

## F1-5

## 災害発生時における Wi-Fi・Bluetooth 等を用いた被災者捜索手法について

## A study on the Victim Search Method Using Wi-Fi, Bluetooth in the Event of a Disaster

○瀬川大貴<sup>1</sup>, 佐田達典<sup>2</sup>, 江守央<sup>2</sup>, 笹野拓海<sup>3</sup>\*Daiki Segawa<sup>1</sup>, Tatsunori Sada<sup>2</sup>, Hisashi Emori<sup>2</sup>, Takumi Sasano<sup>3</sup>

Abstract : Japan is one of the most disaster-prone countries in the world, with a large number of casualties when disasters occur, and the number of natural disasters and damage is increasing every year. In recent years, communication methods such as Wi-Fi and Bluetooth have been used to search for disaster victims and are considered to be effective. In this paper, we will organize these methods. In addition, we clarify the relationship between RSSI values and distance, and conduct basic experiments on the assumption that UAVs are used to search for smart phones, and consider the possibility of using UAVs to search for victims.

## 1. はじめに

近年、日本では多くの自然災害が発生しており防災への意識が高まりつつある。また、日本のスマートフォンの所有率は高く、災害時の被災者捜索にスマートフォンを用いることは有効な手段だと考えられており、世界各国でこのような実験が行われ既に活用されているものも多く存在する。本稿では、災害時の被災者捜索支援に関する研究や取組みについて整理するとともに、Bluetooth を用いた基礎的な実験について報告する。

## 2. 先行研究

UAV からの端末の位置推定の研究としては、スイス連邦工科大学で Wi-Fi 信号を検知できるセンサ、携帯電話の位置を特定するためのシステム並びに UAV の開発が進んでいる<sup>[1]</sup>。実験ではスマートフォンを誤差 10m 以内で特定できたものの 10m 四方の範囲を手で捜索するのはあまり現実的ではなく、より高い精度が期待されている。

また、セルラードローンを用いた物資輸送、および映像の研究としては、株式会社 NTT ドコモとイームズロボティクス株式会社が実証実験を行なっている<sup>[2]</sup>。実験内容は、ドローンとセルラードローン用通信デバイスを活用し、遠隔監視と広域リアルタイム映像転送により新たな防災インフラの検証をするというものである。

さらに基地局が被災した際の位置情報推定に関する研究としては、KDDI 株式会社と株式会社 KDDI 総合研究所、ソフトバンクなどが UAV を用いた「無線航空機型基地局」や「ドローン無線中継システム」の実証実験が行われている<sup>[3,4]</sup>。実験内容としては、ドローンの機体に Wi-Fi 通信システムを搭載し、携帯の Wi-Fi 機能を使い信号を検出し携帯電話の位置を推定すると

いうものである。

最後に Bluetooth を用いた端末の位置推定の研究に関しては、佐藤ら<sup>[5]</sup>の「Bluetooth の電波強度を用いた位置推定方式の検討」の中で、歩行者の現在位置の情報を提供するシステムの研究がなされている。佐藤らの実験では、対象とする端末が電波強度（以下 RSSI 値）より算出された位置から近い場所で約 3~6m の場所に存在した。この誤差の要因として RSSI 値の取得回数を制限したことがあげられている。そこで、RSSI 値が適切でないものを取り除くことで推定される位置の精度が向上した。

## 3. 実験概要

本研究では、UAV からのスマートフォン捜索を想定し、Bluetooth の RSSI 値とセンサ・端末間距離の関係性を明らかにし 2 次元、3 次元での位置特定実験を行う。場所は日本大学理工学部船橋キャンパスのマイクロデバイスセンター付近とする。

## (1) RSSI 値と距離の関係

スマートフォン 1 台、センサ端末 1 台を用いて RSSI 値と距離の関係性を把握する。センサとなる端末を三脚に固定し、0m から RSSI 値の変化が見られなくなるまでスマートフォンを遠ざけながら各距離での RSSI 値を取得する。Figure 1. に実験のイメージ図を示す。

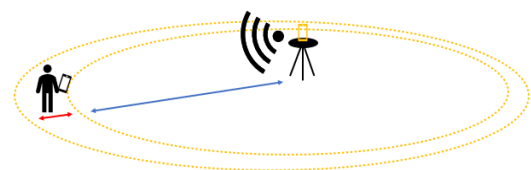
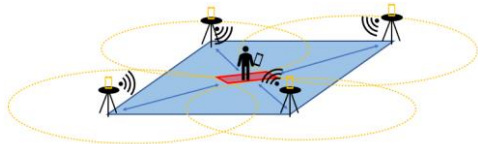


