

Základy programování v C

Jan Faigl

Katedra počítačů
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze


Přednáška 01

B0B36PRP – Procedurální programování

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 1 / 64
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, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 5 / 64
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, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 8 / 64

Přehled témat

- Část 1 – Organizace předmětu
 - Cíle předmětu
 - Prostředky dosažení cílů PRP
 - Hodnocení předmětu a zkouška
- Část 2 – Základy programování v C
 - Program v C
 - Proměnné a jejich hodnoty
 - Základní číselné typy
 - Výrazy a operátory
 - Formátovaný vstup a výstup
- Část 3 – Zadání 1. domácího úkolu (HW01)

S. G. Kochan: kapitoly 2, 3

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 2 / 64
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 malých programům
- Získat** programovací návyky jak psát
 - srozumitelné a přehledné zdrojové kódy;
 - opakovaně použitelné programy.

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 6 / 64
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 *Řadí je do posloupnosti*
- Dává počítači příkazy
- Vytváří nové programy
- Kombinuje příkazy

Rozmanitější možnosti použití

Omezen pouze limity počítače

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

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 9 / 64

Cíle předmětu Prostředky dosažení cílů PRP Hodnocení předmětu a zkouška

Část I Organizace předmětu

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 3 / 64
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, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 7 / 64
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:

1. If $y^2 \approx x$

2. Then

return y

3. Else

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

Go to Step 1

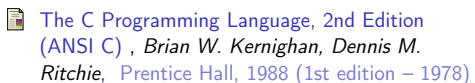
Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 10 / 64

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

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

Cvičení

■ Ing. Petr Váňa



■ Ing. Martin Mudroch, Ph.D.



■ Ing. Petr Čížek



■ Ing. Stanislav Vítek, Ph.D.



■ Ing. Daniel Fišer



Vedoucí cvičení:

■ Otevřená Informatika

Ing. Petr Váňa

■ Elektronika a komunikace

Ing. Martin Mudroch, Ph.D.

■ Elektrotechnika, energetika a management

Ing. Stanislav Vítek, Ph.D.

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

- Supervize práce v počítačové učebně

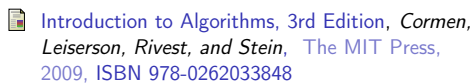
- Pátek od 11:00 až 14:15 místnost T2:H1-131 (7.10.-11.11.2016)

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

- „Alternativní“ absolvování předmětu pro velmi zkušené

Předmět A4B36ACM

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

Řešení problémů související s PRP

- Obracete 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 problému (např. týkajících se zápočtu) uvádějte do Cc též přednášejícího

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**
 - Cvičení – získání praktických dovedností řešením domácích úkolů a dalších úloh
- programovat, programovat, programovat

Přednášky – zimní semestr (ZS) akademického roku 2016/2017

- Harmonogram akademického roku 2016/2017

<http://www.fel.cvut.cz/education/harmonogram1617.html>

- Přednášky:

- Dejvice, místnost T2:D2-256, úterý, 11:00–12:30
- Dejvice, místnost T2:D3-309, středa, 16:15–17:45

- 14 výukových týdnů

13 přednášek

- Středa 16.11.2016 výuka jako pátek

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>

- 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>

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) <https://dialog.cvut.cz>
- Akademické a kampusové licence <https://download.cvut.cz>
- Národní Gridové Infrastruktura MetaCentrum
<http://www.metacentrum.cz/cs/index.html>

Kontrola znalostí testem TODO

- 1 test na přednášce se získkem maximálně 10 bodů
 1. (7. týden - 7.4.2016) – test (~ 60 minut)
Objektově orientované programování a jazyk Java

Čas je orientační a spíše odpovídá očekávané náročnosti testu

TODO Přehled přednášek
První přednášky – základní informace umožňující vytvářet první

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 Upload system
<https://cw.felk.cvut.cz/upload>
 - Nahrání (upload) archivů s nezbytnými zdrojovými soubory
 - Ověření správnosti implementace automatickými testy
 - Omezený počet uploadů pro získání bodového hodnocení

Odevzdávejte funkční kódy, nikoliv "pouze" kódy, které projdou testy

- Detekce plagiatů
Cílem řešení úkolů je získat vlastní zkušenost
- 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!**
Pokud chybujete tak se učíte, pokud nechybujete tak už to umíte!

