introductory test, revision and resume of programming basic in Java and object-oriented programming
2. Graphic user interface (GUI) in Java layout design
3. Graphic user interface (GUI) in Java interaction, assignment of semester task
4. Polymorphisms, abstract classes, interfaces
5. Events handling
6. Events generation processing
7. Exceptions handling
8. Applets I
9. Applets II
10. Libraries, class library, documentation use,
11. Introduction to development system for C language, analysis of programs in C languages, a simple C program debugging
12. A systematic programming in C language
13. Pointers, memory management, pointers and arrays
14. Reserve

**References:**

1. Zakhour, S: The Java Tutorial: A Short Course on the Basics, 4th Edition, Amazon, 2006
2. Hawlitzek, F: Java 2, Addison-Wesley, 2000
3. Eckel, B: Thinking in Java 2, Prentice Hall, 2000

## 2.1.8 A4B33ALG: Algoritmizace

**Název:** Algoritmizace

**Garant:** Doc.Ing. Jelínek Ivan CSc.

**Přednášející:** RNDr. Genyk-Berezovskij Marko / RNDr. Vyskočil Jiří Ph.D.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B33ALG](#)

**Prerekvizity:** Programování 1

**Anotace:** Výuka algoritmizace probíhá tak, aby byla minimálně závislá na programovacím jazyku, nicméně cvičená a přednášená v Javě. Výklad datových struktur, základních algoritmů, funkcí, rekurze, iterace. Stromy. Řazení a vyhledávání. Student je schopen aktivně sestavovat algoritmy netriviálních úloh a hodnotit jejich efektivitu.

### Osnova:

1. Algoritmy, programy, programovací jazyky, úvodní přehled problematiky.
2. Jednorozměrná pole, jednoduché úlohy v 1D poli
3. Řazení v jednorozměrném poli (mergesort, quicksort, heapsort)
4. Vyhledávání v jednorozměrném poli
5. 2D pole, jednoduché úlohy v 2D poli
6. Řetězce, jednoduché úlohy zpracování textu, textové soubory
7. Asymptotická složitost, časová a paměťová náročnost algoritmů z bodů 3.- 6.
8. Jednoduché rekurzivní postupy, rekurzivní funkce, pokročilé techniky programování
9. Pojem souboru, sekvenční soubory, pojem záznamu, soubor záznamů
10. Datové typy seznam, zásobník, fronta, operace s nimi, jejich využití
11. Spojové struktury, lineární spojové seznamy, obecné spojové seznamy, stromy
12. Stromy, jejich vlastnosti. Binární stromy. Základní prohledávání.
13. Základní algoritmy úloh lineární algebry a matematické analýzy
14. Rezerva

### Cvičení:

1. Vstupní test, zopakování základů práce ve vývojovém prostředí, příklady na procedury, parametry, jednoduchá třída, zadání semestrální práce.
2. Práce s jednorozměrnými poli,
3. Řazení a hledání v jednorozměrných polích
4. Práce s vícerozměrnými poli
5. Zpracování textu, řetězce
6. Zjišťování časové a paměťové náročnosti algoritmů
7. Sekvenční soubory
8. Implementace abstraktních datových typů
9. Rekurze a iterace
10. Spojové struktury, lineární spojové seznamy, obecné spojové seznamy
11. Konstrukce stromů, hledání ve stromech
12. Test, konzultace k semestrální úloze
13. Základní algoritmy úloh lineární algebry a geometrie, matematické analýzy
14. Zápočet

## Literatura:

1. Sedgewick, R: Algorithms (Fundamentals, Data structures, Sorting, Searching), Addison Wesley, 2003
2. Weiss, M: Data structures and Algorithm Analysis in Java, Addison Wesley, 1999
3. Keogh, J: Data Structures Demystified, McGraw-Hill, 2004, český překlad 2006
4. Wróblewski, P: Algoritmy, Helion, 2003, český překlad

## Poznámky v KOSu:

URL: <http://cw.felk.cvut.cz/doku.php/courses/a4b33alg/start>

## Algorithms

**Annotation:** In the course, the algorithms development is constructed with minimum dependency to programming language; nevertheless the lectures and seminars are based on Java. Basic data types a data structures, basic algorithms, recursive functions, abstract data types, stack, queues, trees, searching, sorting, special application algorithms. Students are able to design and construct non-trivial algorithms and to evaluate their affectivity.

## Lectures:

1. Algorithms, programs, programming languages, introduction to problems solving
2. One-dimensional array, simple problems v 1-D array
3. Sorting in 1-D array pole (mergesort, quicksort, heapsort),
4. Searching in 1-D array
5. 2-D array, simple tasks in 2-D array
6. Strings, simple problems in string processing, text files
7. Asymptotic complexity, evaluation of space and complexity of algorithms from lectures No. 3.-6.
8. Simple recursion, recursive functions, advanced techniques
9. File conception, sequential files, conception of the record, file of records
10. Data types, list, stack, queue, examples of application
11. Linked lists, linearly-linked list, other types of linked list, trees
12. Trees, their properties, binary trees, basic algorithms of tree search.
13. Basic algorithms of linear algebra and mathematical analysis
14. Reserve

## Labs, seminars:

1. Introductory test, repeating of the ways of program construction in development environment, examples of functions and procedures, parameters, simple classes, assignment of semester task
2. One-dimensional array processing
3. Sorting and searching in 1D array algorithms
4. Multidimensional array processing algorithms
5. Text and string algorithms
6. Experimentation with space and complexity of algorithms
7. Sequential files
8. Implementation of abstract data types
9. Recursion and iteration
10. Linked lists, linearly-linked list
11. Tree construction, tree search
12. Test, consultation to semester task

13. Algorithms of linear algebra and geometry, mathematical analysis
14. Credit

**References:**

1. Sedgewick, R: Algorithms (Fundamentals, Data structures, Sorting, Searching), Addison Wesley, 2003
2. Weiss, M: Data structures and Algorithm Analysis in Java, Addison Wesley, 1999
3. Keogh, J: Data Structures Demystified, McGraw-Hill, 2004
4. Wróblewski, P: Algorytmy, Helion, 2003

## 2.1.9 A0B01PSI: Pravděpodobnost, statistika a teorie informace

**Název:** Pravděpodobnost, statistika a teorie informace

**Garant:** Prof.Ing. Navara Mirko DrSc.

**Přednášející:** Prof.RNDr. Hamhalter Jan CSc. / Prof.Ing. Navara Mirko DrSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 4p+2s

**Kredity:** 6

**FEL www:** A0B01PSI

**Prerekvizity:** Lineární algebra, Matematická analýza, Diskrétní matematika

**Anotace:** Předmět seznamuje se základy teorie pravděpodobnosti, matematické statistiky, matematické teorie informace a kódování. Zahrnuje popisy pravděpodobnosti, náhodných veličin, jejich rozdělení, charakteristik a operací s náhodnými veličinami. Dále jsou vyloženy výběrové statistiky, bodové a intervalové odhady, základní testy hypotéz a metoda nejmenších čtverců. Dále jsou probírána následující témata: Shannonova entropie, vzájemná a podmíněná informace, typy kódů, souvislost entropie a optimální délky kódu, informační kanály a jejich kapacity, komprese.

**Osnova:**

1. Základní pojmy teorie pravděpodobnosti. Náhodné veličiny a způsoby jejich popisu.
2. Charakteristiky náhodných veličin a jejich vlastností. Náhodný vektor, nezávislost, podmíněná pravděpodobnost, Bayesův vzorec.
3. Operace s náhodnými veličinami, směs náhodných veličin. Čebyševova nerovnost. Zákon velkých čísel. Centrální limitní věta.
4. Základní pojmy statistiky. Výběrový průměr, výběrový rozptyl.
5. Metoda momentů, metoda maximální věrohodnosti. EM algoritmus.
6. Intervalové odhady střední hodnoty a rozptylu. Testování hypotéz o střední hodnotě a rozptylu.
7. Testy dobré shody, testy korelace, neparametrické testy.
8. Použití v rozhodování za neurčitosti a rozpoznávání. Metoda nejmenších čtverců.
9. Diskrétní náhodné procesy. Stacionární procesy. Markovské řetězce.
10. Klasifikace stavů markovských řetězců. Přehled a ukázky aplikací.
11. Shannonova entropie diskrétního rozdělení a její axiomatické vyjádření. Věta o minimální a maximální entropii. Podmíněná entropie. Řetězcové pravidlo. Subaditivita. Entropie spojité veličiny.
12. Fanova nerovnost. Informace ve zprávě Y o zprávě X. Kódy, prefixové kódy, nesingulární kódy. Kraftova-MacMillanova nerovnost.
13. Odhad střední délky slova kódu pomocí entropie. Huffmanovy kódy. Komprese dat pomocí zákona velkých čísel. Typické zprávy. Rychlost entropie stacionárního zdroje.
14. Informační kanál a jeho kapacita. Základní typy informačních kanálů. Shannonova věta o kódování. Univerzální komprese. Ziv- Lempelovy kódy.

**Cvičení:**

1. Příklady na elementární pravděpodobnost. Náhodné veličiny a způsoby jejich popisu.
2. Střední hodnota a rozptyl náhodných veličin. Unární operace s náhodnými veličinami.
3. Náhodný vektor, sdružené rozdělení.
4. Binární operace s náhodnými veličinami. Směs náhodných veličin. Centrální limitní věta.
5. Výběrový průměr, výběrový rozptyl. Odhad parametrů rozdělení.
6. Intervalové odhady střední hodnoty a rozptylu.
7. Testování hypotéz o střední hodnotě a rozptylu.
8. Metoda nejmenších čtverců.

9. Testy dobré shody.
10. Diskrétní náhodné procesy. Stacionární procesy. Markovské řetězce.
11. Shannonova entropie diskrétního rozdělení a její axiomatické vyjádření. Věta o minimální a maximální entropii. Podmíněná entropie. Řetězcové pravidlo. Subaditivita.
12. Fanova nerovnost. Informace ve zprávě Y o zprávě X. Kódy, prefixové kódy, nesingulární kódy. Kraftova-MacMillanova nerovnost. Odhad střední délky slova kódu pomocí entropie. Huffmanovy kódy.
13. Komprese dat pomocí zákona velkých čísel. Typické zprávy. Rychlost entropie stacionárního zdroje. Informační kanál a jeho kapacita. Základní typy informačních kanálů.
14. Shannonova věta o kódování. Univerzální komprese. Ziv-Lempelovy kódy.

### Literatura:

1. David J.C. MacKay: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, 2003.
2. T.M.Cover and J.Thomson: Elements of information theory, Wiley, 1991.
3. I.Vajda: Teorie informace, FJFI, Vydavatelství ČVUT 2004.
4. Navara, M.: Pravděpodobnost a matematická statistika. Skriptum FEL ČVUT, 1. vydání, Praha, 2007.
5. Rogalewicz, V.: Pravděpodobnost a statistika pro inženýry. Skriptum FBMI ČVUT, 2. vydání, Praha, 2007.
6. Zvára, K., Štěpán, J.: Pravděpodobnost a matematická statistika, 2. vydání, Matfyzpress, MFF UK, Praha, 2002.
7. Nagy, I.: Pravděpodobnost a matematická statistika. Cvičení. Skriptum FD CVUT, Praha, 2002.

## Probability, Statistics, and Theory of Information

**Annotation:** Basics of probability theory, mathematical statistics, information theory, a coding. Includes descriptions of probability, random variables and their distributions, characteristics and operations with random variables. Basics of mathematical statistics: Point and interval estimates, methods of parameters estimation and hypotheses testing, least squares method. Basic notions and results of the theory of Markov chains. Shannon entropy, mutual and conditional information, types of codes. Correspondence between entropy and the optimal code length. Information channels and their capacity, compression.

### Lectures:

1. Basic notions of probability theory. Random variables and their description.
2. Characteristics of random variables. Random vector, independence, conditional probability, Bayes formula.
3. Operations with random variables, mixture of random variables. Chebyshev inequality. Law of large numbers. Central limit theorem.
4. Basic notions of statistics. Sample mean, sample variance.
5. Method of moments, method of maximum likelihood. EM algorithm.
6. Interval estimates of mean and variance. Hypotheses testing.
7. Goodness-of-fit tests, tests of correlation, non-parametric tests.
8. Applications in decision-making under uncertainty and pattern recognition. Least squares method.
9. Discrete random processes. Stationary processes. Markov chains.
10. Classification of states of Markov chains. Overview of applications.
11. Shannon's entropy of a discrete distribution and its axiomatic formulation. Theorem on minimal and maximal entropy. Conditional entropy. Chain rule. Subadditivity. Entropy of a continuous variable.
12. Fano's inequality. Information of message Y in message X. Codes, prefix codes, nonsingular codes. Kraft-MacMillan's inequality.

13. Estimation of the average codelength by means of entropy. Huffman codes. Data compression using the law of large numbers. Typical messages. Entropy speed of stationary sources.
14. Information channel and its capacity. Basic types of information channels. Shannon's coding theorem. Universal compression. Ziv-Lempel codes.

**Labs, seminars:**

1. Elementary probability. Random variables and their description.
2. Mean and variance of random variables. Unary operations with random variables.
3. Random vector, joint distribution.
4. Binary operations with random variables. Mixture of random variables. Central limit theorem.
5. Sample mean, sample variance. Method of moments, method of maximum likelihood.
6. Interval estimates of mean and variance.
7. Hypotheses testing.
8. Least squares method.
9. Goodness-of-fit tests.
10. Discrete random processes. Stationary processes. Markov chains.
11. Shannons's entropy of a discrete distribution and its axiomatic formulation. Theorem on minimal and maximal entropy. Conditional entropy. Chain rule. Subadditivity. Entropy of a continuous variable.
12. Fano's inequality. Information of message Y in message X. Codes, prefix codes, nonsingular codes. Kraft-MacMillan's inequality.
13. Estimation of the average codelength by means of entropy. Huffman codes. Data compression using the law of large numbers. Typical messages. Entropy speed of stationary sources.
14. Information channel and its capacity. Basic types of information channels. Shannon's coding theorem. Universal compression. Ziv-Lempel codes.

**References:**

1. David J.C. MacKay: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, 2003.
2. T.M.Cover and J.Thomson: Elements of information theory, Wiley, 1991.
3. Papoulis, A.: Probability and Statistics, Prentice-Hall, 1990. Mood, A.M., Graybill, F.A., Boes, D.C.: Introduction to the Theory of Statistics. 3rd ed., McGraw-Hill, 1974.



## 2.1.10 A4B01JAG: Jazyky, automaty a gramatiky

**Název:** Jazyky, automaty a gramatiky

**Garant:** Prof. RNDr. Demlová Marie CSc.

**Přednášející:** Prof. RNDr. Demlová Marie CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2s

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B01JAG](#)

**Prerekvizity:** Diskrétní matematika

**Anotace:** Základní pojmy teorie konečných automatů a gramatik: deterministické a nedeterministické konečné automaty, charakterizace třídy jazyků přijímaných konečným automatem a jejich popis regulárním výrazem. Gramatiky a jazyky generované danými gramatikami s důrazem na bezkontextové gramatiky. Vztah bezkontextových gramatik a zásobníkových automatů. Pojem Turingova stroje a seznámení studentů s tím, že existují algoritmicky nerozhodnutelné problémy.

### Osnova:

1. Abeceda, slova nad abecedou, zřetězení slov, jazyk.
2. Deterministický konečný automat, stavový diagram.
3. Jazyk přijímaný konečným automatem, Nerodova věta.
4. Nedeterministické konečné automaty.
5. Ekvivalence deterministických a nedeterministických konečných automatů.
6. Regulární výrazy a regulární jazyky, Kleeneova věta.
7. Algoritmická složitost úloh souvisejících s regulárními jazyky
8. Gramatiky, regulární gramatiky a bezkontextové gramatiky, bezkontextové jazyky.
9. Zásobníkové automaty a jejich vztah k bezkontextovým jazykům.
10. Vlastnosti bezkontextových gramatik, lemma o vkládání. Uzavřenost třídy bezkontextových jazyků.
11. Algoritmy pro řešení některých úloh pro bezkontextové jazyky.
12. Turingovy stroje.
13. Algoritmicky neřešitelné úlohy.
14. Rezerva.

### Cvičení:

1. Abeceda, slova nad abecedou, zřetězení slov, jazyk.
2. Deterministický konečný automat, stavový diagram.
3. Jazyk přijímaný konečným automatem, Nerodova věta.
4. Nedeterministické konečné automaty.
5. Ekvivalence deterministických a nedeterministických konečných automatů.
6. Regulární výrazy a regulární jazyky, Kleeneova věta.
7. Algoritmická složitost úloh souvisejících s regulárními jazyky.
8. Gramatiky, regulární gramatiky a bezkontextové gramatiky, bezkontextové jazyky.
9. Zásobníkové automaty a jejich vztah k bezkontextovým jazykům.
10. Vlastnosti bezkontextových gramatik, lemma o vkládání. Uzavřenost třídy bezkontextových jazyků.
11. Algoritmy pro řešení některých úloh pro bezkontextové jazyky, algoritmus CYK.
12. Turingovy stroje.
13. Algoritmicky neřešitelné úlohy.

### Literatura:

1. J.E. Hopcroft, R. Motwani, J. D. Ullman: Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, Second Edition, Addison-Wesley, 2001

### Poznámky v KOSu:

## Languages, automata and grammars

**Annotation:** The course covers basics of the theory of finite automata and grammars: deterministic and non-deterministic finite automata, characterization of the class of languages accepting by a finite automaton and description of such a language by a regular expression. Grammars and languages generated by a grammar, context-free grammars will be emphasized. The relation will be shown between context-free grammars and push down automata. Next topic is a Turing machine and the existence of non-decidable problems.

### Lectures:

1. Alphabet, strings over an alphabet, concatenation of words, language.
2. Deterministic finite automaton, state diagram.
3. Language accepted by a finite automaton, Nerode's Theorem.
4. Nondeterministic finite automata.
5. Equivalence of deterministic and nondeterministic finite automata.
6. Regular expressions and regular languages, Kleen's Theorem.
7. Properties of regular languages.
8. Grammars, regular grammars, context-free grammars.
9. Push down automata and their relation to context-free languages.
10. Properties of context-free languages, Pumping Lemma for context-free languages.
11. Algorithms for some problems concerning context-free languages.
12. Turing machines.
13. Non-decidable problems.

### Labs, seminars:

1. Alphabet, strings over an alphabet, concatenation of words, language.
2. Deterministic finite automaton, state diagram.
3. Language accepted by a finite automaton, Nerode's Theorem.
4. Nondeterministic finite automata.
5. Equivalence of deterministic and nondeterministic finite automata.
6. Regular expressions and regular languages, Kleen's Theorem.
7. Properties of regular languages.
8. Grammars, regular grammars, context-free grammars.
9. Push down automata and their relation to context-free languages.
10. Properties of context-free languages, Pumping Lemma for context-free languages.
11. Algorithms for some problems concerning context-free languages.
12. Turing machines.
13. Non-decidable problems.

### References:

1. J.E. Hopcroft, R. Motwani, J. D. Ullman: Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, Second Edition, Addison-Wesley, 2001

## 2.1.11 A0B35SPS: Struktury počítačových systémů

**Název:** Struktury počítačových systémů

**Garant:** Ing. Šusta Richard Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Šusta Richard Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 3p+2l

**Kredity:** 6

**FEL www:** A0B35SPS

**Prerekvizity:** Základní znalosti Booleovy algebry a logických obvodů. Logika a grafy.

**Anotace:** Předmět je úvodem do oblasti základních hardwarových struktur výpočetních prostředků, jejich návrhu a architektury. Podává přehled o technických prostředcích klasických počítačů i specializovaných prostředků pro digitální a logické řízení.

### Osnova:

1. Syntéza kombinačních logických obvodů. Hazardy v logických obvodech.
2. Základy HDL jazyků pro návrh obvodů výpočetní techniky.
3. Minimalizace logických funkcí z dané sady logických bloků. Kombinační obvody používané ve výpočetní technice: multiplexory, demultiplexory, dekodéry, komparátory, sčítačky, obvody zrychleného přenosu. Jejich popisy v HDL jazyce.
4. Programovatelné logické obvody PLD, GAL, iPLSI, XILINX. Úvod do jejich popisu v HDL jazyce.
5. Systém řízený událostmi a konečný automat jako jeho matematický model. Návrh a minimalizace synchronního a asynchronního automatu.
6. Sekvenční logické systémy. Syntéza asynchronních sekvenčních logických obvodů jako kombinačních log. obvodů se zpětnou vazbou. RS obvody. Struktura základních synchronních klopných obvodů JK a D.
7. Syntéza sekvenčních logických obvodů řízených hodinovým signálem a obvody používané v počítačích: Binární a dekadické čítače, Grayovy čítače, posuvné registry, řadiče přerušení. Příklady zápisů v HDL jazyce.
8. Od automatů k procesorům. Pevný a programovatelný řadič. Mikroprogramový automat. Mikroprocesor. Instrukční cykly. Klasická architektura počítače: CPU, sběrnice, paměť. von Neumannova, harvardská a modifikovaná harvardská architektura.
9. Struktura CPU, datové a adresní registry, čítač instrukcí, ukazatel zásobníku, typy instrukcí, adresní módy při lineárním adresování.
10. Strojový kód obecného procesoru. Základní instrukce.
11. Struktury a hierarchie pamětí: Cache jako asociativní paměť, operační paměť, sekundární paměti (disky), fragmentace paměti. Spolehlivost paměti.
12. Přerušování a výjimky. Zdroje přerušování, vnější (I/O) přerušování, přerušovací vektory, přerušování od časovače, přerušování generovaná CPU a řadičem paměťové sběrnice.
13. Problematika různé šíře adres generovaných CPU (logických adres) a fyzických adres paměti. Mapování, stránkování, segmentace. Ochrana paměti. DMA přenosy.
14. Odlišnosti průmyslových programovatelných automatů (PLC) od klasických počítačů: PLC, jejich struktura, vlastnosti a metody programování.

### Cvičení:

1. Úvod, bezpečnost v laboratoři, organizace.
2. Minimalizace map, ukázka návrhu v HDL jazyce.
3. Dokončení návrhu HDL.
4. Příklady na použití HDL jazyka a programování PLD obvodů.

5. Samostatná práce - Řešení čítače s nepravidelnou posloupností.
6. Samostatná práce - Řešení kódového zámku.
7. Kontrolní test.
8. Metody návrhů radičů a jejich popis v HDL jazyce.
9. Samostatná práce - Řešení jednoduchého automatu I.
10. Samostatná práce - Řešení jednoduchého automatu II.
11. Samostatná práce - Řešení radiče I.
12. Samostatná práce - Řešení radiče II.
13. Samostatná práce - Řešení radiče III.
14. Zápočty. Náhradní testy.

#### **Literatura:**

1. John Y. Hsu: Computer Logic, Springer 2002, ISBN: 0387953043
2. Volnei A. Pedroni: Digital Electronics and Design with VHDL, MORGAN KAUFMANN 2008, ISBN: 0123742706
3. Enoch O. Hwang: Digital Logic and Microprocessor Design with VHDL, Thomson 2006, ISBN: 0-534-46593-5
4. Hachtel, G. D., Somenzi, F., Logic Synthesis and Verification Algorithms, Kluwer Academic. 1996.
5. DeMicheli G., Synthesis and Optimization of Digital Circuits, McGraw-Hill, 1994.

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Computer Systems Structures**

**Annotation:** The subject introduces into basic hardware structures of computer systems, into their design and architecture. It explains technical background of classic computer systems but also special computer for digital and logic control.

#### **Lectures:**

1. Synthesis of combinational logic circuits. Hazards in logic circuits.
2. Introduction into HDL languages for design of circuits for computers
3. Minimization of logic functions. Combinational circuits used in computers - multiplexors, demultiplexors, decoders, comparators, adders. Their descriptions in HDL language.
4. Programmable logic circuits PLD, GAL, iPLSI, XILINX. Their descriptions in HDL language.
5. Event driven systems and finite automaton as its mathematical model. Design and minimization of synchronous and asynchronous automata.
6. Sequential logic systems. Synthesis of asynchronous sequential systems as combinational circuits with feedback. RS, JK a D circuits.
7. Synthesis of sequential logic circuits with clock and circuits used in computers: binary and decade counters, Gray counters, shift registers, interrupt controllers. Examples of HDL descriptions.
8. From automata to processors. Fix and programmable controller. Automaton with micro program. Microprocessor. Instruction cycles. Classic architecture of CPU, bus, memory. von Neumannova, Harvard and modified Harvard architecture.
9. Structure of CPU, data and address registers, counter of instructions, stack pointer, types of instructions, address modes in linear address space.
10. Machine code of general processor. Basic instructions.
11. Structure and hierarchy of memory: Cache as an associative memory, operational memory, secondary memories (hard drives), fragmentation of memory. Reliability of memories.

12. Interrupts and exceptions. Sources of interrupts, external interrupts, interrupt vectors, interrupts from timers, interrupts generated by CPU and controllers of memory bus.
13. Different width of addresses generated by CPU and physical memory. Mapping of memory, paging, segmentation. Protection of memory, DMA transfers.
14. Differences of industrial programmable controllers (PLC) from classic computers: Structure of PLCs, their properties and methods of programming.

**Labs, seminars:**

1. Introduction, safety rules in laboratory, organization.
2. Minimization of maps, demonstration of design in HDL language.
3. Design in HDL, part II.
4. Examples of HDL uses and programming of PLD circuits.
5. Independent work - design of counter.
6. Independent work - Code lock.
7. Written test.
8. Design of controllers and its description in HDL language.
9. Independent work - Simple automaton I.
10. Independent work - Simple automaton II.
11. Independent work - Small controller I.
12. Independent work - Small controller II.
13. Independent work - Small controller III.
14. Credits. Tests repetitions.

**References:**

1. John Y. Hsu: Computer Logic, Springer 2002, ISBN: 0387953043
2. Volnei A. Pedroni: Digital Electronics and Design with VHDL, MORGAN KAUFMANN 2008, ISBN: 0123742706
3. Enoch O. Hwang: Digital Logic and Microprocessor Design with VHDL, Thomson 2006, ISBN: 0-534-46593-5
4. Hachtel, G. D., Somenzi, F., Logic Synthesis and Verification Algorithms, Kluwer Academic. 1996.
5. DeMicheli G., Synthesis and Optimization of Digital Circuits, McGraw-Hill, 1994.

## 2.1.12 A4B02FYZ: Fyzika pro OI

**Název:** Fyzika pro OI

**Garant:** Doc.Dr.Ing. Bednařík Michal

**Přednášející:** Doc.Dr.Ing. Bednařík Michal

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2l

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B02FYZ](#)

**Prerekvizity:** Znalost diferenciálního a integrálního počtu funkcí jedné proměnné, diferenciálního počtu funkcí více proměnných a lineární algebry.

**Anotace:** V rámci tohoto předmětu jsou studenti uvedeni do vybraných partií klasické fyziky a dynamiky fyzikálních systémů. V rámci klasické mechaniky, která je pomyslnou vstupní bránou do studia fyziky vůbec, se studenti seznámí s kinematikou hmotného bodu, dynamikou hmotného bodu, soustavy hmotných bodů či tuhého tělesa. Studenti by si měli osvojit takové znalosti z klasické mechaniky, aby byli schopni řešit základní úlohy spojené s popisem mechanických soustav, se kterými se setkají v úvodu do dynamiky fyzikálních systémů. Úvod do dynamiky systémů umožní studentům si osvojit základní přístupy při popisu a analýze obecných dynamických systémů. Důraz bude kladen na aplikaci již probraného matematického aparátu. Znalosti z předmětu mají studentům sloužit při studiu řady odborných oblastí, se kterými se setkají během dalšího studia.

### Osnova:

1. Fyzikální jednotky, základní druhy fyzikálních polí. Souřadnicové systémy.
2. Kinematika hmotného bodu (přímočarý pohyb, pohyb po kružnici a obecný křivočarý pohyb).
3. Newtonovy pohybové zákony, inerciální a neinerciální vztažné soustavy. Pohybové rovnice v inerciálních i neinerciálních soustavách.
4. Práce, výkon, konzervativní silová pole, kinetická a potenciální energie. Zákon zachování mechanické energie.
5. Newtonův gravitační zákon, gravitační pole soustavy hmotných bodů a těles se spojitě rozloženou hmotou. Intenzita a potenciál gravitačního pole.
6. Gravitační pole vně a uvnitř tenké slupky a homogenní koule.
7. Mechanické kmitavé soustavy. Netlumený a tlumený mechanický lineární oscilátor. Vynucené kmity. Rezonance výchylky a rychlosti.
8. Soustava hmotných bodů, izolovaná a neizolovaná soustava hmotných bodů, I. a II. věta impulzová, zákon zachování hybnosti, momentu hybnosti a mechanické energie pro soustavu hmotných bodů. Hmotný střed a těžišťová soustava.
9. Tuhé těleso, pohyb tuhého tělesa, pohybové rovnice tuhého tělesa, otáčení tělesa kolem pevné osy, moment setrvačnosti, Steinerova věta.
10. Základní dělení dynamických systémů (lineární, nelineární, autonomní neautonomní, konzervativní, spojitě, nespojitě, jednorozměrné, vícerozměrné, časově reverzibilní a nereverzibilní). Fázový portrét, fázová trajektorie, stacionární body, dynamický tok. Vyšetřování stability lineárních systémů.
11. Topologická klasifikace lineárních systémů (sedlový bod, stabilní a nestabilní spirála, stabilní a nestabilní uzel, středový bod).
12. Vyšetřování stability nelineárních systémů, strukturální stabilita, Ljapunovova stabilita, limitní cykly, bifurkace (Hopfova, subkritická, superkritická, transkritická atd.), bifurkační diagram. Poincarého mapy, atraktory.
13. Deterministický chaos, Lorenzovy rovnice, podivný atraktor.
14. Jednorozměrné mapy, Feigebaumovy konstanty, logistická rovnice, fraktály.

### Cvičení:

1. Úvodní výklad (bezpečnost práce, seznámení s úlohami a laboratorním řádem). Teorie chyb - měření objemu tuhých těles přímou metodou.
2. Nejistoty měření.
3. II. Newtonův pohybový zákon a srážky.
4. Určení modulu torze dynamickou metodou a stanovení momentu setrvačnosti.
5. Stanovení tíhového zrychlení reverzním kyvadlem a studium gravitačního pole.
6. Studium nucených kmitů - Pohlovo torzní kyvadlo.
7. Spřažená kyvadla.
8. Test z fyziky.
9. Statistická rozdělení ve fyzice, Poissonova a Gaussova distribuce - demonstrace na příkladu radioaktivního rozpadu.
10. Vyšetřování stability a nestability typu spirála.
11. Měření oscilací limitního cyklu.
12. Vyšetřování Lorenzova podivného traktoru.
13. Test z fyziky.
14. Vyhodnocení elaborátů a zápočet.

#### **Literatura:**

1. Halliday, D., Resnick, R., Walker, J.: Fyzika, VUTIUM-PROMETHEUS, 2000.
2. Kvasnica, J., Havránek, A., Lukáč, P., Sprážil, B.: Mechanika, ACADEMIA, 2004.
3. Sedlák, B., Štoll, I.: Elektřina a magnetismus, ACADEMIA, 2002.
4. Fyzika I a II - fyzikální praktikum, M. Bednařík, P. Koníček, O. Jiríček.

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Physics for Informatics**

**Annotation:** Within the framework of this course students gain the knowledge of selected parts of classical physics and dynamics of the physical systems. The introductory part of the course deals with the mass particle kinematics; dynamics, with the system of mass particles and rigid bodies. The students should be able to solve basic problems dealing with the description of mechanical systems. The introduction to the dynamics of the systems will allow to the students deeper understanding as well as analysis of these systems. The attention will be devoted namely to the application of the mathematical apparatus to the solution of real physical problems. Apart of this, the knowledge gained in this course will help to the students in the study of other disciplines, which they will meet during their further studies.

#### **Lectures:**

1. Units, system of units. Physical fields. Reference frames.
2. Particle kinematics (rectilinear motion, circular motion, motion in three dimensions).
3. Newton's laws, inertial and non-inertial reference frames. Equations of motion in inertial and non-inertial reference frames.
4. Work, power, conservative fields, kinetic and potential energy. Conservation of mechanical energy law.
5. Newton's law of universal gravitation, gravitational field of the system of n particles and extended bodies. Gravitational field intensity, potential.
6. Gravitational field outside and inside a spherical mass shell and homogeneous mass sphere.
7. Mechanical oscillating systems. Simple harmonic motion, damped and forced oscillations. Resonance of displacement and velocity.

8. System of n-particles, isolated and non-isolated systems, conservation of linear and angular momentum laws. Conservation of mechanical energy law for the system of n-particles. Center of mass and center of gravity.
9. Rigid bodies, equations of motion, rotation of the rigid body with respect to the fixed axis. Moment of inertia, Steiner's theorem
10. Classification of dynamical systems (linear, nonlinear, autonomous, nonautonomous, conservative, continuous, discrete, one-dimensional, multidimensional, time-reversal, time-irreversal). Phase portraits, phase trajectory, fixed points, dynamical flow. Stability of linear systems.
11. Topological classification of linear systems (saddle points, stable and unstable spiral, stable and unstable node, center point).
12. Stability of nonlinear systems, Liapunov stability, limit cycles, bifurcation (Hopf, subcritical, supercritical, transcritical etc.), bifurcation diagram, Poincaré sections, attractors.
13. Deterministic chaos, Lorenz equations, strange attractor.
14. One-dimensional maps, Feigenbaum numbers, the logistic equation, fractals.

### **Labs, seminars:**

1. Introduction, safety instructions, laboratory rules, list of experiments, theory of errors - measurement of the volume of solids.
2. Uncertainties of measurements.
3. 2nd Newton's law and collisions.
4. Torsion pendulum, shear modulus and moment of inertia.
5. Measurement of the acceleration due to the gravity with a reversible pendulum and study of the gravitational field.
6. Young's modulus of elasticity.
7. Forced oscillations - Pohl's torsion pendulum.
8. Coupled pendulum.
9. Franck-Hertz experiment and measurement of excitation energy of the mercury atom.
10. Test.
11. Statistical distributions in physics. Poisson's and Gauss' distribution - demonstration using the radioactive decay.
12. Measurement of the speed of sound using sonar and acoustic Doppler effect. Diffraction of acoustic waves.
13. Test.
14. Grading of laboratory reports. Assessment.

### **References:**

1. Physics I, S. Pekárek, M. Murla, Dept. of Physics FEE CTU, 1992.
2. Physics I - Seminars, M. Murla, S. Pekárek, Vydavatelství ČVUT, 1995.
3. Physics II, S. Pekárek, M. Murla, Vydavatelství ČVUT, 2003.
4. Physics II - Seminars, S. Pekárek, M. Murla, Vydavatelství ČVUT, 1996.
5. Physics I - II, Laboratory manual, S. Pekárek, M. Murla, Vydavatelství ČVUT, 2002.



## 2.1.13 A0B36APO: Architektura počítačů

**Název:** Architektura počítačů

**Garant:** Doc.Ing. Šnorek Miroslav CSc.

**Přednášející:** Ing. Píša Pavel / Doc.Ing. Šnorek Miroslav CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2l

**Kredity:** 6

**FEL www:** A0B36APO

**Prerekvizity:** Přiměřená znalost jazyka C, základní orientace v oblasti logických a sekvenčních obvodů. Základní znalost práce s příkazovou řádkou a kompilátorem v prostředí splňujícího standard POSIX (např. Linux) je vítaná.

**Anotace:** Předmětem studenty seznámí se stavebními prvky počítačových systémů. Předmět přistupuje k výkladu od popisu hardware a tím navazuje na předmět Struktury počítačových systémů, ve kterém se studenti seznámili s kombinačními, sekvenčními obvody a základu stavby procesorů. Po úvodním přehledu funkčních bloků počítače je podrobněji popsána stavba procesoru, jejich propojování, paměťový a vstupně výstupní subsystém až po přehledové seznámení s různými síťovými topologiemi a sběrnici. Během výkladu je brán důrazný zřetel na ozřejmení provázanosti hardwarových komponent s podporou SW, především nejnižších vrstev operačních systémů, ovladačů zařízení a virtualizačních technik. Obecné principy jsou v další části přednášek rozvedeny na příkladech několika standardních procesorových architektur. Cvičení jsou naopak zaměřena na softwarový pohled na počítačový systém, kdy studenti postupně přecházejí od výuky základů multithreadového programování k přímé obsluze portů a hardware.

### Osnova:

1. Architektura počítače, struktura, organizace a podsystémy. Reprezentace, zobrazení a přenos informace (především čísel, IEEE-754) v počítači.
2. Vývoj koncepcí a technik CPU. Porovnání přístupů RISC (load-store) CISC procesorů. Pipeline, predikce skoků a super-skalární CPU.
3. Síť procesorů, paralelní systémy a propojovací sítě. Topologie, komunikace. Symetrický multiprocessing, NUMA architektury.
4. Hierarchický koncept paměti, správa paměti a MMU, konsistence dat, protokoly MSI až MOESI, speciální instrukce a atomické operace.
5. Vstupní a výstupní podsystém počítače, řízení vstupů a výstupů. Periferie, řadič periferie, DMA, řešení konzistence dat při DMA operacích.
6. Počítačový systém, technické a organizační prostředky. Zpracování vnějších událostí (přerušení), výjimek, obvody reálného času.
7. Síť počítačů, topologie sítí, komunikace. Síť typu LAN, MAN, WAN, síť řídicích počítačů.
8. Předávání parametrů funkcím a virtuálními instrukcím operačního systému. Zásobníkové rámce, registrová okna, přepínání režimů a realizace systémových volání.
9. Mnoháúrovňová organizace počítače, virtuální stroje. Konvenční architektura a implementačně závislá mikroarchitektura. Přenositelný bytecode a virtuální programovací prostředí (Java, C#.Net). Virtualizační techniky (např XEN, VMWARE) a paravirtualizace.
10. Klasická registrově orientovaná architektura s kompletní instrukční sadou. Principy jsou demonstrovány na architektuře FreeScale M68xxx/ColdFire. Ukázka realizace MMU, cache, sběrnice a atd.
11. Procesorová rodina INTEL x86, Od 8086 k EMT64, hlavní zaměření na 32-bit a 64-bit režimy s krátkým vysvětlením komplikací způsobených nutností zachování kompatibility s 16-bit 8086 a 80286 segmentového přístupu a proč ho současné OS používají v co nejvíce minimalizované formě. Příklad SIMD instrukcí (MMX, SSE).
12. Krátký přehled architektur RISC a procesorů používaných pro vestavěné aplikace ARM, ColdFire a PowerPC.

13. Standardní systémové a I/O sběrnice počítačových systémů (ISA, PCI, PCIexpress, USB, SCSI, SATA, VME,). Hlavní důraz na důvody přechodu od paralelních k vícekanálovým sériovým sběrnicím s pake-  
tovou komunikací. Výhody a nevýhody tohoto přístupu pro reálné řízení.
14. Prostředky pro styk s technologickým procesem, analogové a diskrétní I/O, sběr a zpracování dat.

#### Cvičení:

1. Program cvičení, bezpečnost, provozní řád, řízení v reálném čase (RT).
2. Charakteristika a práce v OS Linux, Úloha 1 - procvičení tvorby algoritmů v jazyku C.
3. Úloha 2 - Procesy, signály.
4. Úloha 3 - Vlákna
5. Úloha 4 - Sockety
6. Úloha 5 - Seriová komunikace
7. Rezerva na řešení úloh 1 - 5.
8. Zadání hlavní úlohy - regulace otáček a polohy motoru. Snímání pomocí IRC, generování PWM, vizua-  
lizace.
9. Test. 3 teoretické otázky z témat probíraných na cvičení a praktická část ve formě programu.
10. Samostatné řešení hlavní úlohy.
11. Samostatné řešení hlavní úlohy.
12. Samostatné řešení hlavní úlohy.
13. Odevzdání hlavní úlohy, opravný test.
14. Zápočet

#### Literatura:

1. Hennessy, J. L., and D. A. Patterson. Computer Architecture: A Quantitative Approach, 3rd ed. San Mateo, CA: Morgan Kaufman, 2002. ISBN: 1558605967.
2. Hennessy, J. L., and D. A. Patterson. Computer Architecture: A Quantitative Approach, 2nd ed. San Mateo, CA: Morgan Kaufman, 1995. ISBN: 1558603727.
3. Patterson, D. A., and J. L. Hennessy. Computer Organization and Design: The Hardware/Software Inter-  
face, 3rd ed. San Mateo, CA: Morgan Kaufman, 2004. ISBN: 1558606041.
4. Pinker, J.: Mikroprocesory a mikropočítače, BEN [http://www.ben.cz/\\_e/all/121158\\_mikroprocesory-a-mikropocitace.htm](http://www.ben.cz/_e/all/121158_mikroprocesory-a-mikropocitace.htm)
5. Hyde, R.: The Art of Assembly Language, 2003, 928 pp. ISBN-10 1-886411-97-2 ISBN-13 978-1-  
886411-97 <http://webster.cs.ucr.edu/AoA/>
6. Bach., M., J.: The Design of the UNIX Operating System, Prentice Hall, 1986
7. Bayko., J.: Great Microprocessors of the Past and Present <http://www.cpushack.com/CPU/cpu.html>

**Poznámky v KOSu:** Computer architectures

### Computer Architectures

**Annotation:** Subject provides overview of basic building blocks of computer systems. Explanation starts from hardware side where it extends knowledge presented in the subject Structures of computer systems. Topics covers building blocks description, CPU structure, multiple processors interconnections, input/output subsystem and basic overview of network and busses topologies. Emphasis is placed on clarification of interconnection of hardware components with software support, mainly lower levels of operating systems, device drivers and virtualization techniques. General principles are more elaborated during presentation of examples of multiple standard PU architectures. Exercises are more focused on the software view to the contrary. Students are lead from basic multi threading programming to the interaction with raw hardware.

#### Lectures:

1. Architecture, structure and organization of computers and its subsystems. Data and numbers representation and storage in computer systems (signed integer numbers, IEEE-754).
2. CPU concept and techniques development. RISC (load-store) and CISC processors comparison. Pipelining, jump prediction and super-scalar CPU.
3. Processors networks, parallel systems and interconnection networks. Topologies, communication. Symmetric multiprocessing, NUMA architectures.
4. Hierarchical concept of memory subsystem, memory management, data consistency, from MSI till MOESI protocols, control instructions and atomic operations.
5. I/O computer subsystem, I/O control. Peripherals, DMA, data consistency considerations for DMA operations.
6. Computer system, Technical and organization means. External events processing (interrupts), exceptions, real time clocks.
7. Computer networks, network topologies, communication. LAN, MAN, WAN and control area networks.
8. Parameters passing for subroutines and operating system implemented virtual instructions. Stack frames, register windows, privilege modes switching and system calls implementation.
9. Multi-level computer organization, virtual machines. Conventional (ISA) architecture and implementation dependant microarchitecture. Portable bytecode and virtual programming environments (Java, C#/Net). Virtualization techniques (i.e. XEN, VMWARE) and paravirtualization.
10. Classic register memory-oriented CISC architecture. Principles demonstrated on FreeScale M68xxx/ColdFire architecture. MMU implementation, cache, busses etc.
11. INTEL x86 processor family from 8086 to EMT64, main focus on 32-bit and 64-bit operating modes supplemented with compatibility dictated 16-bit 8086 mode and 80286 segmented approach and why it is used minimally by todays Oses. SIMD instruction examples (MMX, SSE).
12. Short overview of RISC architectures and CPUs optimized for embedded applications - ARM, ColdFire and PowerPC.
13. Common system and I/O buses used in computer systems (ISA, PCI, PCIexpress, USB, SCSI, SATA, VME,..). Main focus paid to replacement of parallel busses by multilane serial busses. Advantages and disadvantages of this approach for RT control.
14. Analog and digital I/O interfacing, data acquisition and processing system.

#### **Labs, seminars:**

1. Introduction, labs program, safety, real time (RT) control
2. Basic introduction to Linux operating system environment Task 1 - Practice of algorithm implementation in C language
3. Task 2 - Processes and signals
4. Task 3 - Threads
5. Task 4 - Networking and sockets
6. Task 5 - Serial communication
7. Reserve for task 1 - 5 completion
8. Description of the main task - position and revolution control of DC motor. Input IRC, output PWM, visualization
9. Test. 3 theoretical tasks from seminars topics and practical part
10. Independent solving of main task
11. Independent solving of main task
12. Independent solving of main task
13. Main task hand in and presentation
14. Assessment

## References:

1. Hennessy, J. L., and D. A. Patterson. Computer Architecture: A Quantitative Approach, 3rd ed. San Mateo, CA: Morgan Kaufman, 2002. ISBN: 1558605967.
2. Patterson, D. A., and J. L. Hennessy. Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface, 3rd ed. San Mateo, CA: Morgan Kaufman, 2004. ISBN: 1558606041.
3. Andrew S. Tanenbaum: Structured Computer Organization. Prentice Hall, 2006. ISBN-10:0131485210.
4. Andrew S. Tanenbaum: Computer Networks. Prentice Hall 2003. ISBN-10:0-13-066102-3.
5. Andrew S. Tanenbaum: Modern Operating Systems. Prentice Hall 2001
6. Hyde, R.: The Art of Assembly Language, 2003, 928 pp. ISBN-10 1-886411-97-2 ISBN-13 978-1-886411-97 <http://webster.cs.ucr.edu/AoA/>
7. Bach., M., J.: The Design of the UNIX Operating System, Prentice Hall, 1986
8. Bayko., J.: Great Microprocessors of the Past and Present <http://www.cpushack.com/CPU/cpu.html>

## 2.1.14 A4B33OPT: Optimalizace

**Název:** Optimalizace

**Garant:** Ing. Werner Tomáš Ph.D.

**Přednášející:** Prof.Ing. Štecha Jan CSc. / Ing. Werner Tomáš Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 4p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4B33OPT

**Prerekvizity:** Lineární algebra. Matematická analýza, včetně základů analýzy funkcí více proměnných. Vhodné jsou numerické metody a statistika a pravděpodobnost.

**Anotace:** Cílem kursu je naučit studenta rozpoznat optimalizační úlohy kolem sebe, matematicky je formulovat, odhadnout jejich obtížnost a zhruba navrhnout způsob řešení snadnějších úloh. Nejvíce prostoru je věnováno konvexní optimalizaci (s důrazem na lineární programování) a lagrangeovské dualitě. Látka je ilustrována množstvím názorných a praktických příkladů.

### Osnova:

1. Úvod do matematické optimalizace. Co je a není obsahem předmětu. Motivační příklady.
2. Lineární programování I: Geometrie LP
3. Lineární programování II: Simplexová metoda
4. Lineární programování III: Dualita, Farkasovo lemma
5. Lineární regrese
6. Konvexní množiny a konvexní funkce
7. Nelineární programování I: Podmínky na lokální extrémy
8. Nelineární programování II: Lagrangeovská dualita
9. Příklady úloh konvexního programování (včetně kvadratického)
10. Algoritmy lokální optimalizace I: Problémy bez omezujících podmínek
11. Algoritmy lokální optimalizace II: Problémy s omezujícími podmínkami
12. Dynamické programování
13. Perceptronový algoritmus (a jemu podobné)
14. (Rezerva)

### Cvičení:

1. Cvičení budou sestávat z prakticky motivovaných příkladů. Příklady nevyžadují dlouhé programování, nicméně jsou matematicky netriviální - proto se počítá s domácí přípravou na každé cvičení. Používán bude jazyk MATLAB.
2. Stránka cvičení: <http://cw.felk.cvut.cz/doku.php/courses/a4b33opt/cviceni/start>

### Literatura:

1. Vybrané části ze skript ČVUT FEL "Jan Štecha: Optimální rozhodování a řízení".
2. Vybrané části z knihy "Boyd and Vanderberghe: Convex Optimization" (volně dostupné na www).
3. Domácí stránka předmětu: <http://cw.felk.cvut.cz/doku.php/courses/a4b33opt/start>

### Poznámky v KOSu:

## Optimization

**Annotation:** The aim of the course is to teach students to recognize optimization problems around them, formulate them mathematically, estimate their hardness, and propose ways of solution for easier problems. The central topic is convex optimization (with particular emphasis on linear programming) and Lagrangean duality. The theory is accompanied by a number of illustrative and practical examples.

### Lectures:

1. Introduction to mathematical optimization. What is and is not part of the course. Motivating examples.
2. Linear programming I: Geometry of LP
3. Linear programming II: Simplex method
4. Linear programming III: Duality, Farkas lemma
5. Linear regression.
6. Convex sets and convex functions
7. Nonlinear programming I: Conditions on local extremes
8. Nonlinear programming II: Lagrangean duality
9. Examples of convex programming tasks (incl. quadratic)
10. Algorithms of local optimization I: unconstrained problems
11. Algorithms of local optimization II: constrained problems
12. Dynamic programming
13. Perceptron algorithm (and similar)
14. (Safety margin)

## 2.1.15 A4B99BAP: Bakalářská práce

**Název:** Bakalářská práce

**Garant:** TBD

**Přednášející:** TBD

**Semestr:** L

**Rozsah:** TBD

**Kredity:** 20

**FEL www:** [A4B99BAP](#)

**Anotace:** Bakalářskou prací má student prokázat schopnost samostatně řešit technický či výzkumný problém oboru využitím znalostí získaných v bakalářském studiu. V práci student nejprve přesně formalizuje zadání, definuje kritéria, dle nichž bude hodnotit úspěšnost řešení, zhodnotí možnosti různých postupů, vybere vhodný postup a výběr zdůvodní, vybraný postup aplikuje a zhodnotí úspěšnost dle stanovených kritérií. Projekt může mít také výzkumnou povahu: v takové práci student místo výběru známého postupu sám vymyslí metodu řešení problému nebo vylepší existující metodu a srovná její úspěšnost/použitelnost s již známými postupy (pokud existují).