Figure 1. Image of experiment

## (2) 2次元位置推定

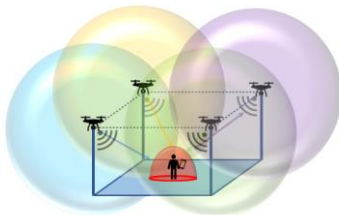
スマートフォン1台, センサ端末4台を用いる. センサとなる端末を三脚に固定し正方形の頂点部分に配置する. そして, RSSI 値を取得し(1)に示した計測結果をもとに最小値, 最大値の二重円を描き, 共通部分の中で最も共通部分の多かった部分をスマートフォンの位置とする. **Figure2.** に2次元位置特定のイメージ図を示す.



**Figure2.** Image of experiment

## (3) 3次元位置推定

UAV の飛行を想定し, (2)のセンサ端末を長い棒に取り付け検証を行う. 取得した RSSI 値の最小値, 最大値をもとに二重の球を描き, 共通部分の中で最も共通部分の多かった部分をスマートフォンの位置とする. **Figure3.** に3次元位置特定のイメージ図を示す.

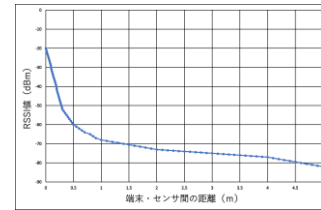


**Figure 3.** Image of experiment

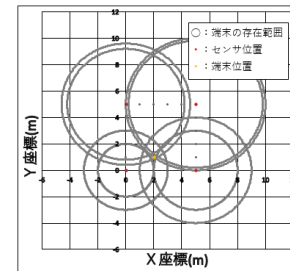
## (4) 基礎実験

RSSI 値と距離の関係性を明らかにするために(1), (2)の簡易的な実験を行った. 実験概要は前述の実験同様であり, 端末は iPhone8 plus, iPhone SE(Gen2)を使用した. 以下にその結果を示す.

**Figure 4.** に示すように, RSSI 値と端末・センサ間の距離には一定の相関があり 5m 程度までは RSSI 値に変化が見られたため, 今回の実験では 5m 四方の正方形内部での位置特定を行った. その結果を **Figure5.** に示す. **Figure5.** に示すように端末・センサ間の距離が近い場合は最小値, 最大値の差が大きく算出される端末位置のばらつきが大きい, 端末・センサ間の距離が長くなるにつれて最大値・最小値の差が小さくなり, よりの確に端末位置を算出することができている. したがって, Bluetooth を用いて測位を行う場合, 端末とセンサは一定間隔を取った方がより正確な位置を算出することができるがわかる.



**Figure 4.** Relationship between RSSI value and distance



**Figure 5.** Terminal coordinates calculate from RSSI

## 4. おわりに

3章の結果から RSSI 値と距離の関係が明らかとなったので, UAV でスマートフォンの RSSI 値を取得し位置推定を行う場合, 一辺 5m の立方体内でのスマートフォンの位置特定は可能であると考えられる. 今後, センサ位置, 周辺環境など変化させ比較検証を行い UAV の飛行速度, 編隊飛行時の機体同士の間隔などについて考察する予定である.

## 参考文献

- [1]DRONEBORG : 災害時に被災者の Wi-Fi を検知して検索するドローン  
<<https://www.borg.media/wi-fi-disaster-victim-drone-system/>> , (入手 2020.10.20)
- [2]株式会社 NTT ドコモ:セルラードローンを用いた物資輸送, および映像の実証実験について  
<[https://www.nttdocomo.co.jp/info/notice/kyushu/page/181011\\_00.html](https://www.nttdocomo.co.jp/info/notice/kyushu/page/181011_00.html)> , (入手 2020.10.20)
- [3]KDDI 株式会社: 無人航空機型基地局について  
<<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2019/03/01/3645.html>> , (入手 2020.10.20)
- [4]ソフトバンク株式会社: 「ドローン無線中継システム」について  
<[https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2020/20200831\\_02/](https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2020/20200831_02/)> , (入手 2020.10.20)
- [5] 佐藤智美, 小宮山哲, 下田雅彦, 劉渤江, 横田一正: Bluetooth の電波強度を用いた位置推定方式の検討, 第3回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム 論文集, B9-4, (2011.2.)