



**WYDZIAŁ FIZYKI
i INFORMATYKI STOSOWANEJ**
Uniwersytet Łódzki

Mateusz Borowiec

Kierunek: informatyka

Specjalność: informatyka stosowana

Ścieżka dydaktyczna: Sztuczna inteligencja

Numer albumu: 382765

**Zastosowanie ABM do analizy procesu
formowania opinii w wielowymiarowej przestrzeni
opinii**

Praca magisterska

wykonana pod kierunkiem

Dr hab. Tomasz Gwizdała, prof. UŁ

W Katedrze Systemów Inteligentnych

WFiIS UŁ

Łódź 2024

Spis treści

1	Wstęp	5
2	Podstawy teoretyczne	7
3	Opis metod (algorytmy, założenia, warunki graniczne)	9
3.1	Rozkład trójkątny	9
3.2	Nowy modyfikator środka rozkładu	10
4	Opis technologii wykorzystanych w pracy	11
5	Opis implementacji	13
5.1	Klasa Network	13
5.2	Klasa Agent	13
6	Opis wykonanych w ramach pracy badań, symulacji, eksperymentów	15
6.1	Model początkowy	15
6.2	Pierwsze poprawki	15
6.2.1	Zmieniona implementacja	15
6.3	Rozwinięcie badań	16
6.4	Drugie poprawki	16
6.4.1	Wyniki dla zwykłej średniej i średniej ważonej	16
6.5	Współczynnik modyfikujący średnią rozkładu	17
6.6	Analiza różnych współczynników modyfikujących średnią rozkładu . .	19
7	Analiza otrzymanych wyników	23
8	Podsumowanie	25
	Spis tabel	26
	Spis rysunków	26

Rozdział 1

Wstęp

Rozdział 2

Podstawy teoretyczne

TYMCZASOWY TEKST Z OPISU PRACY

Metody agentowe (Agent Based Modelling) są jedną z popularnych metod analizy wielu procesów zachodzących w społecznościach. Jednym z takich procesów jest rozprzestrzenianie się opinii, przy czym opinia może być reprezentowana w różny sposób. W prezentowanej pracy ma ona być przedstawiona w formie położenia w znormalizowanej przestrzeni wielowymiarowej (przykładem takiej przestrzeni jest dwuwymiarowy diagram Nolana). Społeczność zostanie przedstawiona w formie typowych grafów społecznościowych (Barabasi-Albert, Watts-Strogatz, Erdos-Renyi). Celem pracy jest określenie stanów końcowych takich modeli dla wybranych funkcji modyfikacji opinii oraz czasów dojścia do tych stanów. Wśród pytań, które pojawiają się w trakcie rozwiązywania takiego problemu, są takie jak: pytanie o istnienie (dla danej funkcji modyfikacji) krytycznej wielkości próbki, dla której struktura rozwiązania ulega zmianie (np. pojawiają się odstępstwa od jednomysłności) czy pytanie o możliwość włączenia czynników zewnętrznych.

Rozdział 3

Opis metod (algorytmy, założenia, warunki graniczne)

Agent posiada następujące parametry:

Zmienna	Zakres wartości	Rozkład
Wpływ na innych	0-1	równomierny
Elastyczność jednostki	0,1-1	beta
Opinia początkowa	0-1	równomierny

Tabela 3.1: Parametry agenta

Aktualizacja opinii składa się z następujących zmiennych:

Zmienna	Zakres wartości
Średnia opinii sąsiadów	0-1
Srednia wpływu sąsiadów	0-1
Udział znajomych agenta w populacji	0-1
Odległość opinii agenta i średniej znajomych	0-1
Modyfikator środka rozkładu	Elastyczność agenta

Tabela 3.2: Parametry aktualizacji opinii

3.1 Rozkład trójkątny

Opinia sąsiadów:

- średnia opinii sąsiadów: 0-1
- średnia wpływu sąsiadów: 0-1

Centrum rozkładu trójkątnego: (stopień jednostki + średnia wpływu sąsiadów)

* elastyczność jednostki

Minimum rozkładu: opinia jednostki

Maksimum rozkładu: średnia opinii sąsiadów

Odległość między opiniami = $\text{abs}(\text{opinia jednostki} - \text{średnia opinii sąsiadów})$

3.2 Nowy modyfikator środka rozkładu

Elastyczność agenta * średnia ([udział znajomości agenta w populacji, wpływ sąsiadów]) = $[0-1] * ([0-1] * [0-1] / 2) = [0-1] * [0-1] = [0-1]$.

