

GIS - sprawozdanie 2

Autorzy:

Marcin Dzieżyc

Mateusz Statkiewicz

Prowadzący:

prof. dr hab. Jacek Wojciechowski

Temat:

Opracowanie generatora modeli grafowych różnego typu sieci.

Cel projektu:

Celem projektu jest opracowanie generatora różnego typu sieci, potrafiącego wyświetlić wygenerowane sieci. Program będzie generował sieci losowe, euklidesowe, bezskalowe i sieci małego świata. Dodatkowo będzie sprawdzał spójność sieci.

Założenia początkowe:

Sieci generowane przez program będą grafami nieskierowanymi, z określonymi wagami krawędzi.

Wykorzystane biblioteki:

- **graphviz (libgvc):**
<http://www.graphviz.org/> - API definiowania i plotowania grafów

Algorytmy zastosowane w projekcie:

- *generowanie losowej sieci (algorytm Erdosa-Renyiego)*

Algorytm losujący graf na podstawie niezależnego prawdopodobieństwa wyboru danej krawędzi ze zbioru krawędzi grafu pełnego o n wierzchołkach (w odróżnieniu od generatora losującego z prawdopodobieństwem równomiernym graf o n wierzchołkach i m krawędziach spośród wszystkich możliwych o tych parametrach). Generator pobiera na wejściu liczbę wierzchołków oraz prawdopodobieństwo wyboru poszczególnych krawędzi. Każdy możliwy do wygenerowania graf o tych parametrach będzie mógł pojawić się na wyjściu z prawdopodobieństwem zgodnym z rozkładem Bernoulliego. Wagi poszczególnych krawędzi losowane będą z rozkładem jednostajnym z przedziału $[0,1]$.

- *generowanie sieci euklidesowej*

Na wejściu generatora tej sieci znajdują się 3 argumenty:

- * liczba wierzchołków sieci;
- * bok kwadratu, na którym rozmieszczone będą wierzchołki;
- * promień, który będzie określał maksymalną odległość wierzchołków połączonych krawędzią;

Algorytm polega na wylosowaniu odpowiedniej liczby punktów wewnątrz kwadratu o danym boku. Następnie krawędzie tworzone są między wierzchołkami, których odległość jest mniejsza od zadanego promienia. Aby zapewnić spełnienie nierówności trójkąta krawędzie mają wagi odpowiadające odległości między wierzchołkami, które łączą.

- *generowanie sieci małego świata (algorytm Watts-Strogatz)*

Na wejściu generatora tej sieci znajdują się 3 argumenty:

- * liczba wierzchołków sieci;
- * początkowa liczba sąsiadów każdego wierzchołka;
- * prawdopodobieństwo przestawienia krawędzi;

Algorytm polega na utworzeniu pierścienia, w którym każdy z wierzchołków jest połączony krawędziami z daną liczbą sąsiadów. Kolejny krok to wymiana wierzchołków krawędzi z zadanym prawdopodobieństwem.

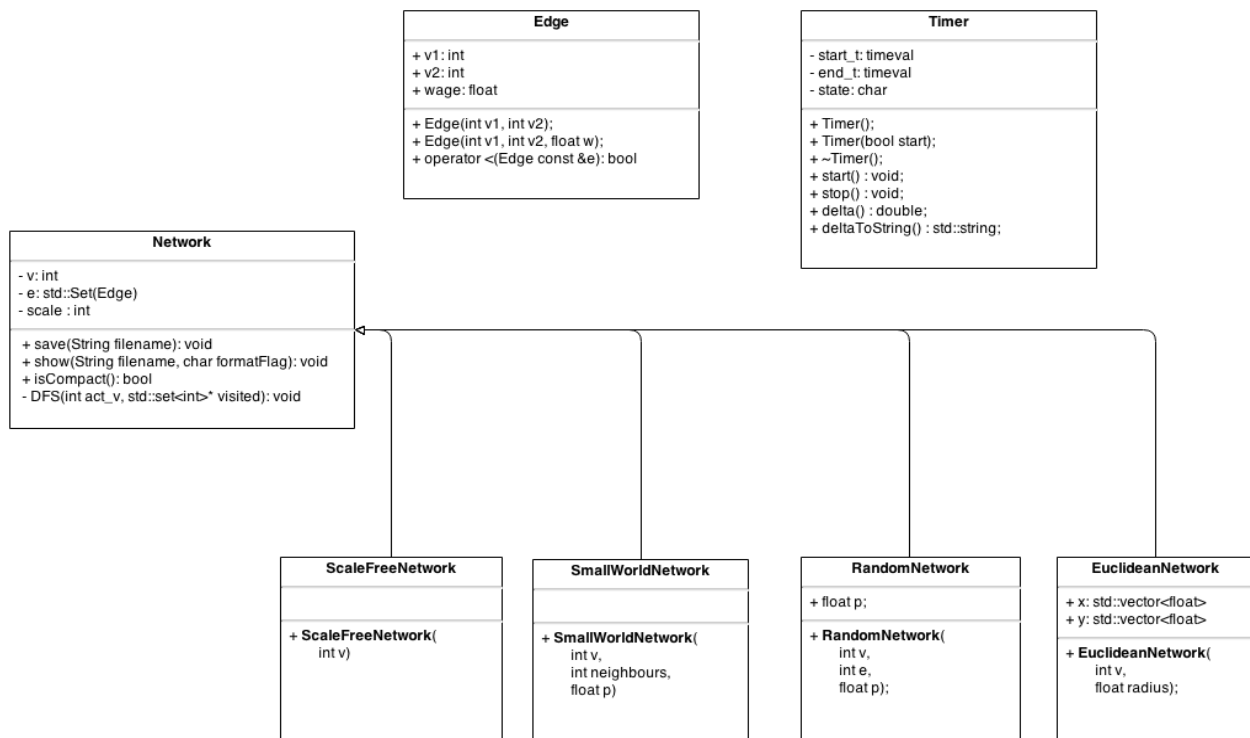
- generowanie sieci bezskalowej (algorytm Barabasi-Albert)

