

Programování v jazyce C pro chemiky (C2160)

10. Preprocesor, nástroj Make, grafická knihovna g2

Preprocesor jazyka C

- Zdrojový text programu je před kompilací zpracován **preprocesorem**, který provede vložení externích souborů, vynechání částí kódu, substituci vybraných slov, odstranění komentářů atd.
- Soubor se po zpracování preprocesorem nikde neukládá, ale je přímo předán překladači jazyka C
- Chceme-li spustit preprocesor samostatně a prohlédnout si zpracovaný soubor, spustíme kompilátor s parametrem **-E**
`gcc -E vstupni_soubor -o vystupni_soubor` (viz *man gcc*)
nebo spustíme přímo preprocesor:
`cpp vstupni_soubor vystupni_soubor` (viz *man cpp*)
- Činnost preprocesoru je řízena **direktivami preprocesoru**, každá direktiva preprocesoru začíná znakem **#**, direktivy mají zcela odlišnou syntaxi než příkazy jazyka C (např. se **neukončují středníkem**)
- Další informace:
https://en.wikipedia.org/wiki/C_preprocessor
<https://www.cprogramming.com/tutorial/cpreprocessor.html>

Direktiva vložení souboru `#include`

- Direktiva `#include` slouží k vložení souboru
- Jméno souboru píšeme v lomených závorkách nebo v uvozovkách:
`#include <stdio.h>`
`#include "../include/prog.h"`
- Je-li jméno souboru uvedeno **v lomených závorkách**, je vkládaný soubor hledán ve standardních systémových adresářích (zpravidla `/usr/include`)
- Je-li jméno souboru uvedeno **v uvozovkách**, hledá se soubor v adresáři, ve kterém se nachází volající soubor
- Pokud specifikujeme celou cestu k souboru, nezáleží na tom, kterou metodu zápisu použijeme (obvyklé jsou uvozovky)
- Direktivu `#include` používáme nejčastěji pro vkládání tzv. **hlavičkových souborů**, které obsahují deklarace funkcí, typů a globálních proměnných
- Hlavičkové soubory mívají obvykle koncovku `.h`

Direktiva definující makro `#define`

- Direktiva `#define` slouží k definování tzv. makra
`#define JMENO_MAKRA libovolny text rozvoje`
- Direktiva způsobí, že preprocesor nahradí každý výskyt slova `JMENO_MAKRA` textem `libovolny text rozvoje`
- Nahrazovaný text může být libovolně dlouhý včetně mezer; pokud pokračuje na dalším řádku musí být na konci řádku zpětné lomítko
`#define DLOUHE_MAKRO Tady je nejaky text, který \`
`se nevejde na jeden radek`
- Substituce definovaná makrem se začne uplatňovat až od řádku na němž je makro definováno
- Platnost makra lze zrušit direktivou `#undef`, od toho okamžiku nebude výskyt `JMENO_MAKRA` ničím substituován
`#undef JMENO_MAKRA`
- Direktivy `#define` zpravidla zapisujeme na začátek programu a jejich platnost trvá od daného místa až do konce souboru

Symbolické konstanty

- Direktiva `#define` se často používá ke specifikaci tzv. **symbolických konstant**, kdy nahrazovaným textem je číslo, znak nebo řetězec:

```
#define MAX_ATOMS 1000
#define PROGRAM_NAME "Muj programek"
#define SEPARATOR '='
#define NUMBER_PI 3.14159
#define DOUBLE_PI (2 * 3.14159)
```

- Jména symbolických konstant zpravidla zapisujeme velkými písmeny
- Symbolické konstanty slouží ke zpřehlednění k programu, navíc umožňují snadnou změnu jejich hodnoty na jednom místě (v definici symbolické konstanty)
- Pokud je to možné, **dáváme v praxi přednost použití globálních proměnných** místo symbolických konstant (většinou je pak definujeme jako konstantní pomocí `const`), např:

```
const char[] program_name = "Muj programek";
```
- Symbolické konstanty používáme tam, kde nelze či není vhodné proměnnou použít (např. při specifikaci velikosti pole, v příkazu `switch`), nebo by použití proměnné vedlo ke zpomalení programu