Důležitým měřítkem kvality bakalářské práce je způsob, jakým je práce prezentována. Text musí být přehledně organizován, srozumitelný, jednoznačný a všechna důležitá tvrzení musejí být podpořena věcnými argumenty nebo experimentálními výsledky. Preferovaným jazykem práce je angličtina, pokud ji student ovládá natolik, že nedojde k podstatnému snížení srozumitelnosti oproti češtině.

Pro úspěch práce je důležité, aby jí student plně věnoval předpokládaný hodinový rozsah (20 kreditů \* 25 hodin/kredit = 500 hodin) a nezbytné jsou pravidelné konzultace s vedoucím práce.

V některých oborech před bakalářskou prací absolvuje student předmět A4B99SVP (Softwarový/výzkumný projekt), který je zamýšlen jako předstupeň bakalářské práce. V rámci tohoto předmětu by si student měl na podproblému BP ověřit vhodnost tématu a společně s vedoucím SVP/BP dospět k přesnému zadání BP.

## Bachelor Project

## 2.2 Předměty oboru Počítačové systémy – Computer Systems

### 2.2.1 A4B17EAM: Elektřina a magnetismus

**Název:** Elektřina a magnetismus

**Garant:** Prof.Ing. Škvor Zbyněk CSc.

**Přednášející:** Prof.Ing. Škvor Zbyněk CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B17EAM](#)

**Anotace:** Na základě fyzikální podstaty jevů získají studenti základní znalosti o chování látek v makroskopickém pojetí v elektrickém a magnetickém poli, seznámí se jak se statickými tak se stacionárními, harmonicky i obecně časově proměnnými - nestacionárními poli - elektromagnetickou vlnou ve volném prostoru i na vedení. Na tomto základě jim bude ukázán obecný a jednotící popis elektromagnetických jevů Maxwellovými rovnicemi. Z něj pak budou vyloženy speciální případy, které povedou k pochopení základních metod řešení elektromagnetických polí a vln s konkrétními výstupy např. do řešení elektrických obvodů. V rámci laboratorních cvičení budou seznámeni s moderními možnostmi numerického modelování polí a obvodových struktur tam, kde není možné získat přímé analytické řešení. Pochopení fyzikální podstaty jevů pomůže vytvořit základy pro pochopení struktur obvodových prvků, vedení, i pro navrhování a použití hardwarových struktur obvodů pracujících na velmi vysokých kmitočtech, včetně znalosti problematik parazitních jevů, jako jsou odrazy na vedení a nutnost přizpůsobování, rušivá elektromagnetická pole i odolnost komponent vůči němu.

#### Osnova:

1. Elektrostatika, Gaussova věta, polarizace, potenciál, napětí, kapacita, energie, síly, superpozice
2. Stacionární proudové pole, Jouleův zákon, Ohmův zákon, rovnice kontinuity
3. Kirchhoffovy zákony, Théveninův, Nortonův teorém, analýza lineárních odporových obvodů
4. Stac. magnetické pole, Biot-Savartův zákon, Ampérův zákon, indukčnost, energie, síly
5. Kvazistacionární magnetické pole, magnetické obvody, Faradayův indukční zákon
6. Nestacionární elektromagnetické pole - vlna, frekvenční a časová oblast, spektrum
7. Maxwellovy rovnice jako základní postulát elektromagnetismu a jejich fyzikální obsah
8. Elektromagnetická vlna ve volném prostoru a na vedení, struktury a parametry vedení
9. Elektrický a magnetický povrchový jev
10. Obvody s rozprostřenými parametry, bezztrátové a ztrátové vedení, odrazy, přizpůsobování
11. Lineární obvody s reaktančními - akumulárními prvky, rezonance, obvodové rovnice v časové oblasti
12. Přechodné jevy, analýza přechodných jevů v časové oblasti
13. Přechodné jevy prvního řádu. Přechodné jevy vyšších řádů
14. Rušivé elektromagnetické vyzařování a odolnost vůči němu

#### Cvičení:

1. Elektrostatické jevy, pole v dielektriku, základní veličiny, výpočty int. pole, kapacity
2. Stacionární proudové pole, vodiče, mechanismus vedení proudu, výpočty ztrát
3. Kirchhoffovy zákony, řešení jednoduchých lin. obvodových struktur
4. Magnetické jevy, veličiny, materiály v mg. poli, výpočet indukčnosti, energie, síly
5. Magnetické obvody, Faradayův indukční zákon, vzájemná indukčnost, vazby
6. Elmag. vlna prostředník přenosu informace - frekvenční a časová oblast, spektrum
7. Maxwellovy rovnice, vysvětlení jednotlivých částí v souvislosti s fyzikálním obsahem
8. Řešení vlnové rovnice ve volném prostoru a na ohraničených geometriích - vedení
9. Povrchové jevy - počítačové simulace elektrostatických a magnetických polí



10. Obvody s rozprostřenými parametry, přehled a výpočet základních struktur a parametrů, odrazy, přizpůsobování - simulace obecných nestacionárních polí
11. Řešení lineární obvodů s reaktančními - akumulačními prvky, časová oblast
12. Přechodné jevy, analýza přechodných jevů v časové oblasti
13. Přechodné jevy prvního řádu. Přechodné jevy vyšších řádů, simulace jevů
14. Elektromagnetické vyzařování a odolnost, výpočty nežádoucích vazeb a stínění

#### **Literatura:**

1. Novotný, K.: Teorie elmag. pole I. Skriptum, ČVUT Praha, 1998
2. Collin, R.E.: Field Theory of Guided Waves. 2nd Edit., IEEE Press, New York 1991
3. Coufalová, B., Havlíček, V., Mikulec, M., Novotný, K.: Teorie elmag.pole I. Příklady, Skriptum ČVUT Praha, 1999
4. Sadiku, M.N.O.: Elements of Electromagnetics. Saunders College Publishing. London, 1994
5. Havlíček, V., Pokorný, M., Zemánek, I.: Elektrické obvody 1, Nakladatelství ČVUT, Praha 2005
6. Havlíček, V., Zemánek, I.: Elektrické obvody 2, Nakladatelství ČVUT, Praha 2008

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Electromagnetism**

**Annotation:** Based on theoretical fundamentals such as Maxwell equations, students will acquire insight into electromagnetic effects and ability to solve simple electromagnetic problems. Physical principles are applied to derive basics of circuit theory. Simple linear circuits, lumped as well as distributed, are described and analysed. Field theory application enables to understand basic circuit elements, such as resistors, capacitors, inductors, and transmission lines as well as important effects such as resonance and impedance matching. Exact quantitative description (analysis and/or design) of simple geometries helps to estimate fields and behaviour of more complex ones. Frequency domain and time domain formulations are combined to provide better insight. The course is completed by information on electromagnetic compatibility.

#### **Lectures:**

1. Electrostatics, Gauss law, polarization, potential, voltage, capacity, energy, forces
2. Stationary current, Joule's AND Ohm's Law, continuity equations.
3. Kirchoff's law, Thevenin and Norton theorems, analysis of linear resistive circuits
4. Stationary magnetic field, Ampere's and Biot-Savart Law, inductance, energy, forces.
5. Quasi-Stationary magnetic field, magnetic circuits, Faraday inductance law.
6. Non-stationary electromagnetic field and waves, frequency and time domain, spectrum
7. Maxwell equations - fundamentals of electromagnetism. Physical description.
8. Electromagnetic waves in free space and transmission lines, wave guiding structures and parameters.
9. Electric and magnetic skin effect
10. Circuits possessing distributed elements, lossless and lossy transmission lines, reflections and impedance matching.
11. Linear circuits containing reactances - accumulating elements. Circuit description in frequency as well as time domain.
12. Transition effects and their time-domain analysis.
13. Transition effects, first and higher orders.
14. Electromagnetic interferences, compatibility and susceptibility.

#### **Labs, seminars:**

1. Electrostatic effects and fields, dielectrics, quantities, analysis, capacity.

2. Currents, conductors, loss calculation.
3. Kirchhoff's laws, simple linear circuit analysis.
4. Magnetic effects, quantities, material behaviour, inductance calculus, energy forces.
5. Magnetic circuits, Faraday's law, mutual inductance, couplings
6. Electromagnetic wave - information carrier.
7. Maxwell equations, physical meaning.
8. Wave equation - solution for free space and simple transmission lines.
9. Skin-effect, computer simulation in a lab.
10. Circuits with distributed elements, reflection, matching.
11. Circuits with reactances / energy accumulating elements.
12. Resonances, transition effects.
13. Transition effects - first and higher order.
14. Electromagnetic coupling and electromagnetic compatibility.

**References:**

1. Collin, R.E.: Field Theory of Guided Waves. 2nd Edit., IEEE Press, New York 1991
2. Sadiku, M.N.O.: Elements of Electromagnetics. Saunders College Publishing. London, 1994
3. Smith, K.C.A., Alley, R.E.: Electrical Circuits An Introduction. Cambridge University Press, Cambridge 1992
4. Mikulec, M., Havlíček, V.: Basic Circuits Theory, Vydavatelství ČVUT, Praha 2000
5. Dorf, R.: Introduction To Electric Circuits, John Wiley and Sons, Inc., New York 1993

## 2.2.2 A4B34EM: Elektronika a mikroelektronika

**Název:** Elektronika a mikroelektronika

**Garant:** Ing. Jakovenko Jiří Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Jakovenko Jiří Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2l

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4B34EM

**Prerekvizity:** Žádné

**Anotace:** Základní vlastnosti polovodičů, přechod PN. Bipolární tranzistor, struktura MOSFET. Seznámení se základními funkčními strukturami a technologiemi integrovaných obvodů. Technologie CMOS, návrh topologie, návrhová pravidla. Základní bloky analogových CMOS integrovaných obvodů, AD a DA převodníky. Paměťové struktury. Mikro-elektro-mechanické integrované systémy. Základní optoelektronické prvky.

### Osnova:

1. Historický přehled vývoje Mikroelektroniky a integrovaných obvodů, Moorovy zákony, metody návrhu, současné trendy.
2. Základní typy a vlastnosti polovodičů, přechod PN, přechod kov-polovodič, dioda.
3. Bipolární tranzistor, tranzistor MOSFET, struktura, princip činnosti, náhradní modely.
4. Technologický proces výroby polovodičových součástek a integrovaných obvodů.
5. Základní CMOS proces, technologický postup výroby, topologické masky, metody izolací, druhy CMOS procesů, technologie propojování.
6. Moderní technologie IO, submikronové technologie, SOI, RF IO.
7. Prostředky pro návrh, simulace a testování mikroelektronických systémů. Metodologie návrhu digitálních, analogových a smíšených integrovaných systémů, úroveň abstrakce návrhu, ekonomické aspekty návrhu.
8. Návrh topologie, návrhová pravidla, parazitní struktury, extrakce parazitních struktur. Metody propojování, zpoždění, problematika přeslechů a rušení.
9. Parametry logických hradel CMOS, ztrátový výkon log. hradla, zpoždění, budiče sběrnic.
10. Základní bloky analogových CMOS IO, operační zesilovač.
11. Integrované AD a DA převodníky, typy, rychlost, spotřeba.
12. Integrované Paměťové struktury, DRAM, SRAM, EEPROM, Flash.
13. Návrh a technologie mikro-elektro-mechanických integrovaných systémů MEMS - technologie, aplikace.
14. Optoelektronika, fotodioda, fototranzistor, laser, LED, parametry, aplikace.

### Cvičení:

1. Úvod do návrhového systému CADENCE.
2. Knihovny technologií CMOS, Simulátor Spectre, typy analýz. Modely aktivních a pasivních součástek.
3. Návrh, simulace a testování zesilovacího stupně.
4. Statické a dynamické vlastnosti logických hradel a přenosového hradla CMOS.
5. Ukázka analogového návrhu, tvorba testů.
6. Vliv technologického rozptylu, Simulace v rozích (Corner analysis), Simulace Monte Carlo.
7. Návrh topologie analogového IO.
8. Návrh topologie analogového IO.
9. Kontrola návrhových pravidel, extrakce parazitních kapacit.
10. Digitálního návrh, simulace.
11. Syntéza a verifikace digitálního návrhu.
12. Samostatný projekt

13. Samostatný projekt
14. Presentace projekty, zápočet.

#### **Literatura:**

1. J. Vobecký, V. Záhlava: "Elektronika – součástky a obvody, principy a příklady", Grada Publishing, 2001
2. P. Gray, P. Hurst, s. Lewis, R. Mayer: "Analysis and Design of Analog Integrated Circuits", John Wiley and Sons, 2000

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Electronics and Microelectronics**

**Annotation:** Semiconductors fundamentals, PN junction. Bipolar transistor, MOSFET structure. Fundamentals of Integrated systems processing technologies. CMOS technology, layout design, design rules. Analogue CMOS integrated circuits blocks, AD and DA convertors. Memory structures. Micro-electro-mechanical systems. Optoelectronics devices.

#### **Lectures:**

1. Microelectronics and integrated circuit design history, roadmaps, Moor's laws, IO design methodologies, current trends
2. Semiconductors fundamentals - types and properties, PN junction, metal-semiconductor junction, diode.
3. Bipolar transistor, MOSFET - architecture, working principle, substitutive models.
4. Fabrication process of semiconductor devices and integrated circuits.
5. CMOS fabrication process, layout, topological masks, isolation methods, CMOS process variances, interconnection technology.
6. Advanced IC technologies, advanced sub-micron technologies, SOI, RF IC.
7. Software tools for IC design, analogue, digital and mix-signal integrated systems design methodologies, design abstraction levels, application specific integrated systems, design economical aspects.
8. Layout design, design rules, parasitics, parasitics extraction. Interconnection design methods, delay calculation, time analysis, crosstalk and interference problems.
9. CMOS logic gate parameters, gate power dissipation, delay, bus drivers.
10. Fundamental blocks of analogue CMOS ICs, operational amplifier.
11. Integrated AD and DA converters - types, speed and power dissipation.
12. Integrated memories structures - DRAM, SRAM, EEPROM, Flash.
13. Design of Micro-electro-mechanical systems (MEMS), technologies, application.
14. Optoelectronics fundamentals, photodiode, phototransistor, laser, LED - parameters, applications.

#### **Labs, seminars:**

1. Introduction to CADENCE design tools.
2. CMOS design kits and libraries, simulator Spectre - analysis types. Models for active and passive devices.
3. Design, simulation and testing of amplifier stage.
4. Logic gates static and dynamic parameters and characteristics of CMOS transmission gate.
5. Analog design, tests and testbenches .
6. Influence of processing variances, Corner analysis, Monte Carlo analysis.
7. Layout of analogue IC.
8. Layout of analogue IC.
9. Design rule check, parasitic extraction.
10. Digital IC design flow, simulations.

11. Digital design synthesis and verification.
12. Student project
13. Student project
14. Work presentation, final assessment

**References:**

1. P. Gray, P Hurst, S. Lewis, R. Mayer: "Analysis and Design of Analog Integrated Circuits", John Wiley and Sons, 2000

### 2.2.3 A3B33OSD: Operační systémy a databáze

**Název:** Operační systémy a databáze

**Garant:** Doc.Ing. Lažanský Jiří CSc.

**Přednášející:** Doc.Ing. Lažanský Jiří CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 3p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A3B33OSD](#)

**Prerekvizity:** Základní znalost programování v jazyku C

**Anotace:** Cílem předmětu je seznámit posluchače se základními pojmy a principy operačních systémů, jako jsou procesy a vlákna, jejich komunikace a plánování, časově závislé chyby, synchronizační nástroje, uváznutí procesů. Dále se věnuje virtuální paměti, správě periférií a systémů souborů včetně základních otázek bezpečnosti. Druhá část předmětu je zaměřena na databáze, jejich typy a struktury, zásady návrhu databází, přístupy k datům a transakční mechanismy.

#### **Osnova:**

1. Základní pojmy: operační systém (OS) a jeho jádro, proces, vlákno, plánování, návaznost na technické prostředky. Typy operačních systémů.
2. Překlad programu, sestavování, knihovny, služby OS, jejich volání, dynamické knihovny a dynamické sestavování.
3. Procesy a vlákna, jejich implementace, vznik a vývoj. Plánovací algoritmy. Systémy reálného času a plánování v nich.
4. Komunikace mezi procesy a vlákny, časově závislé chyby, kritická sekce, synchronizační nástroje. Klasické synchronizační úlohy a jejich řešení.
5. Uváznutí - definice, nutné podmínky pro jeho vznik, možnosti řešení.
6. Správa paměti - základní techniky. Virtuální paměť - stránkování, algoritmy pro náhradu stránek, segmentace, odkládání na sekundární paměť.
7. Souborové systémy, organizace dat na vnějších pamětech, principy, řešení, ochrany.
8. Distribuované výpočty, klient/server. Komponenty OS pro podporu počítačových sítí a jejich programování.
9. Pojem databáze, typy databázových systémů, Modelování dat, E-R modely, diagramy toků dat, funkční dekompozice a normalizace.
10. Relace, relační model, integritní omezení, kvalita datového modelu. Objektově orientované a objektově relační databáze.
11. Databázové dotazové jazyky. Relační algebra, relační kalkul. Jazyk SQL (dotazy, DDL, DML). Data v XML.
12. Souběžný přístup k datům, transakce, zotavení z chyb, koordinace paralelního přístupu.
13. Fyzická organizace dat, indexy jako B-stromy, bitmapové indexy, návaznost na OS.
14. Shrnutí předmětu, rezerva.

#### **Cvičení:**

1. Úvod, organizace cvičení, anketa znalostí, zadání 1. semestrálních prací
2. Stručný přehled OS, úvod do skriptovacích jazyků?
3. Pokročilé programování skriptovacích jazyků?, regulární výrazy
4. Procvičování skriptovacích jazyků?, odevzdávání první semestrální práce
5. Zadání 2. semestrální práce, Procesy, vlákna, sdílení - praktické ukázky
6. Komunikace mezi procesy
7. Problém uváznutí

8. Programování aplikací typu klient/server
9. Prezentace 2. semestrální práce I
10. Zadání 3. semestrální práce, návrh jednoduchých databází
11. Jazyk SQL a jeho aplikace
12. Samostatná práce v poč. učebně I
13. Samostatná práce v poč. učebně II - prezentace semestrální práce
14. Zápočet, rezerva

#### **Literatura:**

1. Silberschatz A., Galvin P. B., Gagne G.: Operating System Concepts. J. Willey, 2005
2. Tanenbaum A. S.: Modern Operating Systems. Prentice Hall, 2001
3. Pokorný, J., Halaška, I.: Databázové systémy. Vydavatelství ČVUT, 2003
4. Elmasri R., Navath S.: Fundamentals of database systems. Addison-Wesley, 2007

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Operating Systems and Databases**

**Annotation:** The goal of this course is to introduce basic concepts and principles of operating systems (OS), like processes and threads, their scheduling, mutual communication and synchronization, time-dependent errors and deadlocks. Attention is also paid to memory management, virtual memory, management of secondary storages, file-systems and data security. The second part of the course is focused at databases, their types and structures, concurrent data access and transactions.

#### **Lectures:**

1. Basic concepts: operating system (OS) and its kernel, hardware dependency, processes, threads, scheduling. OS types.
2. Compiling and linking, libraries, OS services and calls, dynamic libraries and run-time linking
3. Implementation and life-cycle of processes and threads. Scheduling algorithms. Real-time OSes and scheduling in them.
4. Communication among processes and threads, critical sections, time-dependent errors, synchronization tools. Classical synchronization problems and their solution.
5. Deadlocks: definition, conditions, solution possibilities
6. Memory management: Basic techniques. Virtual memory, swapping, paging, segmentation, page-replacement algorithms.
7. File-systems, organizing data on the secondary storage, principles, standard solutions, data security.
8. Distributed computing, client-server architectures. OS components supporting computer networks and their programming.
9. The database concepts and types. Data modelling, E-R model, decomposition and normalization. Data integrity
10. Relation, relational model, keys (proper and foreign), data model quality. Object-oriented and object-relational databases.
11. Database query languages. Relational algebra and calculus. SQL language queries, DDL, DML). XML data representation.
12. Concurrent access to data, transactions, atomicity, error recovery, concurrency coordination.
13. Physical data organization, indexes, B-trees, bitmap indexes, link-up to OS.
14. Wrap-up, spare time.

#### **Labs, seminars:**

1. Introduction, exercise organization, 1st task assignment
2. Brief OS overview, introduction to scripting languages
3. Advanced script programming, regular expressions
4. Exercising the scripting languages, 1st task delivery
5. 2nd task assignment. Processes and threads, resource sharing - practical examples
6. Interprocess communication
7. The problem of deadlocks
8. Client-server programming
9. 2nd task delivery and results presentation
10. 3rd task assignment, designing a simple database
11. SQL language and its applications
12. Individual work in a computer room
13. Presentation of 3rd task results
14. Conclusion, QandA, spare time

**References:**

1. Silberschatz A., Galvin P. B., Gagne G.: Operating System Concepts. J. Willey, 2005
2. Tanenbaum A. S.: Modern Operating Systems. Prentice Hall, 2001
3. Pokorný, J., Halaška, I.: Databázové systémy. Vydavatelství ČVUT, 2003
4. Elmasri R., Navath S.: Fundamentals of database systems. Addison-Wesley, 2007



## 2.2.4 A4B38DSP: Distribuované systémy a počítačové sítě

**Název:** Distribuované systémy a počítačové sítě

**Garant:** Doc.Ing. Holub Jan Ph.D.

**Přednášející:** Doc.Ing. Holub Jan Ph.D.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2l

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B38DSP](#)

**Anotace:** Předmět je věnován principům a technologiím distribuovaných systémů (DS) a jejich nasazení v typických třídách aplikací. Jsou popsána základní fyzická komunikační média, vysvětleny topologie DS, metody řízení přístupu, představeny základní modely datových přenosů a vysvětleny základy kódování a šifrování. Poté jsou představeny nejrozšířenější v praxi užívané technologie distribuovaných systémů, položeny základy protokolů Internetu a představeny typické aplikace distribuovaných systémů.

**Osnova:**

1. Úvod, definice základních pojmů, model ISO/OSI, funkce vrstev
2. Metalické, optické a bezdrátové fyzické médium, typy, vlastnosti, aplikační parametry
3. Analogové a digitální modulace, principy, vlastnosti, využití
4. Metody přístupu ke sdílenému médiumu a jejich charakteristiky, typy datových přenosů, sdílení kapacity kanálu, fyzické a logické topologie DS
5. Kódování (kanálové, detekce a opravy chyb, šifrování)
6. Počítačové sítě (především IEEE 802.3), varianty, aktivní prvky, zajištění determinismu
7. Průmyslové distribuované systémy - vybrané standardy a jejich vlastností
8. Bezdrátové sítě I (IEEE 802.11, IEEE 802.16)
9. Bezdrátové sítě II (IEEE 802.15, ZigBee, Bluetooth, RFID)
10. Modemy (PSTN, xDSL, GSM, PLC, kabelové, rádiové) a jejich aplikace v DS
11. Propojování distribuovaných systémů, směrování v lokálních sítích, metody řízení datového toku
12. Základy TCP/IP (ARP, RARP, DNS)
13. Protokoly relační a prezentační vrstvy
14. Aplikace distribuovaných systémů (datové a komunikační sítě, řídicí systémy, geograficky rozsáhlé systémy sběru dat, sítě ve vozidlech a letadlech)

**Cvičení:**

1. Úvodní cvičení, bezpečnost, seznámení s úlohami.
2. Modemová komunikace
3. Frekvenční spektra modulovaných signálů.
4. Měření parametrů optických vláken.
5. Sběrnice RS 485.
6. Modulární optický telemetrický systém.
7. Digitální modulace pro bezdrátové sítě.
8. Predikce a ověření pokrytí signálu bezdrátových sensorových sítí.
9. Distribuovaný systém CAN.
10. Přenos dat po napájecí síti.
11. Simulace přenosového kanálu v prostředí Matlab.
12. Ověření vlastností sítě ZigBee.
13. Deterministická komunikace v sítích Ethernet.
14. Zhodnocení cvičení, zápočty.

## **Literatura:**

1. Halsall, F.: Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Adison Wesley 1996, ISBN 978-0201422931
2. Elsenpeter, R.C.: Optical Networking, McGraw-Hill 2001, ISBN 978-0072193985
3. Sohraby, K.: Wireless. Sensor Networks: Technology, Protocols and Applications, John Wiley and Sons 2007, ISBN 978-0471743002

## **Poznámky v KOSu:**

### **Distributed Systems and Computer Networks**

**Annotation:** Subject is devoted to principles and technologies of distributed systems (DS) and to their employment in typical applications. Physical layer media, analog and digital modulations, DS topologies, MAC methods, coding and cryptography basics are introduced. Widely used standard systems are then presented together with their features. Internet protocols are explained and internetworking approaches presented. Finally the typical industrial applications of distributed systems are introduced.

## **Lectures:**

1. Introduction, basic terms definition, ISO/OSI model, layer functionality
2. Metallic, optic a wireless physical media, features and application parameters
3. Analog and digital modulations, principles, features and applications
4. MAC methods and their characteristics, data transfer types, channel capacity sharing, physical and logical topologies
5. Channel coding, error detection and correction coding, symmetric and asymmetric ciphering, digital signature
6. Computer networks (particularly IEEE 802.3), versions, active elements, deterministic scheduling
7. Industrial distributed systems (FF, CANopen, Profibus, ), specific features and applications
8. Wireless networks I (IEEE 802.11, IEEE 802.16)
9. Wireless networks II (IEEE 802.15, ZigBee, Bluetooth, RFID)
10. Networks and modems (PSTN, xDSL, GSM, PLC, cable, radio), parameters and applications
11. Internetworking, routing in local networks, data flow control methods
12. TCP/IP basics (ARP, RARP, DNS )
13. Session and presentation layer protocols
14. Distributed systems applications (data and communication networks, control systems, geographically distributed DAQ systems, vehicle and airplane networks), EMC

## **Labs, seminars:**

1. Introduction, safety in laboratory, presentation of laboratory tasks.
2. Modem communication
3. Frequency spectra of modulated signals.
4. Fiber optics parameters measurement.
5. Evaluation of EIA-485 based communication channel.
6. Modular optical telemetry system.
7. Digital modulations and protocols for wireless networks.
8. Wireless sensor network signal coverage prediction and verification.
9. Evaluation of CAN based distributed system.
10. Power line communication.
11. Simulation of communication channel in Matlab environment.

12. Evaluation of the ZigBee network.
13. Deterministic communication in Ethernet networks.
14. Evaluation, assessment.

**References:**

1. Halsall, F.: Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Addison Wesley 1996, ISBN 978-0201422931
2. Elsenpeter, R.C.: Optical Networking, McGraw-Hill 2001, ISBN 978-0072193985
3. Sohraby, K.: Wireless. Sensor Networks: Technology, Protocols and Applications, John Wiley and Sons 2007, ISBN 978-0471743002

## 2.2.5 A4B38NVS: Návrh vestavěných systémů

**Název:** Návrh vestavěných systémů

**Garant:** Ing. Fischer Jan CSc.

**Přednášející:** Ing. Fischer Jan CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2l

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4B38NVS

**Anotace:** Předmět je orientován na HW návrh vestavěných systémů s orientací na 32-bitové (příp. i 8-bitové) mikrořadiče (microcontroller) a signálové procesory. Jsou prezentovány procesory a mikrořadiče z hlediska návrhu obvodu, dále potřebné podpůrné logické obvody a jejich spolupráce. Pozornost je věnována návrhu z hlediska správného časování spolupracujících obvodů a zamezení kolizních stavů. Programování není hlavním cílem, ale je na cvičeních pouze nástrojem pro prověření funkčnosti a chování daných bloků.

### Osnova:

1. Bloky vestavěného mikroprocesorového systému
2. Mikrořadiče pro vestavěné systémy, rozdělení podle výkonu a oblasti použití, periférie na čipu, sběrnice, signálové procesory pro vestavěné aplikace
3. Mikrořadiče pro experimenty, vnitřní a vnější sběrnice, signály, jejich časování
4. Logické obvody, vlastnosti, odběr, řády, rychlost z hlediska spolupráce s mikroprocesorem, spolupráce rychlých logických obvodů, vedení, odrazy, zemnění, rozvody napájení, blokování
5. Paměti RW-SRAM, FIFO, dvoubranové, DRAM, SDRAM, struktura, signály a časování z hlediska spolupráce
6. Pevné paměti, ROM, MAASK ROM, EPROM, FLASH typu NOR, NAND, paměťové karty
7. Připojování vstupních a výstupních bran, periferních obvodů a vnějších řadičů (USART, USB, Ethernet, CAN,..) na sběrnici, připojování A/D a D/A převodníků
8. Připojení ovládacích prvků a dalších vstupů k mikrořadiči a vestavěnému systému, kontaktní a kapacitní klávesnice, rotační ovladače, dotyková obrazovka
9. Návrh jádra vestavěného systému, kontrola časování sběrnic a spolupráce CPU, paměti a V/V obvodu na sběrnici, návrh adresových dekodérů
10. Ovládání zobrazovacích prvků (LED, LCD), připojení řadiče grafického LCD
11. Jednotky čítačů, systémy input capture, output compare, generace PWM, čítání událostí, ovládání výkonových výstupů
12. Bloky pro zajištění spolehlivé funkce (dohlížecí obvody), napájení vestavěného systému, napěťové úrovně, monitorování správného napájení, kontrola zařízení, chlazení, provoz z bateriového napájení
13. Spolupráce více procesorů a mikrořadičů ve vestavěném systému

### Cvičení:

1. Úvod, programové vybavení - IDE pro ARM Cortex M3 (STM32)
2. Překlad a ladění programu
3. Čtení vstupů, připojení tlačítek a klávesnice
4. Ovládání výstupních bran, buzení LED, ovládání krokového motorku
5. Připojení a ovládání znakového LCD zobrazovače
6. Sériová komunikace, využití obvodu UART
7. Sériové rozhraní SPI, připojení vstupů, výstupů a velkokapacitní sériové paměti Flash
8. Sériové rozhraní IIC bus, připojení paměti a monitorovacího obvodu
9. Použití čítačové jednotky, funkce "input capture", "output compare", generace PWM
10. Zadání samostatného projektu: Návrh systému pro sběr dat a monitorování; rozbor

11. Řešení projektu - připojení klávesnice a LED + programy
12. Řešení projektu - využití A/D převodníku, připojení LCD + programy
13. Řešení projektu - kontrola funkčnosti programu, odladění programu

#### **Literatura:**

1. Balch M.: COMPLETE DIGITAL DESIGN. A Comprehensive Guide to Digital Electronics and Computer System Architecture. McGRAW-HILL,2004, ISBN: 978-0071409278
2. Yiu J.: The definitive Guide to the ARM Cortex- M3. Elsevier, 2007, ISBN: 978-0-7506-8534-4
3. Sloss A., Symes D., Wright, Ch.: ARM System Developer's Guide. Elsevier 2004, ISBN 1-55860-874-5

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Embedded Systems Design**

**Annotation:** The main aim of this subject is design of embeded systems using microcontrollers. It is mainly focused on 32-bit (alter. 8-bit) microcontrollers and DSP, supporting logic devices, external input/output devices and the other supporting devices.

#### **Lectures:**

1. Blocks of a embedded system
2. Microcontrollers, their peripherals, buses, digital signal processors
3. Microcontrollers used for laboratory experiments, interface, signals, timing
4. Logic devices, parameters, power consumption, grounding
5. Memories, RW-SRAM, FIFO, Duala ported, SDRAM, stucture, timing
6. Nonvolatile memories ROM, MASK ROM, EPROM, FLASH - NOR, NAND, memory cards
7. Input/output port, peripheral controllers interfacing (USAT, ETthernet, CAN)
8. Interfacing - push buttons, keyboard, touch screen
9. Embedded system design - bus timing, CPU to memory and I/O interfacing
10. Dynamicaly controlled LED display, graphical LCD interfacing
11. Timers, input capture, output compare modul, PWM, driving of power outputs
12. Supervisory devices, watch dog, power supply for embedded system, battery powering
13. Cooperation of microcontrollers in an embedded system

#### **Labs, seminars:**

1. Introduction, IDE for ARM Cortex M3 (STM32)
2. Compiling, debugging
3. Reading of input pins, push button interfacing, keyboard
4. Output port interfacing, LEDs and stepper motor driving
5. Character LCD interfacing
6. Serial communication, use of a UART
7. Use of a SPI - Serial peripheral interface, input/output connecting
8. Inter integrated circuits bus - IIC, memory and supervisory device interfacing
9. Use of timers, input capture and output compare unit, PWM generation
10. Project specification design of a DAQ (data acquisition system), analysis
11. Project - solution: keyboard and LED interfacing + programs
12. Project - solution: use of a ADC, LCD interfacing + programs
13. Project - solution: program debugging

**References:**

1. Balch, M.: COMPLETE DIGITAL DESIGN. A Comprehensive Guide to Digital Electronics and Computer System Architecture, McGRAW-HILL,2004, ISBN: 978-0071409278
2. Yiu, J.: The Definitive Guide to the ARM Cortex- M3. Elsevier, 2007, ISBN: 978-0-7506-8534-4
3. Sloss, A., Symes, D.,Wright, Ch.: ARM System Developer's Guide, Elsevier 2004, ISBN 1-55860-874-5

## 2.2.6 A4B35PSR: Programování systémů reálného času

**Název:** Programování systémů reálného času

**Garant:** Doc.Dr.Ing. Hanzálek Zdeněk

**Přednášející:** Doc.Dr.Ing. Hanzálek Zdeněk / Ing. Sojka Michal

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4B35PSR

**Prerekvizity:** Zájemce musí zvládat základy programování v jazyce C a programování vícevláknových aplikací. Výhodou je absolvování předmětu A0B35APO.

**Anotace:** Cílem tohoto předmětu je poskytnout studentům základní znalosti v oblasti vývoje SW pro řídicí systémy vybavené některým z operačních systémů reálného času RTOS. Na cvičeních budou studenti řešit nejprve několik menších úloh s cílem jednak zvládnout práci se základními komponenty RTOS VxWorks a jednak změřit časové parametry OS a hardwaru, které jsou potřebné při výběru platformy vhodné pro danou aplikaci. Poté budou řešit složitější úlohu - časově náročné řízení modelu, kde budou moci plně využít vlastností použitého RTOS. Na přednáškách budou studenti seznámeni jak s teorií systémů pracujících v reálném času, která slouží k formálnímu potvrzení správnosti bezpečnostně kritických aplikací, tak s některými praktikami softwarového inženýrství, které vedou ke zvyšování kvality výsledných softwarových produktů.

### Osnova:

1. Systémy reálného času, požadavky, vlastnosti
2. OS VxWorks
3. Rozhraní podle normy POSIX
4. Jazyk C pro pokročilé, překladač GCC
5. Kódovací standardy, verzovací systémy, certifikace
6. Časování přístupu k paměti; správa dynamické paměti
7. Statické rozvrhování
8. Rozvrhování s dynamickou prioritou
9. Rozvrhování se statickou prioritou
10. Problémy v analýze RT aplikací
11. Správa sdílených zdrojů
12. Správa sdílených zdrojů II.
13. Ostatní real-time operační systémy; přerušovací systém; podpora různých HW platform (BSP
14. Kombinování real-time úloh s běžnými úlohami

### Cvičení:

1. Seznámení se s OS VxWorks a jeho vývojovým prostředím. Překlad, ladění, prohlížeč událostí.
2. Úloha 1: VxWorks API: mutexy, semaforey.
3. Úloha 2: VxWorks API: fronty zpráv, časovače
4. Úloha 3: VxWorks API: procesy, sdílená paměť
5. Úloha 4: Benchmark latencí rozvrhovače OS.
6. Úloha 5: Vliv přístupu k paměti na dobu běhu (cache, prefetching, ...)
7. Úloha 6: Měření latence při komunikaci přes ethernet
8. Úloha 7: Měření času blokování na mutexu, dědění priorit
9. Test; zadání úlohy 8 - řízení motorku
10. Řešení úlohy 8
11. Řešení úlohy 8

12. Řešení úlohy 8
13. Odevzdávání úlohy 8
14. Zápočet

#### **Literatura:**

1. Robbins, K., Robbins, S.: Practical UNIX Programming: A Guide to Concurrency, Communication and Multithreading. Prentice Hall, 1996
2. Liu J. W. S.: Real-Time Systems, Prentice Hall, 2000
3. Burns A., Wellings A.: Real-Time Systems and Programming Languages (Third Edition). Addison Wesley Longmain, 2001.
4. VxWorks manuals (<http://www.wrs.com>)

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Real-Time Systems Programming**

**Annotation:** The goal of this subject is to give students basic knowledge in area of software design for embedded systems with real-time operating system (RTOS) with emphasis to practical experience. Students will solve several simple tasks in order to get both basic knowledge about RTOS VxWorks and measure the timing parameters of the RTOS and hardware, which are necessary when choosing a platform for a given application. Then a more complicated task (motor control) will be solved, which will fully utilize means of RTOS VxWorks. During lectures, students will be familiarized with real-time systems theory, which can be used to formally prove the timing correctness of the applications. Moreover, some software engineering techniques, which help with increasing of quality of safety-critical systems will be discussed.

#### **Lectures:**

1. Real-Time operating systems, requirements, properties
2. VxWorks OS
3. POSIX API
4. Advanced use of C language, GNU C compiler
5. Coding standards, version control systems, certifications
6. Memory access timing; dynamic memory management
7. Clock driven scheduling
8. Dynamic priority scheduling
9. Static priority scheduling
10. Problems in analysis of real-time systems
11. Shared resource management
12. Shared resource management II.
13. Other real-time operating systems; interrupt subsystem; support for different HW platforms (BSP)
14. Combining real-time tasks with non-real-time tasks

#### **Labs, seminars:**

1. Introduction to VxWorks OS and its IDE. Compilation, debugging, event viewer.
2. Task 1: VxWorks API: mutexes, semaphores.
3. Task 2: VxWorks API: fronty zpráv, časovače
4. Task 3: VxWorks API: procesy, sdílená paměti
5. Task 4: Benchmark latencí rozvrhovače OS.
6. Task 5: Vliv přístupu k paměti na dobu běhu (cache, prefetching, ...)



7. Task 6: Měření latence při komunikaci přes ethernet
8. Task 7: Měření času blokování na mutexu, dědění priorit
9. Test; assignment of task 8 - motor control
10. Solving of task 8
11. Solving of task 8
12. Solving of task 8
13. Delivery of task 8
14. Zápočet

**References:**

1. Robbins, K., Robbins, S.: Practical UNIX Programming: A Guide to Concurrency, Communication and Multithreading. Prentice Hall, 1996
2. Liu J. W. S.: Real-Time Systems, Prentice Hall, 2000
3. Burns A., Wellings A.: Real-Time Systems and Programming Languages (Third Edition). Addison Wesley Longman, 2001.
4. VxWorks manuals (<http://www.wrs.com>)

## 2.2.7 A4B32PKS: Počítačové a komunikační síť

**Název:** Počítačové a komunikační síť

**Garant:** Ing. Boháč Leoš Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Boháč Leoš Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4B32PKS

**Anotace:** Cílem předmětu je seznámit studenty s aktuálními trendy v přepínaných lokálních sítích a funkcí klíčových směrovacích protokolů v IP sítích. Druhá část předmětu seznamuje přehledově s problematikou zajištění informační bezpečnosti v komunikačních sítích. Nedílnou součástí náplně předmětu je také vysvětlení principů pro zajištění odpovídající kvality poskytovaných služeb a vysvětlení funkce některých aplikačních protokolů. Předmět je zaměřen především prakticky, s možností přímého aplikování získaných poznatků při návrhu či provozu reálných datových sítí.

### Osnova:

1. Základní funkce přepínače v síti Ethernet, technické řešení přepínacích tabulek (CAM a Hash), koncepce virtuálních LAN sítí (VLAN)
2. Návrh přepínané sítě Ethernet, speciální podpůrné protokoly (např. Spanning-tree) a zajištění kvality služeb v síti Ethernet
3. Architektury směrovacích a přepínacích prvků v datových sítích. Optické spojování a síť.
4. Směrovací algoritmy a techniky (Dijkstra, Ford-Fulkerson, deflexní směrování, Fuzzy směrování). Směrovací algoritmy v datových sítích (vektorové, stavové). Směrovací protokol RIP
5. Směrovací protokol OSPF a BGP
6. Integrovaný a diferencovaný model zajištění kvality služeb v IP sítích
7. Protokoly pro registraci a směrování multicastu (IGMP a PIM)
8. Zajištění bezpečnosti přenosu dat (IPsec, TLS/SSL), běžné typy útoků a opatření proti nim
9. Metody a protokoly pro zabezpečení přenosu dat v bezdrátových WiFi sítích
10. Autorizační a autentikační infrastruktura (IEEE802.1x, RADIUS, Kerberos, LDAP)
11. Certifikáty a jejich použití (PKI, VPN)
12. Rozlehlé datové síť WAN postavené na technologiích Frame Relay (FR) a Multi-Protocol Label Switching (MPLS)
13. Protokoly pro přenos a sdílení souborů - FTP, TFP, CIFS
14. Správa počítačových sítí (SNMP, MIB)

### Cvičení:

1. Seznámení se obsahem cvičení, laboratoří a bezpečností
2. Návrh a zapojení LAN sítě s přepínači - I. základní náhled na obsahy přepínací tabulky a jejich změny v průběhu změn připojení koncových systémů LAN sítě
3. Návrh a zapojení LAN sítě s přepínači - II. nastavení a ověření funkce STP protokolu konfigurace, nastavení základní bezpečnosti LAN sítě
4. Návrh VLSM adresace IP sítě - seminární cvičení, příklady výpočtů
5. Návrh a zapojení IP sítě se směrovači - I. zapojení sítě, přiřazení IP adres rozhraním, nastavení statického směrování, ověření základní funkce IP sítě (Ping, Traceroute), základy protokolové analýzy
6. Návrh a zapojení IP sítě se směrovači - II. zapojení sítě, přiřazení IP adres rozhraním, nastavení dynamického směrovacího protokolu RIP ověření funkce
7. Návrh a zapojení IP sítě se směrovači - III. konfigurace VPN sítě s IPsec protokolem, ověření protokolové komunikace

8. Kontrolní test znalostí
9. Nastavení a ověření funkce WiFi sítě - protokolová analýza IEEE802.1x
10. Návrh a zapojení IP sítě se směrovači - III. zapojení sítě, přiřazení IP adres rozhraním, nastavení dynamického směrovacího protokolu OSPF, ověření funkce
11. Návrh a zapojení IP sítě se směrovači - IV. zapojení sítě, přiřazení IP adres rozhraním, nastavení dynamického směrovacího protokolu BGP, ověření funkce
12. Ukázka funkce správy sítě na bázi protokolu SNMP
13. Náhradní cvičení
14. Závěr semestru, udělení zápočtů

#### **Literatura:**

1. DOSTÁLEK, Libor, KABELOVÁ, Alena. Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS. 2. aktualiz. vyd. Praha : Computer Press, 2000. 423 s. ISBN 80-7226-323-4.
2. DOSTÁLEK, Libor. Velký průvodce protokoly TCP/IP : Bezpečnost. 1. vyd. Praha : Computer Press, 2001. 545 s. ISBN 80-7226-513-X.
3. Tanenbaum, A.S.: Computer Networks, Prentice Hall PTR; 4 edition (August 19, 2002), ISBN: 978-0130661029
4. Kurose, J.F., Ross, K.W.: Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet (3rd Edition), ISBN: 978-0321227355
5. DOYLE, Jeff, DEHAVEN, Jennifer. Routing TCP/IP. [s.l.] : [s.n.], 2001. 945 s.
6. SEIFERT, Rich. The Switch Book : The Complete Guide to LAN Switching technology. [s.l.] : [s.n.], 2000. 698 s. ISBN 0-471-34586-5.
7. SPURGEON, Charles E. Ethernet : The Definitive guide. [s.l.] : [s.n.], 2000. 498 s. ISBN 1-56592-660-9.

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Computer and Communication Networks**

**Annotation:** The aim of the course is to familiarize students with current trends in the switched local networks and the key functions of routing protocols in IP networks. The second part of the course introduces students to concepts of ensuring the information security in the communication networks. An integral part of the course is also an explanation of the principles for ensuring the adequate quality of services in data networks and features of some file sharing application protocols. The course is aimed rather primarily practically than theoretically

#### **Lectures:**

1. Basic function of Ethernet switches, the technical implementations of the switching MAC tables (CAM table and Hash function ), understanding the concept of the switched virtual LAN (VLAN)
2. Design of the switched Ethernet LAN, a special supporting protocols (like Spanning-tree) and providing the quality of services in Ethernet LANs
3. Architecture of routing and switching components in data networks. Optical switching and optical networks.
4. Routing algorithms and techniques (Dijkstra, Ford-Fulkerson, deflection routing, Fuzzy routing). Routing algorithms in data networks (vector, link state). Function of RIP routing protocol
5. Function of OSPF and BGP routing protocols
6. Integrated and differentiated model for ensuring quality of service in IP networks
7. The protocols for multicast registration and multicast routing (IGMP and PIM)
8. Security of data networks (IPsec, TLS / SSL), the normal types of attacks and actions against them
9. Methods and security protocols for data exchange in wireless WiFi networks
10. Authentication and authorization infrastructures (IEEE802.1x, RADIUS, Kerberos, LDAP)

11. Security certificates and their usage (PKI, VPN)
12. Wide area networks based on technologies of Frame Relay and Multiprotocol Label Switching
13. Function of some useful file transfer and sharing protocols - FTP, TFTP, CIFS
14. Framework of the network management (SNMP, MIB)

**Labs, seminars:**

1. Overview of the content of lessons, safety work in laboratory
2. Design with LAN switches - I. practical insight into a LAN switching principle and viewing the content of the MAC table
3. Design with LAN switches - II. setting and verification of STP function and its configuration, the basic level of LAN security
4. VLSM addressing of IP networks - examples of calculation
5. Design of IP routed network - I. network connection, assignment of IP addresses to individual interfaces, setting of the static routing, network function verification (Ping, Traceroute)
6. Design of IP routed network - II. network connection, assignment of IP addresses to individual interfaces, setting of RIP routing, verification of network function
7. Configuration of VPN network with IPsec protocol, verification of communication
8. Assessment
9. Design and verification of function of WiFi network - basic IEEE802.1x analysis
10. 10th Design of IP routed network - III. network connection, assignment of IP addresses to individual interfaces, setting of OSPF routing, verification of network function
11. 11st Design of IP routed network - IV. network connection, assignment of IP addresses to individual interfaces, setting of BGP routing, verification of network function
12. Demonstration of network management functions based on SNMP protocol
13. Spare exercise
14. End of the semester, granting credits

**References:**

1. Tanenbaum, A.S.: Computer Networks, Prentice Hall PTR; 4 edition(August 19, 2002), ISBN: 978-0130661029
2. Kurose, J.F., Ross, K.W.: Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet (3rd Edition), ISBN: 978-0321227355
3. DOYLE, Jeff, DEHAVEN, Jennifer. Routing TCP/IP. [s.l.] : [s.n.], 2001. 945 s.
4. SEIFERT, Rich. The Switch Book : The Complete Guide to LAN Switching technology. [s.l.] : [s.n.], 2000. 698 s. ISBN 0-471-34586-5.
5. SPURGEON, Charles E. Ethernet : The Definitive guide. [s.l.] : [s.n.], 2000. 498 s. ISBN 1-56592-660-9.

## 2.3 Předměty oboru Informatika a počítačové vědy – Computer Science and Informatics

### 2.3.1 A4B33OSS: Operační systémy a sítě

**Název:** Operační systémy a sítě

**Garant:** Doc.Ing. Lažanský Jiří CSc.

**Přednášející:** Doc.Ing. Lažanský Jiří CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B33OSS](#)

**Prerekvizity:** Základní znalost programování v jazyku C

**Anotace:** Cílem předmětu je seznámit posluchače se základními pojmy a principy operačních systémů, jako jsou procesy a vlákna, jejich komunikace a plánování, časově závislé chyby, synchronizační nástroje, uváznutí procesů. Dále se věnuje virtuální paměti, správě periferií a systémů souborů včetně základních otázek bezpečnosti. Druhá část předmětu je věnována principům a technologiím distribuovaných systémů (DS) a jejich nasazení v typických třídách aplikací. Jsou popsána základní fyzická komunikační média, vysvětleny topologie DS. Poté jsou představeny nejrozšířenější v praxi užívané technologie distribuovaných systémů, položeny základy protokolů Internetu a představeny typické aplikace distribuovaných systémů.

#### Osnova:

1. Základní pojmy: operační systém (OS) a jeho typy a architektury, jádro OS, proces, vlákno, plánování, návaznost na technické prostředky
2. Překlad programu, sestavování, knihovny, služby (OS), jejich volání, dynamické knihovny a dynamické sestavování.
3. Procesy a vlákna, jejich implementace, vznik a vývoj. Plánovací algoritmy. systémy reálného času a plánování v nich.
4. Komunikace mezi procesy a vlákny, časově závislé chyby, kritická sekce, synchronizační nástroje. Klasické synchronizační úlohy a jejich řešení.
5. Uváznutí - definice, nutné podmínky pro jeho vznik, možnosti řešení.
6. Správa paměti - základní techniky. Virtuální paměť - stránkování, algoritmy pro náhradu stránek, segmentace, odkládání na sekundární paměť.
7. Souborové systémy, organizace dat na vnějších pamětech, principy, řešení, ochrany.
8. Distribuované výpočty, klient/server. Komponenty OS pro podporu počítačových sítí (sokety) a jejich programování.
9. Úvod do počítačových sítí, definice základních pojmů, model ISO/OSI, funkce vrstev
10. Lokální počítačové sítě, varianty, aktivní prvky a adresování v nich.
11. Propojování lokálních sítí do internetových struktur, adresování, směrování.
12. Základy TCP/IP, protokoly a technologie Internetu. Protokoly a nástroje pro správu síťových systémů.
13. Aplikace distribuovaných systémů (vybrané Internetové protokoly, např. HTTP, SMTP, DNS, podrobněji)
14. Shrnutí předmětu, rezerva.

