

Programování v C

Jan Faigl

Katedra počítačů
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze

Organizace předmětu
BAB36PRGA – Programování v C

Přehled témat

- Část 1 – Organizace předmětu
 - Organizace
 - Cíle
 - Prostředky dosažení cílů
 - Hodnocení a zkouška
 - Komunikace
 - Vývojová prostředí a služby akademické sítě

Část I

Organizace předmětu

Předmět a přednášející

BAB36PRGA – Programování v C

- Webové stránky předmětu
<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga>
- Odevzdávání domácích úkolů
<https://cw.felk.cvut.cz/brute>
- Přednášející:
 - prof. Ing. **Jan Faigl**, Ph.D.
 - Katedra počítačů – <https://cs.fel.cvut.cz>
 - Centrum umělé inteligence – **Artificial Intelligence Center (AIC)**
<https://aic.fel.cvut.cz>
 - Centrum robotiky a autonomních systémů
Center for Robotics and Autonomous Systems – CRAS
<https://robotics.fel.cvut.cz>
 - Laboratoř výpočetní robotiky (**Computational Robotics Laboratory**)
<https://comrob.fel.cvut.cz>



Cvičící

- Bc. **Jan Feber**
- Bc. **David Valouch**



Přednášky – letní semestr (ZS) akademického roku 2023/2024

- Harmonogram akademického roku 2023/2024.
<https://www.fel.cvut.cz/cz/education/harmonogram2324.html>
- Přednášky
 - Kampus Dejvice, místnost T2:D3-209, úterý, 18:00–19:30.
- 14 výukových týdnů. *13+1 přednášek*
- Státní svátky:
 - 29.03.2024 (pátek), 01.04.2024 (pondělí), 01.05.2024 (středa), 08.05.2024 (středa).
- Rektorský den (den bez výuky) – 14.05.2024 (úterý).
- Náhrada výuky 09.05.2024 (čtvrtek) bude středeční výuka za 08.05.2024 (středa).
- **Předpokládaný test z fyziky (B3B02FY1A) v týdnu od 8.4. a v týdnu od 6.5.**
- Konzultace: po domluvě. *Typicky pátek odpoledne na KN, KN-E-205.*

Zdroje a literatura

- **Knihy (učebnice)**
 - *Základní učební text „Programming in C“ (Kochan, 2014)*

Programming in C, 4th Edition, **Stephen G. Kochan**, Addison-Wesley, 2014.
Recommended textbook.
 - C Programming: A Modern Approach, 2nd Edition, **K. N. King**, W. W. Norton & Company, 2008.
More like a reference manual, still comprehensive textbook.
 - The C Programming Language, 2nd Edition (ANSI C), **Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie**, Prentice Hall, 1988 *1st edition 1978*
- Přednášky – podpora učebního textu, slidy, videa, poznámky a **vlastní poznámky**.
Součástí přednášek jsou také zdrojové kódy s příklady!
- Cvičení – získání praktických dovedností řešení domácích úkolů a dalších úloh.
programovat, programovat, programovat

Další učebnice jazyka C

- **Practical C Programming**, **Steve Oualline**, O'Reilly Media, Inc., 3rd edition, 1997.
Briefer than Kochan's textbook, still comprehensive.
- **Effective C: An Introduction to Professional C Programming**, **Robert C. Seacord, William Pollock**, 2020.
Great if you already know some of C syntax and like to improve your skill further.
- **Fluent C, Principles, Practices, and Patterns**, **Christopher Preschern**, O'Reilly Media, Inc., 2022.
Suitable if you like to know more about coding practices.
- **21st Century C: C Tips from the New School**, **Ben Klemens**, O'Reilly Media, 2012.

Organizace Cíle Prostředky dosažení cílů Hodnocení a zkouška Komunikace Vývojová prostředí a služby akademické sítě

Další zdroje

- Introduction to Algorithms, 3rd Edition, Cormen, Leiserson, Rivest, and Stein, The MIT Press, 2009, ISBN 978-0262033848
- Algorithms, 4th Edition, Robert Sedgewick, Kevin Wayne, Addison-Wesley, 2011, ISBN 978-0321573513
- The C++ Programming Language, 4th Edition (C++11), Bjarne Stroustrup, Addison-Wesley, 2013, ISBN 978-0321563842

Jan Faigl, 2024 BAB36PRGA – Organizace předmětu: Programování v C 11 / 31

Organizace Cíle Prostředky dosažení cílů Hodnocení a zkouška Komunikace Vývojová prostředí a služby akademické sítě

Cíle předmětu

- 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 C *cvičení, domácí úkoly, zkouška*
- Osvojit si** schopnost číst, psát a porozumět malým programům
- Získat** programovací návyky jak psát
 - Srozumitelné a přehledné zdrojové kódy;
 - Opakovaně použitelné programy.

