Základní pojmy

Jan Faigl

Katedra počítačů
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze

Přednáška 1

A0B36PR1 – Programování 1

Část 1 – Organizace předmětu

Informace o předmětu

Přednášky

Cvičení a domácí úkoly

Hodnocení předmětu a zkouška

Část 2 – Programování a výpočty

Výpočty a výpočetní prostředky

Program a programovací jazyk

Část 3 – Programovací jazyk Java

Část I

Organizace předmětu

Základní zdroje a webové stránky

A0B36PR1 - Programování 1

- Webové stránky předmětu
  https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/a0b36pr1/
- Odevzdávání domácích úkolů
  https://cw.felk.cvut.cz/upload
- Přednášející:
  - doc. Ing. **Jan Faigl**, Ph.D.

- Garant předmětu:
  - doc. Ing. **Ivan Jelínek**, CSc.

Organizace a hodnocení předmětu

- **A0B36PR1 – Programování 1**
- Rozsah: 2p+2c; Zakončení: Z,ZK; Kredity: 6;

Z – zápočet, ZK – zkouška

- Průběžná práce v semestru - domácí úkoly a testy
- Implementační a případně ústní zkouška

Schopnost samostatné práce na počítačích v učebnách

- Docházka na cvičení a odevzdání domácích úloh

Samostatná práce

- Supervize práce v počítačové učebně
  - Pátek od 11:00 až 12:30 místnost T2:H1-131 (9.10.-6.11.2015)

Pro osvojení si základních návyků používání počítačů v učebně a řešení programovacích úloh

- Alternativní absolvování předmětu pro zkušené

Předmět A4B36ACM

Cíle předmětu

Programování 1

Prerekvizita Programování 2 a Algoritmizace

- Osvojit si pohled na výpočetní prostředky jako „*počítačový vědec*" a naučit se je efektivně používat

  Computer scientist

  - Formulovat problém a jeho řešení počítačovým programem
  - Získat povědomí jaké problémy lze výpočetně řešit
- Získat zkušenost s programováním

  získání vlastní zkušenosti

  - Programování v jazyku Java

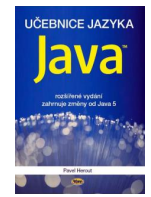
    cvičení a domácí úkoly
- Osvojit si schopnost číst, psát a porozumět malých programům
- Získat programovací návyky jak psát
  - srozumitelné a přehledné zdrojové kódy;
  - opakovaně použitelné programy.

Zdroje a literatura

- Přednášky – slidy, poznámky a především **vlastní zápisky**
- Cvičení – získání praktických dovedností řešením domácích úkolů a dalších úloh

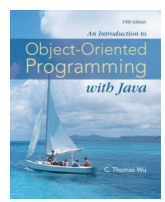
programovat, programovat, programovat

Učebnice jazyka Java; Vydání: 5. rozšířené, *Pavel Herout* KOPP, 2010, ISBN 978-80-7232-398-2



Introduction to Java Programming, 9th Edition, *Y. Daniel Liang* Prentice Hall, 2012
http://www.cs.armstrong.edu/liang/intro9e

An Introduction to Object-Oriented Programming with Java, 5th Edition, *C. Thomas Wu*, McGraw=Hill, 2009
http://it-ebooks.info/book/1908/a



- On-line kurzy programování (v Java nebo jiném jazyku)
  - http://www.algoritmy.net/article/21340/Uvod-1
  - http://www.linuxsoft.cz/article.php?id_article=244
  - http://www.root.cz/serialy/programovaci-jazyk-java-a-jvm

g programování java

Zimní semestr (ZS) akademického roku 2015/2016

- Harmonogram akademického roku 2015/2016

  http://www.fel.cvut.cz/cz/education/harmonogram1516.html

- Přednášky:
  - **Otevřená informatika** (OI): středa, 16:15–17:45
    Dejvice, místnost T2:D3-309
  - **Kybernetika a robotika** (KyR): čtvrtek, 15:15–17:00
    Karlovo náměstí, místnost KN:E-107
  - Softwarové technologie a management (STM)
    7B36ALG - Algoritmizace: čtvrtek, 15:15–17:00

  https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/a0b36pr1/lectures/harmonogram

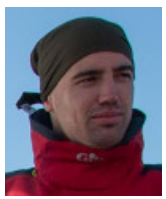
- 14 výukových týdnů
  - 28.10.2015 (středa) a 17.11.2015 (úterý) státní svátek
  - 23.12.2015 (středa) zimní prázdniny
  - 24.12.2015 (čtvrtek) a 25.12.2015 (pátek) státní svátek
  - 11.1.2016 (pondělí) středeční rozvrh

Cvičící

- Ing. **Zdeněk Buk**, Ph.D.

