

DOKUMENTACJA PROJEKTU

Implementacja algorytmu Dijkstry

Pakiet obliczeniowy MATLAB i jego zastosowania

Adrianna Pytel, Emilia Rutkowska

1. Wstęp.

Algorytm Dijkstry, nazywany także algorytmem najkrótszych ścieżek, został wynaleziony przeszło pół wieku temu, przez holenderskiego informatyka Edsger'a W. Dijkstra. Celem algorytmu jest znalezienie najkrótszej ścieżki między zadanymi dwoma wierzchołkami grafu, czy też stworzenie tablicy najkrótszych odległości od zadanego wierzchołka.

2. Opis działania algorytmu.

Zaczynamy od wybrania wierzchołka startowego. Będziemy próbowali zbudować tablicę najkrótszych odległości od wierzchołka startowego do wszystkich pozostałych wierzchołków. W każdym kroku algorytmu będziemy dokonywać uaktualnienia informacji w trzech tablicach:

- tablicy najkrótszych odległości od wierzchołka startowego do pozostałych wierzchołków
- tablicy poprzedników, zawierającą informację o wierzchołku który odwiedziliśmy jako ostatni
- tablicy nieodwiedzonych wierzchołków

Na początek uzupełniamy tablicę najkrótszych odległości - przypisując 0 jako odległość z wierzchołka startowego do niego samego oraz nieskończoność jako odległość do pozostałych wierzchołków. Tablica nieodwiedzonych wierzchołków zawiera wszystkie wierzchołki.

W każdej iteracji algorytmu:

- wybieramy nieodwiedzony wierzchołek (bieżący) o najmniejszej odległości do wierzchołka startowego (na podstawie tablicy odległości)

- dla bieżącego wierzchołka szukamy jego sąsiadów oraz obliczamy odległość każdego wierzchołka-sąsiada od wierzchołka startowego
- jeśli obliczona odległość jest mniejsza od znanej odległości (zapisanej w tablicy odległości) to uaktualniamy tablicę odległości
- uaktualniamy tablicę poprzedników oraz tablicę odwiedzonych wierzchołków

3. Funkcjonalności aplikacji oraz ich użycie.

W widoku startowym użytkownika wita zwięzła instrukcja obsługi aplikacji, okienko wprowadzania danych oraz przycisk restart. Daną, o którą aplikacja w pierwszej kolejności prosi użytkownika jest rozmiar grafu (ilość budujących graf wierzchołków) mieszczący się w granicach od 1 do 10. W razie wpisania niepoprawnej wartości użytkownik zostaje poinformowany o błędzie i o dopuszczalnym zakresie rozmiaru grafu. Wprowadzony rozmiar należy zatwierdzić przyciskiem Enter lub klikając w dowolnym miejscu okna aplikacji.

Size of the graph

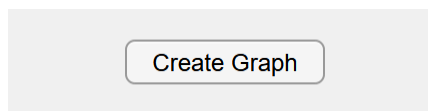
Rysunek 1. Pole wprowadzania rozmiaru grafu.

W efekcie pojawia się macierz odległości wypełniona zerami, do której użytkownik ma możliwość wprowadzenia dodatnich wartości wag krawędzi grafu. Krawędź o wadze zero nie zostanie wyrysowana. Macierz automatycznie uzupełnia wartości symetrycznie względem przekątnej diagonalnej.

	1	2	3	4	5	
1	0	5	2	4	11	
2	5	0	7	4	3	
3	2	7	0	1	2	
4	4	4	1	0	0	
5	11	3	2	0	0	

Rysunek 2. Przykładowa macierz wag dla grafu o rozmiarze 5.

Po uzyskaniu porządkanej macierzy odległości, generowanie grafu odbywa się poprzez naciśnięcie przycisku: create graph. Zostaje wyrysowany graf.



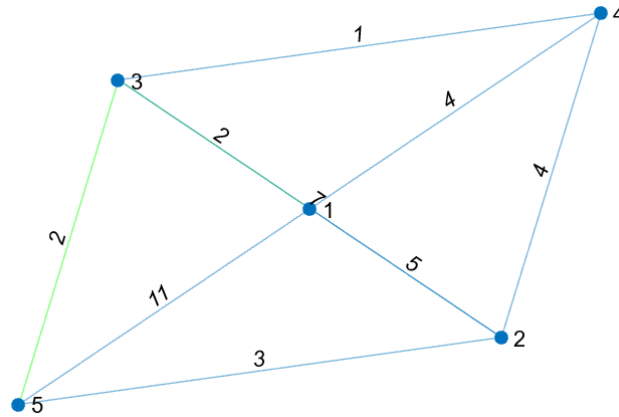
Rysunek 3. Przycisk pozwalający na wyrysowanie grafu.

Kolejnym elementem interfejsu użytkownika są dwa pola, pozwalające na wprowadzenie wierzchołka startowego i końcowego. Dla podanych wierzchołków istnieje możliwość znalezienia najkrótszej łączącej ich ścieżki w grafie. W tym miejscu zostało dodane zabezpieczenie, uniemożliwiające wprowadzenie wierzchołka, który nie istnieje. W przypadku próby wyznaczenia odległości między wierzchołkami, które istnieją w grafie, ale które budują osobne drzewa - również zostaniemy poinformowani o błędzie.

