Marcin Żołubowski

Projekt zaliczeniowy na zajęcia z przedmiotu
Algorytmy i struktury danych z językiem Python

Temat: algotytm Dijkstry

1. Wprowadzenie

Algorytm Dijkstry służy do znajdowania najkrótszych ścieżek z pojedynczego źródła w grafie o nieujemnych wagach krawędzi. Algorytm znajduje w grafie wszystkie najkrótsze ścieżki pomiędzy wybranym wierzchołkiem a wszystkimi pozostałymi, przy okazji wyliczając również koszt przejścia każdej z tych ścieżek wykorzystując kolejkę priorytetową. Priorytet jest określany na podstawie minimalnej odległości od wierzchołka do wierzchołka startowego. Algorytm ten jest przykładem algorytmu zachłannego.

Pseudokod:

```
Dijkstra(G, w, s):
    dla każdego wierzchołka v w V[G] wykonaj:
        d[v] := nieskończoność
        poprzednik[v] := niezdefiniowane
    d[s] := 0
    Q := V
    dopóki Q niepuste wykonaj:
        v := Zdejmij_Min(Q)
        dla każdego u - sąsiada wierzchołka v wykonaj:
            jeżeli d[u] > d[v] + w(v, u) to:
                d[u] := d[v] + w(v, u)
                poprzednik[u] := v
                Dodaj(Q, u)
```

2. Opis plików:

Projekt zawiera 8 plików:

- priorityqueue.**py** - implementacja kolejki priorytetowej na bazie modułu queue
- graph.**py** - implementacja grafu wraz z algorytmem
- main.**py** - program główny uruchamiający i wykonujący działania na grafie
- graphtest.**py** - program testujący graf
- graphSmall.**txt** - plik tekstowy z odpowiednio sformatowanymi danymi przygotowanymi na odczytanie za pomocą programu
- graphSmall.**png** - plik graficzny, dodany pomocniczo, aby łatwiej wprowadzać dane oraz aby łatwiej zweryfikować poprawność wyników
- graphBig.**txt –** jak dla graphSmall.txt, jednak tu mamy większe dane
- graphBig.**png –** jak dla graphSmall.png jednak tu mamy więcej danych

Zawartość plików **graphSmall.txt** oraz **graphBig.txt** wygląda w ten sposób, że zapisana jest pewna ilość krawędzi, gdzie każda krawędź znajduje się w osobnej linii, oraz jest zdefiniowana w sposób:

„OdWierzchołka DoWierzchołka Waga”

Przykład kawałka pliku **graphSmall.txt**

„Krakow Katowice 78

Krakow Zakopane 107

Krakow Rzeszow 168

itd…”

Obydwa pliki wyglądają analogicznie, różnią się jedynie ilością krawędzi.

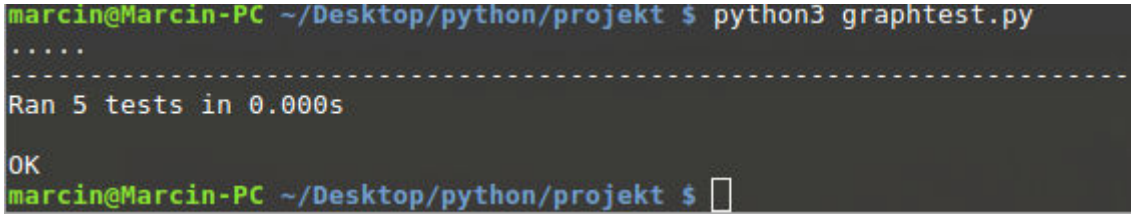
Zawartość plików **graphSmall.png** oraz **graphBig.png** to nic innego jak screenshot mapy polski zrobiony z odpowiedniej odległości aby uchwycić mniej lub więcej miast polski z dodanymi w programie graficznym „krawędziami” z ich wagami pomiędzy odpowiednimi miastami. Najprościej jest ustalić wierzchołek początkowy na podstawie tych załączonych plików graficznych.

Pomaga to również zobrazować czy końcowe dane wyjściowe są zgodne z rzeczywistością. Pliki **graphSmall.png** oraz **graphBig.png** są powiązane z plikami odpowiednio **graphSmall.txt** oraz **graphBig.txt**

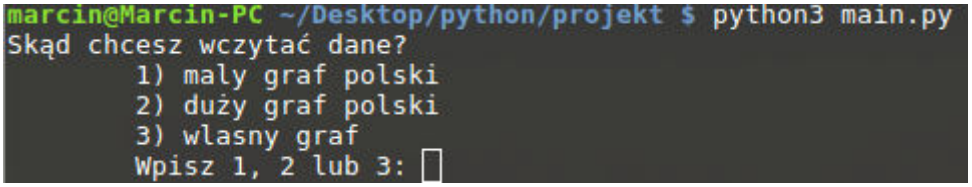
Więcej informacji o plikach znajduje się w punkcje 4. **Szczegóły implementacji**.