- Ing. **Martin Mudroch**, Ph.D.

- Ing. **Ondřej Hrstka**



- Ing. **Jakub Mrva**

- Ing. **Martin Schaefer**

- Ing. **Petr Váňa**

Počítačové laboratoře

- Síťové domovské adresáře

  NFS v4

  Přenos a synchronizace souborů
  - USB media
  - Síťové přenosy (ftp, ssh, unison, rsync)
  - Owncloud – https://owncloud.cesnet.cz

  služby sdružení CESNET

- Programování ve vývojovém prostředí NetBeans IDE 8.0 a Java verze 8.

  https://netbeans.org
  - Použití libovolného jiného prostředí je možné, např. IntelliJ IDEA, Eclipse,

    https://download.cvut.cz
  - či kombinace `maven` nebo starší `ant` s textovým editorem, například `vim`.
- Odevzdávání domácích úkolů
  - Upload System – https://cw.felk.cvut.cz/upload

Domácí úkoly a další úlohy

- Samostatná práce s cílem osvojit si praktické zkušenosti
- Odevzdání domácích úkolů prostřednictvím Upload System

  `https://cw.felk.cvut.cz/upload`

  - Nahrátí (upload) archivů s nezbytnými zdrojovými soubory
  - Ověření správnosti implementace automatickými testy

  Detekce plagiátů
- Úkoly jsou jednoduché a navrhované tak, aby byly stihnutelné
- Klíčem k úspěšnému dokončení předmětu je samostatná práce a osvojení si technik a znalostí

  průběžná práce a řešení úkolů
- Pokud něčemu nerozumíte, ptejte se cvičících

  Pokud možno hned a neodkládejte na později
- Pokud vám přijde úkolů málo, ptejte se po dalších úlohách na procvičování.

Přehled domácích úkolů

- 10 domácích úkolů po 5 bodech (+1 testovací)
  0. (týden 1) - (Lab00) První program s robotem Karel
     Testovací úkol za 0 bodů
  1. (týden 1) - (Lab01) Robot Karel - cykly a vlastní příkaz
  2. (týden 2) - (Lab02) Robot Karel - hledání objektu v bludišti
  3. (týden 4) - (Lab04) Řídicí struktury - jednoduchá kalkulačka
     Kontrola stylu
  4. (týden 5) - (Lab05) Zpracování vstupu a výstupu programu
  5. (týden 6) - (Lab06) Výpočet statistik
  6. (týden 7) - (Lab07) Automatické zpracování souboru hodnot
  7. (týden 8) - (Lab08) Implementace kruhové fronty
  8. (týden 9) - (Lab09) Řešení problému rekurzí
  9. (týden 11) - (Lab11) Zatřiďování spojových seznamů
  10. (týden 12) - (Lab12) Implementace prioritní fronty haldou
      Kontrola stylu
- Podmínkou zápočtu je úspěšné odevzdání všech domácích úkolů
- Bodová ztráta za pozdní odevzdání úkolu (týden)

Kontrola znalostí testy

- 4 testy na cvičení každý se ziskem maximálně 5 bodů
- Implementační testy na počítačích v učebně

Příprava na zkoušku

1. (týden 3) - **TEST**: *implementační test (Karel)*

   implementace programu (∼ 90 minut)
2. (týden 7) - **TEST**: *písemný test (procedurální programování)*

   „programování" na papír (∼ 20 minut)
3. (týden 9) - **TEST**: *implementační test (procedurální prog.)*

   implementace programu (∼ 60 minut)
4. (týden 13) - **TEST**: *implementační test (objekty)*

   implementace programu (∼ 60 minut)

Uvedené časy jsou orientační a spíše odpovídají očekávané náročnosti testu.