#### Cvičení:

1. Úvod, organizace cvičení, anketa znalostí, zadání 1. semestrálních prací
2. Stručný přehled OS, úvod do skriptovacích jazyků
3. Pokročilý programování skriptovacích jazyků, regulární výrazy
4. Procvičování skriptovacích jazyků, odevzdávání první semestrální práce
5. Zadání 2. semestrální práce, Procesy, vlákna, sdílení - praktické ukázky

6. Komunikace mezi procesy, problém uváznutí
7. Programování aplikací typu klient/server
8. Prezentace 2. semestrální práce
9. Zadání 3. semestrální práce, konfigurace počítačových sítí
10. Nástroje pro správu sítí
11. Firewally, principy, konfigurace
12. Samostatná práce v poč. učebně I
13. Samostatná práce v poč. učebně II - prezentace 3. semestrální práce
14. Zápočet, rezerva

#### **Literatura:**

1. Silberschatz A., Galvin P. B., Gagne G.: Operating System Concepts. J. Willey, 2005
2. Tanenbaum A. S.: Modern Operating Systems. Prentice Hall, 2001
3. Halsall, F.: Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Addison Wesley 1996
4. Comer D. E.: Internetworking with TCP/IP: Principles, Protocols and Architectures. Prentice Hall, 2005

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Operating systems and networks**

**Annotation:** The goal of this course is to introduce basic concepts and principles of operating systems (OS), like processes and threads, their scheduling, mutual communication and synchronization, time-dependent errors and deadlocks. Attention is also paid to memory management, virtual memory, management of secondary storages, file-systems and data security. The second part of the course is focused at distributed systems (DS) principles and technologies. DS communication media and topologies are explained and the basics of Internet including specific protocols are treated as typical DS applications.

#### **Lectures:**

1. Basic concepts: operating system (OS) and its kernel, hardware dependency, processes, threads, scheduling. OS types.
2. Compiling and linking, libraries, OS services and calls, dynamic libraries and run-time linking
3. Implementation and life-cycle of processes and threads. Scheduling algorithms. Real-time OSES and scheduling in them.
4. Communication among processes and threads, critical sections, time-dependent errors, synchronization tools. Classical synchronization problems and their solution.
5. Deadlocks: definition, conditions, solution possibilities
6. Memory management: Basic techniques. Virtual memory, swapping, paging, segmentation, page-replacement algorithms.
7. File-systems, organizing data on the secondary storage, principles, standard solutions, data security.
8. Distributed computing, client-server architectures. OS components supporting computer networks (sockets) and their programming.
9. Introduction to computer networks, basic definitions, ISO/OSI model and its layers functionality
10. Local-area networks, active components, physical addressing
11. Interconnecting networks, internetworking, addressing, routing principles
12. Protocols and technologies in the Internet. Protocols for network management
13. DS applications (deeper insight into some common TCP/IP protocols)
14. Wrap-up, spare time.

#### **Labs, seminars:**

1. Introduction, exercise organization, 1st task assignment
2. Brief OS overview, introduction to scripting languages
3. Advanced script programming, regular expressions
4. Exercising the scripting languages, 1st task delivery
5. 2nd task assignment. Processes and threads, resource sharing - practical examples
6. Interprocess communication, deadlocks
7. Client-server programming
8. 2nd task delivery and results presentation
9. 3rd task assignment, network configurations
10. Tools for network management
11. Firewalls, configuration principles
12. Individual work in a computer room
13. Presentation of 3rd task results
14. Conclusion, QandA, spare time

**References:**

1. Silberschatz A., Galvin P. B., Gagne G.: Operating System Concepts. J. Willey, 2005
2. Tanenbaum A. S.: Modern Operating Systems. Prentice Hall, 2001
3. Halsall, F.: Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Addison Wesley 1996
4. Comer D. E.: Internetworking with TCP/IP: Principles, Protocols and Architectures. Prentice Hall, 2005

## 2.3.2 A4B01NUM: Numerické metody

**Název:** Numerické metody

**Garant:** Prof.Ing. Navara Mirko DrSc.

**Přednášející:** Prof.Ing. Navara Mirko DrSc. / RNDr. Němeček Aleš

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B01NUM](#)

**Prerekvizity:** První dva ročníky bakaláře OI, matematiky a programování

**Anotace:** Předmět seznamuje se základními numerickými metodami: interpolace a aproximace funkcí, numerické derivování a integrování, řešení transcendentních a diferenciálních rovnic a soustav lineárních rovnic. Důraz je kladen na získání praktických zkušeností s používáním probíraných metod, odhady chyb výsledku a demonstraci jejich vlastností za pomoci programu Maple a počítačové grafiky.

### Osnova:

1. Přehled problémů, kterými se zabývá numerická matematika.
2. Aproximace funkcí, interpolace polynomy.
3. Chyby při interpolaci polynomy. Odhad chyby
4. Hermitův interpolační polynom. Spliny.
5. Aproximace funkcí metodou nejmenších čtverců.
6. Základní metody výpočtu kořenů funkcí.
7. Metoda prosté iterace, věta o pevném bodě.
8. Základní věta algebry, metody separace a výpočtu kořenů polynomů.
9. Řešení soustav lineárních rovnic.
10. Numerická derivace. Richardsonova extrapolace.
11. Numerická integrace. Odhad chyb a volba kroku.
12. Gaussova metoda, Rombergova metoda.
13. Jednokrokové metody řešení diferenciálních rovnic.
14. Vícekrokové metody řešení diferenciálních rovnic.

### Cvičení:

1. 1. Instrukce o práci v laboratoři a o systému Maple.
2. Samostatná práce - seznámení se systémem Maple.
3. Interpolace polynomy, chyba interpolace a její odhad.
4. Samostatná práce na zápočtových úlohách.
5. Metoda nejmenších čtverců.
6. Samostatná práce na zápočtových úlohách.
7. Řešení nelineárních rovnic, separace kořenů.
8. Samostatná práce na zápočtových úlohách.
9. Řešení soustav lineárních rovnic.
10. Numerická derivace.
11. Numerická derivace a integrace, úpravy zadání.
12. Samostatná práce na zápočtových úlohách.
13. Řešení diferenciálních rovnic.
14. Samostatná práce na zápočtových úlohách. Zápočet.

### Literatura:



1. Navara, M., Němeček, A.: Numerické metody, dotisk 1. vydání, skriptum FEL ČVUT, Praha, 2005.
2. Press, W. H., Flannery, B. P., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T.: Numerical Recipes (The Art of Scientific Computing), Cambridge University Press, Cambridge, 1990.
3. Knuth, D. E., The Art of Computer Programming, Addison Wesley, Boston, 1997.

### **Poznámky v KOSu:**

## **Numerical Analysis**

**Annotation:** The course introduces to basic numerical methods of interpolation and approximation of functions, numerical differentiation and integration, solution of transcendent and ordinary differential equations and systems of linear equations. Emphasis is put on estimation of errors, practical skills with the methods and demonstration of their properties using Maple and computer graphics.

### **Lectures:**

1. Overview of the subject of Numerical Analysis
2. Approximation of functions, polynomial interpolation
3. Errors of polynomial interpolation and their estimation
4. Hermite interpolating polynomial. Splines
5. Least squares approximation
6. Basic root-finding methods
7. Iteration method, fixed point theorem
8. Basic theorem of algebra, root separation and finding roots of polynomials
9. Solution of systems of linear equations
10. Numerical differentiation
11. Numerical integration (quadrature); error estimates and stepsize control
12. Gaussian and Romberg integration
13. One-step methods of solution of ODE's
14. Multistep methods of solution of ODE's

### **Labs, seminars:**

1. Instruction on work in laboratory and Maple
2. Individual work - training in Maple
3. Polynomial interpolation, estimation of errors
4. Individual work on assessment tasks
5. Least squares approximation
6. Individual work on assessment tasks
7. Root-finding methods, root separation
8. Individual work on assessment tasks
9. Solution of systems of linear equations
10. Numerical differentiation
11. Numerical differentiation and integration, modification of tasks
12. Individual work on assessment tasks
13. Solution of ODE's
14. Individual work on assessment tasks; assessment

### **References:**

1. Press, W. H., Flannery, B. P., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T.: Numerical Recipes (The Art of Scientific Computing), Cambridge University Press, Cambridge, 1990.
2. Knuth, D. E., The Art of Computer Programming, Addison Wesley, Boston, 1997.

### 2.3.3 A4B33DS: Databázové systémy

**Název:** Databázové systémy

**Garant:** Doc.Ing. Kouba Zdeněk CSc.

**Přednášející:** Doc.Ing. Kouba Zdeněk CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B33DS](#)

**Prerekvizity:** Operační systémy a síť

**Anotace:** Databázové systémy, webové aplikace

#### Osnova:

1. Základní typy architektury informačního systému (klient-server, multi-tier, tenký klient), analýza informačních toků, UML use-case diagramy
2. Základy modelování dat, E-R diagramy, relační model, API pro přístup do databáze, JDBC
3. Integritní omezení, referenční integrita, normální formy
4. Dotazování v relačních databázích, základy jazyka SQL, referenční integrita v SQL
5. Pokročilé dotazy, agregační funkce, vnořené dotazy.
6. Cursor, view, uložené procedury, trigger
7. Transakce, jejich serializovatelnost, zamykání, stupně izolovanosti, uváznutí transakcí, jeho prevence a řešení
8. UML class diagramy, sekvenční diagramy
9. Objektově-relační mapování, persistence objektů a API pro přístup k nim (JPA)
10. Návrh multithreadových aplikací a zásady jejich implementace, UML aktivity diagramy
11. Základní návrhové vzory (design patterns)
12. Přehled komponentových architektur (CORBA, COM, EJB) a komunikačních protokolů (RPC, RMI, IIORB, JMS, http, web services)
13. Návrh distribuovaného systému s komponentovou architekturou, webové rozhraní
14. Enterprise aplikace a hlavní problémy jejich návrhu (load balancing, replikace dat)

#### Cvičení:

1. Organizace cvičení, bezpečnost, sestavení pracovních skupinek
2. Základy relačního modelování
3. Tvorba konceptuálního modelu
4. Aplikační rozhraní databáze, způsoby připojení
5. Tvorba logického datového modelu
6. Interaktivní sestavování dotazů
7. Praktické příklady významu transakčního zpracování
8. Realizace zvoleného datového modelu v prostředí relační databáze
9. Objektově-relační mapování
10. Samostatná práce
11. Samostatná práce
12. Samostatná práce
13. Odevzdání a prezentace výsledků pracovních skupin
14. Odevzdání a prezentace výsledků pracovních skupin, zápočty

#### Literatura:

1. Pokorný, J., Halaška, I.: Databázové systémy. Praha, ČVUT, 1998
2. Beneš, J.: Manažerské informační systémy. Automatizace, 2000
3. Mařík, V. a kol.: Umělá inteligence IV. Praha, Academia, 2001
4. Kroha, P.: Objects and Databases. McGraw-Hill Book Company, London, 1993

### **Poznámky v KOSu:**

## **Database Systems**

**Annotation:** Database Systems, Web Applications

### **Lectures:**

1. Basic information system architectures (client-server, multi-tier, thin client), analysis of information flows, UML use-case diagrams
2. Basic data modeling, E-R diagrams, relational model, database access API, JDBC
3. Integrity constraints, referential integrity, normal forms
4. Querying in relational databases, SQL basics, referential integrity in SQL
5. Advanced queries, aggregation functions, nested queries
6. Cursor, view, stored procedures, triggers
7. Transactions, their serializability, locking, isolation levels, transaction deadlock, its prevention and resolution
8. UML class diagrams, sequence diagrams
9. Object-relational mapping, object persistence and access API (JPA)
10. Design of multithreaded applications and guidelines for their implementation, UML activity diagrams
11. Basic design patterns
12. Overview of component architectures (CORBA, COM, EJB) and communication protocols (RPC, RMI, IIORB, JMS, http, web services)
13. Design of a distributed system with component architecture, web-based interface
14. Enterprise applications and major design problems (load balancing, data replication)

### **Labs, seminars:**

1. Organization of labs, safety rules, making up working groups
2. Basics of relational modeling
3. Conceptual model creation
4. Application interface of a database, connection methods
5. Logical data model creation
6. Interactive query composition
7. Practical examples of transactional processing significance
8. Realization of selected data model in the relational database environment
9. Object-relational mapping
10. Autonomous work
11. Autonomous work
12. Autonomous work
13. Submission and presentation of the working group results
14. Submission and presentation of the working group results, credits

### **References:**

1. Kroha, P.: Objects and Databases. McGraw-Hill Book Company, London, 1993

## 2.3.4 A4B33FLP: Funkcionální a logické programování

**Název:** Funkcionální a logické programování

**Garant:** Ing. Železný Filip Ph.D.

**Přednášející:** Prof.Dr. Pěchouček Michal MSc. / Ing. Železný Filip Ph.D.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B33FLP](#)

**Prerekvizity:** Logika a grafy, Programování 1+2

**Anotace:** Kurs uvede studenty do technik funkcionálního programování v jazyce LISP a logického programování v jazyce PROLOG. Oba jazyky jsou deklarativní v tom smyslu, že programátor symbolicky popisuje problém, který má být řešen, místo toho, aby specifikoval posloupnost konkrétních příkazů. V Prologu se problém popisuje definicí objektů a relací mezi nimi pomocí logických formulí. V LISPU má popis formu definicí funkcí. Oba jazyky se významně uplatňují v umělé inteligenci, např. v agentních systémech či symbolickém strojovém učení. V kursu budeme využívat motivační problémy z obou těchto oblastí.

### Osnova:

1. Symbolická umělá inteligence, symbolického programování. LISP, práce s rozhraním, syntax základní vyhodnovací cyklus LISPU
2. Rekurentní programování v LISPU, práce se seznamy. Destruktivní a nedestruktivní konstrukty.
3. Lambda kalkulus, funkce vyššího řádu, lokální proměnná, kombinace iterativních konstruktů a rekurze. Základy hry Lišák, práce s argumenty.
4. Rozpoznávání vzorů (pattern matching) a modelování unifikace v jazyce Lisp.
5. Neinformované prohledávání stavového prostoru v jazyce Lisp (implementace ve hře Lišák), paralelní prohledávání stavového prostoru. Heuristické prohledávání stavového prostoru.
6. Vývoj dvouhráčových her v jazyce Lispu. CLOS, základní práce s objekty v jazyce Lispu.
7. Dialekty Lispu (Common Lisp, Scheme). Vývoj produkčních systémů a model pravidlového programování v jazyce Lisp. Pravidlove programování (Jess). Rete Algoritmus.
8. Prolog: fakta, pravidla, dotazy. Rekurze. Vyhodnocování dotazů.
9. Funkce, unifikace, operace se seznamy.
10. Prolog a logika: klauzule, Herbrandova báze, interpretace, model, předpoklad uzavřeného světa, rozhodnutelnost.
11. Negace a řez. Mimologické operátory, aritmetika.
12. Řešení kombinatorických problémů, prohledávání stavového prostoru.
13. Programování s omezujícími podmínkami
14. Programátorské praktiky v Prologu, ladění programů, vestavěné predikáty.

### Cvičení:

1. Úvod, organizace cvičení. Funkcionální programování v Lispu
2. Paralelní prohledávání stavového prostoru v Lispu
3. Úloha 1 - programování v Lispu
4. Úloha 1 - programování v Lispu
5. CLOS (Common Lisp Object System)
6. Prolog jako databáze. Fakta, pravidla, dotazy.
7. Rekurze. Ladění programů.
8. Unifikace. Příklady se seznamy.
9. Příklady se seznamy, řezem a negací.

10. Prohledávání stavového prostoru, zadání samostatné úlohy
11. Prohledávání stavového prostoru
12. Programování s omezujícími podmínkami
13. Programování s omezujícími podmínkami
14. Zápočty

#### **Literatura:**

1. V. Mařík et al: Umělá inteligence I, II, Academia 1993
2. P. Jirků, P. Štěpánek, O. Štěpánková: Programování v Jazyku Prolog, SNTL 1991
3. I. Bratko: Prolog programming for AI, Addison Wesley 2001 (3rd edition)
4. P. Flach: Simply Logical, John Wiley 1994

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Functional and Logic Programming**

**Annotation:** This course introduces students into the techniques of functional programming in the LISP language and logic programming in the PROLOG language. Both languages are declarative in that the programmer symbolically describes the problem to be solved, rather than enumerating the exact sequence of actions to be taken. In PROLOG, one describes the problem by specifying properties of objects and relations thereamong through logic formulas. In LISP, the problem description takes the form of function definitions. Both languages have found significant applications in artificial intelligence fields, such as agent systems or symbolic machine learning. Motivating tasks from these domains will be used throughout the course.

#### **Lectures:**

1. Prolog: facts, rules and queries. Recursion. Query answering.
2. Functions, unification, list operations.
3. Prolog and logic: clauses, Herbrand base, interpretation, model, closed-world assumption, decidability.
4. Cut and negation. Extralogical operators, arithmetics.
5. Combinatorial search in Prolog.
6. Constraint logic programming.
7. Programming practices, debugging, built-in predicates.

#### **Labs, seminars:**

1. Prolog as a database. Facts, rules, queries.
2. Recursion. Program debugging.
3. Unificaton. List operations.
4. List, cut and negation operations.
5. Search algorithms, individual task assignment
6. Search algorithms
7. Constraint logic programming
8. Constraint logic programming
9. Credits

#### **References:**

1. I. Bratko: Prolog programming for AI, Addison Wesley 2001 (3rd edition)
2. P. Flach: Simply Logical, John Wiley 1994
3. V. Mařík et al: Umělá inteligence I, II, Academia 1993 (In Czech)
4. P. Jirků, P. Štěpánek, O. Štěpánková: Programování v Jazyku Prolog, SNTL 1991 (In Czech)

### 2.3.5 A4B33ZUI: Základy umělé inteligence

**Název:** Základy umělé inteligence

**Garant:** Prof.Dr. Pěchouček Michal MSc.

**Přednášející:** Ing. Kléma Jirí Ph.D. / Prof.Dr. Pěchouček Michal MSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B33ZUI](#)

**Prerekvizity:** Znalosti z předmětu A0B01LGR.

**Anotace:** Cílem předmětu je seznámit studenty se základy symbolické umělé inteligence. V předmětu budou vysvětleny algoritmy informovaného a neinformovaného prohledávání stavového prostoru, netradiční metody řešení problémů, reprezentace znalostí pomocí formální logiky, metody automatického uvažování a úvod do markovského rozhodování.

#### Osnova:

1. Úvod do umělé inteligence
2. Řešení problémů pomocí prohledávání
3. Neinformované prohledávání.
4. Informované prohledávání - algoritmus A\*.
5. Netradiční metody prohledávání.
6. Reprezentace znalostí a uvažování pomocí pravidlových systémů.
7. Úvod do řešení dvouhráčových her.
8. Logika a reprezentace znalostí.
9. Rezoluce, rezoluční strategie, dokazovací nástroje.
10. Modální logika a její použití
11. Temporální logika a její použití.
12. Úvod do reprezentace nepřesné znalosti, Markovské modely nepřesného uvažování.
13. Markovské rozhodovací procesy.

#### Cvičení:

1. Opakování matematické logiky
2. Úlohy na reprezentaci znalostí v logice prvního řádu
3. Úlohy na reprezentaci znalostí v logice prvního řádu
4. Cvičení rezolučního principu
5. Cvičení rezolučního principu
6. Neinformované prohledávání
7. Informované prohledávání
8. Cvičení A\*
9. - 12. Implementace prohledávání v Jazyce Lisp

#### Literatura:

1. Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, Second Edition, 2003

#### Poznámky v KOSu:

## Introduction to Artificial Intelligence

**Annotation:** This course provides introduction to symbolic artificial intelligence. It presents the algorithms for informed and non-informed state space search, nontraditional methods of problem solving, knowledge representation by means of formal logic, methods of automated reasoning and introduction to markovian decision making.

### Lectures:

1. Introduction to artificial intelligence
2. Problem solving using state space search
3. Non-informed state space search
4. Informed state space search - A\* algorithm
5. Nontraditional state space search methods
6. Knowledge representation and rule-based systems reasoning
7. Introduction to two-player games
8. Logics and knowledge representation
9. Resolution, strategies, theorem proving tools.
10. Modal logic definitions and applications.
11. Temporal logic definitions and applications.
12. Introduction to uncertainty in knowledge representation. Markov models.
13. Markov chains.

### Labs, seminars:

1. Review of mathematical logic.
2. Knowledge representation in first-order logic I.
3. Knowledge representation in first-order logic II.
4. Resolution principle I.
5. Resolution principle II.
6. Non-informed state space search.
7. Informed state space search.
8. A\* algorithm.
9. -12. Implementation of state space search problem in Lisp programming language.

### References:

1. Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, Second Edition, 2003

### 2.3.6 A4B33RPZ: Rozpoznávání a strojové učení

**Název:** Rozpoznávání a strojové učení

**Garant:** Doc.Dr.Ing. Matas Jiří

**Přednášející:** Doc.Dr.Ing. Matas Jiří

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B33RPZ](#)

**Prerekvizity:** Předpokládá se znalost lineární algebry, mat. analýzy a pravděpodobnosti a statistiky.

**Anotace:** Základní úlohou rozpoznávání je nalezení strategie rozhodování minimalizující ztrátu plynoucí z chybných rozhodnutí. Potřebná znalost o (typicky statistickém) vztahu příznaků, t.j. pozorovatelných vlastností objektů a skrytých parametrů objektů (třídě) je získána učením. Jsou představeny základní formulace úlohy rozpoznávání a principy učení. Návrh, učení a vlastnosti základních typů klasifikátorů (strojů realizující rozhodovací strategii) jsou rozebrány do hloubky. Do této skupiny jsou zahrnuty parametrické klasifikátory, perceptron, klasifikátory typu support vector machines, adaboost a neuronové sítě.

#### Osnova:

1. Formulace úloh řešených v rozpoznávání. Mapa předmětu. Základní pojmy.
2. Bayesovská úloha rozhodování, tj. statistické rozhodování jako minimalizace střední ztráty.
3. Nebayesovské úlohy
4. Odhady parametrů pravděpodobnostních modelů. Metoda maximální věrohodnosti.
5. Klasifikace metodou nejbližšího souseda.
6. Lineární klasifikátor. Perceptronový algoritmus.
7. Učení metodou Adaboost.
8. Učení jako kvadraticky optimalizační problém. SVM klasifikátory.
9. Učení metodou backpropagation. Neuronové sítě.
10. Učení rozhodovacích stromů
11. Učení a logistická regrese.
12. EM (Expectation Maximization) algoritmus.
13. Sekvenční rozpoznávání (Waldova analýza).
14. Druhý průchod učivem. Rezerva

#### Cvičení:

1. Studenti řeší několik rozpoznávacích úloh, např. rozpoznání ručně psaných znaků, identifikaci obličeje či detekci spamu pomocí jak klasických metod, tak pomocí učících se klasifikátorů.
2. Úvodní cvičení. Instalace STPR toolboxu, práce s Matlabem, jednoduchý příklad
3. Bayesovská úloha rozhodování.
4. Nebayesovské úlohy - úloha Neyman-Pearson
5. Nebayesovské úlohy - Minimální úloha
6. Maximálně věrohodný odhad
7. Neparametrické odhady Parzenova okénka
8. Lineární klasifikátor - Perceptron
9. AdaBoost
10. Support Vector Machines I
11. Support Vector Machines II
12. EM algoritmus I
13. EM algoritmus II



14. Odevzdávání a kontrola úloh
15. Odevzdávání a kontrola úloh

### **Literatura:**

1. Duda, Hart, Stork: Pattern Classification, 2001.
2. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, 2006.
3. Schlesinger, Hlavac: Ten Lectures on Statistical and Structural Pattern Recognition, 2002 (Deset přednášek z teorie statistického a strukturního rozpoznávání, 1997).

### **Poznámky v KOSu:**

## **Pattern Recognition and Machine Learning**

**Annotation:** The basic formulations of the statistical decision problem are presented. The necessary knowledge about the (statistical) relationship between observations and classes of objects is acquired by learning on the training set. The course covers both well-established and advanced classifier learning methods, as Perceptron, AdaBoost, Support Vector Machines, and Neural Nets.

### **Lectures:**

1. The pattern recognition problem. Overview of the Course. Basic notions.
2. The Bayesian decision-making problem, i.e. minimization of expected loss.
3. Non-bayesian decision problems.
4. Parameter estimation. The maximum likelihood method.
5. The nearest neighbour classifier.
6. Linear classifiers. Perceptron learning.
7. The Adaboost method.
8. Learning as a quadratic optimization problem. SVM classifiers.
9. Feed-forward neural nets. The backpropagation algorithm.
10. Decision trees.
11. Logistic regression.
12. The EM (Expectation Maximization) algorithm.
13. Sequential decision-making (Wald's sequential test).
14. Recap.

### **Labs, seminars:**

1. Students solve four or five pattern recognition problems, for instance a simplified version of OCR (optical character recognition), face detection or spam detection using either classical methods or trained classifiers.
2. Introduction to MATLAB and the STPR toolbox, a simple recognition experiment
3. The Bayes recognition problem
4. Non-bayesian problems I: the Neyman-Pearson problem.
5. Non-bayesian problems II: The minimax problem.
6. Maximum likelihood estimates.
7. Non-parametric estimates, Parzen windows.
8. Linear classifiers, the perceptron algorithm
9. Adaboost
10. Support Vector Machines I
11. Support Vector Machines II

12. EM algoritmus I
13. EM algoritmus II
14. Submission of reports. Discussion of results.
15. Submission of reports. Discussion of results.

**References:**

1. Duda, Hart, Stork: Pattern Classification, 2001.
2. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, 2006.
3. Schlesinger, Hlavac: Ten Lectures on Statistical and Structural Pattern Recognition, 2002.

### **2.3.7 A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt**

**Název:** Softwarový nebo výzkumný projekt

**Garant:** TBD

**Přednášející:** TBD

**Semestr:** Z,L

**Rozsah:** TBD

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B99SVP](#)

**Anotace:** TBD

**Software or Research Project**

## 2.4 Předměty oboru Sofwarové systémy – Software Systems

### 2.4.1 A4B33OSS: Operační systémy a sítě

**Název:** Operační systémy a sítě

**Garant:** Doc.Ing. Lažanský Jiří CSc.

**Přednášející:** Doc.Ing. Lažanský Jiří CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B33OSS](#)

**Prerekvizity:** Základní znalost programování v jazyku C

**Anotace:** Cílem předmětu je seznámit posluchače se základními pojmy a principy operačních systémů, jako jsou procesy a vlákna, jejich komunikace a plánování, časově závislé chyby, synchronizační nástroje, uváznutí procesů. Dále se věnuje virtuální paměti, správě periferií a systémů souborů včetně základních otázek bezpečnosti. Druhá část předmětu je věnována principům a technologiím distribuovaných systémů (DS) a jejich nasazení v typických třídách aplikací. Jsou popsána základní fyzická komunikační média, vysvětleny topologie DS. Poté jsou představeny nejrozšířenější v praxi užívané technologie distribuovaných systémů, položeny základy protokolů Internetu a představeny typické aplikace distribuovaných systémů.

#### Osnova:

1. Základní pojmy: operační systém (OS) a jeho typy a architektury, jádro OS, proces, vlákno, plánování, návaznost na technické prostředky
2. Překlad programu, sestavování, knihovny, služby (OS), jejich volání, dynamické knihovny a dynamické sestavování.
3. Procesy a vlákna, jejich implementace, vznik a vývoj. Plánovací algoritmy. systémy reálného času a plánování v nich.
4. Komunikace mezi procesy a vlákny, časově závislé chyby, kritická sekce, synchronizační nástroje. Klasické synchronizační úlohy a jejich řešení.
5. Uváznutí - definice, nutné podmínky pro jeho vznik, možnosti řešení.
6. Správa paměti - základní techniky. Virtuální paměť - stránkování, algoritmy pro náhradu stránek, segmentace, odkládání na sekundární paměť.
7. Souborové systémy, organizace dat na vnějších pamětech, principy, řešení, ochrany.
8. Distribuované výpočty, klient/server. Komponenty OS pro podporu počítačových sítí (sokety) a jejich programování.
9. Úvod do počítačových sítí, definice základních pojmů, model ISO/OSI, funkce vrstev
10. Lokální počítačové sítě, varianty, aktivní prvky a adresování v nich.
11. Propojování lokálních sítí do internetových struktur, adresování, směrování.
12. Základy TCP/IP, protokoly a technologie Internetu. Protokoly a nástroje pro správu síťových systémů.
13. Aplikace distribuovaných systémů (vybrané Internetové protokoly, např. HTTP, SMTP, DNS, podrobněji)
14. Shrnutí předmětu, rezerva.

#### Cvičení:

1. Úvod, organizace cvičení, anketa znalostí, zadání 1. semestrálních prací
2. Stručný přehled OS, úvod do skriptovacích jazyků
3. Pokročilé programování skriptovacích jazyků, regulární výrazy
4. Procvičování skriptovacích jazyků, odevzdávání první semestrální práce
5. Zadání 2. semestrální práce, Procesy, vlákna, sdílení - praktické ukázky
6. Komunikace mezi procesy, problém uváznutí

7. Programování aplikací typu klient/server
8. Prezentace 2. semestrální práce
9. Zadáání 3. semestrální práce, konfigurace počítačových sítí
10. Nástroje pro správu sítí
11. Firewally, principy, konfigurace
12. Samostatná práce v poč. učebně I
13. Samostatná práce v poč. učebně II - prezentace 3. semestrální práce
14. Zápočet, rezerva

#### **Literatura:**

1. Silberschatz A., Galvin P. B., Gagne G.: Operating System Concepts. J. Willey, 2005
2. Tanenbaum A. S.: Modern Operating Systems. Prenice Hall, 2001
3. Halsall, F.: Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Adison Wesley 1996
4. Comer D. E.: Internetworking with TCP/IP: Principles, Protocols and Architectures. Prentice Hall, 2005

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Operating systems and networks**

**Annotation:** The goal of this course is to introduce basic concepts and principles of operating systems (OS), like processes and threads, their scheduling, mutual communication and synchronization, time-dependent errors and deadlocks. Attention is also paid to memory management, virtual memory, management of secondary storages, file-systems and data security. The second part of the course is focused at distributed systems (DS) principles and technologies. DS communication media and topologies are explained and the basics of Internet including specific protocols are treated as typical DS applications.

#### **Lectures:**

1. Basic concepts: operating system (OS) and its kernel, hardware dependency, processes, threads, scheduling. OS types.
2. Compiling and linking, libraries, OS services and calls, dynamic libraries and run-time linking
3. Implementation and life-cycle of processes and threads. Scheduling algorithms. Real-time OSES and scheduling in them.
4. Communication among processes and threads, critical sections, time-dependent errors, synchronization tools. Classical synchronization problems and their solution.
5. Deadlocks: definition, conditions, solution possibilities
6. Memory management: Basic techniques. Virtual memory, swapping, paging, segmentation, page-replacement algorithms.
7. File-systems, organizing data on the secondary storage, principles, standard solutions, data security.
8. Distributed computing, client-server architectures. OS components supporting computer networks (sockets) and their programming.
9. Introduction to computer networks, basic definitions, ISO/OSI model and its layers functionality
10. Local-area networks, active componets, physical addressing
11. Interconnecting networks, internetworking, addressing, routing principles
12. Protocols and technologies in the Internet. Protocols for network management
13. DS applications (deeper insight into some common TCP/IP protocols)
14. Wrap-up, spare time.

#### **Labs, seminars:**

1. Introduction, exercise organization, 1st task assignment
2. Brief OS overview, introduction to scripting languages
3. Advanced script programming, regular expressions
4. Exercising the scripting languages, 1st task delivery
5. 2nd task assignment. Processes and threads, resource sharing - practical examples
6. Interprocess communication, deadlocks
7. Client-server programming
8. 2nd task delivery and results presentation
9. 3rd task assignment, network configurations
10. Tools for network management
11. Firewalls, configuration principles
12. Individual work in a computer room
13. Presentation of 3rd task results
14. Conclusion, QandA, spare time

**References:**

1. Silberschatz A., Galvin P. B., Gagne G.: Operating System Concepts. J. Willey, 2005
2. Tanenbaum A. S.: Modern Operating Systems. Prentice Hall, 2001
3. Halsall, F.: Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Addison Wesley 1996
4. Comer D. E.: Internetworking with TCP/IP: Principles, Protocols and Architectures. Prentice Hall, 2005

## 2.4.2 A4B33SI: Softwarové inženýrství

**Název:** Softwarové inženýrství

**Garant:** Ing. Vlček Tomáš CSc.

**Přednášející:** Ing. Vlček Tomáš CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B33SI](#)

**Anotace:** Cílem predmetu je poskytnout studentum základní orientaci v procesu vývoje software, tak aby mohli efektivně působit jako členové vývojových týmů. Studenti se seznámí se základními technikami designu a návrhu software, softwarovými nástroji pro podporu vývoje a se vybranými postupy řízení projektu a rizika.

### Osnova:

1. Cíle a struktura softwarového projektu, fáze vývoje
2. Řízení kvality, procesy CMM, ISO 9000
3. Uživatelská specifikace, formalizace požadavku
4. Technická specifikace
5. Návrh softwaru, detailní design
6. Objektový návrh
7. Plán vývoje, rozvrhování práce, prioritizace požadavku
8. Integrace systému
9. Systémy řízení vývoje, source control management
10. Testování a validace
11. Základy řízení rizika
12. Podpora, Lifecycle management
13. Moderní (agilní) metodiky návrhu a vývoje
14. Use-Case: Postmortem reálného průmyslového projektu

### Cvičení:

1. Organizační záležitosti, konkretizace programu cvičení
2. Zadání samostatných projektů pracovním skupinám studentů
3. Samostatná práce na projektu I.
4. Samostatná práce na projektu II.
5. Prezentace dosavadních výsledků samostatné práce - projektová dokumentace (Project Master Plan)
6. Samostatná práce na projektu III.
7. Samostatná práce na projektu IV.
8. Samostatná práce na projektu V.
9. Prezentace dosavadních výsledků samostatné práce - časový harmonogram a plán zdrojů
10. Samostatná práce na projektu VI.
11. Samostatná práce na projektu VII.
12. Prezentace výsledků samostatné práce - oponentura výsledků I.
13. Prezentace výsledků samostatné práce - oponentura výsledků II.
14. Zápočet, rezerva

### Literatura:

1. Stellmann, Greene: Applied Software Project Management, O'Reilly 2005

2. Kerzner: Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, Wiley 2003
3. Roger S. Pressman: Software Engineering: A Practitioner's Approach, 6th edition. McGraw-Hill, 2004. ISBN 0-07-301933-X (P/N 0-07-285318-2)
4. Jim McCarthy: Softwarové projekty. Jak dostat kvalitní softwarový produkt včas. Computer Press, Praha 1999. ISBN 80-7226-194-0
5. Ian Sommerville: Software Engineering, 8th Edition. Addison Wesley 2006, ISBN: 978-0321313799

### **Poznámky v KOSu:**

## **Software Engineering**

**Annotation:** The aim of this course is to provide the basic orientation in the software development process in order to be able to act effectively as a development team members. The students will become knowledgeable in the core techniques of software design, support tools for the software development and selected project management and risk control procedures.

### **Lectures:**

1. Software project overview, objectives and phases
2. Process control and quality management, CMM, ISO 9000
3. Requirements specification, formal and informal methods
4. Technical Specification
5. Software architecture, detailed design
6. Object-oriented design
7. Project Plan, Scheduling, Feature prioritization
8. System Integration
9. Software support for process management, source control management
10. Testing and validation
11. Risk management
12. Production and support, Lifecycle management
13. Agile design and development approaches
14. Use-Case: Industrial project postmortem

### **Labs, seminars:**

1. Labs organization, presentation of concept and objectives
2. Projects specification, assignment to student teams
3. Project work in teams I.
4. Project work in teams II.
5. Presentation of partial results - Project Master Plan
6. Project work in teams III.
7. Project work in teams IV.
8. Project work in teams V.
9. Presentation of partial results - project plan and resource assignment
10. Project work in teams VI.
11. Project work in teams VII.
12. Presentation and evaluation of results I.
13. Presentation and evaluation of results II.
14. Grading, evaluation and post-mortems



**References:**

1. Stellmann, Greene: Applied Software Project Management, O'Reilly 2005
2. Kerzner: Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, Wiley 2003
3. Roger S. Pressman: Software Engineering: A Practitioner's Approach, 6th edition. McGraw-Hill, 2004. ISBN 0-07-301933-X (P/N 0-07-285318-2)
4. Jim McCarthy: Dynamics of Software Development. Microsoft Press, 1995. ISBN: 978-1556158230
5. Ian Sommerville: Software Engineering, 8th Edition. Addison Wesley 2006, ISBN: 978-0321313799

### 2.4.3 A4B33DS: Databázové systémy

**Název:** Databázové systémy

**Garant:** Doc.Ing. Kouba Zdeněk CSc.

**Přednášející:** Doc.Ing. Kouba Zdeněk CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B33DS](#)

**Prerekvizity:** Operační systémy a síť

**Anotace:** Databázové systémy, webové aplikace

#### Osnova:

1. Základní typy architektury informačního systému (klient-server, multi-tier, tenký klient), analýza informačních toků, UML use-case diagramy
2. Základy modelování dat, E-R diagramy, relační model, API pro přístup do databáze, JDBC
3. Integritní omezení, referenční integrita, normální formy
4. Dotazování v relačních databázích, základy jazyka SQL, referenční integrita v SQL
5. Pokročilé dotazy, agregační funkce, vnořené dotazy.
6. Cursor, view, uložené procedury, trigger
7. Transakce, jejich serializovatelnost, zamykání, stupně izolovanosti, uváznutí transakcí, jeho prevence a řešení
8. UML class diagramy, sekvenční diagramy
9. Objektově-relační mapování, persistence objektů a API pro přístup k nim (JPA)
10. Návrh multithreadových aplikací a zásady jejich implementace, UML aktivity diagramy
11. Základní návrhové vzory (design patterns)
12. Přehled komponentových architektur (CORBA, COM, EJB) a komunikačních protokolů (RPC, RMI, IIORB, JMS, http, web services)
13. Návrh distribuovaného systému s komponentovou architekturou, webové rozhraní
14. Enterprise aplikace a hlavní problémy jejich návrhu (load balancing, replikace dat)

#### Cvičení:

1. Organizace cvičení, bezpečnost, sestavení pracovních skupinek
2. Základy relačního modelování
3. Tvorba konceptuálního modelu
4. Aplikační rozhraní databáze, způsoby připojení
5. Tvorba logického datového modelu
6. Interaktivní sestavování dotazů
7. Praktické příklady významu transakčního zpracování
8. Realizace zvoleného datového modelu v prostředí relační databáze
9. Objektově-relační mapování
10. Samostatná práce
11. Samostatná práce
12. Samostatná práce
13. Odevzdání a prezentace výsledků pracovních skupin
14. Odevzdání a prezentace výsledků pracovních skupin, zápočty

#### Literatura:

1. Pokorný, J., Halaška, I.: Databázové systémy. Praha, ČVUT, 1998
2. Beneš, J.: Manažerské informační systémy. Automatizace, 2000
3. Mařík, V. a kol.: Umělá inteligence IV. Praha, Academia, 2001
4. Kroha, P.: Objects and Databases. McGraw-Hill Book Company, London, 1993

### **Poznámky v KOSu:**

## **Database Systems**

**Annotation:** Database Systems, Web Applications

### **Lectures:**

1. Basic information system architectures (client-server, multi-tier, thin client), analysis of information flows, UML use-case diagrams
2. Basic data modeling, E-R diagrams, relational model, database access API, JDBC
3. Integrity constraints, referential integrity, normal forms
4. Querying in relational databases, SQL basics, referential integrity in SQL
5. Advanced queries, aggregation functions, nested queries
6. Cursor, view, stored procedures, triggers
7. Transactions, their serializability, locking, isolation levels, transaction deadlock, its prevention and resolution
8. UML class diagrams, sequence diagrams
9. Object-relational mapping, object persistence and access API (JPA)
10. Design of multithreaded applications and guidelines for their implementation, UML activity diagrams
11. Basic design patterns
12. Overview of component architectures (CORBA, COM, EJB) and communication protocols (RPC, RMI, IIORB, JMS, http, web services)
13. Design of a distributed system with component architecture, web-based interface
14. Enterprise applications and major design problems (load balancing, data replication)

### **Labs, seminars:**

1. Organization of labs, safety rules, making up working groups
2. Basics of relational modeling
3. Conceptual model creation
4. Application interface of a database, connection methods
5. Logical data model creation
6. Interactive query composition
7. Practical examples of transactional processing significance
8. Realization of selected data model in the relational database environment
9. Object-relational mapping
10. Autonomous work
11. Autonomous work
12. Autonomous work
13. Submission and presentation of the working group results
14. Submission and presentation of the working group results, credits

### **References:**

1. Kroha, P.: Objects and Databases. McGraw-Hill Book Company, London, 1993

## 2.4.4 A4B77ASS: Architektury softwarových systémů

**Název:** Architektury softwarových systémů

**Garant:** Ing. Vlček Tomáš CSc.

**Přednášející:** Ing. Rehák Martin Ph.D. / Ing. Vlček Tomáš CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B77ASS](#)

**Prerekvizity:** Programování 1+2, Operační systémy a sítě

**Anotace:** Cílem předmětu je poskytnout studentům základní orientaci v technikách návrhu složitých informačních systémů, se zaměřením na metody distribuce. Ačkoliv předmět prezentuje i jednotlivé technologie, důraz bude kladen na pochopení obecně platných zásad.

### Osnova:

1. Architektury softwarových systémů, komponentové a distribuované architektury
2. Základní vlastnosti softwarových systémů, design distribuovaných systémů
3. RMI, vzdálená invokace, komunikace mezi procesy
4. Komponentové modely
5. Distribuované komponenty, COM/DCOM
6. Redundance, design vysoce spolehlivých systémů
7. Vyhledávání služeb, dynamická kompozice
8. ORB, CORBA
9. ORB, CORBA, interoperabilita
10. Webové služby, service-oriented architectures
11. Architektury pro service oriented architectures
12. Asynchronní architektury, producer-consumer model
13. Agentní a multiagentní systémy
14. Rezerva

### Cvičení:

1. Úloha 1: Od designu k implementaci design patterns
2. Úloha 1: Od designu k implementaci design patterns
3. Úloha 2: Distribuovaná invokace, komunikace mezi procesy
4. Úloha 2: Distribuovaná invokace, komunikace mezi procesy
5. Úloha 3: Signalizace a redundance
6. Úloha 3: Signalizace a redundance
7. Úloha 4: CORBA, heterogenní systémy
8. Úloha 4: CORBA, heterogenní systémy
9. Úloha 4: CORBA, heterogenní systémy
10. Úloha 5: Webové služby, vzdálená invokace služeb
11. Úloha 5: Webové služby, vzdálená invokace služeb
12. Úloha 6: Asynchronní události, agenti a aktivní objekty
13. Úloha 6: Asynchronní události, agenti a aktivní objekty
14. Rezerva

### Literatura:

1. F. Buschmann, R. Meunier, H. Rohnert, P. Sommerlad, M. Stal: Pattern-Oriented Software Architecture: A System of Patterns, John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK, 1996
2. Douglas C. Schmidt, Michael Stal, Hans Rohnert and Frank Buschmann: Pattern-Oriented Software Architecture: Patterns for Concurrent and Networked Objects, Wiley, 2000
3. Munindar P. Singh and Michael N. Huhns: Service-Oriented Computing, Semantics, Processes, Agents, John Wiley and Sons, Ltd., 2005

**Poznámky v KOSu:**

**Architectures of Software Systems**

**Annotation:** The objective of the course is to introduce the basic techniques of information system design and architecture. We will emphasize the use of standard design patterns in the distributed environments and concentrate on the general aspects of software systems, rather than on specific technologies or implementations.

**Lectures:**

1. Software system architectures, component and distributed models 2 Software system properties, distributed systems design principles 3 RMI, remote invocation inter-process communication 4 Component models 5 Distributed components, COM/DCOM 6 Redundancy, design of reliable systems 7 Service lookup, directories, runtime composition 8 ORB, CORBA 9 ORB, CORBA, interoperability
2. Webové services, service-oriented architectures
3. Architectures for service oriented architectures
4. Asynchronous architectures, producer-consumer model
5. Agents, multi-agent systems
6. TBD

**Labs, seminars:**

1. Task 1: Design patterns and their implementation
2. Task 1: Design patterns and their implementation
3. Task 2: Remote invocation, inter-process communication
4. Task 2: Remote invocation, inter-process communication
5. Task 3: Signaling and redundancy
6. Task 3: Signaling and redundancy
7. Task 4: CORBA, heterogeneous systems
8. Task 4: CORBA, heterogeneous systems
9. Task 5: Web services, service composition
10. Task 5: Web services, service composition
11. Úloha 5: Webové služby, vzdálená invokace služeb
12. Task 6: Asynchronous event processing, agents and active objects
13. Task 6: Asynchronous event processing, agents and active objects
14. TBD

**References:**

1. F. Buschmann, R. Meunier, H. Rohnert, P. Sommerlad, M. Stal: Pattern-Oriented Software Architecture: A System of Patterns, John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK, 1996
2. Douglas C. Schmidt, Michael Stal, Hans Rohnert and Frank Buschmann: Pattern-Oriented Software Architecture: Patterns for Concurrent and Networked Objects, Wiley, 2000
3. Munindar P. Singh and Michael N. Huhns: Service-Oriented Computing, Semantics, Processes, Agents, John Wiley and Sons, Ltd., 2005

## 2.4.5 A4B39TUR: Testování uživatelského rozhraní

**Název:** Testování uživatelského rozhraní

**Garant:** Prof.Ing. Slavík Pavel CSc.

**Přednášející:** Prof.Ing. Slavík Pavel CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2s

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4B39TUR

**Prerekvizity:** <http://amun.felk.cvut.cz/Y39TUR/>

**Anotace:** Studenti se v rámci předmětu seznámí se základními principy testování uživatelských rozhraní. Přednášky pokrývají nejdůležitější okruhy dané problematiky tak, aby studenti mohli testovat uživatelská rozhraní se znalostí kontextu daném kromě jiného i životním cyklem software. Důležitou součástí výuky je i problematika speciálních uživatelských rozhraní (pro tělesně postižené uživatele, rozhraní pro mobilní zařízení apod.). V rámci cvičení projdou studenti celým cyklem počínaje vlastním návrhem konkrétního uživatelského rozhraní a konče jeho testováním a vyhodnocením v Usability laboratoři.

### Osnova:

1. Úvod do problematiky testování uživatelského rozhraní.
2. Testování uživatelských rozhraní - jednotlivé fáze
3. Metody testování uživatelského rozhraní.
4. Pojem usability, user centered design, příprava testu.
5. Prototypování uživatelských rozhraní.
6. Obecné metody vyhodnocování uživatelských rozhraní.
7. Usability testování I
8. Usability testování II
9. Psychologické aspekty používání uživatelských rozhraní.
10. Ergonomické a psychologické aspekty používání uživatelských rozhraní. Komunikace s uživateli při testování.
11. Speciální uživatelská rozhraní (pro mobilní prostředí, postižené uživatele, multimodální atd.).
12. Testování speciálních uživatelských rozhraní.
13. Nové trendy v oblasti uživatelských rozhraní.

### Cvičení:

1. prezentace semestrálních projektů
2. přiřazení semestrálních projektů, předvedení usability lab
3. příprava testu s uživateli
4. příprava testu bez uživatele
5. provedení testu s uživateli
6. provedení testu bez uživatele (kognitivní průchod, heuristická evaluace)
7. konzultace k semestrální práci
8. provedení testu bez uživatele (expertní evaluace)
9. konzultace k semestrální práci
10. zpracování výsledků testu
11. konzultace k semestrální práci
12. konzultace k semestrální práci
13. prezentace nejlepších prací, udělení zápočtů

## **Literatura:**

1. Shneiderman, B., Plaisant, C. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (4th Edition). Addison Wesley, 2004. ISBN 0321197860.
2. Nielsen, J. Usability Engineering. Morgan Kaufmann, 1993. ISBN 25184069.
3. 25184069.
4. Galitz, W. O. The Essential Guide to User Interface Design. Wiley, 02. ISBN 0471084646.
5. 02. ISBN 0471084646.
6. Heinsen, S., Vogt, P. Usability praktisch umsetzen. Hanser Fachbuchverlag, 2003. ISBN 3446222723.

## **Poznámky v KOSu:**

### **Testing of user Interfaces**

**Annotation:** Students will be acquainted with fundamental principles of testing of user interfaces. The lectures will cover the most important topics in this particular field in necessary extent. This extent will allow the students to test user interfaces in a given context that is defined, besides other aspects, by life cycle of software products. Important part of the course are issues dealing with user interfaces for special classes of user interfaces (handicapped users, user interfaces for mobile devices etc.). In the framework of seminars and labs the students will go through the whole design cycle beginning with the design of a particular user interface and ending up with its testing and subsequent evaluation. The testing will be done in usability lab that is at disposal in the department.

