

# 災害発生初期における UAV アドホックネットワークでの 優先度を用いた通信手法の研究 Priority-Based Communication Methods in UAV Ad Hoc Networks in the Early Phase of a Disaster

今野 瞭†  
Ryo Konno

小原 和也†  
Kazuya Obara

今井 信太郎†  
Shintaro Imai

新井 義和†  
Yoshikazu Arai

猪股 俊光†  
Toshimitsu Inomata

## 1 はじめに

災害発生初期のネットワーク確保は重要である。例えば、地震の場合、基地局が被害を受け、既存インフラが使えない状況に陥る可能性がある。このような環境では、既存のネットワークを用いた避難情報、安否確認情報、被害状況に関する情報の収集・提供は困難となり、行政機関側では情報不足による対応や判断の遅れ、避難者側では逃げ遅れ、2次被害の遭遇など多くの問題が生じる。このような背景から、本研究では、既存のネットワークを使用せず、災害時に避難者や地方自治体などの利用者が必要な情報を収集・提供するための、Unmanned Aerial Vehicle (以降、UAV) をノードとして構成されるアドホックネットワークを用いた通信の実現を最終的な目標とする。

この通信環境をより多くの避難者に提供するためには、避難者の分布が不明な状況で UAV をどう配置するか、帯域が十分ではない環境においてどのように通信するかを考える必要がある。本研究では、後者の問題を、避難者が発信する情報に優先度をつけ、UAV が優先度順に送信することで解決を図る。そして、シミュレーション実験により、その有効性を評価する。

## 2 関連研究

災害時のネットワークを用いた情報収集の方法として、複数の無線回線を持つ公共車両に中継器を導入し、無線回線の接続状況や優先度の変化に応じた回線選択を行う災害情報収集機構の研究 [1] が行われている。この研究では、2つの回線を使用し、動作シナリオに基づいて回線の状態を変化させたとき、回線の接続状況や優先度に応じて、通信に使用する回線が切り換わる実験を行った。

また、ドローンを使った情報収集・提供の方法として、サーバに依存せず、各端末同士で情報を共有する通信方法を使ったドローン災害情報共有システムの研究 [2] が行われている。この研究では、端末とドローンによる実機でのフィールド実験を行い、各端末におけるトラフィックについて評価を行った。

## 3 提案手法

本研究では、避難者が送信する避難者の状態や周囲の2次災害の状況などの情報を避難者情報と呼ぶ。避難者情報を種類ごとに分け、その情報にあらかじめ決められた優先度を付けて送信させる方法を提案する。

### 3.1 システムの概要

提案手法は、避難所(サーバ)を中心にグリッド状に展開した UAV アドホックネットワークにおいて、避難者情報を効率よくサーバまで送信することを目的とする。UAV は避難者から送られてくる避難者情報をキューに蓄積したうえで、避難者情報のヘッダの優先度を参照し、優先度順に次の UAV やサーバに送信する。図 1 にシステムの概要を示す。

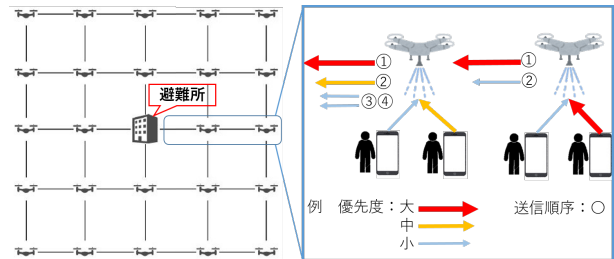


図 1: システムの概要

### 3.2 避難者情報

本研究では、災害(地震)時を想定した避難者情報を一例として定義した。避難者情報は避難者の状態や火災情報など 11 種類定義し、それに対応する優先度を設定した。例として、「津波で取り残されている人がいる」や「歩けない傷病者がいる」という種類の避難者情報は優先度を高く設定し、「歩ける傷病者がいる」や「火災情報(人的被害なし)」という種類の避難者情報は優先度を低く設定した。

### 3.3 避難者情報パケットのデータ部の構造

避難者は、自身の送信する情報の種類を選択した上で、必要に応じてテキストデータと画像データを UDP で送信するものとする。データ部のヘッダについては Message Type: パケットの種類(通信開始や再送要求など)、Message ID: メッセージのシーケンス番号、Priority ID: 優先度、ID tag 1,2,3: 避難者情報種類別 ID、All Size: 全体サイズ、End Size: 終端サイズ、Phone Number: 電話番号、Text Size: テキストサイズ、Picture Size: 画像サイズ、GPS latitude: 緯度、GPS longitude: 経度が含まれる。優先度は情報種類別 ID から一意に決定される。送信者は電話番号で識別される。図 2 に提案手法のデータ部パケット構成を示す。