Średnia wpływu sąsiadów będzie średnią ważoną.

Rozdział 4

Opis technologii wykorzystanych w pracy

W pracy został wykorzystany język Python do implementacji zarówno sieci społecznych, zapisu wyników, jak i wykresów obrazujących wyniki. Główną biblioteką wykorzystywaną do implementacji sieci społecznych jest biblioteka NetworkX. Biblioteką do tworzenia wykresów została biblioteka Matplotlib. Do odczytu / zapisu plików CSV została użyta biblioteka ‘csv’.

Rozdział 5

Opis implementacji

5.1 Klasa Network

Każda sieć społeczna składa się z grafu NetworkX oraz listy agentów, przypisanych do każdego wierzchołka. Typ aktualizacji opinii jest również zdefiniowany w klasie. Ponadto, do celów logowania, klasa zawiera nazwę sieci społecznej.

5.2 Klasa Agent

Każdy agent ma następujące parametry:

- Wpływ na innych (influence) - Ten parametr osiąga wartości 0-1 i określa wartość wpływu na innych agentów
- Elastyczność (flexibility) - Osiąga wartości 0-1 i określa podatność agenta na zmianę opinii pod wpływem swoich sąsiadów
- Opinia (opinion) - Osiąga wartości 0-1 i określa wartość opinii agenta w zależności od opinii sąsiadów

Rozdział 6

Opis wykonanych w ramach pracy badań, symulacji, eksperymentów

6.1 Model początkowy

Początkowo zostały zaimplementowane trzy sieci: Barabasi-Albert, Erdos-Renyi, Watts-Strogatz. Ich opinie zmieniały się w zależności od opinii sąsiadów. Aktualizacja współrzędnych modelu była zmieniana w jednej iteracji równocześnie dla wszystkich węzłów, co doprowadziło do szybkiego zbiegania agentów do centrum.

6.2 Pierwsze poprawki

Po pierwszych próbach wprowadzone zostały zmiany. Każdy agent musi mieć dar przekonywania, który pozwoli mu wpływać na innych agentów. Ponadto huby powinny mieć większy dar przekonywania. Aby uzyskać taki efekt, należy zwiększyć siłę oddziaływania węzłów z dużą liczbą sąsiadów. Dar przekonywania nie powinien zależeć od stopnia wierzchołka, ponieważ nie są to wielkości skorelowane. Ponadto, każdy agent powinien mieć właściwość zwaną elastycznością, która zwiększa prawdopodobieństwo, że dany agent zmieni swoją opinię. Zaszła również potrzeba zmiany wzoru aktualizacji opinii, ponieważ poprzednia powodowała zbyt szybkie zbieganie opinii do jednego centrum.

6.2.1 Zmieniona implementacja

Na nowo zaimplementowany agent ma trzy własności — opinię, elastyczność zmiany opinii i wpływ na innych. Opinia agenta na początku jest losowana z rozkładu równomiernego, podobnie jak wpływ na innych. Elastyczność z kolei jest losowana z rozkładu beta tak, żeby była względnie mała. Opinie są aktualizowane, bazując na rozkładzie trójkątnym oraz własnościach agenta i jego sąsiadów. Wyliczana jest średnia opinia sąsiadów oraz średnia ich wpływu. Następnie obliczany jest udział

sąsiadów agenta w ogólnej liczbie węzłów, który bierze udział w przesuwaniu środka rozkładu. Przesunięcie obliczane jest wg wzoru: przesunięcie = elastyczność agenta * (udział sąsiadów agenta w populacji + wpływ sąsiadów)

Sumowanie wpływu sąsiadów z udziałem sąsiadów agenta w populacji powoduje, że na agenta z większą ilością sąsiadów wywierany jest większy wpływ. Z drugiej strony, na odizolowanych osobnikach wywierany jest mniejszy wpływ, co powoduje, że 'okopują' się oni w swoich poglądach. Z kolei elastyczność agenta we wzorze pozwala ograniczyć wpływ otoczenia na danego agenta.