Hodnocení předmětu TODO

Zdroj bodů	Maximum bodů	Přípustné minimum bodů
Domácí úkoly (10×5 bodů)	50	30
Test na přednášce	10	0
Písemný zkušební test	20	10
Implementační zkouška	10	0

- Pro zápočet je minimální počet bodů ze semestru **40**
Cvičící může udělit až 5 bonusových bodů (například za výbornou semestrální práci), nejvýše však do celkového součtu 70 bodů.
- Pro úspěšné absolvování předmětu je nutné získat **zápočet** a vykonat zkoušku
- Získání **zápočtu** je podmíněno odevzdáním všech domácích úkolů, úspěšným testem a odevzdáním semestrální práce
Nejpozději ve 14. výukovém týdnu

programy

Část II

Část 2 – Základy programování v C

Přehled domácích úkolů

TODO

- 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) Řídící 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) Zatrídění 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)

Klasifikace předmětu TODO

Klasifikace	Bodové rozmezí	Hodnocení	Slovní hodnocení
A	> 90	1	výborně
B	81–90	1,5	velmi dobře
C	71–80	2	dobře
D	61–70	2,5	uspokojivě
E	51–60	3	dostatečně
F	<51	4	nedostatečně

- Minimální přípustné body:
15 (úkoly) + 20 (semestrální práce) + 10 (písemná zkouška) = 45 bodů

Jazyk C

- Nízko-úrovňový programovací jazyk
- Systémový programovací jazyk (operační systém)
Jazyk pro vestavné (embedded) systémy — MCU, křížová (cross) kompilace
- Téměř vše nechává na uživateli (programátorovi)
Inicializace proměnných, uvolňování dynamické paměti
- Má blízko k využití hardwarových zdrojů výpočetního systému
Přímé volání služeb OS, přímý zápis do registrů a portů.
- Klíčové pro správné fungování programu je zacházení s pamětí
Cílem kurzu PRP je naučit se základním principům, které lze následně generalizovat též pro jiné programovací jazyky. Pochopení těchto principů je klíčem k efektivnímu psaní efektivních programů.

Je výhodné mít překlad programu plně pod kontrolou.

Přestože to může z počátku vypadat složité, jsou základní principy relativně jednoduché. I proto je výhodné používat základní nástroje pro překlad programů a po jejich osvojení využít komplexnější vývojové prostředí.

Zápis programu

- Zdrojový kód programu v jazyce C se zapisuje do textových souborů
 - Zdrojové soubory zpravidla pojmenované s koncovkou `.c`
 - Hlavičkové soubory s koncovkou `.h`
- Kompilací zdrojových souborů překladačem do binární podoby vznikají objektové soubory `.o`
- Z objektových souborů se sestavuje výsledný program

■ Příklad zápisu jednoduchého programu:

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

lec01/program.c

Překlad (kompilace) a spuštění programu

- Zdrojový soubor `program.c` přeložíme do spustitelné podoby kompilátorem např. `clang` nebo `gcc`

```
clang program.c
```

- Vznikne soubor `a.out`, který můžeme spustit např.


```
./a.out
```

Alternativně pouze jako a.out pokud je aktuální pracovní adresář nastaven v prohledávané cestě spustitelných souborů

- Program po spuštění vypíše text uvedený jako argument `printf()`

```
./a.out
I like BOB36PRP!
```

- Přidání aktuálního pracovního adresáře do cest(y) definované proměnnou prostředí `PATH`

```
export PATH="$PATH:./"
```