Hodnocení předmětu

Zdroj bodů	Maximum bodů	Přípustné minimum bodů
Domácí úkoly (10×5 bodů)	50	30
Testy na cvičení (4×5 bodů)	20	10
Implementační zkouška	20	10
Ústní zkouška	20	-10

- Minimální počet bodů pro zápočet **40**
- Při rozhodnutí k ústní zkoušce je odečteno 10 bodů
- Pro úspěšné absolvování předmětu je nutné získat **zápočet** a vykonat **zkoušku**
- Získání **zápočtu** je podmíněno odevzdáním všech domácích úkolů a úspěšně složenými testy

Podmínka nutná nikoliv však postačující

Klasifikace předmětu

Klasifikace	Bodové rozmezí	Hodnocení	Slovní hodnocení
A	90–100	1	výborně
B	80–89	1,5	velmi dobře
C	70–79	2	dobře
D	60–69	2,5	uspokojivě
E	50–59	3	dostatečně
F	$<$50	4	nedostatečně

- Minimální přípustné body:
  30 (úkoly) + 10 (testy) + 10 (zkouška) = 50 bodů

Obtížnost předmětu

- V předmětu **nepředpokládáme** znalosti z programování
- **Předpokládáme** však základní dovednosti ovládání počítače

  Principiální, nikoliv pouze memorované
- Přístup na středních školách je různý a tím také úroveň vstupních znalostí a dovedností

  Kurz je koncipovaný tak, aby zapsaní studenti kurz programování zvládli a získali odpovídající znalosti a dovednosti. S ohledem na různorodost je to však pro někoho rychlejší a pro někoho pomalejší. V průběhu semestru můžeme přednášky přizpůsobit konkrétním potřebám – zpětná vazba je důležitá, nebojte se ozvat.
- Mohou proto nastat dva extrémní případy:

  A – PR1 je příliš snadné

  Alternativní průchod

  B – Počáteční nápor znalostí je značný

  Pomoc při startu a přechodu na jiný styl výuky na VŠ.

Případ A: „*Na cvičení se nudím.*"

- Zápis předmětu **A4B36ACM - Seminář ACM z algoritmizace**
- RNDr. Marko Genyk-Berezovskyj (`berezovs@fel.cvut.cz`)
- Podmínky a pravidla:
  - Projít vstupním testem A4B36ACM
  - Odevzdat všechny úkoly z PR1 do 10. týdne
  - Napsat všechny testy z PR1
  - Jít na zkoušku z PR1
- Benefity:
  - Lze získat +4 kredity z ACM předmětu
  - **Rozšíření znalostí pokročilého programování**
  - Kromě testů není nutné chodit na cvičení z PR1
  - Úlohy lze odevzdal později (do 10. týdne) a všechny najednou

Dá se zvládnout za odpoledne / den

Případ B: „*Na cvičení nestíhám!*"

- *Letní prázdninové soustředění* – http://cs.fel.cvut.cz/en/news/detail/1148
  - Úlohy https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/a0b36pr1/tutorials/bootcamp/start
- Konzultace u cvičícího
- Konzultace u přednášejícího
- Tutoriály na stránkách předmětu https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/a0b36pr1
- Prvních pět týdnů lze pracovat na řešení problému
  - v T2:H1-131 (pátek od 11:00-12:30)
  - s možností konzultovat řešené problémy s dozorem
  - **Není** to náhrada cvičení ani seminární cvičení zaměřené na řešení domácích úloh.

Spíše je to prostor pracovat na problémech a při pochybnostech interaktivně požádat o radu.

Část II

Programování a výpočetní prostředky

Základní koncept programování

„Separating Programming Sheep from Non-Programming Goats"

http://blog.codinghorror.com/separating-programming-sheep-from-non-programming-goats

http://www.eis.mdx.ac.uk/research/PhDArea/saeed/paper1.pdf

- Efektivní metody výuky programování se hledají již od dob prvních počítačů

  tj. přes více než 50 let

- Přesto se zdá, že je každý základní kurz programování obtížný a 30% až 60% studentů jej na poprvé nezvládne

  V PR1 je průchodnost výrazně vyšší.

- Základní koncept je pochopení principu přiřazení hodnoty proměnné

Test pochopení principu přiřazení

- Zápis programu pro přiřazení hodnot do proměnných *a* a *b* a následné přiřazení proměnné *b* do *a*.

