FAKULTA
APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI

Semestrální práce KIV/PC

Řešení kolizí frekvencí sítě vysílačů

Pavel Třeštík
A17B0380P

27. prosince 2019

Obsah

1 Zadání

Naprogramujte v ANSI C přenositelnou konzolovou aplikaci, která jako vstup načte z parametru příkazové řádky název textového souboru obsahující informace o parametrech a pozicích vysílačů na mapě a na jeho základě přidělí každému vysílači frekvenci tak, abz jeho signál nerušil vysílání vysílačů v jeho bezprostředním okolí.

Program se bude spouštět příkazem `freq.exe <filename>`. Symbol `<filename>` zastupuje jméno textového souboru, který obsahuje informace o rozmístění vysílačů na mapě a o dostupných vysílacích frekvencích, které jim je možné přidělit.

Výsledkem práce programu bude výpis do konzole, na kterém bude seznam přidělených frekvencí každému vysílači ze vstupního souboru. V případě chyby nebo neřešitelné situace nechť program skončí výpisem příslušné chybové hlášky (v angličtině).

Pokud nebude na příkazové řádce uvede přávě jeden argument, vypište chybové hlášení a stručný návod k použití programu v angličtině podle běžných zvyklostí. Vstupem programu je pouze argument na příkazové řádce - interakce s uživatelem pomocí klávesnice či myši v průběhu práce programu se neočekává.

Zadání ve své kompletní podobě najdete na: `https://www.kiv.zcu.cz/studies/predmety/pc/doc/work/sw2019-02.pdf`

2 Analýza problému

Tato úloha načte informace ze souboru. Poté s těmito informacemi provede svou funkčnost a vypíše výsledek na konzoli. Aby toto bylo možné je nutné zvolit vhodný způsob uložení načtených informací do paměti. Načítají se 3 infromace: frekvence, vysílače a rádius. Rádius je pouze jedno celé číslo, takže není třeba se jím zabývat. Výsílače a frekvence se ale skládají z více informací a neznámého počtu, proto je třeba vybrat vhodný způsob ukládání struktur.

Po té program potřebuje zjistit sousedící vysílače a následně jim přiřadit dostupné frekvence. K tomu je třeba uchovat sousedy každého vysílače. Dále je v zadání doporučeno použít datovou strukturu zásobník, proto zde bude také popsána.

2.1 Způsoby uložení vysílačů a frekvencí

Možné způsoby jsou pole, dynamické pole (rozšiřující se podle potřeby), linked list či nějáká jeho obdoba.

Pole - výhodami jsou: nízká paměťová náročnost a konstantní přístup k prvku pomocí indexu, pokud index známe. Nevýhodou je, že předem musí být znám počet prvků, tudíž by bylo nutné nejdřív soubor projít a spočítat počty frekvencí a vysílačů, což by se o velkých souborů mohlo projevit jako časově náročnější a potenciálně nebezpečný (při nečekaném ukončení programu).

Dynamické pole - oproti poli má výhodu, že není předem nutné znát počet načítaných prvků. Ovšem tato výhoda je omezena nevýhodou v podobě paměťové náročnosti. Rozšiřovat pole pouze o malý počet prvků by bylo časově i výpočetně náročné a rozšiřovat ho o například polovinu by mohlo způsobit alokování velkého bloku paměti, který se nemusí vůbec využít.

Linked list - výhodou je, že není třeba znát počet prvků a pravděpodobně je paměťově efektivnější než dynamické pole. Kromě dat struktur uchovává akorát pointer na další prvek. Nevýhodou je přídávání, které v klasickém linked listu musí dojít na konec listu a vložit nový prvek. Tato nevýhoda může být ale snadně odstraněna.

2.2 Uchování sousedů

Sousedi mohou být zaneseni do matice sousednosti či uchováváni jako některá z datových struktur použitých k uložení vysílačů a frekvencí. Obě řešení zaberou paměť navíc, ovšem matice bude zabírat více paměti, protože uchovává sousednost každého bodu s každým, proto uchovává spoustu neužitečných dat. Oproti tomu ukládat sousedy do pole, linked listu či jiné zvolené struktury bude pouze uchovávat pointery na sousedy a pokud vysílač nemá sousedy nebude zabírat žádnou paměť. Výpočetně se jedná o zhruba stejně složité úlohy, protože je nutné zjistit všechny sousedy každého bodu tím, že je nutné porovnat pozice každého vysílače o proti všem ostatním a tudíž žádné řešení není významně lepší po výpočetní stránce.