- Příkaz `pwd` vytiskne aktuální pracovní adresář, více viz `man pwd`

Struktura zdrojového souboru

- Komentovaný zdrojový soubor `program.c`

```
1 /* komentar zapisujeme do dvojice vyhrazenych znaku */
2 // Nebo v C11 jako jednoradkovy
3 #include <stdio.h> /* vlozeni hlavickoveho souboru
   standardni knihovny stdio.h */
4
5 int main(void) // zjednodusena deklarace
6 { // hlavni funkce program main()
7     printf("I like BOB36PRP!\n"); /* volani funkce
   printf() z knihovny stdio.h pro tisk textoveho
   retezce na standardni vystup. Znak \n definuje nový
   radek (odradkovani). */
8
9     return 0; /* ukončení funkce a předání návratové
   hodnoty 0 operacnímu systému */
10 }
```

Zdrojové soubory

- Rozdělení na zdrojové a hlavičkové soubory umožňuje rozlišit deklaraci a definici, především však podporuje

- Organizaci zdrojových kódů v adresářové struktuře souborů
- Modularitu

- Hlavičkový soubor obsahuje popis co modul nabízí
- Popis (seznam) funkcí a jejich parametrů bez konkrétní implementace

- Znovupoužitelnost

- Pro využití binární knihovny potřebuje znát její „rozhraní“, které je definované v hlavičkovém souboru

Překlad a sestavení programu

- Uvedený příklad slučuje jednotlivé kroky překladu a sestavení programu do volání jediného příkazu (`clang` nebo `gcc`). Překlad se však skládá ze tří částí, které lze provést individuálně

- Textové předzpracování **preprocesorem**, který má vlastní makro jazyk (příkazy uvozeny znakem `#`)


```
clang -c program.c -o program.o
```

Všechny odkazované hlavičkové soubory se vloží do jediného zdrojového souboru

- Vlastní překlad zdrojového souboru do objektového souboru

Zpravidla jsou soubory zakončena příponou .o

```
clang -c program.c -o program.o
```

Příkaz kombinuje volání preprocesoru a kompilátoru.

- Spustitelný soubor se sestaví z příslušných dílčích objektových souborů a odkazovaných knihoven, tzv. „linkováním“ (**linker**), např.

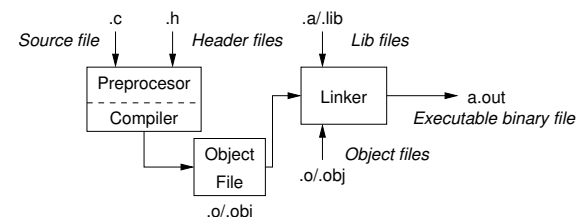
```
clang program.o -o program
```

Schema překladu a sestavení programu

- Vývoj programu se skládá z editace zdrojových souborů (`.c` a `.h`);

Lidsky čitelných
- kompilace dílčích zdrojových souborů (`.c`) do objektových souborů (`.o` nebo `.obj`);

Strojově čitelných
- linkování přeložených souborů do spustitelného programu;
- spouštění a ladění aplikace a opětovné editace zdrojových souborů.



Části překladu a sestavení programu

- preprocesor** – umožňuje definovat makra a tím přizpůsobit překlad aplikace kompilačnímu prostředí

Výstupem je textový („zdrojový“) soubor.

- compiler** – Překládá zdrojový (textový) soubor do strojově čitelné (a spustitelné) podoby

Nativní (strojový) kód platformy, bytecode, případně assembler

- linker** – sestavuje program z objektových souborů do podoby výsledné aplikace

Stále může odkazovat na knihovní funkce (dynamické knihovny linkované při spuštění programu), může též obsahovat volání OS (knihovny).