Direktivy podmíněného překladu

- Direktiva `#if` zajistí, že určitá část programu bude překládána jen při splnění podmínky (jinak se ignoruje)
- Direktiva `#if` se často kombinuje s výrazem `defined(JMENO_MAKRA)`, který vrátí pravdivou hodnotu, pokud bylo makro `JMENO_MAKRA` dříve definováno pomocí `#define`; existuje též zkrácená forma `#ifdef` a `#ifndef`
- Direktiva `#error` zajistí výpis textové zprávy a přerušení překladu:
`#error Tady je nějaký text, který kompilátor vypíše na výstup`

```
#if 0
```

```
// Zde může být nějaký kód v jazyce C, který chceme vynechat  
// Změníme-li 0 na 1, pak se kód opět bude překládat
```

```
#endif
```

```
#define WIN32
```

```
#ifdef WIN32
```

```
#include <windows.h>
```

```
#else
```

```
#include <unistd.h>
```

```
#endif
```

Knihovny

- Knihovny jsou části programového kódu (především funkce) vytvořené jinými programátory pro použití v dalších programech
- Knihovna je tvořena souborem (pod UNIXem **.a*, **.so*, pod Windows **.lib*, **.dll*), soubory knihoven bývají zpravidla uloženy ve specifickém adresáři (v UNIXu především */usr/lib*, pod Windows především *C:\windows\system32*)
- Pod UNIXem začíná název souboru knihovny vždy slovem *lib*, pak následuje jméno knihovny, koncovka (*.a* nebo *.so*) a případně specifikace verze (např.: *libc.a*, *libm.so*, *libGL.so.1.0*)
- Ke knihovnám jsou dodávány **hlavičkové soubory** (**.h*) které obsahují deklarace funkcí obsažených v knihovně. K jedné knihovně může příslušet několik hlavičkových souborů, hlavičkové soubory knihoven se pod UNIXem nachází především v adresáři */usr/include* a jeho podadresářích
- Při použití knihovny musíme vložit hlavičkové soubory pomocí direktivy *#include* a při překladu specifikovat jméno knihovny
- Více informací: [http://en.wikipedia.org/wiki/Library_\(computing\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Library_(computing))

Standardní knihovna jazyka C

- Součástí všech překladačů jazyka C je **standardní knihovna jazyka C**, která obsahuje funkce pro práci se soubory, řetězci a podobně
- Standardní knihovna se automaticky připojí ke každému programu, není potřeba ji specifikovat, musíme však vždy na začátek programu vložit příslušný hlavičkový soubor, např.:
 - assert.h** - obsahuje makro assert() pro ladění programu
 - ctype.h** - práce se znaky
 - errno.h** - číselné kódy chyb
 - float.h** - makra definující max. a min. pro reálná čísla a pod.
 - limits.h** - makra definující max. a min. pro celá čísla a pod.
 - stdio.h** - souborový a standardní vstup a výstup
 - stdlib.h** - základní knihovní funkce, alokace paměti a pod.
 - string.h** - funkce pro práci s řetězci
 - time.h** - funkce pro práci s časem
- Více informací: https://en.wikipedia.org/wiki/C_library
- K překladačům jazyka C je také standardně dodávána **matematická knihovna**, hlavičkový soubor pro matematickou knihovnu je **math.h**
- Pro použití funkcí matematické knihovny musíme vložit hlavičkový soubor a při kompilaci použít parametr **-lm** (malé L)
- Seznam matematických funkcí: https://en.wikipedia.org/wiki/C_mathematical_functions

Make

- Nástroj *make* slouží k automatizovanému překladu programů
- Překlad se řídí instrukcemi zapsanými v souboru *Makefile* nebo *makefile*
- Jméno cíle (tj. jméno spustitelného souboru) zakončíme dvojtečkou, pak uvádíme jména závislostí (prerekvizit) oddělených mezerou - jedná se zpravidla o zdrojový soubor s programem
- Dále uvádíme příkazy, každý na samostatném řádku, **na začátku řádku musí být znak tabulátoru**
- Překlad spustíme příkazem *make jmeno_cile*, spustíme-li *make* bez uvedení názvu cíle, provede se první cíl
- Více informací:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Make_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Make_(software))

```
# Soubor muze obsahovat komentare, ktere zacinaji krizkem
# Budeme kompilovat soubor helloworld.c a vytvorime
# spustitelny soubor helloworld

helloworld: helloworld.c
    gcc -o helloworld helloworld.c
```

 Zde musí být tabulátor (jeden znak TAB), ne mezery!

