



ispot.link/obrona

Heterogeniczne oddziaływanie na procesy rozprzestrzeniania informacji w sieciach społecznych

mgr inż. Artur Karczmarczyk

Publiczna obrona rozprawy doktorskiej

7.06.2022 r.

Promotor: dr hab. inż. Jarosław Jankowski, prof. ZUT

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Jarosław Wątróbski, prof. US

mgr inż. Artur Karczmarczyk

- Absolwent WI ZUT 2010
 - Kierunek Informatyka, Katedra Inżynierii Oprogramowania
- Studia doktoranckie
 - 2010-2013, Katedra Inżynierii Systemów Informacyjnych
 - 2017 ponowny reaktywacja od roku 3
- Zawodowo:
 - Unizeto Technologies SA (obecnie Asseco Data Systems)
 - 2006-2014, dział wdrożeń, programowania, kierowania projektami
 - IdeaSpot
 - od 2014, własna działalność gospodarcza
 - WI ZUT
 - od 2017, asystent
 - wykłady i laboratoria związane z technologiami webowymi
 - Certyfikowany Inżynier ZEND PHP
 - Certyfikowany Profesjonalista Inżynierii Wymagań

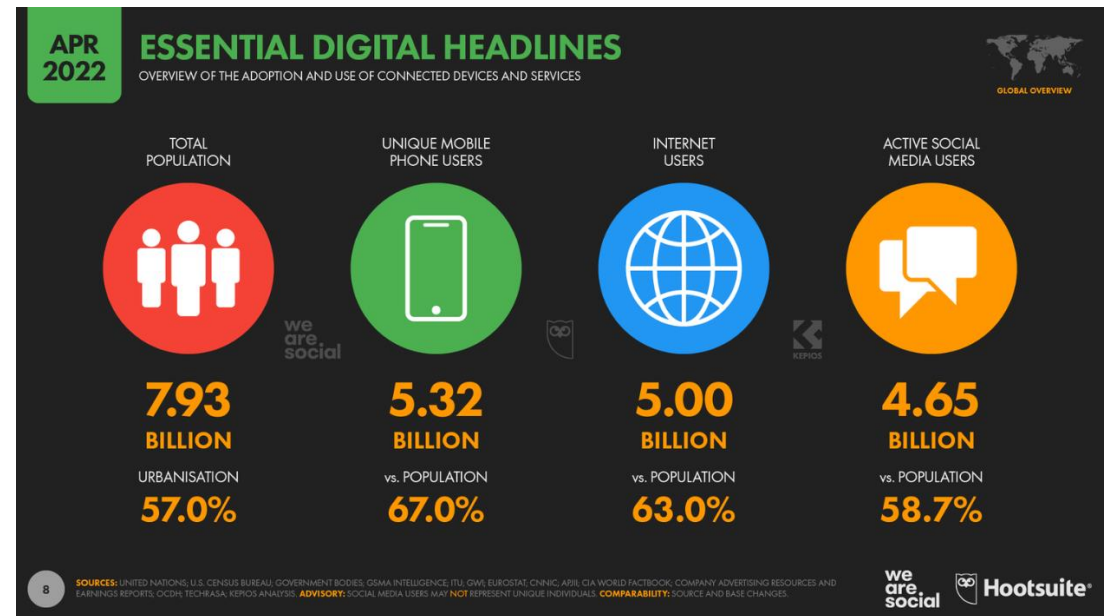


Agenda

- Wprowadzenie do problemu badawczego.
- Cykl publikacji wchodzących w skład rozprawy wraz z omówieniem.
- Wkład w dyscyplinę Informatyka techniczna i telekomunikacja.
- Wykaz dorobku.

Wprowadzenie do problemu badawczego

Ewolucja Internetu w kierunku Social Media



Reprezentacja sieci społecznych w systemach elektronicznych

- Ewolucja:
 - od wczesnych systemów technicznych
 - do zaawansowanych mediów społecznościowych.
- Rozwój platform:
 - integracja mechanizmów komunikacji i interakcji podobnych do tych znanych z realnego świata;
 - potrzeba zrozumienia zachowań, wzorców i predyspozycji milionów użytkowników online oraz ich powiązania z zachowaniami w świecie rzeczywistym.

Procesy rozprzestrzeniania informacji

- Absorbują uwagę zarówno badaczy, jak i praktyków.
- W wielu przypadkach komunikacja elektroniczna, oparta na bazie procesów rozprzestrzeniania informacji w sieciach społecznych daje wyniki lepsze niż tradycyjne kampanie marketingowe, społeczne, informacyjne.
- Rośnie liczba firm wykorzystujących te mechanizmy by dotrzeć do potencjalnych odbiorców.
- Komunikacja w sieciach społecznych charakteryzuje się zwiększoną wiarygodnością komunikacji.
- Rekomendacje zorientowane społecznościowo mają większy wpływ na docelowych odbiorców niż tradycyjny przekaz.

Dyfuzja treści cyfrowych

- Kierunki badań związanych z dyfuzją treści cyfrowych:
 - czynniki wpływające na sukces kampanii (Berger et al., 2012) (Ho et al., 2010)
 - czynniki wpływające na uczestnictwo użytkowników w procesie rozprzestrzeniania informacji (Zhang et al., 2017)
 - wybór użytkowników w sieci do inicjalizacji kampanii (Hinz et al., 2011) (Liu-Thompkins, 2012)
 - wpływ roli różnych miar centralności podczas selekcji początkowych influencerów (Kiss et al., 2008)
 - role treści i struktur w sieciach (Bampo et al., 2008)
 - motywacja użytkowników do przekazywania treści (Ho et al., 2010)
 - rola emocji i innych czynników w procesie rozprzestrzeniania informacji (Stieglitz et al., 2013) (Dobele et al., 2007) (Camarero et al., 2011).
- Większość badań koncentrowało się na podejściach teoretycznych i empirycznych do maksymalizacji zasięgu.
- Badania interdyscyplinarne z dużym udziałem informatyki.

Nie tylko zasięg

- Zasięg ważną miarą sukcesu kampanii.
- Z praktycznego punktu widzenia kampanie rozprzestrzeniania informacji w sieciach społecznych mogą mieć różne cele i specyfikę:
 - inna strategia do pozyskania dużej liczby potencjalnych odbiorców w bardzo krótkim czasie;
 - inna strategia do pozyskania organicznego wzrostu bazy odbiorców o zadanych cechach.
- Budżet kampanii wpływa na liczbę i cechy demograficzne początkowo infekowanych węzłów zasiewowych (ang. seeds).
- Decydentowi może zależeć na maksymalizacji zasięgu przy ograniczonych kosztach inicjalizacji procesu.
 - Brak nacisku na szybkość dotarcia do użytkowników w kolejnych iteracjach.
- Wielokryterialna ewaluacja i planowanie procesu pozwoliłaby dobrać parametry i cele zgodnie z preferencjami i priorytetami inicjatora procesu dyfuzji informacji.

Nie zawsze jednorodne

- Do niedawna, większość badań nad procesami rozprzestrzeniania informacji w sieciach społecznych zakładało jednorodność wszystkich węzłów (użytkowników) w sieci.
- Dotarcie do każdego użytkownika sieci punktowane dla decydenta tak samo jak dotarcie do dowolnego innego.
- Nieliczne z nowych badań zaczynają koncentrować się na kampaniach targetowanych (Mochalova et al., 2014) (Nguyen et al., 2016):
 - spośród wszystkich węzłów, inicjator procesu chce dotrzeć tylko do określonego podzbioru;
 - celem kampanii maksymalizacja zasięgu w zbiorze docelowym, a nie globalnego zasięgu;
 - pozwala to skoncentrować się na dotarciu do grupy docelowej i ograniczeniu niechcianej korespondencji do osób spoza grupy docelowej;
 - unikanie negatywnych efektów agresywnych kampanii.

Zagadnienie złożone

- Łączy w sobie różnorodne założenia i wyzwania.
- Owa różnorodność stanowiła motywację do podjęcia badań nad heterogenicznym oddziaływaniem na procesy rozprzestrzeniania informacji w sieciach społecznych.
- Heterogeniczność w rozprawie oznacza oddziaływanie na proces rozprzestrzeniania informacji różnymi podejściami, nie ograniczając się do pojedynczych miar i sposobów (podejście homogeniczne).
- Oddziaływanie na proces rozprzestrzeniania informacji oznacza w rozprawie sposoby wpływania na zasięg, dynamikę i inne charakterystyki procesu rozprzestrzeniania informacji, m.in. poprzez:
 - dobór węzłów zasiewowych (ang. seeds);
 - nierównomierny rozrzut prawdopodobieństwa propagacji;
 - zróżnicowane sekwencje inicjalizacji procesu.

Rozprawa doktorska

- TYTUŁ:

- Heterogeniczne oddziaływanie na procesy rozprzestrzeniania informacji w sieciach społecznych

- TEZA:

- Oddziaływanie na procesy rozprzestrzeniania informacji w sieciach złożonych zróżnicowanymi metodami umożliwi zwiększenie zasięgu procesu i jego dynamiki oraz innych charakterystyk procesu zgodnych z preferencjami decydenta.

- CEL:

- Opracowanie i weryfikacja algorytmów heterogenicznego oddziaływania na procesy propagacji informacji w sieciach złożonych, z udziałem złożonych rankingów dynamicznych, mechanizmów topologicznych, z uwzględnieniem wielokryterialnej oceny efektywności.

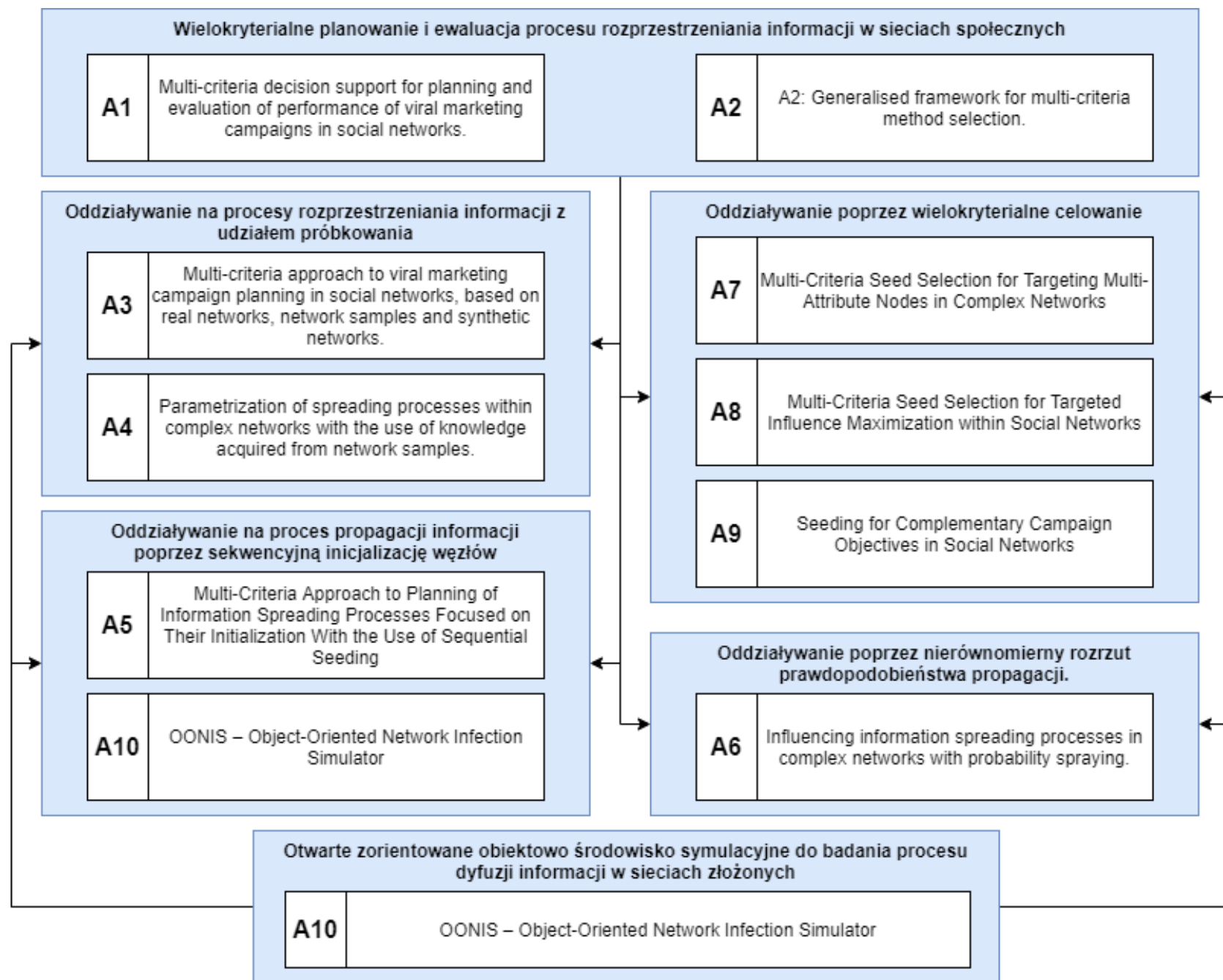


Cykl publikacji

Cykl publikacji

- Na podstawie Art. 13. Dz. U. Nr 65 z 2003 r., poz. 595 z późn. zm. jako rozprawę doktorską pt. „Heterogeniczne oddziaływanie na procesy rozprzestrzeniania informacji w sieciach społecznych” w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja wskazałem:
 - zbiór powiązanych tematycznie artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych i recenzowanych materiałach konferencyjnych,
 - które stanowią oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.
- Cykl obejmuje:
 - 4 artykuły opublikowane w czasopismach z otwartym dostępem
 - 5 artykułów wydanych w recenzowanych materiałach konferencyjnych
 - 1 rozdział monografii

Wizualizacja powiązań pomiędzy publikacjami A1-A10



Dane bibliometryczne na dzień złożenia rozprawy

- Suma punktów ministerialnych cyklu: **875**, suma ważona cyklu: **518**.
- Sumaryczny IF: **19.663**.
- IF w cyklu: **10.762**.
- Liczba cytowań:
 - wg WoS: **200**, bez cytowań własnych: 194
 - wg Scopus: **429** z 257 dokumentów
 - wg Google Scholar: **545**
- H-indeks:
 - wg WoS: **9**
 - wg Scopus: **12**
 - wg Google Scholar: **13**

Wielokryterialne planowanie i ewaluacja

Publikacje A1, A2

A1: Multi-criteria decision support for planning and evaluation of performance of viral marketing campaigns in social networks

- Karczmarczyk, A., Jankowski, J., Watróbski, J. (2018).
- PloS one, 13(12), e0209372.
- Liczba cytowań: 42
- **Impact Factor: 2.776**
- Liczba punktów ministerialnych: 100
- Udział w artykule: 60%
- Wkład: Opracowanie koncepcji i założeń, przeprowadzenie badań i opracowanie wyników, wizualizacja, opracowanie tekstu.



RESEARCH ARTICLE

Multi-criteria decision support for planning and evaluation of performance of viral marketing campaigns in social networks

Artur Karczmarczyk¹, Jarosław Jankowski^{1*}, Jarosław Watróbski²

¹ Faculty of Computer Science and Information Technology, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, ul. Żołnierska 49, 71-210 Szczecin, Poland, ² Faculty of Economics and Management, University of Szczecin, Mickiewicza 64, 71-101, Szczecin, Poland

* jankowski@wp.zut.edu.pl



Abstract

The current marketing landscape, apart from conventional approaches, consists of campaigns designed especially for launching information diffusion processes within online networks. Associated research is focused on information propagation models, campaign initialization strategies and factors affecting campaign dynamics. In terms of algorithms and performance evaluation, the final coverage represented by the fraction of activated nodes within a target network is usually used. It is not necessarily consistent with the real marketing campaigns using various characteristics and parameters related to coverage, costs, behavioral patterns and time factors for overall evaluation. This paper presents assumptions for a decision support system for multi-criteria campaign planning and evaluation with inputs from agent-based simulations. The results, which are delivered from a simulation model based on synthetic networks in a form of decision scenarios, are verified within a real network. Last, but not least, the study proposes a multi-objective campaign evaluation framework with several campaign evaluation metrics integrated. The results showed that the recommendations generated with the use of synthetic networks applied to real networks delivered results according to the decision makers' expectation in terms of the used evaluation criteria. Apart from practical applications, the proposed multi-objective approach creates new evaluation possibilities for theoretical studies focused on information spreading processes within complex networks.

OPEN ACCESS

Citation: Karczmarczyk A, Jankowski J, Watróbski J (2018) Multi-criteria decision support for planning and evaluation of performance of viral marketing campaigns in social networks. PLoS ONE 13(12): e0209372. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209372>

Editor: Lidia Adriana Brandstein, Universidad Nacional de Mar del Plata, ARGENTINA

Received: July 27, 2018

Accepted: December 4, 2018

Published: December 27, 2018

Copyright: © 2018 Karczmarczyk et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the manuscript and its Supporting Information files.

Funding: This work was supported by the National Science Centre, Poland, grant no. 2016/21/B/HS4/01562.

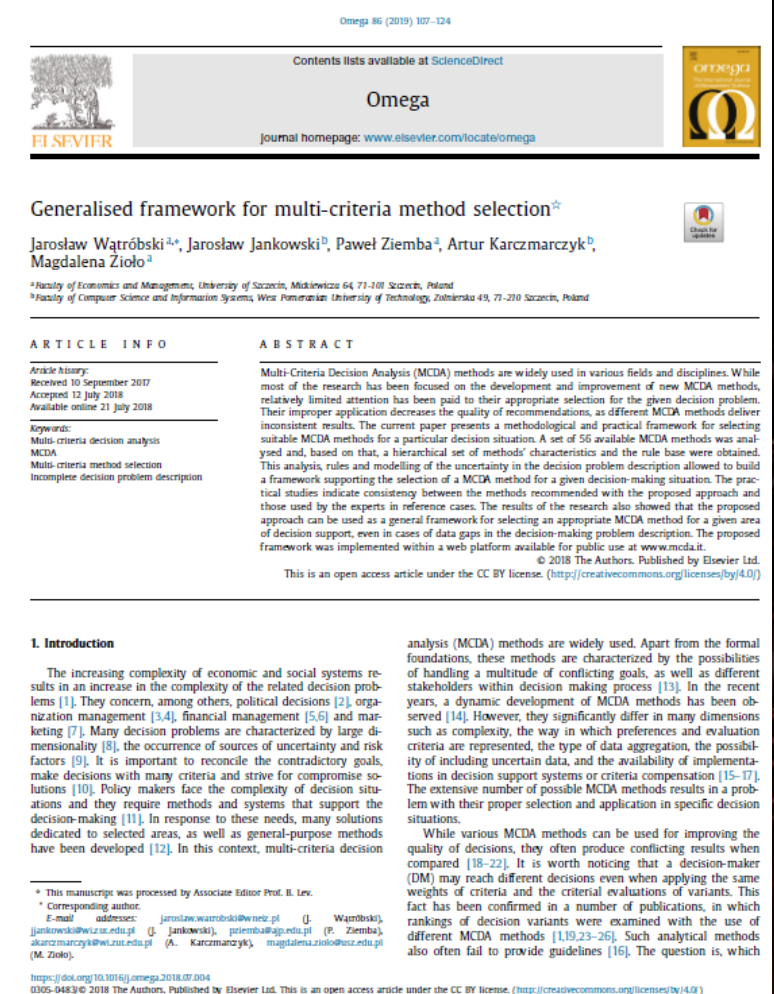
Competing Interests: The authors have declared that no competing interests exist.

