

Politechnika Wrocławska
Wydział Informatyki i Telekomunikacji



Sieci złożone

Sprawozdanie z laboratorium

Autor

Dzmitry Kasko

nr albumu: **257285**

kierunek: **Inżynieria systemów**

28 styczeń 2022

Streszczenie

Celem pracy jest sprawdzenie skuteczności działania jednej z metod służących zapobieganiu rozpowszechniania się koronawirusa, którą jest kwarantanna dla osób zakażonych. Dane do badań zostały wygenerowane za pomocą zaimplementowanego generatora sieci złożonych reprezentujących populację w pewnej miejscowości. Analizę przeprowadzono z wykorzystaniem właśnie zaimplementowanego symulatora przebiegu epidemii. W rezultacie symulacji wielokrotnie udało się ustalić, że zastosowanie kwarantanny skutecznie spowalnia rozwój epidemii zwłaszcza przy stosowaniu z ograniczeniem kontaktów.

1 Wstęp – sformułowanie problemu

Przekazanie choroby odbywa się podczas spotkań osobistych między osobami, więc musi być utworzona sieć reprezentująca powiązania między ludźmi z wybranej populacji. Statystyki odnośnie do liczebności rodzin w Polsce wykorzystano ze strony <https://stat.gov.pl/> w celu odwzorowania rzeczywistych powiązań międzyludzkich.

2 Opis rozwiązania

2.1 Generator sieci społecznych

Do generowania sieci wykorzystano bibliotekę Networkx języka Python. Zaimplementowany został własny generator grafu ważonego, gdzie każdy wierzchołek reprezentuje osobę, a waga krawędzi jest odpowiednikiem intensywności interakcji międzyludzkich. Generator przyjmuje dwa parametry: *num_cliques* – liczba klik, *num_edges* – liczba dodatkowych krawędzi.

Generowanie grafu odbywa się w kilka etapów:

- Do grafu dodawane są kliki reprezentujące rodziny. Rozmiar kliki losowany jest zgodnie z rozkładem liczby od 1 do 5 osobowych rodzin w Polsce. Wagi krawędzi w klice losowane są z rozkładu równomiernego (0.01, 0.5).
- Do grafu dodawane są krawędzie losowe łączące wierzchołki należące do różnych klik. Dodawanie krawędzi kończy się w momencie, gdy graf jest spójny. Wagi krawędzi losowane są z rozkładu równomiernego (0.01, 0.1).
- Do grafu dodawane jest *num_edges* dodatkowych losowych krawędzi. Wagi krawędzi losowane są z rozkładu równomiernego (0.01, 0.1).

2.2 Symulacja przebiegu epidemii

Do symulacji przebiegu epidemii wykorzystano model SIR (Susceptible, Infectious, Recovered – Podatny, Zakażony, Wyzdrowiały).

Symulacja SIR przyjmuje następujące parametry:

- *G* – graf Networkx, reprezentujący populację, w której odbywa się przebieg epidemii
- *Nb_inf_init* = 5 – początkowa liczba osób zakażonych
- *Gamma* = 14 – średnia liczba dni potrzebna na wyzdrowienie
- *T* = 100 – liczba kroków symulacji
- *Q* = 6 – średnia liczba dni od zachorowania do skierowania na kwarantannę

W grafie początkowo zakażonych jest *Nb_inf_init* losowych osób. W każdym kroku symulacji:

- Odbywa się zakażenie osób podatnych, którzy mają połączenie z osobą zakażoną z prawdopodobieństwem równym wadze połączenia między ww. osobami.

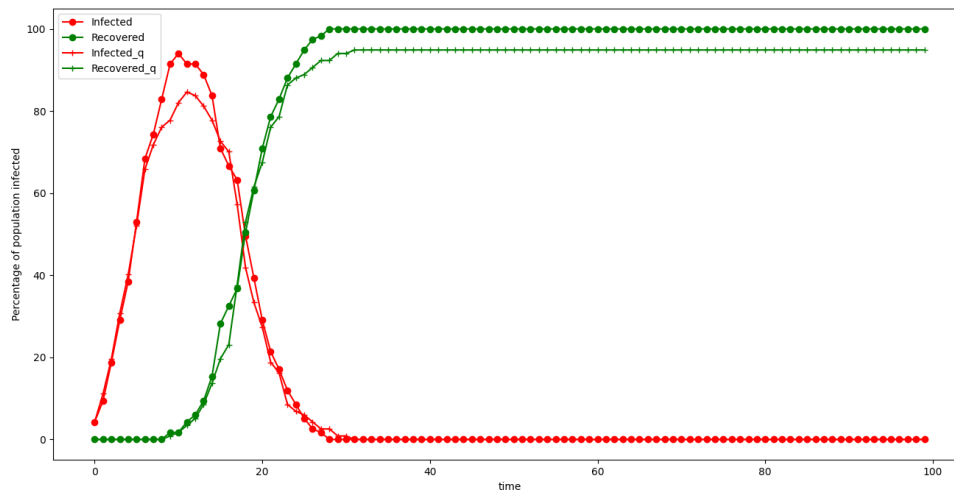
W przypadku, gdy stosowana jest kwarantanna, osoba przebywająca na kwarantannie nie może przekazać choroby

- Wyzdrowienie osób zakażonych, jeżeli liczba dni po zakażeniu jest \geq od zmiennej losowej z rozkładu normalnego z wartością oczekiwaną = Γ .
- W przypadku zastosowania kwarantanny – skierowanie osoby zakażonej na kwarantannę, jeżeli liczba dni po zakażeniu jest \geq od zmiennej losowej z rozkładu normalnego z wartością oczekiwaną = Q .

