

## Domácí úkol č.1

Termín odevzdání: 21.3.2023  
Hodnocení celkem max. 15 bodů  
Čtete pokyny na konci tohoto textu

Příklady: (budou opravovány v prostředí Linux/GCC,  
LC\_ALL=cs\_CZ.utf8  
překlad: gcc -g -std=c11 -pedantic -Wall -Wextra  
c11 je potřeba jen pro static\_assert(test,"zprava"); )

A) v rozhraní "bitset.h" definujte pro datovou strukturu typu pole bitů:

```
Typ:
typedef <DOPLNIT> bitset_t;
    Typ bitového pole (pro předávání parametru do funkce odkazem).

typedef unsigned long bitset_index_t;
    Typ indexu do bitového pole.

Makra:
bitset_create(jmeno_pole, velikost)
    definuje a _nuluje_ proměnnou jmeno_pole
    (POZOR: opravdu musí _INICIALIZOVAT_ pole bez ohledu na
    to, zda je pole statické nebo automatické/lokální!
    vyzkoušejte obě varianty, v programu použijte lokální pole.)
    Použijte static_assert pro kontrolu velikosti pole.
    Př: static bitset_create(p,100); // p = pole 100 bitů, nulováno
        bitset_create(q,100000L); // q = pole 100000 bitů, nulováno
        bitset_create(q,-100); // chyba při překladu

bitset_alloc(jmeno_pole, velikost)
    definuje proměnnou jmeno_pole tak, aby byla kompatibilní s polem
    vytvořeným pomocí bitset_create, ale pole bude alokováno dynamicky.
    Př: bitset_alloc(q,100000L); // q = pole 100000 bitů, nulováno
    Použijte assert pro kontrolu maximální možné velikosti pole.
    Pokud alokace selže, ukončete program s chybovým hlášením:
    "bitset_alloc: Chyba alokace paměti"

bitset_free(jmeno_pole)
    uvolní paměť dynamicky (bitset_alloc) alokovaného pole

bitset_size(jmeno_pole)
    vrátí deklarovanou velikost pole v bitech (uloženou v poli)

bitset_setbit(jmeno_pole, index, výraz)
    nastaví zadaný bit v poli na hodnotu zadanou výrazem
    (nulový výraz == bit 0, nenulový výraz == bit 1)
    Př: bitset_setbit(p,20,1);

bitset_getbit(jmeno_pole, index)
    získá hodnotu zadaného bitu, vrací hodnotu 0 nebo 1
    Př: if(bitset_getbit(p,i)==1) printf("1");
        if(!bitset_getbit(p,i)) printf("0");
```

Kontrolujte meze polí. v případě chyby volejte funkci

```
error_exit("bitset_getbit: Index %lu mimo rozsah 0..%lu",
           (unsigned long)index, (unsigned long)mez).
```

(Použijte například modul error.c/error.h z příkladu b)

Programy musí fungovat na 32 (gcc -m32) i 64bitové platformě.

Podmíněným překladem zajistěte, aby se při definovaném symbolu  
USE\_INLINE místo těchto maker definovaly inline funkce stejného jména  
všude kde je to možné (bez změn v následujícím testovacím příkladu!).  
Pozor: USE\_INLINE nesmí být definováno ve zdrojovém textu --

překládá se s argumentem -D (gcc -DUSE\_INLINE ...).

Program musí fungovat s inline funkcemi i pro vypnuté optimalizace -O0 (ověřte si to - vyžaduje externí definice inline funkcí).

Pro vaši implementaci použijte pole typu unsigned long [].  
V tomto poli na indexu 0 bude velikost bitového pole v bitech.  
Implementace musí efektivně využívat paměť (využít každý bit pole až na posledních maximálně CHAR\_BIT\*sizeof(unsigned long)-1 bitů).

Jako testovací příklad implementujte funkci, která použije algoritmus známý jako Eratostenovo síto (void Eratosthenes(bitset\_t pole);) a použijte ji pro výpočet posledních 10 prvočísel ze všech prvočísel od 2 do N=230000000 (230 milionů). (Doporučuji program nejdříve odladit pro N=100.) Funkci Eratosthenes napište do samostatného modulu "eratosthenes.c".