3. **Uruchomienie oraz przebieg działania programu.**

Będąc w folderze z projektem z poziomu konsoli, aby **uruchomić testy** należy wpisać: **python3 graphtest.py**. Wówczas otrzymamy wiadomość zwrotną informującą nas, że testy przeszły pomyślnie lub też nie. Program wówczas sam się zakończy.



Będąc w folderze z projektem z poziomu konsoli, aby **uruchomić program główny** należy wpisać: **python3 main.py**. Wówczas otrzymamy wiadomość:



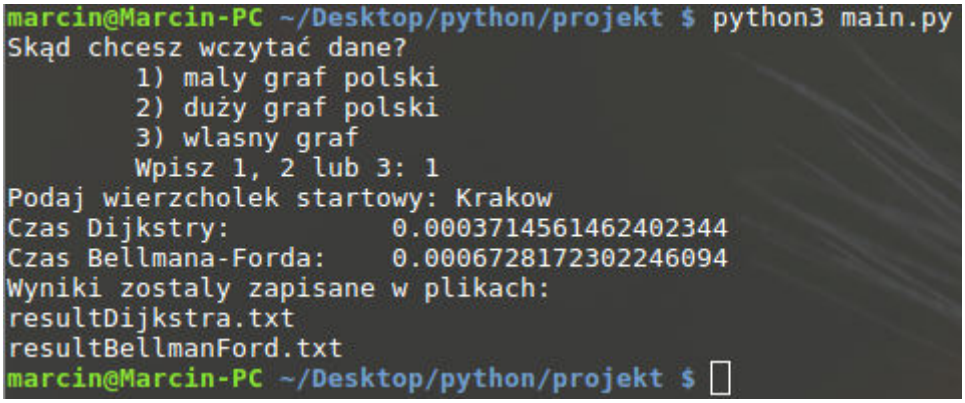
Program wówczas oczekuje na podanie z klawiatury cyfry: 1, 2 lub 3. Podanie innej cyfry skutkuje wypisaniem odpowiedniej informacji oraz ponowne wypisanie jak na obrazku powyżej z oczekiwaniem na wejście z klawiatury. Podanie innego znaku niż cyfra lub np. wciśnięcie enter, skutkuje wypisaniem na ekran odpowiedniej informacji i ponownie wypisuje na ekran jak na obrazku.

Opcja 1 oraz 2 wypisują na ekran to samo. Jedynie, opcja 1 pobiera dane z pliku **graphSmall.txt**, a opcja 2 z pliku **graphBig.txt**.

Po wybraniu opcji 1 lub 2:

Program żąda, aby podać wierzchołek startowy. Wierzchołek podajemy wpisując polską nazwę miasta, bez polskich znaków, które to miasto możemy wybrać np. korzystając z dołączonych plików graficznych: **graphSmall.png** dla wyboru **1** lub **graphBig.png** dla wyboru **2.** Podając wierzchołek nieistniejący, otrzymamy zwrotną informację oraz program ponownie żąda, aby podać wierzchołek

startowy. Tak wygląda odpowiedź programu dla grafu pobranego z pliku **graphSmall.txt**, a więc dla wyboru **1** oraz dla wyboru wierzchołka startowego „Krakow”:



Po wpisaniu więc wierzchołka startowego otrzymujemy informację o czasie wykonania algorytmu Dijkstry oraz dla porównania algorytmu Bellmana-Forda, oczywiście dla tych samych danych. Na koniec program informuje nas, że pliki z wynikami obydwu algorytmów(pliki powinny być identyczne, jeżeli algorytmy zadziałały poprawnie) zostały zapisane w plikach, odpowiednio **resultDijkstra.txt** oraz **resultBellmanFord.txt**. Po tej informacji program kończy pracę. Możemy przejrzeć wyniki otwierając pliki(opis w jaki sposób należy je czytać znajduje się w punkcie 4. **Szczegóły implementacji**).