Jan Faigl, 2024 BAB36PRGA – Organizace předmětu: Programování v C 13 / 31

Organizace Cíle Prostředky dosažení cílů Hodnocení a zkouška Komunikace Vývojová prostředí a služby akademické sítě

Výuka 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 *Déle než 50 let*
- Přesto se zdá, že je každý základní kurz programování obtížný a 30 % až 60 % studentů jej na poprvé nezvládne. *Průchodnost PRGA je vyšší.*

2022/2023: 55 % (96 % z udelených zápočtů, 32)
2021/2022: 46 % (89 % z udelených zápočtů, 38)
2020/2021: 37 % (92 % z udelených zápočtů, 39)
2019/2020: 65 % (100 % z udelených zápočtů, 23)

- Základní koncept je pochopení principu přiřazení hodnoty proměnné!**
Je to především práce s pamětí, která je v Cku velmi přímá.

Jan Faigl, 2024 BAB36PRGA – Organizace předmětu: Programování v C 14 / 31

Organizace Cíle Prostředky dosažení cílů Hodnocení a zkouška Komunikace Vývojová prostředí a služby akademické sítě

Princip přiřazení

- Zápis programu pro přiřazení hodnot do proměnných *a* a *b* a následně 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	f. a = 30, b = 0
b. a = 20, b = 20	g. a = 10, b = 30
c. a = 0, b = 10	h. a = 0, b = 30
d. a = 10, b = 10	i. a = 10, b = 20
e. a = 30, b = 20	j. a = 20, b = 10

Program vlastně „jen“ přesouvá a upravuje číselné hodnoty v paměti na základě definovaných podmínek!

Jan Faigl, 2024 BAB36PRGA – Organizace předmětu: Programování v C 15 / 31

Organizace Cíle Prostředky dosažení cílů Hodnocení a zkouška Komunikace Vývojová prostředí a služby akademické sítě

Program je „recept“

- Program je „recept“ – posloupnost kroků (výpočtů) popisující průběh řešení problému.**
- Programování je schopnost **samostatně**
 - tvorit programy;**
 - dekomponovat** úlohy na menší celky;
 - sestavovat z dílčích částí větší programy** řešící komplexní úlohu.

BAB36PRGA – je příležitostí, jak se těmto schopnostem naučit!

Jan Faigl, 2024 BAB36PRGA – Organizace předmětu: Programování v C 16 / 31

Organizace Cíle Prostředky dosažení cílů Hodnocení a zkouška Komunikace Vývojová prostředí a služby akademické sítě

Způsob výuky programování v BAB36PRGA

- Naší snahou je vybudovat zkušenost a rozvinout dovednost programování.
 - Programování vs. algoritmizace;
 - Programování je „řemeslo“, jak správně implementovat nějaký algoritmus.
 - Jen funkční nestací - program musí být i správně!** *Očekávaný vstup vs. co všechno může užívatel na vstup zadat.*
- Studijní zátěž je proto rozložena do výukové části semestru.
 - Úkoly na cvičení a termíny domácích úkolů.
- Systematické rozvíjení dovednosti programování v průběhu semestru považujeme za zásadní. *Typicky je na začátku semestru čas pro pochopní principů (ctení učebnice)!*
- Bez znalosti konstruktů a základní příkazů nelze efektivně programovat.
- Vědět a umět použít (nikoliv „slepotat“). *Nezávislost na našeptávači či Co-pilotu!*
 - Začínáme relativně jednoduchými úlohami k osvojení programovacích konstruktů a způsobu organizace zdrojového kódu. *Přehledný kód a schopnost se efektivně orientovat v kódu!*
 - Úkoly jdou vždy realizovat s tím, co si řekneme na přednášce/cvičení.** *Řešení s pokročilejšími konstrukty může být elegantnější(kratší), nemusí však dodat potřebné vhléd.*
 - V prvních přednáškách pokrýváme nezbytné znalosti, které jsou dále prohlubovány.
 - Cvičení doplnují přednášky a dávají více prostoru pro praktické osvojení problematiky.
- Můžete volit praktický způsob vstřebávání znalostí programování z příkladů, který je vhodný doplnit **teoretickou přípravou z učebnic(e).**

