Základy programování v C

Jan Faigl

Katedra počítačů
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze

Přednáška 01

B0B36PRP – Procedurální programování

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

  S. G. Kochan: kapitoly 2, 3
- Část 3 – Zadání 1. domácího úkolu (HW01)

Část I

Organizace předmětu

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 systému
      Center for Robotics and Autonomous Systems – CRAS
      http://robotics.fel.cvut.cz
    - Laboratoř výpočetní robotiky (Computational Robotics Laboratory)
      http://comrob.fel.cvut.cz

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.

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

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
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

Uživatelé počítačů

„Uživatel"

- Spouštěč programů
- Zadává 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!

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`
   $y \leftarrow \frac{y+\frac{x}{y}}{2}$
   `Go to` Step 1

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

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

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

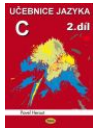
- Přednášky – podpora učebního textu, slidy, poznámky a především **vlastní poznámky**
- Cvičení – získání praktických dovedností řešením domácích úkolů a dalších úloh

programovat, programovat, programovat

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

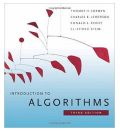


- C Programming: A Modern Approach, 2nd Edition, *K. N. King*, W. W. Norton & Company, 2008, ISBN 860-1406428577

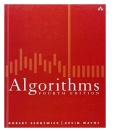
- 21st Century C: C Tips from the New School, *Ben Klemens*, O'Reilly Media, 2012, ISBN 978-1449327149

Další zdroje

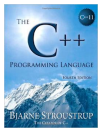
- Introduction to Algorithms, 3rd Edition, *Cormen, Leiserson, Rivest, and Stein*, The MIT Press, 2009, ISBN 978-0262033848



- 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



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

- Harmonogram akademického roku 2016/2017

  http://www.fel.cvut.cz/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

Cvičící

- 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.*

Řešení problémů související s PRP

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

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

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 zisk bodového hodnocení

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

    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!

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) Řídicí 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) Zatřiďování 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)

Kontrola znalostí testem TODO

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

     Čas je orientační a spíše odpovídá očekávané náročnosti testu

Hodnocení předmětu TODO

Zdroj bodů	Maximum bodů	Přípustné minimum bodů
Domácí úkoly (10×5 bodů)	50	30
Test na přednášce	10	**0**
Písemný zkouškový 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

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

TODO Přehled přednášek

První přednášky – základní informace umožňující vytvářet první

programy

Část II

Část 2 – Základy programování v C

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 složitě, 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 pojemnované s koncovkou **.c**
  - Hlavičkové soubory s koncovkou **.h**
- Kompilací zdrojových souborů překladačem do binární podoby vznikají objektové soubory **.o**
- Z objektovových souborů se sestavuje výsledný program
- Příklad zápisu jednoduchého programu:

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main(void)
4 {
5    printf("I like B0B36PRP!\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 B0B36PRP!
```

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

  `export PATH="$PATH:‘pwd‘"`

- 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 B0B36PRP!\n"); /* volani funkce
       printf() z knihovny stdio.h pro tisk textoveho
       retezce na standardni vystup. Znak \n definuje novy
        radek (odradkovani). */
8
9     return 0; /* ukonceni funkce a predani navratove
       hodnoty 0 operacnimu systemu */
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

1. 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

2. Vlastní překlad zdrojového souboru do objektového souboru

   Zpravidla jsou jména souborů zakončena příponou ***.o***

   clang -c program.c -o program.o

   Příkaz kombinuje volání preprocesoru a kompilátoru.

3. 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

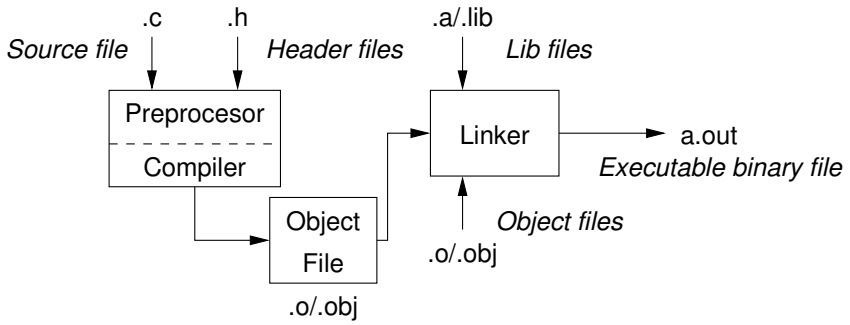
- Vývoj programu se skládá z editace zdrojových souborů (.c a .h);

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 lokalni promenne typu int */
6
7    sum = 100 + 43; /* hodnota vyrazu se ulozi do sum */
8    printf("The sum of 100 and 43 is %i\n", sum);
9    /* %i formatovaci prikaz pro tisk celeho cisla */
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