† 岩手県立大学, Iwate Prefectural University

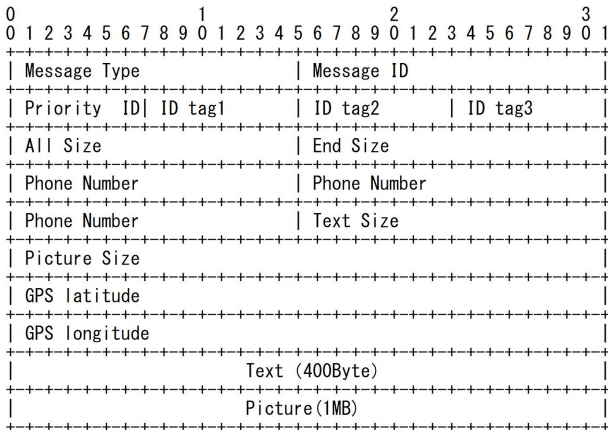


図2: 避難者情報パケットのデータ部の構造

## 4 評価実験

### 4.1 実験内容

ns3を使ったネットワークシミュレーション実験で本提案手法の評価を行う。シミュレーションでは、サーバ1台、UAV13台が配置され、ホップ数1~3のネットワークが構成される。今回の実験では、サーバ、UAV、避難者の位置は変化しない。また、UAV1台に対し、5人の避難者が一定間隔でランダムな種類の避難者情報を送信する。利用者の送信する避難者情報のサイズは常に1MBとする。この実験では、提案手法の効果の評価するため、各要素間はパケットロス等が生じる無線LANではなく有線LANで接続されているものとする。実験では、帯域が十分である環境を想定した各リンク帯域が20Mbpsの環境と、帯域が十分ではない環境を想定した各リンクが2Mbpsの環境において、それぞれ提案手法に基づき優先度を考慮して通信を行った場合と、考慮しない(優先度ヘッダを無視する)場合を比較する。各避難者は1回の実験において避難者情報を10回送信する。実験は各条件において10回ずつ実施する。本実験では、3.2節で述べた11種類の避難者情報のうち、4種類を重要な情報とした。

### 4.2 実験結果

表1にそれぞれの条件時、すべての重要な情報がサーバに届くまでの平均時間を示す。帯域が十分にある場合(20Mbps)、提案手法なしでは平均272.5秒、提案手法では平均101.5秒であり、約2.68倍早くすべての重要な情報がサーバに届いている。また、帯域が狭い場合(2Mbps)、提案手法なしでは平均2722.0秒、提案手法では平均1014.3秒であり、約2.68倍早くすべての重要な情報がサーバに届いている。この実験結果から、提案手法によって有効に情報収集を行うことができると考えられる。また、UAVのような通信帯域が狭い環境でも十分に情報収集を行うことができると考えられる。

表1: 避難者情報(重要な情報)の平均到着時間(秒)

帯域	提案手法なし	提案手法
2Mbps	2722.0	1014.3
20Mbps	272.5	101.5

また、図3と図4に帯域が2Mbps時のある1回の実験におけるサーバに届いた全データの優先度とサーバ到着時間の関係を示す。図3より、提案手法なしの場合、各優先度における、サーバ到着時間の平均がほぼ同じになっていることがわかる。対して図4では、×印をつないだ線が右肩上がりになっていることから、提案手法の場合、各優先度に応じて、優先度順にサーバ到着時間の平均が短くなっていることがわかる。よって、提案手法によって優先度を考慮した場合には、それぞれの優先度に応じてサーバ到着時間の平均が短くなっていることから、重要な情報以外についても優先度に応じて情報収集ができていと考えられる。

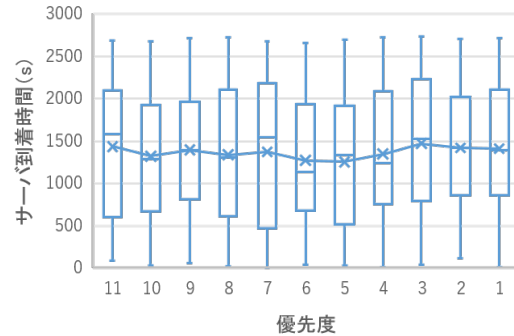


図3: 優先度とサーバ到着時間(提案手法なし)

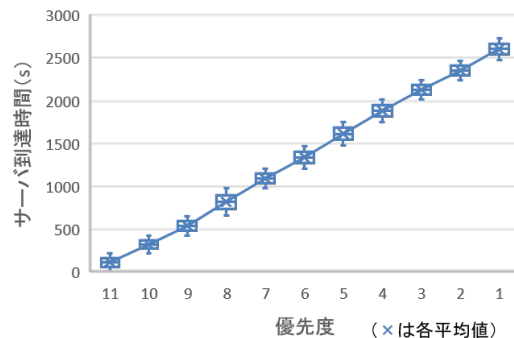


図4: 優先度とサーバ到着時間(提案手法)

## 5 おわりに

本研究では、UAVアドホックネットワークにおいて、避難者情報の優先度定義と通信プロトコルの実装を行った。さらに、提案手法による通信の有効性を検証するため、シミュレーション(ns3)による評価実験を行った。その結果、提案手法による通信によって重要な情報がいち早く避難所(サーバ)に届いていることを確認した。今後は、本提案手法を使用し、実際にUAVを飛ばした場合の実験を行い、この提案手法の有効性を検討する予定である。

## 参考文献

- [1] 多幡 早紀: 不安定な通信環境における情報損失を低減する災害情報収集機構, 情報処理学会論文誌, Vol. 58, No. 2, pp. 471-480, 2017.
- [2] 若菜 実農: CCNを用いたドローン災害情報共有システムの研究, 早稲田大学大学院基幹理工学研究科情報理工・情報通信専攻修士論文, 2017.