

研究成果報告書

研究テーマ (和文)	厳密計算アプローチを用いた定量化と評価によるネットワークの頑健性の追究		
研究テーマ (英文)	Exact computational approaches to measuring and evaluating network robustness		
研究期間	2019年 ~ 2020年		研究機関名 東京工業大学
研究代表者	氏名	(漢字)	
		(カタカナ)	ホルム ペッテル
		(英文)	Holme Petter
	所属機関・職名		
共同研究者 (1名をこえる 場合は、別紙追 加用紙へ)	氏名	(漢字)	
		(カタカナ)	
		(英文)	
	所属機関・職名		

概要 (600字~800字程度にまとめてください。)

ネットワーク科学が社会システム工学に資する主要トピックに“ネットワークのロバスト性”がある。本助成金の研究テーマは、ネットワークを堅牢にする機能を見出すための新たな計算方法を開発することであった。本研究を通じて、連鎖的な障害や攻撃からネットワークを保護する方法、堅牢なネットワークを設計する方法、既存のネットワークを最適に改善する方法について大きな進捗・成果を得て6報の学術誌に報告した。以下本研究で得られた代表的な2つの成果要旨を述べる。

成果の一つ目は、機械学習手法を使用し、エピデミックの蔓延に関連する重要なノードの最適な予測子をネットワークの中心性測定値の組み合わせに基づき構築したことである。得られた予測子は、個々の中心性の尺度よりもはるかに優れた敏感なノードを予測できることを示した (PLOS Comp. Biol. 16, e1008052 (2020))。

二番目の成果は、ネットワーク上での流行を防ぐための効率的なセンチネル監視戦略を示したことである。特殊なタイプの重要なノード、いわゆる「歩哨；ネットワーク上の動的システムが早期に到達するノード」について検討し、ネットワークが非常に不均一な次数分布を持つ場合、センチネルは（これらのノードが接続されていても）最高次数のノードの中になければならないことを示した。次数分布がより均一である場合、センチネルがネットワーク内で互いに遠くに分散していると有効であることを明らかにした (PLoS Comput. Biol. 15(11): e1007517)

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）						
雑誌	論文課題	Exit rights open complex pathways to cooperation				
	著者名	Chen Shen; Marko Jusup; Lei Shi; Zhen Wang; Matjaz Perc; Holme, P	雑誌名	Journal of Royal Society Interface		
	ページ	20200777	発行年	2 0 2 1	巻号	18
雑誌	論文課題	Susceptible-infected-spreading-based network embedding in static and temporal networks				
	著者名	Xiu-Xiu Zhan; Ziyu Li; Naoki Masuda; Holme, P ; Huijuan Wang	雑誌名	EPJ Data Science		
	ページ	30	発行年	2 0 2 0	巻号	9
雑誌	論文課題	Freedom of choice adds value to public goods				
	著者名	Shi, L; Romic, I; Ma, YJ; Wang, Z; Podobnik, B; Stanley, HE; Holme, P ; Jusup, M	雑誌名	PNAS		
	ページ	17516-17521	発行年	2 0 2 0	巻号	117 (30)
雑誌	論文課題	Beyond ranking nodes: Predicting epidemic outbreak sizes by network centralities				
	著者名	Bucur, D; Holme, P	雑誌名	PLOS Comput. Biol.		
	ページ	e1008052	発行年	2 0 2 0	巻号	16 (7)
雑誌	論文課題	Coupling the circadian rhythms of population movement and the immune system in infectious disease modeling				
	著者名	Du, ZW; Holme, P	雑誌名	PLOS ONE		
	ページ	e0234619	発行年	2 0 2 0	巻号	15 (6)
雑誌	論文課題	Universal evolution patterns of degree assortativity in social networks				
	著者名	Zhou, B; Lu, X; Holme, P	雑誌名	SOCIAL NETWORKS		
	ページ	47 -55	発行年	2 0 2 0	巻号	63
雑誌	論文課題	Free and freer XY models				
	著者名	Holme, P ; Gandica, Y	雑誌名	Phys. Rev. E		
	ページ	032311	発行年	2 0 2 0	巻号	101 (3)
雑誌	論文課題	Efficient sentinel surveillance strategies for preventing epidemics on networks				
	著者名	Colman, E; Holme, P ; Sayama, H; Gershenson, C	雑誌名	PLoS Comput. Biol.		
	ページ	e1007517	発行年	2 0 1 9	巻号	15 (11)

英文抄録 (100 語～200 語程度にまとめてください。)

A major topic where network science can contribute to social systems engineering is that of network robustness. The theme of this grant has been to develop new computational methods for finding what features of a network that makes it robust. Through the research, the PI have made two major progresses and achievements on how to protect networks from chain failures and attacks, how to design robust networks, and how to optimally improve existing networks.

The first outcome used machine learning techniques to build optimal predictors of important nodes with respect to epidemic spreading. These predictors are combinations of established "network centrality" measures. The machine learning methods show that a combination of such centralities can predict the sensitive nodes much better than individual centrality measures (PLOS Comp. Biol. 16, 2020).

Another one was on efficient sentinel surveillance strategies for preventing epidemics on networks. The PI studied a special type of important nodes, namely so-called "sentinels." These are nodes that dynamic systems on a network reach early. The PI shows that if a network has a very heterogeneous degree distribution (here "degree" means the number of neighbors of a node), sentinels need to be among the nodes of the highest degree (even though these nodes are connected). Otherwise, it is beneficial if the sentinels are scattered far apart from each other in the network (PLOS Comp. Biol. 15(11), 2019).