### **Lectures:**

1. Introduction into User interface testing
2. Testing of user interfaces = individual phases
3. Methods of UI testing
4. Definition of usability, user centered design
5. UI prototyping
6. General methods for usability evaluation
7. Usability testing I
8. Usability testing II
9. Psychological aspects of UI usage
10. Ergonomical and psychological aspects of UI usage. Communication with users during testing
11. Special UI (mobile environment, handicapped users, multimodal)
12. Testing of special user interfaces
13. New trends in UIs and open questions in their testing

### **Labs, seminars:**

1. Project assignment. Prototyping with low fidelity
2. Bad design. Consultation to projects.
3. Analysis of web based UIs. Consultation to projects
4. Cognitive walkthrough, usability testing.
5. Presentations. Task analysis. Activity diagrams
6. Presentations. Prototyping tools (Denim, HTML, Visual Basic,..)
7. Presentations. Creation of metaphors and their relations to usability.
8. Presentations. Perceptual issues. Psychological tests.
9. Presentations. Measurement of user parameters.
10. Presentations. Transfer of UI into mobile environment and its testing.

11. Presentations. Graphical design and UI testing.
12. Project presentations. Test.
13. Project assessment
14. Reserve

**References:**

1. Shneiderman, B., Plaisant, C. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (4th Edition). Addison Wesley, 2004. ISBN 0321197860.
2. Nielsen, J. Usability Engineering. Morgan Kaufmann, 1993. ISBN 0125184069.
3. Galitz, W. O. The Essential Guide to User Interface Design. Wiley, 2002. ISBN 0471084646.
4. Heinsen, S., Vogt, P. Usability praktisch umsetzen. Hanser Fachbuchverlag, 2003. ISBN 3446222723.



## 2.4.6 A4B39WA1: Vývoj webových aplikací

**Název:** Vývoj webových aplikací

**Garant:** Prof.Ing. Slavík Pavel CSc.

**Přednášející:** Ing. Klíma Martin Ph.D. / Prof.Ing. Slavík Pavel CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4B39WA1

**Prerekvizity:** Databázové systémy

**Anotace:** Tvorba webové aplikace. Webová prezentace v HTML/XMLT a CSS, skriptování na straně klienta, tvorba dynamické webové aplikace na straně serveru. Hlavní použité jazyky: XHTML, CSS, JavaScript, PHP.

### Osnova:

1. Základy internetu, architektura webové aplikace
2. Klientská část internetové aplikace: HTML, W3C doporučení - XML, XHTML, SGML
3. Klientská část internetové aplikace: CSS
4. Multimédia na webu: rastrová grafika, vektorová grafika, video, audio, Flash
5. Klientská část internetové aplikace: aplikační logika - skriptovací jazyky
6. Serverová část internetové aplikace: jazyk PHP
7. Serverová část internetové aplikace: server-klient interakce, bezstavový protokol, práce se sessions, životní cyklus formuláře
8. Objektové programování v PHP
9. Serverová část internetové aplikace: Spojení s databází
10. Šablony, MVC
11. Frameworky
12. Webové služby, AJAX
13. J2EE, Aplikační servery
14. Záloha

### Cvičení:

1. Seznámení se vývojovým prostředím, základy internetu
2. Zadání semestrálních úloh, XHTML
3. Klientská část internetové aplikace: XHTML, W3C doporučení
4. Klientská část internetové aplikace: CSS I
5. Klientská část internetové aplikace: CSS II
6. Klientská část internetové aplikace: aplikační logika - skriptovací jazyky
7. Serverová část internetové aplikace: jazyk PHP
8. Udržování stavu aplikace - cookies, sessions
9. Serverová část internetové aplikace: obsluha a životní cyklus formulářů v PHP
10. Práce se databází
11. Šablonovací systém Smarty
12. AJAX
13. TEST
14. Předvádění semestrálních úloh, zápočet

### Literatura:

1. <http://www.w3schools.com/> <http://www.w3c.org> <http://www.php.net>

### Poznámky v KOSu:

## Web applications development

**Annotation:** Development of a web application. Design of a web presentation using HTML/XHTML and CSS, scripting on the client side, creation of a dynamic web applications on the server side. Main languages used: XHTML, CSS, JavaScript, PHP.

### Lectures:

1. Internet basics, web application architecture
2. Client side of the web application: W3C standards HTML, XML, XHTML, SGML
3. Client side of web application: CSS
4. Multimedia on web: raster graphics, vector graphics, audio, video, Flash
5. Client side of the web applications: scripting languages
6. Server side of web application: PHP
7. Server side of web application: client-server interaction, stateless HTTP protocol, sessions, form lifecycle
8. Object oriented programming in PHP
9. Server side of web application: work with databases
10. Templates, MVC
11. Frameworks
12. Web services, AJAX
13. J2EE, applications servers
14. Reserve

### Labs, seminars:

1. Introduction to the development environment, Internet basics
2. Semestral work assignment, HTML, XHTML
3. Client side of web application: XHTML, W3C recommendations
4. Client side of web application: CSS I
5. Client side of web application: CSS II
6. Client side of web application: Scripting languages
7. Server side of web application: PHP
8. Maintaining the application state, cookies, sessions
9. Server side of web application: forms, form lifecycle
10. Work with databases
11. Template system Smarty
12. AJAX
13. Written test
14. Classification of semestral work

### References:

1. <http://www.w3schools.com/> <http://www.w3c.org> <http://www.php.net>

### **2.4.7 A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt**

**Název:** Softwarový nebo výzkumný projekt

**Garant:** TBD

**Přednášející:** TBD

**Semestr:** Z,L

**Rozsah:** TBD

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B99SVP](#)

**Anotace:** TBD

**Software or Research Project**

## 3 Magisterský program

### 3.1 Předměty magisterského programu

#### 3.1.1 A4M33PAL: Pokročilá algoritmizace

**Název:** Pokročilá algoritmizace

**Garant:** Doc.Dr.Ing. Matas Jiří

**Přednášející:** RNDr. Genyk-Berezovskyj Marko / Doc.Dr.Ing. Matas Jiří

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M33PAL](http://A4M33PAL)

**Prerekvizity:** Důležitou součástí cvičení je samostatná implementace datových typů a algoritmů přednášky. Znalost programování na úrovni manipulace se spojovými strukturami v některém z rozšířených programovacích jazyků (C/C++/Java/...) je proto nezbytná. Další důležité informace naleznete na: <https://cw.felk.cvut.cz/doku.php/courses/a4m33pal/start>

**Anotace:** Základní grafové algoritmy a reprezentace grafů. Aplikace teorie formálních jazyků v informatice - syntaktická analýza a hledání v textu. Vybrané partie aritmetiky v pohyblivé řádové čárce.

#### **Osnova:**

1. Diskuse paměťové a časové složitosti probíraných datových typů a algoritmů je integrální součástí každého tématu, neuvádíme ji explicitně u každého tématu zvlášť.
2. Připomenutí asymptotické složitosti. Grafy, multigrafy, jejich vlastnosti a reprezentace v počítači. Prohledávání grafu, prioritní fronta.
3. Minimální kostry, algoritmus Borůvkův a Jarníkův. Problém Union-find.
4. Barevnost grafu, souvislost se SAT-problémem, barvení rovinných grafů.
5. Reprezentace dynamických datových struktur. Garbage collector.
6. Počítačová aritmetika. Přirozená čísla, celá čísla, čísla s pevnou řádovou čárkou, čísla s pohyblivou řádovou čárkou. Problémy zpracování čísel: přetečení, zaokrouhlování, komutativita.
7. Odhady výpočetních chyb v numerických algoritmech: hledání kořenu funkce, inverzní matice. Vzájemná kompatibilita mezi architekturami, jazyky a překladači.
8. Vyhledávání v textu, klasické algoritmy, Knuth-Morris-Pratt alg., Boyer-Moore alg. a jejich varianty.
9. Konečné automaty pro vyhledávání v textu, faktorové, prefixové a suffixové automaty.
10. Kompres textu, Huffmanovo kodování, LZW algoritmus.
11. Návrh a realizace lexikálního analyzátoru.
12. LL(1) gramatiky, rozkladové tabulky.
13. Realizace syntaktické analýzy rekurzivním sestupem. (13.) (Přesné výpočty matematických funkcí, vzájemná kompatibilita mezi architekturami, jazyky a překladači.)

#### **Cvičení:**

1. Náplň cvičení a navazující domácí přípravy je především praktická implementace témat přednášky. Témata cvičení proto formálně kopírují témata přednášek.

#### **Literatura:**

1. R. Sedgewick: Algoritmy v C, SoftPress 2003,
2. T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms, 2nd ed., MIT Press, 2001
3. B. Melichar: Jazyky a překlady, Praha , ČVUT 1996
4. J. E. Hopcroft, R. Motwani, J. D. Ullman: Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, 2nd ed., Addison-Wesley, 2001

### **Poznámky v KOSu:**

### **Advanced algorithms**

**Annotation:** Basic graph algorithms and graph representation. Application of formal languages theory in computer science - syntax analysis and pattern matching. Selected topics of floating-point arithmetic.

### **Lectures:**

1. Formal and informal analysis of the memory and time complexity of all data structures and algorithms taught is an integral part of the course, it is not explicitly listed under particular topics.
2. Asymptotic complexity of algorithms. Graphs, their properties and memory representation.
3. Graph searching applications: Shortest path algorithms: weighted, unweighted, directed, undirected.
4. Directed graphs: Acyclic, topologically ordered, rooted trees. Algorithms and implementation.
5. Text searching and pattern matching. Algorithms KMP, BM, Karp-Rabin and their variants.
6. Pattern matching automata. Factor, prefix and suffix automata.
7. Text compression, Huffman coding, LZW algorithm.
8. Design and implementation of lexical analyzer.
9. LL and LL(1) grammars, parsing tables.
10. Syntax analysis algorithm., top-down parsing.
11. Floating-point representation of numbers, formats, operations, NaN, infinity. Propagation of rounding errors.
12. (Pseudo)random number generators, periodicity, distribution.
13. Estimation of rounding errors in numerical algorithms. Roots of functions, matrix inversion, system of linear equations
14. (Reserve) Exact calculation of mathematical function values, compatibility across architectures, languages and compilers.

### **Labs, seminars:**

1. Exercises and related homeworks are devoted mostly to implementation of lecture topics. Consequently, the themes of each exercise formally correspond to those of respective lecture.

### **References:**

1. R. Sedgewick: Algoritmy v C, SoftPress 2003,
2. T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms, 2nd ed., MIT Press, 2001
3. B. Melichar: Jazyky a překlady, Praha , ČVUT 1996
4. J. E. Hopcroft, R. Motwani, J. D. Ullman: Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, 2nd ed., Addison-Wesley, 2001

### 3.1.2 A4M01TAL: Teorie algoritmů

**Název:** Teorie algoritmů

**Garant:** Prof.RNDr. Demlová Marie CSc.

**Přednášející:** Prof.RNDr. Demlová Marie CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 3p+1s

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M01TAL](#)

**Prerekvizity:** Logika a grafy, Diskrétní matematika

**Anotace:** Predmět se věnuje teoretickým základům teori algoritmů, důraz je kladen jak na analýzu časové a paměťové složitosti algoritmů a problémů, tak na ověření správnosti algoritmů. Dále jsou probrány základy teorie složitosti. Jedná se o třídy P, NP, NP-complete, PSPACE, NPSPACE a vztah mezi těmito třídami. V předmětu se studenti seznámí také s pravděpodobnostními algoritmy a třídami RP a ZPP.

#### Osnova:

1. Algoritmus, asymptotický růst funkcí, časová a paměťová složitost.
2. Správnost algoritmu, důkazy správnosti algoritmů, varianty a invarianty-
3. Rozhodovací a optimalizační problémy a jejich vztah.
4. Turingovy stroje a jejich varianty.
5. Vztah Turingova stroje a RAM.
6. Třída P a třída NP.
7. Redukce a polynomiální redukce úloh.
8. NP-úplné úlohy, Cookova věta.
9. Třídy PSPACE a NPSPACE.
10. Pravděpodobnostní algoritmy pracující v polynomiálním čase.
11. Třídy RP a ZPP.
12. Algoritmicky neřešitelné úlohy.
13. Rezerva.

#### Cvičení:

1. Zjišťování časové a paměťové složitosti známých (např. grafových) algoritmů.
2. Ověřování správnosti jednoduchých algoritmů, hledání variantů a invariantů.
3. Turingovy stroje.
4. Příklady redukcí úloh.
5. Příklady pravděpodobnostních algoritmů.
6. Algoritmicky neřešitelné úlohy.

#### Literatura:

1. Kozen, D. C.: The design and Analysis of Algorithms, Springer-Vrelag, 1991
2. Harel, D: Algorithmics: The Spirit of Computing, Addison-Wesleyt Inc., Reading MA 2002
3. Hopcroft, J., Motwani, R., Ullman, J.: Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, Addison-Wesley, 2001

#### Poznámky v KOSu:

## Theory of Algorithms

**Annotation:** The course brings theoretical background of the theory of algorithms with the focus at first on the time and space complexity of algorithms and problems, secondly on the correctness of algorithms. Further it is dealt with the theory of complexity; the classes P, NP, NP-complete, PSPACE and NPSpace are treated and properties of them investigated. Probabilistic algorithms are studied and the classes RP and ZPP introduced.

### Lectures:

1. Analyzing algorithms and problems, classifying functions by their growth rates, time and space complexity.
2. Correctness of algorithms, variants and invariants.
3. Decision problems and optimization problems.
4. Turing machine and its variants.
5. Relation between Turing machine and RAM machine.
6. Classes P and NP.
7. Reduction and polynomial reduction of problems.
8. NP-complete problems, Cook's Theorem.
9. Classes PSPACE and NPSpace..
10. Randomized algorithms with polynomial time complexity.
11. Classes RP and ZPP.
12. Undecidable problems.
13. Reserve.

### Labs, seminars:

1. Determining time and space complexity of well known algorithms.
2. Verifying correctness of algorithms using variants and invariants.
3. Turing machines.
4. Polynomial reductions of problems.
5. Examples of randomized algorithms.
6. Examples of undecidable problems.

### References:

1. Kozen, D. C.: The design and Analysis of Algorithms, Springer-Verlag, 1991
2. Harel, D: Algorithmics: The Spirit of Computing, Addison-Wesley Inc., Reading MA 2002
3. Hopcroft, J., Motwani, R., Ullman, J.: Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, Addison-Wesley, 2001

### 3.1.3 A4M35KO: Kombinatorická optimalizace

**Název:** Kombinatorická optimalizace

**Garant:** Doc.Dr.Ing. Hanzálek Zdeněk

**Přednášející:** Doc.Dr.Ing. Hanzálek Zdeněk

**Semestr:** L

**Rozsah:** 3p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M35KO

**Prerekvizity:** Optimalizace, Diskrétní matematika, Logika a grafy

**Anotace:** Cílem předmětu je seznámit studenty s problémy a algoritmy kombinatorické optimalizace (často se nazývá diskrétní optimalizace, významně se překrývá s pojmem operační výzkum). V návaznosti na předměty z oblasti lineární algebry, algoritmizace, diskrétní matematiky a základů optimalizace jsou ukázány techniky založené na grafech, celočíselném lineárním programování, heuristikách, aproximačních algoritmech a metodách prohledávání prostoru řešení.

#### Osnova:

1. Uvedení základních pojmů z kombinatorické optimalizace, příklady aplikací.
2. Celočíselné lineární programování - algoritmy.
3. Formulace problémů pomocí celočíselného lineárního programování.
4. Nejkratší cesty. Test I.
5. Toky a řezy v sítích - formulace problémů a algoritmy. Párování v bipartitních grafech.
6. Multi-komoditní toky.
7. Problém batohu, pseudo-polynomiální a aproximační algoritmy.
8. Úloha obchodního cestujícího. Test II.
9. Rozvrhování na jednom procesoru.
10. Paralelní procesory.
11. Rozvrhování projektu s časovými omezeními.
12. Programování s omezujícími podmínkami.
13. Rezerva

#### Cvičení:

1. Seznámení s experimentálním prostředím a knihovnou pro optimalizaci
2. Celočíselné lineární programování
3. Aplikace celočíselného lineárního programování
4. Samostatná úloha I - zadání a kategorizace
5. Nejkratší cesty
6. Aplikace toků a řezů v sítích
7. Samostatná úloha II - rešerše literatury a prezentace řešení
8. Problém batohu
9. Rozvrhování
10. Test III
11. Samostatná úloha III - odevzdání algoritmu a písemné zprávy
12. Zápočet
13. Rezerva

#### Literatura:

1. B. H. Korte and J. Vygen, Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms. Springer, third ed., 2006.
2. J. Blazevicz, Scheduling Computer and Manufacturing Processes. Springer, second ed., 2001.
3. J. Demel, Grafy a jejich aplikace. Academia, second ed., 2002. TORSCHE <http://rtime.felk.cvut.cz/scheduling-toolbox/>

#### Poznámky v KOSu:



## Combinatorial Optimization

**Annotation:** The goal is to show the problems and algorithms of combinatorial optimization (often called discrete optimization; there is a strong overlap with the term operations research). Following the courses on linear algebra, graph theory, and basics of optimization, we show optimization techniques based on graphs, integer linear programming, heuristics, approximation algorithms and state space search methods.

We focus on application of optimization in stores, ground transport, flight transport, logistics, planning of human resources, scheduling in production lines, message routing, scheduling in parallel computers.

### Lectures:

1. Introduction of Basic Terms of Combinatorial Optimization, Example Applications.
2. Integer Linear Programming - Algorithms.
3. Problem Formulation by Integer Linear Programming.
4. Shortest Paths. Test I.
5. Network Flows and Cuts - Problem Formulation and Algorithms. Bipartite Matching.
6. Multicommodity Network Flows.
7. Knapsack Problem, Pseudo-polynomial and Approximation Algorithms.
8. Traveling Salesman Problem and Approximation Algorithms. Test II.
9. Monoprocessor Scheduling.
10. Scheduling on Parallel Processors.
11. Project Scheduling with Time Windows.
12. Constraint Programming.
13. Reserve.

### Labs, seminars:

1. Introduction to the Experimental Environment and Optimisation library
2. Integer Linear Programming
3. Applications of Integer Linear Programming
4. Individual Project - Assignment and Classification.
5. Shortest Paths
6. Applications of Network Flows and Cuts
7. Individual Project - Related Work and Solution.
8. Knapsack Problem.
9. Scheduling.
10. Test III.
11. Individual Project - hand in of code and written report.
12. Credits.
13. Reserve.

### References:

1. B. H. Korte and J. Vygen, Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms. Springer, third ed., 2006.
2. J. Blazevicz, Scheduling Computer and Manufacturing Processes. Springer, second ed., 2001.
3. J. Demel, Grafy a jejich aplikace. Academia, second ed., 2002. TORSCHÉ <http://runtime.felk.cvut.cz/scheduling-toolbox/>

### **3.1.4 A4M99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt**

**Název:** Softwarový nebo výzkumný projekt

**Garant:** TBD

**Přednášející:** TBD

**Semestr:** Z,L

**Rozsah:** TBD

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M99SVP](#)

**Anotace:** TBD

**Software or Research Project**

### **3.1.5 A4M99DIP: Diplomová práce**

**Název:** Diplomová práce

**Garant:** TBD

**Přednášející:** TBD

**Semestr:** L

**Rozsah:** TBD

**Kredity:** 25

**FEL www:** [A4M99DIP](#)

**Anotace:** TBD

### **Master Thesis**

## 3.2 Otevřená informatika, obor: Umělá inteligence– Artificial Intelligence

### 3.2.1 A4M33RZN: Pokročilé metody reprezentace znalostí

**Název:** Pokročilé metody reprezentace znalostí

**Garant:** Ing. Kléma Jiří Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Kléma Jiří Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M33RZN](#)

**Prerekvizity:** Znalosti z předmětů A4B33ZUI a A0B01PSI.

**Anotace:** Cílem předmětu je prohloubit chápání reprezentace znalostí nad rámec formalismu predikátové logiky. Studenti se seznámí s ontologiemi a deskripční logikou, základními stavebními kameny sémantického webu. Dále bude pozornost věnována zápisu a práci s výroky, jejichž platnost se mění v čase a také principům práce s neurčitou informací. Modální logika rozšiřuje logický systém o pravděpodobnostní atributy typu možnosti a nutnosti, pravděpodobnostní grafické modely spojují klasickou pravděpodobnost s teorií grafů a fuzzy množiny umožňují vyjádřit vágní informaci.

#### Osnova:

1. Úvod: od rámců k použití ontologií.
2. Deskripční logika - jazyk a jeho vyjadřovací schopnost. Srovnání/spolupráce s pravidlovými systémy.
3. Deskripční logika - specifické postupy používané pro odvozování, metoda tableaux.
4. Formulace a vyhodnocování dotazů v DL. Výskyt nekonzistence v ontologii a jeho vysvětlení.
5. Výpočetně zvladatelné fragmenty DL. Sémantický web a co dál?
6. Role a zpracování nejisté a nepřesné informace ve znalostních systémech UI (např. v systému MYCIN).
7. Nejistota, podmíněná nezávislost, úvod do pravděpodobnostních sítí.
8. Inference v grafických pravděpodobnostních modelech.
9. Učení grafických modelů z dat.
10. Dynamické modely, praktické aplikace pravděpodobnostních sítí.
11. Reprezentace vágních údajů pomocí fuzzy množin.
12. Operace ve fuzzy logice.
13. Základy fuzzy inference.

#### Cvičení:

1. Úvod, seznámení s ontologickým editorem Protege.
2. Jednoduchý příklad na modelování ontologií v jazyku OWL
3. Inference s pomocí inferenčního stroje Pellet.
4. Dotazovací jazyk SPARQL.
5. Zadáání projektu na tvorbu ontologie v jazyku OWL - modelování zvolené domény.
6. Řešení projektu - cílem je pochopit metodiku návrhu ontologie v deskripčních logikách, uvědomit si rozdíl mezi OWA (Pellet) a CWA (Prolog)
7. Řešení projektu - druhá část.
8. Práce s vytvořenou ontologií - převážně klasické konjunktivní dotazy.
9. Znalostní a expertní systémy s neurčitostí (FelExpert).
10. Softwarové nástroje pravděpodobnostního modelování (Bayes Net Toolbox for Matlab, Bayesian Networks in Java).

11. Řešení projektu pravděpodobnostního modelování - cílem je navrhnout, implementovat a testovat funkční pravděpodobnostní model.
12. Řešení projektu - druhá část.
13. Fuzzy množiny.
14. Udělování zápočtů, rezerva.

#### **Literatura:**

1. Franz Baader , Diego Calvanese , Deborah L. McGuinness , Daniele Nardi , Peter F. Patel-Schneider, The Description Logic Handbook, Cambridge University Press, New York, NY, 2007.
2. Baader, F., Sattler U.: An overview of tableau algorithms for description logics ; Studia Logica, 69:5-40, 2001.
3. Charniak, E.: Bayesian Networks without Tears. AI Magazine 12(4): 50-63, 1991.
4. Pearl , J.: Causality: Models, Reasoning and Inference. Cambridge University Press, 2001.

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Advanced Methods for Knowledge Representation**

**Annotation:** This course aims to deepen understanding of knowledge representation principles beyond the predicate logic formalism. Firstly, the course presents ontologies and description logic, the principle elements of semantic web. Then, attention will be paid to statements whose validity varies in time. Uncertainty makes the next issue to be discussed. Modal logic extends the classical logic with additional modalities, namely, possibility, probability, and necessity. Probabilistic graphical models associate the classical probabilistic theory with the graph theory. Fuzzy sets allow to represent vagueness.

#### **Lectures:**

1. Introduction frames and ontologies.
2. Description logic language and its expressivity, interactions with rule-based systems.
3. Description logic inference, tableaux method.
4. Description queries forming and evaluation. Inconsistency in ontologies.
5. Tractable fragments of description logic. Present and future of semantic web.
6. Uncertainty in knowledge-based systems role and representation.
7. Uncertainty and conditional independence introduction to probabilistic networks.
8. Probabilistic graphical models introduction, inference.
9. Learning graphical models from data.
10. Dynamic models applications of probabilistic networks.
11. Fuzzy logic vagueness.
12. Fuzzy logic operations.
13. Fuzzy logic inference.

#### **Labs, seminars:**

1. Introduction, ontological editor Protege.
2. OWL language modeling, examples.
3. Inference engine Pellet.
4. Query language SPARQL.
5. The first assignment OWL ontology for a selected domain, difference between OWA and CWA.
6. The first assignment autonomous working.
7. The first assignment autonomous working.

8. Conjunctive queries working with the ontology.
9. Expert and knowledge-based systems with uncertainty.
10. SW probabilistic modeling tools (Bayes Net Toolbox for Matlab, Bayesian Networks in Java).
11. The second assignment implementation of a probabilistic model.
12. The second assignment autonomous working.
13. Fuzzy sets.
14. Spare slot finishing, credits.

**References:**

1. Franz Baader , Diego Calvanese , Deborah L. McGuinness , Daniele Nardi , Peter F. Patel-Schneider, The Description Logic Handbook, Cambridge University Press, New York, NY, 2007.
2. Baader, F., Sattler U.: An overview of tableau algorithms for description logics ; Studia Logica, 69:5-40, 2001.
3. Charniak, E.: Bayesian Networks without Tears. AI Magazine 12(4): 50-63, 1991.
4. Pearl , J.: Causality: Models, Reasoning and Inference. Cambridge University Press, 2001.

### 3.2.2 A4M33PAH: Plánování a hry

**Název:** Plánování a hry

**Garant:** Prof.Dr. Pěchouček Michal MSc.

**Přednášející:** Prof.Dr. Pěchouček Michal MSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M33PAH

**Anotace:** Klasické plánovací metody (linární a nelineární), metody grafového plánování, metody kategorie SAT. Metody dvou (a více) hráčových her. Metody prohledávání herních stromů (jako např. minimax a alfa-beta prořezávání)

#### Osnova:

1. Definice, reprezentace a složitost plánovacího problému
2. Lineární plánování, algoritmus TOPLAN,
3. Nelineární plánování, řešení ohrožení kauzálních linek
4. Grafově orientované plánování
5. Plánování pomocí SAT
6. Uvod do dvouhráčových her
7. Minimax, prořezávání alfa-beta
8. Pokročilé algoritmy prohledávání herních stromů
9. Hierarchické HTN plánování
10. Heuristické plánování
11. Contingency planning, temporální plánování
12. Plánování a pravděpodobnost
13. Plánování v herních algoritmech

#### Cvičení:

1. Řešení plánovacích úloh
2. Zadání semestrální práce: vývoj obecného plánovače
3. - 5. Laboratorní řešení semestrální práce
4. Seminární cvičení herních algoritimů
5. Zadání semestrální práce: vývoj herního algoritmu
6. - 12. Laboratorní řešení semestrální práce
7. Soutěž výsledů

#### Literatura:

1. Nau, D., Ghallab, M., and Traverso, P. 2004 Automated Planning: Theory and Practice. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
2. Russell, S. J. and Norvig, P. 2003 Artificial Intelligence: a Modern Approach. 2. Pearson Education.

**Poznámky v KOSu:** URL: <http://cw.felk.cvut.cz/doku.php/courses/a4m33pah/start>

## Planning and game playing

**Annotation:** This course provides an introduction to classical AI planning (linear, nonlinear planning, graph-plan planning, heuristic planning, SAT-based planning) and game-tree representation and methods of adversarial search (such as minimax and alpha/beta pruning).

### Lectures:

1. planning problem representation and planning problem complexity
2. linear planning, TOPLAN algorithm,
3. nonlinear planning, causal links thread resolution
4. Graf-oriented planning
5. planning by means of SAT
6. Introduction to game playing
7. Minimax, alfa-beta pruning
8. Advanced methods of adversarial planning
9. Hierarchical HTN planning
10. Heuristic planning
11. Contingency planning, temporal planning
12. Planning a probability
13. Planning in game playing

### Labs, seminars:

1. Planning problems
2. Semestral project specification: design and development of a general planner
3. - 5. Laboratories
4. Game playing algorithms
5. Semestral project specification: design and development of a game playing algorithm
6. - 12. Laboratories
7. Competition

### References:

1. Nau, D., Ghallab, M., and Traverso, P. 2004 Automated Planning: Theory and Practice. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
2. Russell, S. J. and Norvig, P. 2003 Artificial Intelligence: a Modern Approach. 2. Pearson Education.



### 3.2.3 A4M33BIA: Biologicky inspirované algoritmy

**Název:** Biologicky inspirované algoritmy

**Garant:** Ing. Kubalík Jiří Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Drchal Jan / Ing. Kubalík Jiří Ph.D.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M33BIA](#)

**Anotace:** Cílem předmětu je seznámit studenty s netradičními výpočetními technikami pro řešení složitých úloh klasifikace, modelování, shlukování, prohledávání a optimalizace. Biologicky inspirované algoritmy využívají analogií s nejrůznějšími jevy v přírodě či společnosti. Jádrem přednášek bude objasnění neuronových sítí a evolučních algoritmů.

#### **Osnova:**

1. Úvod - návaznost na předchozí předměty o optimalizaci, randomizované metody prohledávání, vztah k učení a modelování.
2. Co jsou to neuronové sítě, historie, typické úlohy, druhy učení neuronových sítí, perceptron.
3. Učení s učitelem - aproximace a klasifikace, lokální a globální jednotky v neuronových sítích. Vícevrstvý perceptron, RBF sítě, GMDH sítě.
4. Učení bez učitele - shlukování neuronovými sítěmi, samoorganizace, Hebbův zákon. Hopfieldova síť, asociativní paměti, ART sítě.
5. Kohonenova samoorganizující se mapa (SOM), kompetitivní učení. Posilované učení.
6. Algoritmus zpětného šíření chyby (back-propagation). Univerzální aproximace, Kolmogorovův teorém.
7. Zpracování časových posloupností, rekurentní neuronové sítě, Elmanova síť, back-propagation through time.
8. Standardní genetický algoritmus (SGA) - historie, základní cyklus, genetické operátory, schéma teorém.
9. Evoluční algoritmy s reálnou reprezentací - evoluční strategie, operátory křížení, diferenciální evoluce.
10. Neuroevoluce - evoluční postupy pro optimalizaci struktury a nastavení vah neuronové sítě, systém NEAT.
11. Vícekriteriální optimalizace - princip dominance, Pareto-optimální řešení, vícekriteriální evoluční algoritmy (NSGA-II, SPEA2).
12. Genetické programování (GP) - stromová reprezentace, inicializace, operátory, typované GP, automaticky definované funkce (ADF).
13. Rojová inteligence - optimalizace rojením částic (Particle Swarm Intelligence), mravenčí kolonie (Ant Colony Optimization).
14. Rezerva.

#### **Cvičení:**

1. Organizační záležitosti. Black box neuronová síť (MLP), aproximace, klasifikace. Příklady na lokální prohledávání v Matlabu.
2. Software pro neuronové sítě, Mathematica, Weka.
3. Výběr první semestrální práce (představení dat z praxe).
4. Řešení semestrální úlohy z neuronových sítí.
5. Řešení semestrální úlohy z neuronových sítí.
6. Odevzdání semestrální úlohy z neuronových sítí.
7. Zadání témat na semestrální úlohu z evolučních algoritmů.
8. Realizace jednoduchého genetického algoritmu (SGA). Ukázky vlivu jednotlivých parametrů SGA na jeho výpočet. Příklady na evoluční algoritmy v Matlabu.

9. Řešení semestrální úlohy z evolučních algoritmů.
10. Úspěšné aplikace evolučních algoritmů.
11. Řešení semestrální úlohy z evolučních algoritmů.
12. Odevzdání semestrální úlohy z evolučních algoritmů.
13. Test.
14. Rezerva.

#### Literatura:

1. Haykin, S.: Neural Networks: A Comprehensive Foundation, 2nd edition, Prentice Hall, 1998
2. Rojas, R.: Neural Networks: A Systematic Introduction, Springer, 1996
3. Michalewicz, Z.: Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, Springer, 1998
4. Michalewicz, Z.: How to solve it? Modern heuristics. 2nd ed. Springer, 2004.

**Poznámky v KOSu:** URL: <http://cw.felk.cvut.cz/doku.php/courses/a4m33bia/start>

### Bio Inspired Algorithms

**Annotation:** The students will learn some of the unconventional methods of computational intelligence aimed at solving complex tasks of classification, modeling, clustering, search and optimization. Bio-inspired algorithms take advantage of analogies to various phenomena in the nature and society. The main topics of the subject are artificial neural networks and evolutionary algorithms.

#### Lectures:

1. Introduction – relations to conventional optimization methods, black-box optimization, randomized search methods.
2. Introduction to artificial neural networks, history, typical tasks and their solutions, types of neural networks learning. Perceptron.
3. Supervised learning – approximation and classification, local and global units in neural networks. Multi-layered perceptron, RBF networks, GMDH networks.
4. Unsupervised learning – clustering with neural networks, self-organization, Hebb's rule, Hopfield network, associative memory, ART networks.
5. Kohonen's self-organizing map (SOM), competitive learning, reinforcement learning.
6. Error back-propagation algorithm, universal approximation, Kolmogorov theorem.
7. Temporal sequences processing, recurrent neural networks, Elman network, back-propagation through time.
8. Simple genetic algorithm (SGA) – history, basic cycle, genetic operators, schema theorem.
9. Evolutionary algorithms with real representation – evolutionary strategy, crossover operators. Differential evolution (DE).
10. Neuroevolution – evolutionary techniques for neural network structure learning and parameter tuning. NEAT system.
11. Multiobjective optimization – dominance principle, Pareto-optimal solutions, multiobjective evolutionary algorithms (NSGA-II, SPEA2).
12. Genetic programming (GP) – tree representation, initialization, operators, strongly-typed GP, automatically defined functions (ADF).
13. Reserved.

#### Labs, seminars:

1. Seminar organization. Black box neural network (MLP), approximation, classification, local search examples in Matlab.

2. Neural network software, Mathematica, Weka.
3. First assignment introduction (introduction to data).
4. Elaboration of the first assignment.
5. Elaboration of the first assignment.
6. First assignment presentation and evaluation.
7. Second assignment introduction (evolutionary algorithms).
8. Simple genetic algorithm (SGA). Influence of SGA parameters on its behaviour. Examples of evolutionary algorithms in Matlab.
9. Elaboration of the second assignment.
10. Successful applications of evolutionary algorithms.
11. Test.
12. Second assignment hand-in and evaluation.
13. Assignments.

**References:**

1. Haykin, S.: Neural Networks: A Comprehensive Foundation, 2nd edition, Prentice Hall, 1998
2. Rojas, R.: Neural Networks: A Systematic Introduction, Springer, 1996
3. Michalewicz, Z.: Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, Springer, 1998
4. Michalewicz, Z.: How to solve it? Modern heuristics. 2nd ed. Springer, 2004.

### 3.2.4 A4M33MAS: Multi-agentní systémy

**Název:** Multi-agentní systémy

**Garant:** Prof.Dr. Pěchouček Michal MSc.

**Přednášející:** Prof.Dr. Pěchouček Michal MSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M33MAS](#)

**Anotace:** Kurz seznamuje se základy multiagentních systémů a agentních technologií. V předmětu bude popsán formální model agenta, koncept reaktivního, deliberativního a deduktivního agenta, architektura BDI, principy komunikace mezi agenty a jejich koordinace. Studenti se dále seznámí s problematikou distribuovaného uvažování a teorií her.

#### **Osnova:**

1. Úvod do multi-agentních systémů, formální model agenta
2. Reaktivní agenti
3. Deliberativní a deduktivní agenti
4. BDI architektura
5. Formalizace multi-agentního systému pomocí modální logiky
6. Mezi-agentní komunikace
7. Kooperace a koordinace
8. Vyjednávání
9. Distribuované rozhodování
10. Formování koalic
11. Úvod do teorie her
12. Vývoj rozsáhlých multi-agentních aplikací
13. Multi-agentní aplikace
14. Shrnutí, rezerva

#### **Cvičení:**

1. Multi-agentní programování v jazyce 3APL
2. Multi-agentní programování v jazyce 3APL
3. - 6. Semestrální úloha - vývoj deliberativních agentů
4. Multi-agentní programování v prostředí AGLOBE
5. Multi-agentní programování v prostředí AGLOBE
6. - 13. Semestrální úloha - vývoj multi-agentního systému

#### **Literatura:**

1. An Introduction to Multiagent Systems by Michael Wooldridge. Published in February 2002 by John Wiley and Sons (Chichester, England). ISBN 0 47149691X 340pp

#### **Poznámky v KOSu:**

## Multiagent Systems

**Annotation:** This course provides foundations of multi-agent systems and agent technologies. It provides a formal model of an agent, the concept of reactive, deliberative and deductive agent, BDI architecture, basics of inter agent communication and coordination. Introduction to distributed decision making and game theory will be also provided.

### Lectures:

1. Introduction to multi-agent system, formal model of an agent
2. Reactive agents
3. Deliberative and deductive agents
4. BDI architectura
5. Modal logic based formal model of multi-agent system
6. Inter-agent comunication
7. Cooperation and coordination
8. Negotiation
9. Distributed decision making
10. Coalition formation
11. Introduction to game theory
12. Development of scalable multi-agent systems
13. Multi-agent applications
14. Wrapups

### Labs, seminars:

1. Multi-agentni programming in 3APL
2. Multi-agentni programming in 3APL
3. - 6. Semestral project - design and development of deliberative agents
4. Multi-agentni programming in AGLOBE
5. Multi-agentni programming in AGLOBE
6. - 13. Semestral project - design and development of multi-agent system

### References:

1. An Introduction to Multiagent Systems by Michael Wooldridge. Published in February 2002 by John Wiley and Sons (Chichester, England). ISBN 0 47149691X 340pp

### 3.2.5 A4M33SAD: Strojové učení a analýza dat

**Název:** Strojové učení a analýza dat

**Garant:** Ing. Železný Filip Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Kléma Jiří Ph.D. / Ing. Železný Filip Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M33SAD](#)

**Prerekvizity:** Znalosti z předmětu RPZ.

**Anotace:** Předmět vysvětlí pokročilé metody strojového učení, které jsou užitečné pro analýzu dat tím, že automaticky objevují srozumitelné datové modely založené např. na grafové či pravidlové reprezentaci. Zvláštní pozornost je v předmětu věnována modelování multirelačních dat. V kursu bude též studován teoretický rámec vysvětlující, za jakých podmínek vyložené algoritmy obecně fungují.

#### Osnova:

1. Shluková analýza, k-means, hierarchické shlukování
2. Analýza hlavních a nezávislých komponent
3. Grafické pravděpodobnostní modely
4. Učení gramatik a Markovských modelů
5. Asociační pravidla, algoritmus Apriori
6. Vyhledávání častých podgrafů
7. Výpočetní teorie učení, konceptový prostor, PAC učení
8. PAC učení logických forem
9. Učení klasifikační pravidel, algoritmy AQ, CN2
10. Induktivní logické programování, nejmenší zobecnění, inverze důsledku
11. Učení z logických interpretací, relační rozhodovací stromy, relační rysy
12. Statistické relační učení: pravděpodobnostní relační modely
13. Statistické relační učení: Markovská logika
14. Učení z textů

#### Cvičení:

1. Vstupní test (prerekvizita RPZ). SW nástroje strojového učení (RapidMiner, WEKA).
2. Předzpracování dat, chybějící a odlehlé hodnoty. Shlukování.
3. Hierarchické shlukování, analýza hlavních komponent.
4. Parametrizace grafického pravděpodobnostního modelu
5. Hledání asociačních pravidel a častých podgrafů
6. Klasifikace, sestavení křivky učení a ROC křivky
7. Odchylka vs. variance, kombinace klasifikátorů
8. Zadáání samostatné úlohy.
9. Řešení samostatné úlohy.
10. Řešení samostatné úlohy.
11. Odevzdání samostatné úlohy.
12. Induktivní logické programování: systém Aleph
13. Statistické relační učení: systém Alchemy
14. Udělování zápočtů, rezerva.

#### Literatura:

1. V. Mařík et al. (eds): Umělá inteligence II, III, IV
2. T. Mitchell: Machine Learning, McGraw Hill, 1997
3. P. Langley: Elements of Machine Learning, Morgan Kaufman 1996
4. T. Hastie et al: The elements of Statistical Learning, Springer 2001
5. S. Džeroski, N. Lavrač: Relational Data Mining, Springer 2001
6. L. Getoor, B. Taskar (eds): Introduction to Statistical Relational Learning, MIT Press 2007

### **Poznámky v KOSu:**

## **Machine Learning and Data Analysis**

**Annotation:** The course explains advanced methods of machine learning helpful for getting insight into data by automatically discovering interpretable data models such as graph- and rule-based. Emphasis is given to the modeling of multi-relational data. The course will also address a theoretical framework explaining why/when the explained algorithms can in principle be expected to work.

### **Lectures:**

1. Cluster analysis, k-means algorithm, hierarchical clustering
2. Principal and independent component analysis.
3. Graphical probabilistic models
4. Grammar and Markov model learning
5. Association rules, the Apriori algorithm
6. Frequent subgraph search
7. Computational learning theory, concept space, PAC learning
8. PAC learning of logic forms
9. Classification rule learning. Algorithms AQ, CN2.
10. Inductive logic programming, least generalization, inverse entailment
11. Learning from logic interpretations, relational decision trees, relational features
12. Statistical relational learning: probabilistic relational models
13. Statistical relational learning: Markov logic
14. Learning from texts

### **Labs, seminars:**

1. Entry test (prerequisite course RPZ). SW tools for machine learning (RapidMiner, WEKA)
2. Data preprocessing, missing and outlying values, clustering
3. Hierarchical clustering, principal component analysis
4. Graphical probabilistic model parameterization
5. Association rule and frequent subgraph search
6. Classification. Learning and ROC curves.
7. Bias vs. variance, ensemble classification
8. Individual task assignment
9. Individual work
10. Individual work
11. Submission of completed assignments
12. Inductive logic programming: the Aleph system
13. Statistical relational learning: the Alchemy system
14. Credits

**References:**

1. T. Mitchell: Machine Learning, McGraw Hill, 1997
2. P. Langley: Elements of Machine Learning, Morgan Kaufman 1996
3. T. Hastie et al: The elements of Statistical Learning, Springer 2001
4. S. Džeroski, N. Lavrač: Relational Data Mining, Springer 2001
5. L. Getoor, B. Taskar (eds): Introduction to Statistical Relational Learning, MIT Press 2007
6. V. Mařík et al. (eds): Umělá inteligence II, III, IV (Czech)



### 3.2.6 A4M33AU: Automatické uvažování

**Název:** Automatické uvažování

**Garant:** Prof.RNDr. Štěpánková Olga CSc.

**Přednášející:** Prof.RNDr. Štěpánková Olga CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M33AU](#)

**Prerekvizity:** Rozpoznávání a strojové učení, Pokročilé metody reprezentace znalosti

**Anotace:** Hledání důkazů už není jen součástí matematiky, ale používá se stále častěji i v situacích, kdy je třeba se přesvědčit, že navržený postup nebo řešení splňuje výchozí požadavky setkáváme se s ním nejen v deduktivních databázích, ale i při verifikaci SW nebo HW komponent. Proto je nutné proces tvorby důkazu z daných předpokladů automatizovat. Předmět seznamuje studenty se současnými dokazovacími systémy pro logiku 1.řádu a jejich aplikacemi. Jsou vysvětleny teoretické principy použité při konstrukci systémů automatického dokazování (model checking, rezoluce, tableaux) a jejich praktická i teoretická omezení. Při samostatném řešení konkrétních problémů z oblasti počítačových aplikací student získá zkušenosti, jak vybrat vhodný nástroj pro řešení pro konkrétního problému, jak rozpoznat chybu v zadání či jak zesílit nalezené výsledky.

#### Osnova:

1. Historie automatického uvažování v kontextu umělé inteligence, přehled historických a současných aplikací automatického uvažování.
2. Formulace, reprezentace a řešení úloh v booleovských doménách. Korektnost a úplnost logického odvozování.
3. Metoda DPLL, její existující implementace a praktické použití.
4. Model checking jako nástroj pro verifikaci, aplikace pro konečné automaty.
5. Model checking - existující systémy a jejich praktické použití.
6. Automatické dokazování v obecných doménách, formulace a reprezentace problému v predikátové logice.
7. Přehled existujících metod, rezoluční metody.
8. Organizace práce rezolučních dokazovačů: převod do klauzulí, ANL smyčka.
9. Další dokazovací metody: "tableaux", rovnostní dokazování, převod na DPLL.
10. Metody a systémy pro hledání modelu v obecných doménách.
11. Praktické a teoretické limity existujících metod a systémů.
12. Přehled současných dokazovacích systémů, jejich výkonnost a praktické použití.
13. Algoritmická složitost dokazovacích algoritmů a volba použitého jazyka reprezentace.
14. Rezerva

#### Cvičení:

1. Příklady typických problémů pro automatické uvažování z různých oblastí.
2. Formalizace zadaných jednoduchých slovních úloh.
3. Převod problému do formalizmu nástrojů pro automatické uvažování.
4. Práce s nástroji pro automatické uvažování.
5. Formalizace dalších slovních problémů a jejich řešení pomocí existujících systémů I.
6. Formalizace dalších slovních problémů a jejich řešení pomocí existujících systémů II.
7. Volba vhodných nástrojů pro řešení pro konkrétního problému.

8. Řešení projektu cílem je na vlastní jednoduché implementaci ověřit, jaký vliv na chování programu automatického dokazování může mít volba použité metody (např. strategie odvozování nebo omezení použitého jazyka).
9. Převody vstupu a výstupu pro různé systémy, interpretace výsledků.
10. Metody hledání chyb v zadáních.
11. Řešení projektu druhá část.
12. Zjednodušování a zesilování nalezených výsledků.
13. Řešení projektu třetí část.
14. Udělování zápočtů, rezerva.

### Literatura:

1. Bundy, A.: The Computational Modelling of Mathematical Reasoning, Academic Press 1983 (Bundy). <http://www.inf.ed.ac.uk/teaching/courses/ar/book/book-postscript/>
2. Clarke, E.M. Jr., Grumberg, O. and Peled, D. A.: Model Checking, The MIT Press, 1999, Fourth Printing 2002. <http://mitpress.mit.edu/catalog/item/default.asp?ttype=2&dtid=3730>
3. McCune, W.: Otter 3.3 Reference Manual (<http://www-nix.mcs.anl.gov/AR/otter/otter33.pdf>)
4. Newborn, M.: Automated Theorem Proving: Theory and Practice
5. Robinson, J.A., Voronkov, A. (Eds.): Handbook of Automated Reasoning (in 2 volumes). Elsevier and MIT Press 2001
6. Weidenbach, Ch.: SPASS: Combining Superposition, Sorts and Splitting (1999)
7. Wos, L. and Pieper, G.W.: A Fascinating Country in the World of Computing: Your Guide to Automated Reasoning

### Poznámky v KOSu:

## Automatic Reasoning

**Annotation:** Theorem proving is no more restricted to mathematics, but it is ever more often used in situations, when one needs to make sure that the suggested procedure meets the initial requirements it is used in deductive databases as well as for verification of SW or HW components. The process of proof construction has to be automated for that purpose. The course reviews current systems of 1st order theorem proving and their practical applications. There are explained underlying theoretical principles (model checking, resolution, tableaux) together with their practical and theoretical constraints. Special attention is devoted to gaining experience in choosing the best tool to solve a specific problem, in identification of mistakes in input or in strengthening the obtained results.

### Lectures:

1. History of automated reasoning in the context of artificial intelligence, review of its historical and up-to-date applications.
2. Problems in Boolean domains: from their specification and representation, to the formal solution. Properties of logical theorem proving - correctness and completeness.
3. DPLL method, its existing implementations and their practical applications.
4. Model checking as a tool for verification, applications for finite automata.
5. Model checking - existing systems and how they are used in practice.
6. Automated theorem proving in general domains, language of 1st order logic.
7. Resolution and theorem provers based on this paradigm.
8. Workflow in resolution theorem provers and its basic steps: transformation to clausal form, ANL loop.
9. Non-resolution theorem provers: "tableaux", equality, transformation to DPLL.
10. Methods and systems for model construction in general domains.

11. Practical and theoretical boundaries for existing methods and systems.
12. Review of current automated theorem provers, their efficiency and practical utilization.
13. Algorithmic complexity of automated theorem provers and choice of the language for knowledge representation.
14. Spare slot.

#### **Labs, seminars:**

1. Examples of typical problems for automated reasoning from various domains..
2. Specification of some simple problems in the formal language.
3. Transformation of the specification into the form requested by the theorem prover.
4. The tools for automated theorem proving - hands-on exercise.
5. Specification of more complex problems in the formal language and their automated solution I.
6. Specification of more complex problems in the formal language and their automated solution II.
7. Choice of the tool to be used in a specific problem.
8. Assignment of an individual project its goal is to implement a simple theorem prover applying specific clearly defined strategy or constraint on the used language in order to check impact of this.
9. Transformations of input and output for various theorem provers, interpretation of conclusions.
10. How to find an error in the problem statement.
11. Autonomous work on the assigned project the second part.
12. Simplification and strengthening of the obtained results.
13. Autonomous work on the assigned project the third part.
14. Credits, spare slot.