1 Introduction

The evolution of social networking platforms has led to a crucial need to understand how millions of online users behave, including their online and real life behaviors, patterns and predispositions [1]. Apart from studying social relations and online activity, information spreading processes are among the phenomena with high attention from both researchers and practitioners. In a number of cases, as a result of information spreading, viral marketing seems to produce better results than traditional advertising campaigns [2]. There is an increase in the

A2: Generalised framework for multi-criteria method selection

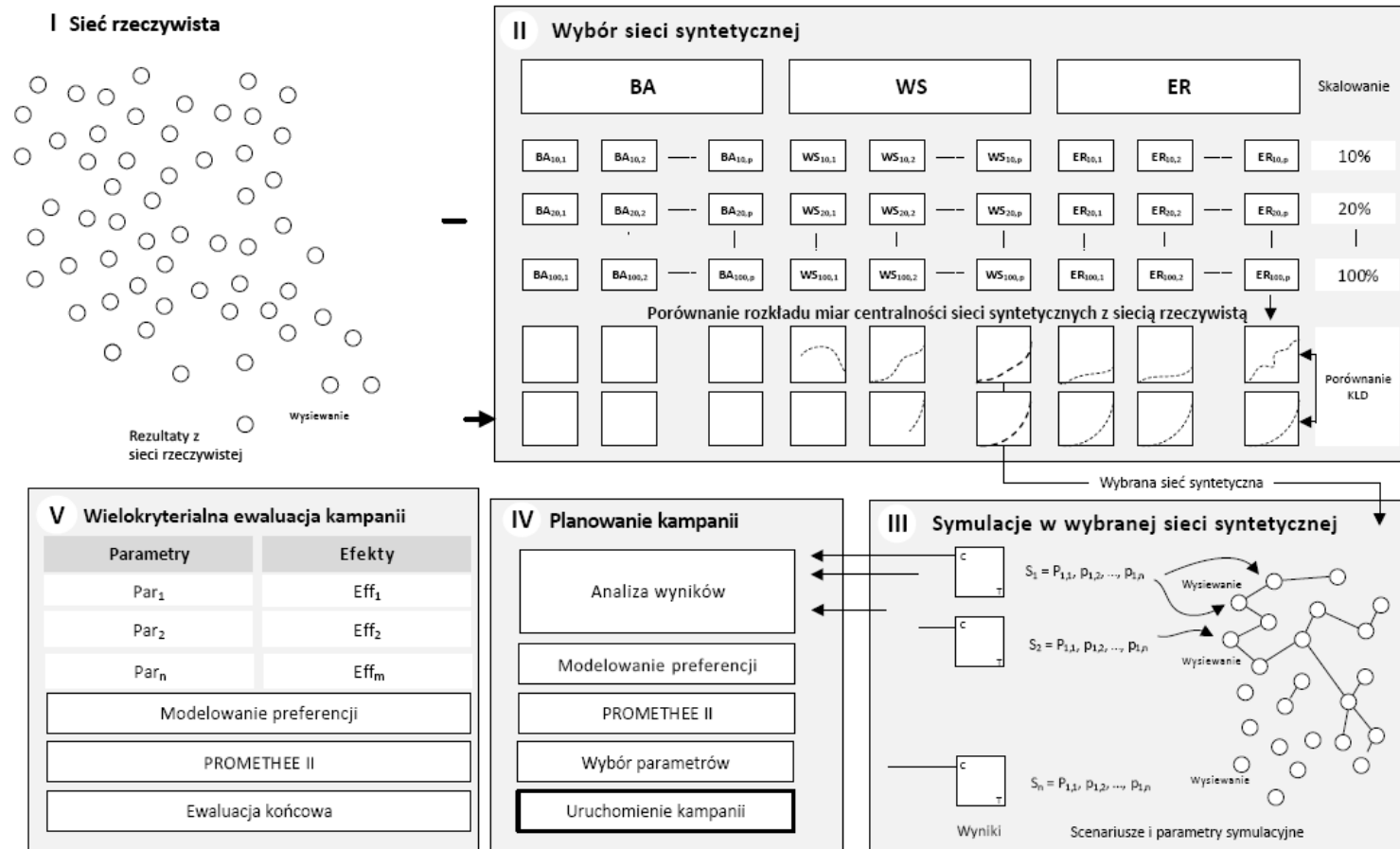
- Wątróbski, J., Jankowski, J., Ziemba, P., Karczmarczyk, A., Ziolo, M. (2019).
- Omega, 86, 107-124.
- Liczba cytowań: 299
- **Impact Factor: 5.341**
- Liczba punktów ministerialnych: 140
- Udział w artykule: 5%
- Wkład: Opracowanie tekstu powiązane z analiza i porównaniem metod MCDA, udział w implementacji bazy reguł i systemu ekspertowego.



Problem badawczy

- Inicjator kampanii rozprzestrzeniania informacji w serwisach społecznościowych może być zainteresowany:
 - nie tylko maksymalizacją zasięgu kampanii, również:
 - wpływaniem na jej dynamikę
 - utrzymaniem kosztów na zadanym poziomie.
- Planowanie kampanii jest problemem wielokryterialnym.
- Wybór najkorzystniejszej dla inicjatora kampanii strategii poprzedzony symulacjami.
- Przeprowadzenie symulacji w rzeczywistej sieci jest najczęściej czasochłonne, a czasami niemożliwe.

Proponowane rozwiązanie



Proponowane rozwiązanie

- Planowanie kampanii na sieci rzeczywistej poprzedzone symulacjami na sieci syntetycznej.
- Wybór modelu sieci syntetycznej:
 - wygenerowanie szeregu sieci BA, ER, WS o liczbie węzłów 10%, 20%, ..., 100% sieci rzeczywistej
 - wybór sieci na podstawie dopasowania do sieci rzeczywistej (wskaźnik KLD - Kullback-Leibler Divergence)
- Symulacje zróżnicowanych strategii na sieci syntetycznej, zebranie wyników.
- Strukturyzacja modelu decyzyjnego wyboru strategii w oparciu o:
 - parametry strategii (Par1, Par2, ...)
 - parametry wydajnościowe (Eff1, Eff2, ...)
- Wielokryterialna ocena strategii (na podstawie A2 wybrano PROMETHEE II):
 - wygenerowanie kompletnego rankingu strategii, w oparciu o różne funkcje preferencji
 - wykorzystanie płaszczyzny GAIA w celu weryfikacji wpływu poszczególnych kryteriów na dobór strategii
 - analiza wrażliwości w celu weryfikacji stabilności uzyskanych rankingów dla wiodących strategii
 - sprzężenie zwrotne i dostosowanie wag preferencji poszczególnych kryteriów
- Wybór strategii i uruchomienie kampanii.
- Wielokryterialna ewaluacja kampanii przeprowadzonej na sieci rzeczywistej.

Zaproponowane kryteria modelu decyzyjnego

- Par1
 - Liczba węzłów (użytkowników) inicjalnych w kampanii – ang. seeding fraction
- Par2
 - Motywacja do przekazywania treści – ang. propagation probability
- Par3
 - Miara centralności wykorzystywana do wyboru początkowych użytkowników i związany z nią koszt obliczeniowy
- Eff4
 - Liczba kroków do wygaśnięcia symulacji / kampanii.
- Eff5
 - Uzyskany zasięg w sieci.

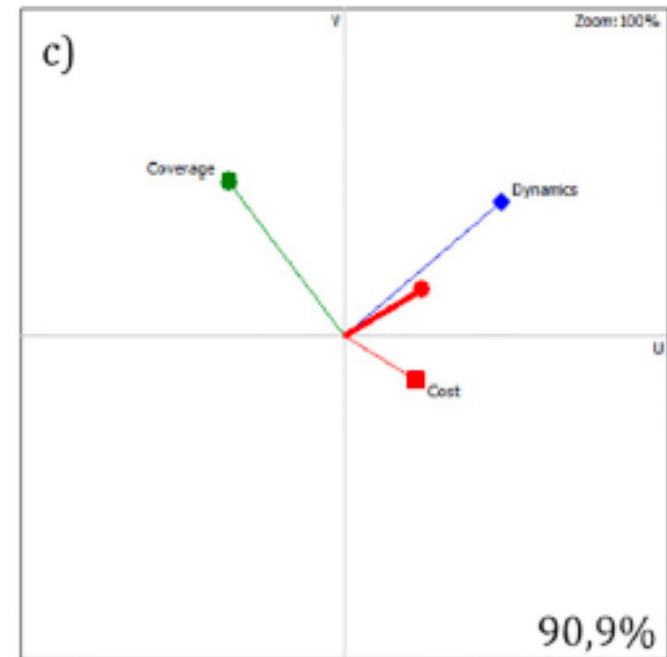
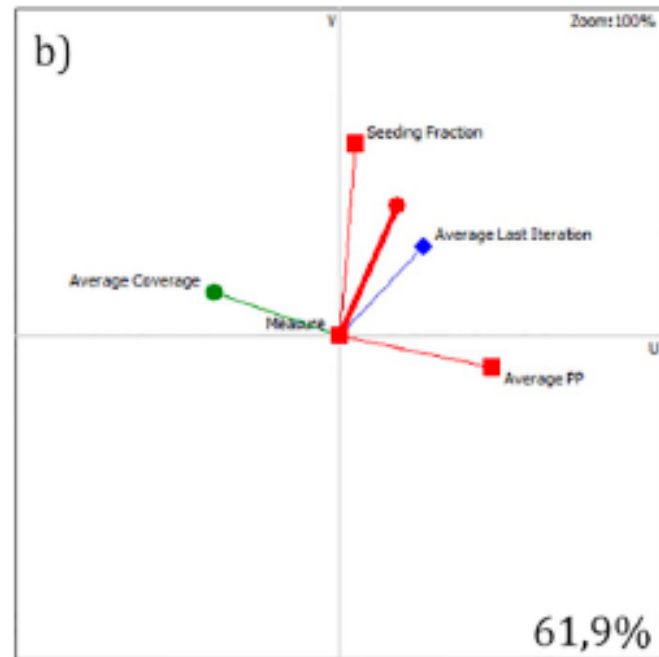
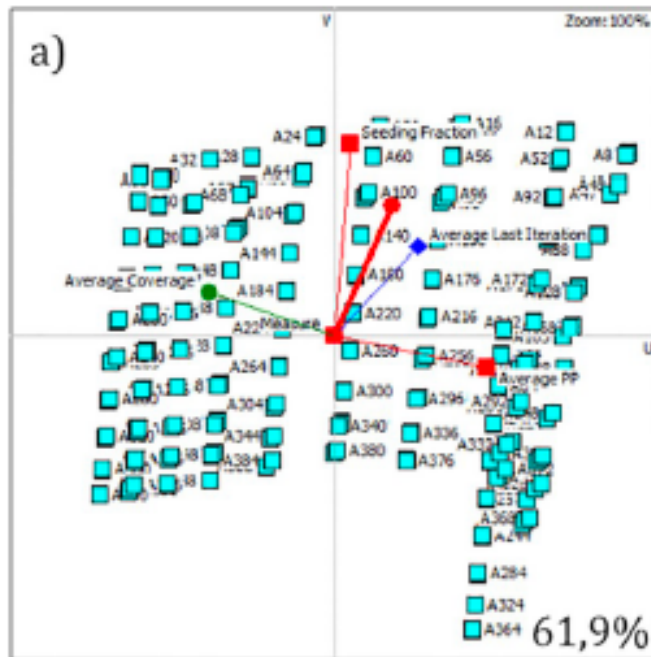
Badania empiryczne

- Oparte na sieci rzeczywistej:
 - 7610 węzłów
 - 15751 krawędzi
 - średni stopień węzłów 4.14
- Wygenerowano 150 sieci syntetycznych (50 BA, 50 ER, 50 WS) zawierających 10%, 20%, ..., 100% węzłów sieci rzeczywistej.
- Z wykorzystaniem miary KLD i analizy wielokryterialnej wybrano sieć BA o 761 węzłach i 3034 krawędziach.
- Przeprowadzono 4000 symulacji dla 400 zestawów kryteriów Par1-Par3.
- W efekcie uzyskano wartości Eff4 i Eff5 dla wszystkich 400 strategii.
- Przedstawiono analizę PROMETHEE II z wykorzystaniem różnych funkcji preferencji, analizę wrażliwości, analizę GAIA.

Wizualna reprezentacja 150 sieci syntetycznych

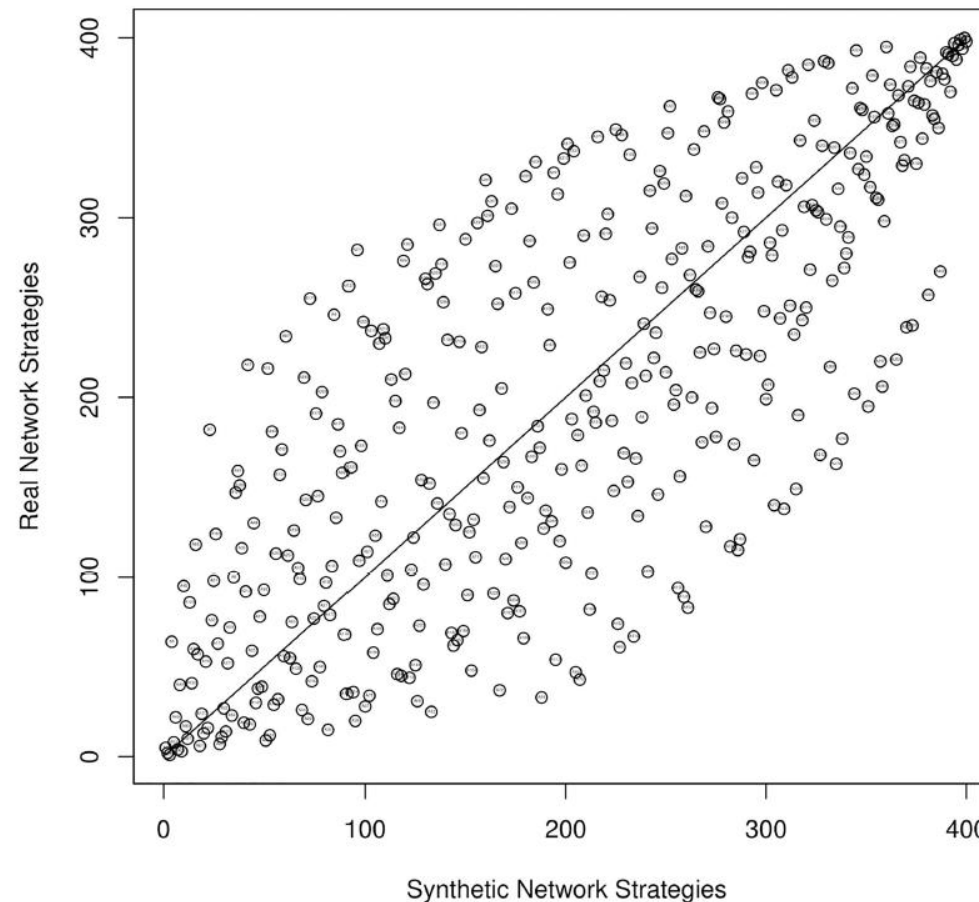
BA											
Nodes %	Nodes	1		2		3		4		5	
		Edges	KLD	Edges	KLD	Edges	KLD	Edges	KLD	Edges	KLD
10%	761	760	5.32E-03	1519	3.58E-03	2277	2.53E-03	3034	2.05E-03	3790	1.68E-03
20%	1522	1521	5.54E-03	3041	3.43E-03	4560	2.01E-03	6078	1.29E-03	7595	1.61E-03
30%	2283	2282	6.40E-03	4563	2.74E-03	6843	2.39E-03	9122	1.42E-03	11400	1.11E-03
40%	3044	3043	5.26E-03	6085	2.47E-03	9126	1.56E-03	12166	1.22E-03	15205	9.70E-04
50%	3805	3804	5.84E-03	7607	2.57E-03	11409	1.36E-03	15210	1.27E-03	19010	8.79E-04
60%	4566	4565	3.59E-03	9129	2.01E-03	13692	1.52E-03	18254	1.09E-03	22815	5.92E-04
70%	5327	5326	3.82E-03	10651	2.24E-03	15975	1.27E-03	21298	8.09E-04	26620	5.38E-04
80%	6088	6087	5.57E-03	12173	1.97E-03	18258	9.13E-04	24342	8.08E-04	30425	5.74E-04
90%	6849	6848	5.02E-03	13695	2.55E-03	20541	1.19E-03	27386	8.45E-04	34230	6.39E-04
100%	7610	7609	4.65E-03	15217	1.28E-03	22824	9.89E-04	30430	6.49E-04	38035	5.07E-04
ER											
Nodes %	Nodes	1		2		3		4		5	
		Edges	KLD	Edges	KLD	Edges	KLD	Edges	KLD	Edges	KLD
10%	761	761	3.84E-03	1522	3.13E-03	2283	2.87E-03	3044	2.63E-03	3805	2.50E-03
20%	1522	1522	3.91E-03	3044	3.17E-03	4566	2.75E-03	6088	2.62E-03	7610	2.49E-03
30%	2283	2283	3.81E-03	4566	3.13E-03	6849	2.79E-03	9132	2.61E-03	11415	2.48E-03
40%	3044	3044	3.87E-03	6088	3.12E-03	9132	2.80E-03	12176	2.60E-03	15220	2.49E-03
50%	3805	3805	3.79E-03	7610	3.13E-03	11415	2.80E-03	15220	2.59E-03	19025	2.49E-03
60%	4566	4566	3.86E-03	9132	3.09E-03	13698	2.81E-03	18264	2.61E-03	22830	2.48E-03
70%	5327	5327	3.86E-03	10654	3.13E-03	15981	2.79E-03	21308	2.62E-03	26635	2.48E-03
80%	6088	6088	3.83E-03	12176	3.11E-03	18264	2.80E-03	24352	2.61E-03	30440	2.49E-03
90%	6849	6849	3.82E-03	13698	3.07E-03	20547	2.79E-03	27396	2.62E-03	34245	2.48E-03
100%	7610	7610	3.85E-03	15220	3.12E-03	22830	2.80E-03	30440	2.60E-03	38050	2.49E-03
WS											
Nodes %	Nodes	1		2		3		4		5	
		Edges	KLD	Edges	KLD	Edges	KLD	Edges	KLD	Edges	KLD
10%	761	761	3.99E-03	1522	3.17E-03	2283	2.77E-03	3044	2.63E-03	3805	2.53E-03
20%	1522	1522	3.80E-03	3044	3.07E-03	4566	2.79E-03	6088	2.63E-03	7610	2.49E-03
30%	2283	2283	3.84E-03	4566	3.07E-03	6849	2.81E-03	9132	2.61E-03	11415	2.50E-03
40%	3044	3044	3.86E-03	6088	3.10E-03	9132	2.79E-03	12176	2.60E-03	15220	2.50E-03
50%	3805	3805	3.83E-03	7610	3.13E-03	11415	2.82E-03	15220	2.61E-03	19025	2.51E-03
60%	4566	4566	3.83E-03	9132	3.17E-03	13698	2.79E-03	18264	2.61E-03	22830	2.48E-03
70%	5327	5327	3.83E-03	10654	3.12E-03	15981	2.79E-03	21308	2.60E-03	26635	2.49E-03
80%	6088	6088	3.84E-03	12176	3.12E-03	18264	2.76E-03	24352	2.61E-03	30440	2.49E-03
90%	6849	6849	3.81E-03	13698	3.12E-03	20547	2.78E-03	27396	2.59E-03	34245	2.48E-03
100%	7610	7610	3.81E-03	15220	3.10E-03	22830	2.77E-03	30440	2.62E-03	38050	2.49E-03

