

Specyfikacja funkcjonalna projektu w języku C

Kamil Fryszkowski, Oskar Biwejnis

9 marca 2022

1 Cel projektu

Celem projektu jest rozwiązanie problemu znajdowania najkrótszej ścieżki w grafie ważonym skierowanym. Zrobione to zostanie poprzez stworzenie programu, który wykorzysta do tego algorytm Dijkstry i jednocześnie spełnia następujące założenia:

- Potrafi wygenerować graf, w zależności od podanych parametrów
- Zapisuje wygenerowany graf do pliku o określonym formacie:
 - W pierwszej linii podane są dwie liczby całkowite m i n , które określają kolejno liczbę kolumn i wierszy grafu
 - Kolejne wiersze pokazują dostępne krawędzie. K -ty wiersz pliku (dla $K > 1$) określa wszystkie węzły, do których można przejść z wiersza $K-2$ i ich wagi
 - Pierwszy wiersz określa $m=7$ jako liczbę wierszy i $n=4$ jako liczbę kolumn grafu.
 - Drugi wiersz określa możliwe połączenia dla wierzchołka $K-2=0$ ($K=2$). Oznacza, że koszt przejścia z wierzchołka 0 do wierzchołka 1 wynosi 0.8864... i koszt przejścia z wierzchołka 0 do 4 wynosi 0.2187...
 - Trzeci wiersz określa możliwe połączenia dla wierzchołka $K-2=1$ ($K=3$). Oznacza to, że koszt przejścia z wierzchołka 1 do wierzchołka 5 wynosi 0.2637... i tak dalej.

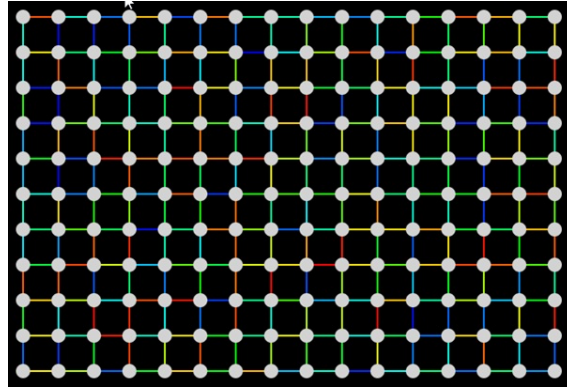
Przykład pliku:

```
7 4
1 :0.8864916775696521 4 :0.2187532451857941
5 :0.2637754478952221 2 :0.6445273453144537 0 :0.4630166785185348
6 :0.86503844242149676 3 :0.42932761976709255 1 :0.6024952385895536
7 :0.5702072705027322 2 :0.86456124269257
8 :0.9452864187437506 0 :0.8961825862332892 5 :0.9299058855442358
1 :0.5956443807073741 9 :0.31509645530519625 6 :0.40326574227480094 4 :0.44925728962449873
10 :0.7910000224849713 7 :0.7017066711437372 2 :0.20056970253149548 5 :0.3551383541997829
6 :0.9338390704123928 3 :0.797053444490967 11 :0.7191822139832875
4 :0.7500681437013168 12 :0.5486221194511974 9 :0.25413610146892474
13 :0.8647843756083231 5 :0.8896910556803207 8 :0.4952122733888106 10 :0.40183865613683645
14 :0.5997502519024634 6 :0.5800735782304424 9 :0.7796297161425758 11 :0.3769093717781341
15 :0.3166804339669712 10 :0.14817882621967496 7 :0.8363991936747263
13 :0.5380334165340379 16 :0.8450927265651617 8 :0.5238810833905587
17 :0.5983997022381085 9 :0.7870744571266874 12 :0.738310558943156 14 :0.45746700405234864
10 :0.8801737147065481 15 :0.6153113201667844 18 :0.2663754517229303 13 :0.22588495147495308
19 :0.9069409600272764 11 :0.7381164412958352 14 :0.5723418590602954
20 :0.1541384547533948 17 :0.3985282545552262 12 :0.29468967639003735
21 :0.757687237752496 13 :0.4858285745038984 16 :0.28762266137392745 18 :0.6264588252010738
17 :0.6628790185051667 22 :0.9203623808816617 14 :0.8394013782615275 19 :0.27514794195197545
18 :0.6976948178131532 15 :0.4893608558927002 23 :0.5604145612239925
24 :0.8901867253885717 21 :0.561967244435089 16 :0.35835658210649646
17 :0.8438726714274797 20 :0.3311114339467634 25 :0.7968809594947989 22 :0.9281943906422196
21 :0.6354858042070723 23 :0.33441278736675584 18 :0.43027465583738667 26 :0.3746522679684584
27 :0.8914256412658524 22 :0.8708278171237049 19 :0.4478162295166256
20 :0.35178269705930043 25 :0.2054048551310126
21 :0.6830700124292063 24 :0.3148089827888376 26 :0.5449034876557145
27 :0.2104213229517653 22 :0.8159939689806697 25 :0.4989269533310492
26 :0.44272335750313074 23 :0.4353604625664018
```

- Z takiego samego formatu potrafi odczytać graf
- Sprawdza czy graf jest spójny przy pomocy algorytmu BFS

2 Opis działania programu

Struktura grafów używanych przez program przypomina kratkę z zeszytu szkolnego, gdzie krawędziami są linie pionowe i poziome, a na ich przecięciach znajdują się wierzchołki. (Rysunek 1.)