#### **References:**

1. Bundy, A.: The Computational Modelling of Mathematical Reasoning, Academic Press 1983 (Bundy). <http://www.inf.ed.ac.uk/teaching/courses/ar/book/book-postscript/>
2. Clarke, E.M. Jr., Grumberg, O. and Peled, D. A.: Model Checking, The MIT Press, 1999, Fourth Printing 2002. <http://mitpress.mit.edu/catalog/item/default.asp?ttype=2&tid=3730>
3. McCune, W.: Otter 3.3 Reference Manual (<http://www-nix.mcs.anl.gov/AR/otter/otter33.pdf>)
4. Newborn, M.: Automated Theorem Proving: Theory and Practice
5. Robinson, J.A., Voronkov, A. (Eds.): Handbook of Automated Reasoning (in 2 volumes). Elsevier and MIT Press 2001
6. Weidenbach, Ch.: SPASS: Combining Superposition, Sorts and Splitting (1999)
7. Wos, L. and Pieper, G.W.: A Fascinating Country in the World of Computing: Your Guide to Automated Reasoning

### **3.2.7 A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt**

**Název:** Softwarový nebo výzkumný projekt

**Garant:** TBD

**Přednášející:** TBD

**Semestr:** Z,L

**Rozsah:** TBD

**Kredity:** 6

**FEL [www](#):** [A4B99SVP](#)

**Anotace:** TBD

**Software or Research Project**

## 3.3 Otevřená informatika, obor: Počítačové inženýrství– Computer Engineering

### 3.3.1 A0M35PII: Průmyslová informatika a internet

**Název:** Průmyslová informatika a internet

**Garant:** Ing. Šusta Richard Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Kutil Michal / Ing. Šusta Richard Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A0M35PII](#)

**Anotace:** Internetové technologie v informatice i v průmyslových technologiích. Komunikační protokoly v internetových distribuovaných aplikacích, databázové systémy a jejich řízení, systémy řízení podniku. Webové služby, mobilní sítě, bezpečnost a spolehlivost, řešení kritických aplikací.

#### Osnova:

1. Architektura distribuovaných síťových aplikací.
2. Struktura sítě, aplikační vrstvy, její hlavní části, clustrované servery. Vertikální integrace sítě s ohledem na průmyslové realizace.
3. Sítě se zaručenou dobou odezvy.
4. Klientské a serverové aplikace. Používané programovací jazyky.
5. Souborové formáty využitelné pro datovou interkomunikaci. JSON a XML.
6. Nejběžnější databázové servery v průmyslových aplikacích a jejich management.
7. Metody přístupů k databázím, použití na manažerské i technologické úrovni. Způsoby připojení v ADO.NET.
8. Systémy řízení výroby a podniku. Sledování životního cyklu výrobku, dokumentace, standardizace.
9. Webové aplikace v distribuovaných řídicích systémech.
10. Webové komponenty pro vývoj průmyslových internetových aplikací.
11. Webové služby, vzdálený přístup k počítačům, používané protokoly a AJAX.
12. Zabezpečení, přístupová práva, veřejné klíče, hashovací kódy, digitální podpisy.
13. Spolehlivost sítě a řešení vhodná pro kritické aplikace.
14. Mobilní systémy a ergonomie mobilních aplikací.

#### Cvičení:

1. Popis úloh a podmínek pro získání zápočtu.
2. Tvorba, překlad a ladění distribuovaných síťových aplikací.
3. Serverové aplikace, příjem a zpracování požadavků, generování odpovědí.
4. Serverové aplikace, komunikace s databázemi, konfigurace databází.
5. Webové služby, generování WSDL a zpracování SOAP zpráv.
6. Klientské aplikace, výměna a zpracování dat.
7. Webové aplikace, principy a práce v konceptu AJAX. Uživatelské rozhraní.
8. Webové služby, využití volně dostupných služeb, začlenění do vlastní aplikace.
9. Využití webových služeb v průmyslovém řízení, přehled dostupných možností.
10. Komunikace s řídicím systémem, distribuovaný řídicí systém, monitorování.
11. Tvorba dokumentace projektů, automatické generování reportů a uživatelských manuálů.
12. Individuální konzultace.
13. Přebírání studentských prací.
14. Zápočet.

**Literatura:**

1. Microsoft .NET Distributed Applications: Integrating XML Web Services and .NET Remoting, Microsoft Press; 1 edition (February 12, 2003).
2. Manufacturing Execution System - MES by Jürgen Kletti, Springer 2007

**Poznámky v KOSu:****Industrial Informatics and Internet**

**Annotation:** The use of Internet technologies in informatics and industry. Communication protocols in the Internet distributed applications, database systems and their management, enterprise management systems. Web services, mobile network, security and reliability, critical applications.

**Lectures:**

1. Architecture of distributed network applications.
2. The structure of the network, the application layer and its main parts, clustered servers. Vertical integration of networks with regard to industrial implementation.
3. Networks with guaranteed response time.
4. Client and server applications. Used programming languages.
5. File formats used for data interchange. JSON and XML.
6. The most common database servers in industrial applications and their management.
7. Databases access methods, application of the managerial and technological level. ADO.NET.
8. Manufacturing Execution Systems. Monitoring of the product life cycle, documentation, standardization.
9. Web applications in distributed control systems
10. Web components for the industrial Internet applications.
11. Web services, remote access, used protocols and AJAX.
12. Security, access rights, public key, hash codes, digital signatures.
13. Networks reliability and solutions suitable for critical applications.
14. Mobile systems and ergonomics mobile applications.

**Labs, seminars:**

1. Introduction to seminars, conditions for assessment.
2. Writing, building and debugging of distributed network applications.
3. Server applications, receiving and processing requirements, generating responses.
4. Server applications, communication with databases, configuration database.
5. Web services WSDL, SOAP messages generation and processing.
6. Client applications, exchange and processing of data.
7. Web applications, principles and work in the concept of AJAX. User interface.
8. Web services, the use of free available services, integration into applications.
9. Use of Web services in industrial management.
10. Communication with the control system, distributed control system, monitoring.
11. Creation of projects documentation, automatic generation of reports and user manuals.
12. Individual consultations.
13. Student work presentation.
14. Assessment.

**References:**

1. Microsoft .NET Distributed Applications: Integrating XML Web Services and .NET Remoting, Microsoft Press; 1 edition (February 12, 2003).
2. Manufacturing Execution System - MES by Jürgen Kletti, Springer 2007

### 3.3.2 A4M34ISC: Integrované systémy na čipu

**Název:** Integrované systémy na čipu

**Garant:** Ing. Jakovenko Jiří Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Jakovenko Jiří Ph.D.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2l

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M34ISC](#)

**Prerekvizity:** Žádné

**Anotace:** Role návrháře integrovaných systémů, úrovně abstrakce návrhu - Y diagram. Definování specifikací studie proveditelnosti, kritéria výběru vhodné technologie. Metodiky návrhu analogových, digitálních a smíšených integrovaných systémů. Aplikačně specifické integrované systémy - plně zákaznický návrh, hradlová pole, standardní buňky, programovatelné obvody. Mobilní IO s nízkou spotřebou. Jazyky HDL, logická a fyzická syntéza systému, Front End a Back End návrh, problematika rozmístění, časové analýzy, návrh testů a testovatelnost integrovaných systémů.

#### **Osnova:**

1. Úloha a význam návrháře analogových a digitálních integrovaných systémů. Metodologie návrhu analogových a digitálních integrovaných systémů (top down, bottom up), úrovně abstrakce návrhu
2. Aplikačně specifické integrované systémy, typy, zásady hierarchie, porovnání vlastností, ekonomika návrhu
3. Plně zákaznický návrh, metodologie analogového a smíšeného návrhu. Kritéria výběru vhodné technologie.
4. CAD prostředky a metodologie pro návrh analogových a smíšených integrovaných obvodů, návrhy RF systémů, mobilních low power systémů.
5. Automatické generování analogových behaviorálních modelů, metodologie návrhu "zdola nahoru", makrobloky
6. Metodologie a principy návrhu analogově číslicových integrovaných systémů, prostředky automatizovaného návrhu CAD, Funkční a časové simulace, simulace, formální verifikace
7. Jazyky VHDL, Verilog, Verilog-A, Verilog-AMS,
8. Prostředky a metodologie automatizovaného návrhu digitálních integrovaných systémů
9. Návrh "Front End"- funkční specifikace, RTL, Logická syntéza, Gate-level netlist, generování behaviorálních stimulů
10. Návrh "Back End"- Výběr technologie (Design Kit), Mapování návrhu, Návrh rozmístění (Floorplanning), propojení (place and route), layout, Extrakce parazitních vlivů, layout versus schéma (LVS)
11. Metody fyzické syntézy, Rozmísťování funkčních bloků, zásady, rozvod napájení, výpočet a simulace průchodnosti propojení, verifikace
12. Rozvod hodinových signálů, výpočet zpoždění, statické a dynamické časové analýzy
13. Testování, návrh testů, verifikace návrhu.
14. Technologická realizace, verifikace integrovaných systémů, problematika převodu návrhu systému mezi jednotlivými technologiemi.

#### **Cvičení:**

1. Návrhový systém CADENCE
2. Popis knihoven technologií CMOS,
3. Ukázka postupu smíšeného návrhu, význam hierarchického členění, abstrakce bloků.
4. Ukázka postupu smíšeného návrhu, simulace, definování rozhraní, simulátor Spectre AMS.
5. Ukázka postupu smíšeného návrhu, jazyky HDL.
6. Analogový layout, extrakce parazitik, kontrola návrhových pravidel.

7. Digitální layout (Back end), umístění bloků, propojení, časové analýzy.
8. Semestrální projekt - návrh číslicově analogového IO.
9. Semestrální projekt - návrh číslicově analogového IO.
10. Semestrální projekt - návrh číslicově analogového IO.
11. Semestrální projekt - návrh číslicově analogového IO.
12. Semestrální projekt - návrh číslicově analogového IO.
13. Semestrální projekt - návrh číslicově analogového IO.
14. Prezentace semestrálního projektu, zápočet

### Literatura:

1. Michael Smith: Application-Specific Integrated Circuits, Addison-Wesley, 1998
2. P. Gray, P. Hurst, s. Lewis, R. Mayer: Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, John Wiley and Sons, 2000
3. E. Sinencio, A. Andreou: Low-Voltage/Low-Power Integrated Circuits and Systems, John Wiley and Sons, 1998
4. Mark Zwolinski : Digital System Design and VHDL , Prentice-Hall, 2000

### Poznámky v KOSu:

### Systems on Chip

**Annotation:** Main responsibilities of integrated circuits designer; design abstraction levels - Y chart. Specification designation, feasibility study, criteria for technology and design kits selection. Analogue and digital integrated systems design and simulation methodologies. Main features of application specific ICs - full custom design, gate arrays, standard cells, programmable array logic. Design aspects mobile and low power systems. Hardware Description languages (HDL). Logic and physical synthesis. Front End and Back End design. Floorplanning, place and route, layout, parasitic extraction, time analysis, testbenche construction and verification.

### Lectures:

1. Main tasks of analogue and digital integrated circuits designer; design methodologies (top down, bottom up), design abstraction levels - Y chart.
2. Application specific integrated circuits systems types, full custom design, gate array, standard cells, programmable array logic; main features, economical aspect of the design.
3. Full customs integrated systems, feasibility study, specification, criteria for technology and design kits selection.
4. World standards and CAD tools for analog and mix-signal integrated circuits design, design of RF and mobile low power systems.
5. Design tools for automatic generation of analog behavior models, bottom up design methodology, macro blocks.
6. Design principles of mix-signal integrated circuits, purpose of hierarchical design, digital and analogue block interface, CAD design tools for automatic circuit generation; functional and static time analysis, formal verification; Verilog-A, Verilog-AMS, VHDL-A.
7. Hardware description languages -VHDL, Verilog, Verilog-A, Verilog-AMS.
8. Design tools and methodologies for digital integrated circuits and systems; language VHDL, Verilog; library cells; parameters extractions for library cells development.
9. Front end design - functional specification, RTL, logic synthesis, Gate-level netlist, behavioral stimulus extraction.



10. Back End design - specification of Design Kit, mapping of the design, Floorplanning, place and route, layout, parasitic extraction, layout versus schema check (LVS).
11. Methods of physical synthesis, placement of functional blocks, power lines design and distribution, simulation of interconnect continuity, design verification.
12. Clock signal distribution, delay calculating, static and dynamic timing analysis.
13. Testing, design of testbenches, design verification methods.
14. Tape out and fabrication, integrated systems verification, scaling and design mapping to different technologies.

**Labs, seminars:**

1. CADENCE design system
2. CMOS Design kit description, library cells
3. Demonstration of mix-signal design - hierarchical structuring, design cells abstraction.
4. Demonstration of mix-signal design - simulations, interface definition, Spectre AMS simulator, corner analysis.
5. Analogue layout, parasitic extraction, design rule check, postlayout simulation.
6. Demonstration of mix-signal design - digital flow, back end, frond end.
7. Digital layout (Back End design), Floorplanning, routing, timing analysis.
8. Student project - design of mix-signal IC.
9. Student project - design of mix-signal IC.
10. Student project - design of mix-signal IC.
11. Student project - design of mix-signal IC.
12. Student project - design of mix-signal IC.
13. Student project - design of mix-signal IC.
14. Student project presentation, final assessment.

**References:**

1. Michael Smith: Application-Specific Integrated Circuits, Addison-Wesley, 1998 P. Gray, P Hurst, s. Lewis, R. Mayer: Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, John Wiley and Sons, 2000 E. Sinencio, A. Andreou: Low-Voltage/Low-Power Integrated Circuits and Systems, John Wiley and Sons, 1998 Mark Zwolinski : Digital System Design and VHDL , Prentice-Hall, 2000

### 3.3.3 A4M35OSP: Open-Source programování

**Název:** Open-Source programování

**Garant:** Ing. Píša Pavel

**Přednášející:** Doc.Dr.Ing. Hanzálek Zdeněk / Ing. Píša Pavel

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M35OSP](#)

**Prerekvizity:** Dobrá znalost jazyka C a alespoň základní zkušenosti s multithreadovým programováním v POSIXových systémech. Základní znalost skladby hardware počítačových systémů a logických obvodů je též nutnou podmínkou pro pochopení probírané látky a HW, SW návazností.

**Anotace:** Studenti se seznámí s open-source projekty a technikami ověřenými při programování rozsáhlejších aplikací a operačních systémů. Budou uvedeny důvody, které vedly k založení projektu GNU, a vysvětleno, proč může být tento přístup vhodnou platformou i pro spolupráci komerčních firem. Dále budou popsány standardní nástroje pro tvorbu, správu, ladění a testování zdrojových kódů a základní skladba operačního systému POSIXového typu. Předložen bude i úvod do tvorby ovladačů pro takovéto operační systémy a skladby uživatelských a grafických knihoven. Závěrečný blok přednášek bude zaměřen na využití popsaných technik ve vestavných aplikacích a pro řízení v reálném čase.

#### **Osnova:**

1. Úvodní slovo o předmětu; Open-source software, projekt GNU, licence a operační systémy vycházející z jeho filozofie
2. GNU - vznik základních vývojových nástrojů a jejich použití
3. Přehled významných Open-source projektů (i pro výběr semestrální práce)
4. Založení vlastního projektu a zapojení se do existujícího projektu
5. Technická infrastruktura (správa verzí a chyb, komunikace, wiki)
6. Komerční model; Sociální a rozhodovací struktury
7. Mezilidská komunikace
8. Vydávání verzí, příprava balíčků a průběžný vývoj
9. Dobrovolníci, vývoj a větvení projektů
10. Licence, autorská práva a patenty
11. Cílové platformy, přenositelnost a open-source hardware
12. Linuxové jádro - vznik, vývoj, skladba a ovladače
13. Trendy a výhled do budoucnosti

#### **Cvičení:**

1. Seznámení s vývojovými nástroji a prostředím GNU/Linux:
2. Tvorba jednoduché aplikace v jazyce C, využití automake a případných dalších metod k sestavování programu
3. Práce s rozsáhlým projektem a jeho historií:
4. Vhodným kandidátem je Linuxové jádro
5. Procházení historií (git), vývojové stromy, konfigurace a kompilace
6. Tvorba jednoduchého znakového ovladače
7. Samostatná práce:
8. Výběr z nabídky prací na různých open-source projektech nebo návrh vlastní (úprav existujícího projektu, či založení projektu nového). Projekty mohou být z celé škály softwarových projektů, preferované jsou projekty zabývající se programováním na úrovni tradičních jazyků (C, C++, Java, Mono) buď plně přenositelných aplikací (POSIX) nebo programování na systémové úrovni.

9. Práce na projektu/úpravách, komunikace s komunitou okolo projektu, konzultace se cvičícími  
Prezentace výsledků a hodnocení úspěšnosti, míry začlenění do projektu i studentovi komunikace s dalšími členy týmu.

#### **Literatura:**

1. The Linux Documentation Project <http://tldp.org/>
2. Popis programátorských technik v Unixu [http://dce.felk.cvut.cz/pos/os\\_api/unix.html](http://dce.felk.cvut.cz/pos/os_api/unix.html)
3. GNU Operating System <http://www.gnu.org/>
4. Embedded Linux kernel and driver development, <http://free-electrons.com>.
5. Love R.: Linux Kernel Development (2nd Edition), Novell Press, 2005.
6. Corbet J., Rubini A., Kroah-Hartman G.: Linux Device Drivers (3rd Edition), O'Reilly Media, Inc., 2005, ISBN-10: 0596005903, ISBN-13: 978-0596005900

#### **Poznámky v KOSu:**

Stránky předmětu: <http://rtime.felk.cvut.cz/osp/> .

### **Open-source programming**

**Annotation:** The subject provides insight into world of open-source projects and techniques proved to be useful for larger applications and operating systems development. Reasons leading to the founding of GNU project is discussed and possible advantages of this approach for cooperation even for commercial subjects is shown. Usual tools used for development, debugging and source code control and functional testing are described. Description of POSIX type operating system structure and introduction to the driver development, user-space libraries and user graphics environments comes next. The last topic is introduction how to use earlier described techniques and support for embedded applications development and real-time control.

#### **Lectures:**

1. Introductory words for subject; Open-source software, project GNU, license and operating systems and projects based on its philosophy
2. GNU project - foundation of basic development tools and their use
3. Overview of major Open-source projects (even as guide for choice of semester work)
4. Founding of independent project and participation in existing project
5. Tools infrastructure (version control, bug tracking, communication, wiki)
6. Commercial model; Social and decision making concept
7. Inter-developers communication
8. Version releasing, packaging and continual development
9. Volunteers, evolution and branching
10. Licenses, copyrights and patents
11. Target platforms, portability and open-source hardware
12. Linux kernel - foundation, development, structure and drivers
13. Future trends and development

#### **Labs, seminars:**

1. Introduction to GNU/Linux system environment and overview of development tools:
2. Implementation of simple application in "C" language using automake or alternative methods for program assembly.
3. Work with large project and its history:
4. Good candidate is Linux kernel.

5. Examination and learning from history (git), development trees, configuration and building
6. Own work to implement simple character device.
7. Individual work:
8. The student selects work on their own or some existing project. The project should have the structure of a project using conventional programming languages (C, C++, Java, Mono) and should follow portability rules (POSIX) or should be targeted to some open source operating system/components development.
9. Work on project/patches, interaction with project community, consultations with exercises leader. Project result presentation and evaluation and rating of the work success, incorporation into mainline projects and the student's ability to cooperate and communicate with other team members.

**References:**

1. The Linux Documentation Project <http://tldp.org/>
2. GNU Operating System <http://www.gnu.org/>
3. Embedded Linux kernel and driver development, <http://free-electrons.com>.
4. Love R.: Linux Kernel Development (2nd Edition), Novell Press, 2005.
5. Corbet J., Rubini A., Kroah-Hartman G.: Linux Device Drivers (3rd Edition), O'Reilly Media, Inc., 2005, ISBN-10: 0596005903, ISBN-13: 978-0596005900

### 3.3.4 A4M38KRP: Komunikační rozhraní počítačů

**Název:** Komunikační rozhraní počítačů

**Garant:** Doc.Ing. Kocourek Petr CSc.

**Přednášející:** Doc.Ing. Kocourek Petr CSc. / Ing. Novák Jiří Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M38KRP](#)

**Anotace:** Posluchači se seznámí s běžnými rozhraními počítačů a konstrukcí jednotlivých typů periférií. Důraz je kladen zejména na vybrané typy rozhraní osobních počítačů (USB, PCI, PCI Express, IEEE1394, Express-Card), metalických i bezdrátové sítě (standardy IEEE802.x) a vybraných průmyslových rozhraní (EIA-485, EIA-232, CAN). Cílem je poskytnout informace nezbytné pro koncepční návrh otevřených systémů. Posluchači se seznámí se základními postupy technické a programové implementace komunikačních rozhraní.

#### Osnova:

1. Základní rozhraní počítačů (PS-2, IEEE 1248, VGA, DVI)
2. PCI, popis standardu a možnosti implementace
3. PCI Express, popis standardu a možnosti implementace
4. Rozhraní USB, stručný popis standardu a možnosti implementace
5. Firewire (IEEE1394) a jeho implementace
6. Rozhraní IEEE802.3, popis variant
7. Auto-negotiation, PoE, implementace
8. Standardy pro bezdrátové systémy (WiFi, Bluetooth)
9. Možnosti implementace bezdrátových rozhraní
10. Implementace protokolového zásobníku TCP/IP
11. Metody měření a analýzy komunikace na bezdrátových komunikačních kanálech
12. Tvorba ovladačů pro OS Windows a Linux (USB a PCI zařízení)
13. Využití hradlových polí FPGA pro implementaci komunikačních rozhraní
14. Průmyslová komunikační rozhraní EIA-485, EIA-232, CAN

#### Cvičení:

1. Úvod, představení laboratorních projektů, volba projektu
2. Práce na projektu (PCI, PCI-E, Ethernet, WiFi, Bluetooth, USB, ZigBee ?)
3. Práce na projektu
4. Práce na projektu
5. Práce na projektu
6. Práce na projektu
7. Práce na projektu
8. Prezentace stavu řešení projektu, dílčí hodnocení
9. Práce na projektu
10. Práce na projektu
11. Práce na projektu
12. Práce na projektu
13. Práce na projektu
14. Prezentace výsledků, zápočet

#### Literatura:

1. Hristu-Varsekalis, D.: Handbook of Networked and Embedded Control Systems, Birkhäuser Boston 2008, ISBN 978-0817632397
2. Axelson, J.: USB Complete, Lakeview Research 2005, ISBN: 978-1931448024
3. Axelson, J.: Embedded Ethernet and Internet Complete, Lakeview Research 2003, ISBN: 978-1931448000

**Poznámky v KOSu:** <http://measure.feld.cvut.cz/cs/vyuka/predmety/krp>

## Computer Interfaces

**Annotation:** Students are acquainted with common computer interfaces and design of peripherals. Selected PC interfaces (USB, PCI, PCI Express, IEEE1394, ExpressCard), metallic and wireless networks (IEEE802.x standards) and industrial interfaces (EIA-485, EIA-232, CAN ) are explained in detail. Project-oriented laboratories are focused on design and implementation of selected communication interface.

### Lectures:

1. Basic PC interfaces (PS-2, IEEE 1248, VGA, DVI)
2. PCI, detailed standard and implementation description
3. PCI Express, brief standard and implementation description
4. USB, detailed standard and implementation description
5. Firewire (IEEE1394) and its implementation
6. IEEE802.3 networks, physical layer variants
7. Auto-negotiation, PoE, HW and SW implementation
8. Wireless system standards (WiFi, Bluetooth, ZigBee)
9. Wireless connectivity implementation
10. TCP/IP stack implementation
11. Wireless communication measurement and analysis methods
12. Implementation of Windows and Linux drivers (USB and PCI devices)
13. Implementation of communication interfaces into the FPGA
14. Industrial communication interfaces (EIA-485, EIA-232, CAN)

### Labs, seminars:

1. Introduction of laboratory projects, project selection
2. Project implementation (PCI, PCI-E, Ethernet, WiFi, Bluetooth, USB, ZigBee)
3. Project implementation
4. Project implementation
5. Project implementation
6. Project implementation
7. Project implementation
8. Project status presentation and evaluation
9. Project implementation
10. Project implementation
11. Project implementation
12. Project implementation
13. Project implementation
14. Final project presentation, assesment

### References:

1. Hristu-Varsekalis, D.: Handbook of Networked and Embedded Control Systems, Birkhäuser Boston 2008, ISBN 978-0817632397
2. Axelson, J.: USB Complete, Lakeview Research 2005, ISBN: 978-1931448024
3. Axelson, J.: Embedded Ethernet and Internet Complete, Lakeview Research 2003, ISBN: 978-1931448000

### 3.3.5 A4M36PAP: Pokročilé architektury počítačů

**Název:** Pokročilé architektury počítačů

**Garant:** Doc.Ing. Šnorek Miroslav CSc.

**Přednášející:** Doc.Ing. Šnorek Miroslav CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M36PAP

**Anotace:** Předmět rozšiřuje znalosti studentů v oblasti architektury moderních počítačů. Pozornost je věnována zejména architektuře soudobých procesorů využívajících paralelismu na úrovni instrukcí a vláken, pokročilému proudovému zpracování informace a jeho důsledkům pro překladač, paměťovému a perifernímu subsystému a jejich optimálnímu návrhu. Při výkladu je kladen důraz na kvantitativní popis systému a jeho hodnocení z hlediska ceny a výkonu.

#### Osnova:

1. Úvod do moderní architektury počítačů, základní pojmy a trendy
2. Architektura proudově pracujícího RISC procesoru, hazardy a jejich řešení
3. Proudové zpracování komplexních instrukcí, problém přerušení
4. Superskalární procesory se statickým plánováním instrukcí
5. Superskalární procesory s dynamickým a spekulativním plánováním instrukcí
6. Algoritmy generování kódu a jeho optimalizace, procesory VLIW a EPIC
7. Pokročilý návrh paměťového subsystému - cache a podpora virtuální paměti
8. Návrh systémové architektury, systém hlavní paměti a propojení více procesorů
9. Problém koherence v multiprocessorovém systému s paměťovou hierarchií
10. Konzistenční modely a pravidla pro provádění instrukcí LD/ST
11. Limity ILP a vícevláknové procesory
12. Periferní zařízení a systémová architektura, přenos přes rozhraní
13. Sdílení datových cest, paměti v periferním subsystému, propustnost a zpoždění
14. Perspektivy dalšího vývoje architektury počítačů.

#### Cvičení:

1. Úvodní cvičení - rozdělení témat semestrálních projektů
2. Soubor instrukcí a jeho využití překladačem
3. Simulátor proudově pracujícího procesoru
4. Optimalizační algoritmy pro proudově pracující procesor
5. Simulátor superskalárního procesoru
6. Úvodní prezentace semestrálních projektů 7-11. Samostatné řešení semestrálních projektů 12-13. Prezentace výsledků semestrálních projektů Rezerva - zápočet

#### Literatura:

1. Hennesy, J. L., Patterson, D. A.: Computer Architecture : A Quantitative Approach, Third Edition, San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 2002
2. Dezsó Sima et. al. Advanced Computer Architectures : A Design Space Approach, New York, Addison Wesley Longman Inc. 1997
3. Shen, J.P., Lipasti, M.H.: Modern Processor Design : Fundamentals of Superscalar Processors, First Edition, New York, McGraw-Hill Inc., 2004
4. Shriver, B.D., Smith B.:The Anatomy of a High-Performance Microprocessor: A System Perspective, Los Alamitos, IEEE Computer Society, 1998

#### Poznámky v KOSu:

## Advanced Computer Architectures

**Annotation:** The knowledge in the field of modern computer architecture will be deepened in this course. Mainly the architecture of nowadays processors utilizing instruction and/or thread level parallelism and advanced pipelining is in the center of our attention. Emphasis will be devoted to the quantitative system description and price/achievement ratio evaluation.

### Lectures:

1. Introduction to the modern computer architecture, basic terminology and trends
2. RISC processor pipelined architecture, hazards and their solutions
3. Complex pipelined instructions, interrupts
4. Generic superscalar architecture
5. Superscalar architecture with dynamic and speculative instruction execution planning
6. VLIW and EPIC processors
7. Advanced memory subsystem design, cache and virtual memory subsystem
8. System architecture design, multi-processor architecture
9. Memory coherence in multiprocessor systems
10. Consistency models, LD/ST instruction execution rules
11. ILP limits, multithreading
12. Peripheral interfacing
13. Data paths sharing, throughput and delay
14. Architecture perspectives

### Labs, seminars:

1. Introduction, semester project assignment
2. Instruction set and compilation
3. Pipelined processor simulator
4. Optimization algorithms for pipelined processor
5. Superscalar processor simulator
6. Intro of semester projects presentation
7. -11. Semester projects processing
8. -14. Semester projects presentation and defense

### References:

1. Hennesy, J. L., Patterson, D. A.: Computer Architecture : A Quantitative Approach, Third Edition, San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 2002
2. Dezsó Sima et. al. Advanced Computer Architectures : A Design Space Approach, New York, Addison Wesley Longman Inc. 1997
3. Shen, J.P., Lipasti, M.H.: Modern Processor Design : Fundamentals of Superscalar Processors, First Edition, New York, McGraw-Hill Inc., 2004
4. Shriver, B.D., Smith B.:The Anatomy of a High-Performance Microprocessor: A System Perspective, Los Alamitos, IEEE Computer Society, 1998



### 3.3.6 A4M38AVS: Aplikace vestavných systémů

**Název:** Aplikace vestavných systémů

**Garant:** Ing. Fischer Jan CSc.

**Přednášející:** Ing. Fischer Jan CSc. / Ing. Sedláček Radek Ph.D.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2l

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M38AVS](#)

**Anotace:** Předmět prezentuje aplikace vestavných systémů a jejich specifika. Předpokládá se již zběhlost v programovacích technikách a je proto orientace více na popis a vysvětlení bloků a funkcí vestavěných systémů. Cílem je, aby absolvent kursu získal přehled o funkčních možnostech, výkonu a periferních zařízeních, vstupně výstupních a komunikačních blocích, který mu umožní se orientovat při volbě mikroprocesoru a mikrořadiče v daném vestavěném systému a jeho následném použití a programování.

#### Osnova:

1. Oblasti použití a činnosti mikroprocesoru a mikrořadiče ve vestavném systému, požadavky
2. Přehled mikroprocesorů a mikrořadičů používaných ve vest. syst., kritéria pro výběr typu
3. Aplikace mikrořadičů s 8-bitovou architekturou v "hluboce" vestavěných systémech
4. Přehled mikrořadičů s 32-bitovou architekturou ARM7, ARM9, Cortex M3
5. Vstupy a výstupy analogových a log. signálů (filtrace, ochrany, převodníky A/D, D/A, optické oddělení)
6. Signálové procesory pro vestavěné systémy, specializované bloky a funkce, možnosti, výkon
7. Přehled základních metod zpracování signálů a jejich implementace ve vest. systémech
8. Vstupy obrazového signálu (připojení CMOS obr. senzoru, videokodek), využití řadiče DMA
9. Návrh vest. systému s více mikrořadiči, spolupráce, rozdělení úkolů, kontrola funkce
10. Způsob návrhu a prostředky pro zajištění spolehlivé funkce vest. syst. odolného vůči chybám
11. Přehled aplikací vestavěných systémů v průmyslové a automobilní elektronice
12. Použití vestavěného systému v komunikačním zařízení
13. Příkladová studie - návrh systému pro spotřební elektroniku (snímání a zpracování obrazu)
14. Příkladová studie - návrh systému s CPU - ARM7, ARM9 pro monitorování a sběr dat

#### Cvičení:

1. Přístroje používané v laboratoři při vývoji vestavného systému
2. Programové vybavení, použití IDE pro ARM9 (STR910), programy pro domácí práci
3. Připojení klávesnice a grafického LCD zobrazovače
4. Dohlížecí obvod, využití pro spolehlivý běh programu za rušení
5. Spolupráce vestavného systému rozhraním Ethernet
6. Spolupráce více mikrořadičů s využitím sériové komunikace
7. Spolupráce systémů s využitím bezdrátového rozhraní (Zig Bee,?)
8. Zadáání projektu: Aplikace vestavného systému pro monitorování, záznam signálu a redukováného obrazu
9. Záznam dat do paměti Flash a do paměťové karty (MMC, SD)
10. Připojení obrazového senzoru CMOS, přenos a ukládání obrazu, využití DMA
11. Digitalizace signálu, AD převodník, číslicové zpracování signálu - filtrace
12. Grafické zobrazení výsledků na LCD a PC
13. Tvorba uživatelského rozhraní pro komunikaci
14. Závěrečné hodnocení, zápočet

#### Literatura:

1. Balch M: COMPLETE DIGITAL DESIGN A Comprehensive Guide to Digital Electronics and Computer System Architecture, McGRAW-HILL,2004, ISBN: 978-0071409278

#### Poznámky v KOSu:

## Embedded Systems Application

**Annotation:** This subject presents applications of typical embedded systems, and way, how optimise its design. There are presented blocks and functions embedded system and their use in typical applications (consumer, industrial, automotive,...).

### Lectures:

1. Microprocessor and microcontroller in an embedded system, requirements
2. Microprocessors and microcontrollers typically used in embedded systems
3. Application of 8-bit microcontrollers in a deep embedded system
4. Review microcontrollers with 32-bit architecture ARM7, ARM9, Cortex M3
5. Analog Inputs and outputs ( ADC, DAC, filtration, input protection)
6. DSP's used in embedded systems, their specialised blocks and functions
7. Review basic methods of digital signal processing and their implementation in embedded system
8. Input of a image signal to the embedded system (CMOS image sensor interfacing, DMA controller)
9. Design of embedded system with more microcontrollers, tasks partition
10. Design of a reliable and fault tolerant embedded system
11. Review of application of typical embedded systems
12. Use of embedded system in communication
13. Case study - embedded system design - consumer electronics (digital camera)
14. Case study - design of a data acquisition system

### Labs, seminars:

1. Instruments used in laboratory for system development
2. Programs (compiler, debugger, IDE) for ARM9 processor, programmes for home work
3. Keyboard and graphical LD interface
4. Supervisory circuit, its use in fault tolerant program
5. Ethernet controller interfacing
6. Co-operation of more controllers
7. Communication using wire less (Zeg Bee)
8. Project specification: embedded monitoring system with signal and reduced image recording
9. Recording using a FLASH memory and a memory card (MMC, SD)
10. Image sensor interfacing
11. Signal digitalisation, ADC, digital signal processing
12. Presentation of an acquired image on LCD and PC
13. User interface design
14. Final evaluation

### References:

1. Balch M: COMPLETE DIGITAL DESIGN A Comprehensive Guide to Digital Electronics and Computer System Architecture, McGRAW-HILL,2004, ISBN: 978-0071409278

### **3.3.7 A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt**

**Název:** Softwarový nebo výzkumný projekt

**Garant:** TBD

**Přednášející:** TBD

**Semestr:** Z,L

**Rozsah:** TBD

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B99SVP](#)

**Anotace:** TBD

**Software or Research Project**

## 3.4 Otevřená informatika, obor: Počítačové vidění a digitální obraz– Computer Vision and Image Processing

### 3.4.1 A4M33DZO: Digitální obraz

**Název:** Digitální obraz

**Garant:** Prof.Ing. Hlaváč Václav CSc.

**Přednášející:** Prof.Ing. Hlaváč Václav CSc. / Dr.Ing. Kybic Jan

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M33DZO](http://www.felk.cvut.cz)

**Anotace:** Předmět naučí zpracovávat 2D obraz za prvé jako signál bez interpretace. Bude vysvětleno pořízení obrazu, lineární i nelineární metody předzpracování a komprese obrazu. Za druhé naučíme metodám segmentace a registrace 2D obrazů. Látka je v laboratorních cvičeních procvičována na aplikačních příkladech, a tak student získá i praktické dovednosti. Detailnější info viz <http://cw.felk.cvut.cz/doku.php/courses/a4m33dzo/start>

#### Osnova:

1. DZO vs. počítačové vidění. Role interpretace. Objekty v obraze. Digitální obraz. Vzdálenostní transformace. Histogram jasu.
2. Fyzikální podstata obrazu. Pořízení obrazu z geometrického i radiometrického hlediska.
3. Zpracování v prostorové oblasti. Konvoluce, korelace. Filtrace šumu. Lineární a nelineární metody.
4. Fourierova transformace. Odvození vzorkovací věty. Frekvenční filtrace obrazů. Obnovení obrazu.
5. Transformace jasu, geometrické transformace, interpolace. Registrace I.
6. Detekce hran. Zpracování obrazu ve více měřících.
7. Barevné obrazy a zpracování barevných obrazů.
8. Segmentace obrazů I.
9. Segmentace obrazů II.
10. Registrace II.
11. Komprese obrazů.
12. Matematická morfologie.
13. Rezerva.

#### Cvičení:

1. MATLAB. Zadání 1. úlohy (entropie a obraz).
2. Konzultace. Samostatná práce.
3. Odevzdání 1. úlohy. Zadání 2. úlohy (Korelace pro vyhledávání vzoru)
4. Konzultace. Samostatná práce.
5. Odevzdání 2. úlohy. Zadání 3. úlohy (Geom. transformace, homografie)
6. Konzultace. Samostatná práce.
7. Konzultace. Samostatná práce.
8. Odevzdání 3. úlohy. Zadání 4. úlohy (Dekonvoluce)
9. Konzultace. Samostatná práce.
10. Konzultace. Samostatná práce.
11. Odevzdání 4. úlohy. Zadání 5. úlohy (Komprese obrazů)
12. Konzultace. Samostatná práce.
13. Odevzdání 5. úlohy. Zápočtový test.

**Literatura:**

1. Hlaváč, V., Sedláček, M.: Zpracování signálů a obrazů. Vydavatelství ČVUT, Praha 2007
2. Šonka, M., Hlaváč, V., Boyle, R.D.: Image processing, analysis and machine vision. 3. vydání, Thomson Learning, Toronto, Canada, 2007.
3. Svoboda, T., Kybic, J., Hlaváč, V.: Image processing, analysis and machine vision. The MATLAB Companion, Thomson Learning, Toronto, Canada, 2007.

**Digital image**

**Annotation:** First, the subject teaches how to process two-dimensional image as a signal without interpretation. Image acquisition, linear and nonlinear preprocessing methods and image compression will be studied. Second, image segmentation and registration methods will be taught. Studied topics will be practised on practical examples in order to obtain also practical skills.

**Lectures:**

1. Digital image processing vs. computer vision. Objects in images. Digital image. Distance transform. Brightness histogram.
2. Physical foundation of images. Image acquisition from geometric and radiometric point of view.
3. Processing in the spatial domain. Convolution. Correlation. Noise filtration. Linear and nonlinear methods.
4. Fourier transform. Derivation of the sampling theorem. Frequency filtration of images. Image restoration.
5. Brightness and geometric transformations, interpolation. Registration I.
6. Edge detection. Multiscale image processing.
7. Color images and processing of color images.
8. Segmentation I.
9. Segmentation II.
10. Registration II.
11. Image compression.
12. Mathematical morphology.
13. Reserve.

**Labs, seminars:**

1. MATLAB. Homework 1 assignment (image acquisition).
2. Consultations. Solving the homework.
3. Consultations. Solving the homework.
4. Consultations. Solving the homework.
5. Homework 1 handover. Homework 2 assignment (Fourier transformation).
6. Consultations. Solving the homework.
7. Consultations. Solving the homework.
8. Consultations. Solving the homework.
9. Homework 2 handover. Homework 3 assignment (image segmentation).
10. Consultations. Solving the homework.
11. Consultations. Solving the homework.
12. Consultations. Homework 3 handover.
13. Written test. Presentation of several best student homeworks.

**References:**

1. Šonka, M., Hlaváč, V., Boyle, R.D.: Image processing, analysis and machine vision. 3. vydání, Thomson Learning, Toronto, Canada, 2007.
2. Svoboda, T., Kybic, J., Hlaváč, V.: Image processing, analysis and machine vision. The MATLAB companion, Thomson Learning, Toronto, Canada, 2007.

### 3.4.2 A4M33MPV: Metody počítačového vidění

**Název:** Metody počítačového vidění

**Garant:** Doc.Dr.Ing. Matas Jiří

**Přednášející:** Doc.Dr.Ing. Matas Jiří

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M33MPV

**Anotace:** Předmět se zabývá vybranými problémy počítačového vidění: hledáním korespondencí mezi obrazy pomocí nalezení významných bodů a oblastí, jejich invariantního a robustního popisu a matchingu, dále sledováním obrazů, detekcí, rozpoznáváním a segmentací objektů v obrazech a ve videu, vyhledáváním obrázků ve velkých databázích a sledováním objektů ve video-sekvencích.

#### Osnova:

1. Úvod. Mapa předmětu. Přehled problémů a jejich aplikace.
2. Detekce bodů a oblastí zájmu: Harrisův operátor (detektor rohů), Laplacův operátor a jeho aproximace rozdílem Gausiánů, maximálně stabilní extrémní oblasti (MSER).
3. Deskriptory oblastí zájmu: SIFT (scale invariant feature transform), LBP (local binary patterns). Metoda lokálních afinních rámců pro zajištění geometrické invariance popisu.
4. Detekce geometrických primitiv (přímek, kružnic, elips, atd.). Houghova transformace. RANSAC (Random Sample and Consensus).
5. Segmentace I. Obraz jako markovské náhodné pole (MRF). Algoritmy formalizující segmentaci jako problém minimalizace řezu grafem.
6. Segmentace II. Level set metody
7. Inpainting. Přemalování objektu v obraze bez viditelných stop
8. Detekce objektů pomocí "scanning window"(Viola-Jones metody)
9. Hledání korespondencí a rozpoznávání objektů pomocí lokálního invariantního popisu.
10. Sledování objektů (tracking) I. KLT tracker, sledování Harrisových bodů pomocí korelace.
11. Sledování objektů (tracking) II. Metoda Mean-shift, kondenzace.
12. Image Retrieval I: Vyhledávání ve velkých obrazových databázích: popisy obrazů
13. Image Retrieval II: Vyhledávání ve velkých obrazových databázích: indexace, geometrická konzistence
14. Rezerva

#### Cvičení:

1. - 5. Slepování obrazu (image stitching).
2. - 9. Segmentace a inpainting ("přemalování" objektu v obraze na pozadí bez viditelných stop)
3. - 12. Detekce objektu pomocí metody klouzajícího okna
4. 14. Ověřování výsledků, úpravy algoritmů, odevzdávání úloh.

#### Literatura:

1. M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle. Image Processing, Analysis and Machine Vision. Thomson 2007
2. D. A. Forsyth, J. Ponce. Computer Vision: A Modern Approach. Prentice Hall 2003

**Poznámky v KOSu:** URL: <http://cw.felk.cvut.cz/doku.php/courses/a4m33mpv/start>

## Computer Vision Methods

**Annotation:** The course covers selected computer vision problems: search for correspondences between images via interest point detection, description and matching, image stitching, detection, recognition and segmentation of objects in images and videos, image retrieval from large databases and tracking of objects in video sequences.

### Lectures:

1. Introduction. Course map. Overview of covered problems and application areas.
2. Detectors of interest points and distinguished regions. Harris interest point (corner) detector, Laplace detector and its fast approximation as Difference of Gaussians, maximally stable extremal regions (MSER). Descriptions of algorithms, analysis of their robustness to geometric and photometric transformations of the image.
3. Descriptors of interest regions. The local reference frame method for geometrically invariant description. The SIFT (scale invariant feature transform) descriptor, local binary patterns (LBP).
4. Detection of geometric primitives, Hough transform. RANSAC (Random Sample and Consensus).
5. Segmentation I. Image as a Markov random field (MRF). Algorithms formulating segmentation as a min-cut problem in a graph.
6. Segmentation II. Level set methods.
7. Inpainting. Semi-automatic simple replacement of a content of an image region without any visible artifacts.
8. Object detection by the "scanning window" method, the Viola-Jones approach.
9. Using local invariant description for object recognition and correspondence search.
10. Tracking I. KLT tracker, Harris and correlation.
11. Tracking II. Mean-shift, condensation.
12. Image Retrieval I. Image descriptors for large databases.
13. Image Retrieval II: Search in large databases, indexing, geometric verification
14. Reserve

### Labs, seminars:

1. - 5. Image stitching. Given a set of images with some overlap, automatically find corresponding points and estimate the geometric transformation between images. Create a single panoramic image by adjusting intensities of individual images and by stitching them into a single frame.
2. - 9. Segmentation and inpainting. Implement a simple inpainting method, i.e. a method allowing semi-automatic simple replacement of a content of an image region without any visible artifacts.
3. -12. Detection of an instance of a class of objects (faces, cars, etc.) using the scanning window approach (Viola-Jones type detector).
4. -14. Submission and review of reports.

### References:

1. M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle. Image Processing, Analysis and Machine Vision. Thomson 2007
2. D. A. Forsyth, J. Ponce. Computer Vision: A Modern Approach. Prentice Hall 2003

### 3.4.3 A4M33TZ: Teoretické základy vidění, grafiky a interakce

**Název:** Teoretické základy vidění, grafiky a interakce

**Garant:** Prof. Ing. Hlaváč Václav CSc.

**Přednášející:** Prof. Ing. Hlaváč Václav CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M33TZ

**Prerekvizity:** A4B01DMA Diskrétní matematika A0B01LAG Lineární Algebra A0B01PSI Pravděpodobnost, statistika a teorie informace (Metoda nejmenších čtverců.) A4B01NUM Numerické metody (Řešení soustav lineárních rovnic.) A4B33OPT Optimalizace (Lineární programování) A4M33PAL Pokročilá algoritmizace (Generování náhodných čísel) A4M01TAL Teorie algoritmů (Pravděpodobnostní algoritmy)

**Anotace:** Vysvětlíme základy euklidovské, afinní a projektivní geometrie, model perspektivní kamery, transformaci obrazů při pohybu kamery a jeho normalizaci pro rozpoznávání objektů v obrazech. Představíme metody pro počítání s geometrickými objekty v obraze a v prostoru, pro odhad geometrických modelů z pozorovaných dat a pro výpočet geometrických a fyzikálních vlastností prostorových těles. Teoretické principy budeme demonstrovat na praktické úloze vytvoření mozaiky z obrazů, měření geometrie prostorových objektů kamerou a rekonstrukci geometrických a fyzikálních vlastností scény z jejích projekcí. Navážeme na matematicky aparát lineární algebry, teorie pravděpodobnosti, numerické matematiky a optimalizace. Připravíme základy pro výpočetní geometrii, počítačové vidění, počítačovou grafiku, zpracování obrazu a rozpoznávání objektů v obrazech.

#### Osnova:

1. Počítačové vidění, grafika a interakce - obor a předmět.
2. Model geometrie světa v afinním prostoru.
3. Matematický model perspektivní kamery.
4. Vztah mezi obrazy světa pozorovaného pohybující se kamerou.
5. Odhad geometrických modelů z obrazových dat.
6. Optimální aproximace body a přímkami v L2 a minimaxní metrice.
7. Projektivní rovina.
8. Projektivní, afinní a eukleidovský prostor.
9. Transformace projektivního prostoru. Invariance. Kovariance.
10. Náhodná čísla a jejich generování.
11. Randomizované výpočty modelů z dat.
12. Konstrukce geometrických objektů z bodů a rovin.
13. Výpočet vlastností prostorových objektů metodou Monte Carlo.
14. Opakování.

#### Cvičení:

1. P: Počítačové vidění, grafika a interakce (Zajímavé problémy v PGI - Computer-Vision-Show.ppt, Boujou, Reseni soustavy linearnich rovnic, Matice soustavy, hodnost matice)
2. P: Afinní prostor (Lineární prostor, afinní prostor, souřadná soustava, interpretace matice přechodu mezi bázemi lineárního prostoru.)
3. P: Matematický model perspektivní kamery (Perspektivní kamera, souřadná soustava kamery a její volba, vztah mezi souřadnicemi bodu v prostoru a souřadnicemi jeho projekce, projekční matice kamery.)
4. P: Pohyb kamery modelovaný lineární transformací souřadnic (Vztah mezi souřadnicemi korespondujících bodů v obrazech pořízených kamerou rotující okolo středu promítání, vztah mezi souřadnicemi obrazů bodů rovinné scény.)



5. P: Projektivní rovina a projektivní prostor (Axiomatická definice, nejmenší afinní a projektivní roviny, lineární reprezentace, nevlastní bod, nevlastní přímka, spojování a protínání.)
6. P: Reálná projektivní rovina (Model reálné projektivní roviny v afinním a vektorovém prostoru, reprezentace bodů a přímek podprostory lineárního prostoru, (homogenní) souřadnice bodu a přímky, vektorový součin jako operátor protínání a spojování).
7. P: Reálný projektivní prostor (Model prostoru, body, přímky, Plueckerovy souřadnice, roviny, operace s nimi, kamera v reálném projektivním prostoru)
8. P: Vzdálenost a úhel v euklidovském, afinním a metrickém prostoru. (Euklidovský skalární součin, vzdálenost v afinním prostoru, vzdálenost a úhel v projektivním prostoru, algebraická a geometrická reprezentace, měření úhlů a vzdáleností prutorových objektů v obrazech)
9. P: Transformace projektivního prostoru. Invariance. Kovariance. (Transformace euklidovského, afinního a projektivního prostoru. Hierarchie transformací, vztah k invariantům a grupám. Kovariantní a invariantní konstrukce).
10. P: Deterministické a randomizované výpočty v geometrii (Formulace problémů (RANSAC, konvexní obálka, sledování paprsku) pro deterministické a randomizované algoritmy, navázání na 5. přednášku - Generování náhodných čísel - A4M33PAL a 10. přednášku - Pravděpodobnostní algoritmy - A4M01TAL).
11. P: Konstrukce geometrických primitiv (RASNAC jako randomizovaný algoritmus v  $L_\infty$  normě, aproximace dat přímkou a homografií, výpočet konvexního obalu a lineární programování ve 2D)
12. P: Výpočet geometrických vlastností objektů (A random polynomial-time algorithm for approximating the volume of convex bodies).
13. P: Simulace fyzikálních vlastností scény (Metropolis light transport).

