

LPWA を利用した災害時における安否情報共有ネットワークの検討 A Trial of an LPWA-based Shared Network for Safety Information in a Disaster Situation

町田 皓惟[†] 中川 泰宏[†]
Akitada Machida Yasuhiro Nakagawa

1. はじめに

近年、異常気象による災害が増加しており、インフラストラクチャーが寸断され、地域が孤立するような事例も多数報告されている。例えば、2019 年に千葉県を襲った台風 15 号では、広範囲で土砂崩れや倒木が発生したことで、大規模な交通網の寸断が起き、孤立する地域が生まれた。また、同時に大規模な停電も起きたことで、公共の通信網が機能を停止し、孤立した人々の安否情報を把握できないという状況も生まれた[1]。人命救助の観点から孤立地域における安否情報は、被災の程度に関わらず共有できることが望ましい。そこで本研究では、省電力で広範囲な通信が可能な LPWA を利用して、災害時において孤立地域の安否情報を迅速に取得する安否情報共有ネットワークを提案することを目的とする。本稿では、その第一段階として、交通の寸断が起きやすい山間部において LPWA の一種である LoRa を利用した通信範囲の確認と、事前検証用に中継機能を省略したシステムの概況について報告する。

2. 災害を踏まえた LPWA 通信方式の選定

災害時におけるネットワークシステムについては、様々な取り組みがなされている。例えば、高橋らは LPWA タグを用いて使用者の位置情報や安否情報をサーバへ集約し、解析を行った上でスマートフォンへ通知を行うなど、災害時にも利用可能な IoT システムを開発している[2]。しかし、公共の通信網も利用するため、通信網の寸断が起こりうる災害には適さない場合がある。本提案では、ネットワーク全体を LPWA で構築し、公共の通信網から独立することでこの問題に対応する。

山間部では倒木や土砂崩れの影響で復旧に時間がかかることから、長時間の電力遮断に対応できる必要がある。実際の安否確認の単位は自治会等の行政区単位となるため、これらの規模に応じたネットワークシステムを構築する必要がある。そのため、設置の自由度から、免許が不要な規格であることが望ましいと考えられるため、特定小電力無線規格でありながら長距離通信に対応した LPWA を用いることとした。LPWA の代表例として、Sigfox、ZETA、LoRa が挙げられる。Sigfox は最大 50km 程度、ZETA は最大 10km 程度と、十分な通信距離を有しているが、通信速度が低速となる。また、Sigfox は国内でサービスを展開しているのが一事業者のみのため、実装において制約が多くなることが懸念される。ZETA はマルチホップ機能が実装されているなど利点はあるが、ホップ数が最大 4 ホップのため距離によってはエリアをカバーできない恐れがある。LoRa は最大 10km 程度の伝送距離を持っており、通信速度も他の通信規格と比べて高いという利点がある。また、独自にルーティングプロトコル等を開発することも可能なため、通信網構築に際し自由度が増す。以上の理由から、本研究では通信方式に LoRa を利用している。

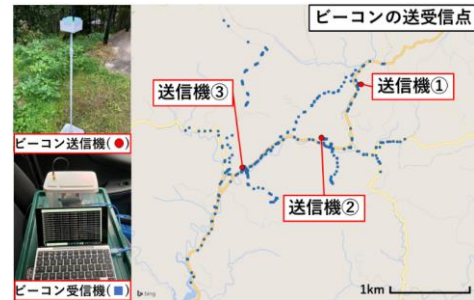


図 1 山間部における LoRa 通信実験結果

3. LoRa を利用した山間部における通信実験

地域が孤立する要因として、災害によって発生する倒木や土砂崩れなどがあげられる。これらは山間部で発生することが多い。日本における LPWA の周波数は 920MHz 帯であり、直進性が高いことから、障害物の影響も考慮に入れる必要がある。そのため、本システムを構築する前に山間部の集落を対象に LoRa の通信範囲を測定する実験を行った。測定場所は、千葉県で最も標高の高い南房総市丸山地域に属する大井地区となっている。山間部での通信実験の結果を図 1 に示す。実験の目的は LoRa 方式による安否情報共有ネットワーク構築の実現性を確かめることである。実験は 3 か所にビーコン送信機を設置し、送出された電波を道沿いに移動しながらビーコン受信機で受信し、受信地点を記録するという方法で行った。送受信機は制御用マイコンとして Arduino MEGA 2560 を利用し、通信モジュールとして Kiwi Technology 社の LoRa 評価ボード ADB922S-L を利用した。また、受信機には位置情報を取得するために GYSFDMAXB という GPS モジュールを搭載している。この実験における通信条件は、周波数 923.6MHz、送信電力 20mW、拡散係数 12、帯域幅 125kHz とした。実験の結果、山間では樹木や地形の影響から、通信距離が 400m 程度であったが、道沿いの比較的開けた場所では、1900m 程度の距離まで通信を行うことができた。自治会を構成する行政区の範囲は、地域差はあるが一般的に数 km の範囲に収まるため、マルチホップと併用することで、地域全体をカバー可能なネットワークを構築できると考える。

4. 安否情報共有ネットワークシステムの概要

ここでは、先の実験結果を受けて構築した安否情報ネットワークシステムの説明を行う。このシステムの構成図を図 2 に示す。本ネットワークシステムは、在宅避難者の安否情報を避難所と共有するため、家屋に設置された端末から安否情報を送信し、避難所に設置された端末でその安否情報を取得する。本ネットワークシステムは小型コンピュータ Raspberry Pi3 Model B+ と、LoRa 通信方式を採用した通信モジュール Arduino MKR WAN 1310 で構成されている。さらに、衛星安否確認サービス Q-ANPI と安否情報の連携