Po wybraniu opcji 3(dla własnego grafu):

Program żąda, aby podawać krawędzie(skierowane) w postaci:

„OdWierzchołka DoWierzchołka Waga”

np.: **„Krakow Katowice 78”**

Podobnie więc jak jest to zdefiniowane w plikach **graphSmall.txt** oraz **graphBig.txt**. Wpisujemy w takiej formie krawędzie, kończymy wpisywanie krawędzi wciskając enter w pustej linii. Jeżeli graf ma być „skierowany” krawędzie należy podać dla sytuacji odwrotnej jak dla przypadku powyżej czyli np.: „**Katowice Krakow 78”**.Dalszy przebieg programu jak dla opcji **1** lub **2**, czyli prośba o podanie wierzchołka startowego itd.

4. **Szczegóły implementacji**

Kody źródłowe znajdują się w plikach:

- **priorityqueue.py**
- **graph.py**
- **graphtest.py**

- **main.py**

priorityqueue.py – plik z „moją” implementacją kolejki priorytetowej z metodami **pop** oraz **push**, które wykorzystują metody zdefiniowane z zaimportowanego modułu queue. Kolejka zdefiniowana w ten sposób ułatwia używanie metod **put**, **get** oraz ustalanie priorytetu przy każdym wkładaniu elementu do kolejki. Pomysł na takie jej zdefiniowanie znalazłem na stronie **stackoverflow.com**, którą również zamieszczę w wykorzystanej literaturze.

graph.py – plik ze zdefiniowanymi klasami **Edge**, **Node** oraz **Graph**. W pliku importuje „moją” klasę PriorityQ oraz importuję modół time, do późniejszego przedstawienia czasu działania algorytmów. Klasa **Edge** reprezentuje krawędź, a ponieważ posiada pole reprezentujące jedynie cel, krawędź taką traktuję jako skierowaną. W klasie zdefiniowane jest również pole reprezentujące wagę krawędzi. Klasa ta nie posiada metod. Klasa **Node** reprezentuje wierzchołek grafu. Jego pola reprezentują nazwę wierzchołka(niepowtarzalną), listę krawędzi, pole reprezentujące poprzednika(który prowadzi w stronę wierzchołka startowego) oraz pole reprezentujące odległość od wierzchołka startowego. Klasa ta również nie posiada metod. Klasa **Graph** reprezentuje graf. Jego pola reprezentują listę wierzchołków oraz pomocniczo nazwę wierzchołka startowego. Klasa posiada metody:

- **addNode(nodeName)** – dzięki której możemy dodać wierzchołek o nazwie „nodeName” do grafu
- **getNode(nodeName)** – dzięki której możemy otrzymać do pracy wierzchołek o nazwie „nodeName”
- **addNeighbor(fromNode, toNode, weight)** – dzięki której możemy dodać krawędź do grafu prowadzącą od wierzchołka o nazwie „fromName”, do wierzchołka o nazwie „toNode” o wadze „weight”
- **getStringNeighbors(node)** – pomocnicza metoda do wyświetlania listy par sąsiadów dla wierzchołka „node”
- **initialize(self)** – metoda inicjalizująca wierzchołki dla algorytmu dijkstry oraz bellmana-forda.
- **dijkstra(start)** – metoda z algorytmem dijkstry, przechorząca graf dla wierzchołka startowego o nazwie „start”
- **bellmanFord(start)** - metoda z algorytmem bellmana-forda, przechorząca graf dla wierzchołka startowego o nazwie „start”

- **getFromFile(filename)** – metoda dla pliku „filename” odczytuje jego zawartość oraz na jej podstawie tworzy graf, dodaje wierzchołki oraz krawędzie
- **writeToFile(filename)** – metoda zapisuje graf do pliku „filename” w odpowiedniej postaci

graphtest.py – plik testujący modół graph, a dokładniej klasę **Graph** oraz jej metody: **addNode**, **getNode**, **addNeighbor**, **initialize** oraz **dijkstra**. Tester testuje graf, który przedstawiłem w samym pliku. Testy powinny wykonać się bezbłędnie a wyniki testów powinny być pozytywne.

main.py – plik główny wykorzystujący modół graph z klasą **Graph**. Program nawiguje użytkownika prosząc, poprzez wyświetlanie odpowiednich informacji, o podanie odpowiednich danych do programu dotyczących wyboru grafu(pliku) do załadowania danych lub ładowania kolejnych krawędzi budujących graf. Następnie program uruchamia algorytmy podając zdefiniowany wcześniej przez użytkownika werzchołek o pewnej nazwie, oraz zapisuje wyniki algorytmów do pliku.