Přiřazení hodnoty proměnné

```
1  int a = 10;
2  int b = 20;
3
4  a = b;
```

- Jaké jsou hodnoty proměnných *a* a *b*?

a. a = 20 b = 0

b. a = 20 b = 20

c. a = 0 b = 10

d. a = 10 b = 10

e. a = 30 b = 20

f. a = 30 b = 0

g. a = 10 b = 30

h. a = 0 b = 30

i. a = 10 b = 20

j. a = 20 b = 10

Skupiny počítačových uživatelů

„Uživatel"

- Spouštěč programů
- Zadává vstup

Píše, kliká

- Čeká na výstup
- Čte výstup

- Relativně omezená množina vstupů

Pouze to co je dovoleno

„Programátor"

- Spouští programy
- Dává počítači příkazy

Řadí je do posloupnosti

- Vytváří nové programy
- Kombinuje příkazy

- Rozmanitější možnosti použití

Omezen pouze limity počítače

Způsob reprezentace znalostí

- Z hlediska výpočtu můžeme rozlišit dva základní typy znalostí:

Způsob popisu problému

Deklarativní

- Tvrzení popisující stav
- Axiomatické
- Umožňuje jednoduše ověřovat (testovat) pravdivost tvrzení
- Neposkytuje návod jak vypočíst hodnotu

Příklad:

$$\sqrt{x} = y, y^2 = x, x \geq 0, y \geq 0$$

Imperativní

- Popis jak něco vypočítat
- Posloupnost výpočtu
- Test jak ovlivnit průběh výpočtu

Příklad:

1. `If` $y^2 \approx x$
2. `Then`

   return y
3. `Else`

   $y \leftarrow \frac{y+\frac{x}{y}}{2}$

   `Go to` Step 1

Výpočetní prostředky (počítače)

- Jednoúčelové přístroje s předepsaným chováním
  - program / posloupnost kroků (instrukcí) je vestavěná a neměnná

    Kalkulačka, pračka, první telefony
- Počítač s uloženým programem v paměti
  - Posloupnost instrukcí čtena z paměti
  - Flexibilita ve tvorbě posloupnosti

    Program lze libovolně měnit
  - Architektura počítače se společnou pamětí pro data a program
    - Von Neumannova architektura počítače

      John Louis von Neumann (1903–1957)

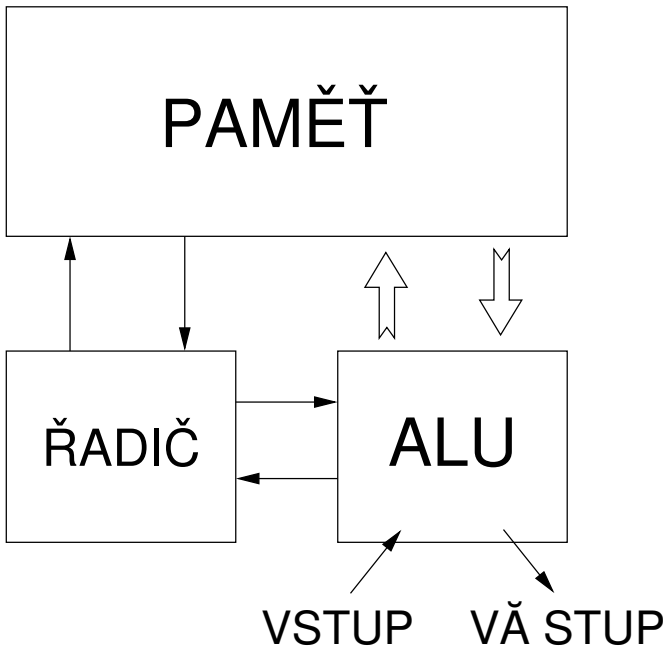
Von Neumannova architektura

- ALU - Aritmeticko logická jednotka (Arithmetic Logic Unit)

  Základní matematické a logické instrukce

- PC - Čítač instrukcí (Program Counter)

  „Ukazuje" na místo v paměti s instrukcemi pro vykonání



V drtivě většině případů je program posloupnost instrukcí zpracovávající jednu nebo dvě hodnoty (uložené v nějakém paměťovém místě) jako vstup a generování nějaké výstupní hodnoty, kterou ukládá někam do paměti nebo modifikuje hodnotu PC (podmíněné řízení běhu programu).