[†] 千葉工業大学 Chiba Institute of Technology

を取れるようにすることで、被災地域での情報共有にとどまらず、全国規模での安否情報の検索が可能となる。

4.1 避難所・家屋間ネットワークの構築

ここで提案するネットワークシステムは、主に二つのモジュールから成り立っている。一つ目は、家屋に設置し、在宅避難者の安否情報を発信するための端末在宅避難ユニット、二つ目は、発信された安否情報を避難所で受信するための端末避難所ゲートウェイである。以下、これら二つのモジュールを中心に説明を行う。

4.1.1 在宅避難ユニット

在宅悲嘆ユニットとは、在宅避難者の安否情報を送信する機器で、家屋に設置する。機器構成はマイコンが内蔵された通信モジュールのみで、三つのボタンと LED が用意されている。ボタンにはそれぞれ「在宅避難中」、「要支援」、「要救助」のステータスが割り振られており、ボタンを押した際に対応した LED を点灯することで、在宅避難者の状態が確認できるようになっている。また、これらのボタンが押される状況は緊急性を伴っていると考えられるため、ボタン押下と同時に安否情報が送信される仕様とした。加えて、ボタンはステータスのオンオフが切り替えられるトグル式とし、複数ステータスが同時に管理できるようになっている。在宅避難ユニットが送出するパケットは、送信元情報と宛先情報が格納されている Source ID, Destination ID のそれぞれの ID と、パケットの種類を格納する Packet Type、ステータス情報を格納する Data の 4 つのフィールドから構成されている。

4.1.2 避難所ゲートウェイ

避難所ゲートウェイとは、避難所に設置し、在宅避難ユニットから送信された情報の受信及び表示、後述の Q-ANPI との連携を行う機器である。この機器は小型コンピュータと通信モジュールで構成されている。まず、通信モジュールで受信した在宅避難者の安否情報を小型コンピュータが受け取り、Source ID と名簿データを照合する。これにより誰の家で在宅避難ユニットが操作されたかがわかる。続いて、ステータス情報を読み出し、それをモニターへパケット受信時刻と名前と共に表示する。これによりいつ、どこで、どのような状況になっているのかということと離れた避難所で知ることができる。加えて、要支援メッセージを受信した際はパトランプの点灯を、要救助メッセージを受信した際はパトランプの点灯とブザーの鳴動を行うことで、人間の五感に訴えかけ、より直感的に状況の把握ができるようにしている。また、前述の小型コンピュータで、Q-ANPI と連携することで、より大きな全国規模のプラットフォームでの、安否情報の共有も可能とした。



図 3 防災訓練における実験風景

4.1.3 衛星安否確認サービス Q-ANPI との連携

Q-ANPI とは、準天頂衛星システムみちびきを利用した実証実験を行っている衛星安否確認サービスである。避難所情報や安否情報を集約し、インターネット上からの情報検索を可能にする情報システムで、災害時における救難活動や個人の安否確認において活用が期待されている[3]。また、インターネットを利用するという特性上、全国規模での情報共有が可能である。そのような、プラットフォームに本研究のネットワークを接続することで、コミュニティ規模から、全国規模まで情報共有能力を拡張することが可能となる。

4.2 防災訓練における実験

本ネットワークシステムの通信実験を、2022 年 10 月 30 日に催された 2022 年度 第 2 回大井区防災訓練において行った。実験内容は、在宅避難ユニットと避難所ゲートウェイの対一による通信の検証である。この時の通信実験における通信条件は、周波数 928MHz、送信電力 20mW、拡散係数 7、帯域幅 125kHz とした。防災訓練における実験風景を図 3 に示す。この実験を通して、山間の環境でもネットワークシステムが動作することを確認した。対一での通信距離は 500m 程度と短いものの、マルチホップ化を行うことで地域全体をカバー可能なネットワークを構築できると考える。また、Q-ANPI と情報連携を行い、衛星安否確認サービス上で個人安否情報を検索することができた。

5. おわりに

実験の結果、遠隔からの安否情報を取得することができた。ただし、対一の通信では地域全体をカバーすることは不可能なため、ネットワークのマルチホップ化が必須となる。また、山間部という電波の届きに行く環境下ではあるが、家屋は一般的に、比較的開けた環境の道沿いに位置しており、良好な通信環境を得られるため、地域全体をカバーするネットワークの構築が十分に可能であると考えられる。今後は機能のブラッシュアップに加え、システムのマルチホップネットワーク化を行っていく予定である。

参考文献

- [1] 内閣府(2019 年 9 月 10 日)『令和元年台風第 15 号に係る被害状況等について(令和元年 9 月 10 日 7 時 30 分現在)』, 26p
- [2] 高橋 大夢, 内海 朋成, 千葉 慎二, “LPWA のメッシュネットワークを用いた災害時でも利用可能な地域見守り IoT システム”, 第 82 回全国大会講演論文集, pp. 295-296, (2020).
- [3] 衛星安否確認サービス「Q-ANPI」, https://qzss.go.jp/overview/services/sv09_q-anpi.html, 2023 年 6 月 15 日閲覧



図 2 安否情報ネットワークシステム構成