

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)

日本-アメリカ共同研究

終了報告書 概要

1. 研究課題名：

「スマートフォンを用いた緊急通信ネットワークの動的な構築・進化メカニズム」

2. 研究期間：2015年4月～2018年3月

3. 主な参加研究者名：

日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	王 軍波	准教授	会津大学	ビックデータ、ネットワーク
主たる共同研究者	程 子学	教授	会津大学	ビックデータ
主たる共同研究者	Song Guo	教授	会津大学(04/2015 - 09/2016)	ビックデータ、ネットワーク
主たる共同研究者	Neil Yen	准教授	会津大学	ビックデータ
研究参加者	Yilang Wu	研究員	会津大学	ビックデータ
研究参加者	Michael Meyer	研究員	会津大学	データネットワーク
研究参加者	佐藤 甲一	博士後期課程学生	会津大学	ビックデータ
研究期間中の全参加研究者数			17名	

アメリカチーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Krishna Kant	Professor	Computer & Information Sciences (CIS), Temple University	Smart Phone based ECN Big Data
主たる共同研究者	Jie Wu	Professor	CIS, Temple University	ECN, Big Data
主たる共同研究者	Slobodan Vucetic	Professor	CIS, Temple University	Big Data
研究参加者	Amitangshu Pal	Post Doctoral Fellow	CIS, Temple University	Smart Phone based ECN Big Data
研究参加者	Shanshan Zhuang	PhD Student	CIS, Temple University	Big Data
研究参加者	Jiacheng Shang	PhD Student	CIS, Temple University	ECN, Big Data
研究期間中の全参加研究者数			6名	

4. 共同研究の概要

大規模災害発生時、状況把握や救援等の緊急対応が極めて重要であり、通信インフラ損傷時に未損傷部分や専用通信器等を利活用した緊急通信網の構築は極めて重要な研究課題である。本研究は、日米の研究者が数多くの共同研究ゼミ、短期訪問、Skype会議など緊密な連携活動を通じて、研究内容や異文化理解を相互補完し、ビッグデータ分析や災害時緊

急通信網に関する理論や技術などを共同で多数提案、開発した。具体的には、日本側はビッグデータ解析の効率性・信頼性の向上を目的として、時空間ビッグデータ解析や、SNSビッグデータ解析による状況認識、切断された通信網の再接続等の研究を行った。また米国側は災害発生時のニーズに対応するため、これまでの研究成果に基づき、状況認識を可能とするビッグデータ解析技術、そしてスマートフォンによる緊急通信網の構築と最適化等の研究を行った。日米が異なる技術やデータを持っていたため、災害後の「データの内容より」、「時空間分布より」、「人の状況より」など様々な視点からデータ解析を行うことができた。また、我々日米共同研究チームは相互補完し、効率的な通信ネットワークの構築に関する理論やアルゴリズムなどを開発した。

5. 共同研究の成果

5-1 共同研究の学術成果

- (1) 時空間ビッグデータ解析は、データの時空間分布から有意な特徴を発見し、人間が把握できない状況をキャッチできるため、災害時の物資配分や救助方針の策定などに対して非常に重要な手法である。本研究は、時空間ビッグデータ解析の計算複雑性、データ処理の効率性などの重要な課題に取り組み、災害時における先進的な時空間ビッグデータ解析技術を開発し、日米災害データで検証した。
- (2) 本研究は、ビッグデータの解析により災害時の状況認識アルゴリズムを開発した。また、正確度を向上するため、災害関連単語のフィルタを設計し、6つの災害データを利用し検証した。さらに、より効果的な救援サービスを提供するため、被災者の動きなどの状況を無線電波から把握する手法を開発した。
- (3) 本研究は、スマートフォンによる緊急通信網の構築と専用通信機の配置、そしてその中のエネルギー効率性やカバレッジ確率などのQoE指標も考慮しながら、効率的な災害時通信ネットワークの構築のため様々な手法を開発した。
- (4) 本研究は、災害時の通信アーキテクチャを考慮し、被災地内に分散している計算リソースを効率的に利活用することができる分散的なビッグデータ解析基盤を提案し、その中のコアアルゴリズムなどを実際に開発した。

