

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料
〔平成29年度研究進捗評価用〕

平成26年度採択分
平成29年3月15日現在

人・車両・異種インフラのマイクロモジュール連携による
超分散型時空間情報集約機構

Large-Scale, Tempo-Spatial Information Gathering
Mechanism over DTN-enabled Distributed Micro-modules

課題番号：26220001

東野 輝夫 (HIGASHINO TERUO)

大阪大学・大学院情報科学研究科・教授



研究の概要

本研究は、電話網やインターネット網が至るところで寸断される状況下で、事前に敷設されている無線基地局と臨時に敷設する無線基地局、救援車両などに搭載された無線通信機器と被災者が持つスマートフォンを知的に連携させ、都市街区で救助隊や被災者間で高信頼・高効率に情報伝達できるような情報センシング集約機構を開発することを目的としている。

研究分野：情報ネットワーク

キーワード：無線通信ネットワーク、災害支援、無線ネットワーク、群衆センシング

1. 研究開始当初の背景

地震や災害の多発する日本では「防災・減災」に資するICT技術の開発は重要な研究テーマの一つである。災害時には道路や建築物の損壊、道路の閉塞、被災住民の分布情報等を広域で迅速に収集することが求められる。しかし、インターネット網や電話網が寸断される災害状況下では、従来のパラダイムに基づく状況把握は機能せず、代替となる知的な情報集約機構が必要となっている。

2. 研究の目的

災害発生時でも利用可能且つ数万人規模の都市街区で救助隊や被災者同士が高信頼・高効率に災害関連情報を伝達できるような新しい情報センシング集約機構を開発する。システムは、事前に敷設されている無線基地局と救助隊が臨時に敷設する無線基地局、救援車両などに搭載される無線通信機器と被災者のスマートフォンを知的に連携させることで実現する。

3. 研究の方法

上記のような無線通信機器を、周辺環境を連続的にセンシング・理解できる「マイクロモジュール」として利用し、各機器が情報集約しながら相互通信することで、インフラに依存せず広範囲に渡った情報集約が可能となる機構を開発する。プロトタイプを開発し、地下街や大学キャンパスなどを対象に実証実験を行う。

4. これまでの成果

(1) ビルなどの屋内空間における個人や群衆

の高精度トラッキング技術（研究成果[1]など11件）

LIDAR センサーなどを用いた高精度トラッキング技術を開発し、位置誤差数 cm の高精度屋内群衆把握技術を実現している。センサーが多地点に設置された場合でも、誤差を考慮して実時間に移動体を検出する技術を開発し、海外企業の実オフィスへ導入するなど、技術を実用レベルに高めている。その実装はグランフロント大阪において延べ300万人以上が来場した展示スペース The Lab. で長期間にわたり一般展示し、その知見に基づく基調講演・招待講演等を実施している。また、加速度センサーとモバイルカメラ画像を組み合わせた端末特定技術も開発し、ソーシャルメディアと高精度トラッキングとのマッチングによる独創的な位置情報ベースの情報共有手法を提案している。

(2) 屋内・都市街区や公共交通機関におけるインフラ低依存型のトラッキングおよび状況理解技術（研究成果[2]など15件）

災害時を想定し、インフラへの依存度を低減するため、個人のスマートフォンの多様なセンサーや通信機能を活用した位置トラッキングや周辺混雑理解を実現する技術を開発した。提案技術は(3)の情報共有・集約技術のための重要なデータ生成手段となり、本研究開発の主題である非クラウド集約型都市モバイルセンシングへの直接展開が可能となる。提案技術は屋内外に加えて公共交通機関の状況把握などに直接活用できる実践的技術である。

(3) 車両センシングデータやモバイルセンシング情報の共有・集約技術 (研究成果[3]など 15 件)

車車間通信における信頼性低下要因の課題発見と車両間の情報共有を遅延耐性ネットワーク (DTN: Delay Tolerant Network) で効率よく行う手法の開発、コスト試算などを実施した。また、車車間通信とレーザーデバイスを用いた周辺車両の把握技術の開発も進めている。

(4) マイクロモジュール通信のための基地局最適化やエッジコンピューティング技術 (研究成果[4]など 13 件)