- Dílčí části **preprocesor**, **compiler**, **linker** jsou zpravidla „jediný“ program, který se volá s příslušnými parametry

Překladače jazyka C

- V rámci předmětu PR2 budeme používat především překladače z rodin:

- `gcc` – GNU Compiler Collection

<https://gcc.gnu.org>

- `clang` – C language family frontend for LLVM

<http://clang.llvm.org>

Pro win platformy pak odvozená prostředí cygwin <https://www.cygwin.com/> nebo MinGW <http://www.mingw.org/>*

- Základní použití (přepínače a argumenty) je u obou překladačů stejné

clang je kompatibilní s gcc

- Příklad použití

- compile: `gcc -c main.c -o main.o`

- link: `gcc main.o -o main`

Příklad součtu dvou hodnot

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5     int sum; /* definice lokální proměnné typu int */
6
7     sum = 100 + 43; /* hodnota výrazu se uloží do sum */
8     printf("The sum of 100 and 43 is %i\n", sum);
9     /* %i formátovací příkaz pro tisk celého čísla */
10    return 0;
11 }
```

- Proměnná `sum` typu `int` reprezentuje celé číslo, jehož hodnota je uložena v paměti
- `sum` je námi zvolené symbolické jméno místa v paměti, kde je uložena celočíselná hodnota (typu `int`)

Příklad součtu hodnot dvou proměnných

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5     int var1;
6     int var2 = 10; /* inicializace hodnoty promenne */
7     int sum;
8
9     var1 = 13;
10
11    sum = var1 + var2;
12
13    printf("The sum of %i and %i is %i\n", var1, var2, sum);
14
15    return 0;
16 }
    
```

- Proměnné var1, var2 a sum reprezentují tři různá místa v paměti (automaticky přidělené), ve kterých jsou uloženy tři celočíselné hodnoty

Základní číselné typy

- Celočíselné typy – int, long, short, char
 - char – celé číslo v rozsahu jednoho bajtu nebo také znak
 - Velikost paměti alokované příslušnou (celo)číselnou proměnnou se může lišit dle architektury počítače nebo překladače
 - Typ int má zpravidla velikost 4 bajty a to i na 64-bitových systémech
 - Aktuální velikost paměťové reprezentace lze zjistit operátorem sizeof(), kde argumentem je jméno typu nebo proměnné.

```

int i;
printf("%lu\n", sizeof(int));
printf("ui size: %lu\n", sizeof(i));
    
```

lec01/types.c

- Neceločíselné typy – float, double
 - Jsou dané implementací, většinou dle standardu IEEE-754-1985
 - float – 32-bit IEEE 754
 - double – 64-bit IEEE 754

http://www.tutorialspoint.com/cprogramming/c_data_types.htm

Znaménkové a neznaménkové celočíselné typy

- Celočíselné typy kromě počtu bajtů rozlišujeme na
 - signed – **znaménkový** (základní)
 - unsigned – **neznaménkový**
 - Proměnná neznaménkového typu nemůže zobrazit záporné číslo
- Příklad (1 byte):
 - unsigned char: 0 až 255
 - signed char: -128 až 127

```

1 unsigned char uc = 127;
2 char su = 127;
3
4 printf("The value of uc=%i and su=%i\n", uc, su);
5 uc = uc + 2;
6 su = su + 2;
7 printf("The value of uc=%i and su=%i\n", uc, su);
    
```

lec01/signed_unsigned_char.c

Znak – char

- Znak je typ char
- Znak reprezentuje celé číslo (byte)
 - Kódování znaků (grafických symbolů), např. ASCII – American Standard Code for Information Interchange.
- Hodnotu znaku lze zapsat jako tzv. znakovou konstatu, např. 'a'.

```

1 char c = 'a';
2
3 printf("The value is %i or as char '%c'\n", c, c);
    
```

lec01/char.c

```

clang char.c && ./a.out
The value is 97 or as char 'a'
    
```

- Pro řízení výstupních zařízení jsou definovány řídicí znaky
 - Tzv. *escape sequences*
 - \t – tabulátor (tabular), \n – nový řádek (newline),
 - \a – pípnutí (beep), \b – backspace, \r – carriage return,
 - \f – form feed, \v – vertical space