Parametry překladače gcc

- Pro překlad programu v jazyce C používáme pod UNIXem zpravidla překladač gcc: `gcc -o spustitelny_soubor zdrojovy_soubor.c`
- Při překladu lze navíc použít následující parametry:
 - `Wall` – vypisuje upozornění (warnings) na možné problémy v programu
 - `pedantic` – vypisuje upozornění požadovaná standardem ISO C
 - `std=standard` – specifikuje standard jazyka C, ve kterém je program napsán (např.: `-std=c89`, `-std=c99`, `-std=c11`)
 - `Idir` – (velké I) přidá adresář *dir* do seznamu adresářů, ve kterých se hledají standardní hlavičkové soubory (tj. soubory vložené pomocí `#include <file.h>`, nikoliv `#include "file.h"`)
 - `Ldir` – přidá adresář *dir* do seznamu adresářů, ve kterých se hledají knihovny
 - `lname` – (malé L) přidá knihovnu, knihovna se musí nacházet v systémových adresářích nebo adresáři specifikovaném `-L`, soubor s knihovnou se musí jmenovat `libname.a` či `libname.so`
- Při vývoji programů je vhodné používat parametry `-std=c99` `-Wall` a `-pedantic` které upozorní na problémy v programu
- Další užitečné parametry jsou `-o`, `-c`, `-D`, `-g`, `-s`, `-O` (více: `man gcc`) 10

Knihovna g2

- Knihovna g2 nabízí funkce pro 2D kreslení a tak umožňuje tvorbu jednoduchých grafických programů
- Dostupná pro různé platformy:
 - Debian a deriváty (Ubuntu, ...): `sudo apt install libg2-dev`
 - Na klastru Wolf předinstalována
 - Lze zkompilovat pro jiné UNIXové OS (macOS), Windows (složitější)
- Při kompilaci musíme specifikovat použití knihoven pomocí parametru `-l` (malé L). Kromě knihovny **g2** můžeme v našem kódu potřebovat například matematickou knihovnu, tedy: `-lg2 -lm`
- Celý příkazový řádek může vypadat např. následovně:
`gcc -std=c99 -Wall -pedantic -o spustitelny_soubor zdrojovy_soubor.c -lg2 -lm`

Knihovna g2

- Pro základní práci s knihovnou g2 v UNIXovém prostředí je potřeba vložit hlavičkové soubory `g2.h` a `g2_X11.h`
- Funkcí `g2_open_X11( )` otevřeme okno, do něhož budeme kreslit; funkce přijímá dva parametry (šířku a výšku okna v pixelech), vrací číslo identifikující výstupní zařízení (tj. okno)
`int g2_open_X11(int width, int height)`
- Okno zavřeme funkcí `g2_close( )`
`void g2_close(int win)`
- Dokumentace: <https://is.muni.cz/www/ttrnka/g2/modules.html>

```
#include <g2.h>
#include <g2_X11.h>
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int win = 0;
    win = g2_open_X11(400, 300);    // Otevreme okno
    g2_line(win, 10, 10, 390, 290); // Kreslime caru
    getchar();                      // Cekame na vstup znaku z klavesnice
    g2_close(win);                  // Zavreme okno
    return 0;
}
```

Knihovna g2 - funkce pro kreslení

`void g2_line(int win, double x1, double y1, double x2, double y2)`

- Kreslí čáru z bodu x1, y1 do bodu x2, y2
- Parametr win je identifikátor okna (tj. návratová hodnota funkce `g2_open_X11()`)
- Parametry x1, y1, x2, y2 jsou souřadnice v pixelech (obrazových bodech), při kreslení do okna jsou vždy celočíselné (i když jsou typu `double`), levý dolní roh okna má souřadnice 0, 0

`void g2_set_line_width(int win, double w)`

- Nastaví šířku čáry v pixelech, kterou budou používat kreslící funkce

`void g2_rectangle(int win, double x1, double y1,
double x2, double y2)`

- Kreslí obdélník s protilehlými rohy v pozicích x1, y1 a x2, y2

`void g2_filled_rectangle(int win, double x1, double y1,
double x2, double y2)`

- Kreslí vyplněný obdélník

Knihovna g2 - funkce pro kreslení

```
void g2_circle(int win, double x, double y, double r)
void g2_filled_circle(int win, double x, double y, double r)
```