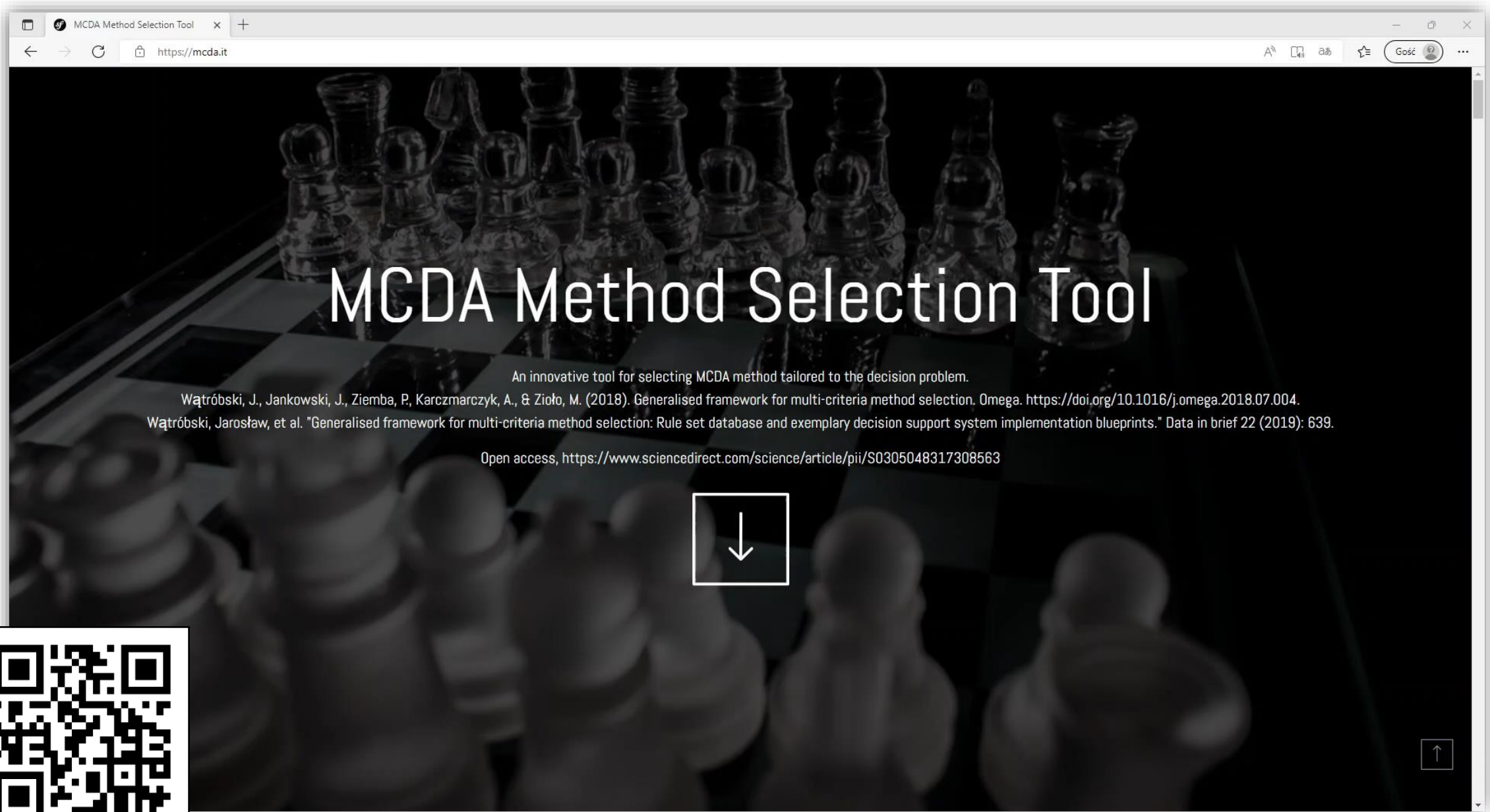
Przykład analizy GAIA



Porównanie rankingów strategii

- Analogicznie przeprowadzona ewaluacja kampanii zrealizowanej na sieci rzeczywistej.
- Wysoka korelacja rankingów strategii dla sieci syntetycznej i rzeczywistej.
- Wsp. korelacji Pearsona 0.7589





Oddziaływanie z udziałem próbkowania.

Publikacje A3, A4

A3: Multi-criteria approach to viral marketing campaign planning in social networks, based on real networks, network samples and synthetic networks

- Karczmarczyk, A., Jankowski, J., Watróbski, J. (2019, September).
- In 2019 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS) (pp. 663-673). IEEE.
- Liczba cytowań: 2
- Indeksacja w WoS, Scopus
- Udział w artykule: 70%
- Wkład: Opracowanie koncepcji i założeń, przeprowadzenie badań i opracowanie wyników, wizualizacja, opracowanie tekstu.



Multi-criteria approach to viral marketing campaign planning in social networks, based on real networks, network samples and synthetic networks

Artur Karczmarczyk*, Jarosław Jankowski* and Jarosław Watróbski†

*Faculty of Computer Science and Information Technology
West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Żołnierska 49, 71-210 Szczecin, Poland

Email: {artur.karczmarczyk,jaroslaw.jankowski}@zut.edu.pl

†Faculty of Economics and Management
University of Szczecin

Mickiewicza 64, 71-101 Szczecin, Poland

Email: jwatrobki@usz.edu.pl

Abstract—Spreading of information within social media and techniques related to viral marketing take more and more attention from companies focused on targeting audiences within electronic systems. Recent years resulted in extensive research oriented around spreading models, selection of initial nodes within networks and identification of campaign characteristics affecting the assumed goals. While social networks are usually based on complex structures and high number of users, the ability to perform detailed analysis of mechanics behind the spreading processes is very limited. The presented study shows an approach for selection of campaign parameters with the use of network samples and theoretical models. Instead of processing simulations on large network, smaller samples and theoretical networks are used. Results showed that knowledge derived from relatively smaller structures is helpful for initialization of spreading processes within the target network of larger size. Apart from agent based modeling, multi-criteria methods were used for evaluation of results from the perspective of costs and performance.

1. INTRODUCTION

Online platforms evolved from early stage technical systems to social media with integrated mechanics of social communication and interactions close to the real world [1]. Together with growing audiences, they attracted more attention of marketers. Apart from typical digital marketing channels based on display advertising and search engines new strategies focused on social media emerged. They include mechanism based on detailed targeting, consumer behavior analysis and commercial content dissemination with the use mechanisms of information spreading.

Results delivered from viral campaigns usually outperform traditional campaigns because of the utilized social influence and ability to induce high dynamics even with low budgets [2]. Social recommendations have high impact on customer decisions and, properly integrated with marketing communication [3], help to further increase performance [4].

The recent studies focused on viral marketing take into account data from real platforms as well as the theoretical network models [5]. One of the goals is to increase campaign dynamics

and coverage with properly selected initial customers during the seeding process [6]. Apart from static networks, dynamic networks with varying structures are taken into account [7]. Other approaches take into account multi-layer structure of networks representing specifics of real social relations based on different networks, for example private and professional contacts [8].

Theoretical and simulation models are used for prediction of network coverage. They can be derived from analytic models used in epidemiology [9] or can be more focused on network structures and characteristics [10]. Other possibility is to use theories and models related to the diffusion of innovations [11].

While most of the research is focused on coverage and number of infected nodes within the network, from the practical point of view, marketing campaigns can have different goals and specifics. They are planned within assumed budget constraints and timing. A different strategy can be used to acquire high number of potential customers in a very short time than for a long term planning and organic growth of customer database. Campaign budget influences the number of initially infected nodes (seeds) and demographic characteristics. The quality of seeds and their number can be a key factor of campaign coverage and overall results. Additional budgets can be used to increase campaign dynamics or lifespan. To take into account various goals multi-criteria campaign evaluation can be used to select campaign parameters and goals according to preferences and priorities [12]. Earlier research has shown that in order to reduce computational complexity, campaigns can be planned with the use of simulations within smaller synthetic networks based on theoretical model. However, since the theoretical models might not always fit the real networks, the current study proposes the use of network samples for the initial simulations and detection of campaign parameters. Both approaches were compared with results obtained from the complete network and showed the ability to obtain approximate results with network samples.

A4: Parametrization of spreading processes within complex networks with the use of knowledge acquired from network samples

- Karczmarczyk, A., Jankowski, J., Watróbski, J. (2019).
- Procedia Computer Science, 159, 2279-2293.
- Liczba cytowań: 1
- Liczba punktów ministerialnych: 70
- Udział w artykule: 70%
- Wkład: Opracowanie koncepcji i założeń, przeprowadzenie badań i opracowanie wyników, wizualizacja, opracowanie tekstu.



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Procedia Computer Science 159 (2019) 2279–2293

Procedia
Computer Science

www.elsevier.com/locate/procedia

23rd International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems

Parametrization of Spreading Processes Within Complex Networks with the Use of Knowledge Acquired from Network Samples

Artur Karczmarczyk^a, Jarosław Jankowski^a, Jarosław Watróbski^{b,*}

^aFaculty of Computer Science and Information Technology, West Pomeranian University of Technology, Żołnierska 49, Szczecin 71-210, Poland
^bFaculty of Economics and Management, University of Szczecin, Mickiewicza 64, Szczecin 71-101, Poland

Abstract

Information spreading processes are main drivers of viral campaigns. They are usually conducted within large scale social networks. Parametrization of online campaigns is usually related to allocation of budgets, number of seeds and strategies of their selection. It is hard to predict campaign effects. Proposed in this paper approach uses network samples to select appropriate strategy for use within complete network. Results showed how scaling of samples is affecting approximation quality. Multi-criteria analysis of performance allows for strategy selection according to preferences and goals.

© 2019 The Authors. Published by Elsevier B.V.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Peer-review under responsibility of KES International.

Keywords: Information spreading; viral marketing; network sampling; multi-criteria analysis

1. Introduction

The rapid and substantial increase in popularity of social networking platforms [21, 17] has led to a crucial need to understand how millions of online users behave, including their patterns and predispositions [10]. In a number of cases, it can be observed that as a result of information spreading between social media users viral marketing seems to produce better results than traditional advertising campaigns based on ads from commercial sources [45]. Therefore, an increased number of online marketers place efforts in the engagement of potential consumers to benefit from their products and services by propagating information. Recommendations that are socially oriented have a greater impact on targeted consumers [14]. The higher faith in communications within a social network that has ties stronger than for traditional commercial messages is observed. A prior research in this area implemented macroscopic approaches to analyze the quantity of customers acquired using a diffusion of innovations mechanics [29]. More detailed approaches

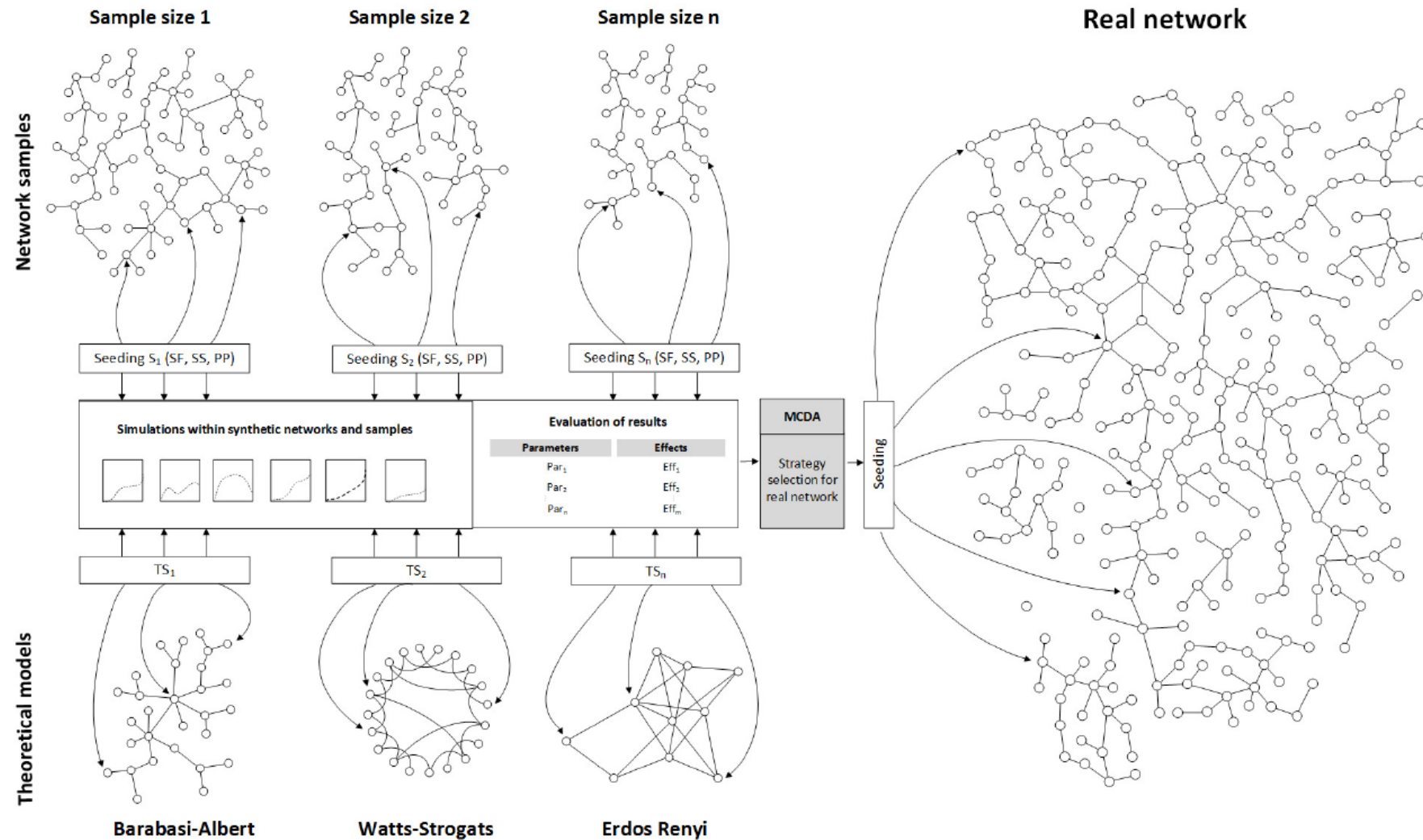
* Corresponding author.
E-mail address: jwatrobki@usz.edu.pl

Problem badawczy



- W publikacji A1 do planowania kampanii zastosowano sieci syntetyczne o odpowiednio zmniejszonej liczbie węzłów.
- Zastosowano miarę KLD do porównania sieci syntetycznej z oryginalną rzeczywistą.
- Powstała obawa, że modele teoretyczne w niektórych przypadkach mogą nie być wystarczająco dobrze dopasowane do sieci rzeczywistych.
- W publikacji A3 rozszerzono podejście z A1 o wykorzystanie próbek sieci rzeczywistej.
- W publikacji A4 zaproponowano model decyzyjny doboru wielkości próbki sieci rzeczywistej.