Každé prvočíslo tiskněte na zvláštní řádek v pořadí vzestupném. Netiskněte nic jiného než prvočísla (bude se automaticky kontrolovat!). Pro kontrolu správnosti prvočísel můžete použít program "factor" (./primes|factor).

Naprogramujte (s využitím funkce clock()) měření doby běhu programu v sekundách a výsledek vypište na stderr následujícím příkazem:  
fprintf(stderr, "Time=%.3g\n", (double)(clock()-start)/CLOCKS\_PER\_SEC);  
(Porovnejte vaše měření s výsledkem příkazu "time ./primes".)

Pro lokální pole budete potřebovat zvětšit limit velikosti zásobníku.  
Na Unix-like systémech můžete použít příkaz "ulimit -a" pro zjištění velikosti limitu a potom "ulimit -s zadana\_velikost\_v\_kiB" před spuštěním programu.  
(Toto názorně demonstruje nevhodnost používání velkých lokálních polí.)

Zdrojový text programu se musí jmenovat "primes.c" !  
Napište Makefile tak, aby příkaz "make" vytvořil všechny varianty:  
primes používá makra  
primes-i používá inline funkce  
a aby příkaz "make run" všechny varianty vytvořil a spustil (i s ulimit -s).

(Při nesplnění výše uvedených podmínek: až 0 bodů.)

(7b)

Poznámky: Eratostenovo síto (přibližná specifikace):

- 1) Nulujeme bitové pole p o rozměru N,  
p[0]=1; p[1]=1; // 0 a 1 nejsou prvočísla  
index i nastavit na 2
- 2) Vybereme nejmenší index i, takový, že p[i]==0.  
Potom je i prvočíslo
- 3) Pro všechny násobky i nastavíme bit p[n\*i] na 1  
('vyškrtneme' všechny násobky i - nejsou to prvočísla)
- 4) i++; dokud nejsme za sqrt(N), opakujeme bod 2 až 4  
(POZOR: sestavit s matematickou knihovnou parametrem -lm)
- 5) Výsledek: v poli p jsou na prvočíselných indexech hodnoty 0

[https://en.wikipedia.org/wiki/Prime\\_number](https://en.wikipedia.org/wiki/Prime_number)

Efektivita výpočtu: cca 1.6s na Intel i5-4690@3.50GHz (gcc -O2)  
Porovnejte efektivitu obou variant (makra vs. inline funkce).  
Zamyslete se, jak by se ověřila efektivita pro (neinline) funkce.

B) Napište modul "error.c" s rozhraním v "error.h", který definuje funkci void warning(const char \*fmt, ...) a funkci void error\_exit(const char \*fmt, ...). Tyto funkce mají stejné parametry jako printf(); tisknou text "Warning: " nebo "Error: " a potom chybové hlášení podle formátu fmt. Vše se tiskne do stderr (standardní funkcí fprintf) a potom pouze error\_exit ukončí program voláním funkce exit(1). Použijte definice ze stdarg.h.

\* Napište modul "ppm.c" s rozhraním "ppm.h", ve kterém definujete typ:

```
struct ppm {  
    unsigned xsize;  
    unsigned ysize;  
    char data[]; // RGB bajty, celkem 3*xsize*ysize  
};
```

a funkci:

```
struct ppm * ppm_read(const char * filename);  
    načte obsah PPM souboru do touto funkcí dynamicky  
    alokované struktury. Při chybě formátu použije funkci warning  
    a vrátí NULL. Pozor na "memory leaks".  
  
void ppm_free(struct ppm *p);  
    uvolní paměť dynamicky alokovanou v ppm_read
```

Můžete doplnit další funkce, ale pro DU1 to není nutné.  
[Zamyslete se nad (ne)vhodností použití warning() a promyslete  
alternativní způsoby hlášení různých chyb.]

Můžete omezit max. velikost XY souřadnic obrázku vhodným implementačním  
limitem (např. 16000). Alokujte vždy jen minimální potřebný prostor pro  
obrazová data.

