

Procedurální programování

Jan Faigl

Katedra počítačů
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze


Přednáška 01

B0B36PRP – Procedurální programování

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 1 / 45
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

Předmět a přednášející

B0B36PRP – Procedurální programování

- Webové stránky předmětu
<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b0b36prp>
- Odevzdávání domácích úkolů
<https://cw.felk.cvut.cz/upload>
- Přednášející:
 - doc. Ing. **Jan Faigl**, Ph.D. 
 - Katedra počítačů – <http://cs.fel.cvut.cz>
 - Centrum umělé inteligence – Artificial Intelligence Center (AIC)
<http://aic.fel.cvut.cz>
 - Centrum robotiky a autonomních systémů
Center for Robotics and Autonomous Systems – CRAS
<http://robotics.fel.cvut.cz>
 - Laboratoř výpočetní robotiky (Computational Robotics Laboratory)
<http://comrob.fel.cvut.cz>

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 5 / 45
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

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 | 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 |

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 8 / 45

Přehled témat

- Část 1 – Organizace předmětu
 - Cíle předmětu
 - Prostředky dosažení cílů PRP
 - Hodnocení předmětu a zkouška
- Část 2 – Zadání 1. domácího úkolu (HW00)
- Část 3 – Programování v C
 - První program
 - Příklad použití základních konceptů programování

S. G. Kochan: kapitoly 2, 3

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 2 / 45
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

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, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 6 / 45
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

Uživatelé počítačů

„Uživatel“

- Spouštěč programů
- Zadáva vstup *Píše, kliká, dotýká se*
- Čeká na výstup
- Čte výstup

Relativně omezená množina vstupů

Pouze to co je dovoleno

- Omezen povrchovou znalostí *Toho co je mu dovoleno vidět*

„Programátor“

- Spouští programy
- Dává počítači příkazy *Řadí je do posloupnosti*
- Vytváří nové programy
- Kombinuje příkazy

Rozmanitější možnosti použití

Omezen pouze limity počítače

- Chápe a rozumí principům** *Rychle se učí nové technologie!*

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 9 / 45

Část I

Organizace předmětu

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 3 / 45
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

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 *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 PRP očekáváme průchodnost výrazně vyšší.*
- Základní koncept je pochopení principu přiřazení hodnoty proměnné

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 7 / 45
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

Způsob reprezentace znalostí

- Z hlediska výpočtu můžeme rozlišit dva základní typy znalostí *Způsoby popisu problému*

Deklarativní

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

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:

- If $y^2 \approx x$
- Then

return y

- Else

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

Go to Step 1

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 10 / 45

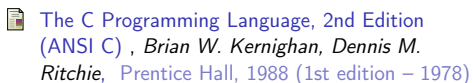
Program je „recept“

- 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

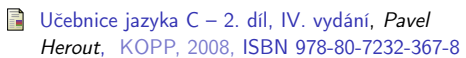
B0B36PRP – je příležitostí, jak se těmto schopnostem naučit

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 11 / 45
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

Další učebnice jazyka C

 The C Programming Language, 2nd Edition (ANSI C), Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie, Prentice Hall, 1988 (1st edition – 1978)



 Učebnice jazyka C – 2. díl, IV. vydání, Pavel Herout, KOPP, 2008, ISBN 978-80-7232-367-8



 C Programming: A Modern Approach, 2nd Edition, K. N. King, W. W. Norton & Company, 2008, ISBN 860-1406428577



 21st Century C: C Tips from the New School, Ben Klemens, O'Reilly Media, 2012, ISBN 978-1449327149



Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 15 / 45
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

Cvičení

■ Ing. Petr Váňa



■ Ing. Martin Mudroch, Ph.D.



■ Ing. Daniel Fišer



■ RNDr. Ladislav Serédi



■ Ing. Tomáš Vintr



Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 18 / 45

Organizace a hodnocení předmětu

- B0B36PRP – Procedurální programování
- Rozsah: 2p+2c; Zakončení: Z,ZK; Kredity: 6;
Z – zápočet, ZK – zkouška
- Průběžná práce v semestru – domácí úkoly a test
- Implementační a případně ústní zkouška
Schopnost samostatné práce na počítačích v učebnách
- Docházka na cvičení a odevzdání domácích úloh
Samostatná práce
Pro osvojení si základních návyků používání počítačů v učebně a řešení programovacích úloh
- „Alternativní“ absolvování předmětu pro velmi zkušené
Předmět A4B36ACM

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 12 / 45
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

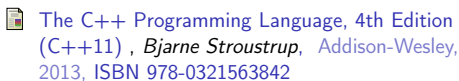
Další zdroje

 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, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 16 / 45
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

Řešení problémů související s PRP

- Obracujte se na svého cvičícího dle cvičení, na které chodíte (jste přihlášení)
- Komunikovat můžete elektronickou poštou (e-mail)
 - Pište ze své **fakultní adresy** (odesílatel)
 - Do předmětu zprávy uvádějte zkratku předmětu PRP
 - Kopii zprávy (Cc) posílejte též příslušnému vedoucímu cvičení (dle studijního programu)
 - V případě zásadních problémů (např. týkajících se zápočtu) uvádějte do Cc též přednášejícího