5-2 国際連携による相乗効果

本研究は、日米両国で多数の共同研究ゼミ、短期訪問、Skype会議などの緊密な連携活動を通じて、日米の技術・文化などを相互補完し、ビッグデータ解析や災害時緊急通信網に関する理論や技術などを多数開発した。また、共同開発、データの共有、共同実験など緊密な研究活動によって、日米の研究者の間に非常に強い信頼関係も構築した。さらに、多数の学生の参加によって、日米間の若い研究者のネットワークも構築された。これは将来、日本から国際的な視野を持つ次世代の研究者が数多く登場することを期待させる。

5-3 共同研究成果から期待される波及効果

本研究における研究成果は、世界的に著名な国際会議や学術誌に論文を多数掲載され、本研究分野への影響力が十分あると考えている。また、招待講演やSymposium、Workshopの開催を通じて、本研究プロジェクトの構想、成果などについて、世界中の研究者へ発信をした。さらに本研究成果は、災害時の状況把握、救助・医療等の緊急対応をはじめ、通信容量の要求が突発的に増加した際にも高効率な通信サービスを提供などにも用いられることができ、社会にも十分な影響力があると考えている。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
Japan—U.S.A Joint Research Program
Executive Summary of Final Report

1. Project Title :

「Dynamic Evolution of Smart-Phone Based Emergency Communications Network」

2. Project Period : April, 2015 ~ March, 2018

3. Main Participants :

Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role
PI	Junbo Wang	Associate Professor	University of Aizu (UoA)	Big Data, Emergency Communication Network (ECN)
Co-PI	Zixue Cheng	Professor	UoA	Big Data
Co-PI	Song Guo	Professor	UoA (04/2015 – 09/2016)	Big Data, Networking ECN
Co-PI	Neil Yen	Associate Professor	UoA	Big Data
Collaborator	Yilang Wu	Researcher	UoA	Big Data
Collaborator	Michael Meyer	Researcher	UoA	Big Data Networking
Collaborator	Kouichi Sato	PhD Student	UoA	Big Data
Total number of participating researchers in the project:				17

U.S.A-side

	Name	Title	Affiliation	Role
PI	Krishna Kant	Professor	Computer & Information Sciences (CIS), Temple University	Smart Phone based ECN Big Data
Co-PI	Jie Wu	Professor	CIS, Temple University	ECN, Big Data
Co-PI	Slobodan Vucetic	Professor	CIS, Temple University	Big Data
Collaborator	Amitangshu Pal	Post Doctoral Fellow	CIS, Temple University	Smart Phone based ECN Big Data
Collaborator	Shanshan Zhuang	PhD Student	CIS, Temple University	Big Data
Collaborator	Jiacheng Shang	PhD Student	CIS, Temple University	ECN, Big Data
Total number of participating researchers in the project:				6

4. Summary of the joint project

After disaster occurrence, it is very important to construct an emergency communication network (ECN) immediately for rescue services and know how this network evolves via situation awareness. In this project, researchers at US and Japan sites join together to study big data issues and how to construct an ECN through joint research seminars, short term

visits, and Skype meetings. Situation awareness is exploited through the twitter messages that relate to the disaster and corresponding needs for further information gathering and assistance. Specifically, researchers at the Japan developed novel solutions to deal with big data in a more efficient and reliable way and construct ECN by deploying movable BSs in the disaster area. Researchers at the US focused on algorithms for situational awareness, methods for localizing people and counting their respiration and heartbeat and integrating smart phones into ECN. Through mutual complementarities in the aspects of method investigation, different cultural/data/disaster experience, we have achieved a set of novel methods supporting spatial big data analytics, content analytics and analysis of human behaviors, and solutions to construct ECN efficiently and support ECN via big data analytics.