Popis formátu PPM najdete na Internetu, implementujte pouze  
binární variantu P6 s barvami 0..255 a bez komentářů:

```
"P6" <ws>+  
<xsize> <ws>+ <ysize> <ws>+  
"255" <ws>  
<binární data, 3*xsize*ysize bajtů RGB>  
<EOF>
```

- \* Napište testovací program "steg-decode.c", kde ve funkci main načtete ze  
souboru zadaného jako jediný argument programu obrázek ve formátu PPM  
a v něm najdete uloženou "tajnou" zprávu. Zprávu vytisknete na stdout.

Zpráva je řetězec znaků (char, včetně '\0') uložený po jednotlivých bitech  
(počínaje LSB) na nejnižších bitech (LSb) vybraných bajtů barevných složek  
v datech obrázku. Dekódování ukončete po dosažení '\0'.  
Pro DU1 budou vybrané bajty určeny prvočíslly (počínaje od START\_PRIME) --  
použijte Eratostenovo síto podobně jako v příkladu "primes.c" a začněte  
prvočíslem START\_PRIME=101. Velikost dynamicky alokovaného bitového pole  
musí odpovídat velikosti obrazových dat RGB.

Program použije error\_exit v případě chyby čtení souboru (chybný formát),  
a v případě, že zpráva není korektně ukončena '\0'. Předpokládejte  
uložení textu zprávy ve formátu UTF-8 a zkontrolujte to  
(použijte např. [https://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/ucs/utf8\\_check.c](https://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/ucs/utf8_check.c)).

Použijte program "make" pro překlad/sestavení programu.  
Testovací příkaz: ./steg-decode du1-obrazek.ppm

Zájemci si mohou vytvořit i program "steg-encode.c" (nehodnotí se).  
Zamyslete se nad (ne)vhodností použití implementačních limitů.

(8b)

Zařiďte, aby příkaz "make" bez parametrů vytvořil všechny spustitelné  
soubory pro DU1. Při změně kteréhokoli souboru musí přeložit jen změněný  
soubor a závislosti. Pokud bude Makefile vypadat jako skript, odečtou se 3b.

Testovací obrázek: [du1-obrazek.ppm](#)

---

C) Obecné pokyny pro vypracování domácích úkolů (rev 21.2.2023)

- \* Pro úkoly v jazyce C používejte ISO C11 (soubory \*.c)  
Použití nepřenositelných konstrukcí není dovoleno.
- \* Úkoly zkontrolujte překladačem například takto:  
gcc -g -std=c11 -pedantic -Wall -Wextra prik1.c  
místo gcc můžete použít i jiný překladač.  
V souvislosti s tím napište do poznámky na začátku  
souboru jméno překladače, kterým byl program testován  
(implicitní je verze GNU C instalovaná na serveru merlin).

Pro ověření správnosti paměťových operací zkuste extra parametry pro gcc  
(Makefile: CFLAGS += -fsanitize=address, LDFLAGS += -fsanitize=address).

- \* Programy pište, pokud je to možné, do jednoho zdrojového  
souboru. Dodržujte předepsaná jména souborů.

\* Na začátek každého souboru napište poznámku, která bude obsahovat jméno, fakultu, označení příkladu a datum.

Příklad:

```
// primes.c
// Řešení IJC-DU1, příklad a), 20.3.2111
// Autor: John Unknown, FIT
// Přeloženo: gcc 10.2
// ...popis příkladu - poznámky, omezení, atd
```

\* Úkoly je nutné zabalit programem zip takto:  
zip xunkno99.zip \*.c \*.h Makefile

Jméno xunkno99 nahradíte vlastním. ZIP neobsahuje adresáře.  
Každý si zkontroluje obsah ZIP archivu jeho rozbalením v prázdném adresáři a napsáním "make run".

\* Řešení se odevzdává elektronicky v ISVUT (velikost souboru je omezena)

\* Posílejte pouze nezbytně nutné soubory -- ne \*.EXE !

\* Úkoly neodevzdané v termínu budou za 0 bodů.

\* Opsané úkoly budou hodnoceny 0 bodů pro všechny zúčastněné  
a to bez výjimky (+bonus v podobě návštěvy u disciplinární komise).

---

*Poslední modifikace: 20. February 2023*

*Pokud naleznete na této stránce chybu, oznamte to dopisem na adresu peringer AT fit.vutbr.cz*