Algorytm budujący sieć bezskalową iteracyjnie dodając nowe wierzchołki oraz łącząc je z resztą sieci w oparciu o model Barabasiiego-Alberta. Prawdopodobieństwo wyboru krawędzi zależy wprost proporcjonalnie od stopnia przeciwległego wierzchołka krawędzi, co skutkuje kumulacją krawędzi w pojedynczych wierzchołkach w miarę rozrastania się grafu. Sieć taka charakteryzować się będzie rozkładem stopni wierzchołków postaci $P(k) \sim k^{-(\gamma)}$, gdzie $P(k)$ to ułamek wierzchołków stopnia k w sieci, zaś γ jest parametrem charakterystycznym sieci, zwykle z przedziału $[2,3]$.

- sprawdzanie spójności grafu (algorytm DFS)

Rekurencyjne sprawdzenie czy wszystkie wierzchołki należą do spójnego grafu. Rozpoczynając od dowolnego wierzchołka, oznacz go jako odwiedzony i przejdź do wszystkich sąsiednich, które nie zostały wcześniej oznaczone.

Struktury danych



Projekty testów

Ze względu na wymuszenie parametrów sieci podczas jej generacji testowanie tego aspektu okazuje się być zbędne.

Złożoność obliczeniowa

Dla każdego generatora złożoność obliczeniowa wynosi $O(n^2)$, gdzie n - liczba wierzchołków lub, w przypadku sieci małego świata, liczba generowanych krawędzi.

Czas wykonywania

Czas generacji sieci, jak i sprawdzania spójności jest wyświetlany użytkownikowi. Pomiar czasu zostały wykonane w przypadku wygenerowania spójnych sieci. Czasy wywołań przedstawia tabela (czasy w sekundach):

| <i>typ sieci</i> | <i>Euklidesowa</i> | <i>Losowa</i> | <i>Małego Świata</i> | <i>Bezskalowa</i> |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <i>parametry</i> | <i>$r=0.6$</i> | <i>$p=0.3$</i> | <i>$n=4, p=0.6$</i> | <i>$m0=3, m=2$</i> |
| <i>$v=10$</i> | 0.00011 | 0.000054 | 0.000144 | 0.000083 |
| <i>parametry</i> | <i>$r=0.4$</i> | <i>$p=0.4$</i> | <i>$n=10, p=0.6$</i> | <i>$m0=5, m=4$</i> |
| <i>$v=100$</i> | 0.003673 | 0.004628 | 0.003036 | 0.001222 |
| <i>parametry</i> | <i>$r=0.2$</i> | <i>$p=0.6$</i> | <i>$n=50, p=0.6$</i> | <i>$m0=10, m=6$</i> |
| <i>$v=1000$</i> | 0.199363 | 1.053605 | 0.209740 | 0.035874 |

Wejście programu

Wejście programu jest listą parametrów określających

- rodzaj sieci;
- parametry sieci;
- nazwę pliku wyjściowego;
- format zapisu sieci;

Parametry

```
Small World Network parameters:
-v      count of vertices
-n      count of neighbours at start
-p      edge change probability
statek@statek-netbook ~/git/gis2014l/src $ ./networkGenerator -h
Usage:
networkGenerator [OPTION]
Generate network corresponding to parameters:

Options:
-d      destination file name
-f      destination format:
        1 - Flat file
        2 - jpg
-t      type of network:
        1 - Euclidean Network
        2 - Random Network
        3 - Scale Free Network
        4 - Small World Network

Euclidean Network parameters:
-v      count of vertices
-s      size side square in which network will be generate (default 1)
-r      radius, which edges will be generate
Random Network parameters:
-v      count of vertices
-e      count of edges
-p      edge existing probability
Scale Free Network parameters:
-v      count of vertices
Small World Network parameters:
-v      count of vertices
-n      count of neighbours at start
-p      edge change probability
statek@statek-netbook ~/git/gis2014l/src $
```

Sytuacje awaryjne

- *wygenerowana sieć jest niespójna:*
informujemy użytkownika o wygenerowaniu sieci niespójnej.
- *błędnie podane parametry:*
informujemy użytkownika jakie parametry są źle zdefiniowane lub wymagane dla wybranego typu sieci.

Wyjście programu

Wyjściem programu jest plik tekstowy opisujący sieć lub plik graficzny pokazujący jedną z reprezentacji graficznych sieci.