- Kreslí kružnici se středem v x, y a poloměrem r

```
void g2_ellipse(int win, double x, double y, double r1, double r2)
void g2_filled_ellipse(int win, double x, double y,
                       double r1, double r2)
```

- Kreslí elipsu se středem v x, y a délkou hlavní a vedlejší poloosy r1 a r2

```
void g2_arc(int win, double x, double y,
            double r1, double r2, double a1, double a2)
void g2_filled_arc(int win, double x, double y,
                  double r1, double r2, double a1, double a2)
```

- Kreslí eliptickou výseč se středem elipsy v x, y, délkou hlavní a vedlejší poloosy r1 a r2, počátečním úhlem a1 a koncovým úhlem a2 (úhly se udávají ve stupních, tj. v rozsahu 0 až 360)

- Funkce obsahující v názvu **filled** kreslí vždy vyplněný obrazec

Knihovna g2 - funkce pro kreslení

`void g2_set_font_size(int win, double size)`

- Nastaví velikost fontu pro kreslení textu (velikost je v pixelech)

`void g2_string(int win, double x, double y, const char *text)`

- Kreslí text řetězce *text* na pozici *x,y*

`void g2_pen(int win, int color)`

- Nastaví aktuální barvu kterou pro kreslení, kterou použijí všechny dále volané kreslicí funkce; hodnoty 0 až 26 reprezentují předdefinované barvy (např. 0 bílá, 1 černá, 3 modrá, 7 zelená, 19 červená, 25 žlutá), dále lze definovat uživatelské barvy pomocí `g2_ink()`

`int g2_ink(int win, double red, double green, double blue)`

- Vytvoří uživatelsky definovanou barvu na základě hodnot intenzity červené, zelené a modré (hodnoty v rozsahu 0.0 až 1.0), vrátí číslo identifikující barvu, které lze použít ve funkci `g2_pen()`

Knihovna g2 - praktická práce s barvami

- Pokud používáme uživatelsky definované barvy, musíme nejdříve barvu vytvořit funkcí `g2_ink()` a potom ji nastavit funkcí `g2_pen()`, pak kreslíme objekty příslušnou barvou
- Můžeme použít dva přístupy:
 - pro každou barvu definujeme proměnnou, uložíme do ní číslo barvy vytvořené funkcí `g2_ink()` a potom tyto proměnné používáme při volání `g2_pen()`:

```
int color1 = 0, color2 = 0;  
color1 = g2_ink(win, 0.5, 1.0, 1.0);  
color2 = g2_ink(win, 1.0, 0.4, 0.8);  
g2_pen(win, color1);  
// Nasleduji kreslici funkce, kresli se barvou color1  
g2_pen(win, color2);  
// Kresleni barvou color2
```

- případně můžeme `g2_ink()` volat přímo v argumentu `g2_pen()`:

```
g2_pen(win, g2_ink(win, 0.5, 1.0, 1.0));  
// Nasleduji kreslici funkce, ktere budou  
// kreslit prislusnou barvou
```


Dodržujte následující pravidla

- Pro překlad programů používejte nástroj *make*
- Vyplněné objekty vykreslujte s tloušťkou čáry 0, jinak by byl objekt větší o polovinu tloušťky čáry
- Při použití operátoru dělení si ujasněte, zda dochází k celočíselnému nebo reálnému dělení

Úlohy - část 1

1. Vytvořte program, který pomocí knihovny g2 nakreslí vše přibližně tak, jak je uvedeno na prvním obrázku. **3 body**
2. Vytvořte program, který nakreslí kruh se střídajícími se modrými a červenými segmenty (viz druhý obrázek). Počet segmentů bude specifikován na příkazovém řádku. **1 bod**
3. Vytvořte program, který nakreslí segmenty se střídající se modrou a červenou barvou (viz třetí obrázek). Celkový počet segmentů a počet segmentů na jednom řádku bude specifikován na příkazovém řádku (obrázek dole je tvořen 220 segmenty, 30 na řádku). **1 bod**