Logický datový typ (Boolean) – _Bool

- Ve verzi C99 je zaveden logický datový typ _Bool
 - _Bool logic_variable;
- Jako hodnota true je libovolná hodnota typu int různá od 0
- Dále můžeme využít hlavičkového souboru stdbool.h, kde je definován typ bool a hodnoty true a false


```

#define false 0
#define true 1
#define bool _Bool
            
```

- V původním (ANSI) C explicitní datový typ pro logickou hodnotu není definován.
 - Můžeme však použít podobnou definici jako v stdbool.h


```

#define FALSE 0
#define TRUE 1
                    
```

Rozsahy celočíselných typů

- Rozsahy celočíselných typů v C nejsou dány normou, ale implementací
 - Mohou se lišit implementací a prostředím 16 bitů vs 64 bitů
- Norma garantuje, že pro rozsahy typů platí
 - short ≤ int ≤ long
 - unsigned short ≤ unsigned ≤ unsigned long
- Pokud chceme zajistit definovanou velikost můžeme použít definované typy například v hlavičkovém souboru stdint.h

IEEE Std 1003.1-2001

```

int8_t      uint8_t
int16_t     uint16_t
int32_t     uint32_t
    
```

lec01/inttypes.c

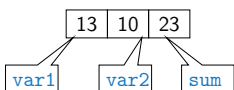
<http://pubs.opengroup.org/onlinepubs/009695399/basedefs/stdint.h.html>

Přiřazení, proměnné a paměť – Vizualizace unsigned char

```

1 unsigned char var1;
2 unsigned char var2;
3 unsigned char sum;
4
5 var1 = 13;
6 var2 = 10;
7
8 sum = var1 + var2;
    
```

- Každá z proměnných alokuje právě 1 byte
- Obsah paměti není po alokaci definován
- Jméno proměnné „odkazuje“ na paměťové místo
- Hodnota proměnné je obsah paměťového místa

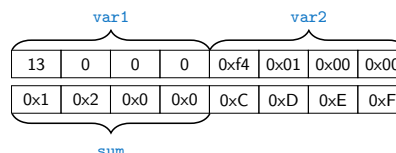


Přiřazení, proměnné a paměť – Vizualizace int

```

1 int var1;
2 int var2;
3 int sum;
4
5 var1 = 13;
6 var2 = 500;
7
8 sum = var1 + var2;
    
```

- Proměnné typu int alokují 4 bajty
 - Zjistit velikost můžeme operátorem sizeof(int)
- Obsah paměti není po alokaci definován



500 (dec) je 0x01F4 (hex)
513 (dec) je 0x0201 (hex)

V případě architektury Intel x86 a x86-64 jsou hodnoty uloženy v pořadí little-endian

Výrazy

- Výraz předepisuje výpočet hodnoty určitého vstupu
- Struktura výrazu obsahuje **operandy**, **operátory** a **závorky**
- Výraz může obsahovat
 - literály
 - proměnné
 - konstanty
 - unární a binární operátory
 - volání funkcí
 - závorky

- Pořadí operací předepsaných výrazem je dáno **prioritou** a **asociativitou** operátorů.

Příklad

```

10 + x * y // pořadí vyhodnocení 10 + (x * y)
10 + x + y // pořadí vyhodnocení (10 + x) + y
    
```

* má vyšší prioritu než + je asociativní zleva

Základní rozdělení operátorů

- Operátory jsou vyhrazené znaky (nebo posloupnost znaků) pro zápis výrazů
- Můžeme rozlišit čtyři základní typy binárních operátorů
 - Aritmetické** operátory – sčítání, odčítání, násobení, dělení
 - Relační** operátory – porovnání hodnot (menší, větší, ...)
 - Logické** operátory – logický součet a součin
 - Operátor přiřazení** - na levé straně operátoru `=` je proměnná
- Unární operátory
 - indikující kladnou/zápornou hodnotu: `+ a -`
operátor – modifikuje znaménko výrazu za ním
 - modifikující proměnnou: `++ a --`
 - logický operátor doplněk: `!`
- Ternární operátor – podmíněné přiřazení hodnoty