A light gray rectangular container holding two input fields and a button. The first field is labeled 'Start node' and contains the number '1'. The second field is labeled 'End node' and contains the number '5'. Both fields have a small dropdown arrow on the right. Below the fields is a button labeled 'Shortest Path'.

Rysunek 4. Pola pozwalające na wprowadzenie wierzchołków: startowego i końcowego.

Gdy wprowadzone zostaną poprawne wartości wierzchołków, najkrótszą ścieżkę - możemy uzyskać poprzez kliknięcie przycisku: Shortest path, tym samym wywołując algorytmu Dijkstry. Na wykresie kolorem zielonym zostanie zaznaczona najkrótsza ścieżka.



Rysunek 5. Najkrótsza ścieżka łącząca wierzchołki: 1 oraz 5, zaznaczona w grafie kolorem zielonym.

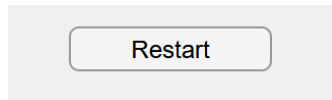
Ponadto zostanie wygenerowana macierz najkrótszych odległości między wszystkimi wierzchołkami. Dla lepszej wizualizacji, poszukiwany przez nas najkrótszy dystans zostanie zaznaczony pokolorowaniem na kolor żółty odpowiednich pól macierzy.

	1	2	3	4	5
1	0	5	2	3	4
2	5	0	5	4	3
3	2	5	0	1	2
4	3	4	1	0	3
5	4	3	2	3	0

Rysunek 6. Macierz najkrótszych ścieżek, poszukiwana odległość między wierzchołkami 1 oraz 5 zaznaczona w macierzy kolorem żółtym.

W przypadku wierzchołków znajdujących się w różnych niepołączonych ze sobą podgrafach grafu, odległość między nimi w tablicy wynosi Inf. Próba znalezienia najkrótszej ścieżki między niepołączonymi wierzchołkami zakończy się komunikatem o błędzie. Nie zostanie wypisana obecna w tablicy najkrótszych odległości wartość Inf.

W trakcie działania aplikacji istnieje możliwość modyfikacji wszystkich parametrów, jak również wykonania całościowego resetu dokonanych zmian, za pomocą przycisku: Restart.



Rysunek 7. Przycisk pozwalający na restart wprowadzonych parametrów.

4. Skrócona instrukcja użycia.

1. Wprowadź wielkość grafu (od 1 do 10), zatwierdź wybór ENTER (lub odkliknięciem).
2. Uzupełnij macierz wag, oczekiwanymi wagami połączeń, po jednej stronie diagonal. Np. wartość 7 wprowadzona w polu (3,5) oznacza: stwórz krawędź o wadze 7 między wierzchołkami: trzecim i piątym.
3. Zatwierdź wybór macierzy wag klikając przycisk: Create graph.
4. Spróbuj znaleźć najkrótszą ścieżkę w grafie: wprowadź w startNode wierzchołek początkowy ścieżki, w endNode - wierzchołek końcowy.
5. Zatwierdź wybór klikając przycisk: Shortest path.
6. Modyfikuj wprowadzone parametry lub naciśnij przycisk Reset i wprowadź wartości od początku.

5. Błędy, ostrzeżenia.

W tym punkcie zostały zaprezentowane mogące pojawić się w trakcie interakcji z aplikacją wykryte błędy oraz komunikaty.

1. Wpisywanie rozmiaru grafu:
 - Jeżeli wprowadzona wartość rozmiaru grafu jest spoza zakresu [1,10] wyświetli się komunikat o błędzie.
 - Jeżeli zmodyfikujemy rozmiar grafu gdy inny graf jest już stworzony, to poprzednie dane zostaną usunięte

2. Wpisywanie danych do macierzy sąsiedztwa:

- Jeżeli wprowadzona wartość będzie liczbą ujemną, literą lub znakiem specjalnym pojawi się komunikat o błędnym formacie danych. Wyjątkiem jest litera 'i', która zostanie potraktowana jako liczba urojona. W takim przypadku program może nie zadziałać poprawnie.
- Jeżeli zostanie zmieniona wartość na diagonalu macierzy, wyświetli się informacja, że te dane nie mogą ulec zmianie.
- Dla kolumny nr 10 (jeśli występuje) program wyświetli nazwę 1 zamiast 10.
- Macierz sąsiedztwa można zmieniać w każdym momencie działania programu, bez utraty poprzednich danych, jednak należy pamiętać, aby po zmianie na nowo kliknąć przycisk "Create Graph".

3. Wprowadzanie wierzchołków w pola startNode/endNode:

- Jeżeli wybierzemy wierzchołek o numerze 0, zostanie wyświetlony komunikat, że taki wierzchołek nie istnieje.
- Jeżeli wybrane wierzchołki należą do różnych podgrafów, które są ze sobą niespójne, to użytkownik zostanie poinformowany, że takie połączenie wymaga stworzenia spójnego grafu.

6. Podział pracy.

Emilia Rutkowska – implementacja algorytmu Dijkstry, stworzenie dokumentacji projektu.

Adrianna Pytel – implementacja GUI i pozostałych elementów programu.