Rysunek 1: Graficzna reprezentacja przykładowego grafu. (Źródło: materiały z ISOD)

Program działa w czterech trybach, które należy podać jako pierwszy argument wywołania programu:

1. Tryb wczytywania (argument wywołania: `loadMode`) Program sprawdzi poprawność argumentów i poda wynik w postaci najkrótszej ścieżki i diagramu przejść do pliku tekstowego o określonej nazwie. W trybie wczytywania użytkownik powinien podać ścieżkę do pliku, na podstawie którego będzie badał, czy istnieje ścieżka pomiędzy dwoma punktami. Następnie podać maksymalnie 10 par punktów. Program znajdzie najkrótszą drogę dla poszczególnych par punktów oraz sprawdzi, czy podany graf jest spójny.

Przykładowe użycie programu 07.03.2022 o godzinie 18:58 z następującymi argumentami:

```
./a.out loadMode mygraph 0 1 1 0 1 6
```

Poskutkuje stworzeniem pliku tekstowego `mygraph07-03-22-18:58` z następującą zawartością:

```
Graf jest spójny
Najkrótsza ścieżka od 0 do 1 wynosi 0.8845274871
Diagram przejść: 0 - (0.8845274871) - 1
Najkrótsza ścieżka od 1 do 0 wynosi 0.461284698213
Diagram przejść: 1 - (0.461284698213) - 0
Najkrótsza ścieżka od 0 do 1 wynosi 0.6662378921
Diagram przejść: 1 - (0.2643829481) - 5 - (0.4016112941) - 6
```

2. Tryb losowy (argument wywołania: `allRandMode`) Program sprawdzi poprawność argumentów, następnie wygeneruje graf do określonego pliku, a następnie zadziała tak jak w trybie wczytywania.

Dostępne flagi (dla trybów 2., 3., 4.):

```
-r <int> - określ liczbę wierszy grafu (domyślnie 10)
-c <int> określ liczbę kolumn grafu (domyślnie 10)
-low <double> określ dolny przedział przy losowaniu wag (domyślnie 0)
-high <double> określ górny przedział przy losowaniu wag (domyślnie 1)
-dec <int> określ ilość miejsc po przecinku (domyślnie 10, maksymalnie 20)
-p <int> <int>, <int> <int>, <int> ... podaj ilość par punktów , dla których będą szukane ścieżki (domyślnie zostanie wylosowane 5 par)
```

Po wywołaniu programu z następującymi parametrami:

```
./a.out allRandMode -c 7 -r 4 -dec 16 -p 3 0 1 1 0 1 6
```

Zostanie wygenerowany graf o liczbie wierszy 7, liczbie kolumn 4, z wagami z zakresu od 0 do 1 z dokładnością do 16 miejsc po przecinku (niekoniecznie spójny). Następnie na podstawie wygenerowanego i zapisanego do pliku grafu (allRandGraph7x4) program zadziała tak, jakby podać wygenerowany graf i pary liczb jako argumenty trybu wczytywania.

3. Tryb losowych wag (argument wywołania: randWeightMode) Program sprawdzi poprawność argumentów, następnie wygeneruje graf do określonego pliku, a następnie zadziała tak jak w trybie wczytywania. W trybie losowych wag użytkownik powinien podać argumenty takie same jak w trybie losowym. Zostanie wygenerowany graf przypominający kartkę w kratkę.

Po wywołaniu programu z następującymi parametrami:

```
./a.out randWeightMode -c 7 -r 4 -dec 16 -p 3 0 1 1 0 1 6
```

Zostanie wygenerowany graf o liczbie kolumn 7, liczbie wierszy 4, z wagami z zakresu od 0 do 1 z dokładnością do 16 miejsc po przecinku (graf typu „kartka w kratkę”). Następnie na podstawie wygenerowanego i zapisanego do pliku grafu (squareGraph7x4) program zadziała tak, jakby podać wygenerowany graf i pary liczb jako argumenty trybu wczytywania.

4. Tryb spójności (argument wywołania: conMode) Program sprawdzi poprawność argumentów, następnie wygeneruje graf do określonego pliku, a następnie zadziała tak jak w trybie wczytywania. W trybie spójności użytkownik powinien podać argumenty takie same jak w trybie losowym. Zostanie wygenerowany graf spójny.

Po wywołaniu programu z następującymi parametrami:

```
./a.out conMode -c 7 -r 4 -dec 16 -p 3 0 1 1 0 1 6
```

Zostanie wygenerowany graf o liczbie kolumn 7, liczbie wierszy 4, z wagami z zakresu od 0 do 1 z dokładnością do 16 miejsc po przecinku (graf zawsze spójny). Następnie na podstawie wygenerowanego i zapisanego do pliku grafu (constGraph7x4) program zadziała tak, jakby podać wygenerowany graf i pary liczb jako argumenty trybu wczytywania.

3 Obsługa błędów

Możliwe błędy przy uruchamianiu programu:

- Argument nie jest liczbą, lub zawiera się poza określonym zakresem
Ten błąd pojawia się, kiedy jeden z argumentów który powinien być liczbą (kolumny, wiersze, dolny zakres wag, górny zakres wag, dokładność, pary punktów)
- Brak określonego trybu
Ten błąd pojawia się, kiedy pierwszy argument wywołania nie pasuje do żadnego z czterech trybów
- Nie udało się otworzyć pliku
Ten błąd pojawia się, kiedy nie można uzyskać dostępu do pliku z grafem
- Nie udało się utworzyć pliku
Ten błąd pojawia się, kiedy nie można było stworzyć pliku z wygenerowanym grafem, lub z odpowiedzią
- Niepoprawna liczba argumentów
Ten błąd pojawia się, kiedy podana zostanie niewystarczająca lub zbyt duża liczba argumentów
- Punkt nie należy do grafu
Ten błąd pojawia się, kiedy jakiś punkt podany jako argument wywołania wykracza poza zakres grafu, to znaczy jest większy bądź równy iloczynowi podanych kolumn i wierszy