Program je „recept"

- Program je posloupnost kroků (výpočtů) popisující průběh výpočtu pro řešení problému

  (je to „recept" na řešení problému)
- Pro zápis receptu potřebujeme jazyk

  Způsob zápisu programu
- Jazyk definuje základní sadu primitiv (operací/příkazů), které můžeme použít pro zápis receptu
- S konečnou množinou primitiv dobrý programátor naprogramuje „cokoliv".

  Co může být vyjádřeno.
- Touring Machine – obecný model počítacího stroje

  Alan Turing, 1936
- V předmětu A0B36PR1 používáme programovací jazyk **Java**

  Programování není o znalosti konkrétního programovacího jazyka, je to o způsobu uvažování a řešení problému.

Programovací jazyk

- Existuje množství programovacích jazyků
- Nelze říci, že jeden jazyk je lepší než druhý

V podstatě jsou všechny ekvivalentní

- Můžeme, ale říci, že některé jazyky se hodí na konkrétní typy úlohy
- Základní dělení:
  - Vysoko-úrovňové a nízko-úrovňové

Liší se mohutností množiny primitiv

  - Obecné a speciální (určené pro konkrétní aplikace)
  - Interpretované a překládané
  - Dle typu: imperativní (procedurální), funkcionální, logické (deklarativní), objektově-orientované

Definice programovacího jazyka

- **Syntax** – definice povolených výrazů a konstrukcí programu

  Plná kontrola a podpora vývojových prostředí

  - Příklad popisu výrazu gramatikou v Backus-Naurově formě.
    <exp> ::= <exp> + <exp> | <exp> * <exp> | <exp> |
    <number> <number> ::= <number> <digit> | <digit>
    <digit> ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
- **Statická sémantika** – definuje jak jsou konstrukty používány

  Částečná kontrola a podpora prostředí

  - Příklad axiomatické specifikace: $\{P\}\ S\ \{Q\}$, P- precondition, Q-postcondition, S - konstrukce jazyka.
- **Plná sémantika** – co program znamená a dělá, jeho smysluplnost

  Kontrola a ověření správnosti je kompletně v režii programátora.

Správnost programu

- Syntakticky i staticky sémanticky správný program neznamená, že dělá to co od něj požadujeme
- Správnost a smysluplnost programu je dána očekávaným chováním při řešení požadovaného problému
- V zásadě při spuštění programu mohou nastat tyto události:
  - Program havaruje a dojde k chybovému výpisu

    Mrzuté, ale výpis (report) je dobrý start řešení chyby (bug)
  - Program běží, ale nezastaví se a počítá v nekonečné smyčce.

    Zpravidla velmi obtížné detekovat a program ukončujeme po nějaké době.
  - Program včas dává odpověď

    Je však dobré vědět, že odpověď je korektní.

Správnost programu je plně v režii programátora, proto je důležité pro snadnější ověření správnosti, ladění a hledání chyby používat **dobrý programovací styl**.

Program a jeho zápis

- Program – popis činnosti prováděné počítačem.
- Programovací jazyk – notační systém pro zápis programu.

  Program zpravidla zapisujeme ve zdrojových (textových) souborech.
- Čitelnost programu:
  - strojová – efektivnost kódu
  - lidská – srozumitelnost, udržovatelnost, **kódovací konvence**,

    Vývojová prostředí (editor, debugger, nástroje pro správu verzí, analýza, testování → softwarové inženýrství.
- Abstrakce
  - Datová – základní typy, struktury, modulární.
  - Řídicí – základní, strukturální, modulární.