2.3 Zásobník

Dá se považovat za druh linked listu. Prvek je vkládán na první pozici listu a poslední přidaný (první v listu) je vyjímán. Toto zajišťuje, že prvky jsou vyjímány v opačném pořadí v jakém byly vloženy (první vložen bude vyjmut poslední).

3 Implementace

3.1 Struktura projektu

3.2 Použité struktury

Pro uchování frekvencí a vysílačů je použita upravená struktura linked list. Jak je zmíněno v analýze úlohy, tato struktura poskytuje jednoduchou rozšiřitelnost za cenu paměti uchovávající pointer na další prvek. Struktura je vylepšená tím, že během vytváření listu frekvencí/ vysílačů se uchovává pointer na poslední prvek, tudíž není třeba procházet celý list pro přidání prvku.

Pro sousedy vysílačů je také použita struktura linked list, ovšem zde už není uchováván poslední prvek, tudíž při přidání prvku se musí projít celý linked list.

V programu je také použita struktura stack. Tato struktura je již popsána v analýze úlohy a její využití bude zmíněno v následující sekci.

3.3 Použité řešení

Pro nalezení sousedů jednotlivých vysílačů se porovnává pozice procházeného vysílače proti pozicím všech vysílačů, které se nachází v linked listu od pořadí procházeného vysílače dál. V případě, že vysílače jsou sousedé, přidají se navzájem do svých respektivních listů sousedů. Postup je znázorněn na Obrázku

Po nalezení všech sousedů každého vysílače se začnou přiřazovat frekvence jednotlivým vysílačům (obravování grafu). Pro tuto část je použit algoritmus uvedený v zadání. Zjednodušeně: v linked listu se vybere první vysílač. Pokud nemá dosud přiřazenou frekvenci, je přidán do stacku. Pokud již frekvenci má algoritmus pokračuje dalším vysílačem. Pokud stack není prázdný, přiřadí se frekvence vyjmutému vysílači a do stacku se vloží všichni jeho sousedi. Dokud stack není prázdný, nepřidává se žádný vysílač z linked listu.

3.4 Popis datových struktur (zdrojový kód)

Níže popsané struktury jsou všechny obsaženy v souboru **structures.h**

3.4.1 Stuktura frekvence

```
typedef struct the_frequency {

        int id;
        int value;
        int used;
        struct the_frequency *next;

} frequency;
```

Struktura obsahuje celočíselné **id** frekvence, její hodnotu(**value**), pomocnou proměnnou "**used**" a pointer na další frekvenci v linked listu. Program nevyužívá žádnou obalovou strukturu pro linked list frekvencí ani vysílačů.

3.4.2 Struktura transmitteru

```
typedef struct the_transmitter {

        int id, frequency;
        float x, y;
        int is_in_stack;
        struct the_stack_node *neighbor_head;
        struct the_transmitter *next;

} transmitter;
```

Struktura obsahuje celočíselné **id** vysílače a frekvenci (**frequency**) (inicializována na -1 při přidávání vysílače do listu). Dále obsahuje float souřadnice pozice (**x**, **y**), pomocnou proměnnou **is_in_stack** a poté pointery na prvního souseda a na další vysílač. Sousedi jsou uchováni v linked listu a využívají strukturu, která je určena pro prvek zásobníku. Důvodem je, že program nemá zvláštní obalovací struktury linked listu vysílačů a frekvencí, proto je nutné použít obalovací strukturu pro sousedy, které by jinak nebylo možné uchovávat. Struktura prvku zásobníku přesně splňuje požadavky obalovací sturktury sousedů a proto je použita místo vytváření jiné identické struktury (pouze s vhodnějším pojmenováním).

3.4.3 Struktura listu zásobníku

```
typedef struct the_stack_node {

        transmitter *data;
        struct the_stack_node *next;

} stack_node;
```

Jednoduchá obalovací struktura pro vysílače. Obsahuje pouze pointer na vysílač a pointer na další prvek této struktury. Je použita ve stacku a v linked listu sousedů.