Jan Faigl, 2024 BAB36PRGA – Organizace předmětu: Programování v C 18 / 31

Organizace Cíle Prostředky dosažení cílů Hodnocení a zkouška Komunikace Vývojová prostředí a služby akademické sítě

Přehled přednášek

Státní svátek

- 01 - Úvod do programování v C *S. G. Kochan: kapitoly 1–3*
- 02 - Základy programování (v C) *S. G. Kochan: kapitoly 2–5 a část 6*
- 03 - Řídící struktury, výrazy a funkce *S. G. Kochan: kapitoly 4–6 a 12*
- 04 - Pole, ukazatel, textový řetězec, vstup a výstup programu *S. G. Kochan: kapitoly 7, 10 a 11*
- 05 - Ukazatele, paměťové třídy a volání funkcí *S. G. Kochan: kapitoly 8 a 11*
- 06 - Struktury a unioy, přesnost výpočtů a vnitřní reprezentace číselných typů *S. G. Kochan: kapitoly 9, 14, 17 a Appendix B*
- 07 - Standardní knihovny C. Rekurse. (Základní vlastnosti jazyka C probrány.) *S. G. Kochan: kapitola 16 a Appendix B*
- 08 - Spojové struktury
- 09 - Abstraktní datový typ (ADT) - zásobník, fronta, prioritní fronta
- 10 - Paralelní programování, paralelní výpočty a synchronizační primitiva (semafore, zprávy a sdílená paměť)
- 11 - Vícevláknové programování, modely aplikací, POSIX vlákna C11 vlákna
- 12 - ANSI C, C99, C11 a rozdíly mezi C a C++: Úvod do C++ v příkladech
- 13 - Rezerva - Rektorský den
- 14 - Stručný úvod do C++ (v příkladech)

Přednáška nemusí být prezentace slidů – je očekávána interakce, řešení dotazů a diskuse problematických a náročnějších částí.

Podklady k přednášce jsou k dispozici před přednáškou podobně jako učebnice.

Jan Faigl, 2024 BAB36PRGA – Organizace předmětu: Programování v C 19 / 31

Organizace Cíle Prostředky dosažení cílů Hodnocení a zkouška Komunikace Vývojová prostředí a služby akademické sítě

Domácí úkoly a další úlohy

- Samostatná práce s cílem osvojit si praktické zkušenosti.
- Jednotné zadání na přednášce a jednotný termín odevzdání.
- Odevzdání domácích úkolů prostřednictvím BRUTE. <https://cv.felk.cvut.cz/brute>
- Nahrání (upload) archivu s nezbytnými zdrojovými soubory.
- Overení správnosti implementace automatickými testy.
- Penalizace za překročení počtu uploadů. **Odevzdávejte funkční kódy, nikoliv „pouze“ kódy, které projdou testy!**
- Detekce plagátů *Cílem řešení úkolů je získat vlastní zkušenosti!*
- Úkoly jsou navrhovány tak, aby byly stihnutelné. *Plánujte a hlídejte si čas, včas konzultujte.*
- Klíčem k úspěšnému dokončení předmětu je samostatná práce a osvojení si technik a znalostí *Průběžná práce a řešení úkolů!*
- Pokud něčemu nerozumíte, **ptejte se!** *Pokud chybujete, tak se učte, pokud nechybujete, tak už to umíte!*

Jan Faigl, 2024 BAB36PRGA – Organizace předmětu: Programování v C 20 / 31

Organizace Cíle Prostředky dosažení cílů Hodnocení a zkouška Komunikace Vývojová prostředí a služby akademické sítě

Přehled domácích úkolů

- Domácí úkoly s povinným, **volitelným**, případně bonusovým zadáním. *52 h, bonus +28 h* <https://cv.fel.cvut.cz/wiki/courses/b3b36prga/hw/start>