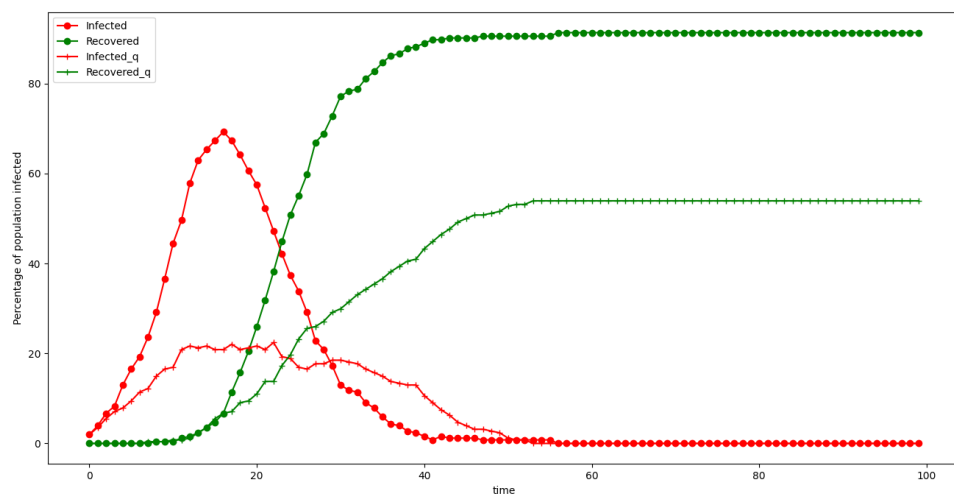
Zakażić się mogą tylko osoby podatne, ludzie wyzdrowiali nie są zakażani.

W wyniku symulacji otrzymana jest liczebność osób podatnych, zakażonych i wyzdrowiałych w poszczególnych krokach symulacji. Przykładowe wyniki symulacji przedstawione są poniżej dla grafów wygenerowanych z parametrami ($n_cliques$, n_edges) = (50, 200) - Rys. 1; (100, 0) – Rys. 2:

Łączna liczba osób zakażonych / wyzdrowiałych
($_q$ – przebieg z stosowaniem kwarantanny)



Rys. 1



Rys. 2

Na powyższych wykresach widoczna jest różnica w przebiegu epidemii ze stosowaniem kwarantanny i bez. Także widoczne jest zróżnicowanie efektywności stosowania kwarantanny dla różnych populacji.

3 Rezultaty obliczeń

3.1 Plan badan

Dla zbadania efektywności stosowania kwarantanny zostały wybrane następujące wskaźniki:

- liczba dni trwania epidemii,
- procent osób, którzy zostali zakażeni
- maksymalny procent osób chorych jednocześnie

Została przeprowadzona 100-krotna symulacja dla każdej pary parametrów generatora sieci. Dla każdej wygenerowanej sieci została przeprowadzona symulacja przebiegu epidemii bez stosowania kwarantanny i ze stosowaniem kwarantanny.

Żeby ułatwić analizę skutków stosowania kwarantanny w komórkach tabeli jest przedstawiony stosunek wskaźnika dla przebiegu epidemii bez kwarantanny do wskaźnika dla przebiegu epidemii z kwarantanną.

3.2 Wyniki obliczeń

Liczba dni trwania epidemii (bez/z kwarantanną): [1]

n_clique n_edges	50	100	200
0	1.65	1.54	1.09
100	1.11	1.12	1.07
200	1.04	1.05	1.03

Procent osób, którzy zostali zakażeni (bez/z kwarantanną): [1]

n_clique n_edges	50	100	200
0	2.19	2.27	1.89

100	1.32	1.53	1.6
200	1.12	1.25	1.35

Maksymalny procent osób chorych jednocześnie (bez/z kwarantanną): [1]

n_clique n_edges	50	100	200
0	1.7	2.02	2.22
100	1.38	1.59	1.85
200	1.15	1.35	1.54

4 Wnioski

Ponieważ dla wszystkich wskaźników otrzymaliśmy stosunek > 1 , możemy stwierdzić, że stosowanie kwarantanny ma pozytywny wpływ na przebieg epidemii, bo skrócenie okresu trwania epidemii, zmniejszenie sumy zakażeń oraz liczba osób chorych jednocześnie zmniejsza obciążenie służby zdrowia w kraju.

Przy bardziej szczegółowej analizie wyników możemy wywnioskować, że stosowanie kwarantanny ma największą efektywność dla sieci, przy generowaniu których nie były dodawane dodatkowe połączenia między osobami (1-y wiersz każdej tabeli), czyli sieci mniej gęstych. Najgorsze wyniki natomiast są w 3-ich wiersza tabel, dla sieci najbardziej gęstych.

Z powyższego wynika, że kwarantanna ma największą efektywność, gdy jest stosowana wraz z ograniczeniem kontaktów międzyludzkich (np. przejście na zdalny tryb pracy, studiów)

Analiza zmiany stosunku wskaźników wg kolumn (zależność od rozmiaru sieci) nie jest pewna, ponieważ zwiększenie liczby połączeń o tą samą liczbę dla sieci o różnych rozmiarach ma zróżnicowany wpływ na gęstość sieci oraz inne parametry sieci.

Dodatek

Kody źródłowe umieszczone zostały w repozytorium GitHub:

<https://github.com/dkosko/Sieci-zlozone>