3.5 Moduly programu

3.5.1 main.c

Globální proměnné main.c obsahuje 3 globální proměnné. Těmi jsou:

- `transmitter *transmitter_head` - pointer na začátek linked listu vysílačů
- `frequency *frequency_head` - pointer na začátek linked listu frekvencí
- `int radius` - rádius vysílačů

Funkce

- `void print_help()` - vypíše na konzoli jednoduchý návod k použití programu.
- `void setup(int argc, char *argv[])` - kontroluje argumenty a načítá soubor z parametru, popřípadě ukončí program při chybě.
- `void run()` - volá funkci pro nalezení sousedů, poté volá funkci pro přiřazení frekvencí a nakonec volá vypsání výsledků na konzoli. Pokud nastane chyba při hledání sousedů nebo přiřazování frekvencí funkce skončí.
- `void shutdown()` - volá funkce, které uvolňují alokovanou paměť.
- `int main(int argc, char *argv[])` - volá setup, run a shutdown v tomto pořadí.

3.5.2 structures.c

- `frequency *add_frequency(frequency *last, int id, int value)` - přidává frekvenci na konec linked listu. Alokuje paměť pro novou frekvenci, inicializuje hodnoty (buď z parametru, nebo na výchozí hodnotu) a přidá novou frekvenci na další prvek poslední přidanné frekvence, která je předána parametrem.

  Vrací pointer na tuto nově přidanou frekvenci.

- `transmitter *add_transmitter(transmitter *last, int id, float x, float y)` - přidává vysílač na konec linked listu. Alokuje paměť pro nový vysílač, incializuje jeho hodnoty (buď z parametru, nebo na výchozí hodnotu) a přidá nový vysílač na následující prvek posledního vysílače, který je předán parametrem.

  Vrací pointer na tento nově přidaný vysílač.

- `int addy_neighbor(transmitter *trans, transmitter *neighbor)` - přidá souseda na konec linked listu. Alokuje paměť pro strukturu `stack_node`, inicializuje ji hodnotami z parametrů a přidá nakonec listu. Musí ale nejdříve projít celý list sousedů.

  Vrací 0 při nezdařené alokaci paměti a 1 při úspěšném přidání.

- `int is_empty(stack_node *root)` - zkontroluje, jestli je zásobník prázdný.

  Vrací NULL, pokud není.

- `int push(stack_node **root, transmitter *trans)` - přidá prvek stacku. Alokuje paměť pro `stack_node`. Inicializuje ho a přidá ho na začátek stacku.

  Vrací 0 při nezdařené alokaci paměti a 1 při úspěšném přidání.

- `transmitter *pop(stack_node **root)` - vyjme prvek ze stacku. Uvolní paměť po vyjmutém prvku.

  Vrací data z vyjmutého prvku nebo NULL v případě, že je stack prázdný.

3.5.3 functions.c

- `int find_neighbors(transmitter *head, int radius)` - hledá sousedy vysílače. Prochází vysílače dvoumi rozdílnými "iterátory"a počítá vzdálenost mezi nimi. Pokus je vzdálenost mezi dvěmi vysílači menší než dvounásobek rádiusu, přidají se oba dva vysílače navzájem jako sousedi.

Vrací 0 při chybě při dání souseda a 1 při úspěšném nalezení všech sousedů.

- `void reset_used_freq(frequency *freq_head)` - pomocná funkce, která nastaví "used"vlastnost frekvence na 0 (nepoužitá).
- `int push_neighbors(transmitter *trans, stack_node **root)` - přidá sousedy vysílače předaného parametrem do stacku, který je taky předán parametrem.

  Vrací 0 pokud přidání selže a 1 při úspěšném přidání sousedů.
- `int find_available_frequency(transmitter *trans, frequency *freq_head)` - prochází sousedy vysílače z parametru a porovnává je proti frekvencím. Pokud je frekvence souseda -1 (incializován na základní hodnotu), soused se přeskočí. Pokud je nalezena shodná frekvence, vlastnot "used"použité frekvence se nastaví na 1.

  Vrací první volnou neobsazenou frekvenci. Pokud není nalezena volná frekvence vrací -1.
- `int assign_frequencies(transmitter *trans_head, frequency *freq_head)` - přiřazuje frekvence vysílačům. Prochází linked list vysílačů a přidává vysílače a jeho sousedy do stacku.

  Vrací 0 pokud nastane chyba (nepovede se přidat sousedy do stacku nebo nalézt volnou frekvenci) a 1 při úspěšném přiřazení frekvencí všem vysílačům.
- `void free_neighbors(transmitter *head)` - pomocná funkce na uvolňování paměti sousedů.
- `void free_transmitters(transmitter *head)` - uvolní paměť alokovanou pro vysílače a jeho sousedy.
- `void free_frequencies(frequency *head)` - uvolní paměť alokovanou pro frekvence.
- `void print_result(transmitter *head)` - vypíše vysílače a jejich frekvence na konzoli.

