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 systému
      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**

Organizace a hodnocení **BAB36PRGA** – Programování v C

- Rozsah: 2p+2c; Zakončení: Z,ZK; Kredity: 6; 1 ECTS kredit je 25–30 hodin za semestr, cca 180 h.
  - Kontaktní část (přednáška a cvičení): 3 hodiny týdně, tj. 42 hodin celkem.
  - Zkouška včetně přípravy: *10 hodin*.
  - Domácí příprava (úkoly) cca **9 hodin týdně**. *Medián zátěže!*
- **Průběžná práce v semestru** – domácí úkoly.
- **Zkouškový test a implementační zkouška.** *Schopnost samostatné práce na počítačích v učebnách.*
- Docházka na **cvičení** a odevzdání domácích úloh. *Samostatná práce (kontrola plagiátů).*
  - Postupujte systematicky, budete tak postupně rozvíjete své schopnosti.
  - Využijte čas v prvních úlohách a naučte se psát programy správně.

  Program musí být nejen správný a funkční, ale také čitelný a udržovatelný!
- Konzultace – Pokud nevíte, tápete nebo řešíte domácí úkol příliš dlouho, **konzultujete** s cvičícím/přednášejícím. *Čtěte (učebnici), pochopte principy (nejen hledat řešení), hlídejte si čas a včas konzultujete!*
  - **Maximálně využijte kontaktní čas na cvičení/přednášce, ptejte se, diskutujete!**

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), 01.05.0024 (středa), 08.05.0024 (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 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 known some of C syntax and like to improve your skill further.

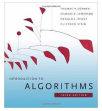
- Fluent C, Principles, Practices, and Patterns, *Christopher Preschern*, O'Reilly Media, Inc., 2022.

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.

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

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.

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 udělených zápočtů, 32)

2021/2022: 46 % (89 % z udělených zápočtů, 38)

2020/2021: 37 % (92 % z udělených zápočtů, 39)

2019/2020: 65 % (100 % z udělených zápočtů, 23)

- **Základní koncept je pochopení principu přiřazení hodnoty proměnné!**

Je to především práce s pamětí, která je v Cčku velmi přímá.

Princip 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

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

Program je „recept“

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

BAB36PRGA – je příležitostí, jak se těmto schopnostem naučit!

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 nestačí - program musí být i správně!** *Očekávaný vstup vs. co všechno může uživatel 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 (čtení učebnice)!
- Bez znalosti konstruktů a základní příkazů nelze efektivně programovat.
- Vědět a umět použít (nikoliv “slepovat”). *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 potřebný vhled.
  - V prvních přednáškách pokrýváme nezbytné znalosti, které jsou dále prohlubovány.
    - Cvičení dopňují přednášky a dávají více prostoru pro praktické osvojení problematiky.
- Můžete volit praktický způsob vstřebávání znalosti programování z příkladů, který je vhodný doplnit teoretickou přípravou z učebnic(e).

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 - Řídicí 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 uniony, přesnost výpočtů a vnitřní reprezentace číselných typů — *S. G. Kochan: kapitoly 9, 14, 17 a Appendix B*
- 07 - Standardní knihovny C. Rekurze. (Základní vlastnosti jazyka C probrány.)
- 08 - Spojové struktury — *S. G. Kochan: kapitola 16 a Appendix B*
- 09 - Abstraktní datový typ (ADT) - zásobník, fronta, prioritní fronta
- 10 - Paralení programování, paralelní výpočty a synchronizační primitiva (semafory, 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**.

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://cw.felk.cvut.cz/brute`
  - Nahrání (upload) archivu s nezbytnými zdrojovými soubory.
  - Ověření správnosti implementace automatickými testy.
  - Penalizace za překročení počtu uploadů.

    Odevzdávejte funkční kódy, nikoliv „pouze" kódy, které projdou testy!
  - Detekce plagiátů

    *Cílem řešení úkolů je **získat vlastní zkušenost**!*
- 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 učíte, pokud nechybujete, tak už to umíte!

Přehled domácích úkolů

- Domácí úkoly s povinným, volitelným, případně bonusovým zadáním. *52 h, bonus +28 h*

  `https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b3b36prga/hw/start`

  0. HW 0 - První program *1 h*
  1. 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
  2. HW 2 - Kreslení (ASCII art) (**Kontrola kódu** – až -100%) *5 h*
  3. HW 3 - Prvočíselný rozklad (**Kontrola kódu** – až -100%) *5 h, bonus +8 h*
  4. HW 4 - Caesarova šifra (**Kontrola kódu** – až -100%) *6 h, bonus +6 h*
  5. HW 5 - Hledání textu v souborech *6 h*
  6. HW 6 - Maticové počty (**Kontrola kódu** – až -100%) *6 h bonus +6 h*
  7. HW 7 - Kruhová fronta v poli - *Dynamicky linkovaná knihovna* *6 h*
  8. HW 8 - Fronta spojovým seznamem s řazením *7 h*
  9. 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 částečné odevzdání).

  Celkové body za povinné zadání **30b**, volitelné zadání **15b**, bonusové **20b**.

Odevzdávání domácích úkolů – BRUTE

- **BRUTE** – Bundle for Reservation, Uploading, Testing and Evaluation
  - Formální kontrola – kompilace programu.
  - Testování funkčnost 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 laděním 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 a 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, **proveďte kontrolu vstupu a/nebo příslušnou akci**, např. vypsání hlášení a ukončení programu.

      Např. očekávaný vstup je číslo a uživatel zadá něco jiného.

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 mnohokráte implementována, a zvládne 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 osvojovat si dílčích 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** (rozdělní 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.*

Hodnocení předmětu

Zdroj bodů	Maximum bodů	Přípustné minimum bodů
Domácí úkoly	45	**35**
Bonusové úkoly	20	
Písemný zkouškový test	20	†10
Implementační zkouška	20	**10**
Součet	105 bodů	

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

- **Zápočet**: alespoň 35 bodů a odevzdáné všechny domácí úkoly **do 24.05.2024@23:59 CEST!**
- Předmět lze úspěšné ukončit **zápočtem** a **zkouškou**.

Zkouškové termíny (KOS) a https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga/start.

- Test a písemná zkouška – krátké stručné odpovědi prokazující porozumění problematice.

https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga/resources/exam_test

- Implementační zkouška – prokázaní samostatně porozumět a napsat krátký program.

https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga/resources/exam

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 odevzdáním všech domácích úkolů s povinným a **volitelným** zadáním (45 bodů).
- Bonusové úlohy (20 bodů).
- Písemná 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.

Komunikace související s PRGA

- Obracejte se na svého cvičícího dle cvičení, na které chodíte (jste přihlášeni).

Případně na **prga-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 problému (např. týkajících se zápočtu) uvádějte do Cc též přednášejícího.
- Případně můžete využít **discord** kanálu. Time management - nečekejte okamžitou odpověď.

Pracujte soustředěně a užijte si tvůrčí zápal.

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.

Přímočará 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 ovládání editoru, např. **vim**.

- C/C++ vývojová prostředí – WARNING: Do Not Rely on an IDE.

http://c.learncodethehardway.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://cw.felk.cvut.cz/brute.

BRUTE – Bundle for Reservation, Uploading, Testing and Evaluation.

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