

山間部安否確認システムの IoT 化とその防災訓練に関する研究開発 (182203004)

A Study on Communication System and Emergency Drill for Disaster Rescue in Mountainous Area

研究代表者

梶田宗吾 株式会社スペースタイムエンジニアリング
Shugo Kajita Space-Time Engineering, INC.

研究分担者

前野誉† 山本寛†† 福見淳二††† 福本昌弘††††
Taka Maeno† Hiroshi Yamamoto†† Junji Fukumi††† Masahiro Fukumoto††††
†株式会社スペースタイムエンジニアリング ††立命館大学情報理工学部
†††阿南工業高等専門学校 ††††高知工科大学
†Space-Time Engineering, INC. ††Ritsumeikan University, College of Information Science
†††National Institute of Technology, Anan College ††††Kochi University of Technology

研究期間 平成 30 年度

概要

大規模災害発生時に携帯電話通信網が不通となり孤立する可能性のある山間部避難所と平野部の災害対策本部間で安否確認を行うため、LPWA 技術と蓄積運搬通信技術を組み合わせた防災情報システムを開発し、人命救助に寄与する。これと並行し、平時の定期的な防災訓練の実施により、システム維持管理や利用者の操作方法習得といった運用上の課題を解決するため、シミュレーション技術を活用して、少人数でも現実に即した防災訓練を可能とするシステムを開発した。

1. まえがき

我が国の地形は起伏に富み、山地・丘陵地を合わせた面積が国土の約 70%以上を占める。こうした地形的特性により、人が定住し活動可能な山間部は広く点在し、各集落の人口密度は低い。その結果として、土砂崩れなどの災害により、自力での対処が困難な程に地域が孤立する可能性が高い。孤立地域では、自衛隊のような外部からの救援が必要とされる一方で、安否情報が明確でない場合、出動指示を出すことができない。そのため、できるだけ早い出動判断を行い人命救助の機会損失を回避するべく、迅速な安否確認を可能とする仕組みが強く求められている。

山間部に無線通信による安否確認システムを構築するには、高低差のある地形や森林の電波伝搬への影響の考慮が必要がある。携帯網の活用が有望であるものの、山間部では設備が十分でなく不感地帯も多い。山間部での使用に耐えうる現行の防災システムとして、移動系防災行政無線などがあるが、高価な専用端末が必要な上、基本的に音声のやり取りに限定されている。こうした背景から、本研究開発では、電波伝搬環境が厳しい山間部をつなぐ通信手段の確立と、多様なデジタルデータを扱い多彩な用途に対応できるよう安否確認システムの IoT 化を実現した。

構築した安否確認システムの社会展開を見据えた場合、機能確認や維持管理、利用者の操作方法習得といったシステム運用上の課題解決が必須となる。本研究開発では、システムを実際に使った防災訓練の定期的な実施が最も直接的なアプローチとし、臨場感のある大規模訓練実施における開催費用・労力の大きさや開催頻度の限定性を減らすため、参加者が限られた状況でも大規模訓練と同等の体験が得られるよう、シミュレーション技術により構成される仮想空間と連携した訓練システムを実現した。

2. 研究開発内容及び成果

本研究開発では、[課題 1]電波伝搬環境が厳しい山間部における安否確認システムの IoT 化と[課題 2]仮想空間連携型のサイバーフィジカル防災訓練システムの構築という 2つの課題に分けて取り組んだ。

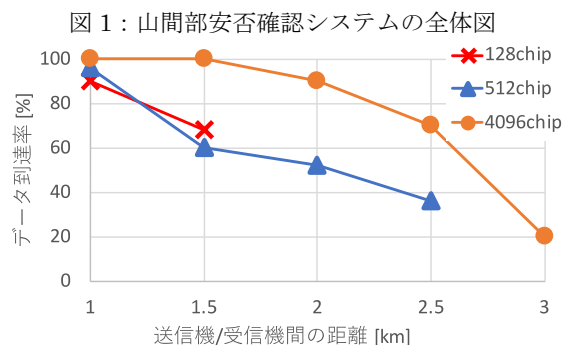
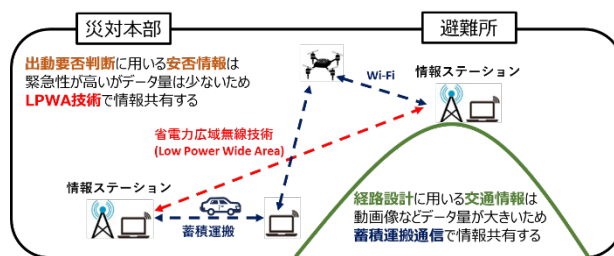


図 2 : 429MHz LoRa の測定実験結果

課題 1 について、図 1 に示すような山間部安否確認システムを構築した。まず、平野部と山間部を常時接続する通信基盤として、送信可能なデータサイズは小さいながらも通信事業者不要で数 km~数十 km の通信距離を実現する 429MHz LoRa を採用した。本研究開発では山間部を想定しているため、フィールド特徴が無線通信性能に与える影響を評価すべく、立命館大学びわこ・くさつキャンパス周辺にて、送受信機間に見通しがなく起伏のある地形で通信実験を実施した。図 2 の結果とデータ送信時間の知見に基づいて、後述する実証実験では通信モジュールの chip rate を 512chip とし、一度の送信データ量が 100byte になるように送信フォーマットを選定した。