Část III

Úvod do programovacího jazyku Java

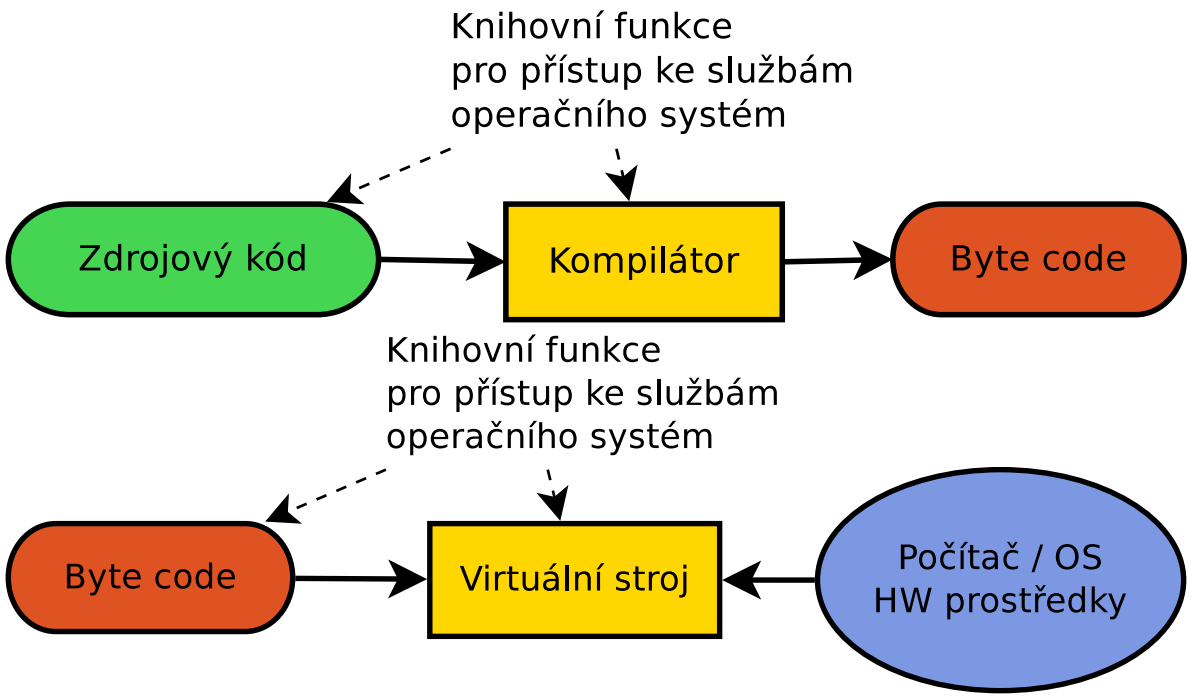
Java

- Obecný, vyšší, imperativní (procedurální) a objektově orientovaný jazyk
- Překládaný jazyk zaměřený na přenositelnost (portabilitu) zdrojových kódů i přeložených binárních souborů
- Historie:
  - 1991 – nejdříve jako jazyk Oak
  - 1995 – Java JDK 1 (první veřejná verze)
  - 1998 – Java 2 (ver. 1.2)
  - 2002 – Java 2 (ver. 1.4) a J2EE
  - 2004 – Java 2 (ver. 1.5) – J2SE5.0
  - 2011 – Java 7 (vydává Oracle po akvizici Sun Microsystems)
  - 2014 – Java 8 (18. března, 2014)
- Součástí základního vývojového prostředí je bohatý soubor knihovních funkcí.

Java je relativně jednoduchý jazyk (v základní verzi) a jeho efektivní používání je spíše o znalosti knihovních funkcí.

Zdrojové kódy, překlad a spuštění Java programu

- Zdrojové kódy jsou zapisovány v textových souborech s koncovkou `.java`
- Zdrojové soubory jsou překládány překladačem (`javac`) do binárního kódu („*byte code*") uložených v souborech s koncovkou `.class`
- Spuštění programu je realizováno virtuálním strojem, který poskytuje abstrakci nad operačním systémem počítače



Java prostředí – JDK, JRE, JVM

- **JDK** (Java Development Kit) – základní vývojové prostředí, knihovny funkcí, překladač zdrojových souborů `javac`. Jeho součástí je i JRE.
- **JRE** (Java Runtime Environment) – základ prostředí Java pro spouštění programů, obsahuje virtuální stroj `java`.
- **JVM** (Java Virtual Machine) – virtuální stroj pro spouštění Java programů (java).

- **JAR** (Java ARchive) – archív Java souborů, typicky množiny zkompilovaných .class (tříd) doplněných textovým popisem (Manifest), kterou třídu spustit. Slouží pro snadnější spouštění programů o více souborech.

