

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

- Ing. Jan Feber
- Ing. David Valouch



Přednášky – letní semestr (LS) 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. Doporučená učebnice.
HW 1 má termín odevzdání až 16.03.2024, čtěte!
 - *C Programming: A Modern Approach, 2nd Edition, K. N. King, W. W. Norton & Company, 2008.*

Podobná referenční příručka, stále kompletní učebnice.
 - *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 řešením 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 vhled.*
- 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 tržidy 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++.
- 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 přehlednosti 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**.
 - Veřejné vstupy a odpovídající výstupy / neveřejné 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).
- Písemná zkouška (20 bodů) .
- Implementační zkouška (20 bodů).
- **95 bodů** a více (A – výborně), **76 bodů** (C – dobře) – (20% ztráta).
- Body jsou indikátorem průběžných výsledků.

15 a více bodů je velmi slušný výsledek!

Služby akademické sítě – FEL, ČVUT

- <http://www.fel.cvut.cz/cz/user-info/index.html>
- Diskové úložiště ownCloud – <https://owncloud.cesnet.cz>
- Zásílání 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 netravit 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 prga-teachers@fel.cvut.cz
- Komunikovat můžete elektronickou poštou (e-mail).
 - Píšte 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	Všechny povinné úkoly odevzdatý: } 35
Bonusové úkoly	20	
Písemný zkouškový test	20	† 10
Implementační zkouška	20	
Součet	105 bodů	55

¹V případě neúspěšné implementace a zkouškového testu na 13 a více bodů, je opakovaná zkouška pouze z implementační částí, a více versa. Minimum 55 bodů je solidní E, nikoliv hranice, ale solidní.
Zkouškový test (i implementace) není opravován, ale hodnocena. Zároveň je bodové hodnocení horní hranicí, tj. test fakticky spíše obsahuje méně bodů, než je hodnoceno.

- **Zápočet:** alespoň 35 bodů a odevzdané 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/start>.
- 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>
Pokud programovat umíte, investuje čas do efektivního ovládní editoru, např. **vim**.
- C/C++ vývojová prostředí – **WARNING: Do Not Rely on an IDE**.
<http://c.learnthethehardway.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.