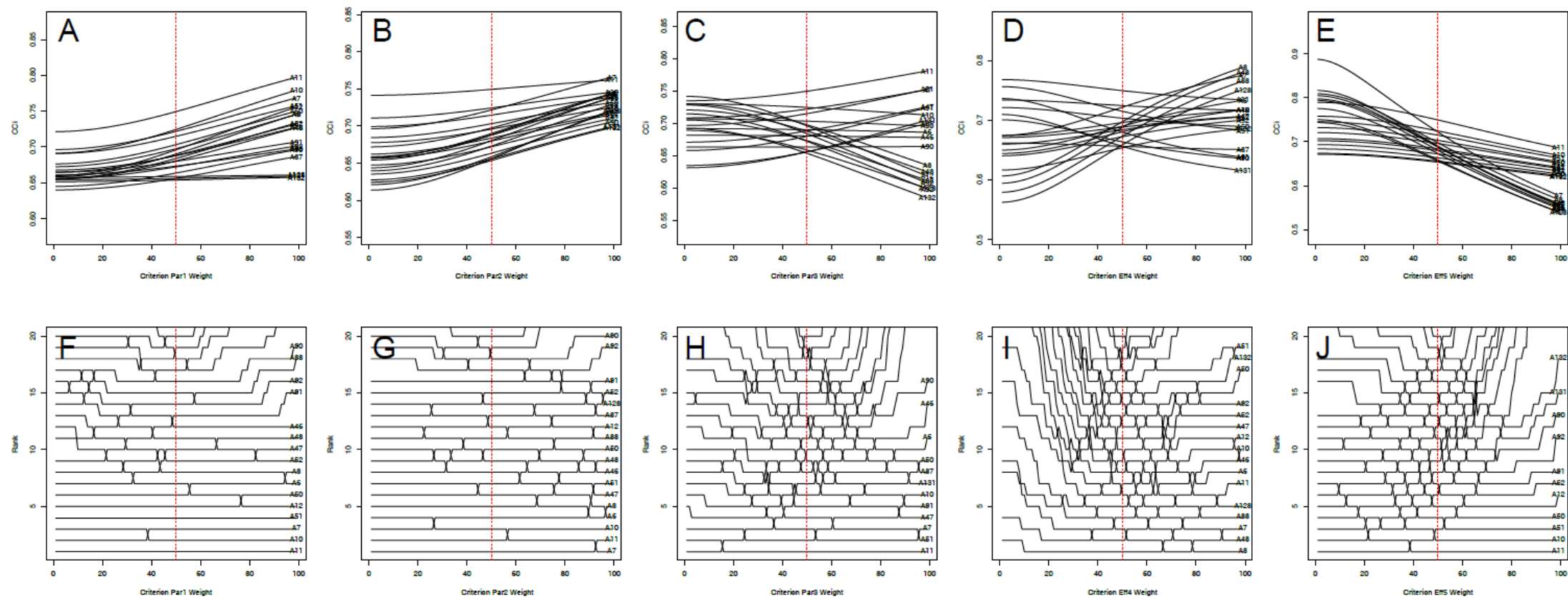
Proponowane rozwiązanie (A3)



Badania empiryczne

- Oparte na sieci rzeczywistej – części topologii Gnutella z 2002 roku.
- Struktura:
 - 8846 węzłów
 - 31839 krawędzi
 - średni stopień węzłów: 7,1985
- Zastosowano zestaw kryteriów ewaluacyjnych strategii Par1-Eff5 z publikacji A1.
- Za pomocą metody snowball.sampling języka R biblioteki netdep pozyskano 3 próbki sieci, o rozmiarach 10%, 30%, 50%.
- Metodę PROMETHEE II zastąpiono metodą TOPSIS.
 - Możliwość przeprowadzenia w sposób automatyczny szczegółowej analizy wrażliwości.

Analiza wrażliwości – sieć rzeczywista



Badania empiryczne

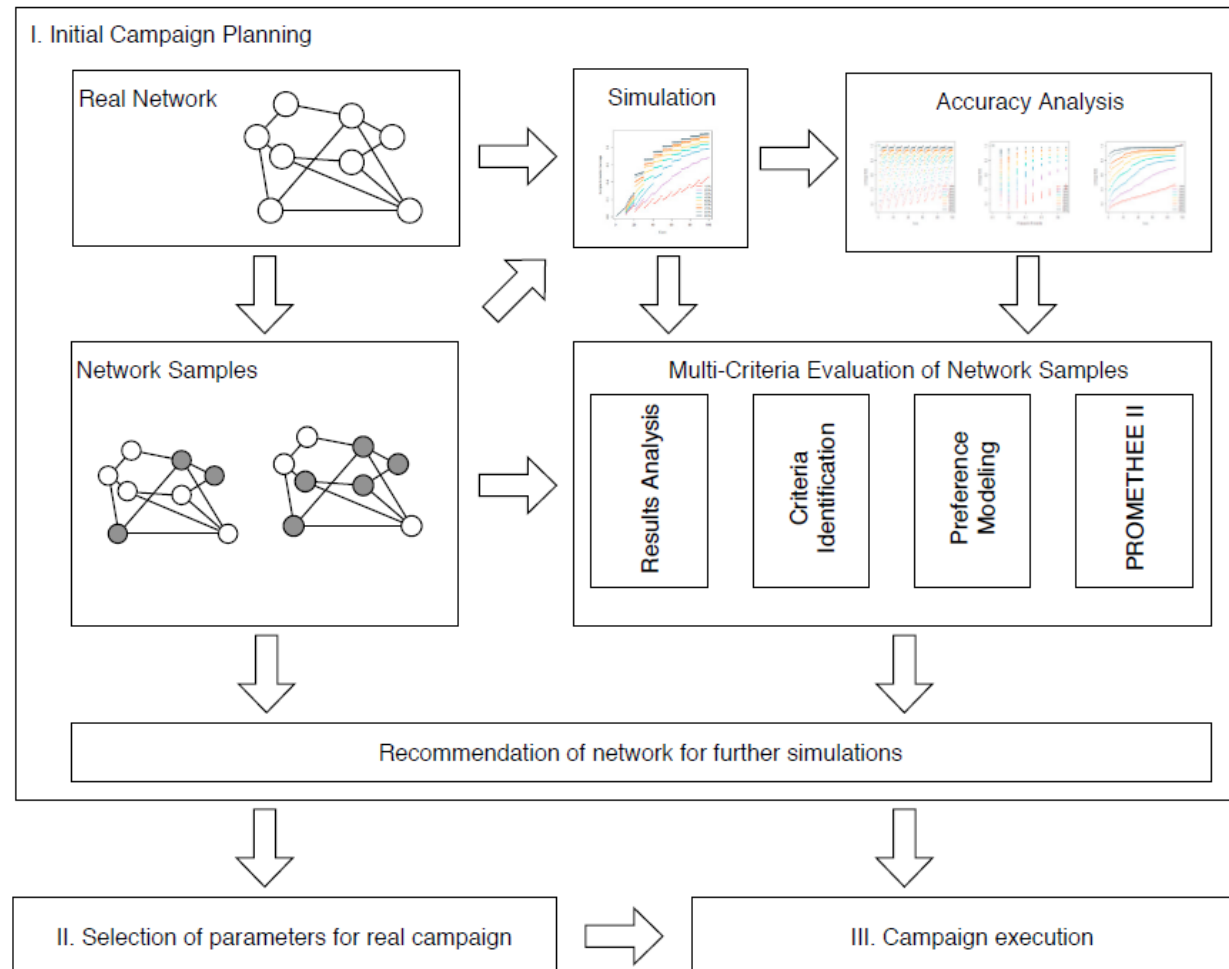
	Rzeczywista	Próbka 10%	Próbka 30%	Próbka 50%
Rzeczywista	x	0.4629	0.6837	0.9222
Próbka 10%	0.4629	x	0.8227	0.6159
Próbka 30%	0.6837	0.8227	x	0.8718
Próbka 50%	0.9222	0.6159	0.8718	x

Wielokryterialny model doboru wielkości próbki (A4)

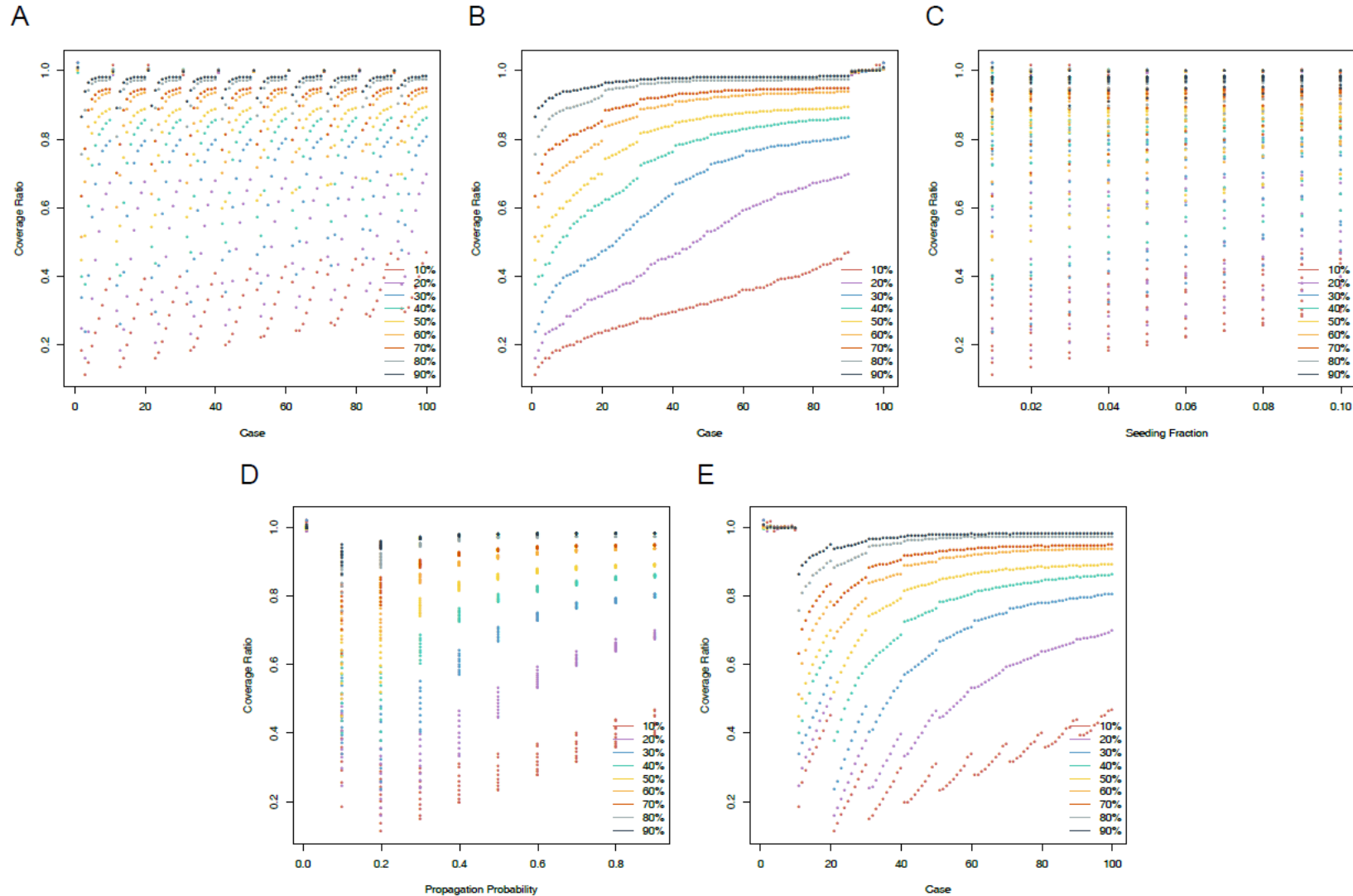


- Podstawą rozbieżność pomiędzy rankingami strategii dla próbek a sieci rzeczywistej.
- Szereg symulacji dla sieci Gnutella
 - Dla próbek 10%, 20%, ..., 90%.
 - Dla różnych wartości SF, PP.
 - Po 10 losowych predefiniowanych zestawów wag dla każdego zestawu ustawień.
- Łącznie po 1000 symulacji dla każdej z 10 badanych sieci.
- Zaproponowano cztery kryteria do wyboru wielkości próbki sieci rzeczywistej, podzielone na 2 grupy – koszt i dokładność:
 - Koszt - C1 – wielkość próbki sieci
 - Koszt - C2 – czas potrzebny na wygenerowanie próbki o określonej wielkości
 - Dokładność - C3 – różnica stosunku zasięgu pomiędzy próbką a siecią rzeczywistą
 - Dokładność - C4 – różnica stosunku trwania symulacji pomiędzy próbką a siecią rzeczywistą

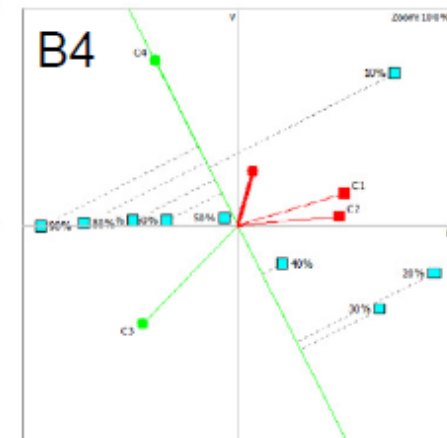
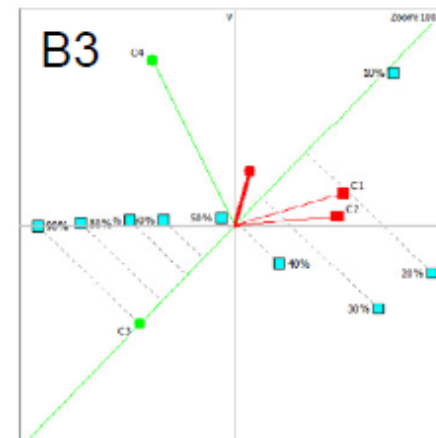
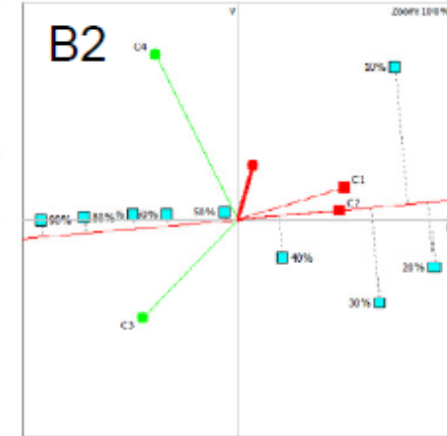
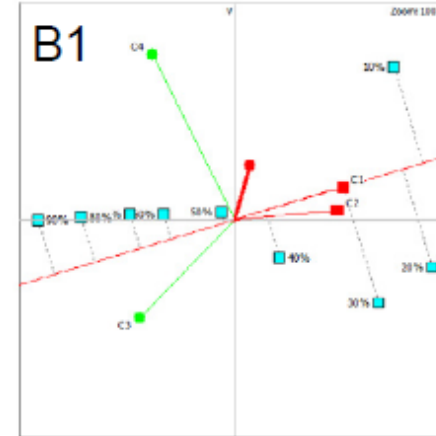
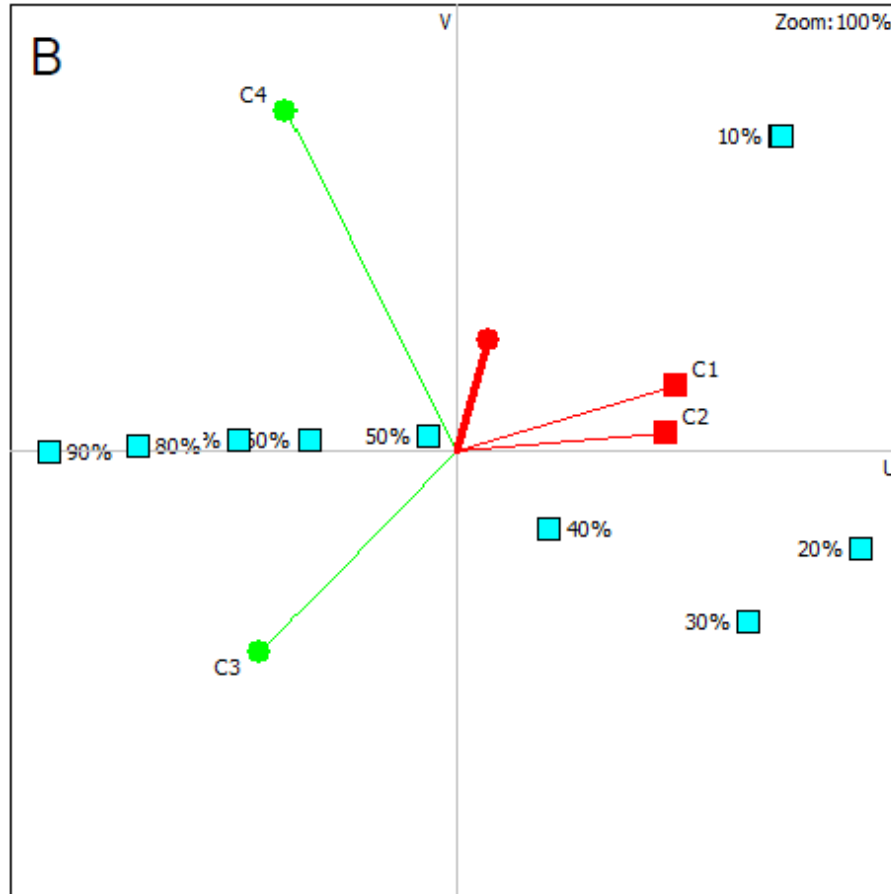
Wielokryterialny model doboru wielkości próbki (A4)

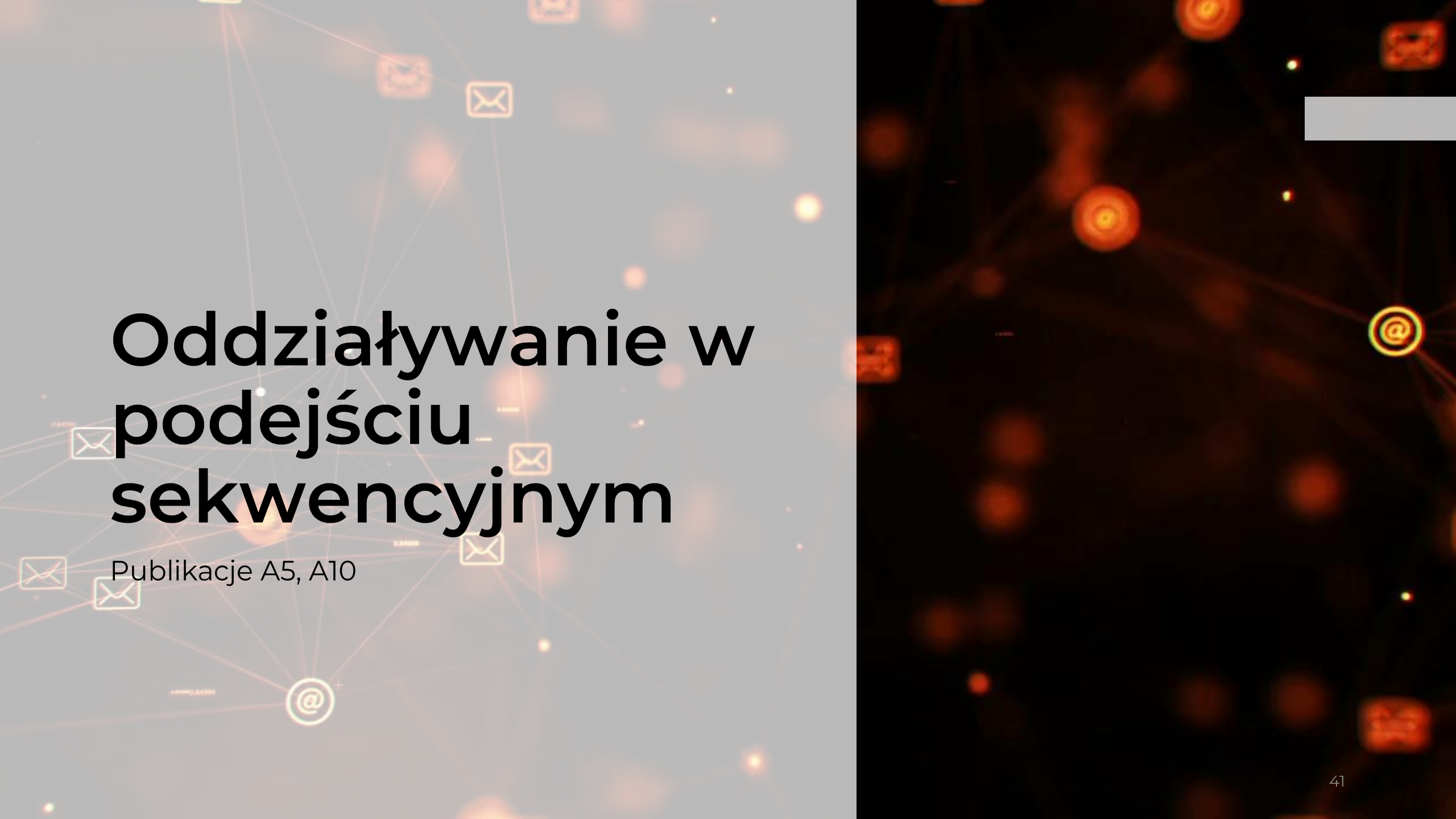


Badania empiryczne



Analiza GAIA





Oddziaływanie w podejściu sekwencyjnym

Publikacje A5, A10

A5: Multi-Criteria Approach to Planning of Information Spreading Processes Focused on Their Initialization With the Use of Sequential Seeding

- Karczmarczyk, A., Watróbski, J., Jankowski, J. (2019).
- In Information Technology for Management: Current Research and Future Directions (pp. 116-134). Springer, Cham.
- Liczba cytowań: 1
- Indeksacja w WoS, Scopus; rozdział w monografii
- Udział w artykule: 70%
- Wkład: Opracowanie koncepcji i założeń, przeprowadzenie badań i opracowanie wyników, wizualizacja, opracowanie tekstu.