- HW 0 - První program *1 h*
- HW 1 - Načítání vstupu, výpočet a výstup (Kontrola **prehlednosti kódu** – až -100% z dosažených bodů) *4 h*
Seznámení se s prostředím, psaním programů, jejich laděním, testováním a odevzdáváním. ~ 20–40 h
- HW 2 - Kreslení (ASCII art) (Kontrola **kódu** – až -100%) *5 h*
- HW 3 - Prvočíselný rozklad (Kontrola **kódu** – až -100%) *5 h, bonus +8 h*
- HW 4 - Caesarova šifra (Kontrola **kódu** – až -100%) *6 h, bonus +6 h*
- HW 5 - Hledání textu v souborech *6 h*
- HW 6 - Maticové počty (Kontrola **kódu** – až -100%) *6 h bonus +6 h*
- HW 7 - Kruhová fronta v poli - *Dynamicky linkovaná knihovna* *6 h*
- HW 8 - Fronta spojovým seznamem s řazením *7 h*
- HW 9 - Vícevláknová aplikace s meziprocesovou komunikací. *6 h bonus +8 h*

- Podmínkou zápočtu je úspěšné odevzdání všech domácích úkolů.
- Odevzdání **volitelného zadání je doporučeno** (není částečně odevzdán). *Celkové body za povinné zadání 30b, volitelné zadání 15b, bonusové 20b.*

Jan Faigl, 2024 BAB36PRGA – Organizace předmětu: Programování v C 21 / 31

Odevzdávání domácích úkolů – BRUTE

BRUTE – Bundle for Reservation, Uploading, Testing and Evaluation

- Formální kontrola – kompilace programu.
- Testování funkčnosti a správnosti – **kontrola výstupu pro daný vstup**.
 - Verejné vstupy a odpovídající výstupy / nevěřejné vstupy.
- Před uploadem programu si program otestujete sami.
 - S využitím dostupných vstupů a výstupů.
 - Vytvoření vlastních vstupů a ladění programu.
 - Vytvoření vstupů **přiloženým generátorem vstupů**.
 - Ověření výstupu **přiloženým testovacím nebo referenčním programem**.
- Porozumění kódu a kontrola možných stavů.

- Pro každý řádek byste měli být schopni odpovědět proč tam je co dělá!**
 - Pro každou funkci nebo načtení vstupu** od uživatele analyzujte možné vstupní hodnoty nebo **návratové hodnoty funkcí!**
 - Pokud je z hlediska funkčnosti vstup nebo návratová hodnota zásadní, **provedte kontrolu vstupu a/nebo příslušnou akci**, např. vypsaní hlášení a ukončení programu.
- Např. očekávaný vstup je číslo a uživatel zadá něco jiného.

Klasifikace předmětu

Klasifikace	Bodové rozmezí	Hodnocení	Slovní hodnocení
A	≥ 90	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

- Včasné odevzdání všech domácích úkolů s povinným a **volitelným** zadáním (45 bodů).
- Bonusové úlohy (20 bodů).
- Pisemná zkouška (20 bodů) . 15 a více bodů je velmi slušný výsledek!
- Implementační zkouška (20 bodů).
- 95 bodů** a více (A – výborně), **76 bodů** (C – dobře) – (20% ztráta).
- Body jsou indikátorem průběžných výsledků.

Služby akademické sítě – FEL, ČVUT

- <http://www.fel.cvut.cz/cz/user-info/index.html>
- Diskové úložiště ownCloud – <https://owncloud.cesnet.cz>
- Zasílání velkých souborů – <https://filesender.cesnet.cz>
- Rozvrh a termíny – FEL Portal – <https://portal.fel.cvut.cz>
- FEL Google Account – autentizovaný přístup do **Google Apps for Education**
Více viz <http://google-apps.fel.cvut.cz/>.
- Gitlab FEL – <https://gitlab.fel.cvut.cz/>
- Přístup k informačním zdrojům (IEEE Xplore, ACM, Science Direct, Springer Link).
- Akademické a kampusové licence. <https://download.cvut.cz>
- Národní Gridová Infrastruktura MetaCentrum. <http://www.metacentrum.cz/cs/index.html>
- RCI Cluster. <https://login.rci.cvut.cz>

