

# ドローンを用いた災害時の通信インフラの実装と評価

佐々木 康德† 松澤 智史‡ 武田 正之‡

東京理科大学大学院 理工学研究科 情報科学専攻†

東京理科大学 理工学部 情報科学科‡

## 1. 研究背景

スマートフォンやタブレット端末などでモバイル通信を行う際、基地局を経由して別の端末に接続している。

しかし、自然災害や事故により、基地局の倒壊やケーブルの断線や帯域圧迫が発生し、図1のように通信経路が遮断される可能性がある。また、車載型無線基地局の設置 [1] や、無線の中継を行う気球の配置が挙げられるが、災害により地盤が不安定となった場所や山間部などに、人が直接移動して小型基地局となるものを設置することは困難である。

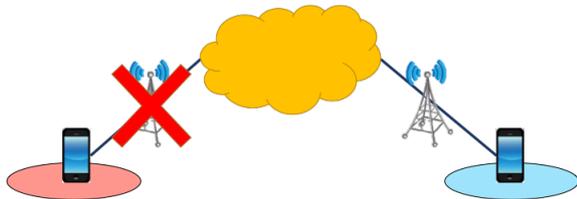


図 1: 災害時における通信経路の切断

また、マップ中央にドローンが集まることで、通信経路の冗長化を実現した。

しかし、ドローンの数が少ない状態では、そもそもエリア間の通信ができない。また、図2では、マップ中心にうまくドローンが集まっているように見えるが、これは複数のエリアの重心方向に、ドローンが向かうように力をかけ続けているため、結果としてドローンの行動を制限している。

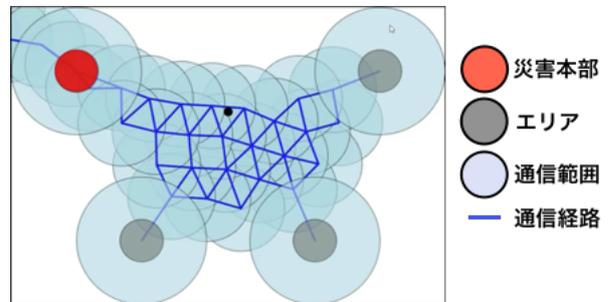


図 2: ドローンを用いたネットワーク構築

## 2. 関連研究

### 2.1 無人航空機 (UAV) を用いたネットワーク構築

UAV を用いたマップ探索及びネットワーク構築については、斎藤らの研究 [2] がある。

この研究では、電気自動車 (EV) と UAV の組を、情報収集及び通信の中継機として展開している。地区の中央に EV を配置し、UAV は割り当てられた地区内だけを飛行し、周辺の UAV とマルチホップ通信による伝播を行う。これにより、周辺の UAV と情報を共有しながら被災者の情報を収集する。

この手法では、EV の移動制約が考慮されておらず、先に述べた背景のような災害時には車両の進入が不可能な場合が存在し、指定された地区の探索が困難な場合がある。また、分割した地区数だけ EV と UAV の組数が必要となるので、災害時という状況を考慮すると使用機材数が現実的ではない [3]。

### 2.2 ドローンを用いたネットワーク構築

また我々は、ドローンを用いて災害本部と複数の被災地 (エリア) 間での通信経路の構築を行った [4] (図 2)。

この手法では、ドローンにエリアの位置情報を与えて飛ばすだけで、ネットワークの構築が可能である。

## 3. 目的

上記の問題点を解消すべく、ドローンの滞空・移動機能を活用することで、人が現地に直接向かう必要性を無くし、また土地の影響を受けずに空中でネットワークを構築する手法の提案と評価を行う。ここでは、ドローンの使用台数に依らずに、災害本部と被災者間での通信を実現する手法の実装する (図 3)。

従来の手法では、災害本部とエリア間だけの通信を行うものだったが、それら以外の地域にも逃げ遅れた人々が存在する可能性がある。それらの地域の人々が通信を行えるよう、ドローンの移動に特徴を持たせる。

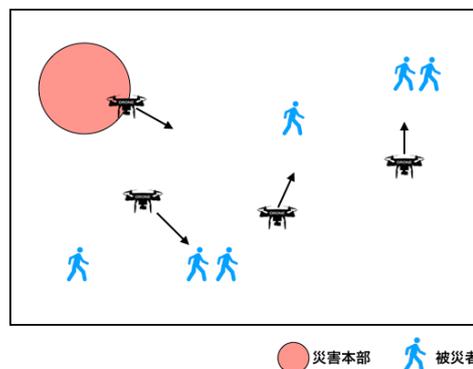


図 3: 研究目的の概要図

The implementation of wireless communication using drones at the time of disaster and its evaluation