Rezultat jest taki, że huby mają duży wpływ na bliskie poglądowo węzły, zacieśniając je coraz bardziej, natomiast węzły z małą liczbą sąsiadów przesuwają się w kierunku huba dużo wolniej.

6.3 Rozwinięcie badań

Poprawa w działaniu symulacji prowadziła do dalszych badań. Należało zrobić obraz gęstości punktów w funkcji numeru iteracji i zbadać, czy zbieżność zależy od liczby osobników w populacji. Aby ocenić działanie symulacji, należało obliczyć numer iteracji, w której współrzędne punktów mieszczą się w przedziale o szerokości 0,1, co można uznać za stan stabilizacji. Dla każdego rozmiaru populacji zostały wykonane po 10 powtórzeń. Na tej podstawie obliczono średnią liczbę iteracji prowadzącą do stabilizacji symulacji dla danego rozmiaru populacji. Okazało się, że czas zbiegania symulacji rośnie logarytmicznie względem wielkości populacji, co pozwala przewidzieć czas zbiegania dla danego rozmiaru populacji.

6.4 Drugie poprawki

Po wykonaniu badań na nowym modelu okazały się konieczne kolejne poprawki. Należało policzyć współrzędne opinii sąsiadów jako średnią ważoną z wpływu sąsiadów. Należało sprawdzić, czy zmiana opinii sąsiadów opóźni zbieganie symulacji. Ponadto, należało zmienić rozkład losowania opinii osobnika, która miała być od teraz zależna od obecnej opinii osobnika i opinii sąsiadów, oraz elastyczności osobnika. Jeżeli punkty w dalszym ciągu będzie zbiegać szybko, będzie trzeba wprowadzić współczynnik modyfikujący średnią rozkładu. Należy zaobserwować różnicę w zachowaniu dla różnych sieci oraz zależnie od wielkości populacji. Będzie potrzeba przeanalizowania, czy agenci nie zaczną rozdzielać się na dwie lub więcej grup.

6.4.1 Wyniki dla zwykłej średniej i średniej ważonej

Różnica między wynikami dla zwykłej średniej i średniej ważonej we wzorze aktualizacji opinii ukazują tabele poniżej.

Populacja	Średnia zwykła	Średnia ważona
20	7.1	8.9
50	8.4	10.8
100	10.9	14.8
200	11.0	15.8
500	13.5	18.2
1000	13.4	19.8
2000	14.9	20.0
5000	15.2	20.0

Tabela 6.1: Barabasi-Albert

Sieć Watts-Strogatz

Populacja	Średnia zwykła	Średnia ważona
20	8.6	9.1
50	10.8	12.3
100	13.3	16.9
200	14.9	19.2
500	16.6	20.0
1000	18.3	20.0
2000	19.5	20.0
5000	20.0	20.0

