

## 音響データハイディングと UAV による防災情報伝達システムの基礎的検討

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○稲垣 亮

群馬工業高等専門学校 正会員 木村 清和, 先村 律雄, 井上 和真

東京工業高等専門学校 非会員 小嶋 徹也

株式会社 アイ・ディー・エー 正会員 宮下 貴位

## 1. はじめに

2019年の台風15号や台風19号による災害で、大規模停電に加えて、情報通信ネットワークに障害が発生した。災害時に住民に向けて自治体などが情報提供を行う手段は、図1<sup>1)</sup>に示すように情報通信ネットワークが利用できる場合は、Lアラートを介しての緊急地震速報やデータ放送、インターネットを利用したSNS等がある。しかし、通信が途絶した場合、防災行政無線、TV、ラジオ放送以外の手段は利用できなくなり、住民への情報提供を行う手段が非常に限られる。小嶋らは、音響データハイディング（以下、音響DH）を用いてサイレン音に情報を埋め込み、これをスピーカーで放送することで詳細な防災情報を伝達するシステムを提案<sup>2) 3)</sup>しているが、屋外の防災無線基地局のみでは設置済みの局間の距離が長いため、音波が減衰し十分な情報伝達ができない問題がある。そこで、本研究では機動性・可搬性に優れたUAVと音響DHを融合することで、災害時における情報伝達技術の確立について検討したものである。

図1 防災情報提供と安否情報収集・確認の手段<sup>1)</sup>

## 2. 音響DHとUAVによる防災情報伝達システム

音響DHとUAVによる防災情報伝達の手順を示す。

- ① スピーカーの付きUAVから発する音声に、音響DHを用いて防災情報を埋め込む。
- ② スピーカーから音声を放送し、大気中をアナログ伝送する。

- ③ スマートフォン等の端末のマイクで音声を受信し、アプリで防災情報を抽出し、端末の画面に表示する。本提案手法のメリットとして、情報通信ネットワークを利用しないため通信途絶時に活用できること、防災情報が文字などの視覚情報として残るため聴覚障害者にも正確に届けられること等が挙げられる。提案する防災情報伝達システムの概念図を図2に示す。



図2 提案する防災情報伝達システムの概念図

## 3. UAVの飛行実験による提案システムの適用性の検討

## 3.1 飛行実験の概要

UAVの飛行によるバッテリー消費量とスピーカーの使用によるバッテリー消費量を計測し、提案システムの適用範囲の検討を行う。スピーカーを有するUAVであるDJI社製のMavic2 Enterpriseを対象に実験を行った。まず、UAVの離着陸地点から0.5, 1km離れた地点に地上基準点を設置し、高度20mを保ち、急激な電圧低下につながるような急上昇、急加速を行わずにUAVを往復させた。地上基準点に到達後は付近を2周旋回させ、地上基準点では5分間ホバリングを行った。図3に飛行実験のルート図と地上基準点を示す。スピーカーの使用によるバッテリー消費量への影響を調べるために、屋内でUAVに搭載したスピーカーからサイレン音を流した状態と流していない状態でそれぞれ5分間ホバリングさせた。なお、屋外実験では実験中の気温は12.6~14.0℃、最大風速4.6mであった。屋内での実験では実験中の気温は6.3~7.0℃であった。

キーワード 音響データハイディング, 防災情報, UAV, 飛行実験

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580 群馬工業高等専門学校 TEL: 027-254-9176 E-mail: kkimura@cvt.gunma-ct.ac.jp



図3 飛行実験のルートと地上基準点(Google マップに加筆)

3.2 飛行実験の結果に基づく適用範囲の検討

操作方法による UAV のバッテリー消費量の比較を図 4 に、スピーカーの使用の有無による UAV のバッテリー消費量の比較を図 5 に示す。図 4, 図 5 の縦軸のバッテリー消費量は初期のバッテリー容量と飛行時間時のバッテリー残量の差とする。図 4 に示すようにバッテリーの消費量は飛行移動やホバリングなどの飛行行動に関わらず直線的に増加していった。このことから UAV のバッテリー消費量は飛行中の行動に関わらず飛行時間に比例して増加していくと考えられる。手動飛行と自動飛行によるバッテリー消費量への影響はほとんどみられなかった。図 5 に示すように、スピーカーを使用することで 1.08 倍の速さでバッテリーを消費すると考えられる。適用範囲を決定する条件として、参考文献 4) の事例を踏まえ安全に UAV を帰還させるためにバッテリー残量を 30% と定める。避難所などの目的地付近では 100 秒間の旋回と 300 秒間ホバリングを行い、その間スピーカーの使用を仮定する。また、目的地までは自動飛行とし、実験によって得られた自動飛行中のバッテリー消費量は回帰式に従い、スピーカーの使用中は 1.08 倍とする。想定した条件によるバッテリー残量の推移を図 6 に示す。その結果 UAV は約 17 分 30 秒間活動できると考えられ、適用範囲は飛行速度 20km/h で片道 1.8km の範囲となる。