```c
#include <stdio.h>

int main(void)
{
   int var1;
   int var2 = 10; /* inicializace hodnoty promenne */
   int sum;

   var1 = 13;

   sum = var1 + var2;

   printf("The sum of %i and %i is %i\n", var1, var2, sum);

   return 0;
}
```

- 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.

```c
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

```c
unsigned char uc = 127;
char su = 127;

printf("The value of uc=%i and su=%i\n", uc, su);
uc = uc + 2;
su = su + 2;
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'`.

```c
char c = 'a';

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 – tabelátor (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`

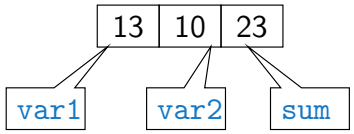
`lec01/inttypes.c`

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



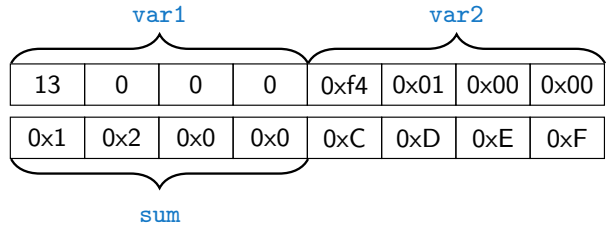
Přiřazení, proměnné a paměť – Vizualizace int

```
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, odčítaní, 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 proměnou: ++ a −−
  - logický operátor doplněk: **!**
- Ternární operátor – podmíněné přiřazení hodnoty

Proměnné, operátor přiřazení a příkaz přiřazení

- Proměnné definujeme uvedením typu a jména proměnné
  - Jména proměnných volíme malá písmena
  - Víceslovná 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 přiřazovacího operátoru

$$\langle \textbf{proměnná} \rangle = \langle \textbf{výraz} \rangle$$

Výraz je literál, proměnná, volání funkce, ...

- Příkaz přiřazení se skládá z operátoru přiřazení = a ;
  - 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

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 příště.

Příklad – Aritmetické operátory 1/2

```c
int a = 10;
int b = 3;
int c = 4;
int d = 5;
int result;

result = a - b; // rozdil
printf("a - b = %i\n", result);

result = a * b; // nasobeni
printf("a * b = %i\n", result);

result = a / b; // celociselne deleni
printf("a / b = %i\n", result);

result = a + b * c; // priorita operatoru
printf("a + b * c = %i\n", result);

printf("a * b + c * d = %i\n", a * b + c * d);          // -> 50
printf("(a * b) + (c * d) = %i\n", (a * b) + (c * d)); // -> 50
printf("a * (b + c) * d = %i\n", a * (b + c) * d);      // -> 350
```

lec01/arithmetic_operators.c

Příklad – Aritmetické operátory 2/2

```c
#include <stdio.h>

int main(void)
{
   int x1 = 1;
   double y1 = 2.2357;
   float x2 = 2.5343f;
   double y2 = 2;

   printf("P1 = (%i, %f)\n", x1, y1);
   printf("P1 = (%i, %i)\n", x1, (int)y1);
   printf("P1 = (%f, %f)\n", (double)x1, (double)y1);
   printf("P1 = (%.3f, %.3f)\n", (double)x1, (double)y1);

   printf("P2 = (%f, %f)\n", x2, y2);

   double dx = (x1 - x2); // implicitni konverze na float, resp.
    double
   double dy = (y1 - y2);

   printf("(P1 - P2)=(%.3f, %0.3f)\n", dx, dy);
   printf("|P1 - P2|^2=%.2f\n", dx * dx + dy * dy);
   return 0;
}
```

lec01/points.c

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.

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 posloupností (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.

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`

```c
#include <stdio.h>

int main(void)
{
   int i;
   double d;

   printf("Enter int value: ");
   scanf("%i", &i); /* operator & vraci adresu
    promenne i */


   printf("Enter a double value: ");
   scanf("%lf", &d);
   printf("You entered %02i and %0.1f\n", i, d);

   return 0;
}
```

lec01/scanf.c

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