Multi-criteria Approach to Planning of Information Spreading Processes Focused on Their Initialization with the Use of Sequential Seeding

Artur Karczmarczyk¹ , Jarosław Watróbski² , and Jarosław Jankowski¹

¹ Faculty of Computer Science and Information Technology, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Żołnierska 49, 71-210 Szczecin, Poland
{artur.karczmarczyk,jaroslaw.jankowski}@zut.edu.pl

² University of Szczecin, Mickiewicza 64, 71-101 Szczecin, Poland
jaroslaw.watrobski@usz.edu.pl

Abstract. Information spreading within social networks and techniques related to viral marketing has begun to attract more interest of online marketers. While much of the prior research focuses on increasing the coverage of the viral marketing campaign, in real-life applications also other campaign goals and limitations need to be considered, such as limited time or budget, or assumed dynamics of the process. This paper presents a multi-criteria approach to planning of information spreading processes, with focus on the campaign initialization with the use of sequential seeding. A framework and example set of criteria was proposed for evaluation of viral marketing campaign strategies. The initial results showed that an increase of the count of seeding iterations and the interval between them increases the achieved coverage at the cost of increased process duration, yet without the need to increase seeding fraction or to provide incentives for increased propagation probability.

Keywords: Social networks · Complex networks · Viral marketing campaign planning · Viral marketing campaign evaluation · MCDA · TOPSIS · Sequential seeding

1 Introduction

Social media platforms have evolved from early stage technical systems to widely used online platforms with integrated mechanics of their users' interactions close to the real world [1–3]. Marketers have turned their focus on social networks due to the fact that the trust users give to their fellow users result in better information propagation than traditional marketing communication methods. This, in turn, results in possibility to obtain high information coverage in the network with relatively slow advertising budgets, which apart from theoretical studies, was presented for real viral campaigns [4–6].

© Springer Nature Switzerland AG 2020
E. Ziemba (Ed.): AITM 2019/ISM 2019, LNBIIP 380, pp. 116–134, 2020.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-43353-6_7

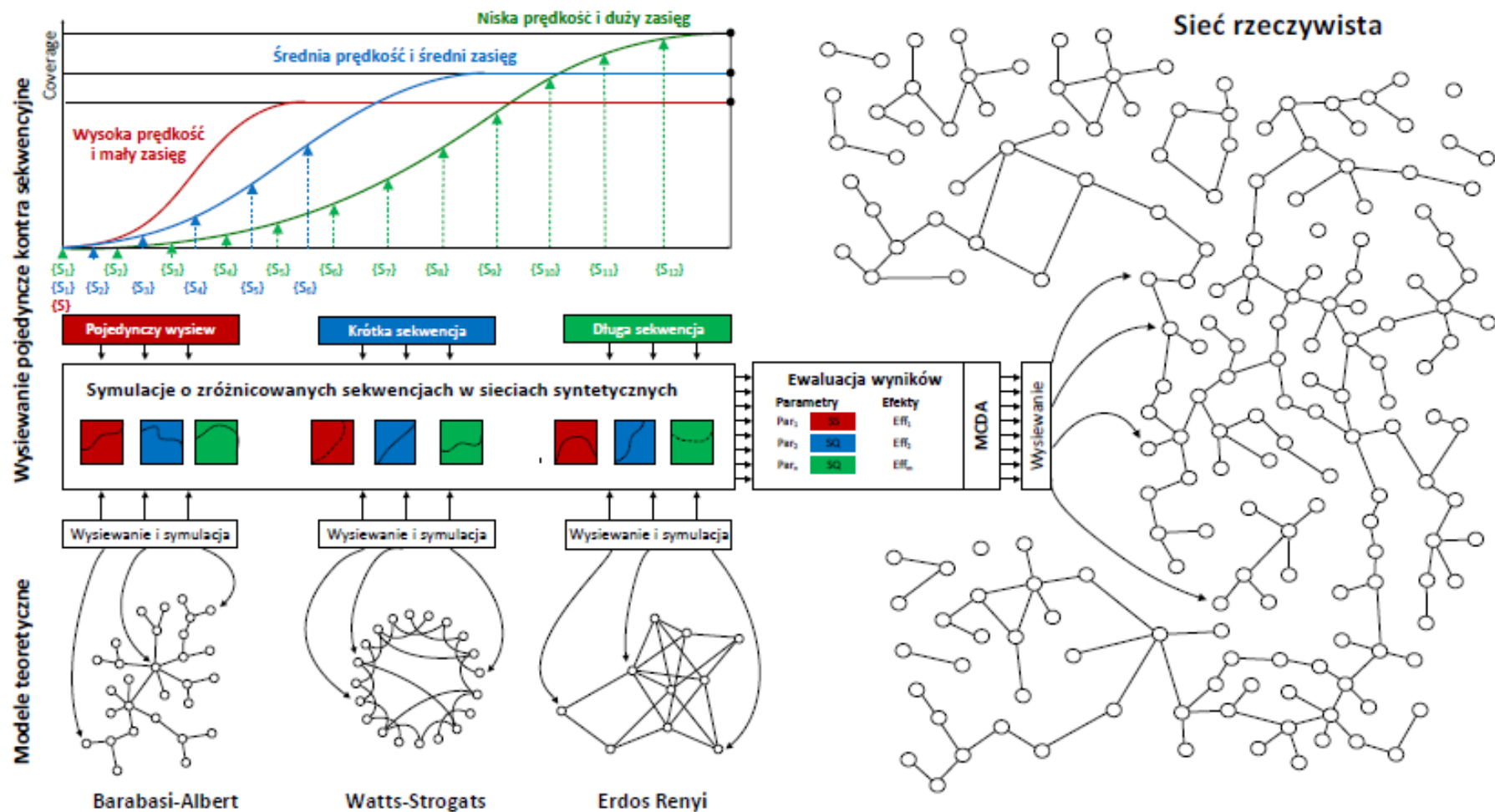
Problem badawczy



ispot.link/A5

- Przegląd literatury pokazał, że kryteria oceny strategii z publikacji A1 można rozszerzyć o sekwencyjną inicjalizację kampanii (ang. sequential seeding).
- Strategie mogą uwzględniać wystąpienie więcej niż jednej iteracji wprowadzania informacji do sieci (ang. seeding).
- Iteracje takie mogą:
 - następować kolejno bez przerw;
 - być rozproszone po kampanii w określonych odstępach czasowych.
- Ciekawe pytanie badawcze:
 - Czy rozszerzenie modelu decyzyjnego doboru strategii o te nowe parametry pozwoliłoby na lepsze dopasowanie kampanii do potrzeb inicjatorów kampanii.

Proponowane rozwiązanie



Rozszerzone kryteria modelu decyzyjnego

- Par1
 - Liczba węzłów (użytkowników) inicjalnych w kampanii – ang. seeding fraction
- Par2
 - Motywacja do przekazywania treści – ang. propagation probability
- Par3
 - Liczba iteracji inicjalizacji procesu – ang. seeding iterations' count
- Par4
 - Interwał pomiędzy sekwencjami wprowadzania informacji do sieci.
- Par5
 - Miara centralności wykorzystywana do wyboru początkowych użytkowników i związany z nią koszt obliczeniowy
- Eff6
 - Liczba kroków do wygaśnięcia symulacji / kampanii.
- Eff7
 - Uzyskany zasięg w sieci.

Badania empiryczne

- Wykorzystano wstępnie 15 sieci syntetycznych o połowie wielkości sieci rzeczywistej.
 - Za pomocą miary KLD wybrano jedną z sieci BA do dalszych analiz.
- Zaprezentowano praktycznie proponowane podejście dla dwóch odmiennych scenariuszy:
 - maksymalizacja zasięgu przy dużej dynamice kampanii
 - szybki efekt i szybkie wygaśnięcie procesu;
 - maksymalizacja zasięgu przy jak najdłuższym podtrzymywaniu trwania kampanii.
- Zastosowano metodę TOPSIS:
 - łatwa ewaluacja 9100 możliwych strategii
 - możliwość przeprowadzenia analizy wrażliwości uzyskanych rozwiązań.
- Dodatkowo zbadano wpływ dwóch nowych kryteriów Par3 i Par4 na ostateczny zasięg i czas trwania procesu rozpowszechniania informacji:
 - wzrost wartości obu parametrów skutkuje zwiększeniem zasięgu kosztem wydłużenia czasu trwania kampanii

Oddziaływanie poprzez nierównomierny rozrzut PP.

Publikacja A6

A6: Influencing information spreading processes in complex networks with probability spraying

- Karczmarczyk, A., Bortko, K., Bartków, P., Pazura, P., Jankowski, J. (2018, August).
- In 2018 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM) (pp. 1038-1046). IEEE.
- Liczba cytowań: 2
- Liczba punktów ministerialnych: 15
- Udział w artykule: 50%
- Wkład: Opracowanie koncepcji i założeń, opracowanie algorytmów, przeprowadzenie badań, opracowanie tekstu.

2018 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM)

Influencing Information Spreading Processes in Complex Networks with Probability Spraying

Artur Karczmarczyk¹, Kamil Bortko¹, Piotr Bartków¹, Patryk Pazura¹ and Jarosław Jankowski¹

Abstract—Research related to information diffusion within complex networks tends to focus on the effective ways to maximize its reach and dynamics. Most of the strategies are based on seeding nodes according to their potential role for social influence. The presented study shows how the seeding can be supported by changes in the target users' motivation to spread the content, thus modifying the propagation probabilities. The allocation of propagation probabilities to nodes takes the form of a spraying process following a given probability distribution, projected from the nodes' rankings. The results showed how different spraying strategies affect the results when compared to the commonly used uniform distribution. Apart from the performance analysis, the empirical study shows to which extent the seeding of nodes with high centrality measures can be compensated by seeding the nodes which are ranked lower, but are having higher motivation and propagation probabilities.

I. INTRODUCTION

Online social networking has become an increasingly important and powerful marketing tool that is used to spread information about ideas, opinions and new product information. Much research in the field relates to diffusion processes for modeling information [1], strategies for the initial seed selection [2], [3], social influence mechanisms [4] and factors that affect their dynamics [5], [6]. The focus is placed mainly on the increase of coverage in the network, based on the number of nodes that are being activated [3]. The research that is related to the diffusion of marketing content and viral marketing that occurs in complex networks takes into consideration the factors that lead to campaigns that are successful [7], [8], the initial seed sets that are selected for the initialization of the campaign [2], as well as epidemic extensions and models usage to model diffusion processes [1]. Using measures of centrality, such as degree, to select initial nodes will result in an underrepresentation of some nodes and an over-representation of nodes with high degrees [9]. As a result, intensive viral marketing is usually based on seeding a large volume of content to the nodes that are most influential, with negative effects observed affecting campaign performance [10]. More sustainable solutions to online marketing are observed in a form of mixture seeding [11]. The majority of the research in this field has been concentrated around propagation models and the improvement of seeding strategies in order to encourage increased coverage. The proponents of this type of research typically assume the seed set selection and immediate initialization of the process, without any additional support. In real campaigns, however,

the marketers use techniques of increasing the interest in the content, such as incentives and direct communication, to motivate the consumers to spread the information more effectively.

Additional action can take a form of supporting seeding [12] or initialization of supporting campaigns [13]. Additional actions are affecting the information propagation probabilities. The authors' contribution in this paper is to provide an approach based on assumption that apart from selection of initial nodes in the seeding process, supporting actions based on direct changes of propagation probabilities can be performed. The presented approach is based on spraying propagation probabilities within the network instead of using the same averaged value for all nodes like in most of the prior studies. Mechanics of the spraying process has analogy to messages spraying for routing in networks [14], [15].

The performed experimental research examines how the distribution of propagation probabilities is affecting the final coverage. In the experimental research, both synthetic and real networks as were used. The results showed the relation between coverage from various distributions and the way to achieve high coverage without seeding nodes with high centrality measures.

The remainder of this paper provides a literature review in Section II and presents a conceptual framework as well as the assumptions for proposed approach in Section III. This is followed by the empirical results presented in the experimental Sections IV and V and then the conclusions in Section VI.

II. LITERATURE REVIEW

Social platforms have become a key media source for distributing information through viral marketing, the spreading of rumors as well as greatly influencing important political and social changes. Social data analysis and campaigns targeting users have piqued the interest of marketers as the number of social networking platform users has increased [16]. With its interdisciplinary approach, research that has been done in this field attracts sociologists, physicists, computer scientists and marketers with a wide range of approaches and research aims [2], [1], [17].

Companies that implement techniques that use the "word of mouth" demonstrated that well-designed campaigns can deliver better results than those using traditional methods of marketing [18], [19]. Similarly to the case of the research on the spreading of infectious viral diseases, also in case of these social networks the focus is primarily on the application

¹Faculty of Computer Science and Information Technology, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Żołnierska 49, 71-210 Szczecin, Poland j.jankowski@wz.zut.edu.pl

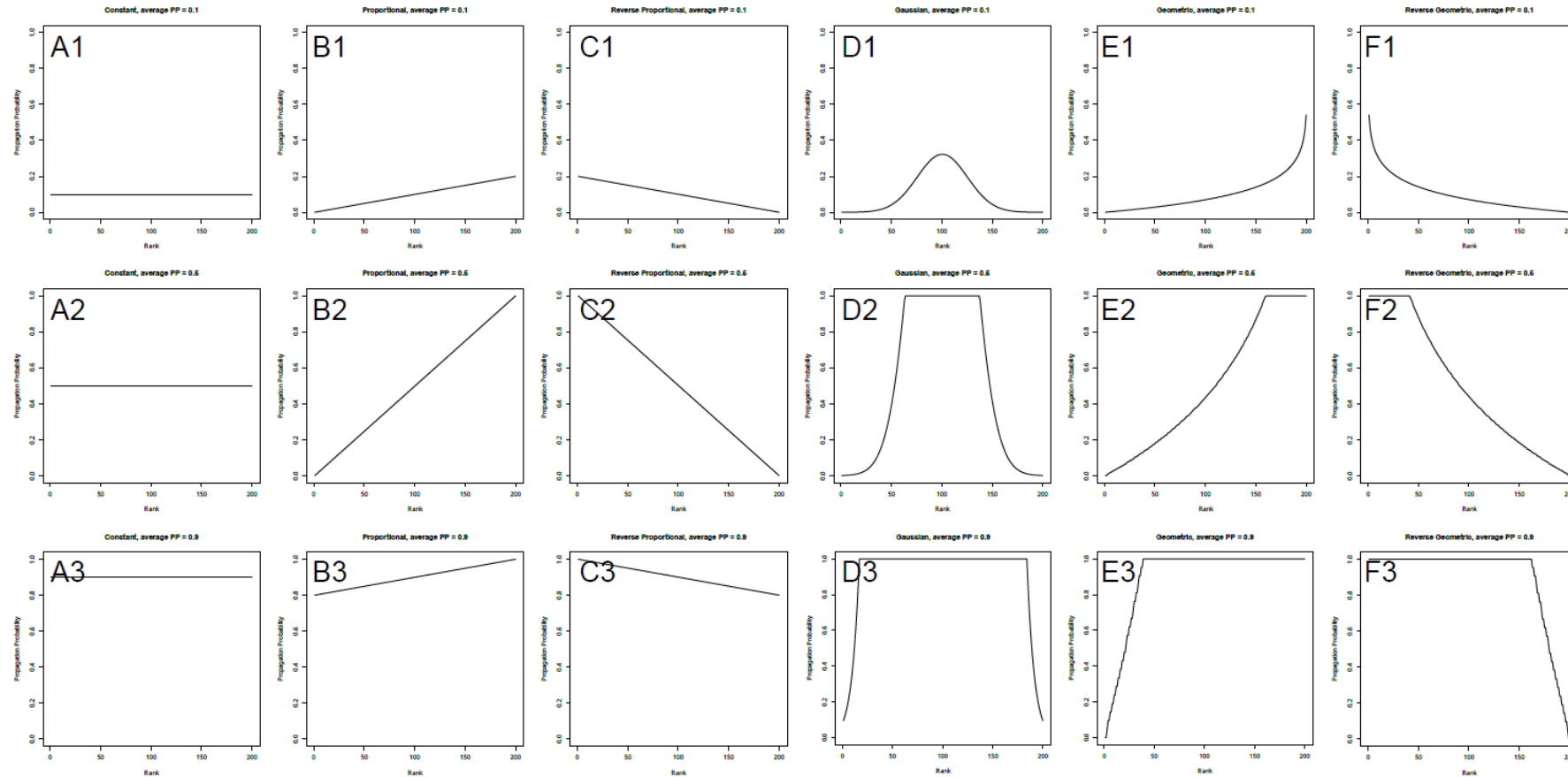
Problem badawczy



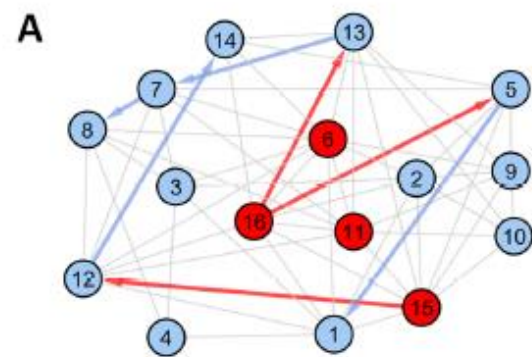
ispot.link/A6

- Dostrzeżono, że raz zainicjalizowane kampanie w sieciach społecznych mogą być następnie wspierane poprzez zwiększanie motywacji węzłów w sieci do przekazywania informacji do kolejnych węzłów.
- We wcześniejszych badaniach zakładano, że prawdopodobieństwo propagacji w sieci rozrzucone jest losowo lub jest jednolite i osiąga określony poziom średni (ang. average propagation probability).
- W publikacji A6 zaproponowano nowatorskie podejście:
 - na poszczególne węzły można oddziaływać np. zachętami;
 - stosowanie zachęt może wpłynąć na prawdopodobieństwo propagacji;
 - można zachęcać huby (węzły o wysokich wartościach miar centralności)
 - użytkownicy wymagający; trudno do nich dotrzeć
 - można spróbować zachęcać użytkowników o średnich i niskich miarach centralności
 - może być wydajniejsze pod względem kosztów