†Yasunori Sasaki, ‡Tomofumi Matsuzawa, ‡Masayuki Takeda  
 †{Graduate School of Science and Technology, ‡Faculty of Science and Technology}, Dept. of Information Sciences, Tokyo University of Science

## 4. 提案手法

### 4.1 探索フェーズ

1. ドローンを飛ばし始める地点を決定する。今後、その地点を本部と称す。
2. ドローンは本部を出発し、マップ上に被災者がいないかを探索する。何らかの通信が可能かを、被災者は模索・試行中であると仮定し、IEEE802.11の無線 LAN 規格を使用する。通信を検知した際にマーキングを施す (図 4)。
3. 続けてマーキングを行い、各々のドローンがマーキング地点を記録したマップを作成する。また、ドローンが近付いた際には、情報を共有し合う。情報には、探索した地点やマーキングの位置、IP アドレス (または MAC アドレス) などを共有する。マップすべての探索が終われば、探索フェーズを終了する。

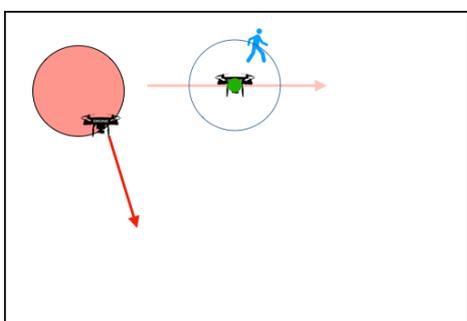


図 4: 探索とマーキングの例

### 4.2 通信フェーズ

1. 本部とマーキングした地点をドローンが周回し、一定サイズの packets を送受信させることで、データの転送速度や到達率を取得する。
2. 各ドローンは一度通信してから最も長い時間が経った地点に向かって移動する (図 5)。この方法により、すべての地点に均等にドローンが向かうことが可能である。

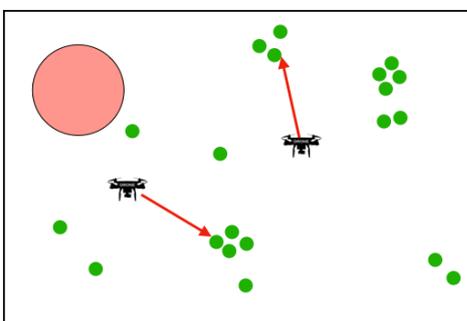


図 5: 通信品質の評価

## 5. 実験環境

今年豪雨によって被害にあった、「広島県安芸郡坂町」の地図の地形をサンプルとして使用する (図 6)。地図の右上には民家があるが、被害当初はその周囲が土砂災害によって侵入不可能となっている。

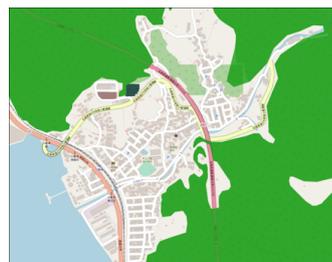


図 6: 実験に使用する地図

先に述べた提案手法により、それらの地点との通信が可能かを評価する。

## 6. 評価方法

ドローンと被災者間及び、災害本部と被災者間のパケット到達率や、パケット送受信のラウンドトリップタイムを求める。送受信するパケットのサイズを変化させ、マーキングしたそれぞれの地点における到達率の違いについて考察する。

## 7. 結果

パケット到達率は一定の水準を超えることが確認でき、また良好な通信品質を維持できることを示した。

## 8. まとめ

本研究では、ドローンの使用台数に依らずに災害本部と被災者間での通信を実現した。

手法としては、通信したいユーザを探索しドローンが保持しているマップ上にマークするフェーズと、災害本部とマークした地点間で packets を送受信するフェーズに分かれて、ドローンが動作する。

その結果、パケット到達率は一定の水準を超えることが確認でき、通信品質を維持できることを示した。

## 参考文献

- [1] 総務省 情報通信白書  
「第一部 第一節 東日本大震災における情報通信の状況」 2011  
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h23/pdf/n0010000.pdf>  
(2019 年 1 月 9 日)
- [2] 斎藤卓也、町中裕昭、間瀬憲一  
「電気自動車と電気ヘリコプターが連携する災害地モニタリング初期検討」  
(電子情報通信学会技術研究報告、2013 年)
- [3] 立古佳大  
「無人航空機による災害救助情報収集時の動的経路決定方法」  
(奈良先端科学技術大学院大学修士論文、2015 年 3 月 10 日)
- [4] 佐々木康徳、松澤智史、武田正之  
「自律的に位置決定を行うドローンをを用いたネットワーク構築」  
(電子情報通信学会総合大会講演論文、2017 年)