Tabela 6.2: Watts-Strogatz

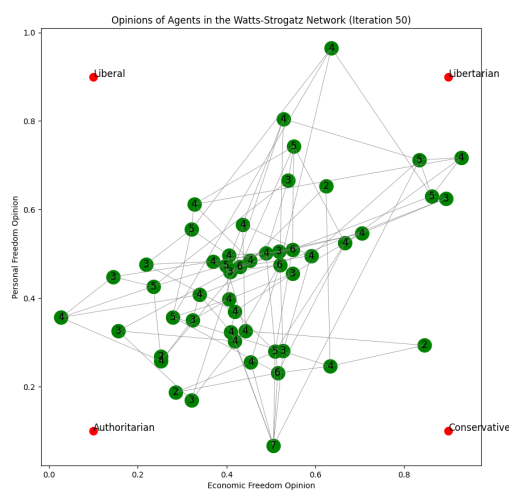
Sieć Erdos-Renyi

6.5 Współczynnik modyfikujący średnią rozkładu

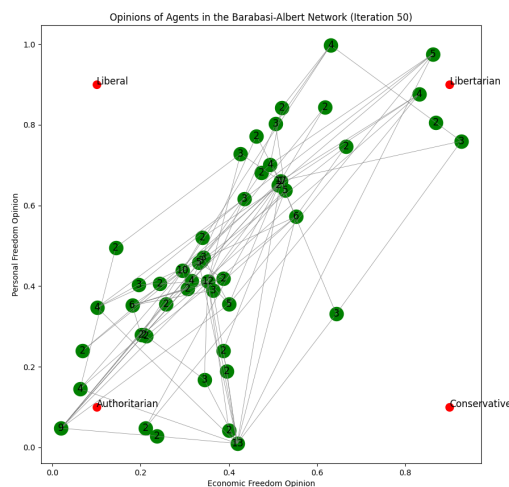
Dodatkowy współczynnik modyfikujący średnią rozkładu został dodany do funkcji aktualizującej opinię danego agenta. Okazało się, że współczynnik wynoszący 500 jest odpowiedni dla uzyskania więcej niż jednej zbieżnej grupy, przynajmniej dla sieci Wattsa-Strogatza i Barabasi-Alberta. W przypadku Erdos-Renyi nie powstaje więcej niż jedna grupa, prędkiej pojawiają się "orbitujące" elementy populacji, znacznie oddalone od głównej grupy. Dla mniejszych współczynników populacja jest zbieżna do jednej grupy, a dla większych elementy przestają się grupować. Przykładowe rezultaty widoczne są poniżej.

Populacja	Średnia zwykła	Średnia ważona
20	5.5	6.6
50	5.7	6.0
100	6.4	6.2
200	6.2	7.1
500	7.6	7.5
1000	7.6	8.5
2000	8.0	8.4
5000	8.5	9.6

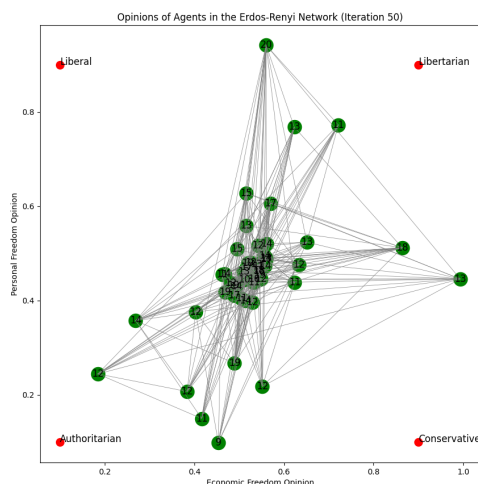
Tabela 6.3: Erdos-Renyi



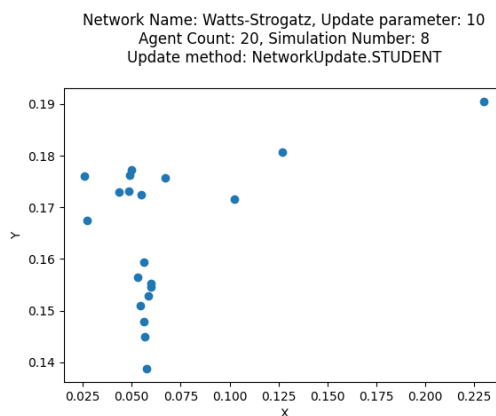
Rysunek 6.1: Watts-Strogatz



Rysunek 6.2: Barabasi-Albert



Rysunek 6.3: Erdos-Renyi



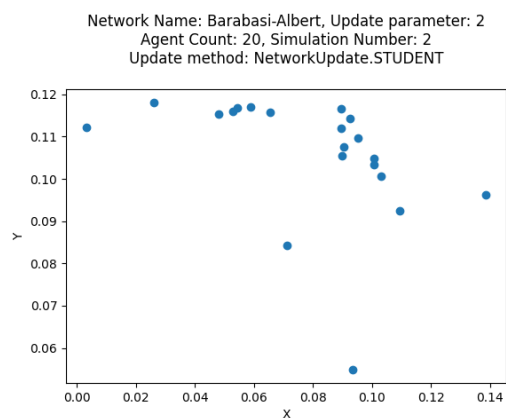
Rysunek 6.4: watts strogatz 10 20 8 student