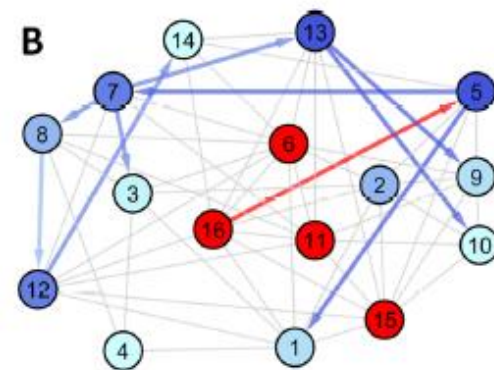
Przykładowe rozkłady prawdopodobieństwa



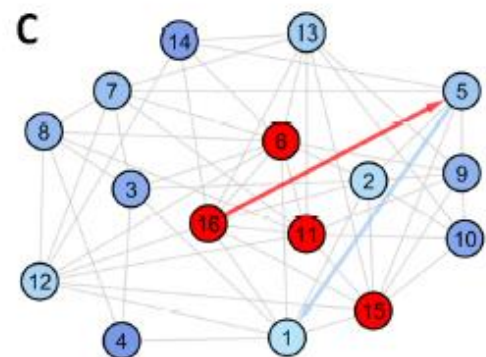
Przykład



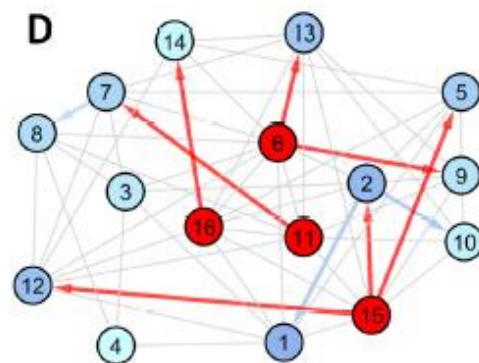
Uniform propagation probability



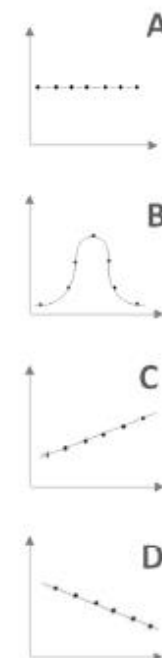
Gaussian propagation probability



Proportional propagation probability



Reversed propagation probability



Badania empiryczne

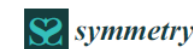
- Przeprowadzono symulacje na 25 sieciach syntetycznych i 5 rzeczywistych.
- Oceniano wpływ rozrzucanego rozkładu prawdopodobieństwa propagacji na końcowy zasięg kampanii.
- Największy wzrost zasięgu w porównaniu z rozkładem jednorodnym prawdopodobieństwa uzyskano dla:
 - odwróconego rozkładu geometrycznego
 - odwróconego rozkładu proporcjonalnego.
- W przypadku rozkładów proporcjonalnego i geometrycznego:
 - zasięg został zmniejszony,
 - ale ogólne koszty kampanii mogą być niższe.
- Najśłabszy zasięg uzyskano przy stosowaniu rozrzutu PP zgodnie z rozkładem Gaussa.

Oddziaływanie poprzez wielokryterialne targetowanie.

Publikacje A7, A8, A9.

A7: Multi-Criteria Seed Selection for Targeting Multi-Attribute Nodes in Complex Networks

- Karczmarczyk, A., Jankowski, J., Watróbski, J. (2021).
- Symmetry, 13(4), 731.
- Impact Factor za rok 2020: 2.645
- Liczba punktów ministerialnych: 70
- Udział w artykule: 65%
- Wkład: Opracowanie koncepcji i założeń, przeprowadzenie badań i opracowanie wyników, wizualizacja, opracowanie tekstu.



Article

Multi-Criteria Seed Selection for Targeting Multi-Attribute Nodes in Complex Networks

Artur Karczmarczyk ¹, Jarosław Jankowski ¹ and Jarosław Watróbski ^{2,*}

¹ Faculty of Computer Science and Information Technology, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Żołnierska 49, 71-210 Szczecin, Poland; artur.karczmarczyk@zut.edu.pl (A.K.); jaroslaw.jankowski@zut.edu.pl (J.J.)

² The Faculty of Economics, Finance and Management of the University of Szczecin, Mickiewicza 64, 71-101 Szczecin, Poland

* Correspondence: jaroslaw.watrobski@usz.edu.pl

Abstract: Online environments have evolved from the early-stage technical systems to social platforms with social communication mechanisms resembling the interactions which can be found in the real world. Online marketers are using the close relations between the users of social networks to more easily propagate the marketing contents in their advertising campaigns. Such viral marketing campaigns have proven to provide better results than traditional online marketing, hence the increasing research interest in the topic. While the majority of the up-to-date research focuses on maximizing the global coverage and influence in the complete network, some studies have been conducted in the area of budget-constrained conditions as well as in the area of targeting particular groups of nodes. In this paper, a novel approach to targeting multi-attribute nodes in complex networks is presented, in which an MCDA method with various preference weights for all criteria is used to select the initial seeds to best reach the targeted nodes in the network. The proposed approach shows some symmetric characteristics—while the global coverage in the network is decreased, the coverage amongst the targeted nodes grows.

Keywords: complex networks; social networks; viral marketing; information propagation; MCDA; TOPSIS



Citation: Karczmarczyk, A.; Jankowski, J.; Watróbski, J. Multi-Criteria Seed Selection for Targeting Multi-Attribute Nodes in Complex Networks. *Symmetry* 2021, 13, 731. <https://doi.org/10.3390/sym13040731>

Academic Editor: José Carlos R. Alcántara

Received: 10 March 2021
Accepted: 16 April 2021
Published: 20 April 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The analysis of social networks has evolved from early-stage sociograms based on small graphs into mainstream multi-billion node social networks with high business potential [1]. Social platforms let their users easily connect to their friends or acquaintances and easily maintain relationships. These close relations between social network users have been widely used by online marketers to improve the engagement of potential consumers to benefit from their services and products [2]. Viral marketing campaigns in social networks have proven to bring better effects in engaging potential consumers than traditional online advertising [3].

This performance of viral marketing resulted in increased research on information propagation in complex networks. While the majority of the research focuses exclusively on increasing the network coverage with information, as the only factor and performance measure, some works aim their attention at a targeted approach [4,5], also with a focus on user preferences [6]. From a different perspective, other approaches avoid repeated messages due to lowered performance causing a habituation effect [7], information overload [8] or the need for delays between messages for multi-product campaigns [9]. Efforts towards targeting specific users have mainly been focused on single attributes or network metrics for the seed selection [10]. The real-life applications of social networks in viral marketing campaigns are often based on selecting multiple attributes such as age, gender and localization of the target group [11].

A8: Multi-Criteria Seed Selection for Targeted Influence Maximization within Social Networks

- Karczmarczyk, A., Jankowski, J., Watróbski, J. (2021).
- In proceedings of International Conference on Computational Science: ICCS 2021
- Liczba punktów ministerialnych: 140
- Udział w artykule: 65%
- Wkład: Opracowanie koncepcji i założeń, przeprowadzenie badań i opracowanie wyników, wizualizacja, opracowanie tekstu.

Multi-Criteria Seed Selection for Targeted Influence Maximization within Social Networks

Artur Karczmarczyk¹[0000-0002-1135-7510], Jarosław Jankowski¹[0000-0002-3658-3039], and Jarosław Watróbski²[0000-0002-4415-9414]

¹ Faculty of Computer Science and Information Technology, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Żołnierska 49, 71-210 Szczecin
{artur.karczmarczyk,jaroslaw.jankowski}@zut.edu.pl

² The Faculty of Economics, Finance and Management of the University of Szczecin, Mickiewicza 64, 71-101 Szczecin, Poland jwatrobaki@usz.edu.pl

Abstract. Information spreading and influence maximization in social networks attracts attention from researchers from various disciplines. Majority of the existing studies focus on maximizing global coverage in the social network through initial seeds selection. In reality, networks are heterogeneous and different nodes can be a goal depending on campaign objectives. In this paper a novel approach with multi-attribute targeted influence maximization is proposed. The approach uses the multi-attribute nature of the network nodes (age, gender etc.) to better target specified groups of users. The proposed approach is verified on a real network and compared to the classic approaches delivers 7.14% coverage increase.

Keywords: seed selection · targeted influence maximization · MCDA.

1 Introduction

Social media are used for maintaining connections with relatives, friends and to access information sources. Virtual marketing within social media is strategized to reach people with specific interests. It results in a better engagement of the potential client thereof [4] and makes possible to avoid targeting users not interested in products or services. While most of the research focused on influence maximization and global coverage, social networking platforms deliver the ability to pick multiple choice parameters for an exact target class. The need to better address the real specifics of campaigns is visible, but the targeted approaches are introduced in a limited number of studies and are focused mainly on single node attributes [7] [15].

The approach presented in this paper deals with the selection of nodes for seeding the social platform on the basis of manifold criteria, as well as diverse attributes within agent based computational environment. The MCDA foundations of the proposed approach enable to adjust the gravity of each touchstone to be computed for selection purpose, in order to meet the requirements of the advertiser. Moreover, the relevant MCDA tools and computations enable to gauge

A9: Seeding for Complementary Campaign Objectives in Social Networks

- Karczmarczyk, A., Watróbski, J., Jankowski, J. (2021).
- In proceedings of The Americas Conference on Information Systems: AMCIS 2021
- Liczba punktów ministerialnych: 140
- Udział w artykule: 70%
- Wkład: Opracowanie koncepcji i założeń, przeprowadzenie badań i opracowanie wyników, wizualizacja, opracowanie tekstu.

Seeding for Complementary Campaign Objectives in Social Networks

Seeding for Complementary Campaign Objectives in Social Networks

Emergent Research Forum (ERF)

Artur Karczmarczyk
Westpomeranian University of Technology
in Szczecin, Poland
artur.karczmarczyk@zut.edu.pl

Jarosław Watróbski
University of Szczecin, Poland
jaroslaw.watrobski@usz.edu.pl

Jarosław Jankowski
Westpomeranian University of Technology in Szczecin, Poland
jjankowski@wi.zut.edu.pl

Abstract

Various theoretical models are used in research into the dissemination of information in social networks. The assumed goals include selecting seeds in order to maximize the influence or reach the target subset of the network users (nodes). On the other hand, the multi-attribute nature of individual network nodes indicates the possibility of analyzing their multi-criteria nature, as well as the consequent use of MCDA methods in the process of seed selection. The state of art shows, however, that this contribution is still missing. This paper presents an attempt to use the multi-criteria decision analysis (MCDA) in the seed selection process and thus a methodological framework supporting reaching many varied sets of target nodes. As a result, a single viral marketing campaign in a social network can be performed to target multiple (often separate) sets of target nodes, thus fulfilling the objectives normally achieved with multiple campaigns.

Keywords

influence maximization, social networks, viral marketing, TOPSIS, AHP, MCDA, independent cascade model

Introduction

Viral marketing campaigns in social networks are based on the concept that users to whom a product is advertised will further spread the information on the product within the network. The research in the network area is interdisciplinary and attracts sociologists, physicists, computer scientists and marketers with a wide range of approaches and research goals. The independent cascades (IC) model is often used to simulate campaigns in networks, based on varying count of nodes to which the information would be advertised (seeding fraction, SF) and on varying propagation probability (PP) – the probability that the users would pass information to their neighbors (Kempe et al. 2003). Due to the hardships in obtaining detailed mappings of real networks, theoretical models are often used in research, which can easily be adjusted to accommodate for various studied phenomena. These models include Barabasi-Albert (BA), Watts-Strogatz (WS), and Erdos-Renyi (ER) networks (Barabasi and Bonabeau 2003).

Whilst majority of the existing research focus on selecting seeds for maximizing the influence globally in the network (maximizing coverage), some researchers focus on adjusting the node selection methods for reaching a targeted subset of the network users. The prior research, however, assumes the network nodes to be marked by a single flag or two cost & benefit criteria (Mochalova and Nanopoulos 2014; Nguyen et al. 2016). Nonetheless, in real-life campaigns, the ordering party is able to choose from a wide set of attributes describing the users to which the product will be advertised, such as age, gender, localization. Whilst creating the rankings of nodes based on a single centrality measure such as degree is simple, when multiple user attributes need to be considered at once – the selection process is more complex. Multi-criteria decision analysis (MCDA) methods can be used to facilitate the selection process. The TOPSIS¹ method, due to its efficiency and automation capability, can be used to aggregate the criterion performance of all multi-

¹ Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (Hwang et al. 1993)

Problem badawczy



ispot.link/A7



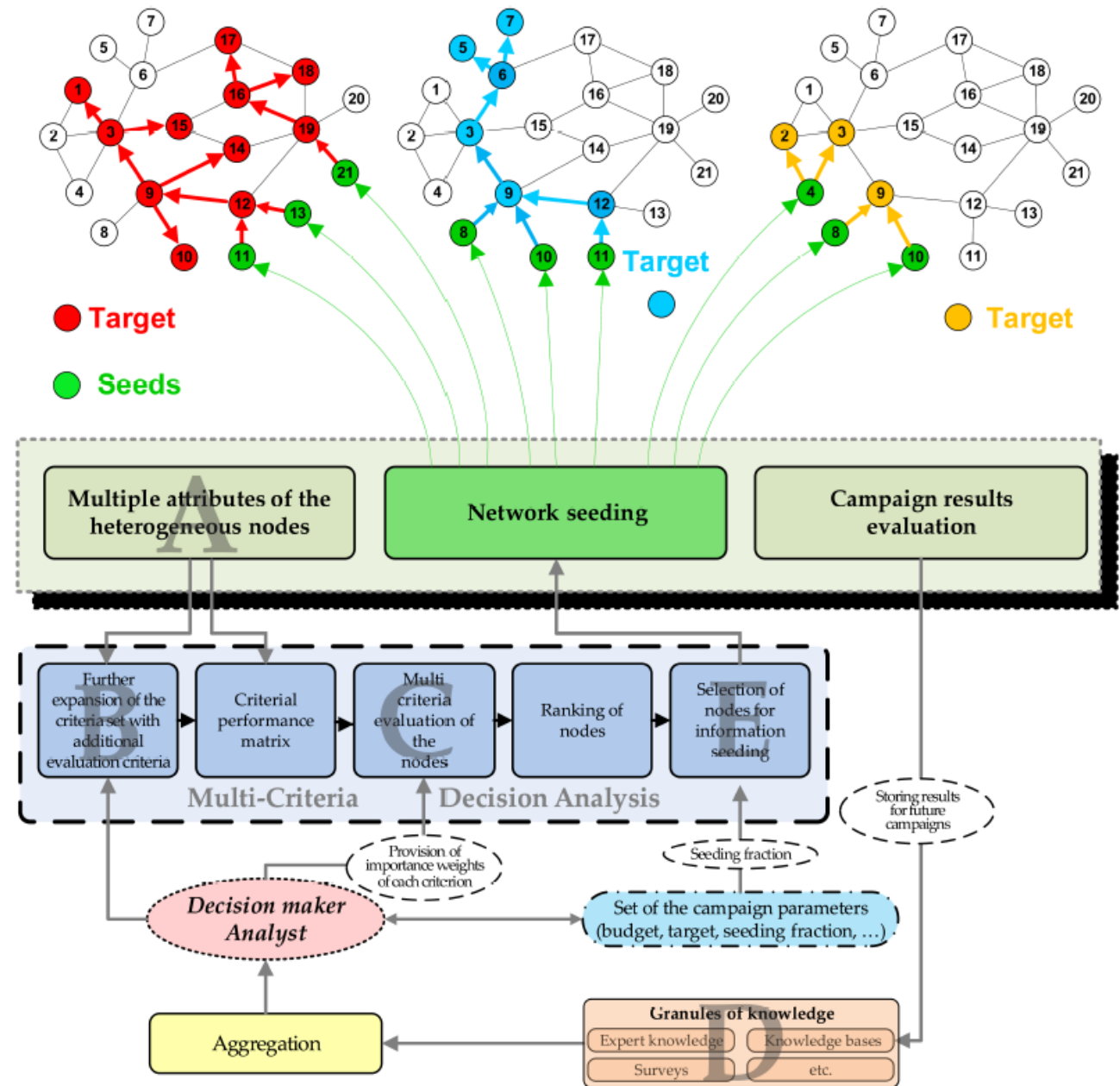
ispot.link/A8

- Dotychczasowe badania zakładały jednorodność wszystkich węzłów (użytkowników) w sieci.
- Koncentracja na dotarciu do jak największej liczby użytkowników – nie ważne których.
- Nieliczne z nowszych badań zaczęły się koncentrować na kampaniach targetowanych:
 - wskazanie podzbioru użytkowników, do których chce się dotrzeć
 - miarą efektywności kampanii zasięg w grupie docelowej, a nie globalny zasięg
- Część badań koncentruje się na unikaniu powtarzania wiadomości w celu uniknięcia efektu habituacji.
- Istniejące badania zakładały homogeniczność węzłów – pojedynczy atrybut lub miara centralności.
- W praktyce rzeczywiste zastosowania sieci społecznych w wirusowych kampaniach marketingowych bazują heterogenicznie na wielu atrybutach użytkowników – wiek, płeć, lokalizacja grupy docelowej.