図 3 : システムを搭載したドローン

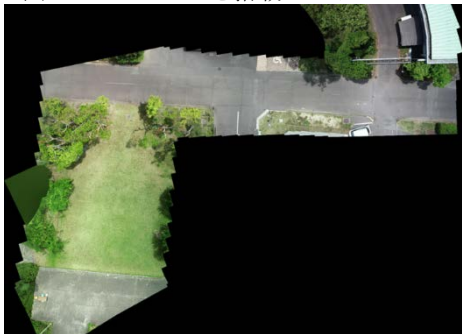


図 4 : 空撮画像から生成したマップ

山間部避難者が撮影した画像等は、現場を知る上で非常に有益な情報となるが、LoRa のみで送信することは現実的ではない。そこで、道路の通行可否に左右されないドローンを活用した蓄積運搬通信方式(図 1)を Raspberry Pi 上に実装した。図 3 に示すように、DJI Phantom4 Pro v2.0 に、Raspberry Pi Zero W + Camera V2、GPS モジュール(u-blox7)、バッテリー(cheero Canvas 3200mAh)を搭載している。ドローンのセンサやカメラを妨げないよう、専用の固定具を 3D プリンタで作成した。また、ドローンから得られる空撮画像は、被災地に向かう際に有益な情報になり得るため、OpenCV AKAZE(Accelerated-KAZE)特徴量を用いた画像間特徴点マッチングによる衛星画像に代わる地図データ作成(図 4)も実施している。

構築した山間部安否確認システムを用いた実証実験を 2018 年 12 月 8 日(土)に高知県香南市(夜須運動広場=山間部避難所、夜須庁舎=災対本部)で実施した。構築したシステムを図 5 に示す。図中に示す操作シナリオの策定は、課題 2 における過去の防災訓練(音声ベースの防災システムを用いた訓練)についてのヒアリングに基づいている。実験としては、スマートフォンで撮影した画像および撮影位置情報、テキストコメントを拠点にある Raspberry Pi に集約し、画像以外の情報を LoRa によって 1km 離れた災対本部へ送信できることを確認した。また、実際にドローンを飛行させ空撮画像を取得するとともに、Wi-Fi の通信範囲外からドローンを接近させることで蓄積運搬通信が可能であることを確認した。

課題 2 のサイバーフィジカル防災訓練システム(図 6)における仮想空間の実装について、香南市で実施した実証実験で取得したシステム操作結果・履歴に基づいて、LoRa 通信による緊急安否情報の共有(伝送遅延・電波伝搬)や伝達された情報が人が気付く・対応するまでに要する時間、ドローンのフライトモビリティを対象にモデル化を行った。定義したモデルを用いて、同システム上でネットワーク・マルチエージェントシミュレーションを実施し、仮想空間上で防災訓練の部分的な補完が可能であることを確認した。

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取組

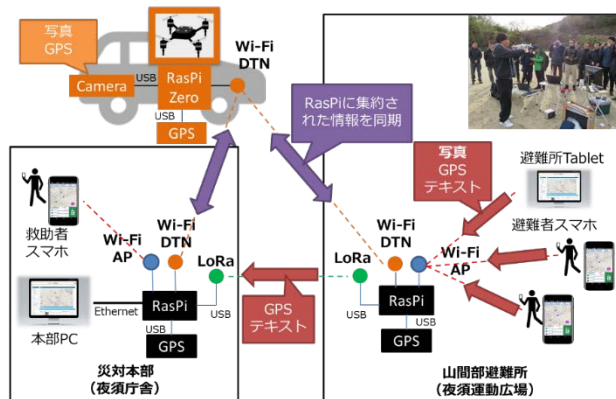


図 5 : 高知県香南市における実証実験



図 6 : システムインターフェース

今後の取り組みとして、サイバーフィジカル防災訓練システムについて、災害シミュレーション部分の拡張を推進する。南海トラフ巨大地震などの大規模災害に対する危機感が増すにつれて、被災時対応の経験の場として、防災訓練の重要度は日に日に増している。しかし、現場では防災訓練を企画する担当者が訓練シナリオを考えているのが現状であり、本研究開発成果を発展させ、誰も経験のない大災害であっても、シミュレーション技術を活用することによって、より現実的なものにする事が望まれる。

4. むすび

本研究開発では、山間部における電波伝搬の厳しさを考慮した Low Power Wide Area (LPWA) 技術と蓄積運搬通信技術を組み合わせた山間部安否確認システムを構築し、その実証実験を 2018 年 12 月に高知県香南市で実施した。また、このシステム構築と合わせて、平時の定期的な防災訓練の実施により、システムの維持管理や利用者の操作方法の取得といった実運用上の課題解決するため、本実証実験のシステム履歴を用いたイベントモデルとシミュレーション技術を活用して、少人数でも現実的に即した防災訓練を可能とするサイバーフィジカル防災訓練システムを構築した。

【誌上发表リスト】

- [1] 梶田宗吾、前野誉、守屋充雄、山本寛、福見淳二、福本昌弘、”山間部安否確認システムの構築とその防災訓練に関する検討”、電子情報通信学会 2019 年 総合大会講演 pp.424 (2019 年 3 月)
- [2] 竹本直樹、山本寛、梶田宗吾、”429MHz 帯 LoRa を活用した災害時通信システムの検討”、電子情報通信学会 2019 年 総合大会講演 pp.252 (2019 年 3 月)
- [3] 青木溪、福見淳二、梶田宗吾、”ドローンをを用いた災害情報運搬および空撮画像解析に関する検討”、電子情報通信学会 2019 年 総合大会講演 pp.188(2019 年 3 月)

【本研究開発課題を掲載したウェブページ】

https://www.spacetime-eng.com/jp/common/content/SCOPE_Chusho_181209