#### Literatura:

1. P. Ptak. Introduction to Linear Algebra. Vydavatelství CVUT, Praha, 2007.
2. E. Krajník. Maticovy počet. Skriptum. Vydavatelství CVUT, Praha, 2000.
3. R. Hartley, A. Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press, 2000.
4. M. Mortenson. Mathematics for Computer Graphics Applications. Industrial Press. 1999

**Poznámky v KOSu:** URL: <http://cmp.felk.cvut.cz/cmp/courses/TZ/>

### Theoretical foundations of computer vision, graphics, and interaction

**Annotation:** We will explain fundamentals of image and space geometry including Euclidean, affine and projective geometry, the model of a perspective camera, image transformations induced by camera motion, and image normalization for object recognition. Then we will study methods of calculating geometrical objects in images and space, estimating geometrical models from observed data, and for calculating geometric and physical properties of observed objects. The theory will be demonstrated on practical task of creating mosaics from images, measuring the geometry of objects by a camera, and reconstructing geometrical and physical properties of objects from their projections. We will build on linear algebra, probability theory, numerical mathematics and optimization and lay down foundation for other subjects such as computational geometry, computer vision, computer graphics, digital image processing and recognition of objects in images.

#### Lectures:

1. Computer vision, graphics, and interaction - the discipline and the subject.
2. Modeling world geometry in the affine space.
3. The mathematical model of the perspective camera.
4. Relationship between images of the world observed by a moving camera.
5. Estimation of geometrical models from image data.
6. Optimal approximation using points and lines in  $L_2$  and minimax metric.

7. The projective plane.
8. The projective, affine and Euclidean space.
9. Transformation of the projective space. Invariance and covariance.
10. Random numbers and their generating.
11. Randomized estimation of models from data.
12. Construction of geometric objects from points and planes using linear programming.
13. Calculation of spatial object properties using Monte Carlo simulation.
14. Review.

**Labs, seminars:**

1. Introduction, a-test 2-4 Linear algebra and optimization tools for computing with geometrical objects  
5-6 Cameras in affine space - assignment I 7-8 Geometry of objects and cameras in projective space -  
assignment II 9-10 Principles of randomized algorithms - assignment III. 11-14 Randomized algorithms  
for computing scene geometry - assignment IV.

**References:**

1. P. Ptak. Introduction to Linear Algebra. Vydavatelstvi CVUT, Praha, 2007.
2. E. Krajník. Maticovy pocet. Skriptum. Vydavatelstvi CVUT, Praha, 2000.
3. R. Hartley, A.Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press, 2000.
4. M. Mortenson. Mathematics for Computer Graphics Applications. Industrial Press. 1999

### 3.4.4 A4M33SAD: Strojové učení a analýza dat

**Název:** Strojové učení a analýza dat

**Garant:** Ing. Železný Filip Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Kléma Jiří Ph.D. / Ing. Železný Filip Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M33SAD](#)

**Prerekvizity:** Znalosti z předmětu RPZ.

**Anotace:** Předmět vysvětlí pokročilé metody strojového učení, které jsou užitečné pro analýzu dat tím, že automaticky objevují srozumitelné datové modely založené např. na grafové či pravidlové reprezentaci. Zvláštní pozornost je v předmětu věnována modelování multirelačních dat. V kursu bude též studován teoretický rámec vysvětlující, za jakých podmínek vyložené algoritmy obecně fungují.

#### Osnova:

1. Shluková analýza, k-means, hierarchické shlukování
2. Analýza hlavních a nezávislých komponent
3. Grafické pravděpodobnostní modely
4. Učení gramatik a Markovských modelů
5. Asociační pravidla, algoritmus Apriori
6. Vyhledávání častých podgrafů
7. Výpočetní teorie učení, konceptový prostor, PAC učení
8. PAC učení logických forem
9. Učení klasifikační pravidel, algoritmy AQ, CN2
10. Induktivní logické programování, nejmenší zobecnění, inverze důsledku
11. Učení z logických interpretací, relační rozhodovací stromy, relační rysy
12. Statistické relační učení: pravděpodobnostní relační modely
13. Statistické relační učení: Markovská logika
14. Učení z textů

#### Cvičení:

1. Vstupní test (prerekvizita RPZ). SW nástroje strojového učení (RapidMiner, WEKA).
2. Předzpracování dat, chybějící a odlehlé hodnoty. Shlukování.
3. Hierarchické shlukování, analýza hlavních komponent.
4. Parametrizace grafického pravděpodobnostního modelu
5. Hledání asociačních pravidel a častých podgrafů
6. Klasifikace, sestavení křivky učení a ROC křivky
7. Odchylka vs. variance, kombinace klasifikátorů
8. Zadáání samostatné úlohy.
9. Řešení samostatné úlohy.
10. Řešení samostatné úlohy.
11. Odevzdání samostatné úlohy.
12. Induktivní logické programování: systém Aleph
13. Statistické relační učení: systém Alchemy
14. Udělování zápočtů, rezerva.

#### Literatura:

1. V. Mařík et al. (eds): Umělá inteligence II, III, IV
2. T. Mitchell: Machine Learning, McGraw Hill, 1997
3. P. Langley: Elements of Machine Learning, Morgan Kaufman 1996
4. T. Hastie et al: The elements of Statistical Learning, Springer 2001
5. S. Džeroski, N. Lavrač: Relational Data Mining, Springer 2001
6. L. Getoor, B. Taskar (eds): Introduction to Statistical Relational Learning, MIT Press 2007

### **Poznámky v KOSu:**

## **Machine Learning and Data Analysis**

**Annotation:** The course explains advanced methods of machine learning helpful for getting insight into data by automatically discovering interpretable data models such as graph- and rule-based. Emphasis is given to the modeling of multi-relational data. The course will also address a theoretical framework explaining why/when the explained algorithms can in principle be expected to work.

### **Lectures:**

1. Cluster analysis, k-means algorithm, hierarchical clustering
2. Principal and independent component analysis.
3. Graphical probabilistic models
4. Grammar and Markov model learning
5. Association rules, the Apriori algorithm
6. Frequent subgraph search
7. Computational learning theory, concept space, PAC learning
8. PAC learning of logic forms
9. Classification rule learning. Algorithms AQ, CN2.
10. Inductive logic programming, least generalization, inverse entailment
11. Learning from logic interpretations, relational decision trees, relational features
12. Statistical relational learning: probabilistic relational models
13. Statistical relational learning: Markov logic
14. Learning from texts

### **Labs, seminars:**

1. Entry test (prerequisite course RPZ). SW tools for machine learning (RapidMiner, WEKA)
2. Data preprocessing, missing and outlying values, clustering
3. Hierarchical clustering, principal component analysis
4. Graphical probabilistic model parameterization
5. Association rule and frequent subgraph search
6. Classification. Learning and ROC curves.
7. Bias vs. variance, ensemble classification
8. Individual task assignment
9. Individual work
10. Individual work
11. Submission of completed assignments
12. Inductive logic programming: the Aleph system
13. Statistical relational learning: the Alchemy system
14. Credits

**References:**

1. T. Mitchell: Machine Learning, McGraw Hill, 1997
2. P. Langley: Elements of Machine Learning, Morgan Kaufman 1996
3. T. Hastie et al: The elements of Statistical Learning, Springer 2001
4. S. Džeroski, N. Lavrač: Relational Data Mining, Springer 2001
5. L. Getoor, B. Taskar (eds): Introduction to Statistical Relational Learning, MIT Press 2007
6. V. Mařík et al. (eds): Umělá inteligence II, III, IV (Czech)

### 3.4.5 A4M33TDV: 3D počítačové vidění

**Název:** 3D počítačové vidění

**Garant:** Doc.Dr.Ing. Šára Radim

**Přednášející:** Doc.Dr.Ing. Šára Radim

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M33TDV

**Prerekvizity:** Teoretické základy vidění, grafiky a interakce

**Anotace:** Předmět seznamuje s technikami rekonstrukce trojrozměrné scény z jejich obrazů. Student bude vybaven takovým porozuměním těmto technikám a jejich podstatě, aby byl schopen samostatně realizovat různé varianty jednoduchých systémů pro rekonstrukci trojdimenzionálních objektů z množiny obrazů či videa, pro doplnění virtuálních objektů do zdroje videosignálu, případně pro určení vlastní trajektorie na základě posloupnosti obrazů. Ve cvičeních bude student postupně budovat základ takového systému.

#### **Osnova:**

1. 3D počítačové vidění, jeho cíle a aplikace, obsah předmětu
2. Reálná perspektivní kamera
3. Kalibrace reálné perspektivní kamery
4. Epipolární geometrie
5. Výpočet matic kamer a souřadnic bodů z řídkých korespondencí
6. Autokalibrace
7. Konzistentní rekonstrukce mnoha kamer
8. Optimální rekonstrukce scény
9. Epipolární srovnání obrazů
10. Stereovidění
11. Algoritmy binokulárního stereoskopického párování, multikamerové algoritmy, carving
12. Tvar ze stínování a kontury
13. Tvar z textury, rozostření a barvy
14. Rekonstrukce povrchu

#### **Cvičení:**

1. Seznámení s programem cvičení a experimentálními daty, vstupní test
2. Kalibrace kamery bez radiálního zkreslení ze známé scény
3. Kalibrace kamery s radiálním zkreslením ze známé scény
4. Výpočet epipolární geometrie z 8 bodů
5. Výpočet epipolární geometrie ze 7 bodů, RANSAC
6. Konstrukce projekčních matic z epipolární geometrie, výpočet pohybu kamery a struktury scény
7. Autokalibrace vnitřních parametrů kamery
8. Konzistentní rekonstrukce systému mnoha kamer
9. Zpřesnění metodou vyrovnání svazku
10. Dokončení předchozích úloh
11. Epipolární rektifikace pro stereovidění
12. Stereoskopické párování dynamickým programováním
13. Rekonstrukce mraku 3D bodů
14. Rekonstrukce 3D náčrtku

#### **Literatura:**

1. R. Hartley and A. Zisserman. Multiple View Geometry. 2nd ed. Cambridge University Press 2003.
2. Y. Ma, S. Soatto, J. Kosecka, S.S. Sastry. An Invitation to 3D Vision. Springer 2004.

#### **Poznámky v KOSu:**

## 3D Computer Vision

**Annotation:** This course introduces methods and algorithms for 3D geometric scene reconstruction from images. The student will understand these methods and their essence well enough to be able to build variants of simple systems for reconstruction of 3D objects from a set of images or video, for inserting virtual objects to video-signal source, or for computing ego-motion trajectory from a sequence of images. The labs will be hands-on, the student will be gradually building a small functional 3D scene reconstruction system.

### Lectures:

1. 3D computer vision, goals and applications, the course overview
2. Real perspective camera
3. Calibration of real perspective camera
4. Epipolar geometry
5. Computing camera matrices and 3D points from sparse correspondences
6. Autocalibration
7. Consistent multi-camera reconstruction
8. Optimal scene reconstruction
9. Epipolar image rectification
10. Stereoscopic vision
11. Algorithms for binocular stereoscopic matching, multi-camera algorithms, carving
12. Shape from shading and contour
13. Shape from texture, defocus, and color
14. Surface reconstruction

### Labs, seminars:

1. Labs introduction and overview, experimental data, entrance test
2. Camera calibration without radial distortion from a known scene
3. Camera calibration with radial distortion from a known scene
4. Computing epipolar geometry from 8 points
5. Computing epipolar geometry from 7 points, RANSAC
6. Constructing projection matrices from epipolar geometry, computing camera motion and scene structure
7. Autocalibration of intrinsic camera parameters
8. Consistent reconstruction of a many-camera system
9. Accuracy improvement by bundle adjustment
10. Time slot to finish all pending assignments
11. Epipolar rectification for stereoscopic vision
12. Stereoscopic matching by dynamic programming
13. 3D point cloud reconstruction
14. 3D sketch reconstruction

### References:

1. R. Hartley and A. Zisserman. Multiple View Geometry. 2nd ed. Cambridge University Press 2003.
2. Y. Ma, S. Soatto, J. Kosecka, S.S. Sastry. An Invitation to 3D Vision. Springer 2004.

### 3.4.6 A4M39VG: Výpočetní geometrie

**Název:** Výpočetní geometrie

**Garant:** Prof.Ing. Žára Jiří CSc.

**Přednášející:** Ing. Felkel Petr Ph.D. / Prof.Ing. Žára Jiří CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M39VG

**Prerekvizity:** Znalost základních algoritmů řazení a vyhledávání, operační a paměťové složitost algoritmů. Výhodou je i znalost lineární algebry, základů počítačové grafiky a schopnost číst materiály v angličtině.

**Anotace:** Cílem výpočetní geometrie je analýza a návrh efektivních algoritmů pro určování vlastností a vztahů geometrických objektů. Řeší se problémy geometrického vyhledávání, problém polohy bodu, hledání konvexní obálky množiny bodů v d-rozměrném prostoru, problém hledání blízkých bodů, výpočet průniků polygonálních oblastí a poloprostorů, geometrie rovnoběžníků. Seznámíme se s novými směry návrhu algoritmů. Výpočetní geometrie nachází uplatnění nejen v geometrických aplikacích, ale i v obecných vyhledávacích problémech.

#### Osnova:

1. Výpočetní geometrie (VG), typické aplikace, techniky návrhu efektivních algoritmů
2. Geometrické vyhledávání
3. Geometrické vyhledávání 2
4. Konvexní obálka množiny bodů v rovině
5. Konvexní obálka množiny bodů v prostoru
6. Problémy blízkých bodů (proximity), Voronoiova diagram.
7. Aplikace Voronoiova diagramu.
8. 2D a 3D triangulace
9. Algoritmy výpočtu průsečíků množiny úseček.
10. Průniky polygonálních oblastí a poloprostorů
11. Geometrie rovnoběžníků.
12. Duální algoritmy.
13. Nové směry v návrhu algoritmů

#### Cvičení:

1. Seznámení s formou cvičení. Výběr témat.
2. Samostatná příprava prvních vystoupení
3. Vystoupení na zadané téma, diskuse. Hodnocení materiálů a projevu ostatními studenty, náměty na zlepšení.
4. Vystoupení na zadané téma
5. Vystoupení na zadané téma
6. Vystoupení na zadané téma
7. Vystoupení na zadané téma
8. Vystoupení na zadané téma
9. Vystoupení na zadané téma
10. Vystoupení na zadané téma
11. Vystoupení na zadané téma
12. Vystoupení na zadané téma
13. Zápočet



## Literatura:

1. Preparata F.P.- M.I.Shamos: Computational Geometry An Introduction. Berlin, Springer-Verlag,1985.
2. Edelsbrunner H.: Algorithms in Combinatorial Geometry. Berlin, Springer - Verlag, 1987.
3. de Berg, M.,van Kreveld, M., Overmars, M., Schvarzkopf, O.: Computational Geometry, Berlin, Springer, 1997.
4. O' Rourke, Joseph: Computational Geometry in C, Cambridge University Press, 1.vydání, 1994 nebo 2.vydání, 2000

## Poznámky v KOSu:

### Computational Geometry

**Annotation:** The goal of computational geometry is analysis and design of efficient algorithms for determining properties and relations of geometric entities. The lecture focuses on geometric search, point location, convex hull construction for sets of points in d-dimensional space, searching nearest neighbor points, computing intersection of polygonal areas, geometry of parallelograms. New directions in algorithmic design. Computational geometry is applied not only in geometric applications, but also in common database searching problems.

#### Lectures:

1. Computational geometry (CG), typical applications, effective algorithm design techniques
2. Geometric searching
3. Geometric searching 2
4. Planar convex hull
5. Convex hull in 3D
6. Proximity problems, Voronoi diagram.
7. Voronoi diagram applications.
8. 2D a 3D triangulations
9. Intersections of line segments
10. Intersections of polygonal areas and halfspaces
11. Geometry of parallelepipeds.
12. Dual algorithms.
13. New directions in algorithmic design

#### Labs, seminars:

1. Introduction to the form of the seminars, Selection of topics for assignment.
2. Individual preparation of the presentations
3. Presentations of the topic assigned, discussion. Evaluation of the presentation materials and evaluation of the speech by classmate students. Ideas for improvements.
4. Presentation of the topic assigned
5. Presentation of the topic assigned
6. Presentation of the topic assigned
7. Presentation of the topic assigned
8. Presentation of the topic assigned
9. Presentation of the topic assigned
10. Presentation of the topic assigned
11. Presentation of the topic assigned
12. Presentation of the topic assigned
13. Assignment

**References:**

1. Preparata F.P.- M.I.Shamos: Computational Geometry An Introduction. Berlin, Springer-Verlag,1985.
2. Edelsbrunner H.: Algorithms in Combinatorial Geometry. Berlin, Springer - Verlag, 1987.
3. de Berg, M.,van Kreveld, M., Overmars, M., Schwarzkopf, O.: Computational Geometry, Berlin, Springer, 1997.
4. O' Rourke, Joseph: Computational Geometry in C, Cambridge University Press, 1st ed, 1994 or 2nd ed, 2000

### **3.4.7 A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt**

**Název:** Softwarový nebo výzkumný projekt

**Garant:** TBD

**Přednášející:** TBD

**Semestr:** Z,L

**Rozsah:** TBD

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B99SVP](#)

**Anotace:** TBD

**Software or Research Project**

## 3.5 Otevřená informatika, obor: Počítačová grafika a interakce– Computer Graphics and Interaction

### 3.5.1 A4M39APG: Algoritmy počítačové grafiky

**Název:** Algoritmy počítačové grafiky

**Garant:** Prof.Ing. Žára Jiří CSc.

**Přednášející:** Prof.Ing. Žára Jiří CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M39APG](http://www.felk.cvut.cz/courses/A4M39APG)

**Prerekvizity:** Znalost některé ze základních grafických knihoven (OpenGL, DirectX), schopnost programovat aplikace s grafickým uživatelským rozhraním.

Web předmětu: <http://service.felk.cvut.cz/courses/X36APG/>

**Anotace:** Cílem předmětu je, aby studenti porozuměli základním problémům počítačové grafiky a jejich řešením. Důraz je kladen na použití grafických primitiv ve 2D a 3D pro modelování a zobrazování scén, použití barevných modelů, obrázků, základním problémům a řešením fotorealistických zobrazovacích metod.

#### **Osnova:**

1. Rastrová a vektorová grafika, rastrový obraz, rasterizace a vyhlazování čar.
2. Rasterizace kružnice a elipsy, typy čar.
3. Šrafování a vyplňování oblastí vzorem. Ořezávání.
4. Reprezentace 3D objektů, scéna, kamera, projekční transformace.
5. Zobrazování 3D těles, řešení viditelnosti.
6. Barvy, tříložková reprezentace spektra, barevné modely.
7. Odraz světla na površích, materiály, osvětlovací modely, BRDF, textury, mapování textur.
8. Sledování paprsku (ray tracing). Úvod do globálního osvětlení.
9. Monte Carlo sledování paprsku. Plošné zdroje světla.
10. Radiozitivní metoda výpočtu globálního osvětlení.
11. Obraz a jeho vlastnosti. Základy zpracování obrazu.
12. Komprese obrazu a obrazové formáty.
13. HDRI - Obrazy s vysokým rozsahem jasu.
14. Rezerva.

#### **Cvičení:**

1. Seznámení se semestrálními projekty, rozdělení do skupin
2. Zadání semestrálního projektu
3. Konzultace - práce s literaturou
4. Konzultace
5. Konzultace - uživatelské rozhraní
6. Konzultace
7. Konzultace - implementace
8. Konzultace
9. Konzultace - testování úlohy
10. Konzultace
11. Předvádění implementace semestrální úlohy
12. Veřejná prezentace semestrální úlohy

13. Rozbor a hodnocení písemné zprávy

14. Rezerva

#### **Literatura:**

1. ) Žára a kol. Moderní počítačová grafika, Computer Press, 2004.
2. 2) Foley, J., van Dam, A., Feiner, S., and Hughes, J. Computer Graphics: Principles and Practice, 2nd edition. Addison Wesley, 1997.
3. 3) The OpenGL Reference Manual - The Bluebook. [http://www.opengl.org/documentation/blue\\_book/](http://www.opengl.org/documentation/blue_book/)

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Algorithms of Computer Graphics**

**Annotation:** In this course you will get acquainted with basic problems and their solutions in computer graphics. The main topic of the course are graphics primitives in 2D and 3D for modeling and rendering, color models, image representations, and basic photorealistic rendering algorithms.

#### **Lectures:**

1. Raster and vector graphics, raster image, line drawing algorithms.
2. Circles, arcs, line types.
3. Hatching and filling algorithms.
4. Clipping algorithms.
5. 3D object representation, scene, camera, projections.
6. Rendering, visibility problems.
7. Colors, perception, color models.
8. Light reflection, lighting models, BRDF, textures, texture mapping.
9. Ray tracing. Global illumination.
10. Radiosity method.
11. Basic image processing methods.
12. Image compression, raster image file formats.
13. High dynamic range images.
14. Reserved.

#### **Labs, seminars:**

1. Introduction to the exercises, description of homework projects
2. Selection of homework projects
3. Consultation to homework projects - literature
4. Consultation to homework projects
5. Consultation to homework projects - user interface
6. Consultation to homework projects
7. Consultation to homework projects - implementation
8. Consultation to homework projects
9. Consultations to homework projects - testing
10. Consultation to homework projects
11. Project demonstration - implementation
12. Project presentation - scientific seminar
13. Evaluation of the projects and documentation
14. Assignment

#### **References:**

1. ) Foley, J., van Dam, A., Feiner, S., and Hughes, J. Computer Graphics: Principles and Practice, 2nd edition. Addison Wesley, 1997.
2. 2) The OpenGL Reference Manual - The Bluebook. [http://www.opengl.org/documentation/blue\\_book/](http://www.opengl.org/documentation/blue_book/)

### 3.5.2 A4M39NUR: Návrh uživatelského rozhraní

**Název:** Návrh uživatelského rozhraní

**Garant:** Prof.Ing. Slavík Pavel CSc.

**Přednášející:** Prof.Ing. Slavík Pavel CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M39NUR](http://amun.felk.cvut.cz/A4M39NUR)

**Prerekvizity:** Odkaz na stránky předmětu: <http://amun.felk.cvut.cz/A4M39NUR/>

**Anotace:** Studenti se v rámci předmětu seznámí hlouběji s teoretickými základy návrhu a vyhodnocování uživatelských rozhraní. Bude prezentováno široké spektrum formálních metod popisu uživatelských rozhraní a modelů uživatele. Zvládnutím těchto prostředků získají studenti základ jak pro praktické činnosti při návrhu a vyhodnocování uživatelských rozhraní tak i pro samostatnou výzkumnou činnost v daném oboru.

#### Osnova:

1. Úvod do problematiky uživatelských rozhraní. Metodika jejich návrhu. Typy uživatelských vstupů, kategorizace uživatelů
2. Uživatel a jeho chování. Tvorba person a jejich role při návrhu uživatelských rozhraní
3. Formální popisy/modely uživatelských rozhraní (stavové diagramy, Petriho síť ..)
4. Kognitivní aspekty návrhu uživatelských rozhraní. Zpracování informace v lidském mozku
5. Pokročilé metody zkoumání psychologických aspektů návrhu uživatelských rozhraní
6. Modely uživatelských rozhraní. Modely uživatele
7. Teoretický přístup k návrhu uživatelských rozhraní.
8. Nástroje pro specifikaci uživatelských rozhraní.
9. Cyklus návrhu uživatelských rozhraní. Funkce jednotlivých členů návrhářského týmu. (Grafický design, user experience ?)
10. Dokumentace procesu návrhu UI (zpracování výsledků uživatelských testů , forma zpracování dokumentace, ?)
11. Pokročilé metody pro zkoumání ergonomických aspektů návrhu uživatelských rozhraní.
12. Speciální uživatelská rozhraní (rozhraní pro seniory ve speciálních aplikacích, mobilní aplikace,..). Integrovaná uživatelská rozhraní. Metody vizuální reprezentace informace.
13. Rezerva

#### Cvičení:

1. Představení semestrálních prací, rozdělení do skupin.
2. Zadání semestrálních prací.
3. Konzultace se zadavateli.
4. -5. Uživatelský výzkum (tvorba person) - D1.
5. -6. Analýza UI (HTA, stavové diagramy, CCT, atd.) - D2.
6. -8. Low až Med-Fidelity prototyp - D3.
7. -11. High-Fidelity prototyp - D4.
8. -12. Testování (1. kognitivní průchod; 2. návrh testu použitelnosti; 3. návrh kvantitativního testu + statistika) - D5.
9. Závěrečná zpráva - D6.

#### Literatura:

1. Disman, M. Jak se vyrábí sociologická znalost: příručka pro uživatele. Praha: Karolinum, 2000. ISBN 80-246-0139-7.

2. Žára, J., Beneš, B., Sochor, J., Felkel, P. Moderní počítačová grafika (2. vydání). Praha: Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0454-0.
3. Shneiderman, B., Plaisant, C. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (4th Edition). Addison Wesley, 2004. ISBN 0321197860.
4. Nielsen, J. Usability Engineering. Morgan Kaufmann, 1993. ISBN0125184069.
5. Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., Carey, T. Human-Computer Interaction: Concepts And Design. Addison Wesley, 1994. ISBN 0201627698.
6. Kuniavsky, M. Observing the User Experience: A Practitioner's Guide to User Research. Morgan Kaufmann, 2003. ISBN 1558609237.

### **Poznámky v KOSu:**

## **User Interface Design**

**Annotation:** Students will get acquainted with the theory of human-computer communication and interaction (formal description of user interfaces, formal user models, the fundamentals of perception, cognition, and user information evaluation).

### **Lectures:**

1. Introduction in user interface design. Input device. User categories
2. User behavior. Creation of persons and their usage in UI design
3. Formal UI description/UI models (state diagrams, Petri nets?)
4. Cognitive aspects of UI design. Information processing in human brain
5. Advanced methods of investigation of psychological aspects of UI design
6. UI models. User models.
7. Theoretical foundations of UI design
8. Tools for UI specification
9. Design cycle of UI design. Roles of individual members of the UI design team
10. Documentation of UI design process (processing of test results, form of documentation ..)
11. Advanced methods for investigation of ergonomic aspects of UI design
12. Special UI (UIs for seniors, mobile applications, intelligent UIs, ..). Methods for visual presentation of information
13. Reserve

### **Labs, seminars:**

1. Presentation of semestral projects , definition of project groups.
2. Semestral projects assignments.
3. Consultations.
4. -5. User research (creation of persons) - D1.
5. -6. UI analysis (HTA, state diagrams, CCT, atd.) - D2.
6. -8. Low - Med-Fidelity prototype - D3.
7. -11. High-Fidelity prototype - D4.
8. -12. Testing (1. cognitive walkthrough; 2. Design of usability test; 3. Design of quantitative test + statistics) - D5.
9. Final report - D6.

### **References:**

1. Disman, M. Jak se vyrábí sociologická znalost: příručka pro uživatele. Praha: Karolinum, 2000. ISBN 80-246-0139-7.
2. Žára, J., Beneš, B., Sochor, J., Felkel, P. Moderní počítačová grafika (2. vydání). Praha: Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0454-0.
3. Shneiderman, B., Plaisant, C. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (4th Edition). Addison Wesley, 2004. ISBN 0321197860.
4. Nielsen, J. Usability Engineering. Morgan Kaufmann, 1993. ISBN0125184069.
5. Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., Carey, T. Human-Computer Interaction: Concepts And Design. Addison Wesley, 1994. ISBN 0201627698.
6. Kuniavsky, M. Observing the User Experience: A Practitioner's Guide to User Research. Morgan Kaufmann, 2003. ISBN 1558609237.



### 3.5.3 A4M39DPG: Datové struktury počítačové grafiky

**Název:** Datové struktury počítačové grafiky

**Garant:** Prof.Ing. Žára Jiří CSc.

**Přednášející:** Ing. Havran Vlastimil Ph.D.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M39DPG

**Prerekvizity:** Časová a paměťová složitost algoritmu, binární stromy a haldy, vyvažování stromů, vyhledávací algoritmy, prioritní fronty, základy architektury von Neumann.

Stránky předmětu s požadavky na: <http://service.felk.cvut.cz/courses/X36DPG/>

**Anotace:** Obsahem předmětu je seznámení se s datovými strukturami používanými v grafických algoritmech. Důraz je kladen na základní a hierarchické datové struktury nad bodovými a objektovými daty, z hlediska aplikací datové struktury pro vyhledávání nejbližšího souseda, metodu sledování paprsku, z-buffer a detekci kolizí. Na cvičení studenti řeší samostatný projekt.

#### Osnova:

1. Přehled přednášek, zopakování řazení a vyhledávání nad čísly, základní přehled algoritmů probíraných v předmětu, pravidla hry. Úvod do hierarchických a pravidelných datových struktur.
2. Incidenční operace mezi entitami používané v poč. grafice.
3. Bodové datové struktury a reprezentace.
4. Objektové a obrazkové reprezentace ve 2D a 3D.
5. Algoritmy pro vyhledávání nejbližších elementů.
6. Přibližné vyhledávací algoritmy pro vyhledávání. Aplikace algoritmů vyhledávání.
7. Algoritmy vyhledávání ve vysokodimenzionálních prostorech.
8. Datové struktury pro algoritmy sledování a vrhání paprsku a jejich aplikace I.
9. Datové struktury pro algoritmy sledování a vrhání paprsku a jejich aplikace II.
10. Datové struktury a algoritmy pro výpočet viditelnosti
11. Algoritmy pro detekci kolizí mezi objekty pro animace.
12. Pokročilé algoritmy pro detekci kolizí.
13. Rezerva.

#### Cvičení:

1. Úvod ke cvičení, popis domácích úloh.
2. Výběr domácích úloh studenty, konzultace k domácím úlohám.
3. Příklady na incidenční operace.
4. Konzultace k domácím úlohám.
5. Výkladová prezentace domácích úloh (4 studenti)
6. Výkladová prezentace domácích úloh (4 studenti)
7. Výkladová prezentace domácích úloh (4 studenti)
8. Konzultace k domácím úlohám.
9. Písemný test na 60 minut.
10. Výkladová prezentace domácích úloh (4 studenti).
11. Výkladová prezentace domácích úloh (4 studenti).
12. Demonstrační prezentace domácích úloh. (10 studentů)
13. Demonstrační prezentace domácích úloh. (10 studentů)

## Literatura:

1. Samet, H: The Design and Analysis of Spatial Data Structures, Addison Wesley 1994.
2. Samet, H: Applications of Spatial Data Structures, Addison Wesley, 1990.
3. Laurini, R. and Thompson D.: Fundamentals of Spatial Information Systems, Academic Press 1992.
4. Samet, H: Foundations of Multidimensional and Metric Data Structures, Morgan Kaufmann Publishers, 2006.
5. E. Langetepe and G. Zachmann: Geometric Data Structures for Computer Graphics, 2006.
6. C. Ericson: Real Time Collision Detection, Morgan Kauffman Publishers, 2005.
7. G. van den Bergen: Collision Detection in Interactive 3D Environments, Elsevier, 2004.
8. D. P. Mehta and S. Sahni: Handbook of Data Structures and Applications, Chapman and Hall/CRC, 2004

**Poznámky v KOSu:** Rozsah výuky v kombinované formě studia: 13+4

Typ cvičení: c

## Data Structures for Computer Graphics

**Annotation:** The main topic of the lectures are the data structures used in computer graphics. The basic and hierarchical data structures over point and object data will be addressed. The focus of the lectures and exercises is nearest and k-nearest neighbor search, ray shooting, z-buffer based visibility algorithms and collision detection. The students will have their own projects.

More information at webpage:

<http://service.felk.cvut.cz/courses/X36DPG/>

### Lectures:

1. Lectures overview, review of sorting and searching, review of computer graphics algorithms, questions to the course, rules of the game. Introduction to hierarchical and regular data structures used in CG
2. Incidence operations used in computer graphics
3. Point based representations and data structures
4. Object based and image based representations in 2D and 3D
5. Proximity search and its applications I.
6. Proximity search and its application II.
7. High-dimensional search algorithms.
8. Ray shooting and its applications I.
9. Ray shooting and its applications II.
10. Visibility algorithms based on z-buffer I.
11. Static collision detection.
12. Advanced collision detection.
13. Reserved.

### Labs, seminars:

1. Introduction to the exercises, description of homework projects
2. Selection of homework projects + consultation
3. Examples of incidence operations
4. Consultation to homework projects
5. Project presentation (4 participants)
6. Project presentation (4 participants)
7. Presentations (4 participants)

8. Consultations to homework projects
9. Written test for 60 minutes (plus perhaps some presentations)
10. Project presentation (4 participants)
11. Project presentations (4 participants)
12. Demonstration and evaluation of the projects (10x)
13. Demonstration and evaluation of the projects (10x)

**References:**

1. Samet, H: The Design and Analysis of Spatial Data Structures, Addison Wesley 1994.
2. Samet, H: Applications of Spatial Data Structures, Addison Wesley, 1990.
3. Laurini, R. and Thompson D.: Fundamentals of Spatial Information Systems, Academic Press 1992.
4. Samet, H: Foundations of Multidimensional and Metric Data Structures, Morgan Kaufmann Publishers, 2006.
5. E. Langetepe and G. Zachmann: Geometric Data Structures for Computer Graphics, 2006.
6. C. Ericson: Real Time Collision Detection, Morgan Kauffman Publishers, 2005.
7. G. van den Bergen: Collision Detection in Interactive 3D Environments, Elsevier, 2004.
8. D. P. Mehta and S. Sahni: Handbook of Data Structures and Applications, Chapman and Hall/CRC, 2004

### 3.5.4 A4M33TZ: Teoretické základy vidění, grafiky a interakce

**Název:** Teoretické základy vidění, grafiky a interakce

**Garant:** Prof. Ing. Hlaváč Václav CSc.

**Přednášející:** Prof. Ing. Hlaváč Václav CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M33TZ

**Prerekvizity:** A4B01DMA Diskrétní matematika A0B01LAG Lineární Algebra A0B01PSI Pravděpodobnost, statistika a teorie informace (Metoda nejmenších čtverců.) A4B01NUM Numerické metody (Řešení soustav lineárních rovnic.) A4B33OPT Optimalizace (Lineární programování) A4M33PAL Pokročilá algoritmizace (Generování náhodných čísel) A4M01TAL Teorie algoritmů (Pravděpodobnostní algoritmy)

**Anotace:** Vysvětlíme základy euklidovské, afinní a projektivní geometrie, model perspektivní kamery, transformaci obrazů při pohybu kamery a jeho normalizaci pro rozpoznávání objektů v obrazech. Představíme metody pro počítání s geometrickými objekty v obraze a v prostoru, pro odhad geometrických modelů z pozorovaných dat a pro výpočet geometrických a fyzikálních vlastností prostorových těles. Teoretické principy budeme demonstrovat na praktické úloze vytvoření mozaiky z obrazů, měření geometrie prostorových objektů kamerou a rekonstrukci geometrických a fyzikálních vlastností scény z jejích projekcí. Navážeme na matematicky aparát lineární algebry, teorie pravděpodobnosti, numerické matematiky a optimalizace. Připravíme základy pro výpočetní geometrii, počítačové vidění, počítačovou grafiku, zpracování obrazu a rozpoznávání objektů v obrazech.

#### Osnova:

1. Počítačové vidění, grafika a interakce - obor a předmět.
2. Model geometrie světa v afinním prostoru.
3. Matematický model perspektivní kamery.
4. Vztah mezi obrazy světa pozorovaného pohybující se kamerou.
5. Odhad geometrických modelů z obrazových dat.
6. Optimální aproximace body a přímkami v L2 a minimaxní metrice.
7. Projektivní rovina.
8. Projektivní, afinní a eukleidovský prostor.
9. Transformace projektivního prostoru. Invariance. Kovariance.
10. Náhodná čísla a jejich generování.
11. Randomizované výpočty modelů z dat.
12. Konstrukce geometrických objektů z bodů a rovin.
13. Výpočet vlastností prostorových objektů metodou Monte Carlo.
14. Opakování.

#### Cvičení:

1. P: Počítačové vidění, grafika a interakce (Zajímavé problémy v PGI - Computer-Vision-Show.ppt, Boujou, Reseni soustavy linearnich rovnic, Matice soustavy, hodnost matice)
2. P: Afinní prostor (Lineární prostor, afinní prostor, souřadná soustava, interpretace matice přechodu mezi bázemi lineárního prostoru.)
3. P: Matematický model perspektivní kamery (Perspektivní kamera, souřadná soustava kamery a její volba, vztah mezi souřadnicemi bodu v prostoru a souřadnicemi jeho projekce, projekční matice kamery.)
4. P: Pohyb kamery modelovaný lineární transformací souřadnic (Vztah mezi souřadnicemi korespondujících bodů v obrazech pořízených kamerou rotující okolo středu promítání, vztah mezi souřadnicemi obrazů bodů rovinné scény.)

5. P: Projektivní rovina a projektivní prostor (Axiomatická definice, nejmenší afinní a projektivní roviny, lineární reprezentace, nevlastní bod, nevlastní přímka, spojování a protínání.)
6. P: Reálná projektivní rovina (Model reálné projektivní roviny v afinním a vektorovém prostoru, reprezentace bodů a přímek podprostory lineárního prostoru, (homogenní) souřadnice bodu a přímky, vektorový součin jako operátor protínání a spojování).
7. P: Reálný projektivní prostor (Model prostoru, body, přímky, Plueckerovy souřadnice, roviny, operace s nimi, kamera v reálném projektivním prostoru)
8. P: Vzdálenost a úhel v euklidovském, afinním a metrickém prostoru. (Euklidovský skalární součin, vzdálenost v afinním prostoru, vzdálenost a úhel v projektivním prostoru, algebraická a geometrická reprezentace, měření úhlů a vzdáleností prutorových objektů v obrazech)
9. P: Transformace projektivního prostoru. Invariance. Kovariance. (Transformace euklidovského, afinního a projektivního prostoru. Hierarchie transformací, vztah k invariantům a grupám. Kovariantní a invariantní konstrukce).
10. P: Deterministické a randomizované výpočty v geometrii (Formulace problémů (RANSAC, konvexní obálka, sledování paprsku) pro deterministické a randomizované algoritmy, navázání na 5. přednášku - Generování náhodných čísel - A4M33PAL a 10. přednášku - Pravděpodobnostní algoritmy - A4M01TAL).
11. P: Konstrukce geometrických primitiv (RASNAC jako randomizovaný algoritmus v  $L_\infty$  normě, aproximace dat přímkou a homografií, výpočet konvexního obalu a lineární programování ve 2D)
12. P: Výpočet geometrických vlastností objektů (A random polynomial-time algorithm for approximating the volume of convex bodies).
13. P: Simulace fyzikálních vlastností scény (Metropolis light transport).

#### Literatura:

1. P. Ptak. Introduction to Linear Algebra. Vydavatelství CVUT, Praha, 2007.
2. E. Krajník. Maticovy pocet. Skriptum. Vydavatelství CVUT, Praha, 2000.
3. R. Hartley, A. Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press, 2000.
4. M. Mortenson. Mathematics for Computer Graphics Applications. Industrial Press. 1999

**Poznámky v KOSu:** URL: <http://cmp.felk.cvut.cz/cmp/courses/TZ/>

### Theoretical foundations of computer vision, graphics, and interaction

**Annotation:** We will explain fundamentals of image and space geometry including Euclidean, affine and projective geometry, the model of a perspective camera, image transformations induced by camera motion, and image normalization for object recognition. Then we will study methods of calculating geometrical objects in images and space, estimating geometrical models from observed data, and for calculating geometric and physical properties of observed objects. The theory will be demonstrated on practical task of creating mosaics from images, measuring the geometry of objects by a camera, and reconstructing geometrical and physical properties of objects from their projections. We will build on linear algebra, probability theory, numerical mathematics and optimization and lay down foundation for other subjects such as computational geometry, computer vision, computer graphics, digital image processing and recognition of objects in images.

#### Lectures:

1. Computer vision, graphics, and interaction - the discipline and the subject.
2. Modeling world geometry in the affine space.
3. The mathematical model of the perspective camera.
4. Relationship between images of the world observed by a moving camera.
5. Estimation of geometrical models from image data.
6. Optimal approximation using points and lines in  $L_2$  and minimax metric.

7. The projective plane.
8. The projective, affine and Euclidean space.
9. Transformation of the projective space. Invariance and covariance.
10. Random numbers and their generating.
11. Randomized estimation of models from data.
12. Construction of geometric objects from points and planes using linear programming.
13. Calculation of spatial object properties using Monte Carlo simulation.
14. Review.

**Labs, seminars:**

1. Introduction, a-test 2-4 Linear algebra and optimization tools for computing with geometrical objects  
5-6 Cameras in affine space - assignment I 7-8 Geometry of objects and cameras in projective space -  
assignment II 9-10 Principles of randomized algorithms - assignment III. 11-14 Randomized algorithms  
for computing scene geometry - assignment IV.

**References:**

1. P. Ptak. Introduction to Linear Algebra. Vydavatelstvi CVUT, Praha, 2007.
2. E. Krajník. Maticovy pocet. Skriptum. Vydavatelstvi CVUT, Praha, 2000.
3. R. Hartley, A.Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press, 2000.
4. M. Mortenson. Mathematics for Computer Graphics Applications. Industrial Press. 1999

### 3.5.5 A4M39MMA: Multimédia a počítačová animace

**Název:** Multimédia a počítačová animace

**Garant:** Ing. Berka Roman Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Berka Roman Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M39MMA](http://www.felk.cvut.cz)

**Prerekvizity:** Základní znalost C++. viz <http://service.felk.cvut.cz/courses/X36MMA/>

**Anotace:** Předmět je zaměřen na výklad metod používaných v oblasti počítačové animace. Studenti získají přehled současných problémů v oblasti počítačové animace. Porozumí jak rastrové animaci (převážně zpracování video sekvencí), tak i vektorové animaci a principům a algoritmům pro modelování pohybu a řízení vektorově reprezentovaných animovaných objektů.

#### Osnova:

1. Seznámení s předmětem, datové formáty
2. Editace videa a základní techniky stříhu
3. Technologie a standardy pro DVD
4. Stereoskopie
5. Zvuk
6. Syntéza a zpracování zvuku I
7. Syntéza a zpracování zvuku II
8. Vektorová animace, inverzní kinematika
9. Systémy pro zachytávání pohybu MOCAP
10. Dynamika, částicové systémy
11. Modelování šatů
12. Modelování a animace lidské tváře
13. Často užívané algoritmy pro počítačovou animaci

#### Cvičení:

1. Seznámení s tématy projektů a jejich zadání
2. Konzultace k zadání projektu
3. Práce na projektu
4. Konzultace a kontrola průběhu práce č. 1
5. Práce na projektu
6. Konzultace a kontrola průběhu práce č. 2
7. Práce na projektu
8. Konzultace a kontrola průběhu práce č. 3
9. Práce na projektu
10. Konzultace a kontrola průběhu práce č. 4
11. Práce na projektu
12. Konzultace a kontrola průběhu práce č. 5
13. Odevzdání projektu
14. Zápočet

#### Literatura:

1. Blinn, J. Jim Blinn Corner Dirty Pixels. Morgan Kaufmann, 1998. ISBN 1558604553.

2. Taylor, J. DVD Demystified. McGraw-Hill Professional, 2000. ISBN 0071350268.
3. Watt, A., Watt, M. Advanced Animation and Rendering Techniques. Addison-Wesley Professional, 1992. ISBN 0201544121.
4. Feynman, R. P. Feynman's Lectures on Physics. <http://www.feynmanlectures.info/>
5. Weil, J. The Synthesis of Cloth Objects Proceedings of the Siggraph 1986, volume 20(4), pages 49-53
6. Reddy, M. Perceptually Modulated Level of Detail for Virtual Environments, PhD thesis, University of Edinburgh, 1997.

### **Poznámky v KOSu:**

## **Multimedia and Computer Animation**

**Annotation:** The course gives students an overview of contemporary problems in the area of computer animation. The course is divided into two parts. The first part is devoted to raster animation (video processing). The second part is focused on vector animation; here, the principles and algorithms for motion modeling and motion control of rigid body models are presented.

### **Lectures:**

1. Course overview, data formats for computer animation.
2. Digital video editing.
3. Technologies and standards for DVD.
4. Stereoscopy
5. Sound
6. Sound synthesis and processing I
7. Sound synthesis and processing II
8. Vector-based animation, inverse kinematics.
9. Motion capture systems
10. Dynamics, particle systems.
11. Animation of cloth.
12. Facial animation.
13. Typical algorithms used in computer animation.

### **Labs, seminars:**

1. Overview of the course and projects.
2. Consultations to projects.
3. Consultations to projects.
4. The first check point - overview of known solutions.
5. Consultations to projects.
6. The second check point - a method suggestion.
7. Consultations to projects.
8. The third check point - implementation.
9. Consultations to projects.
10. The fourth check point - testing.
11. Consultations to projects.
12. The fifth checkpoint - preparation of documentation.
13. Presentations to projects.
14. Crediting.



**References:**

1. Watt, Alan H., Watt, M. Advanced Animation and Rendering Techniques, Addison Wesley, 1992
2. Žára, J., Beneš, B., Felkel, P. The Modern Computer Graphics, Computer Press, 1998, (in Czech)
3. Badler, N. and Zeltzer, D. Making Them Move - Mechanics Control and Animation of Articulated Figures, Morgan Kaufmann Publishers, 1991
4. Taylor, J.: DVD Demystified, McGraw-Hill Professional; 2nd edition (December 22, 2000)

### 3.5.6 A4M39VIZ: Vizualizace

**Název:** Vizualizace

**Garant:** Prof.Ing. Slavík Pavel CSc.

**Přednášející:** Prof.Ing. Slavík Pavel CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M39VIZ](http://www.felk.cvut.cz/courses/A4M39VIZ/)

**Prerekvizity:** Odkaz na stránky předmětu: <http://service.felk.cvut.cz/courses/A4M39VIZ/>

**Anotace:** V rámci tohoto předmětu budou studenti seznámeni s teoretickými základy vizualizace a seznámí se také s příklady vizualizace na konkrétních úlohách z praxe. Vizualizační metody jsou orientované na maximální využití technických možností počítačů, ale také na správné využití perceptivních schopností (a omezení) člověka. Vhodně zvolené vizualizační metody tedy mohou pomoci objevit skryté závislosti mezi danými daty, které nemusí být na první pohled zřejmé. Tím je umožněna přesnější analýza daných dat či hlubší vhled do problému, který daná data reprezentují.

#### Osnova:

1. Motivace pro vizualizaci dat, historie, kategorie vizualizace (infovis, scivis, software visualization atd.)
2. Vizualizace skalárních dat (visualization pipeline, redukce dat atd.)
3. Vizualizace vektorových dat (problémy vizualizace ve 2D, 3D)
4. Vizualizace objemových dat (marching cube, cuberille, )
5. Vizualizace objemových dat - pokr. (zobrazování volumetrických dat, topologické problémy)
6. Problémy vizualizace dynamických dat (animace, časová lupa )
7. Vizualizace informace (HomeFinder, Treemaps, hyperbolická geometrie )
8. Problematika percepce a interpretace vizualizovaných dat (otázka kontextu, parametrů lidské percepce, psychologické otázky , )
9. Problematika simulace a vizualizace (příklady vizualizace technologických procesů)
10. Problematika vizualizace medicínských dat (tomograf, magnetická rezonance, plánování operací, ...)
11. Ilustrace - ilustrace pohybu, medicínská ilustrace, technická ilustrace
12. Software visualization (vizualizace chování software za běhu, vizualizace údržby SW, animace algoritmů a stavových diagramů)
13. Problematika Visual data mining (co je to data mining obecně a proč vizualizace jak pomůže), praktické příklady aplikací Visual data mining (ve spolupráci s neuronovou skupinou)
14. Rezerva.

#### Cvičení:

1. Zadání semestrální práce
2. Zadání semestrální práce
3. Konzultace k semestrální práci
4. Konzultace k semestrální práci
5. Konzultace k semestrální práci
6. Konzultace k semestrální práci
7. Kontrola stavu semestrální práce
8. Konzultace k semestrální práci
9. Konzultace k semestrální práci
10. Konzultace k semestrální práci
11. Konzultace k semestrální práci

12. Odevzdávání semestrální práce
13. Odevzdávání semestrální práce
14. Zápočet

#### **Literatura:**

1. Fayyad, U., Grinstein, G.G., Wierse, A.: Information Visualization in Data Mining and Knowledge Discovery, Morgan Kaufmann, 2002
2. Stasko, J., Domingue, J., Brown, M.H., Price, B.A.: Software Visualization, MIT Press, 1998
3. Chen, Ch.: Information Visualization and Virtual Environments, Springer, 1999

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Visualization**

**Annotation:** In this course, you will get the knowledge of theoretical background for visualization and the application of visualization in real-world examples. The visualization methods are aimed at exploiting both the full power of computer technologies and the characteristics (and limits) of human perception. Well-chosen visualization methods can help to reveal hidden dependencies in the data that are not evident at the first glance. This in turn enables a more precise analysis of the data, or provides a deeper insight into the core of the particular problem represented by the data.