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 19 / 45

Zdroje a literatura

■ Knihy (učebnice)

„Programming in C“ (Kochan, 2014) nebo „Učebnice jazyka C“ (Herout, 2015)

 Programming in C, 4th Edition, Stephen G. Kochan, Addison-Wesley, 2014, ISBN 978-0321776419



Základní učební text

 Učebnice jazyka C, VI. vydání, Pavel Herout, KOPP, 2010, ISBN 978-80-7232-406-4



- Přednášky – podpora učebního textu, slidy, poznámky a především **vlastní poznámky** *Součástí přednášek jsou také zdrojové kódy s příklady!*
- Cvičení – získání praktických dovedností řešením domácích úkolů a dalších úloh
programovat, programovat, programovat

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 14 / 45
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

Přednášky – zimní semestr (ZS) akademického roku 2017/2018

- Harmonogram akademického roku 2017/2018
<http://www.fel.cvut.cz/education/harmonogram1718.html>
- Přednášky:
 - Dejvice, místnost T2:D3-309, středa, 16:15–17:45
- 14 výukových týdnů

14 přednášek

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 17 / 45
Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

Počítačové laboratoře

- Síťové bootování a síťové domovské adresáře (NFS v4)
Přenos a synchronizace souborů – ownCloud, SSH, FTP, USB
- Vývoj v C:
 - Překladače **gcc** a **clang**
<https://gcc.gnu.org> a <http://clang.llvm.org>
 - Sestavení projektu nástrojem **make** (GNU make)
Ukážeme si později na přednáškách a cvičení
 - Textový 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 Use An IDE**
<http://c.learncodethehardway.org/book/ex0.html>
 - Geany – <https://www.geany.org/>
 - Code::Blocks, CodeLite
<http://www.codeblocks.org>, <http://codelite.org>
 - NetBeans 8.0 (C/C++), Eclipse-CDT
 - CLion – <https://www.jetbrains.com/clion>
- Odevzdávání domácích úkolů – Upload system
<https://cw.felk.cvut.cz/upload>

Jan Faigl, 2017 B0B36PRP – Přednáška 01: Procedurální programování 20 / 45

Část III

Část 3 – Programování v C

Zápis programu

- Zápis instrukcí v „*opkódech*“ je možný, ale není příliš pohodlný
 - Číselné hodnoty jsou použity pro identifikaci operací a také míst v paměti, na kterých jsou uložena data (opět jako číselné hodnoty)
- Textový zápis pojmenovaných instrukcí procesoru (assembler) může být srozumitelný, ale je relativně dlouhý
- Přehlednost zápisu a schopnost orientovat se v kódu je jednou z motivací vzniku různých programovacích jazyků
- Jedním z jazyků nabízející kompromis mezi srozumitelností, čitelností a efektivitou zápisu je jazyk C

Program v C

- Program v C je organizován do funkcí
- U spustitelného programu musíme označit, která funkce se má spustit jako první
- V Cčku je to funkce pojmenovaná `main()`

```

1 main(void)
2 {
3     int a;
4     int b;
5     int c;
6
7     a = 10;
8     b = 4;
9     c = a + b;
10 }

```

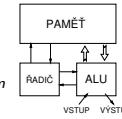
lec01/add.c

Program můžeme zkompileovat a spustit, ale úplně nemáme přehled co dělá a jaký je výsledek. Program přímo neinteraguje s uživatelem.

Počítač „počítá“, tedy pracuje s čísly

- Výpočet je realizován *aritmeticko-logickou jednotkou* (ALU)
- Číselné hodnoty jsou uloženy v paměti počítače
- Předpis jak a co počítat je zapsán programem

Opět jako posloupnost číselných hodnot se specifickým významem



- Základní jednotkou uložení informace v paměti počítače je bit (binární hodnota 0 nebo 1)

Historicky vychází z *děrného štítku* - zápis a strojové zpracování informací

- ALU pracuje s vyhrazenou pamětí např. součet dvou hodnot $10 + 4$ může být realizován

registry	akumulátorem
<code>mov \$10, %r1</code>	<code>lda \$10</code>
<code>mov \$04, %r2</code>	<code>add \$04</code>
<code>add r1, r2, r3</code>	<code>sto r3</code>

Každá instrukce má svůj příslušný zápis jako číselná hodnota (opcode), program je tak posloupnost číselných hodnot

Programu v Cčku

- Paměťová místa s daty jsou „odkazována“ proměnnými
 - Typ proměnné definuje kolik paměti je použito pro uložení dat (číselné) hodnoty
 - Např. zavedení proměnných pro uložení celých čísel typu `int`

```

int a;
int b;
int c;

```

- Dále používáme obvyklý zápis operací

```

a = 10;
b = 4;
c = a + b;

```

Zápis uloží hodnotu 10 na paměťové místo odkazované proměnnou `a`, hodnotu 4 na paměťové místo odkazované proměnnou `b` a následně provede součet hodnot, který uloží na paměťové místo odkazované proměnnou `c`.