V podstatě ZIP archív

Příklad

Výpočet druhé odmocniny

```
1  double x = 13.0;
2  double y = 1.0;
3  int i = 1;
4
5  while(Math.abs(y*y - x) > 1e-3) {
6     System.out.println("Step " + i + " y = " + y);
7     y = (y+(x/y))/2;
8     i += 1;
9  }
10 System.out.println("sqrt(" + x + ") found in " + i + "
       steps as " + y);
```

lec01/Sqrt.java

Kompilace a spuštění programu

```
javac Sqrt.java
java Sqrt
```

Integrovaná vývojová prostředí (IDE)

- Nadstavba základních příkazů `javac` a `java`
- Integrují (mimo jiné) systém pro řízení překladu

Např. `ant` nebo `maven`

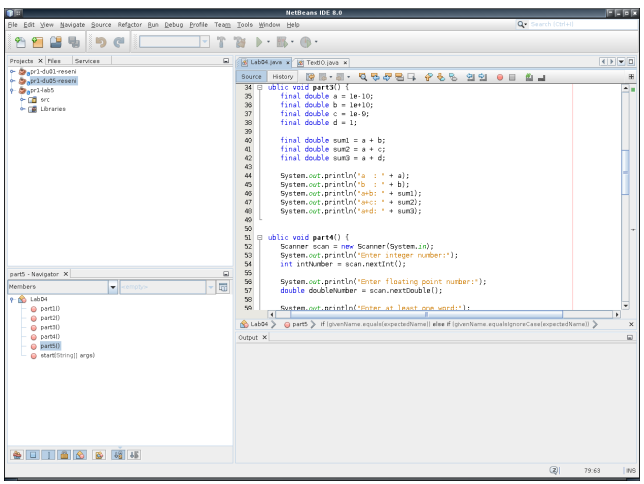
- Zvýrazňují syntax, doplňují jména a provádějí základní kontrolu kódu
- Mezi nejznámější patří Netbeans, Eclipse a IntelliJ IDEA

https://download.cvut.cz

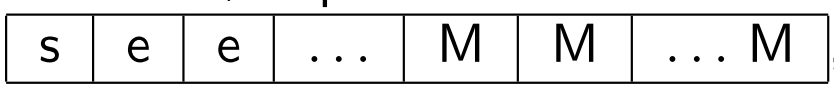
- Na cvičení je používáno prostředí Netbeans
- Import kódů do projektu

štábní kultura

- Adresářová struktura projektu



Primitivní typy

- Vyhrazují v paměti místo pro uložení číselné hodnoty
  Velikost alokovaného prostoru odpovídá možnému rozsahu a přesnosti reprezentace čísla
- Celočíselné typy reprezentují čísla v definovaném rozsahu
- Neceločíselné typy reprezentují reálná, racionální a iracionální čísla. *Aproximace do pevného počtu bitů*
  - Mantisa + exponent
    

    , kde s - znaménkový bit, M - mantisa, e - exponent,
    $s \times M \times B^{e-E}$, B - báze, E - konstanta.
  - double - 64 bitů podle IEEE 754, $\pm$4.9E-324 - $\pm$1.7E+308.

Možnosti zvýšení přesnosti

- Reprezentace racionálních čísel - podíl dvou celočíselných hodnot, např. *Homogenní souřadnice*.
- „Libovolná přesnost" - speciální knihovny, např. `gmp` až do výše volné paměti.

  souřadnice x,y - 7511164176768 346868669952 3739567104 ∼ 2008.57, 92.76

Základní typy v Javě

Celočíselné typy

- **byte** – 8 bitů (1 byte), -128 až 127
- **short** – 16 bitů (2 byte), -32 768 až 32 767
- **int** – 32 bitů (4 bytes), -2^{31} až $2^{31}-1$

  základní celočíselný typ
- **long** – 64-bitů (8 bajtů), -2^{63} až $2^{63}-1$

Neceločíselné typy

- **float** – 32-bit IEEE 754
- **double** – 64-bit IEEE 754

Logický a znakový typ

- **boolean** – `true` / `false`
- **char** – jeden 16-bit Unicode znak

http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/nutsandbolts/datatypes.html