5. Outcomes of the joint project

5-1 Intellectual Merit

(1) Spatial big data analytics is very useful in a disaster scenario for situation awareness, and rescue resources can be deployed in a more suitable way after situation understanding from big data. In this project, we proposed novel solutions on improvement of computation complexity in spatial big data analytics, and achieving stable situation understanding from changing environment after the disaster occurrence. We evaluated our solutions in the real disaster related datasets from both Japan and US.

(2) Big data analytics is also very useful to understand situations after disaster. In this project, we have proposed several novel solutions on Crisis Relevant Tweets Filtering (Evaluated with 6 disaster related datasets), heterogeneous data analytics to enhance reliability, human behavior understanding, people localization using gestures/movements detected via WiFi channel, and so on.

(3) We have proposed a set of solutions for reconstruction of ECN via smart phones and movable BSs. In particular, we examined how a WiFi tethering based smartphone ad hoc network can accelerate the process of discovery of new devices in the vicinity and how to deploy Movable BSs.

(4) To make big data analytics more efficient in a disaster scenario, we have proposed several solutions on fog computing supported big data, which incorporates distributed computing into the big data analytics.

5-2 Synergy from the Collaboration

In this research project, we had very active collaboration activities in the form of joint research seminars at both countries, short term visits, Skype meetings, joint workshop proposal in other conferences and so on. The activities ensured our excellent collaboration in methodology investigation, joint development, data sharing and joint experiment. Also a reliable relationship between Japan and US researchers has been created through this project, and MoU between two universities have been approved to support our future collaboration. Meanwhile, postdoctoral fellows at both sides also made a good connection through the joint development and experiment in this project. Finally, a lot of students, especially from Japan site, joined this project. They are expected to be excellent international researchers in the future by mutually understanding the culture in two countries, and by making and keeping good connections with US researchers through this project.

5-3 Potential Impacts on Society

For academic society, we have a lot of research results published in good conferences/journals with high impact factor. We organized several talks and workshops to highlight the research on emergency communication networks and evolving of it by situation awareness through big data. For the human society, the research results can be applied to a wide range of applications, including rescue operation, healthcare, and tracking.

共同研究における主要な研究成果リスト

1. 論文発表等

*原著論文 (相手側研究チームとの共著論文)

全部査読あり

1. Y. Wu, K. Kant, S. Zhang, A. Pal, J. Wang, "Disaster Network Evolution Using Dynamic Clustering of Twitter Data", Proc. of US-Japan workshop at ICDCS conference, Atlanta, GA, June 2017.
2. J. Wang; S. Guo; Z. Cheng; P. Li; J. Wu, "Optimization of Deployable-Base-Stations with Guaranteed QoE in Disaster Scenarios," in IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 66 Issue 7, July 2017. DOI: 10.1109/TVT.2016.2630724

*原著論文 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文)

学術誌論文 (全部査読あり)