#### **Lectures:**

1. Motivation for data visualization, history, categories of visualization (infovis, scivis, software visualization,..)
2. Visualization of scalar data (visualization pipeline, data reduction)
3. Visualization of vector data (problems of visualization in 2D, 3D,..)
4. Visualization of volume data (marching cube, cuberille)
5. Visualization of volume data (volume data rendering, topological problems of volume data rendering,..)
6. Visualization of dynamic data (animation, time scale,..)
7. Information visualization (HomeFinder, TreeMaps, hyperbolic geometry)
8. Perception and interpretation of visualized data (context, human perception, psychology of perception)
9. Simulation and visualization (e.g. simulation and visualization of technological processes)
10. Visualization of medical data (tomography. Operation planning)
11. Technical illustration, medical illustration
12. Software visualization (visualization of software behavior, visualization of software maintenance ..)
13. Problems of visual data mining. Applications of visual data mining (relation to neural computing)
14. Reserve

#### **Labs, seminars:**

1. Semestral project assignement
2. Semestral project assignement
3. Consultations to semestral project
4. Consultations to semestral project
5. Consultations to semestral project
6. Consultations to semestral project
7. Checkpoint of semestral project
8. Consultations to semestral project
9. Consultations to semestral project

10. Consultations to semestral project
11. Consultations to semestral project
12. Semestral project presentation
13. Semestral project presentation
14. Semestral project assessment

**References:**

1. Fayyad, U., Grinstein, G.G., Wierse, A.: Information Visualization in Data Mining and Knowledge Discovery, Morgan Kaufmann, 2002
2. Stasko, J., Domingue, J., Brown, M.H., Price, B.A.: Software Visualization, MIT Press, 1998
3. Chen, Ch.: Information Visualization and Virtual Environments, Springer, 1999

### **3.5.7 A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt**

**Název:** Softwarový nebo výzkumný projekt

**Garant:** TBD

**Přednášející:** TBD

**Semestr:** Z,L

**Rozsah:** TBD

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B99SVP](#)

**Anotace:** TBD

**Software or Research Project**

## 3.6 Otevřená informatika, obor: Softwarové inženýrství– Software Engineering

### 3.6.1 A4M33NMS: Návrh a modelování softwarových systémů

**Název:** Návrh a modelování softwarových systémů

**Garant:** Doc.Ing. Kouba Zdeněk CSc.

**Přednášející:** Doc.Ing. Kouba Zdeněk CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M33NMS](http://www.felk.cvut.cz)

**Prerekvizity:** Požadavky ke zkoušce <http://krizik.felk.cvut.cz/moodle/course/info.php?id=23>

**Anotace:** Cílem předmětu je seznámit studenty s procesem návrhu softwarového systému od sběru požadavků až po detailní objektový návrh. Předmět bude vycházet z existujících metodik vývoje, zejména objektových, a jako převažující formalismus bude využit jazyk UML. Předmět bude zaměřen zejména na analýzu spolehlivosti a formální a neformální metody snížení chybovosti ve fázi návrhu a designu.

#### Osnova:

1. Uživatelské požadavky, definice funkcionality systému, formální a neformální postupy uživatelské specifikace
2. Technická specifikace, návrh struktury systému, vztah mezi funkcionálními a nefunkcionálními požadavky na systémy
3. Popis a použití jazyka UML
4. Návrh systému pomocí UML
5. Objektový návrh
6. Objektový návrh
7. Objektový návrh
8. Komponentový návrh, identifikace modulu, zásady tvorby API
9. Distribuované komponenty, distribuované systémy, návrh a formalismy
10. Návrh distribuovaných systémů, vlastnosti distribuovaných systémů
11. Synchronní a asynchronní systémy, systémy řízené událostmi
12. Integrace systému, chybovost, propagace chyb
13. Integrace mezi systémy, integrace externích datových zdrojů, externí závislosti
14. Řízení rizika vývoje, technický plán projektu

#### Cvičení:

1. Organizace, bezpečnost, podmínky udělení zápočtu
2. Uživatelské požadavky, specifikace požadavků
3. Technická specifikace, návrh struktury systému, funkcionální a nefunkcionální požadavky
4. Příklady modelování v jazyce UML - modely požadavků a tříd
5. Modely komunikace a spolupráce v UML, zadání semestrálních prací
6. Samostatná práce - objektový návrh
7. Samostatná práce - objektový návrh
8. Samostatná práce - komponentový návrh, tvorba rozhraní
9. Příklad návrhu distribuovaného systému
10. Systémy řízené událostmi
11. Integrace datových zdrojů

12. Prezentace semestrálních prací
13. Prezentace semestrálních prací
14. Zápočty

**Literatura:**

1. Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F., Lorenson, W.: Object-oriented Modelling and Design. Prentice Hall, 1991
2. Beneš, J.: Manažerské informační systémy. Automatizace, 2000
3. Mařík a kol.: Umělá inteligence I-IV. Academia. Praha, 1999-2001

**Poznámky v KOSu:**

**Design and Modeling of Software Systems**

**Annotation:** The subject introduces to the design process of a software system from requirements gathering to a detailed object-oriented design. It is based on existing development methodologies, especially object-oriented, and the UML language will be used as a dominant formalism. The subject is oriented mainly on reliability analysis and formal and informal methods to reduce error rate in design phases.

**Lectures:**

1. User requirements, system functionality definition, formal and informal procedures to user specification
2. Technical specification, structural system design, relationship of functional and non-functional requirements on systems
3. Description and use of UML language
4. System design using UML
5. Object-oriented design
6. Object-oriented design
7. Object-oriented design
8. Component design, module identification, guidelines for creating API
9. Distributed components, distributed systems, design and formalisms
10. Distributed system design, properties of distributed systems
11. Synchronous and asynchronous systems, event-driven systems
12. System integration, error rate, error propagation
13. Integration of systems, integration of external data sources, external dependencies
14. Design risk management, technical plan of the project

**Labs, seminars:**

1. Organization, safety rules, rules for credit assignment
2. User requirements, requirements specification
3. Technical specification, structural system design, functional and non-functional requirements
4. Examples of modeling in UML language - requirements and class models
5. Communication and collaboration models in UML, semestral work assignment
6. Autonomous work - object-oriented design
7. Autonomous work - object-oriented design
8. Autonomous work - component design, interface design
9. Example of distributed system design
10. Event-driven systems
11. Data source integration

12. Semestral work presentation
13. Semestral work presentation
14. Credits

**References:**

1. Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F., Lorensen, W.: Object-oriented Modelling and Design. Prentice Hall, 1991



### 3.6.2 A4M35OSP: Open-Source programování

**Název:** Open-Source programování

**Garant:** Ing. Píša Pavel

**Přednášející:** Doc.Dr.Ing. Hanzálek Zdeněk / Ing. Píša Pavel

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M35OSP](#)

**Prerekvizity:** Dobrá znalost jazyka C a alespoň základní zkušenosti s multithreadovým programováním v POSIXových systémech. Základní znalost skladby hardware počítačových systémů a logických obvodů je též nutnou podmínkou pro pochopení probírané látky a HW, SW návazností.

**Anotace:** Studenti se seznámí s open-source projekty a technikami ověřenými při programování rozsáhlejších aplikací a operačních systémů. Budou uvedeny důvody, které vedly k založení projektu GNU, a vysvětleno, proč může být tento přístup vhodnou platformou i pro spolupráci komerčních firem. Dále budou popsány standardní nástroje pro tvorbu, správu, ladění a testování zdrojových kódů a základní skladba operačního systému POSIXového typu. Předložen bude i úvod do tvorby ovladačů pro takovéto operační systémy a skladby uživatelských a grafických knihoven. Závěrečný blok přednášek bude zaměřen na využití popsaných technik ve vestavných aplikacích a pro řízení v reálném čase.

#### Osnova:

1. Úvodní slovo o předmětu; Open-source software, projekt GNU, licence a operační systémy vycházející z jeho filozofie
2. GNU - vznik základních vývojových nástrojů a jejich použití
3. Přehled významných Open-source projektů (i pro výběr semestrální práce)
4. Založení vlastního projektu a zapojení se do existujícího projektu
5. Technická infrastruktura (správa verzí a chyb, komunikace, wiki)
6. Komerční model; Sociální a rozhodovací struktury
7. Mezilidská komunikace
8. Vydávání verzí, příprava balíčků a průběžný vývoj
9. Dobrovolníci, vývoj a větvení projektů
10. Licence, autorská práva a patenty
11. Cílové platformy, přenositelnost a open-source hardware
12. Linuxové jádro - vznik, vývoj, skladba a ovladače
13. Trendy a výhled do budoucnosti

#### Cvičení:

1. Seznámení s vývojovými nástroji a prostředím GNU/Linux:
2. Tvorba jednoduché aplikace v jazyce C, využití automake a případných dalších metod k sestavování programu
3. Práce s rozsáhlým projektem a jeho historií:
4. Vhodným kandidátem je Linuxové jádro
5. Procházení historií (git), vývojové stromy, konfigurace a kompilace
6. Tvorba jednoduchého znakového ovladače
7. Samostatná práce:
8. Výběr z nabídky prací na různých open-source projektech nebo návrh vlastní (úprav existujícího projektu, či založení projektu nového). Projekty mohou být z celé škály softwarových projektů, preferované jsou projekty zabývající se programováním na úrovni tradičních jazyků (C, C++, Java, Mono) buď plně přenositelných aplikací (POSIX) nebo programování na systémové úrovni.

9. Práce na projektu/úpravách, komunikace s komunitou okolo projektu, konzultace se cvičícími  
Prezentace výsledků a hodnocení úspěšnosti, míry začlenění do projektu i studentovi komunikace s dalšími členy týmu.

#### **Literatura:**

1. The Linux Documentation Project <http://tldp.org/>
2. Popis programátorských technik v Unixu [http://dce.felk.cvut.cz/pos/os\\_api/unix.html](http://dce.felk.cvut.cz/pos/os_api/unix.html)
3. GNU Operating System <http://www.gnu.org/>
4. Embedded Linux kernel and driver development, <http://free-electrons.com>.
5. Love R.: Linux Kernel Development (2nd Edition), Novell Press, 2005.
6. Corbet J., Rubini A., Kroah-Hartman G.: Linux Device Drivers (3rd Edition), O'Reilly Media, Inc., 2005, ISBN-10: 0596005903, ISBN-13: 978-0596005900

#### **Poznámky v KOSu:**

Stránky předmětu: <http://rtime.felk.cvut.cz/osp/> .

### **Open-source programming**

**Annotation:** The subject provides insight into world of open-source projects and techniques proved to be useful for larger applications and operating systems development. Reasons leading to the founding of GNU project is discussed and possible advantages of this approach for cooperation even for commercial subjects is shown. Usual tools used for development, debugging and source code control and functional testing are described. Description of POSIX type operating system structure and introduction to the driver development, user-space libraries and user graphics environments comes next. The last topic is introduction how to use earlier described techniques and support for embedded applications development and real-time control.

#### **Lectures:**

1. Introductory words for subject; Open-source software, project GNU, license and operating systems and projects based on its philosophy
2. GNU project - foundation of basic development tools and their use
3. Overview of major Open-source projects (even as guide for choice of semester work)
4. Founding of independent project and participation in existing project
5. Tools infrastructure (version control, bug tracking, communication, wiki)
6. Commercial model; Social and decision making concept
7. Inter-developers communication
8. Version releasing, packaging and continual development
9. Volunteers, evolution and branching
10. Licenses, copyrights and patents
11. Target platforms, portability and open-source hardware
12. Linux kernel - foundation, development, structure and drivers
13. Future trends and development

#### **Labs, seminars:**

1. Introduction to GNU/Linux system environment and overview of development tools:
2. Implementation of simple application in "C" language using automake or alternative methods for program assembly.
3. Work with large project and its history:
4. Good candidate is Linux kernel.

5. Examination and learning from history (git), development trees, configuration and building
6. Own work to implement simple character device.
7. Individual work:
8. The student selects work on their own or some existing project. The project should have the structure of a project using conventional programming languages (C, C++, Java, Mono) and should follow portability rules (POSIX) or should be targeted to some open source operating system/components development.
9. Work on project/patches, interaction with project community, consultations with exercises leader. Project result presentation and evaluation and rating of the work success, incorporation into mainline projects and the student's ability to cooperate and communicate with other team members.

**References:**

1. The Linux Documentation Project <http://tldp.org/>
2. GNU Operating System <http://www.gnu.org/>
3. Embedded Linux kernel and driver development, <http://free-electrons.com>.
4. Love R.: Linux Kernel Development (2nd Edition), Novell Press, 2005.
5. Corbet J., Rubini A., Kroah-Hartman G.: Linux Device Drivers (3rd Edition), O'Reilly Media, Inc., 2005, ISBN-10: 0596005903, ISBN-13: 978-0596005900

### 3.6.3 A0M33PIS: Průmyslové informační systémy

**Název:** Průmyslové informační systémy

**Garant:** Ing. Vlček Tomáš CSc.

**Přednášející:** Ing. Vlček Tomáš CSc.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A0M33PIS](#)

**Prerekvizity:** Základní znalosti relačních DBMS, základní znalosti počítačových sítí

**Anotace:** Cílem předmětu je seznámit studenty s informační podporou průmyslových systémů řízených a integrovaných s výpočetními systémy a umožnit jim formálně uvažovat o požadavcích na tyto systémy. Předmět se zabývá infrastrukturní podporou, modelováním výrobních systémů a podniků, datových toků v nich, funkčními modely a nástroji pro modelování nefunkcionálních aspektů těchto systémů, zejména otázkami stability, kapacitního plánování, bezpečnosti a řízení kvality.

#### Osnova:

1. Informační systém jako ekonomický nástroj, TCO, ROI, cena výpadku a chyb. Podniková informatika a role výpočetní techniky na různých úrovních podniku. Druhy informace, jejich zdroje a procesy ve výrobním podniku.
2. Systémy řízení kvality, jejich struktura a příklady řešení, klasické a moderní nástroje zlepšování kvality, strategie plánování kvality
3. Informační systémy v podniku, funkce a procesy, plánování podnikových zdrojů (ERP), informační podpora plánování zdrojů.
4. Analýza a modelování informačních toků ve výrobním podniku, metodologie SSADM, IDEF0.
5. Řízení vztahu k zákazníkům (CRM), call centra, řízení podnikového obsahu/dokumentace (ECM).
6. Bankovní a finanční systémy, elektronické vypořádávání transakcí.
7. Systémy pro manažerské rozhodování: business intelligence, data mining, řízení rizika, predikční systémy.
8. Telekomunikační systémy, telematika, dohledové (SCADA) systémy
9. Průmyslové aspekty informačních systémů podle normy ISO 9126, nefunkcionální požadavky na systémy
10. Kapacitní plánování systému: odhad charakteristik transakce, formalizace, kapacita a odezva, fronty, distribuce, škálovatelnost
11. Stabilita: MTBF, uptime, robustnost systému, redundance, vlastnosti redundantních systému
12. Stabilita: Návrh vysoce robustních systému, vliv softwarových chyb, impakt HW a SW
13. Bezpečnost: Systém řízení informační bezpečnosti (ISMS), řešení bezpečnosti podnikových ICT systémů
14. Rezerva

#### Cvičení:

1. Organizace cvičení, požadavky k zápočtu, BOZP.
2. Systémy řízení kvality, příklad řešení.
3. Standardní součásti IS podniku, příklady,
4. Ekonomická aspekty informačního systému, celková cena vlastnictví (TCO), návratnost.
5. Strukturovaná analýza a modelování informačních toků ve výrobním podniku I řešení úlohy
6. Strukturovaná analýza a modelování informačních toků ve výrobním podniku II řešení úlohy
7. Strukturovaná analýza a modelování informačních toků ve výrobním podniku III řešení úlohy
8. Telekomunikační, dohledové a řídicí systémy.
9. Nefunkcionální požadavky, případové studie.
10. Kapacitní plánování, fronty, latence, škálovatelnost I

11. Kapacitní plánování, fronty, latence, škálovatelnost II
12. Stabilita systémů, požadavky na stabilitu, ekonomický impakt chyb a výpadků.
13. Řešení pro zajištění redundance, odhady MTBF a uptime.
14. Příklady řešení bezpečnosti podnikových ICT systémů, zápočet

#### **Literatura:**

1. Gála L., Pour J., Toman P.: Podniková informatika. Grada Publishing, 2006
2. Basl J.: Podnikové informační systémy. Grada Publishing, 2002
3. Britton Ch., Bye P.: IT Architectures and Middleware: Strategies for Building Large, Integrated Systems. Addison-Wesley Professional, 2004.
4. Cummins F. A.: Enterprise Integration. An Architecture for Enterprise Application and System Integration. OMG Press, Wiley, 2002.

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Industrial Information Systems**

**Annotation:** The aim of this course is to make students familiar with IT support of industrial systems controlled and integrated with computational systems, and teach students to consider respective system requirements. The course deals with IT infrastructure support, modeling of business systems, their data flow, functional models and methods for modeling of non-functional requirements, with focus to stability, planning, security and quality management.

#### **Lectures:**

1. Information system as a business tool, TCO, ROI, cost of failures and outage. Business informatics and the role of IT on different business levels. Information types, sources and processing.
2. Quality management systems, their structures and examples, classical and contemporary approaches to quality improvement, strategy of quality control
3. Information systems, functions and processes, enterprise resource planning (ERP), IS support
4. Analysis and modeling of information systems in business environment, SSADM, IDEF0 methodology.
5. Customer relationship management (CRM), call centers, document management, enterprise content management (ECM)
6. Bank and finance systems, electronic transactions.
7. Managerial decision support systems: business intelligence, data mining, risk management, prediction systems.
8. Telecommunication systems, telematics, monitoring, SCADA systems.
9. Industrial aspects of information systems, ISO 9126 standard (software quality), related non-functional system requirements.
10. Capacity planning: transactions estimation, performance, response, load distribution, scalability.
11. Stability: MTBF, uptime, system robustness, redundancy and redundant systems.
12. Reliability: design of robust and reliable systems, software errors, impact of HW and SW on reliability.
13. Security: security management of information systems, ICT security on corporate level
14. float

#### **Labs, seminars:**

1. Organization of exercises
2. Quality management system, example.
3. Standard components of IS, examples.
4. Business aspects of information system, total cost of ownership, return of investment.

5. Structured system analysis and design, modeling of information/data flow in industrial enterprise I. Task solving
6. Structured system analysis and design, modeling of information/data flow in industrial enterprise II. Task solving
7. Structured system analysis and design, modeling of information/data flow in industrial enterprise III. Task solving
8. Telecommunication, monitoring, control systems.
9. Non-functional requirements, case studies.
10. Capacity planning, queues, response, scalability. I
11. Capacity planning, queues, response, scalability. II
12. Stability of systems, requirements, business impact of failures and malfunction.
13. Solutions for redundancy, estimation of MTBF and uptime.
14. Examples of solution for enterprise ICT security.

**References:**

1. Britton Ch., Bye P.: IT Architectures and Middleware: Strategies for Building Large, Integrated Systems. Addison-Wesley Professional, 2004.
2. Cummins F. A.: Enterprise Integration. An Architecture for Enterprise Application and System Integration. OMG Press, Wiley, 2002.

### 3.6.4 A4M33AOS: Architektury orientované na služby

**Název:** Architektury orientované na služby

**Garant:** Ing. Matoušek Kamil Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Matoušek Kamil Ph.D. / Ing. Vokřínek Jiří

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M33AOS

**Anotace:** Předmět se zabývá problematikou počítání orientovaného na služby (service-oriented computing – SOC) a architektur orientovaných na služby (service-oriented architectures – SOA). Budou probrány základní koncepty SOC na úrovni služeb (popis, vyhledávání a volání služeb) i jejich procesů (formalismy pro reprezentaci business procesů, kompozice služeb, transakční mechanismy) s důrazem na využití SOC pro realizaci flexibilních distribuovaných business aplikací v (polo-)otevřeném prostředí (intra- i inter-enterprise). Kromě základních specifikací a technologií webovských služeb (SOAP, WSDL, UDDI, BPEL), budou důkladně představeny i nastupující technologie sémantických webovských služeb. Velký důraz bude kladen na reprezentační a modelovací formalismy (RDF, RDFS, OWL). Dále budou probrány aspekty fungování v otevřeném prostředí (reputace, trust, quality-of-service, privacy). Ačkoliv je kurz koncipován jako obecný, budou představeny i vybrané SOA platformy a nástroje (Sun Glassfish, JBoss), včetně jejich vztahu ke starším architekturám distribuovaných systému (CORBA, DCOM) a příbuzné problematice multi-agentních systémů. Bude probrána metodologie návrhu, vývoje a nasazení servisně-orientovaných aplikací, a to včetně jejich vztahu k existujícím firemním procesům a organizačním strukturám.

#### **Osnova:**

1. Úvod do architektur zaměřených na služby (SOA), základní pojmy, vztah k tradičním architekturám distribuovaných systému.
2. Konceptuální model SOA. Formalismy pro modelování SOA.
3. Základní standardy webovských služeb.
4. Popis a vyhledávání služeb. Volání služeb. Bezpečnost.
5. Business procesy. Orchestrace služeb.
6. Koordinační mechanismy. Choreografie služeb. Transakce.
7. Sémantické webovské služby.
8. Sémantický výběr služeb. Automatická kompozice služeb.
9. Kvalita služeb (QoS). QoS výběr služeb.
10. Sociální výběr služeb. Trust a reputace v otevřených SOA.
11. Platformy a nástroje pro SOA I.
12. Platformy a nástroje pro SOA II.
13. Metodologie návrhu, vývoje a nasazení SOA. Návaznost na firemní struktury a procesy.
14. Otevřená témata v SOA, trendy, výhled do budoucna.

#### **Cvičení:**

1. Úvod do tvorby webových služeb a klientů.
2. Výběr tématu semestrální práce, SOA návrh.
3. Schválení tématu, zadání semestrální práce.
4. Návrh řešení semestrální práce.
5. Implementace klientů k připraveným službám 1.
6. Implementace klientů k připraveným službám 2.
7. Návrh a implementace rozhraní vlastních služeb 1.
8. Návrh a implementace rozhraní vlastních služeb 2.

9. Implementace logiky webových služeb 1.
10. Implementace logiky webových služeb 2.
11. Tvorba jednoduchého klientského rozhraní.
12. Nasazení a testování aplikace.
13. Rezerva.
14. Kontrola a odevzdání semestrálních prací.

#### **Literatura:**

1. Service-Oriented Architecture (SOA): Concepts, Technology, and Design (The Prentice Hall Service-Oriented Computing Series from Thomas Erl)
2. Hao He: What Is Service-Oriented Architecture, September 30, 2003 [online: <http://www.xml.com/pub/a/ws/2003/09/30/soa.html>]
3. GlassFish Project - Documentation Home Page [online: <https://glassfish.dev.java.net/javaee5/docs/DocsIndex.html>]

#### **Poznámky v KOSu:**

### **Service Oriented Computing**

**Annotation:** The lecture focuses on service-oriented computing (SOC) and service-oriented architecture (SOA). Basic concepts of SOC will be explained on the service level (service description, discovery and invocation) and process level (business process formalization, service composition, transaction mechanisms) with respect to SOC utilization for flexible business applications implementation in (semi-)open environment (intra- i inter-enterprise). Besides basic web-services specifications and technologies (SOAP, WSDL, UDDI, BPEL) the up-to-date technologies for semantic web-services will be introduced. Great emphasis will be put on representation and modeling formalisms (RDF, RDFS, OWL). Open environment operation aspects will be also presented (reputation, trust, quality-of-service, privacy). The goal of the course is to bring general overview, but particular SOA platforms and tools (Sun Glassfish, JBoss) will be also introduced including comparison to older distributed systems architectures (CORBA, DCOM) and related domain of multi-agent systems. The design methodology, implementation, and deployment will be explained with relation to existing business processes and organizational structures.

#### **Lectures:**

1. Introduction to Service oriented Architecture (SOA), basic terms, relation to traditional architectures of distributed systems.
2. SOA conceptual model. Formalism for SOA modeling.
3. Basic standards for web-services.
4. Services description and discovery. Services invocation. Security.
5. Business processes. Services orchestration.
6. Coordination mechanisms. Services choreography. Transactions.
7. Semantic web-services.
8. Semantic services discovery. Automatic services composition.
9. Quality of service (QoS). QoS based discovery.
10. Social services discovery. Trust and reputation in open SOA.
11. Platforms and tools for SOA I.
12. Platforms and tools for SOA II.
13. Methodologies for design, implementation and deployment in SOA. Design methodology. Integration with business processes and structure.
14. Open issues in SOA, trends and future.



**Labs, seminars:**

1. Introduction to web-services and clients development.
2. Semestral work theme, SOA design.
3. Semestral work assignment..
4. Semestral work design.
5. Client implementation for pre-prepared web-services 1.
6. Client implementation for pre-prepared web-services 2.
7. Design and implementation of interface for semestral work services 1.
8. Design and implementation of interface for semestral work services 2.
9. Web-services logic implementation 1.
10. Web-services logic implementation 2.
11. Implementation of basic client user interface.
12. Deployment and testing.
13. Reserve.
14. Semestral work examination.

**References:**

1. Service-Oriented Architecture (SOA): Concepts, Technology, and Design (The Prentice Hall Service-Oriented Computing Series from Thomas Erl)
2. Hao He: What Is Service-Oriented Architecture, September 30, 2003 [online: <http://www.xml.com/pub/a/ws/2003/09/30/soa.html>]
3. GlassFish Project - Documentation Home Page [online: <https://glassfish.dev.java.net/javaee5/docs/DocsIndex.html>]

### 3.6.5 A4M33TVS: Testování a verifikace software

**Název:** Testování a verifikace software

**Garant:** Ing. Mařík Radek CSc.

**Přednášející:** Ing. Mařík Radek CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M33TVS

**Anotace:** Předmět představí matematické a teoretické základy nutné pro zvládnutí problematiky testování software, včetně definic základních pojmů (spolehlivost, korektnost SW systému atd.) Důraz bude kladen na nástroje a techniky použitelné pro vyhodnocení korektnosti a kvality SW systémů. První část předmětu se zabývá existujícími metodami pro testování (metody černé a bílé skříňky, formální metody, funkční a strukturální analýza), včetně metod pro redukci počtu testů a jejich automatizaci. Druhá část předmětu se soustředí na metody pro formální verifikaci SW systémů. Budou probrány formalismy pro popis dynamických vlastností SW systémů (Z-notace, temporální logiky) a mechanismy pro jejich automatickou verifikaci (model checking, theorem proving).

#### Osnova:

1. Úvod do testování a verifikace SW
2. Požadavky a specifikace na SW systém
3. Pojem chyby software, kategorizace chyb. Kritéria korektnosti a použitelnosti.
4. Testování metodami černé, šedé a bílé skříňky
5. Efektivizace metod testování bílé skříňky. Strukturální analýza. Invarianty a jejich omezení.
6. Statická a dynamická analýza. Analýza datových toků.
7. Integrované a zátěžové testy.
8. Formální specifikace programu: z-notace, temporální logiky
9. Verifikace metodami automatického dokazování
10. Automatická verifikace metodou model checking
11. Axiomatická a funkcionální verifikace
12. Verifikace distribuovaných a otevřených systémů
13. Nástroje pro testování a verifikaci SW
14. Otevřená témata v testování a verifikaci SW. Výchled do budoucna.

#### Cvičení:

1. Organizace cvičení, podmínky zápočtu
2. Presentace systémů pro testování a verifikaci software
3. Presentace systémů pro testování a verifikaci software
4. Presentace systémů pro testování a verifikaci software
5. Zadání semestrální práce 1
6. Vypracování semestrální práce 1
7. Vypracování semestrální práce 1
8. Vypracování semestrální práce 1
9. Vypracování semestrální práce 1
10. Zadání semestrální práce 2
11. Vypracování semestrální práce 2
12. Vypracování semestrální práce 2
13. Vypracování semestrální práce 2

## 14. Udělení zápočtů

### Literatura:

1. Paul Ammann and Jeff Offutt, Introduction to Software Testing, Cambridge University Press, Cambridge, UK, ISBN 0-52188-038-1, 2008.
2. Systems and Software Verification: Model-Checking Techniques and Tools by B. Berard, M. Bidoit, A. Finkel, and F. Laroussinie, Springer; 2001

### Poznámky v KOSu:

## Software Verification and Testing

**Annotation:** This course will introduce the theoretical foundations and mathematical concepts necessary for rigorous software testing, including the definitions of fundamental system characteristics, such as reliability, robustness and correctness of the software system. We will emphasize the techniques and abstract tools necessary for validation of the correctness and reliability characteristics of the software. In the first part of the course, we will introduce the existing techniques and paradigms for system testing (black/white box, formal methods, structural analysis), including the methods for test number reduction and automation. The second part of the course will concentrate on formal methods for system verification. We will introduce the formal frameworks necessary for the dynamic description of system properties (Z-notation, temporal logic) and the applicable verification methods (model checking, theorem proving) working on these representations.

### Lectures:

1. Introduction to testing and validation
2. System requirements and specifications
3. Software defects, their characterization and categorization. Correctness and usability criteria.
4. Black, grey and white box testing.
5. White box testing optimization. Structural analysis.
6. Static and dynamic analysis, data flow analysis.
7. Integration and load testing.
8. Formal program specifications, Z-notation, temporal logic.
9. Verification by automated theorem proving methods.
10. Verification automation by model checking.
11. Axiomatic and functional verification.
12. Verification of open and distributed systems.
13. Testing and verification tools.
14. Future of software testing and verification.

### Labs, seminars:

1. Organization, structure presentation
2. Presentation of testing and validation systems
3. Presentation of testing and validation systems
4. Presentation of testing and validation systems
5. Project definition and assignments - Project 1
6. Project work - Project 1
7. Project work - Project 1
8. Project work - Project 1
9. Project work - Project 1

10. Project definition and assignments - Project 2
11. Project work - Project 2
12. Project work - Project 2
13. Project work - Project 2
14. Grading

**References:**

1. Paul Ammann and Jeff Offutt, Introduction to Software Testing, Cambridge University Press, Cambridge, UK, ISBN 0-52188-038-1, 2008.
2. Systems and Software Verification: Model-Checking Techniques and Tools by B. Berard, M. Bidoit, A. Finkel, and F. Laroussinie, Springer; 2001

### 3.6.6 A4M39WA2: Vývoj webových aplikací 2

**Název:** Vývoj webových aplikací 2

**Garant:** Ing. Klíma Martin Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Klíma Martin Ph.D.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M39WA2](#)

**Anotace:** Předmět se zaměřuje na popis a praktické použití aplikačních serverů a frameworků pro vývoj webových aplikací. Budou vysvětleny vlastnosti a použití aplikačních serverů. Dále pak obvykle používané databáze, jejich nadstavby (abstrakční vrstvy - persistence) a integrace s aplikačními servery a frameworky. Budou rozebrány základní vlastnosti webových frameworků: usnadnění vývoje, odstínění HTTP protokolu a rozdílných prohlížečů, datových zdrojů, konfigurací serveru a otázek bezpečnosti. Dále také jejich návaznost na metodologii vývoje (automatické testy, nasazení). Kurz bude ukončen rozdělením a přehledem používaných frameworků (AJAX frameworky, klasické frameworky, JSP frameworky a rapid prototyping frameworky).

#### Osnova:

1. Webové inženýrství, současný stav webu
2. Aplikační servery, návrhová pravidla
3. Platforma aplikačních serverů I: J2EE
4. Platforma aplikačních serverů II: .NET
5. Webové služby, standardy pro webové služby
6. Databáze, persistenční frameworky a jejich integrace
7. Základní vlastnosti web frameworků
8. Přehled web frameworků I
9. Přehled web frameworků II
10. Přehled web frameworků III
11. Frameworky na straně klienta
12. Návaznost webových frameworků na metodiky vývoje webových aplikací
13. Kvalita webových aplikací, analýza, statistiky, ladění výkonu
14. Bezpečnost webových aplikací

#### Cvičení:

1. Organizace cvičení, zadávání domácích úloh, semestrálních prací
2. Návrh aplikace založené na webovém frameworku a aplikačním serveru
3. Návrh aplikace založené na webovém frameworku a aplikačním serveru
4. Návrh aplikace založené na webovém frameworku a aplikačním serveru
5. Návrh aplikace založené na webovém frameworku a aplikačním serveru
6. Kontrola stavu semestrálních prací
7. Presentace výsledků návrhů aplikace
8. Kvalita webových aplikací, ladění výkonu
9. Práce na semestrálním projektu
10. Práce na semestrálním projektu
11. Práce na semestrálním projektu
12. Práce na semestrálním projektu
13. Presentace semestrálních projektů
14. Zápočet

**Literatura:**

1. McGovern, J.: Java 2 Enterprise Edition 1.4. John Wiley and Sons, 2003.
2. Murach, J.: ASP.NET 2.0 Web Programming with C# 2005. Murach.
3. Asleson, R., Schutta, N. T.: Pro Ajax and Java Frameworks. Apress, 2006.

**Poznámky v KOSu:****Web Applications Development 2**

**Annotation:** This course provides description and practical usage of application servers and frameworks for developing web applications. It will provide description of application servers, their basics and design rules, persistence frameworks for database connections and integration with application servers. For developing web applications, we will describe properties of different web frameworks, both server and client side. Introduction to the quality analysis and optimization of web applications and introduction into web security will be also provided.

**Lectures:**

1. Web engineering, current state of the Web
2. Application servers, design rules
3. Application server platform I: J2EE
4. Application server platform II: .NET
5. Web services, standards for web services
6. Databases, persistent frameworks and their integration
7. Basic properties of web frameworks
8. Web frameworks overview I
9. Web frameworks overview II
10. Web frameworks overview III
11. Client-side frameworks
12. Methodology of web application design and development
13. Quality of web applications, analysis, statistics and optimization
14. Security of web applications

**Labs, seminars:**

1. Introduction, homework and seminar work assignment
2. Design of application using web framework and application server
3. Design of application using web framework and application server
4. Design of application using web framework and application server
5. Design of application using web framework and application server
6. Review of designed applications
7. Presentations
8. Quality testing and optimization of applications
9. Individual work on seminar work
10. Individual work on seminar work
11. Individual work on seminar work
12. Individual work on seminar work
13. Presentations of seminar works
14. Credit

**References:**

1. McGovern, J.: Java 2 Enterprise Edition 1.4. John Wiley and Sons, 2003.
2. Murach, J.: ASP.NET 2.0 Web Programming with C# 2005. Murach.
3. Asleson, R., Schutta, N. T.: Pro Ajax and Java Frameworks. Apress, 2006.

### **3.6.7 A4B99SVP: Softwarový nebo výzkumný projekt**

**Název:** Softwarový nebo výzkumný projekt

**Garant:** TBD

**Přednášející:** TBD

**Semestr:** Z,L

**Rozsah:** TBD

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B99SVP](#)

**Anotace:** TBD

**Software or Research Project**

## 4 Volitelné předměty

Uvádíme pouze volitelné předměty, které prošly náročným schvalovacím procesem jsou *doporučené* radou OI. Jako volitelné jsou také doporučeny *povinné* předměty jiných oborů a programů. Student si může v rámci svých volitelných předmětů zapsat víceméně cokoli.

### 4.1 Seznam předmětů, bez pořadí

#### 4.1.1 A4M33BIS: Bezpečnost informací a systémů

**Název:** Bezpečnost informací a systémů

**Garant:** Ing. Rehák Martin Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Rehák Martin Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL [www](#):** [A4M33BIS](#)

**Prerekvizity:** formálně žádné, vítána je předchozí zkušenost s operačními systémy a základy diskrétní matematiky, ideálně i bakalářský kurz kryptografie

**Anotace:** Cílem kurzu je poskytnout studentům základní orientaci v bezpečnostních aspektech budování složitých, typicky distribuovaných výpočetních systémů. Nebude se zaměřovat na konkrétní existující technologie, ale bude studenty seznamovat s formálně definovanými obecnými problémy, které se vyskytují v mnoha konkrétních instancích. Předmět se zaměří na problémy, které vývojáři a tvůrci HW a SW typicky potkají v průběhu svojí kariéry. Bude založen na mezinárodně uznávané učebnici (Anderson, Security Engineering 2nd/1st edition), která je ve svém prvním vydání bezplatně elektronicky dostupná.

#### **Osnova:**

1. Úvod, modely bezpečnosti, modely hrozeb (Anderson, Ch.1)
2. Protokoly a kontrola přístupu (I) (Anderson, Ch. 3)
3. Základy použití kryptografických technik (I), symetrické šifry, hash (Anderson, Ch. 5)
4. Základy použití kryptografických technik (II), asymetrické šifry, (Anderson, Ch. 5)
5. Protokoly a kontrola přístupu (II) (Anderson, Ch. 3, GSM/3GPPS spec,)
6. Protokoly a kontrola přístupu (III) (Anderson, Ch. 3/4/6)
7. Víceúrovňová bezpečnost (Bell-La Padua,) (Anderson, Ch. 8)
8. Bezpečnost distribuovaných dat, Inference, Privátní informace (Anderson, Ch. 9)
9. Steganografie, skryté kanály (TBD)
10. Ekonomické a herně-teoretické aspekty (Anderson, Ch.7)
11. Síťová bezpečnost (I) - útoky a zranitelnosti (Northcutt: Inside Network Perimeter Security)
12. Network Security (II) - obranné mechanismy ( Northcutt: Network Intrusion Detection: An Analyst's Handbook)
13. Alarmy, monitorování a útoky na ně (Anderson, Ch.12)

#### **Cvičení:**

1. Analýza systému, hrozeb a modelů bezpečnosti [1/2 labů]



2. Použití kryptografie a protokoly: [4/5 labs] a.Sestavení SSL spojení (bit-by bit) , zranitelnosti, výběr algoritmu a mechanism šifrování, management klíčů b.Protokoly: odposlechy GSM/3G sítí, MITM útoky, bezpečnost API, kontrola přístupu
3. Víceúrovňová bezpečnost: SELinux, implementace BLP modelu, odolnost vůči útokům [3 labs]
4. Dle výběru studenta [4 labs]: a.Steganografie , skryté kanály b.Síťová bezpečnost

#### **Literatura:**

1. Ross Anderson, Security Engineering 2nd/1st edition (major part available online), chapter numbers refer to second edition Northcutt: Inside Network Perimeter Security Northcutt: Network Intrusion Detection: An Analyst's Handbook

### **Information and System Security**

**Annotation:** The goal of the course is to give the students a basic grasp of information/system security problems and solutions. Rather than teaching specific current technologies and vulnerabilities/threats, we will introduce general problems, formalize them if appropriate and illustrate them with a wide range of examples, both with current and legacy technologies. We put emphasis on problems that will be encountered by most programmers and developers through their careers.

## 4.1.2 A4M33RPR: Řízení projektů

**Název:** Řízení projektů

**Garant:** Ing. Vlček Tomáš CSc.

**Přednášející:** Ing. Vlček Tomáš CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 1p+1c

**Kredity:** 3

**FEL www:** A4M33RPR

**Prerekvizity:** Požadavky ke klasifikovanému zápočtu: rozbor případové studie, závěrečný test. Další údaje naleznete na: <http://krizik.felk.cvut.cz/moodle/course/info.php?id=21>

**Anotace:** Cílem předmětu je poskytnout studentům přehled o problematických oblastech řízení projektů, ukázat typické chyby, na nichž projekty ztroskotávají a připravit je do praxe na roli vedoucího projektu i na roli člena projektového týmu. Součástí bude rozbor případových studií s předpokládanou aktivní účastí studentů. Připraveno na základě best practices projektového řízení, s pomocí IBM metodologie řízení projektů a na základě vlastních zkušeností přednášejícího s řízením projektů v IT.

### Osnova:

1. Základy řízení projektů. Projektový plán a jeho příprava. Metody pro řízení rozsahu projektu, doby trvání projektu, řízení kapacit a kvality dodávky.
2. Specifika vývoje softwarových projektů.
3. Inteligent zvládne chaos? Rizika projektů a jejich řízení/odstraňování. První pomoc pro záchranu projektu v kritickém stavu.
4. Jak se neutopit společně s projektem? Nástroje a techniky řízení projektu.
5. Finanční řízení projektu aneb o peníze jde až na prvním místě. Projektový manažer v roli kontrolora.
6. Masa, moc a politika. Řízení projektu z pohledu sociologie. Komunikace v roli projektového manažera.

### Cvičení:

1. Rozbor případových studií s aktivní účastí studentů.

### Literatura:

1. Řízení projektů v IT. Kolektiv autorů. ISBN: 80-251-1526-8. Vydalo VPK v roce..
2. The Handbook of Project-based management. J.Rodney, Turner. New York, McGraw-Hill, 1992
3. Řízení projektů v MS Office Project. T.Kubálek, M.Kubálková

## Project Management

### 4.1.3 A4M33UAS: Úvod do administrace a diagnostiky Solarisových systémů

**Název:** Úvod do administrace a diagnostiky Solarisových systémů

**Garant:** Doc.Ing. Lažanský Jiří CSc.

**Přednášející:** TBD

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 1p+1c

**Kredity:** 3

**FEL www:** A4M33UAS

**Prerekvizity:** Požadavky na klasifikovaný zápočet: hlavním hodnotiacim faktorom je zaverečný praktický test práce so Solarisom. V predstihu bude možné dostať body dle platného klasifikačného predpisu CVUT tak, že student odprezentuje kratku (max. 10 min.) praktickú ukážku pre ostatných, vždy na vopred danu temu. Další info na: <http://krizik.felk.cvut.cz/moodle/course/info.php?id=22>

**Anotace:** Předmět je věnován přehledu hlavních rysů komerční i opensourcové větve Solarisu. Jeho cílem je obohatit uživatele jiných systémů (především linuxových) o administrativní postupy a nástroje využívané v solarisových systémech a poskytnout jim určitý nadhled nad tím, jak různé mohou být přístupy ke správě operačního systému v unixovém světě. Předmět je přístupný studentům jakéhokoliv stupně studia. U posluchačů se předpokládají značné rozdíly v zkušenostech s unixovými systémy. Vedení předmětu se přizpůsobí zkušenostem převládající části studentů, přičemž zároveň bude existovat snaha o to, aby si z něj pokud možno každý něco nového odnesl.

#### Osnova:

1. Instalace (různé zdroje a metody, vlastní nastavení)
2. Správa softwarových balíčků (SVR4, IPS, nástroje příkazové řádky i grafického rozhraní, repozitáře)
3. Základní administrace (uživatelé a role, úroveň běhu, služby, práce s médii)
4. Správa zařízení (názvosloví, formátování, připojování, zálohování a obnova dat)
5. Správa sítě (konfigurace IPv4 a IPv6 rozhraní, wifi, name services)
6. Predictive Self Healing (FMA, SMF)
7. ZFS
8. LiveUpgrade a správa boot environmentů
9. Zóny
10. Virtualizace
11. Diagnostika (logy, odhalování HW problémů, sledování ukazatelů výkonu)
12. mdb
13. DTrace

#### Cvičení:

1. Praktický hands-on seminář, tvořený z části (cca 80%) přednášejícím a z části (cca 20%) studentskými referáty.

#### Literatura:

1. <http://www.opensolaris.org> <http://wikis.sun.com> <http://docs.sun.com>

#### Introduction to administration and diagnostics of Solaris systems

#### 4.1.4 A4M33SEP: Softwarové inženýrství pro praxi

**Název:** Softwarové inženýrství pro praxi

**Garant:** Ing. Vlček Tomáš CSc.

**Přednášející:** Ing. Vlček Tomáš CSc.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4M33SEP](#)

**Prerekvizity:** Požadavky na zápočet: vytvoření specifikace menší aplikace (do 10 stran) a buď účast na 9 cvičeních + vyřešení 2 úkolů z cvičení nebo referát na cvičeních (15 minut) + vyřešení 4 úkolů z cvičení. Požadavky na zkoušku: písemný test (cca 60 minut) a ústní zkouška (cca 15 až 30 minut). Hodnocení podle platné klasifikační stupnice ČVUT. Další info naleznete na: <http://krizik.felk.cvut.cz/moodle/course/info.php?id=19>

**Anotace:** V rámci předmětu Softwarové inženýrství pro praxi budou systematicky probrány primární a podpůrné činnosti softwarového inženýrství. Dále bude probráno vedení softwarového projektu, softwarový proces, údržba software a tvorba nabídek. Vše bude ilustrováno situacemi z reálných projektů. Výklad každého tématu bude typicky obsahovat základy teorie, minimální nárok na praxi, checklisty a templates, ukázky z praxe a doporučenou literaturu.

##### **Osnova:**

1. Úvod do disciplíny softwarového inženýrství v jejích souvislostech
2. Requirements Engineering
3. Softwarová architektura a design
4. Konstrukce
5. Testování
6. Dokumentace, validace, verifikace a QandA
7. Konfigurační řízení
8. Vývojové prostředí, dodávky systému, akceptační a produkční prostředí
9. Maintenance
10. Vedení, organizace projektu a modely životního cyklu
11. Odhadování, plánování, historie projektů a nabídky
12. Proces vývoje projektu a organizace
13. Shrnutí, příklady, diskuse, literatura, odborné zdroje, příprava na test

##### **Cvičení:**

1. a. nabídka b. plán projektu, harmonogram, odhady, okrajové podmínky c. specifikace d. architektura a design e. prg./ des praktiky; ex post review kodu f. automatické testy g. postupy pro CM h. vývojové prostředí s automatickým build, deoploy. test i. dodávky j. plán kvalifikačních a akceptačních testů k. dokumentace l. hlavní stránka projektu m. historie projektu n. postupy pro rozvoj a údržbu

##### **Literatura:**

1. Pressman R.: Software Engineering: A Practitioner's Approach. 5th ed., McGraw-Hill, 2001. Dorfman, M. and Thayer, R.: Software Engineering. IEEE Computer Society Press, 2000 Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (<http://www.swebok.org/>)

#### **A Practical Approach to Software**

## 4.1.5 A4M33VIA: Vývoj internetových aplikací

**Název:** Vývoj internetových aplikací

**Garant:** Ing. Komenda Antonín

**Přednášející:** TBD

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 1p+1c

**Kredity:** 3

**FEL www:** [A4M33VIA](#)

**Prerekvizity:** Vývoj webových aplikací 1

**Anotace:** Předmět se zaměřuje na popis a praktické použití API pro vývoj webových aplikací. V první přednášce budou studenti seznámeni s cloude computingem, výhodami a nevýhodami programování na Internetu. Postupy návrhu budou demonstrovány na praktických příkladech. Praktické příklady budou používat shareware a software Google. V průběhu přednášek budou popsány a demonstrovány základní algoritmy pro zpracování velmi velkého množství dat MapReduce s příklady použití. Dále bude předvedena kompletní ukázka návrhu webové aplikace pro lokální vyhledávání. Tento příklad bude zahrnovat jak servrovou, tak klientskou část. Klientská část použije několik různých API, které jsou základem pro mashup aplikace. Budou probrány základy použití API pro uživatelská rozhraní a ukázány příklady použití stávajících AJAX knihoven. Na závěr kurzu budou představeny možnosti použití Google infrastruktury pro vývoj semestrálních prací a open source projektu.

### Osnova:

1. Co je cloude computing, současný stav
2. Algoritmus Map and Reduce Hadoop
3. Google Web Toolkit - základní AJAX API
4. Návrh gadgetu pro iGoogle
5. Návrh servrové části s použitím App Engine (Python)
6. Návrh klienta pro iGoogle
7. Návrh mapletu, mashup aplikace využívající map
8. Základy návrhu aplikací pro operační systém Android
9. Návrh konkrétní aplikace pro OS Android
10. Použití Google open source computing infrastruktury pro semestrální práce.

### Cvičení:

1. Semestrální práce na témata probíraná na přednáškách
2. Zápočet

### Literatura:

1. <http://code.google.com> Murach, J.: ASP.NET 2.0 Web Programming with C# 2005. Murach. Asleson, R., Schutta, N. T.: Pro Ajax and Java Frameworks. Apress, 2006.

## Internet Applications Development

## 4.1.6 X01PAS: Počítačové algebraické systémy

**Název:** Počítačové algebraické systémy

**Garant:** RNDr. Němeček Aleš

**Přednášející:** RNDr. Němeček Aleš

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2+2

**Kredity:** 4

**FEL www:** X01PAS

**Prerekvizity:** Podmínkou získání zápočtu je aktivní účast na cvičeních a vypracování zápočtových úloh. Podrobnosti viz <http://math.feld.cvut.cz/nemecek/pas-v.html>

**Anotace:** Předmět seznamuje se základy práce v systémech Derive, Maple, MatLab, Mathematica, které umožňují provádět symbolické a numerické výpočty i grafické zobrazení na vysoké úrovni. Výběr témat je přizpůsoben náplni základních matematických i aplikačních předmětů. Důraz je kladen na získání praktických zkušeností s formulací a řešením matematických problémů, demonstraci úlohy pomocí počítačové grafiky a odstranění rutinních výpočtu. Nabyté vědomosti o nejmodernějším matematickém softwaru využijete při řešení mnoha inženýrských problémů, tvorbě bakalářských a diplomových prací i v dalších předmětech, které PAS využívají. Proběhla úprava sylabu, kdy jeden rok - ZS 2008/2009 - se budu více věnovat programu MatLab (4 přednášky) a vůbec programu Mathematica (0 přednášek), ale v dalším školním roce - ZS 2009/2010 - by to bylo naopak, tedy prostor by dostala pro změnu Mathematica. Každý si tak může zvolit zápis podle své preference.

Prerekvizity: X01MA1, X01MA2, X01ALG

### Osnova:

1. Systém Derive: Základní příkazy.
2. Další možnosti.
3. Systém Maple: Úvod, ovládání, základní dovednosti.
4. Datové struktury, manipulace s výrazy, calculus.
5. Užitečné příkazy, řešení rovnic.
6. Operace s vektory a maticemi, grafika, programování, procedury, prostředky pro ladění.
7. Logické operace, pravidla vyhodnocování.
8. Práce se soubory a knihovnamy (student, Student, linalg, LinearAlgebra, vlastní).
9. Přednosti, problémy a nedostatky.
10. Systém MatLab: Úvod (vývoj), základní dovednosti, programové konstrukce, skripty a funkce, help.
11. Datové typy a práce s nimi (matice, struktury, nehomogenní a řídké matice, konverze, paměťové nároky).
12. Grafický výstup, vizualizace dat (grafy 2D, 3D, bitmapy, indexace barev, povrchy, elementární grafické objekty, export).
13. Optimalizace kódu (profilér, zabudované funkce a operátory, mex funkce v jazyce C).
14. Dodatky a novinky k probíraným PAS.