Zápis číselné hodnoty v programu (**literál**)

- Základní zápis je pro typ **int** a **double**

```
int decI = 173;
int hexI = 0xad;
int binI = 0b10101101;

double d1 = 105.67;
double d2 = 1.0567e2;
```

lec01/Literals1.java

- Zápis hodnoty typu **long** a **float** je nutné specifikovat

```
long l1 = 17l; //specifikujeme znakem l
long l2 = 13313514L; //nebo znakem L

float f1 = 105.67f; //nutne uvest f nebo F
float f2 = 1.0567e2f; //jinak pri kompilaci chyba
```

lec01/Literals2.java

Přesnost výpočtu 1/2

- Ztráta přesnosti při aritmetických operacích.

Příklad sčítání dvou čísel

```
1  public static void main(String[] args) {
2      double a = 1E+10;
3      double b = 1E-10;
4      System.out.println("a   : " + a);
5      System.out.println("b   : " + b);
6      System.out.println("a+b: " + (a+b));
7  }
8
9  javac Sum.javac
10 java Sum
11 a   : 1.0E10
12 b   : 1.0E-10
13 a+b: 1.0E10
```

lec01/Sum.java

Přesnost výpočtu 2/2

Příklad dělení dvou čísel

```
1  public static void main(String[] args) {
2     final int number = 100;
3     double dV = 0.0;
4     float fV = (float)0.0;
5     for (int i = 0; i < number; i++) {
6        dV += 1.0 / 10.0;
7        fV += 1.0 / 10.0;
8     }
9     System.out.println("double value: " + dV);
10    System.out.println("float value: " + fV);
11 }
12
13 javac Division.java
14 java Division
15 double value: 9.999999999999998
16 float value: 10.000002
```

lec01/Division.java

Přesnost výpočtu - strojová přesnost

- Strojová přesnost ϵ_m - nejmenší desetinné číslo, které přičtením k 1.0 dává výsledek různý od 1, pro $|v| < \epsilon_m$, platí

$$v + 1.0 == 1.0.$$

Symbol == odpovídá porovnání dvou hodnot v Javě (test na ekvivalenci).

- Zaokrouhlovací chyba - nejméně ϵ_m.
- Přesnost výpočtu - aditivní chyba roste s počtem operací v řádu $\sqrt{N} \cdot \epsilon_m$.
  - Často se však kumuluje preferabilně v jedno směru v řádu $N \cdot \epsilon_m$.

Zdroje a typy chyby

- Chyby matematického modelu - matematická aproximace fyzikální situace.
- Chyby vstupních dat.
- Chyby numerické metody.
- Chyby zaokrouhlovací.

- Absolutní chyba aproximace
  $E(x) = \hat{x} - x$, $\hat{x}$ přesná hodnota, x aproximace.
- Relativní chyba $RE(x) = \frac{\hat{x}-x}{x}$.

Podmíněnost numerických úloh

- Podmíněnost úlohy $C_p = \frac{\text{relativní chyba výstupních údajů}}{\text{relativní chyba vstupních údajů}}$
- Dobře podmíněná úloha $C_p \approx 1$.
- Výpočet je dobře podmíněný, je-li málo citlivý na poruchy ve vstupních datech.
- Numericky stabilní výpočet - vliv zaokrouhlovacích chyb na výsledek je malý.
- Výpočet je stabilní, je-li dobře podmíněný a numericky stabilní.

Příklady chyb

- Ariane 5 - 4.6.1996
  40 sekund po startu explodovala. Datová konverze z 64-bitového desetinné reprezentace na 16-ti bitový znaménkový integer.
  http://www.esa.int/esaCP/Pr_33_1996_p_EN.html
- Systém Patriot - 25.2.1991
  Systémový čas v desetinách sekundy, převod na sekundy realizován dělením 10, registry pouze 24 bitů.
  http://www.ima.umn.edu/~arnold/disasters/patriot.html

  http://www5.informatik.tu-muenchen.de/~huckle/bugse.html

Shrnutí přednášky

Diskutovaná témata

- Informace o předmětu
- Programování, reprezentace znalostí, program a programovací jazyk
- Úvod do jazyku Java
- Základní datové typy a přesnost výpočtu

- Příště: Výrazy, operátory a řídicí konstrukce