11 Selected Academic Journal Papers from Totally 15

1. J. Wang, Y. Wu, N. Yen, S. Guo and Z. Cheng, "Big Data Analytics for Emergency Communication Networks: A Survey," IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 18, no. 3, pp. 1758-1778, 2016. (Impact factor 17.18) DOI: 10.1109/COMST.2016.2540004
2. C. Chen, V. S. Tseng, H. Yu, T. Hong, Neil Y. Yen, "A GA-based Approach for Finding Appropriate Granularity Levels of Patterns from Time Series," International Journal of Web and Grid Services, 12(3), 217-239, 2016. doi>10.1504/IJWGS.2016.079159
3. D. Zeng, L. Gu, S. Guo, Z. Cheng, and S. Yu, "Joint Optimization of Task Scheduling and Image Placement in Fog Computing Supported Software-Defined Embedded System", IEEE Transactions on Computers, vol. 65, no. 12, December 2016, pp. 3702-3712. DOI: 10.1109/TC.2016.2536019
4. Z. Xu, W. Liang, W. Xu, J. Mike, and S. Guo, "Efficient Algorithms for Capacitated Cloudlet Placements", IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, vol. 27, no. 10, October 2016, pp. 2866-2880, DOI: 10.1109/TPDS.2015.2510638
5. Q. Xu, Z. Su, and S. Guo, "A Game Theoretical Incentive Scheme for Relay Selection Services in Mobile Social Networks", IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol. 65, no. 8, 2016, DOI: 10.1109/TVT.2015.2472289
6. G. Ghosha, S. Banerjee, Neil Y. Yen, "State transition in communication under social network: An analysis using fuzzy logic and Density Based Clustering towards big data paradigm," Future Generation Computer Systems, vol. 25, pp. 207-220, 2016, <https://doi.org/10.1016/j.future.2016.02.017>
7. J. Wang and Z. Cheng, "Optimal Deployment and Traffic Flows in Mobile Mesh Network after a Disaster", International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing, 25(1/2): January 2017
8. C. H. Liu, J. Zhao, H. Zhang, S. Guo, K. K. Leung, and J. Crowcroft, "Energy-Efficient Event Detection by Participatory Sensing under Budget Constraints", IEEE Systems Journal, Volume 11, Issue 4, pp. 2490-2501, 2017. DOI: 10.1109/JSYST.2016.2533538
9. M. Abdar, Neil Y. Yen**, "Design of A Universal User Model for Dynamic Crowd Preference Sensing and Decision-Making Behavior Analysis," IEEE Access, 5, pp. 24842-24852, 2017. DOI: 10.1109/ACCESS.2017.2735242
10. J. Huang, Q. Duan, S. Guo, Y. Yan, and S. Yu, "Converged Network-Cloud Service Composition with End-to-End Performance Guarantee", IEEE Trans. on Cloud Computing, Volume: 6, Issue: 2, pp. 545 – 557, 2018, DOI: 10.1109/TCC.2015.2491939
11. H. Lee, M. Abdar, Neil Y. Yen, "Event-based trend factor analysis based on hashtag correlation and temporal information mining," Applied Soft Computing (available

online February 24, 2018) <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.02.044>

国際会議論文全部 (全部査読あり)

7 Selected Conference Papers from Totally 13

1. Y. Wu, J. Wang, K. Sato and Z. Cheng, "Dynamic Spatial Clustering for Emergency Response based on Hierarchical-Partition Model", Proc. of ICBE 2016 | December 19-22nd, 2016 | University of Macau
2. K. Sato, J. Wang, and Z. Cheng "Detecting Real-time Events only using Tweets", Proc. of IEEE ISIC 2016, Athen, Greece, December 6-9, 2016
3. Q. Zang, H. Chan, P. Li, and S. Guo, Software-Defined Data Shuffling for Big Data Jobs with Task Duplication, Workshop on Data Science and Engineering, in conjunction with International Conference for Parallel Processing (ICPP), Philadelphia, USA, August 2016.
4. K. Sato, J. Wang and Z. Cheng, "Design of a Method to Support Twitter based Event Detection with Heterogeneous Data Resources," in 2017 IEEE 8th International Conference on Awareness Science and Technology, Nov. 8-10, Taiwan
5. Y. Wu, W. Putnam, J. Wang, Z. Cheng, "A Wireless Peer-to-Peer Broadcast Model for Emergency Vehicles Using Automotive Networking", IEEE SSCI 2016
6. Y. Wang, M. C. Meyer, J. Wang, and X. Jia, "Delay minimization for spatial data processing in wireless networked disaster areas," in 2017 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), pp. 1-6
7. M. C. Meyer, Y. Wang, and J. Wang, "Cost Minimization of Data Flow in Wirelessly Networked Disaster Areas", ICC2018, Kansas City, USA, 2018.

