AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Drzewa wszystkich najkrótszych ścieżek - algorytm Dijkstry

Aplikacja PGAS

Arkadiusz Kasprzak, Aleksandra Poręba

Agenda

1. Algorytm Dijkstry - wprowadzenie
2. Budowa i działanie projektu
3. Kompilacja i uruchomienie

Algorytm Dijkstry - wprowadzenie

- Cel: znalezienie najkrótszych ścieżek z wybranego wierzchołka grafu do wszystkich pozostałych wierzchołków.
- Operujemy na grafie skierowanym lub nieskierowanym o nieujemnych wagach krawędzi.
- Algorytm zachłanny - w każdym kroku algorytmu wybierany jest wierzchołek o najmniejszej wartości kosztu.
- Możliwość znalezienia zarówno najkrótszych ścieżek, jak i ich kosztów.

Działanie projektu - wprowadzenie

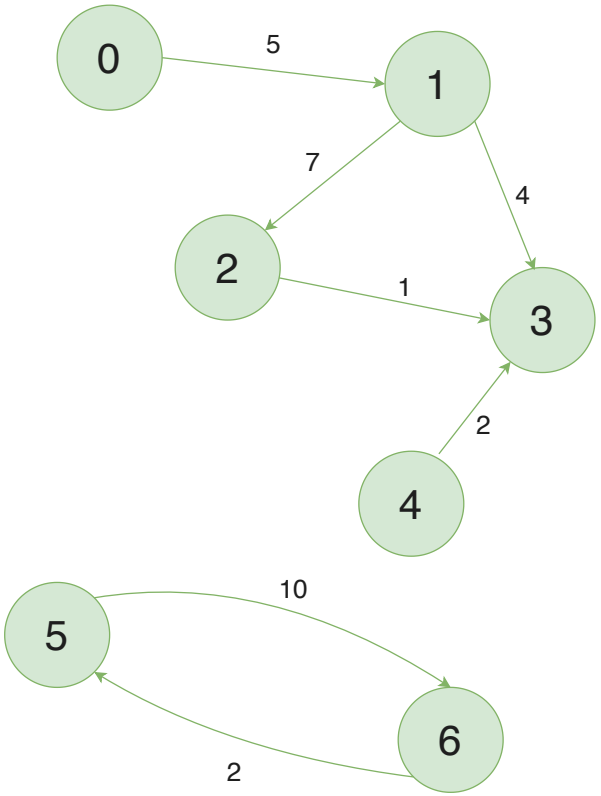
Program podzielony został na części:

- wczytanie danych wejściowych,
- zapis kolumn do sąsiedztwa odpowiednich procesów,
- obliczanie odległości i ścieżek - algorytm Dijkstry,
- zapisy wyników do pliku oraz zakończenie.

Szczegółowy opis wraz ze schematami blokowymi zawarty został w dokumentacji projektu.

Działanie projektu - dane wejściowe

- Dane podawane w postaci tzw. macierzy sąsiedztwa.
- Są one wczytywane z pliku przez proces o numerze 0.

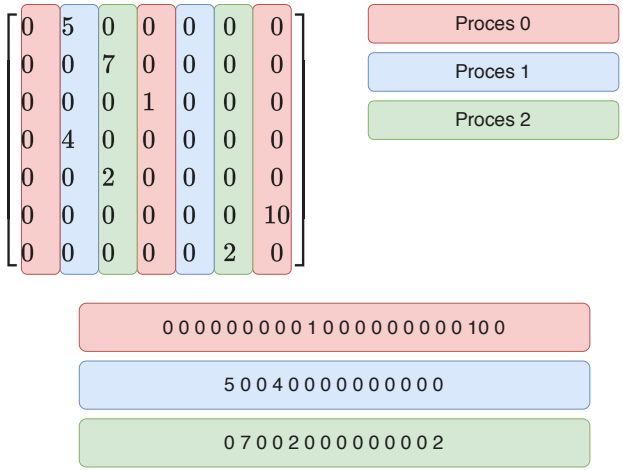


$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

Działanie projektu - podział danych wejściowych

- Dane dzielone są kolumnami równomiernie pomiędzy wszystkie procesy.
- Jeśli podział równomierny jest niemożliwy, pozostałe k kolumn dzielone jest między pierwsze k procesów.
- Procesy otrzymują kolumny o indeksach

