Przeszukiwanie i optymalizacja 2021Z

Projekt 8 – sieć optyczna 2

Marianna Gromadzka 304060

Michał Matak 304071

Treść zadania

Dana jest siec optyczna opisana za pomoca grafu *G = (N,E)*, gdzie *N* jest zbiorem wezłów, a *E* jest zbiorem krawędzi. *D* jest zbiorem zapotrzebowań, wyrażonych w jednostkach wielkości przesyłu (bitrate). Dla każdego zapotrzebowania istnieją co najmniej 2 predefiniowane ścieżki. Każde zapotrzebowanie (lambda) realizowane jest za pomocą kart transponderów o pojemności 100, 200 i 400G i kosztach odpowiednio 3, 5, 7. Stworzyć program, który za pomocą Algorytmu Ewolucyjnego realizuje wszystkie zapotrzebowania, nie przekraczając pojemności włókna światłowodowego. Zakładając, że w jednym włóknie mogą się mieścić 32 i 64 długości fali (lambd). Dobrać optymalne prawdopodobieństwo operatorów genetycznych oraz liczność populacji. Dane pobrać ze strony http://sndlib.zib.de/home.action, dla sieci {\it janos-us-ca}.

Dane

Dane dotyczące sieci janos-us-ca zostały pobrane ze strony <http://sndlib.zib.de/home.action> z zakładki Library/download/all\_networks. Po pobraniu i rozpakowaniu archiwum dane wzięliśmy z pliku janos\_us\_ca.txt.

Struktura danych:

* 39 węzłow o atrybutach:
  + Id – nazwa miasta
  + Długość geograficzna
  + Szerokość geograficzna
* 122 krawędzie o atrybutach:
  + Id
  + Źródło
  + Cel
  + Pojemność włókna światłowodowego
  + Koszt modulu
* 1482 zapotrzebowania (liczba węzłów \* (liczba węzłów – 1)):
  + Id
  + Źródło
  + Cel
  + Czy obsługuje routing (w każdym przypadku 1)
  + Wartość zapotrzebowania bitrate
  + Maksymalna długość ścieżki (w każdym przypadku UNLIMITED)

Z treści zadania wiemy, że:

* Mamy do dyspozycji 3 rodzaje transponderów (o pojemnościach 100, 200, 400G i kosztach odpowiednio 3, 5, 7)
* W jednym włóknie może się mieścić 32 długości fali lub 64 długości fali (w zależności od wariantu zadania)
* Każde zapotrzebowanie ma 2 predefiniowane ścieżki

Na podstawie powyższych definiujemy problem:

* mamy podaną konstrukcję sieci optycznej na terenie Stanów Zjednoczonych i Kanady składającej się z węzłów i połączeń między nimi
* zdefiniowane jest zapotrzebowanie na wielkość przesyłu (bitrate) pomiędzy każdymi dwoma węzłami w sieci (zakładamy, że przesył jest dwukierunkowy)
* połączenie i zapotrzebowanie dla uproszczenia rozpatrujemy dwukierunkowo – podczas ładowania danych zakładamy, że wartości w stronę przeciwną są takie same i pomijamy te dla strony przeciwnej w danych
* przesył pomiędzy parą węzłów odbywa się za pomocą pary transponderów o określonej pojemności
* para transponderów (posiadająca swój koszt i pojemność) realizuje go za pomocą określonej długości fali przez połączenia pomiędzy węzłami
* na połączeniu może się zmieścić określona ilość długości fali (w przypadku gdy okaże się za mała aby w ogóle zrealizować zadanie to możemy )

Sformułowanie matematyczne

Zdefiniowane Zbiory

– zbiór węzłów

– zbiór par transponderów

– zbiór długości fali

– zbiór krawędzi

– zbiór ścieżek pomiędzy węzłami dla pary transpondera ;

– zbiór zakresów długości fal (zakres długości fal to z kolei zbiór długości fal realizujący połączenie między parą węzłów) po których odbywa się komunikacja między *n* a *n’* gdzie

Zdefiniowane stałe

– koszt użycia pary transponderów *t*

– bitrate dostarczany przez transponder

– bitrate wymagany z węzła *n* do *n’*

– stała binarna równa 1 gdy przesył przez parę transponderów odbywa się na danej krawędzi *e*

– stała binarna równa 1 gdy para transponderów *t* jest zainstalowana pomiędzy *n* a *n’* i wykorzystuje ścieżkę *p*

# Model Matematyczny

Funkcja kosztu, którą minimalizujemy (koszt użycia transponderów):

Warunek określający spełnienie zapotrzebowania na przesył:

Warunek określający spełnienie ograniczeń na włóknie światłowodowym:

# Opis algorytmu

Problem planujemy rozwiązać wykorzystując algorytm ewolucyjny, dla którego zdefiniowane zostaną reprezentacja rozwiązania jako osobnik populacji, a także operacje krzyżowania i mutacji.

Reprezentacja rozwiązania

Dla każdej pary węzłów (zapotrzebowania) definiujemy zbiory par transponderów realizujący zapotrzebowanie. Do każdej pary ze zbioru są przypisane:

* Jedna z predefiniowanych ścieżek
* Długość fali za pomocą której odbywa się transmisja

Każde rozwiązanie składa się z realizacji zapotrzebowani zapisanych w ten sposób

KRZYŻOWANIE

Operacja krzyżowania dla każdego zapotrzebowania realizuje się poprzez wzięcie realizacji zapotrzebowania *i* z rodzica A z prawdopodobieństwem *pk* lub z rodzica B z prawdopodobieństwem 1 - *pk*. W efekcie otrzymuje się nowego osobnika.

MUTACJA

Operacja mutacji realizuje się poprzez zmianę ścieżki z prawdopodobieństwem *pp* z na drugą.

Zmiany realizacji przez transpondery z prawdopobieństwem *pt* wykonanie losowo jednej z operacji (każda ma taką samą wagę):

* Scalenie 2 transponderów w jeden większy
* Rozbicie transpondera na 2 mniejsze

Algorytm

1. *P0* ­<- Inicjalizacja populacji początkowej
2. OptymalneRozwiązanie <- Ewaluacja populacji
3. *t = 0*
4. Dopóki *t* < maksymalna liczby iteracji:
   1. O <- Reprodukcja populacji (*Pt*)
   2. C <- krzyżowanie populacji(O)
   3. M <- mutacja populacji(C)
   4. N <- ewaluacja populacji(M)
   5. OptymalneRozwiązanie, *Pt+1* <- wybranie najlepszych spośród (*P0* i *N*)
   6. *t* = *t + 1*

# Plan eksperymentów

Zamierzamy zbadać wpływ zmiany parametrów:

* μ - wielkość populacji początkowej
* λ - wielkość populacji potomnej
* Współczynnik mutacji *pk*
* Współczynnik mutacji *pp*
* Współczynnik mutacji *pt*