Úkoly a BRUTE

- Úkoly nejsou jen o odevzdání implementace, která projde BRUTE testy.
 - Cíl není odevzdat úkoly v BRUTE, je to prostředek ověření funkčnosti programu.**
 - BRUTE je nástroj průběžné kontroly postupu a získávání znalostí.**
 - Cíl je naučit se samostatně programovat funkční programy správně.**
- Úkoly jsou především o **postupném získání zkušeností** s konkrétními konstrukty.
 - Všechna zadání úkolu už byla mnohokrát implementována, a zvládně to i generativní AI.
 - V předmětu máte příležitost porozumět programování v C prostřednictvím vlastní implementace úkolů. Odevzdání úkolu je prostředek dosažení cíle, nikoliv cíl samotný.**
- Úkoly mají relativní obtížnost velmi podobnou.
 - Je důležité postupně samostatně řešit jednotlivé úkoly a osvojit si dílčí dovednosti. Absolutně jsou úlohy postupně náročnější a náročnější!
- Netrapte se s řešením příliš dlouho sami, ptejte se (discord), na cvičení nebo **konzultaci**.
- Úkoly HW1–HW4 a HW6 budou kontrolovány na správnost a přehlednost kódu.
 - Zaměřeno na konzistenci, čitelnost, a **modularitu** (rozdělí do funkcí).
Z hlediska tréninku a učení, i zdánlivě triviální program se snažte rozumně rozdělit na více funkcí.
 - Motivace je netrávit příliš mnoho času implementací bez výrazného postupu.**

Komunikace související s PRGA

- Obracejte se na svého cvičícího dle cvičení, na které chodíte (jste přihlášení).
Případně na prg-teachers@fel.cvut.cz
- Komunikovat můžete elektronickou poštou (e-mail).
 - Pište ze své **fakultní adresy** (odesílatel).
 - Do předmětu zprávy uvádějte zkratku předmětu PRG nebo PRGA.**
 - Kopii zprávy (Cc) posílejte též příslušnému vedoucímu cvičení (dle studijního programu).
 - V případě zásadních problémů (např. týkajících se zápočtu) uvádějte do Cc též přednášejícího.
- Případně můžete využít **discord** kanálu. Time management - nečekejte okamžitou odpověď.
Pracujte soustředěně a užíjte si tvůrčí zápal.

Hodnocení předmětu

Zdroj bodů	Maximum bodů	Přípustné minimum bodů
Domácí úkoly	45	} 35 !10 10
Bonusové úkoly	20	
Pisemný zkouškový test	20	
Implementační zkouška	20	
Součet	105 bodů	

[†] V případě neúspěšné implementace a zkouškového testu na 13 a více bodů, je opakovaná zkouška pouze z implementační částí, a více versa.

- Zápočet:** alespoň 35 bodů a odevzdání všechny domácí úkoly **do 24.05.2024@23:59 CEST!**
- Předmět lze úspěšně ukončit **zápočtem a zkouškou**.
Zkouškové termíny (KOS) a <https://cv.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga/etart>.
- Test a písemná zkouška – krátké stručné odpovědi prokazující porozumění problematice.
https://cv.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga/resources/exam_test
- Implementační zkouška – prokázání samostatně porozumět a napsat krátký program.
<https://cv.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga/resources/exam>

Vývojové prostředí

- Počítačové laboratoře - Ubuntu se síťovým bootováním a domovskými adresáři (NFS v4).
Přenos a synchronizace souborů – ownCloud, SSH, gdrive, sharepoint
- Doporučený operační systém - Ubuntu-based, Pop OS!, Win s WSL(2) ideální s nativní VS Code.
Přímocará instalace potřebných programů.
- Překladače **gcc** a **clang**, sestavení **make** (GNU make). <https://gcc.gnu.org> a <http://clang.llvm.org>
- Visual Studio Code** (VSC) - <https://code.visualstudio.com/>
- Editor – **gedit**, **atom**, **sublime**, **vim** – <https://atom.io/>, <http://www.sublimetext.com/>
<http://www.root.cz/clanky/textovy-editor-vim-jako-ide>
- C/C++ vývojová prostředí – **WARNING: Do Not Rely on an IDE**.
<http://c.learnthecodehardway.org/book/ex0.html>
 - CLion**, NetBeans 8.0 (C/C++), Eclipse-CDT – <https://www.jetbrains.com/clion>
 - Geany**, Code::Blocks, CodeLite <https://www.geany.org/>, <http://www.codeblocks.org>, <http://codelite.org>
 - Nejdříve porozumějte principům**, nakonfigurujte nástroje a programování zefektivněte.
- Odevzdávání domácích úkolů BRUTE <https://cv.felk.cvut.cz/brute>.
BRUTE – Bundle for Reservation, Uploading, Testing and Evaluation.