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 52 / 64

Program v C Proměnné a jejich hodnoty Základní číselné typy Výrazy a operátory Formátovaný vstup a výstup

Příklad – Aritmetické operátory 1/2

```

1 int a = 10;
2 int b = 3;
3 int c = 4;
4 int d = 5;
5 int result;
6
7 result = a - b; // rozdíl
8 printf("a - b = %i\n", result);
9
10 result = a * b; // násobení
11 printf("a * b = %i\n", result);
12
13 result = a / b; // celocíselné dělení
14 printf("a / b = %i\n", result);
15
16 result = a + b * c; // prioritá operátoru
17 printf("a + b * c = %i\n", result);
18
19 printf("a * b + c * d = %i\n", a * b + c * d); // -> 50
20 printf("(a * b) + (c * d) = %i\n", (a * b) + (c * d)); // -> 50
21 printf("a * (b + c) * d = %i\n", a * (b + c) * d); // -> 350

```

lec01/arithmetic_operators.c

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 55 / 64

Program v C Proměnné a jejich hodnoty Základní číselné typy Výrazy a operátory Formátovaný vstup a výstup

Formátovaný výstup – printf()

- Číselné hodnoty lze tisknout (vypsat) na standardní výstup prostřednictvím funkce `printf()`
man printf, resp. man 3 printf
- Argumentem funkce je textový řídicí řetězec formátování výstupu
- Řídicí řetězec formátu je uvozen znakem `'%'`
- Znakové posloupnosti (nezačínající `%`) se vypíší tak jak jsou uvedeny
- Základní řídicí řetězce pro výpis hodnot jednotlivých typů

char	%c
_Bool	%i, %u
int	%i, %x, %o
float	%f, %e, %g, %a
double	%f, %e, %g, %a
- Dále je možné specifikovat počet vypsaných míst, zarovnání vlevo (vpravo), atd.
Více na cvičení a v domácích úkolech.

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 59 / 64

Proměnné, operátor přiřazení a příkaz přiřazení

- Proměnné definujeme uvedením typu a jména proměnné
 - Jména proměnných volíme malá písmena
 - Vícelslovná jména zapisujeme s podtržítkem `_`
Nebo volíme CamelCase
 - Proměnné definujeme na samostatném řádku
`int n;`
`int number_of_items;`
- Přiřazení je nastavení hodnoty proměnné, tj. uložení definované hodnoty na místo v paměti, kterou proměnná reprezentuje
- Tvar **přířazovacího operátoru**
`<proměnná> = <výraz>`
Výraz je literál, proměnná, volání funkce, ...
- Příkaz přiřazení** se skládá z operátoru přiřazení `=` ;
 - Levá strana přiřazení musí být **l-value – location-value, left-value**
Tj. musí reprezentovat paměťové místo pro uložení výsledku.
 - Přiřazení je výraz a můžeme jej použít všude, kde je dovolen výraz příslušného typu

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 53 / 64

Program v C Proměnné a jejich hodnoty Základní číselné typy Výrazy a operátory Formátovaný vstup a výstup