5. 音響 DH と UAV の併用による活用方法の提案

音響 DH と UAV の併用によって長期停電時に音響 DH の活用範囲を広げることが期待できる。防災行政無線の移動局としては車両に搭載されたものが一般的であるが、UAV を用いることで車両では立ち入ることのできない孤立した地域での情報提供が可能になる。方法を以下に示す。

- ① 災害発生後、孤立した地域から 1.8km 以内の距離まで車両などにより UAV を運ぶ。
- ② UAV を孤立した地域まで飛行させる。
- ③ 孤立した地域において、UAV に搭載したスピーカー

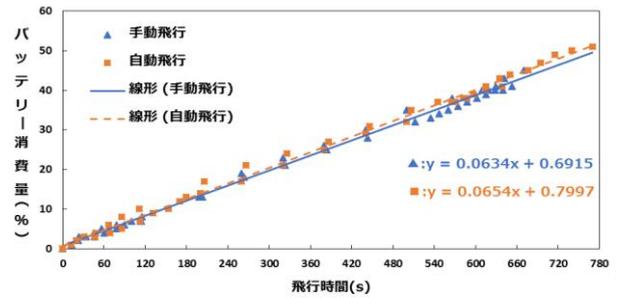


図 4 手動飛行と自動飛行のバッテリー消費量の比較

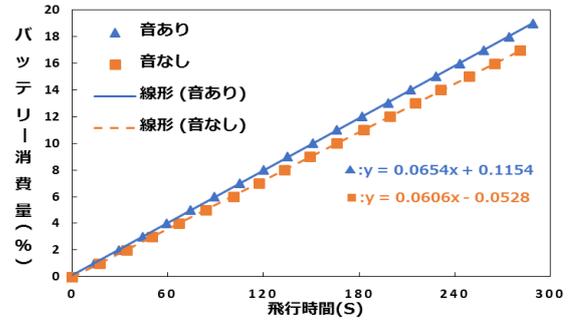


図 5 スピーカーの使用時のバッテリー消費量の比較

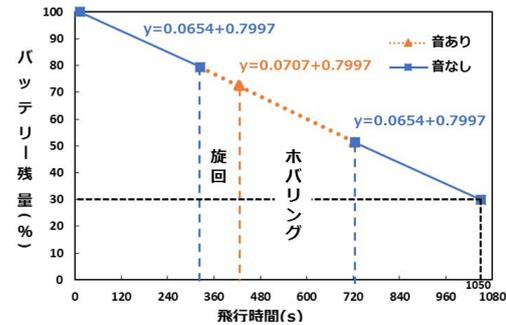


図 6 バッテリー消費量の予測

から住民に向けて音響 DH により防災情報を埋め込んだ音声を通し、可視化して届ける。

埋め込む情報としては、ライフラインの復旧や物資の配給や犯罪などの生活に関わる情報<sup>5)</sup>を本システムによって発信することが予測される。

謝辞

本研究は、国立高専機構 研究ネットワーク形成事業のご支援の下、遂行いたしました。

参考文献

- 1) 耐災害 ICT 研究協議会：災害に強い情報通信ネットワーク導入ガイドライン第 2 版，2018 年 6 月
- 2) 佐田，小嶋，音響データハイディングを用いた防災無線システムの改良，信学技報，vol.117，no. 476，EMM2017-88，pp. 55-60，2018 年 3 月
- 3) 池口，城定，小嶋：音響データハイディングに基づく防災放送に関する一考察，信学技報，vol. 119，no. 307，EMM2019-82，pp. 11-14，2019 年 11 月。
- 4) 新井，菅原，平嶋，北村，落合：冬期 UAV 計測の現地検証調査，2019 年度砂防学会研究発表会概要集，pp708-709，2019 年 5 月
- 5) 内閣府：大規模災害発生時における情報提供のあり方に関する懇談会 報告書，2007 年