3.5.4 file_loader.c

- `int load_file(char *file_name, transmitter **transmitter_head, frequency **frequency_head, int *rad)` - načte soubor. Po každé řádce přidává strukturu do příslušného linked listu (popřípadě do rádiusu).

  Vrací 0 pokud nastane chyba a 1 při úspěšném načtení souboru.

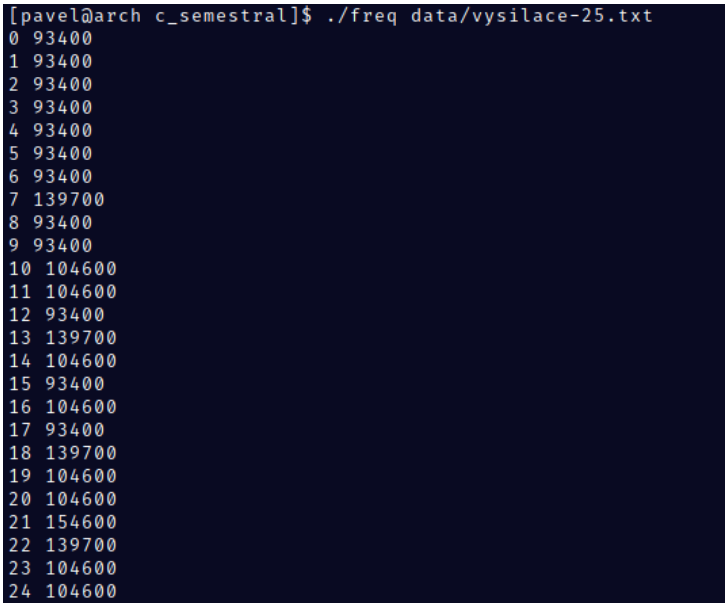
4 Uživatelská dokumentace

4.1 Překlad zdrojových souborů aplikace

Se zdrojovými soubory jsou poskytnuté makefile soubory. Toto značně ulehčuje překlad zdrojových soubory. V prostředí linux stačí jednoduše spusit příkaz **make**, soubory se přeloží a vytvoří se spustitelný soubor **freq**. V prostředí Windows je ale překlad složitější. Windows nemá překladač ani příkaz make sám o sobě, proto je nutné použít pomocný prostředek. Lze využít na příklad: Cygwin, MinGW nebo Visual Studio. Každý prostředek ale může fungovat jinak. Po použití pomocného prostředku, pomocí kterého budete moci použít překladač gcc a make můžete přeložit soubory. Při použití na příklad Cygwin je možné použit pouze **make** jako v linuxu. Při použití na příklad Visual Studia se použije příkaz **nmake -f Makefile.win**. Použití **Makefile.win** vytvoří spustitelný soubor **freq.exe**.

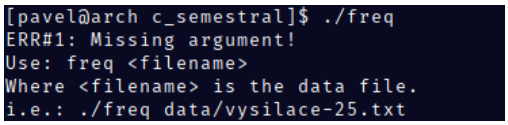
4.2 Spuštění aplikace

Program se spouští z příkazové řádky. Přeložení souborů pomocí make vytvoří spustitelný soubor **freq** nebo **freq.exe** (podle použitého makefile/ systému překladu). Program vyžaduje jeden argument, který by měl být soubor obsahující potřebná data. Program je tedy možno spustit následujícím způsobem viz Obrázek 1.



Obrázek 1: Příklad správného spuštění aplikace s výsledkem

Pokud není zadán argument, nebo program narazí na chybu a je neúspěšně ukončen vypíše chybové hlášení. Příklad spuštění bez parametru viz Obrázek 2



Obrázek 2: Příklad spuštění bez parametrů

4.3 Popis chybových stavů

Tato sekce obsahuje popis chybových stavů, které program ošetřuje a informuje o nich.

Chybové hlášení	**Popis chybového stavu**
ERR#1: Missing argument!	Programu nebyl předán očekávaný argument.
ERR#2: Out of memory!	Programu se nepodařilo alokovat paměť.
ERR#3: Non-existent solution!	Nelze nalézt řešení použitým alogritmem.
ERR#4: Failed to open file!	Nepodařilo se otevřít soubor.
ERR#5: Too many arguments!	Příliš mnoho argumentů, očekáván jeden.

Tabulka 1: Tabulka chybových stavů

5 Závěr