*その他の著作物 (相手側研究チームとの共著のみ) (総説、書籍など)
なし

- *その他の著作物 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など)
1. Shui Yu and Song Guo (Eds.), Book of Big Data Concepts, Theories, and Applications, Springer 2016.
 2. J. Wang, Y. Wu, H. Hsu and Z. Cheng, "Spatial Big Data Analytics for Cellular Communication Systems", Big Data Analytics for Sensor-Network Collected Intelligence, Book chapter, Elsevier.
 3. Y. Wu and J. Wang, "A Web-based System with Spatial Clustering to Observe the Changes of Emergency Distribution using Social Big Data", Behavior Engineering and Applications, Book chapter, Springer.

2. 学会発表

*口頭発表 (相手側研究チームとの連名発表)

発表件数 : 計 1 件 (うち招待講演 : 計 0 件)

*口頭発表 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)

発表件数 : 計 12 件 (うち招待講演 : 計 0 件)

*ポスター発表 (相手側研究チームとの連名発表)

発表件数 : 計 0 件

*ポスター発表 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)

発表件数 : 計 2 件

3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催

1. 主催者 : S. Guo, International Symposium of Big Data and Networking, the University of Aizu, 20 ~24 Jan., 2016, 参加者 : 30 人
2. 主催者 : S. Guo, L. Zhong, J. Wang, C. Wu, Resilient and Intelligent Emergency Systems & Communication Networks (RISCN) Workshop, The 14th International Conference on Wireless Communication and Mobile Computing IWCMC 2018, Cyprus June 25 — 29, 2018
3. 主催者 : S. Guo, J. Wang, K. Kant, The 1st Workshop on Collaborative Intelligence for Big Data joint with The IEEE Global Communications Conference 2018, Abu Dhabi, UAE, Dec. 2018

4. 研究交流の実績

【合同ミーティング】

1. 2016 年 1 月 19 日～2016 年 1 月 21 日 : 合同研究セミナー
テンプル大学、フィラデルフィア、アメリカ
2. 2016 年 3 月 11 日～2016 年 3 月 13 日 : 合同研究セミナー
会津大学、会津若松市、日本
3. 2016 年 7 月 24 日～2016 年 7 月 26 日 : 合同研究セミナー
会津大学、会津若松市、日本
4. 2017 年 3 月 9 日～2017 年 3 月 11 日 : 合同研究セミナー
テンプル大学、フィラデルフィア、アメリカ
5. 2017 年 6 月 5 日～2017 年 6 月 8 日 : 共同発表、研究打ち合わせ
JW Marriott Atlanta Buckhead Hotel、Atlanta、フィラデルフィア、アメリカ
6. 2017 年 8 月 5 日～2017 年 8 月 7 日 : 合同研究セミナー
テンプル大学、フィラデルフィア、アメリカ
7. 2017 年 12 月 19 日～2017 年 12 月 20 日 : 研究打ち合わせ、最終報告会での発表
コクヨホール、品川、東京
8. 2018 年 5 月 21 日～2018 年 5 月 22 日 : 研究打ち合わせ
Sheraton Kansas City Hotel、Kansas City、アメリカ
9. 両国のチームメンバーを交えて Skype 会議を基本的に月 1 回開催したが、開発進捗によって週 1 回の場合も多い。

【学生・研究者の派遣、受入】

1. 2017 年 7 月～8 月 : 日本から研究員 1 名が、2 週間相手研究機関に派遣した。

5. 特許出願

研究期間累積出願件数 : 0 件

6. 受賞・新聞報道等

1. Best Paper Awards: M. Z. Alam Bhuiyan and J. Wu, " Event Detection through Differential Pattern Mining in Internet of Things,," Proc. of the 13th IEEE International Conference on Mobile Ad hoc and Sensor Systems (IEEE MASS 2016), October 10-13, 2016.
2. Best Paper Awards: H. Zheng, W. Chang and J. Wu, " Coverage and Distinguishability Requirements for Traffic Flow Monitoring Systems," Proc. of the 24th IEEE/ACM International Symposium on Quality of Service (IWQoS 2016), June 20-21, 2016.

7. その他

該当なし