### Cvičení:

1. Úvodní instruktáž o práci v laboratoři - nutná pro další práci.
2. Systém Derive: Úvodní seznámení.
3. Procvičení + samostatná práce na zápočtových úlohách.
4. Systém Maple: Úvodní seznámení.
5. Studium výukových dokumentů (uvod-9.html a o\_maple-9.html, uvod.mw a o\_maple.mw).
6. Samostatná práce na zápočtových úlohách.
7. Zadáání semestrální práce. Samostatná práce na zápočtových úlohách.
8. Samostatná práce na zápočtových úlohách.

9. Samostatná práce na zápočtových úlohách.
10. Systém MatLab: Úvodní seznámení, procvičení.
11. Samostatná práce na zápočtových úlohách.
12. Samostatná práce na zápočtových úlohách.
13. Předvedení zápočtových úloh.
14. Předvedení zápočtových úloh. Zápočet.

#### **Literatura:**

1. Buchar, J. a kol.: Úvod do programového souboru Maple V, skriptum VŠZ Brno, 1994
2. Redfern, D.: The Maple Handbook, Springer-Verlag, Berlin, 1994
3. Wolfram, S.: The Mathematica Book, Fourth Edition, Cambridge University Press, 1999

### **Computer Algebra Systems**

**Annotation:** Introduction to computer algebra systems (DERIVE, MAPLE, MATHEMATICA, MATLAB), history, general properties, comparison. The students are introduced into symbolic and numerical operations, programming and debugging, libraries and data structures, solving problems, matrix operations, logic operations and graphics in each of the four systems.

#### **Lectures:**

1. System Derive: Basic instructions.
2. Next possibilities.
3. System Maple: The workset interface, basic instructions.
4. Data structures, symbolic operations, calculus.
5. Solving problems, matrix and vectors manipulations.
6. Graphics, programming, debugging programs.
7. Logic operations, evaluation rules.
8. Input and output, libraries.
9. Advantages and disadvantages, bugs.
10. System Mathematica: The notebook interface, basic instructions.
11. Transformation rules, functions, symbolic manipulations.
12. System MatLab: basic instructions, matrix operations.
13. Graphics and programming.
14. CAS innovations.

#### **Labs, seminars:**

1. Basic informations.
2. System Derive: Introduction.
3. Individual experiments and solution of a project.
4. System Maple: Introduction.
5. Tutorial worksheets.
6. Individual experiments and solution of a project.
7. Individual experiments and solution of a project.
8. Individual experiments and solution of a project.
9. Individual experiments and solution of a project.
10. System Mathematica: Introduction.
11. Individual experiments and solution of a project.

12. Systém MatLab: Introduction.
13. Individual experiments and solution of a project.
14. Committal of a project.

**References:**

1. Redfern, D.: The Maple Handbook, Springer-Verlag, Berlin, 1994
2. Wolfram, S.: The Mathematica Book, Fourth Edition, Cambridge University Press, 1999



#### 4.1.7 A4B39PDA: Principy tvorby mobilních aplikací

**Název:** Principy tvorby mobilních aplikací

**Garant:** Ing. Míkovec Zdeněk Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Míkovec Zdeněk Ph.D.

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4B39PDA

**Prerekvizity:** Znalost tvorby webových aplikací (odpovídající předmětu Tvorba webových aplikací (Y36TW1).

Znalost programovacího jazyka Java nebo C++. Detaily o předmětu viz <http://amun.felk.cvut.cz/Y36PDA/>

**Anotace:** Absolvent předmětu získá přehled o vlastnostech a limitech mobilních technologií a bude schopen navrhnout a realizovat začlenění mobilních zařízení do větších informačních systémů. Výklad je zaměřen na specifické problémy spojené s nasazením mobilních zařízení v terénu a začleněním do webového prostředí.

##### Osnova:

1. Úvod do předmětu, aplikace pro mobilní zařízení (definice a limity)
2. Ukázky vývoje aplikací v Java ME
3. Vývojové prostředí na BlackBerry (JDE, Eclipse plugin, Simulator)
4. Přístupnost (A11Y) mobilních aplikací
5. Aplikace pro mobilní zařízení (definice a limity) pokračování
6. Aplikace pro mobilní zařízení (využití obrazovky, seznamy, balení informace, scrolovací mechanizmy)
7. Aplikace pro mobilní zařízení (interakce, využití kontextu)
8. Testování použitelnosti v mobilním prostředí
9. Ukázky vývoje aplikací - UIProtocol a projekt i2home
10. Multimodální uživatelská rozhraní
11. Ukázky vývoje aplikací pro Windows Mobile
12. Náhled do vývoje pro Symbian OS
13. Ukázky vývoje aplikací v JavaFX

##### Cvičení:

1. Představení semestr. prací a vývojové platformy, rozdělení do týmů
2. Zadání semestrálních prací a konzultace jednotlivých zadání
3. Konzultace analýzy semestrálních prací [D1]
4. Konzultace problémů s vývojovou platformou
5. Práce na projektu, odevzdání [D2]
6. Prezentace dílčích výsledků (návrh aplikace) [P1]
7. Práce na projektu
8. Práce na projektu
9. Konzultace implementace semestrálních prací
10. Práce na projektu
11. Práce na projektu, odevzdání [D3]
12. Prezentace finálních aplikací [P2], odevzdání závěr. zpráv [D4]
13. Zápočet

##### Literatura:

1. Jones M., Marsden G. Mobile Interaction Design, Wiley, 2006
2. Weiss S. Handheld usability, Wiley, 2002
3. Cooper A., Reimann R., Vronin D. About Faces - The Essentials of Interaction Design, Wiley, 2007

## Principles of mobile application design

**Annotation:** Student who successfully passed the course get overview about properties and about limits of single mobile technologies. Such a student will be able to design and to implement embedding of mobile devices into large information systems. The course is targeted to specific problems that are linked up with application of mobile technologies in practice and in web environment.

### Lectures:

1. Introduction, applications for mobile devices (definitions, limits)
2. J2ME application development - use-cases
3. BlackBerry development environment (Eclipse, Java, Simulator)
4. Accessibility of mobile applications
5. Applications for mobile devices (definitions and limits)
6. Applications for mobile devices (usage of the screen space, presenting elements in list, information packing, scrolling mechanism)
7. Applications for mobile devices (user interaction, exploiting context)
8. Usability testing in mobile environment
9. Application development examples - UIProtocol and i2home project
10. Multimodal user interfaces
11. Application development examples - development for Windows Mobile
12. Development for Symbian OS
13. GUI for mobile devices (SVG, JavaFX)

### Labs, seminars:

1. Acquaintance with mobile environment
2. Tools for development of mobile applications
3. Design of application for mobile environment
4. Design of a user interface for mobile environment
5. Implementation of a simple mobile application
6. Implementation of a simple mobile application
7. Data communication - design and implementation
8. Data communication - design and implementation
9. Use of LBS in mobile application - design and implementation
10. Use of LBS in mobile application - design and implementation
11. Implementation of a web application
12. Implementation of a web application
13. Crediting

### References:

1. Jones M., Marsden G. Mobile Interaction Design, Wiley, 2006
2. Weiss S. Handheld usability, Wiley, 2002
3. Cooper A., Reimann R., Vronin D. About Faces - The Essentials of Interaction Design, Wiley, 2007

## 4.1.8 A4B39PGR: Programování grafiky

**Název:** Programování grafiky

**Garant:** Ing. Felkel Petr Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Felkel Petr Ph.D. / Ing. Sloup Jaroslav

**Semestr:** Z

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A4B39PGR](http://www.felk.cvut.cz/courses/A4B39PGR/)

**Prerekvizity:** Programování v jazyce C/C++, lineární algebra.

<http://service.felk.cvut.cz/courses/A4B39PGR/>

**Anotace:** K vykreslování věrných obrázků trojrozměrné scény se používají grafické knihovny. Cílem předmětu je seznámit studenty s aplikačním grafickým rozhraním pro 3D grafiku a naučit je programovat jednoduché grafické aplikace. Výklad pokrývá základní stavební kameny (zobrazovací řetězec, souřadné systémy a transformace, osvětlování, práci s texturami, pohyb kamery, interakce) i pokročilé modelovací a osvětlovací techniky. Cvičení probíhá v počítačové laboratoři. Důraz je kladen na získání praktických zkušeností s konkrétní knihovnou (např. OpenGL, DirectX).

### Osnova:

1. Grafická rozhraní a jejich standardizace, knihovna OpenGL, GLUT
2. Grafické elementy a jejich atributy
3. Euklidovský prostor, souřadnicové systémy, transformace
4. Struktura scény, D-list
5. Barva a světlo v počítačové grafice
6. Textury a mapování textur
7. Vstupní operace a jejich implementace
8. Zobrazovací řetězec a videopaměť, operace s fragmenty
9. Míchání obrazů, průhlednost, antialiasing a efekt mlhy
10. Modelování křivek a ploch I
11. Modelování křivek a ploch II
12. Geometrické modelování
13. Zobrazování vědecko-technických dat

### Cvičení:

1. Úvod, semestrální práce, překlad úloh, ukázky hotových prací
2. Knihovna GLUT. Výběr zadání samostatné úlohy.
3. Grafické elementy OpenGL (řešení úloh za body)
4. Transformace v OpenGL (řešení úloh za body)
5. Řešení samostatné úlohy - konzultace
6. Řešení samostatné úlohy (1.kontrola - části 1 a 2 - model a transformace)
7. Stínování, světla a materiály (řešení úloh za body)
8. Řešení samostatné úlohy
9. Řešení samostatné úlohy (2.kontrola - část 3 - osvětlení)
10. Pravidelně odpadne (státní svátek)
11. Textury (řešení úloh za body)
12. Odevzdání semestrálních prací (části 1 až 5)
13. Zápočet + volba nejlepších prací

## Literatura:

1. Žára, J., Beneš, B. Sochor, J., Felkel, P: Moderní počítačová grafika - kompletní průvodce metodami 2D a 3D grafiky, Computer Press, Brno, 2004.
2. Shreiner, D., Woo, M., Neider, J., Davis, T.: OpenGL. Průvodce programátora, Computer Press, Brno, 2006 (český překlad Redbooku 2.0 - v 1.1 existuje volně v pdf )
3. Hudec, B., Felkel, P : Základy počítačové grafiky, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2007.

## Computer Graphics

**Annotation:** Graphical libraries are used for realistic rendering of 3D scenes. This course serves as an introduction to the Application Program Interface (API) for 3D graphics and as a basic course for simple graphical-application programming. The syllabus includes from cornstones (rendering pipeline, coordinate systems, lighting, texturing, camera movement, user interaction) to advanced modelling and shading techniques. Seminars are held in computer lab. Practical experience with the concrete graphical library (e.g., OpenGL, DirectX) is emphasized.

### Lectures:

1. Graphical interfaces and standards. OpenGL (Open Graphics Library), GLUT
2. Geometric primitives and their attributes
3. Coordinate systems and transformations, object transformations. Viewing transformations
4. Scene structure and display lists
5. Color and light in computer graphics, shading techniques
6. Textures and texture mapping
7. Input operations
8. Graphics pipeline and frame buffer, operations with fragments
9. image blending, transparency, antialiasing and fog
10. Curves and surface modeling I
11. Curves and surface modeling II
12. Geometric modeling
13. Scientific visualization

### Labs, seminars:

1. Introduction, project. Compilation of the code, demos of finished projects.
2. GLUT library. Selection of the project.
3. OpenGL graphical elements (graded solution of small tasks).
4. Transformations in OpenGL (graded solution of small tasks).
5. Solving of individual projects, consultations.
6. Solving of individual projects (1st checkpoint - parts 1 and 2 - model and transformations).
7. Shading, lights and materials (graded solution of small tasks).
8. Solving of individual projects, consultations.
9. Solving of individual projects (2nd checkpoint - part 3 - lighting).
10. Regularly canceled (state holiday).
11. Textures (graded solution of small tasks).
12. Submitting of parts 1-5.
13. Assessment + vote for the best works.

### References:

1. Foley, J., van Dam, A., van Dam, A., Feiner, S., Hughes, J.: Computer Graphics - Principles and Practice, 2nd ed., Reading, Addison-Wesley, 1990.
2. Watt, Watt: Advanced Animation and Rendering Techniques; Theory and Practice, Addison-Wesley, 1998
3. Angel, E.: Interactive Computer Graphics, A top-down approach With OpenGL, Addison-Wesley, 1997, ISBN 0-201-85571-2.
4. Woo, M., Neider, J., Davis, T., Shreiner, D.: OpenGL Programming Guide, third ed., Addison-Wesley, Reading, 1997.
5. Walnum, C.: Direct3D Programming Kick Start 1, Sams Publishing , Mai 2003, ISBN: 0-672-32498-9.

## 4.1.9 AE4M39PGR: Computer Graphics

**Title:** Computer Graphics

**Lecturer:** Ing. Sloup Jaroslav

**Term:** winter

**Lectures + seminars or labs:** 2p+2c

**ECTS credits:** 6

**FEL www:** [AE4M39PGR](#)

**Anotation:** K vykreslování věrných obrázků trojrozměrných scén se používají grafické knihovny. Cílem předmětu je seznámit studenty s aplikačním grafickým rozhraním pro 3D grafiku a naučit je programovat jednoduché interaktivní grafické aplikace. Výklad pokrývá základní principy počítačové grafiky (zobrazovací řetězec, souřadnicové systémy a transformace, osvětlování, práci s texturami, pohyb kamery, interakce) i pokročilé modelovací a osvětlovací techniky. Cvičení jsou zaměřena na řešení rozličných úloh a semestrálních prací což vede k získání a prohloubení praktických zkušeností s konkrétní grafickou knihovnou - OpenGL.

### Syllabus:

1. Grafická rozhraní a jejich standardizace, knihovna OpenGL, GLUT.
2. Grafické elementy a jejich atributy, vertex arrays.
3. Euklidovský prostor, souřadnicové systémy a transformace.
4. Struktura scény a její reprezentace, display listy.
5. Barva a světlo v počítačové grafice.
6. Textury, mapování a filtrování textur.
7. Vstupní operace a jejich implementace.
8. Zobrazovací řetězec, videopaměť a operace s fragmenty.
9. Míchání obrazů, průhlednost, antialiasing, efekt mlhy a ořezávání.
10. Modelování křivek a ploch I.
11. Modelování křivek a ploch II.
12. Geometrické modelování.
13. Zobrazování vědecko-technických dat.

### Labs/Seminars:

1. Úvod, semestrální projekt, překlad úloh, ukázky hotových projektů.
2. Knihovna GLUT. Výběr zadání samostatného semestrálního projektu.
3. Grafické elementy OpenGL - řešení úloh.
4. Transformace v OpenGL - řešení úloh.
5. Konzultace, samostatná práce na projektu.
6. Světla a materiály v OpenGL - řešení úloh.
7. Graf scény a display listy - řešení úloh.
8. Konzultace, samostatná práce na projektu.
9. Konzultace, samostatná práce na projektu. Kontrola vybraných částí projektu.
10. Textury v OpenGL - řešení úloh.
11. Křivky a plochy, selekce - řešení úloh.
12. Konzultace. Odevzdání semestrálních projektů.
13. Rychlá prezentace a volba nejlepších projektů. Zápočet.

### Literature:

1. J. Žára, B. Beneš, J. Sochor, P. Felkel: Moderní počítačová grafika - kompletní průvodce metodami 2D a 3D grafiky. Computer Press, Brno, 2004.

2. D. Shreiner, M. Woo, J. Neider, T. Davis: OpenGL - Průvodce programátora. Computer Press, Brno, 2006 (český překlad Redbooku 2.0).

**Notes from Faculty Information System:** Další podrobnější informace o předmětu (včetně podmínek pro udělení zápočtu a složení zkoušky) najdete na webové stránce <http://service.felk.cvut.cz/courses/AE4M39PGR> .

## 4.1.10 A4M39PGR2: Programování grafiky 2

**Název:** Programování grafiky 2

**Garant:** Ing. Felkel Petr Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Ambrož David / Ing. Felkel Petr Ph.D.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M39PGR2

**Prerekvizity:** Předpokládá se znalost OpenGL v rozsahu předmětu X36ZPG.

Stránka předmětu: <http://service.felk.cvut.cz/courses/X36GSY/>

**Anotace:** Cílem předmětu je seznámit studenty s pokročilými technikami pro modelování a zobrazování scén a s možnostmi moderních grafických akceleratorů a způsobu jejich programování. Předmět je zaměřen na získání teoretických i praktických zkušeností při programování pokročilých technik pomocí grafické knihovny OpenGL a jejích rozšíření. Součástí předmětu je seznámení s jazykem GLSL a programováním grafických karet na úrovni zobrazovacího řetězce (vertex and fragment shaders).

### Osnova:

1. Úvod k předmětu, Extenze v OpenGL
2. Úvod do architektury a programování dnešních GPU pipeline, jazyk GLSL
3. Profilování a optimalizace grafických aplikací, gDEDebugger
4. Pokročilé techniky texturování I. multitexturing, cube map., environment mapping
5. Pokročilé techniky texturování II. bump-, parallax-, displacement-mapping
6. Pokročilé techniky texturování III. tex. souř. v GPU, proj. mapování, interpolace
7. Image based rendering a billboarding
8. Techniky vykreslování do textur
9. Techniky generování stínů
10. Architektury dnešních GPU
11. GPGPU programování negrafických aplikací na GPU
12. Víceprůchodové algoritmy z pohledu toků dat v GPU
13. Grafické knihovny a "enginy"- prostředky pro psaní komplexních aplikací

### Cvičení:

1. Organizace cv., zadání semestrální práce. Transformace z pohledu GPU
2. Vertex procesor I. funkce, začlenění do zobrazovacího řetězce, vertex shader
3. Posílání geometrických dat do GPU I. nahrávání dat do GPU, využívání cache
4. Posílání geometrických dat do GPU II. přímé přístupy, instanční zobrazování
5. Vertex procesor II. předávání dat do VP, přístup do paměti GPU z VP
6. Fragment procesor I. funkce, začlenění do zobrazovacího řetězce, fragment shader
7. Fragment procesor II. texturování, multi-texturing, mipmapping, filtrování textur
8. Fragment procesor III. pokročilé texturování, cube maps, projekční mapování
9. Vykreslování do textur I. dynamické vytváření textur, P-Buffer
10. Vykreslování do textur II. frame-buffer objekty, renderování do více textur
11. Geometrický procesor funkce, začlenění do zobraz. řetězce, geometry shader
12. Asynchronní dotazy na GPU viditelnost, měření času, počtu přístupů, geometrie
13. Kontrola semestrální práce, zápočet

### Literatura:

1. T. Akenine-Möller, E. Haines, and N. Hoffman, Real-Time Rendering, A.K. Peters Ltd., 3rd edition, 2008
2. Randi J. Rost, OpenGL Shading Language, Addison-Wesley Professional, 2004



## Computer Graphics 2

**Annotation:** The course introduces advanced modeling and rendering techniques, capabilities of modern graphic accelerators, and methods for their programming. Focus is given on theoretical and practical experiences with OpenGL graphical library and with its extensions. Students learn GLSL language together with programming of graphical cards on the graphical pipeline level (vertex and fragment shaders).

### Lectures:

1. Introduction, OpenGL extensions
2. introduction to architecture and programming of GPU pipeline, GLSL language
3. Profiling and optimization of graphical applications, gDEDebugger
4. Advanced texturing I. multitexturing, cube map., environment mapping
5. Advanced texturing II. bump-, parallax-, displacement-mapping
6. Advanced texturing III. tex. coords in GPU, proj. mapping, interpolations
7. Image based rendering and billboarding
8. Render to texture
9. Generation of shades
10. Architecture of nowadays GPU
11. GPGPU - programming of non-graphical applications on GPU
12. Multipass algorithms
13. Graphical libraries and "engines"
14. ping
15. Vertex shaders and pixel shaders
16. GLSL language
17. Vertex Objects, Buffer objects, P-Buffer
18. Advanced lighting techniques (curves)
19. Advanced lighting techniques (evaluators and NURBS)
20. Advanced modeling techniques (tesselators)
21. Advanced lighting techniques (reflections, shadows and bump-mapping)
22. GPU debugging tools
23. More raster operations, procedural texture generation
24. Increasing of graphical application throughput

### Labs, seminars:

1. Organization of seminars, assignments. Transformations from GPU point of view
2. Vertex processor I, vertex shader
3. Sending geometry data to GPU I.
4. Sending geometry data to GPU II.
5. Vertex processor II
6. Fragment processor I, fragment shader
7. Fragment processor II
8. Fragment processor III
9. Render to texture I
10. Render to texture II.
11. Geometry processor, geometry shader
12. Asynchronous queries on GPU
13. Assignments check, crediting

### References:

1. T. Akenine-Möller, E. Haines, and N. Hoffman, Real-Time Rendering, A.K. Peters Ltd., 3rd edition, 2008
2. Randi J. Rost, OpenGL Shading Language, Addison-Wesley Professional, 2004

#### 4.1.11 A4M39RSO: Realistická syntéza obrazu

**Název:** Realistická syntéza obrazu

**Garant:** Ing. Havran Vlastimil Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Havran Vlastimil Ph.D.

**Semestr:** L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** A4M39RSO

**Prerekvizity:** Zápočet bude udělen na základě semestrálního projektu. Zkouška je v rozsahu přednesené látky. Stránky předmětu s požadavky na: <http://service.felk.cvut.cz/courses/X36RSO/>

**Anotace:** Předmět se zabývá technikami a algoritmy globálního osvětlení používanými pro vytváření realistických obrazů na počítači (realistický rendering). Několik přednášek se věnuje matematickým a fyzikálním základům výpočtu globálního osvětlení: popis rozložení světla ve scéně, odraz světla na površích objektů, zobrazovací rovnice, použití metody Monte Carlo pro její řešení. Další přednášky se věnují praktickým algoritmům používaným pro výpočet globálního osvětlení v plně syntetických scénách (pouze počítačové modely) a ve scénách kombinovaných (vkládání počítačových modelů do reálných filmových scén). Poslední tři přednášky se zabývají pokročilými technikami výpočtu globálního osvětlení v reálném čase na grafickém hardwaru. Cvičení mají projektový charakter. Studenti zaměřeni počítačová grafika mohou v rámci předmětu začít pracovat na magisterské práci.

##### **Osnova:**

1. Úvod do globálního osvětlení, světlo, radiometrie, fotometrie, světelné zdroje.
2. Interakce světla s materiály, BRDF, modely BRDF, měření BRDF.
3. Zobrazovací rovnice, důležitost, transportní operátor, stochastické sledování paprsku.
4. Vícerozměrné integrály.
5. Numerické řešení zobrazovací rovnice, Monte Carlo a kvazi-Monte Carlo metody, vzorkovací strategie.
6. Trasování rozprostřených paprsků, trasování cest.
7. Vychýlené metody: fotonové mapy, irradiance a radiance caching.
8. Metody radiozity.
9. Opticky aktivní prostředí a jiné speciální metody šíření světla.
10. Písemka, Úvod do systému Photorealistic RenderMan.
11. Vzorkování, alias, anti-aliasing.
12. Osvětlení z HDR obrázků (image-based lighting) na CPU/GPU.
13. Rezerva.

##### **Cvičení:**

1. Úvod, organizace cvičení, prezentace témat semestrálních prací
2. Přidělení témat semestrálních prací
3. Konzultace
4. Samostatná práce
5. Konzultace
6. Samostatná práce
7. Konzultace
8. Samostatná práce
9. Konzultace
10. Samostatná práce
11. Odevzdání semestrálních prací

12. Prezentace semestrálních prací
13. Prezentace a zápočet

**Literatura:**

1. M. Pharr, G. Humphreys.: Physically Based Rendering. Morgan Kaufmann, 2004, ISBN: 0-12-553180-X.
2. K. Bala, P. Dutre, P. Bekaert: Advanced Global Illumination, A.K.Peters 2006.
3. Žára J. a kol.: Moderní počítačová grafika. Computer Press, 2005, ISBN 80-251-0454-0.

**Realistic Image Synthesis**

**Annotation:** We deal with techniques and algorithms for global illumination used in realistic rendering. The lectures partly complete the missing part of continuous mathematics required for this subject and numerical integration methods. The related physics underlying the rendering equation is shortly described which includes the surface reflectance. Most of the lectures are devoted to particular rendering algorithms for virtual and augmented reality. The use of GPUs for rendering algorithms are described within last three lectures.

**References:**

1. M. Pharr, G. Humphreys.: Physically Based Rendering. Morgan Kaufmann, 2004, ISBN: 0-12-553180-X.
2. K. Bala, P. Dutre, P. Bekaert: Advanced Global Illumination, A.K.Peters 2006.

#### 4.1.12 A4M33CPM: Corporate performance management

**Název:** Corporate performance management

**Garant:** Ing. Vlček Tomáš CSc.

**Přednášející:** Ing. Náplava Pavel

**Semestr:** L

**Rozsah:** 0+2

**Kredity:** 3

**FEL www:** [A4M33CPM](#)

**Anotace:** Předmět se zabývá problematikou Performance Managementu, která je návaznou disciplínou Business Intelligence. Zatímco Business Intelligence se často zaměřuje jen na podání vysvětlení proč se něco určitým způsobem děje (nástroje reportingu a analýzy), navazující disciplína Performance Management (někdy též Corporate Performance Management) dává odpověď také na otázku, co a jak bychom měli dělat (modelování, plánování, forecasting a what-if analýzy), aby se vzniklá situace změnila. Studentům je v úvodní části předmětu představen koncept Performance Managementu a architektura řešení v souvislosti s business pohledem. Rozsah problematiky je demonstrován na praktické případové studii. V druhé části předmětu studenti zpracovávají samostatně modelové zadání problému, včetně konkretizace úvodních požadavků, analýzy jednotlivých aspektů řešení, jejich modelování až po závěrečné vytvoření OLAP kostky a prezentaci finálního výstupu pro business. Jednotlivá cvičení jsou koncipována jako konzultace a prosemináře pod vedením zkušeného odborníka.

#### Cvičení:

1. Úvod do problematiky Performance Managementu
2. Případová studie problematiky Performance Managementu
3. Praktická ukázka práce s vybranými Performance management nástroji
4. Práce na domácí úloze - zadání domácí úlohy
5. Práce na domácí úloze - konzultace
6. Práce na domácí úloze - konzultace
7. Práce na domácí úloze - konzultace
8. Práce na domácí úloze - prezentace první analytické části domácí úlohy
9. Práce na domácí úloze - konzultace
10. Práce na domácí úloze - konzultace
11. Práce na domácí úloze - konzultace
12. Odevzdání a prezentace domácí práce
13. Zápočet, uzavření předmětu

#### Literatura:

1. O. Novotný, J. Pour, D. Slánský, Business Intelligence. Jak využít bohatství ve vašich datech, Grada, 2005
2. Čechová, A., Manažerské účetnictví, Computer Press, 2006
3. Luboslav Lacko: Databáze: datové sklady, analýza OLAP a dolování dat s příklady v SQL Serveru a Oracle, Computer Press, 2003
4. Robert S. Kaplan - David P. Norton, BALANCED SCORECARD, Strategický systém měření výkonnosti podniku, Management Press, 2007
5. Business Performance Management. Meets Business Intelligence, IBM Redbook
6. Improving Business Performance Insight with Business Intelligence and Business Process Management, IBM Redbook

#### Corporate performance management

### 4.1.13 A0M33EOA: Evoluční optimalizační algoritmy

**Název:** Evoluční optimalizační algoritmy

**Garant:** Ing. Kubalík Jiří Ph.D.

**Přednášející:** Ing. Kubalík Jiří Ph.D. / Ing. Pošík Petr Ph.D.

**Semestr:** Z,L

**Rozsah:** 2p+2c

**Kredity:** 6

**FEL www:** [A0M33EOA](#)

**Anotace:** Cílem předmětu je seznámit studenty s evolučními algoritmy, což jsou optimalizační techniky využívající analogii s přírodní evolucí. Předmět prohlubuje některá témata přednášená v předmětu Biologicky inspirované algoritmy směrem k praktickému nasazení a zaměřuje se na nová témata, především na překážky, na které narážíme v aplikacích evolučních algoritmů a na metody, kterými se řeší. Na přednáškách budou představeny různé varianty evolučních algoritmů a budou ukázány vhodné oblasti pro jejich nasazení. Na cvičeních si studenti vyzkouší implementaci evolučního algoritmu pro řešení složitých optimalizačních problémů.

#### **Osnova:**

1. Standardní evoluční algoritmy. Vztah klasických opt. technik a EA.
2. Problémy EA. Předčasná konvergence, nastavení parametrů, omezení, statistická závislost, No Free Lunch.
3. Práce s omezeními. Speciální reprezentace, penalizace a dekodéry, opravné algoritmy, multikriteriální přístup.
4. Parametry EA. Ladění, adaptace.
5. Statistická závislost mezi komponentami řešení. Perturbační metody. Optimalizace učením modelu.
6. Algoritmy EDA. Optimalizace odhadem modelu rozdělení pravděpodobnosti.
7. Paralelní evoluční algoritmy.
8. Evoluční strategie s adaptací kovarianční matice.
9. Genetické programování (GP). Reprezentace, inicializace, operátory, typované GP, ADF.
10. Gramatická evoluce, gene expression programming.
11. Lineární GP, grafové GP.
12. Problémy v GP. "Bloat", udržení diverzity.
13. Rezerva. (Koevoluce.)

#### **Cvičení:**

1. Realizace jednoduchého genetického algoritmu (SGA). Ukázky vlivu jednotlivých parametrů SGA na jeho výpočet.
2. Rozbor témat na semestrální úlohu.
3. Řešení semestrální úlohy.
4. Kompetentní evoluční algoritmy, hledání vazeb mezi proměnnými.
5. Řešení semestrální úlohy.
6. Ukázka aplikace EA na problém z výpočetní biologie.
7. Řešení semestrální úlohy.
8. Ukázka použití GA pro výběr proměnných pro model časové řady (jedno kritérium vs. více kritérií).
9. Řešení semestrální úlohy.
10. Úspěšné aplikace evolučních algoritmů.
11. Odevzdání semestrální úlohy a prezentace referátů.
12. Test.
13. Odevzdání semestrální úlohy a prezentace referátů.

#### **Literatura:**

1. Luke, S.: Essentials of Metaheuristics, 2009 <http://cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics/>
2. Poli, R., Langdon, W., McPhee, N.F.: A Field Guide to Genetic Programming, 2008 <http://www.gp-field-guide.org.uk/>

### **Poznámky v KOSu:**

## **Evolutionary Optimization Algorithms**

**Annotation:** The students will get acquainted with various forms of evolutionary algorithms – optimization metaheuristics that use analogies with natural evolution to solve complex optimization tasks. The subject builds on and extends knowledge from the subject Bio-inspired algorithms. The main goal of this subject is to introduce various forms of evolutionary algorithms along with suitable application areas. In the seminar and lab lectures, the students will get hands-on tutorials and will be obliged to implement their own evolutionary algorithm to solve an optimization task as part of their project.

### **Lectures:**

1. Standard evolutionary algorithms (EAs). A relation of EAs to the classical optimization techniques.
2. Issues during their design – premature convergence, parameter tuning, constraints, statistical dependence of solution components. No-Free-Lunch theorem.
3. Working with constraints – special representation, penalization, decoders and repairing algorithms, multiobjective approach.
4. EA's control parameters – tuning and adaptation.
5. Statistical dependence of solution components. Perturbation methods.
6. Estimation of distribution algorithms (EDA).
7. Parallel EAs.
8. Evolutionary strategy with covariance matrix adaptation.
9. Genetic programming (GP) – representation, initialization, genetic operators, typed GP, automatically defined functions.
10. Grammatical evolution, gene expression programming.
11. Linear genetic programming, graph-based genetic programming.
12. GP issues – 'bloat', diversity preservation.
13. Coevolution.

### **Labs, seminars:**

1. Implementation of simple genetic algorithm (SGA). Influence of individual parameter values.
2. Introduction to the topics for the seminar project.
3. Seminar project elaboration.
4. Competent evolutionary algorithms, learning dependencies among variables.
5. Seminar project elaboration.
6. Application of EA to some of the computational biology problems.
7. Seminar project elaboration.
8. Using GA to select variables for time series model (difference between one and several criteria).
9. Seminar project elaboration.
10. Successful applications of EAs.
11. Hand-in of the seminar project and presentations of the results.
12. Test.
13. Hand-in of the seminar project and presentations of the results.

### **References:**

1. Luke, S.: Essentials of Metaheuristics, 2009 <http://cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics/>
2. Poli, R., Langdon, W., McPhee, N.F.: A Field Guide to Genetic Programming, 2008 <http://www.gp-field-guide.org.uk/>

## 5 Výuka a testování angličtiny

Každý student musí absolvovat zkoušku, viz 5.1.2. Absolvování předmětu-kurzu 5.1.1 je nepovinné.

### 5.1 Volitelný předmět a zkouška

#### 5.1.1 A0B04IA: Intenzivní kurz angličtiny

**Název:** Intenzivní kurz angličtiny

**Garant:** PhDr. Růžičková Miloslava

**Přednášející:** Mgr. Procházková Jitka / PhDr. Růžičková Miloslava

**Semestr:** Z,L

**Rozsah:** 0+4

**Kredity:** 0

**FEL www:** [A0B04IA](#)

**Prerekvizity:** vstupní rozřazovací test

**Anotace:** Kurz je určen pro studenty oboru Otevřená informatika k doplnění a upevnění znalostí angličtiny pro úspěšné absolvování Intermediate Exam.

#### Cvičení:

1. WEEK 1 I. Introduction, Requirements, Materials Reading: Czech Technical University Revision of tenses
2. II. Text: Computers: reading for general gist Listening: Noting specific information Language focus: Questions
3. WEEK 2 I. Text: E-commerce Language focus: Defining and classifying
4. II. Text: Lasers Language focus: Qualifying and comparing
5. WEEK 3 I. Text: Robotics Writing paragraphs
6. II. Text: Computer applications Language focus: Passives, describing a technical process
7. WEEK 4 I. Text: Interview: Former Student Word study: up and up verbs Listening for detail
8. II. Text: Operating Systems Language focus: ing form: as noun and after prepositions
9. WEEK 5 I. Text: Graphical user Interface Language focus: V+object+ infin (to infin), allow, enable, help, permit Providing explanations, reading diagrams
10. II. Text: Applications programs Language focus: Instructions and complex instructions Note taking, making recommendations
11. WEEK 6 I. Text: Multimedia Language focus: ing clauses, cause and effect
12. II. Interview: Computing support officer Language focus: If-sentences, types 1 and 2 Listening matching diagrams, giving instructions  
WEEK 7 I. Text: Networks Language focus: Relative clauses with a participle Writing: Describing advantages and disadvantages Specialist reading: Network communications
13. II. Text: The World Wide Web Language focus: Time clauses Listening: Information transfer, listening and note taking
14. WEEK 8 I. Text: Interview: The ex-hacker Language focus: Phrasal verbs Listening for specific information
15. II. Text: Recent Developments in IT Languages focus: Modals (ability can, could be able to) Reading and note-taking, comparing different versions of a text

16. WEEK 9 I. Text: Recent Developments in IT (continue)
17. II. Text: The Future of IT Language focus: Predictions, Reading and note-taking
18. WEEK 10 I. The Future of IT (continue) Listening for points of view Reading and note-taking, Specialist reading: Futures
19. II. Grammar Set, revising
20. WEEK 11 I. Text: Advertising standards Reading for general gist
21. II. General revising
22. WEEK 12 I. Final Test
23. II. Final Test Checking, Credits

## Intensive English Course

**Annotation:** The course is designed for the students of Information Technology to improve their English so that they would be able to pass Intermediate Exam successfully.

### Labs, seminars:

1. WEEK 1 I. Introduction, Requirements, Materials Reading: Czech Technical University Revision of tenses
2. II. Text: Computers: reading for general gist Listening: Noting specific information Language focus: Questions
3. WEEK 2 I. Text: E-commerce Language focus: Defining and classifying
4. II. Text: Lasers Language focus: Qualifying and comparing
5. WEEK 3 I. Text: Robotics Writing paragraphs
6. II. Text: Computer applications Language focus: Passives, describing a technical process
7. WEEK 4 I. Text: Interview: Former Student Word study: up and up verbs Listening for detail
8. II. Text: Operating Systems Language focus: ing form: as noun and after prepositions
9. WEEK 5 I. Text: Graphical user Interface Language focus: V+object+ infin (to infin), allow, enable, help, permit Providing explanations, reading diagrams
10. II. Text: Applications programs Language focus: Instructions and complex instructions Note taking, making recommendations
11. WEEK 6 I. Text: Multimedia Language focus: ing clauses, cause and effect
12. II. Interview: Computing support officer Language focus: If-sentences, types 1 and 2 Listening matching diagrams, giving instructions  
WEEK 7 I. Text: Networks Language focus: Relative clauses with a participle Writing: Describing advantages and disadvantages Specialist reading: Network communications
13. II. Text: The World Wide Web Language focus: Time clauses Listening: Information transfer, listening and note taking
14. WEEK 8 I. Text: Interview: The ex-hacker Language focus: Phrasal verbs Listening for specific information
15. II. Text: Recent Developments in IT Languages focus: Modals (ability can, could be able to) Reading and note-taking, comparing different versions of a text
16. WEEK 9 I. Text: Recent Developments in IT (continue)
17. II. Text: The Future of IT Language focus: Predictions, Reading and note-taking
18. WEEK 10 I. The Future of IT (continue) Listening for points of view Reading and note-taking, Specialist reading: Futures
19. II. Grammar Set, revising
20. WEEK 11 I. Text: Advertising standards Reading for general gist
21. II. General revising
22. WEEK 12 I. Final Test
23. II. Final Test Checking, Credits



## 5.1.2 A4B04AZK: Intermediate Exam

**Název:** Intermediate Exam

**Garant:** Mgr. Poncová Eva

**Přednášející:** Mgr. Péterová Pavla / Mgr. Poncová Eva

**Semestr:** \*

**Rozsah:** 0

**Kredity:** 0

**FEL www:** A4B04AZK

**Prerekvizity:** Grammar: Word order. Past simple. Present perfect. Passives. Questions. Comparatives and Superlatives. Phrasal verbs. -ing form as noun and after prepositions. V+obj+to inf. (allow, enable, help, let, permit). -ing clauses. Cause and effect. if sentences type 1 and 2. Relative clauses with a participle. Time clauses. Modal verbs. Future tenses. Prepositions of place, time etc. Determiners, Mathematical expressions.

Reading: Locating specific information. Specialist reading. Reading diagrams. Matching text and diagrams. Prediction. Note-taking. Reading for general gist and specific information.

Listening: Listening for detail. Matching diagrams and spoken output. Information transfer. Listening and note-taking. Listening for specific information.

Speaking: Exchanging technical information. Providing explanations. Giving instructions.

Writing: Writing a brief description. Describing a process. Describing function. Describing advantages and disadvantages. Writing paragraphs.

Examination: A] Written test based on grammar and lexicology B] Oral part: reading a technical text with understanding (discussing some information, answering questions)

**Anotace:** Zkouška je určena výhradně pro studenty oboru Otevřená informatika a její složení je pro ně povinné do konce 3. semestru bakalářského programu. Zkouška předpokládá znalost anglického jazyka na úrovni B2 Upper Intermediate 1 Evropského referenčního rámce.

### Literatura:

1. Glendennig E.C., McEwan J.: Oxford English for Information Technology. CUP 2007 Esteras S.R., Fabre E.M.: Professional English in Use for Computers and the Internet. CUP 2007 Murphy R.: English Grammar in Use English Grammar Set A1 (<http://jazyky.feld.cvut.cz>)

**Poznámky v KOSu:** Na zkoušku se lze volitelně připravit absolvováním nepovinného předmětu A0B04IA - Intenzivní kurz angličtiny. Garantem předmětu je Mgr. Eva Poncová. Veškeré informace najdete na <http://jazyky.feld.cvut.cz> Před zkouškou je třeba získat zápočet, viz informace na stránkách katedry jazyků.

### Intermediate Exam

**Annotation:** The exam is designed exclusively for the students of Information Technology and it is compulsory for the students to pass it by the end of 3 term. The exam is designed to be of the B2, Upper-Intermediate 1 Common European Framework level.

### References:

1. Eric C. Glendenning, John McEwan: Oxford English for Information Technology, OUP 2007, Santiago Remacha Esteras, Elena Marco Fabre: Professional English in Use for Computers and the Internet, CUP 2007. Raymond Murphy: English Grammar in Use, English Grammar Set A1 (<http://jazyky.feld.cvut.cz>)

## 6 Vysvětlivky a rejstřík

**Rozsah** Z celkové časové náročnosti předmětu se vypočítává počet eurokreditů. Týdně: p–přednášky, s–semináře, p–počítačová cvičení, l–laboratorní cvičení, d–domácí příprava. z–příprava na zkoušku celkový počet hodin. U oborových předmětů se standardně přepokládá  $2p+2(scl)+4d+20z$ .

**Semestr** L–letní, Z–zimní

# Rejstřík

## Codes

AE4M39PGR, 214

## Courses

Computer Graphics, 214

## Garanti

Doc.Dr.Ing. Šára Radim , 158  
Doc.Dr.Ing. Bednařík Michal , 46  
Doc.Dr.Ing. Hanzálek Zdeněk , 71, 112  
Doc.Dr.Ing. Matas Jiří , 88, 108, 150  
Doc.Ing. Šnorek Miroslav CSc., 49, 143  
Doc.Ing. Holub Jan Ph.D., 65  
Doc.Ing. Jelínek Ivan CSc., 22, 32, 35  
Doc.Ing. Kocourek Petr CSc., 141  
Doc.Ing. Kouba Zdeněk CSc., 82, 98, 182  
Doc.Ing. Lažanský Jiří CSc., 62, 77, 92, 203  
Doc.Mgr. Habala Petr Ph.D., 20, 27  
Ing. Šusta Richard Ph.D., 43, 133  
Ing. Železný Filip Ph.D., 84, 126, 155  
Ing. Berka Roman Ph.D., 175  
Ing. Boháč Leoš Ph.D., 74  
Ing. Felkel Petr Ph.D., 211, 216  
Ing. Fischer Jan CSc., 68, 145  
Ing. Havran Vlastimil Ph.D., 218  
Ing. Jakovenko Jiří Ph.D., 59, 135  
Ing. Kléma Jiří Ph.D., 116  
Ing. Klíma Martin Ph.D., 197  
Ing. Komenda Antonín , 205  
Ing. Kubalík Jiří Ph.D., 121, 221  
Ing. Míkovec Zdeněk Ph.D., 209  
Ing. Mařík Radek CSc., 194  
Ing. Matoušek Kamil Ph.D., 191  
Ing. Píša Pavel , 138, 185  
Ing. Rehák Martin Ph.D., 200  
Ing. Svoboda Tomáš Ph.D., 25  
Ing. Vlček Tomáš CSc., 95, 100, 188, 202, 204, 220  
Ing. Werner Tomáš Ph.D., 53  
Mgr. Poncová Eva , 225  
PhDr. Růžičková Miloslava , 223  
Prof.Dr. Pěchouček Michal MSc., 86, 119, 124  
Prof.Ing. Škvor Zbyněk CSc., 56  
Prof.Ing. Žára Jiří CSc., 160, 164, 169  
Prof.Ing. Hlaváč Václav CSc., 148, 152, 172  
Prof.Ing. Navara Mirko DrSc., 38, 80

Prof.Ing. Slavík Pavel CSc., 102, 105, 166, 178  
Prof.RNDr. Štěpánková Olga CSc., 129  
Prof.RNDr. Demlová Marie CSc., 30, 41, 110  
Prof.RNDr. Pták Pavel DrSc., 17  
RNDr. Němeček Aleš , 206  
TBD, 55, 91, 107, 114, 115, 132, 147, 163, 181, 199

## Kódy

A0B01LAG, 17  
A0B01LGR, 30  
A0B01PSI, 38  
A0B04IA, 223  
A0B35SPS, 43  
A0B36APO, 49  
A0B36PR1, 22  
A0B36PR2, 32  
A0M33EOA, 221  
A0M33PIS, 188  
A0M35PII, 133  
A3B33OSD, 62  
A4B01DMA, 20  
A4B01JAG, 41  
A4B01MA2, 27  
A4B01NUM, 80  
A4B02FYZ, 46  
A4B04AZK, 225  
A4B17EAM, 56  
A4B32PKS, 74  
A4B33ALG, 35  
A4B33DS, 82, 98  
A4B33FLP, 84  
A4B33OPT, 53  
A4B33OSS, 77, 92  
A4B33RPZ, 88  
A4B33SI, 95  
A4B33ZUI, 86  
A4B34EM, 59  
A4B35PSR, 71  
A4B38DSP, 65  
A4B38NVS, 68  
A4B39PDA, 209  
A4B39PGR, 211  
A4B39TUR, 102  
A4B39WA1, 105

A4B77ASS, 100  
 A4B99BAP, 55  
 A4B99RPH, 25  
 A4B99SVP, 91, 107, 132, 147, 163, 181, 199  
 A4M01TAL, 110  
 A4M33AOS, 191  
 A4M33AU, 129  
 A4M33BIA, 121  
 A4M33BIS, 200  
 A4M33CPM, 220  
 A4M33DZO, 148  
 A4M33MAS, 124  
 A4M33MPV, 150  
 A4M33NMS, 182  
 A4M33PAH, 119  
 A4M33PAL, 108  
 A4M33RPR, 202  
 A4M33RZN, 116  
 A4M33SAD, 126, 155  
 A4M33SEP, 204  
 A4M33TDV, 158  
 A4M33TVS, 194  
 A4M33TZ, 152, 172  
 A4M33UAS, 203  
 A4M33VIA, 205  
 A4M34ISC, 135  
 A4M35KO, 112  
 A4M35OSP, 138, 185  
 A4M36PAP, 143  
 A4M38AVS, 145  
 A4M38KRP, 141  
 A4M39APG, 164  
 A4M39DPG, 169  
 A4M39MMA, 175  
 A4M39NUR, 166  
 A4M39PGR2, 216  
 A4M39RSO, 218  
 A4M39VG, 160  
 A4M39VIZ, 178  
 A4M39WA2, 197  
 A4M99DIP, 115  
 A4M99SVP, 114  
 X01PAS, 206

#### Lecturers

Ing. Sloup Jaroslav , 214

#### Předměty

Úvod do administrace a diagnostiky Solarisových  
 systémů, 203  
 Řízení projektů, 202  
 Řešení problémů a hry, 25

3D počítačové vidění, 158  
 Algoritmizace, 35  
 Algoritmy počítačové grafiky, 164  
 Aplikace vestavných systémů, 145  
 Architektura počítačů, 49  
 Architektury orientované na služby, 191  
 Architektury softwarových systémů, 100  
 Automatické uvažování, 129  
 Bakalářská práce, 55  
 Bezpečnost informací a systémů, 200  
 Biologicky inspirované algoritmy, 121  
 Corporate performance management, 220  
 Databázové systémy, 82, 98  
 Datové struktury počítačové grafiky, 169  
 Digitální obraz, 148  
 Diplomová práce, 115  
 Diskrétní matematika, 20  
 Distribuované systémy a počítačové sítě, 65  
 Elektřina a magnetismus, 56  
 Elektronika a mikroelektronika, 59  
 Evoluční optimalizační algoritmy, 221  
 Funkcionální a logické programování, 84  
 Fyzika pro OI, 46  
 Integrované systémy na čipu, 135  
 Intenzivní kurz angličtiny, 223  
 Intermediate Exam, 225  
 Jazyky, automaty a gramatiky, 41  
 Kombinatorická optimalizace, 112  
 Komunikační rozhraní počítačů, 141  
 Lineární Algebra, 17  
 Logika a grafy, 30  
 Matematická analýza, 27  
 Metody počítačového vidění, 150  
 Multi-agentní systémy, 124  
 Multimédia a počítačová animace, 175  
 Návrh a modelování softwarových systémů, 182  
 Návrh uživatelského rozhraní, 166  
 Návrh vestavných systémů, 68  
 Numerické metody, 80  
 Open-Source programování, 138, 185  
 Operační systémy a databáze, 62  
 Operační systémy a sítě, 77, 92  
 Optimalizace, 53  
 Plánování a hry, 119  
 Počítačové a komunikační sítě, 74  
 Počítačové algebraické systémy, 206  
 Pokročilá algoritmizace, 108  
 Pokročilé architektury počítačů, 143  
 Pokročilé metody reprezentace znalostí, 116  
 Průmyslová informatika a internet, 133  
 Průmyslové informační systémy, 188

Pravděpodobnost, statistika a teorie informace,  
38

Principy tvorby mobilních aplikací, 209

Programování 1, 22

Programování 2, 32

Programování grafiky, 211

Programování grafiky 2, 216

Programování systémů reálného času, 71

Realistická syntéza obrazu, 218

Rozpoznávání a strojové učení, 88

Softwarové inženýrství, 95

Softwarové inženýrství pro praxi, 204

Softwarový nebo výzkumný projekt, 91, 107,  
114, 132, 147, 163, 181, 199

Strojové učení a analýza dat, 126, 155

Struktury počítačových systémů, 43

Teoretické základy vidění, grafiky a interakce,  
152, 172

Teorie algoritmů, 110

Testování a verifikace software, 194

Testování uživatelského rozhraní, 102

Výpočetní geometrie, 160

Vývoj internetových aplikací, 205

Vývoj webových aplikací, 105

Vývoj webových aplikací 2, 197

Vizualizace, 178

Základy umělé inteligence, 86