  $$indeks\_kolumny \bmod liczba\_procesów == numer\_procesu$$



Działanie projektu - przebieg algorytmu

- Operujemy na trzech tablicach: tablicy kosztów, tablicy poprzedników, oraz tablicy informującej, czy wierzchołek został już przetworzony.
- Są one współdzielone pomiędzy procesami, ale każdy z nich będzie wypełniał pozycje tylko dla wierzchołków w jego sąsiedztwie.
- Tablica kosztów inicjalizowana nieskończonościami, tablica poprzedników - wartościami -1, a tablica przetworzonych zerami.
- Koszt dla wierzchołka źródłowego ustawiany na 0.

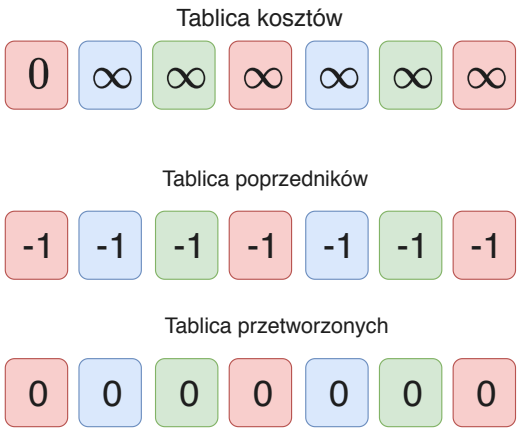


Figure: Przykładowy początkowy stan tablic

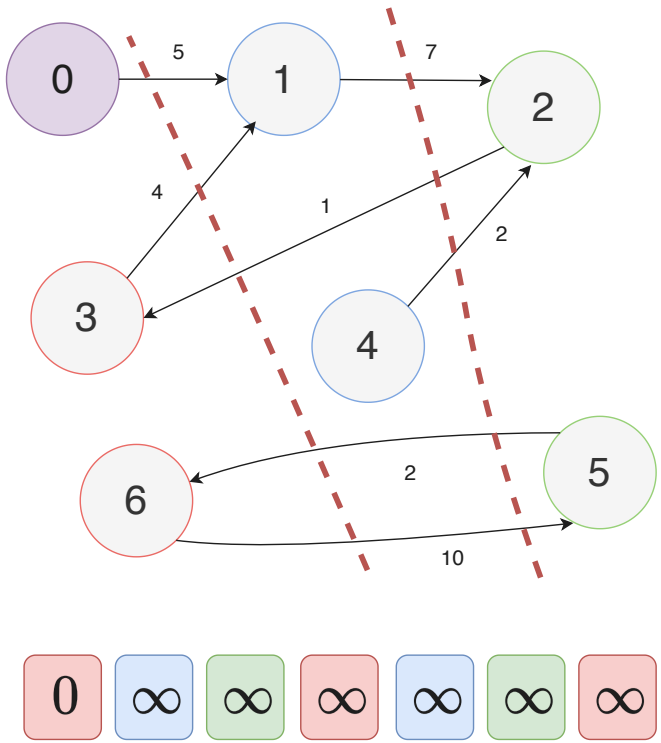
Działanie projektu - przebieg algorytmu

W dalszej części programu powtarzamy poniższe czynności aż wszystkie wierzchołki zostaną przetworzone:

- każdy proces spośród przydzielonych mu nieprzetworzonych jeszcze wierzchołków wybiera ten o najmniejszej wartości kosztu
- spośród wszystkich odległości wybierana jest ta najmniejsza (operacja `upc_all_reduce`). Odnajdowany zostaje indeks wierzchołka i zostaje on zaznaczony jako przetworzony
- na podstawie wylosowanego wierzchołka przeprowadzana jest aktualizacja w tabelach kosztów i poprzedników