Příklad – Aritmetické operátory 2/2

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5     int x1 = 1;
6     double y1 = 2.2357;
7     float x2 = 2.5343f;
8     double y2 = 2;
9
10    printf("P1 = (%i, %f)\n", x1, y1);
11    printf("P1 = (%i, %i)\n", x1, (int)y1);
12    printf("P1 = (%f, %f)\n", (double)x1, (double)y1);
13    printf("P1 = (%.3f, %.3f)\n", (double)x1, (double)y1);
14
15    printf("P2 = (%f, %f)\n", x2, y2);
16
17    double dx = (x1 - x2); // implicitní konverze na float, resp.
18    double dy = (y1 - y2);
19
20    printf("P1 - P2)=(%.3f, %0.3f)\n", dx, dy);
21    printf("P1 - P2|^2=%.2f\n", dx * dx + dy * dy);
22    return 0;
23 }

```

lec01/points.c

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 56 / 64

Program v C Proměnné a jejich hodnoty Základní číselné typy Výrazy a operátory Formátovaný vstup a výstup

Formátovaný vstup – scanf()

- Číselné hodnoty ze standardního vstupu lze načíst funkcí `scanf()`
man scanf, resp. man 3 scanf
- Argumentem je textový řídicí řetězec
Syntax podobný příkazu printf
- Je nutné předat paměťové místo pro uložení hodnoty
- Příklad načtení hodnoty celého čísla a hodnoty typu `double`

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5     int i;
6     double d;
7
8     printf("Enter int value: ");
9     scanf("%i", &i); /* operator & vrací adresu
10    promenne i */
11
12    printf("Enter a double value: ");
13    scanf("%lf", &d);
14    printf("You entered %02i and %0.1f\n", i, d);
15
16    return 0;
17 }

```

lec01/scanf.c

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 60 / 64

Základní aritmetické výrazy

- Pro operandy číselných typů `int` a `double` jsou definovány operátory
Ale také pro char, short, float
 - unární operátor změna znaménka `-`
 - binární sčítání `+` a odčítání `-`
 - binární násobení `*` a dělení `/`
- Pro operandy celočíselných typů pak dále
 - binární zbytek po dělení `%`
- Pro oba operandy stejného typu je výsledek aritmetické operace stejného typu
- V případě kombinace typů `int` a `double`, se `int` převede na `double` a výsledek je hodnota typu `double`.
Implicitní typová konverze
- Dělení operandů typu `int` je celá část podílu
Např. 7/3 je 2 a -7/3 je -2
- Pro zbytek po dělení platí $x\%y = x - (x/y) * y$
Např. 7 % 3 je 1 -7 % 3 je -1 7 % -3 je 1 -7 % -3 je -1
Další aritmetické operátory přístě.

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 54 / 64

Program v C Proměnné a jejich hodnoty Základní číselné typy Výrazy a operátory Formátovaný vstup a výstup

Standardní výstup a vstup

- Spuštěný program v prostředí operačního systému má přiřazený znakově orientovaný standardní vstup (`stdin`) a výstup (`stdout`)
Výjimkou jsou zpravidla programy pro MCU bez OS.
- Program může prostřednictvím `stdout` a `stdin` komunikovat s uživatelem
- Základní funkce pro znakový výstup je `putchar()` a pro vstup `getchar()` definované ve standardní knihovně `stdio.h`.
- Pro načítání číselných hodnot lze využít funkci `scanf()`
- Formátovaný výstup je možné tisknout funkce `printf()`, např. číselné hodnoty
Jedná o knihovní funkce, ze standardní knihovny. Jména funkcí nejsou klíčová slova jazyka C.

Jan Faigl, 2016 B0B36PRP – Přednáška 01: Základy programování v C 58 / 64

Program v C Proměnné a jejich hodnoty Základní číselné typy Výrazy a operátory Formátovaný vstup a výstup

Část III

Část 3 – Zadání 1. domácího úkolu (HW01)

Zadání 1. domácího úkolu HW01

-
- **Termín odevzdání: 15.10.2016, 23:59:59 PST**
PST – Pacific Standard Time

Shrnutí přednášky

Diskutovaná témata

- Informace o předmětu
- Základy programování v C
 - Program, zdrojové soubory a kompilace programu
 - Struktura zdrojového souboru a zápis programu
 - Proměnné, základní číselné typy
 - Proměnné, přiřazení a paměť
 - Základní výrazy
 - Standardní vstup a výstup programu
 - Formátovaný vstup a výstup
- **Příště: Zápis programu v C a základní řídicí struktury**