Proponowane rozwiązanie

- W publikacjach A7 i A8 zaproponowano nowatorskie podejście do badania procesów rozprzestrzeniania informacji w sieciach społecznych.
- Uzupełnienie szeroko stosowanego modelu kaskadowego (IC) poprzez uwzględnienie problemu docierania do docelowych węzłów wieloatrybutowych w sieciach społecznych.
- Zakłada się, że węzły charakteryzują się nie tylko relacjami centralności między nimi, ale także zestawem niestandardowych atrybutów $C_1, C_2, \dots, C_n$:
 - mogą reprezentować dokładne wartości liczbowe, np. wiek [lata], dochód [dolary]
 - mogą reprezentować właściwości jakościowe węzłów, kodowane np. za pomocą 5-stopniowej skali Likerta lub wyliczenia (np. wiek – 1 młody, 2 w średnim wieku, 3 starszy)
 - możliwość wyprowadzenia dodatkowych atrybutów ze złożenia miar centralności i powyższych atrybutów, np.:
 - jeśli C_i reprezentuje stopień węzła (liczbę użytkowników w sąsiedztwie)
 - C_{i1} może reprezentować liczbę młodych użytkowników w sąsiedztwie, C_{i2} użytkowników w średnim wieku w sąsiedztwie itd.
- Podjęcie próby dotarcia do węzłów o określonych wartościach wybranych atrybutów:
 - Przykładowo w programie profilaktyki raka piersi próba dotarcia do kobiet w średnim wieku (50-69 lat).
- Dobór węzłów zasiewowych na podstawie analizy wielokryterialnej, a nie pojedynczej miary centralności.

Proponowane rozwiązanie



Badania empiryczne

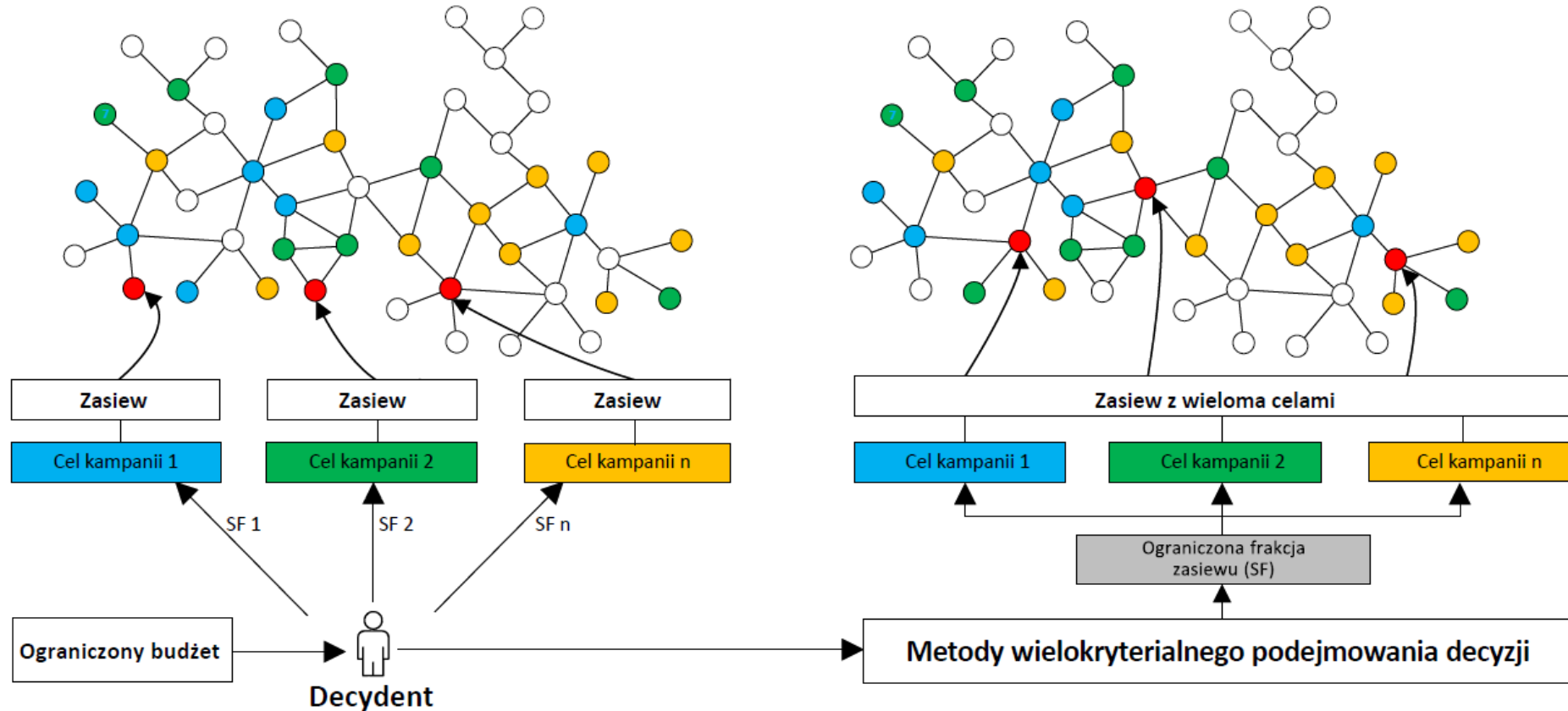
- Sieć rzeczywista oraz sieci syntetyczne BA.
- Nałożenie atrybutów na sieć zgodnie z danymi statystycznymi GUS.
 - Modele sieci dostępne w repozytoriach zawierały tylko listy krawędzi.
- Propozycja 8 kryteriów w modelu decyzyjnym:
 - C1 – stopień, C2 – płeć, C3 – liczba sąsiadów płci męskiej, C4 – liczba sąsiadów płci żeńskiej, C5 – grupa wiekowa użytkownika, C6-C8 liczba sąsiadów odpowiednio w wieku młodszym, średnim, starszym
- W publikacjach A7 i A8 zastosowano odpowiednio wielokryterialne metody TOPSIS i PROMETHEE do ewaluacji węzłów oraz AHP do doboru wag kryteriów.
- Zwiększenie zasięgu w grupie docelowej o 7.14%.

Zrównoważone podejście do kampanii komplementarnych (A9)



- Zakłada się, że inicjator kampanii stara się osiągnąć n celów, tj. maksymalizować wpływ w n zbiorach docelowych węzłów.
- W tradycyjnym podejściu można przeprowadzić n kampanii, po jednej dla każdej grupy docelowej.
- W proponowanym podejściu zakłada się ograniczony budżet, a zatem ograniczoną wartość SF.
- Proponuje się podejście zrównoważone, w którym decydent stosuje metodę MCDA i na podstawie:
 - celów kampanii 1, 2, ..., n;
 - oceny eksperckiej; oraz
 - doświadczenia analityka
- wybiera ograniczoną część węzłów sieci do zainicjalizowania:
 - pojedynczej kampanii
 - w celu dotarcia do węzłów odpowiadających wielu uzupełniającym się celom zamawiającego.
- W badaniach empirycznych dla przykładowych kampanii łączących 2 rozłączne cele udało się osiągnąć zasięg:
 - w grupach docelowych większy o 1.74%
 - zmniejszenie zasięgu globalnego o 2.1%

Zrównoważone podejście do kampanii komplementarnych (A9)



The background of the slide features a complex network diagram. It consists of numerous nodes connected by thin lines. Some nodes are represented by envelope icons, while others are circles containing an '@' symbol. The nodes and lines are rendered in a light, glowing orange or yellow color against a dark, almost black background. The overall effect is that of a digital or social network visualization.

OONIS

Otwarte zorientowane obiektowo środowisko symulacyjne do badania procesu dyfuzji informacji w sieciach złożonych. Publikacja A10.

A10: OONIS—Object-Oriented Network Infection Simulator

- Karczmarczyk, A., Jankowski, J., Wątróbski, J. (2021).
- SoftwareX, 14, 100675.
- Liczba punktów ministerialnych: 200
- Udział w artykule: 80%
- Wkład: Opracowanie koncepcji i założeń, projektowanie i implementacja, przeprowadzenie badań i opracowanie wyników, wizualizacja, opracowanie tekstu.

SoftwareX 14 (2021) 100675

Contents lists available at ScienceDirect

SoftwareX

journal homepage: www.elsevier.com/locate/sofex

Original software publication

OONIS — Object-Oriented Network Infection Simulator

Artur Karczmarczyk^{a,*}, Jarosław Jankowski^a, Jarosław Wątróbski^b

^aFaculty of Computer Science and Information Technology, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Zehnerka 49, 71-210 Szczecin, Poland

^bUniversity of Szczecin, Mickiewicza 64, 71-101 Szczecin, Poland

ARTICLE INFO

Article history:
Received 12 February 2020
Received in revised form 4 August 2020
Accepted 2 February 2021

Keywords:
Complex networks
Social networks
Independent cascades model
Seeding
Sequential seeding
Information spreading

ABSTRACT

Online systems with the highest global audiences take form of widely-used social platforms. Their immense traffic resulted in increased attention from researchers into various phenomena including information propagation in social networks. Although there exist some libraries, such as *igraph* and *netepi*, which allow representation of graphs in the R language, due to continual appearance of new models and information spreading approaches, the researchers are usually forced to write their own scripts to perform actual simulations and study their results.

In this paper, the authors propose an object-oriented library and environment in R, for running simulation experiments focused on information spreading within complex networks. Object-oriented programming paradigms such as encapsulation, separation of concerns and modularity were used in the proposed software, to provide researchers with a scalable framework allowing quick and easy creation of experimental scenarios for studying information propagation in complex networks. It also supports new approaches, not available in other libraries, related to spreading seeds over the time in a form of sequential seeding, as well as coordinated execution, making it possible to compare algorithms in invariable experimental conditions.

© 2021 The Author(s). Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Code metadata

Current Code version	v1.0.0
Permanent link to code / repository used of this code version	https://github.com/ElsevierSoftwareX/SOFTX_2020_39
Legal Code License	GNU GPLv3
Code Versioning system used	git
Software Code Language used	R
Compilation requirements, Operating environments & dependencies	RStudio, 1.2.*
If available Link to developer documentation / manual	oonis@deaspot.pl
Support email for questions	

Software metadata

Current software version	1.0.0
Permanent link to executables of this version	https://github.com/IdeaSpotPl/oonis/releases/tag/v1.0.0
Legal Software License	GNU GPLv3
Computing platform / Operating System	Linux, OS X, Microsoft Windows
Installation requirements & dependencies	R version 3.0.1+ https://cran.rstudio.com/
If available Link to user manual – if formally published include a reference to the publication in the reference list	
Support email for questions	oonis@deaspot.pl

1. Introduction

Complex networks evolved from early-stage technical systems into popular social-media platforms [1]. It was observed that

* Corresponding author.
E-mail address: artur.karczmarczyk@utp.edu.pl (Artur Karczmarczyk).

<https://doi.org/10.1016/j.softx.2021.100675>
2352-7110/© 2021 The Author(s). Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Problem

- Grafy i złożone sieci oraz zachodzące w nich procesy rozprzestrzeniania informacji to interdyscyplinarny temat badawczy.
- Przykładowe dyscypliny: informatyka, fizyka, medycyna, epidemiologia.
- Model kaskadowy i symulacje agentowe pozwalają na badanie procesów propagacji informacji w sieciach złożonych.
- Istniejące w R biblioteki umożliwiają jedynie reprezentację grafów i złożonych sieci.
- W celu przeprowadzenia eksperymentów w modelu IC badacze musieli dotychczas każdorazowo tworzyć własne skrypty.
- Przeciętą jakość skryptów...
- Interesująca luka wypełniona w trakcie prac nad innymi publikacjami.

OONIS



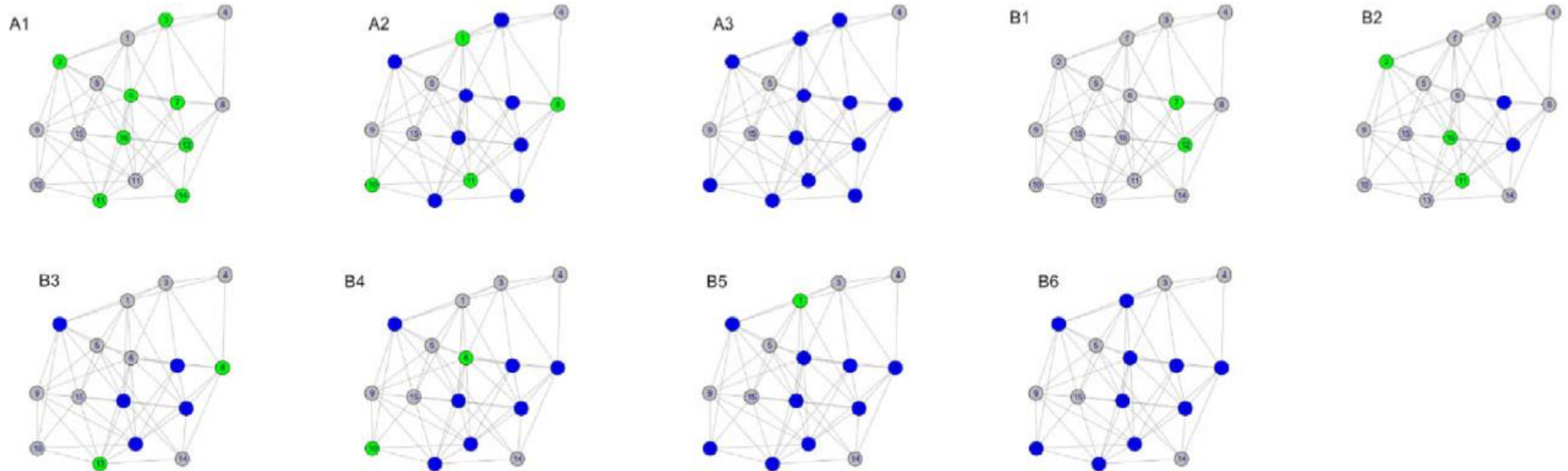
ispot.link/A10

- Otwarte zorientowane obiektowo środowisko symulacyjne do badania procesu dyfuzji informacji w sieciach złożonych.
- Zastosowanie paradygmatów programowania obiektowego.
- Enkapsulacja warstwy powtarzalnej złożonej logiki symulacji procesów rozprzestrzeniania informacji w sieciach złożonych.
- Zastosowanie podejścia modułowego i podziału odpowiedzialności.
- Utworzenie łatwo reużywalnej biblioteki.
- Zbudowanie środowiska, w którym tworzenie scenariuszy symulacyjnych jest łatwe, skalowalne i szybkie.
- Zastosowanie OONIS w badaniach pozwoliło na tworzenie scenariuszy eksperymentalnych badających różne podejścia bez potrzeby utrzymywania warstwy logiki symulacyjnej, a w szczególności:
 - mechaniki symulacji wysiewu informacji
 - infekowania węzłów
 - rejestrowania wyników.
- Wyniki opublikowane w postaci artykułu w wysoko punktowanym międzynarodowym czasopiśmie SoftwareX oraz udostępnione do użytku publicznego na licencji GNU GPLv3.