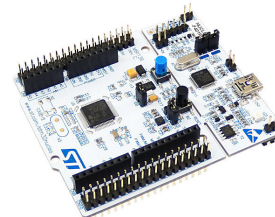
Interaktivní program

- Proměnné (paměťová místa) mohou přímo reprezentovat periferie - např. tlačítko (0 - stisknuto) a LED (1 - svítí).
- Ovládání LED tlačítkem tak můžeme realizovat jako nekonečnou smyčku, ve které nastavujeme hodnotu LED podle stisknutého nebo nestisknutého tlačítka

```

1 #include "mbed.h"
2
3 DigitalOut myled(LED1);
4 DigitalIn mybutton(USER_BUTTON);
5
6 int main() {
7     while (1) {
8         if (mybutton == 0) {
9             myled = 1;
10        } else {
11            myled = 0;
12        }
13    }
14 }

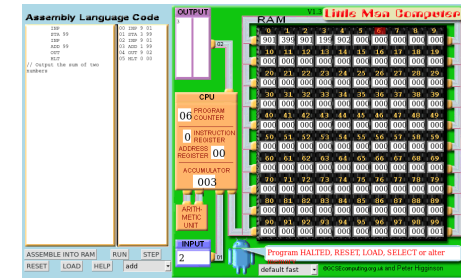
```



Princip výpočtu

- Pochopení principu výpočtu může pomoci simulátor procesoru např. Little Man Computer

<https://peterhigginson.co.uk/LMC/>, <https://gcsecomputing.org.uk/lmc/>
<http://www.vivaxsolutions.com/web/lmc.aspx>
<https://www.youtube.com/watch?v=6cbJWV4AGmk>



Základní koncepty programování

V programování jsou využívány tři klíčové koncepty, kterou jsou vzájemně kombinovány a umožňují vytvářet komplexní programy.

- **Přirazení** - uložení hodnoty na definované místo v paměti
 - **Větvění** - volba posloupnosti instrukcí na základě hodnoty nějaké proměnné (místa v paměti)
 - **Cyklus** - Opakování nějaké posloupnosti instrukcí s novými daty
- Abychom mohli lépe a snadněji organizovat posloupnosti instrukcí do složitější celků, je vhodné program strukturovat do znovupoužitelných částí: **procedur** a **funkcí**
- Procedura představuje předpis co se má s jednotlivými paměťovými místy provádět
 - Výsledek procedury závisí na hodnotách uložených v paměti
 - **Procedura/funkce/algorithmus** řeší obecnou úlohu nějakého výpočtu

Neméně důležitým konceptem je tak **zobecnování výpočtu, které vlastně „zjednodušuje“ řešení problémů.**

Textově orientovaná interakce s uživatelem

- Dalším ze způsobů interakce s uživatelem je textový výstup a vstup.
- V případě programu běžícího v rámci operačního systému je však nutné využívat služby operačního systému realizující
- Proto musíme v Cčkovém programu přidat podporu pro vstup a výstup, např. knihovnu `stdio.h`

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5     printf("I like BOB36PRP!\n");
6
7     return 0;
8 }

```

lec01/program.c

Program zároveň vrací návratovou hodnotu a tím komunikuje s uživatelem nebo nadřazeným programem, který tak může identifikovat jakým způsobem byl program ukončen.

Příklad opakovaného tisku na základě uživatelského vstupu

- Úkol: Uživatel zadá počet opakování tisku zprávy a pokud je počet větší než 0 a zároveň menší než 10 vypíše zprávu tolikrát kolik bylo zadáno. V opačném případě upozornění uživatele na omezený rozsah.
 - **Přirazení** - uložení hodnoty počtu opakování od uživatele (proměnná `n`)
 - **Větvení** - kontrola mezi vstupní hodnoty
 - **Cyklus** - opakování vypisu `n` krát
 - Při opakovaném průchodu cyklem počítáme kolikrát byla zpráva vytištěna (řídící proměnná `i`)
 - Načtení vstupu od uživatele realizujeme funkcí `scanf()`
Popis přístě a vysvětlení syntaxe v dalších přednáškách

Příklad řešení

```

1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void)
4  {
5      int ret = 0;
6      int n;
7      printf("Enter a positive integer number from 1 to 9: ");
8      scanf("%d", &n);
9      if (n > 0 && n < 10) {
10         int i = 0;
11         while (i < n) {
12             printf("I like B0B36PRP!\n");
13             i = i + 1;
14         }
15     } else {
16         printf("Input value must be in the range (0,10)\n");
17         ret = -1;
18     }
19     return ret;
20 }

```

lec01/print.c

Shrnutí přednášky

Diskutovaná témata

- Informace o předmětu
- Procedurální programování (v C)
- **Přístě: Základy programování v C**