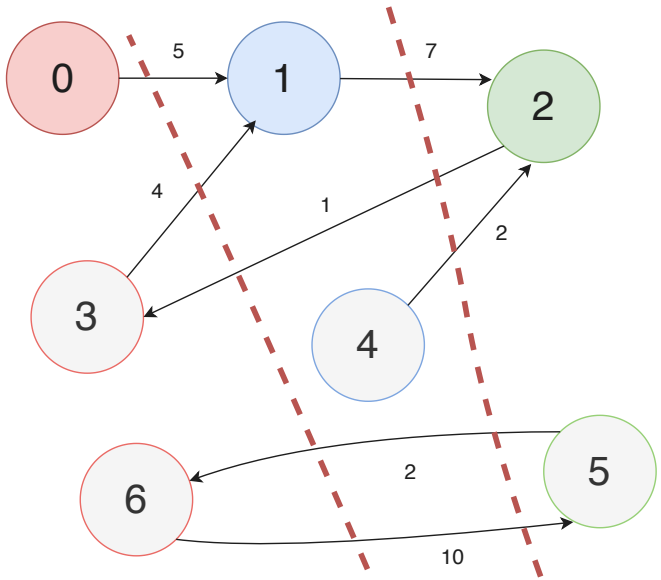
Po zakończeniu działania algorytmu wyniki algorytmu zapisywane są przez proces 0 do pliku.

Działanie projektu - przebieg pojedynczej pętli



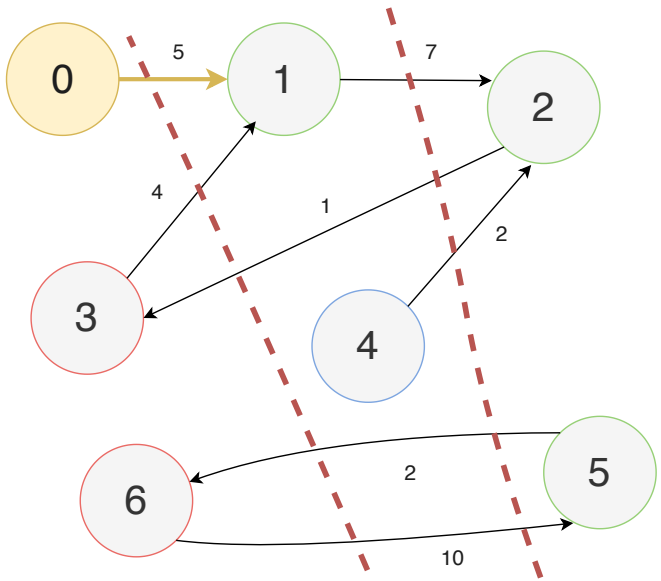
Sytuacja początkowa. Na fioletowo został zaznaczony wierzchołek źródłowy. Czerwoną linią pokazany został podział grafu między procesy. Na dole znajduje się tablica kosztów.

Działanie projektu - przebieg pojedynczej pętli



Wybór nieprzetworzonych wierzchołków o najniższym koszcie dotarcia (w tablicy) w każdym z procesów.

Działanie projektu - przebieg pojedynczej pętli



Wybór wierzchołka o globalnie najniższym koszcie (`upc_all_reduce`) i zaznaczenie go jako przetworzony. Aktualizacja kosztów i poprzedników.

Interfejs

- Podział grafu pomiędzy poszczególne procesy jest przedstawiany użytkownikowi.

```
Proces 0 posiada 4 kolumn o indeksach:  0,  3,  6,  9,
Proces 1 posiada 3 kolumn o indeksach:  1,  4,  7,
Proces 2 posiada 3 kolumn o indeksach:  2,  5,  8,
```

Kompilacja i uruchomienie

- Przejście do katalogu `build_uni`
- Przygotowanie środowiska pracowni za pomocą skryptu `setup.sh`
- Wykonanie polecenia `make`
- Wykonanie polecenia `make run` z opcjonalnymi argumentami określającymi: plik z węzłami, ilość procesów, numer wierzchołka źródłowego oraz ścieżkę do pliku z danymi
- Wynik dostępny w pliku `resultsUPC.txt`
- Proces szczegółowo opisany w dokumentacji