Przykład wykorzystania

```
1  # SEEDER
2  # choose and configure the simulation seeder component
3  seeder <- SomeDefaultOrCustomSeeder(...);
4
5  # CONTAMINATOR
6  # choose and configure the simulation contamination component
7  contaminator <- SomeDefaultOrCustomContaminator(...)
8
9  # RESULT PRINTER
10 resultPrinter <- SomeDefaultOrCustomResultPrinter(...);
11
12 # SIMULATION
13 maxIterations <- 100; minIterations <- 1;
14 ir <- InfectionRunner(infectionSeeder = seeder, contaminator = contaminator, resultPrinter = resultPrinter)
15 ir$readFromEdgesTxt('/path/to/network.txt', FALSE)
16 ir$run(maxIterations, minIterations)
```

Wizualizacje badanych w OONIS sieci



Kampanie komplementarne

A1

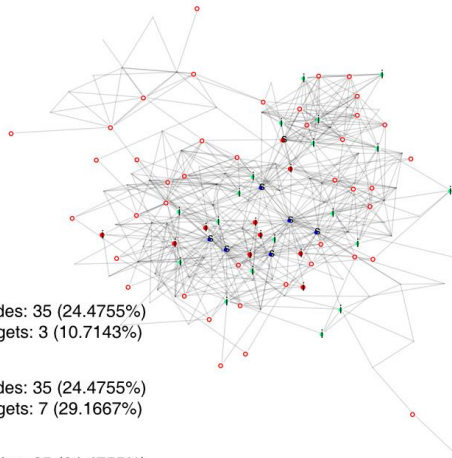
Trial no: 2
Infected nodes: 35 (24.4755%)
Infected targets: 3 (10.7143%)

A2

Trial no: 2
Infected nodes: 35 (24.4755%)
Infected targets: 7 (29.1667%)

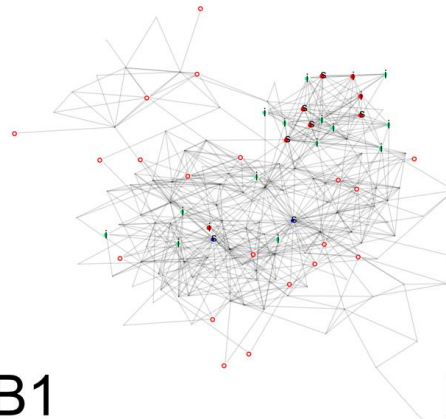
A3

Trial no: 2
Infected nodes: 35 (24.4755%)
Infected targets: 10 (19.2308%)



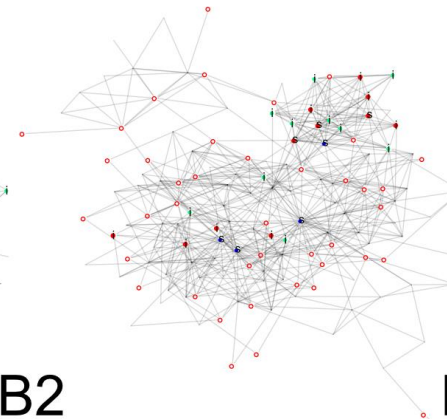
B1

Trial no: 2
Infected nodes: 25 (17.4825%)
Infected targets: 8 (28.5714%)



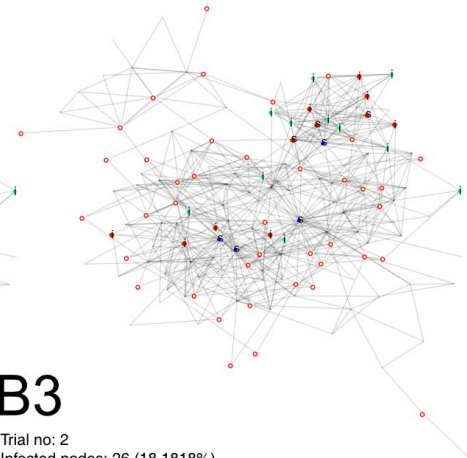
B2

Trial no: 2
Infected nodes: 26 (18.1818%)
Infected targets: 11 (21.1538%)

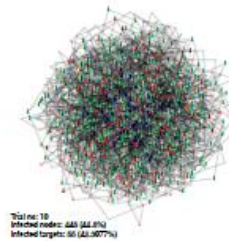
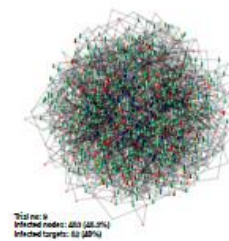
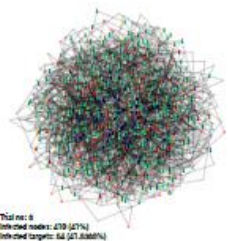
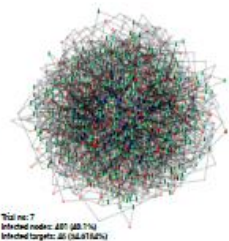
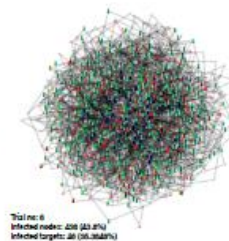
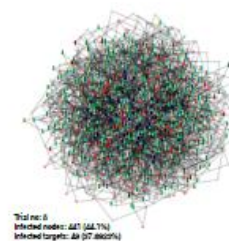
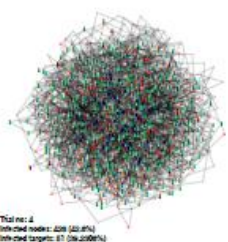
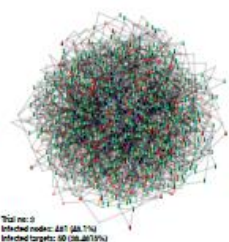
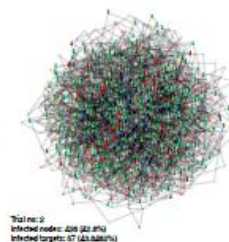
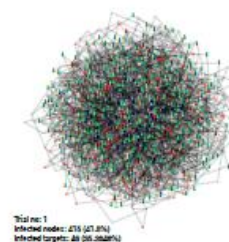
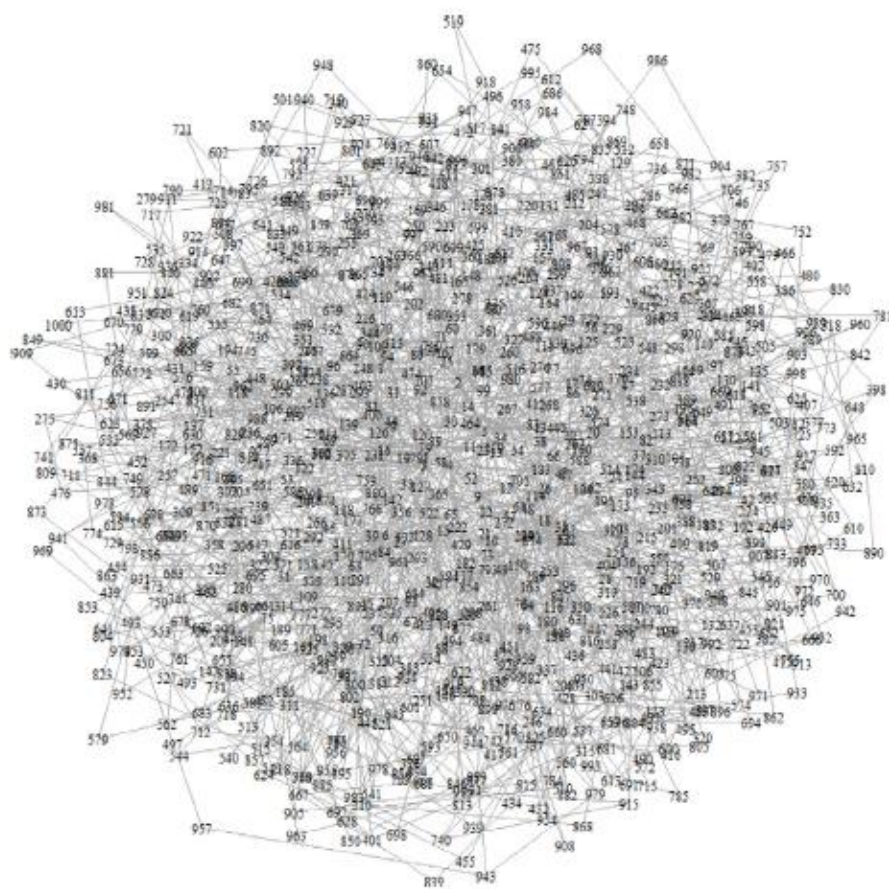


B3

Trial no: 2
Infected nodes: 26 (18.1818%)
Infected targets: 11 (21.1538%)



Nie tylko małe sieci





Wkład w dyscyplinę

Informatyka techniczna i telekomunikacja

Wkład w dyscyplinę

- Integracja w modelu agentowym mechanizmów propagacji powiązanych z heterogenicznym oddziaływaniem na węzły sieci.
- Opracowanie metody wielokryterialnego planowania i ewaluacji procesów rozprzestrzeniania informacji w sieciach społecznych
 - + praktyczne modele decyzyjne.
- Zastosowanie sieci syntetycznych i próbek sieci rzeczywistych do planowania kampanii w sieci rzeczywistej.
 - + opracowanie proponowanego modelu decyzyjnego
- Opracowanie wielokryterialnego modelu doboru wielkości próbek do wielokryterialnego planowania kampanii w sieciach społecznych.
- Opracowanie wielokryterialnego modelu decyzyjnego do planowania kampanii z uwzględnieniem sekwencyjnego seedingu.
- Opracowanie modelu agentowego do symulacji procesów ze zmiennymi rozkładami PP.
- Analiza wpływu nierównomiernego rozrzutu PP w sieci na zasięg.
- Opracowanie i przykładowa implementacja szeregu algorytmów generowania wektora rozkładów prawdopodobieństwa do nierównego rozrzutu PP w sieci.
- Opracowanie algorytmu wielokryterialnego doboru seedów w celu targetowania wieloatrybutowych węzłów w sieci.
- Zaprojektowanie i implementacja OONIS.
- Współudział przy opracowaniu informatycznego systemu ekspertowego <https://mcda.it>
 - HOT PAPER w WoS.

Wkład z podziałem na publikacje

- A1, A2:
 - Zaproponowano framework do wielokryterialnego planowania i ewaluacji kampanii marketingu elektronicznego w sieciach społecznych.
 - Wyniki ukazały jak ewaluacja wielokryterialna może wpływać na dobór strategii, parametrów i alokowanego budżetu kampanii.
 - Proponowane podejście pozwala na przeprowadzenie ewaluacji różnych scenariuszy na sieciach syntetycznych w środowisku symulacyjnym przed uruchomieniem faktycznej kampanii w sieci rzeczywistej.
 - Badania pokazały, że charakterystyki dyfuzji informacji w odpowiednio dobranych sieciach syntetycznych o zmniejszonych rozmiarach są podobne do tych z pełnowymiarowej sieci rzeczywistej. Różne scenariusze mogą być testowane bez interakcji z rzeczywistym środowiskiem.
- A3, A4:
 - Zaproponowanie wielokryterialnego frameworka do ewaluacji kampanii marketingu wirusowego w sieciach społecznych w oparciu o próbki sieci rzeczywistej o różnych wielkościach.
 - Porównanie dokładności strategii dla próbek o różnej wielkości oraz dla pełnowymiarowej sieci rzeczywistej.
 - Szczegółowa analiza jak wielkość próbki wpływa na stosunek osiągniętego zasięgu oraz stosunek czasu trwania symulacji w porównaniu do sieci rzeczywistej.
 - Zaproponowanie frameworka doboru wielkości próbki sieci rzeczywistej do planowania kampanii marketingu wirusowego opartego o konfliktujące kryteria:
 - redukcja wymagań mocy obliczeniowej;
 - zachowanie wystarczającej dokładności;
 - z uwzględnieniem preferencji marketera / decydenta.
- A5:
 - Rozszerzenie frameworka z publikacji A1 o seeding sekwencyjny.
 - Przykładowy zestaw kryteriów do wyboru satysfakcjonującej strategii marketingu wirusowego uwzględniających preferencje marketera odnośnie kosztów, dynamiki, planowanego zasięgu i czasu trwania kampanii.
 - Zbadanie wpływu zwiększania liczby iteracji i interwału pomiędzy iteracjami na finalny zasięg i długość procesu rozprzestrzeniania informacji.
- A7-A9:
 - Zaproponowanie nowatorskiego podejścia do wysiewu informacji w wieloatrybutowych sieciach społecznych w celu targetowania grup węzłów wieloatrybutowych.
 - Zastosowanie modułu wielokryterialnego w podejściu pozwala na balansowanie pomiędzy uzyskiwanym zasięgiem globalnym a zasięgiem w grupach docelowych.
 - Zaproponowanie innowacyjnego zrównoważonego podejścia do realizacji celów wielu kampanii rozprzestrzeniania informacji w sieciach społecznych poprzez uruchomienie zmniejszonej liczby kampanii.
 - Proponowane podejścia stanowią krok w stronę redukcji nadmiaru powtarzalnych niezamówionych informacji, które zwiększając irytację użytkowników mogą obniżyć wydajność kampanii.

Wytyczne do dalszych badań

- A1:
 - Rozszerzenie modelu decyzyjnego w celu dostarczenia bardziej precyzyjnych ewaluacji (zrealizowane w kolejnych publikacjach).
 - Zastąpienie miary dywergencji KLD bardziej uszczegółowioną ewaluacją relacji procesów w sieciach rzeczywistych i strukturach teoretycznych skonstruowanych na bazie różnych parametrów.
 - Próbkowanie sieci rzeczywistych i przeprowadzanie symulacji na zmniejszonych próbkach sieci zamiast na modelach teoretycznych (zrealizowane w A3, A4).
- A3, A4:
 - Rozszerzenie badań nad planowaniem / ewaluacją kampanii w sieciach złożonych na podstawie innych metod próbkowania sieci niż snowball sampling.
 - Rozszerzenie listy kryteriów modelu decyzyjnego o dodatkowe kryteria w celu bardziej precyzyjnego dopasowania strategii do potrzeb zlecającego kampanię rozprzestrzeniania informacji w sieci
- A5:
 - W badaniu wszystkie sekwencje wysiewu informacji oparte były na miarach centralności sieci wyliczonych przed uruchomieniem kampanii. Warto zbadać wpływ przeliczania miar centralności bezpośrednio przed każdą iteracją wysiewu.
 - Wprowadzenie wysiewu sekwencyjnego może stanowić podstawę podjęcia badań nad temporalnymi aspektami statusu sieci i ich wpływem na proces dyfuzji informacji.
- A6:
 - Zastosowanie proponowanego podejścia zarówno do zwiększania jak i zmniejszania prawdopodobieństwa propagacji informacji w sieci.
 - Przypisywanie prawdopodobieństw w bardziej dynamiczny sposób, wraz ze wzrostem wiedzy o postępach procesu.
 - Wykorzystanie szerszego zakresu metod wysiewu informacji.
- A7-A9:
 - Rozszerzenie badań o większy zakres sieci rzeczywistych i zróżnicowanych sieci syntetycznych.
 - Zbadanie proponowanych podejść na sieciach, których węzły charakteryzowane są przez większą liczbę zróżnicowanych atrybutów.
 - Przeprowadzenie dogłębnej analizy wpływu różnych aspektów strukturalnych sieci wieloatrybutowych na proces dyfuzji informacji.
 - Opracowanie modelu sieci rzeczywistej opatrzonej realnymi wieloatrybutowymi danymi o poszczególnych węzłach dla celów porównawczych różnych metod.
- A10:
 - Rozszerzenie listy dostępnych modułów: wysiewu, infekcji, raportowania wyników.
 - Implementacja innych modeli niż model kaskadowy, np. modelu progowego, modelu SIS / SIR.
 - Przeniesienie na inne popularne języki, np. Python.

The background of the slide is a light blue-grey color. It features a network diagram with thin, light blue lines connecting various nodes. The nodes include several white-outlined icons of an envelope with a checkmark, and two white-outlined '@' symbols. One '@' symbol is located near the bottom center, and another is on the right side. The text 'Wykaz dorobku' is centered in a large, bold, black font.

Wykaz dorobku

Profile internetowe (stan na dzień 1.06.2022)

Profil	Liczba artykułów	Liczba cytowań	H-index
Web of Science	16	300	10
Scopus	31	672	12
Google Scholar	33	850	13

Dorobek naukowy

- Łączny uzyskany współczynnik IF wynosi 19.663.
- Łączna liczba punktów ministerialnych bez uwzględnienia oświadczeń:
 - do 2017: 295
 - od 2018: 760
- Dorobek spoza cyklu obejmuje 21 publikacji naukowych o zasięgu krajowym i światowym:
 - aplikacja i doskonalenie metod MCDA w obszarze cyfrowego zrównoważenia;
 - próba budowy nowej metody oceny jakości serwisów internetowych;
 - poszukiwanie rozwiązań metodycznych i algorytmicznych wybranych problemów zrównoważonego rozwoju, posadowione w ważnych i aktualnych problematykach odnawialnych źródeł energii oraz zrównoważonego transportu i logistyki;
 - współtworzenie nowej metody wielokryterialnej PROSA do zastosowania w zagadnieniach zrównoważenia.

Nagrody i wyróżnienia

- Nagroda Rektora ZUT w Szczecinie za wybitne osiągnięcia naukowe stopnia drugiego za rok 2018.
- Nagroda Best Paper Award na konferencji FedCSIS 2017.
- Wyróżnienie publikacji w 2017 roku poprzez umieszczenie jej na okładce wydania czasopisma Energies.
- Publikacja A2 od 2019 roku znajduje się na liście najczęściej pobieranych artykułów otwartych czasopisma Omega The International Journal of Management Science wydawnictwa Elsevier o wskaźniku IF 5.324. Ponadto została oznaczona jako "Highly Cited Paper" i "Hot Paper" w bazie WoS.
- Uczestnictwo i wygłoszenie referatów na międzynarodowych konferencjach ASONAM w Barcelonie i FedCSIS w Lipsku.
- Funkcja Guest Editor w Special Issue:
 - Exploring of Sustainable Supplier Selection w 2018 roku w czasopiśmie Sustainability – IF 2.576.
 - Production Line Optimization and Sustainability w 2021 roku w czasopiśmie Sustainability – IF 2.576.
- Trzykrotny finalista Ogólnopolskiej Olimpiady Języka Angielskiego Dla Studentów Wyższych Uczelni Technicznych w latach 2006, 2007 i 2009.
- W roku 2007 uczestnictwo w finale regionalnym konkursu ACM Central European Programming Contest w Pradze.
- W roku 2011 I miejsce w konkursie e-point na najlepsze prace dyplomowe z zakresu rozwiązań internetowych realizowanych w technologii JAVA.

Dorobek dydaktyczny

- Zaprojektowanie i zrealizowanie cykli wykładów, laboratoriów i projektów w ramach kursów:
 - Programowanie systemów i aplikacji internetowych.
 - Systemy i platformy biznesu elektronicznego.
 - Programowanie dokumentów dynamicznych.
 - Inżynierski projekt zespołowy.
 - Wprowadzenie do informatyki.
 - Pracownia dyplomowa.
 - Aplikacje Internetowe, Aplikacje Internetowe 1, Aplikacje Internetowe 2 bijące rekordy popularności wśród bloków obieralnych.
- Skuteczne wypromowanie 15 dyplomantów prac inżynierskich i magisterskich.

Dorobek organizacyjny

- Aktywny członek ACM od 2008 roku.
- W latach 2007-2009 prezes koła naukowego TWIPS działającego na WI ZUT w Szczecinie.
- Systematyczne prowadzenie praktyk studenckich i absolwenckich w latach 2017-2022 w ramach prowadzonej działalności gospodarczej IdeaSpot.
- Członek Kolegium Wydziału Informatyki ZUT w Szczecinie.
- Współtworzenie bloku przedmiotów obieralnych Komercjalizacja we współpracy z WI ZUT i Technoparkiem Pomerania.
- Współorganizacja sesji konferencji KES 2021 z ponad 20 zgłoszonymi i recenzowanymi publikacjami.
- Realizacja licznych recenzji w międzynarodowych czasopismach i konferencjach, m.in. Buildings, SoftwareX, Applied Sciences, Entropy, Smart Cities.

Dorobek zawodowy

- Blisko 16 lat doświadczenia zawodowego w branży IT.
- Liczne szkolenia i certyfikaty zawodowe – programowanie, grafika 3D, zarządzanie zespołem i projektami.
- Doświadczenie przy dużych projektach:
 - Sklep internetowy wraz z czytelnią online norm dla Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.
 - Prototyp Internetowego Konta Pacjenta – program pilotażowy dla pacjentów diabetologicznych z południa Polski.
 - System anonimowej eskalacji problemów związanych z mobbingiem wykorzystywany m.in. w brytyjskim NHS czy francuskim Deezer.
 - Platforma esportowa CheckMate Gaming.
 - Systemy CRM dla klientów z Wielkiej Brytanii.

Dziękuję za uwagę

Heterogeniczne oddziaływanie na procesy
rozprzestrzeniania informacji w sieciach
społecznych



ispot.link/obrona