マイクロモジュールの上位概念となるエッジコンピューティング技術や情報流技術、その高効率な通信を実現するための基地局最適化技術に関する研究開発を行った。また、災害時の主力インフラとして期待が高い公衆 WiFi を対象とした通信効率化技術や、無線干渉対策に関する研究も行った。通信分野で国際的に著名な ACM SIGCOMM CCR 誌にエッジコンピューティングのビジョンを発表 (研究成果[5]) すると共に、招待講演やサーベイ論文の執筆を通してエッジコンピューティングや情報流技術の啓蒙を図った。

(5) DTN 上での計算基盤の実現技術と同基盤上で動作する災害地図の自動生成や安否確認等のシステムアプリケーション技術開発 (研究成果[6]など 9 件)

マイクロモジュールが局所的かつ断続的に接続される厳しい状況下でも動作する災害時アプリケーション基盤 (図 1) の実現を目指した研究を行った。基盤構築技術として、救助隊等の救助活動結果から得られる多数の時系列位置データから通行可能道路網を推量する技術や、国連の International Search and Rescue Advisory Group が定めた災害救助指針に基づいて作成した現実的シナリオで、救助隊の探索通行記録や災害状況撮影画像等を隊員間の DTN により計算ノードに集約して災害地図を推量する技術などの開発を行った。また、計算ノードの負荷

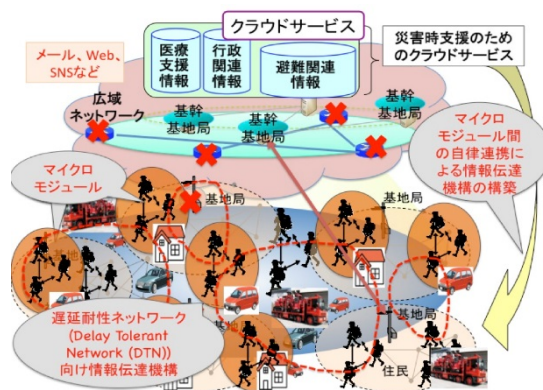


図1 遅延耐性ネットワーク上の情報伝達機構

不均衡を解消するため、巡回車両をデータフェリーとして活用し、区域を跨いだ地図共有と計算負荷平準化を実現し、全データ集約方式と比較して地図生成時間が 1/4 に短縮されることを確認した。

5. 今後の計画

開発した通信方式を開発用ライブラリとして実装し、一般公開することを目指す。また、同ライブラリを用いて、災害時向けの通信、情報集約アプリケーションを実装する。多数のマイクロモジュールを実験環境に配置し、十数名程度のモバイルユーザにより実験を行うことを計画している。さらに、イベント会場や観光名所などで活用可能な情報伝達基盤を構築することで、災害時のみならず平常時にも活用可能なシステムの実現を目指して研究を進める。

6. これまでの発表論文等

- [1] T. Higuchi, H. Yamaguchi and T. Higashino: "Trajectory Identification based on Spatio-Temporal Proximity Patterns between Mobile Phones", *Wireless Networks (Springer)*, Vol. 22, Issue 2, pp. 563-577 (2016).
- [2] Y. Noh, H. Yamaguchi and U. Lee: "Infrastructure-free Collaborative Indoor Positioning Scheme for Time-critical Team Operations", *IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics: Systems*, (2017) (in press). DOI: 10.1109/TSMC.2016.2615652
- [3] M. Elhamshary, M. Youssef, A. Uchiyama, H. Yamaguchi and T. Higashino: "Transit Label: A Crowd-Sensing System for Automatic Labeling of Transit Stations Semantics", *Proc. of ACM 14th Int. Conf. on Mobile Systems, Applications, and Services (MobiSys2016)*, pp.193-206 (2016).
- [4] H. Yamaguchi, A. Hiromori, T. Higashino, et al.: "Scalable and Robust Channel Allocation for Densely-Deployed Urban Wireless Stations", *Performance Evaluation Journal*, Vol.87, pp.74-91 (2015).
- [5] P. G. Lopez, A. Montresor, D. Epema, A. Datta, T. Higashino, et al.: "Edge-centric Computing: Vision and Challenges", *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, Vol.45, Issue 5, pp.37-42 (2015).
- [6] E. M. Trono, M. Fujimoto, H. Suwa, Y. Arakawa and K. Yasumoto: "Generating Pedestrian Maps of Disaster Areas through Ad-hoc Deployment of Computing Resources across a DTN", *Computer Communications*, Vol.100, pp.129-142 (2017).

ホームページ等

<http://www-higashi.ist.osaka-u.ac.jp/kaken-s/>