

Sprawozdanie z projektu - Złożone struktury danych 2022/2023

Temat: Algorytmy grafowe,
algorytm Dijkstry i Floyda-
Warshalla

Studia niestacjonarne
Kierunek informatyka
Grupa 2IZ21A

Autorzy:
Przemysław Postrach
Piotr Kaczmarczyk

Wstęp teoretyczny

Graf – to jest to struktura danych, składająca się z wierzchołków i krawędzi. Matematycznie możemy to przedstawić w postaci uporządkowanej pary (taka gdzie istotna jest kolejność elementów)

$G = (V, E)$ $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ – zbiór n ponumerowanych wierzchołków (ang. $V = \text{Vertex}$)

$E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ –zbiór m ponumerowanych krawędzi (ang. $E = \text{Edge}$).

Krawędzie mogą mieć wyznaczony kierunek (wtedy graf nazywamy skierowanym), mogą mieć przypisaną wagę (pewną liczbę).

Graf nieposiadający pętli ani krawędzi podwójnych nazywany jest grafem prostym. Graf zawierający krawędzie skierowane nazywamy grafem skierowanym. Kiedy graf zawiera wagi jest nazywany grafem ważonym.

Ścieżki w grafie (ang. Path) nazywamy uporządkowany zbiór wierzchołków. Jednym z problemów, jakie można rozwiązać jest znajdowanie połączeń między wierzchołkami przy użyciu ścieżek, aby znaleźć ścieżkę od jednego do drugiego wybranego wierzchołka. Kiedy wierzchołek nie posiada połączeń z żadnym innym wierzchołkiem grafu jest on nazywany wierzchołkiem izolowanym.

Aby przechować informacje na temat grafu możemy wykorzystać macierz sąsiedztwa lub listę sąsiedztwa. Aby stworzyć listę sąsiedztwa w programie komputerowym należy stworzyć tablicę n -elementową, gdzie n to liczba wierzchołków. Każdy jej element to lista, która reprezentuje sąsiedztwo danego wierzchołka, czyli połączone z nim wierzchołki przy użyciu krawędzi.

Opisane algorytmy

Problem - Wyznaczyć węzeł z którego suma minimalnych dróg do pozostałych węzłów jest minimalna, czyli taka, która posiada minimalną sumę wag krawędzi.

Algorytm Dijkstry - wykorzystuje programowanie metodą zachłanną. Znajduje w grafie najkrótsze ścieżki pomiędzy wybranym wierzchołkiem a wszystkimi pozostałymi. Obliczony zostaje również koszt przejścia każdej ze ścieżek.

Algorytm Floyda-Warshalla - wykorzystuje programowanie dynamiczne. Opiera swoje działanie na fakcie, że jeśli koszt dojścia z wierzchołka v do u jest większy od sumy kosztów dojść z wierzchołka v do k i z k do u , to lepszym kosztem będzie ta mniejsza wartość. Rozwiązany w ten sposób graf może posiadać krawędzie o wagach ujemnych, ale nie mogą w nim występować cykle ujemne. (Suma wag krawędzi jest ujemna)

Wykorzystane technologie

Projekt wykonano w oparciu o język programowania C#, oraz środowisko .NET 6. Program nie używa żadnych niestandardowych bibliotek, a jedynie te dostępne w ramach platformy .NET. W aplikacji dostępny jest konsolowy interfejs pozwalający na wykonywanie zawartych komend. Kod źródłowy został umieszczony w systemie kontroli wersji git pod adresem

<https://github.com/toyerovsky/graph-algorithms>

Obsługa programu

Uruchomienie aplikacji jest możliwe po zainstalowaniu .NET runtime 6 które dostępne jest do pobrania na oficjalnej stronie Microsoft

<https://dotnet.microsoft.com/en-us/download/dotnet/6.0>

W repozytorium GitHub umieszczono zbudowaną wersję artefaktów, które można przetestować uruchamiając je w konsoli w systemach macOS, Linux, Windows na procesorach Arm64, x64, x86

```
./PSK.GraphAlgorithms +
~/src/PSK.GraphAlgorithms/PSK.GraphAlgorithms/bin/Debug/net6.0 git:(master)
./PSK.GraphAlgorithms
Projekt złożone struktury danych 2022/2023
Algorytmy grafowe. Algorytm Dijkstry, Floyda-Warshalla
Grupa: Przemysław Postrach, Piotr Kaczmarczyk
Program posiada ustawiony domyślny graf. Wystarczy wybrać algorytm aby go rozwiązać.

0. Oblicz najlepszy wierzchołek algorytmem Dijkstry
1. Oblicz najlepszy wierzchołek algorytmem Floyda-Warshalla
2. Ustaw graf.
Wybierz liczbę aby wykonać polecenie.
> 0
Ilość wierzchołków grafu 9
Index najkorzystniejszej krawędzi 5
Koszt drogi 59
Czas obliczenia 00:00:00.0025132
> 1
Ilość wierzchołków grafu 9
Index najkorzystniejszej krawędzi 5
Koszt drogi 59
Czas obliczenia 00:00:00.0025985
> █
Zakończono.
```

Uruchomienie programu na macOS z apple silicon.

Program został wyposażony w menu konsolowe, które można w łatwy sposób rozbudowywać o nowe opcje dzięki zastosowanemu wzorcowi strategii znanemu z programowania obiektowego.

Opcja 0 - pozwala wykonać obliczenia dla zadanego grafu algorytmem Dijkstry.

Opcja 1 - pozwala wykonać obliczenia dla zadanego grafu algorytmem Floyda-Warshalla

Opcja 2 - pozwala na ustawienie grafu w programie, dla wygody został ustawiony domyślny graf z dziewięcioma wierzchołkami.

Dla domyślnego grafu najkorzystniejszy wierzchołek ma indeks 5, a koszt drogi to 59.

Wnioski

W ramach projektu wykonano w pełni funkcjonalny system z konsolowym interfejsem użytkownika rozwiązujący problem z wykorzystaniem dwóch algorytmów. Obydwa algorytmy sprawdzają się podobnie pod względem czasu rozwiązywania problemu i wskazują ten sam wierzchołek wynikowy. Jednakże algorytm Floyda-Warshalla pozwala na krawędzie o wagach ujemnych przez co ma większe możliwości. Kod umieszczono w systemie kontroli wersji jako otwarte oprogramowanie dzięki czemu można zweryfikować działanie programu.