6.6 Analiza różnych współczynników modyfikujących średnią rozkładu

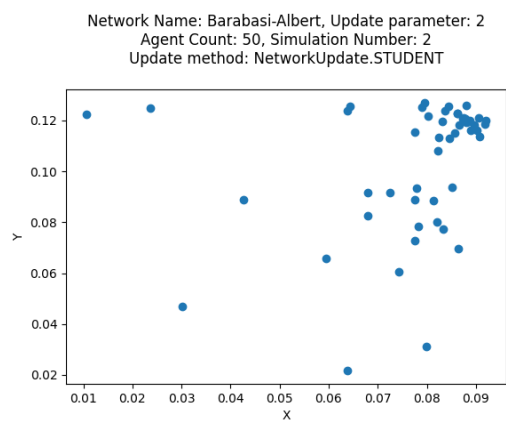
Jako że współczynnik modyfikujący średnią rozkładu pozwolił na uzyskanie lepszych rezultatów niż do tej pory, przeprowadzono badania dla różnych wartości parametru, wyniki są w plikach CSV pod podanym linkiem.

Przeprowadzone zostały obliczenia dla następujących wartości modyfikatora: [0,1, 0,2, 0,5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000], oraz dla następujących wartości populacji: [20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000].

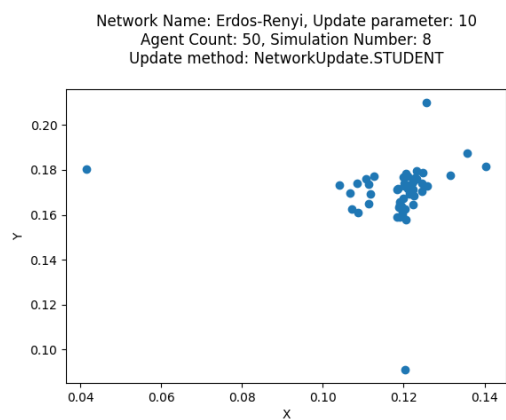
Niestety, niewiele z nich pozwoliło na uzyskanie więcej niż jednej grupy na wykresie. Wyniki widoczne poniżej.



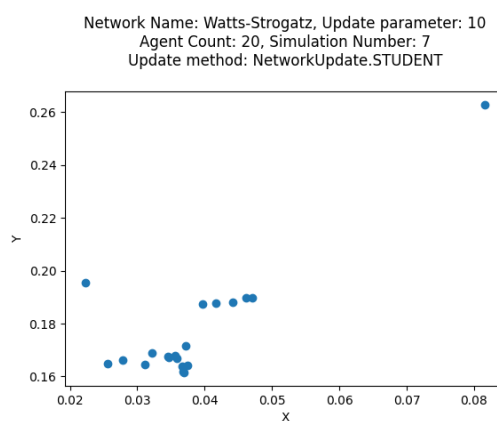
Rysunek 6.5: barabasi albert 2 20 2 student



Rysunek 6.6: barabasi albert 2 50 2 student



Rysunek 6.7: erdos renyi 10 50 8 student



Rysunek 6.8: watts strogatz 10 20 7 student

Rozdział 7

Analiza otrzymanych wyników

Rozdział 8

Podsumowanie

Spis tabel

3.1	Parametry agenta	9
3.2	Parametry aktualizacji opinii	9
6.1	Barabasi-Albert	17
6.2	Watts-Strogatz	17
6.3	Erdos-Renyi	18

Spis rysunków

6.1	Watts-Strogatz	18
6.2	Barabasi-Albert	18
6.3	Erdos-Renyi	19
6.4	watts strogatz 10 20 8 student	19
6.5	barabasi albert 2 20 2 student	20
6.6	barabasi albert 2 50 2 student	20
6.7	erdos renyi 10 50 8 student	20
6.8	watts strogatz 10 20 7 student	21

Bibliografia