

# 災害時における UAV を構成要素とする情報通信方法に関する研究

田中 紀史† 内田 法彦‡ 橋本 浩二\* 柴田 義孝\*

岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究科†

福岡工業大学 情報工学部‡

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部\*

## 1. はじめに

大規模な地震や大型の台風といった自然災害が発生した場合、土砂崩れや河川の氾濫を原因とする家屋の倒壊や地すべりが発生する。同時に、通信設備の破壊なども引き起こされ情報孤立地域が発生し、被災者が十分な情報収集を行うことが不可能となる。この場合に、通信中継車を用いることで通信の回復が可能であるが、道路が寸断されている場合には通信可能な距離まで近づくことが困難であること、通行可能であっても中継車が到着するまでには時間がかかるといった問題点が挙げられる。

これまでに、気球と全方位カメラを利用した広域監視システムの研究<sup>[1]</sup>が行われてきたが、気球では迅速な展開が困難であること、通信範囲が限られることといった問題点が挙げられた。

以上の事から通信環境の劣悪なインターネットの代替となる迅速に構築可能なネットワークが必要とされている。その一方で、マルチコプターや UAV と呼ばれる無人航空機が急速に発展している。小型の UAV は機動性に優れるため、無線ユニットと小型コンピュータを搭載することで気球や通信中継車のような移動型のネットワークが迅速に構築できる。また、有線の通信インフラの仮復旧が困難な状況で有効なメッシュネットワーク技術と組み合わせたシステムの実現が可能である。

本研究ではこれらの技術を組み合わせ、無線 LAN を有する小型コンピュータを搭載したマルチコプターを利用したネットワークを構築可能な、多様な状況下で迅速に構築可能な UAV ネットワークシステムの実現及びその機能と性能の評価を行い、その有効性を確認する。

## 2. システム概要

UAV ネットワークは複数台の UAV によって構成されるネットワークである。UAV ネットワークシステムに必要な機能として UAV によるネットワークの構築、UAV の動的制御、状況に応じた通信方式の選択、災害情報の転送機能が考えられる。また、本システムで複数台の UAV を利用する理由として、1台のみでは飛行時間の制約が厳しい事、通信不可能時のデータ損失の可能性が考えられることなどが挙げられる。

また、効率よく災害情報の通信を行うために通信する災害情報の種類によってネットワークトポロジを変更す

		時刻 t						
対象	要求項目、時期	t1	t2	t <sub>r</sub>	t3	t4	t5	t6
被災者	防災情報	△						
	避難情報		○					
	安否情報				◎			
	被災状況				◎			
	交通情報				◎			
	救援物資供給状況				◎			
	サービス情報				◎			
	ライフライン状況				◎			
支援者・親族	安否情報				◎			
	被災状況				◎			
	救援物資供給状況				◎			

時系列分類		
記号	状況	期間
t1	通常時	通常期
t2	災害予測時	予兆期
t <sub>r</sub>	災害発生時	発災期
t3	災害発生直後	避難救援期
t4	災害発生後	沈黙化期
t5	災害復旧	復旧期
t6	復興	復興期

図 1 求められる情報の時系列変化<sup>[2]</sup>

る。トポロジには、End-to-End 型、巡回型、UAV 接近型の 3 つが考えられる。End-to-End 型では UAV によるメッシュネットワーク構築を行い、避難所・災害対策本部間の連続した通信を可能とする。巡回型では UAV が避難所間を一定の順番で飛行し災害情報の通信を行う。UAV 接近型では地点間の距離が遠い場合にその中間点で UAV を接近させ災害情報の交換を行う。

本システムでは災害発生直後から約 2 日間にフォーカスしている。したがって、図 1 に示すように主に避難情報、安否情報、被災状況、交通情報の交換を行う<sup>[2]</sup>。

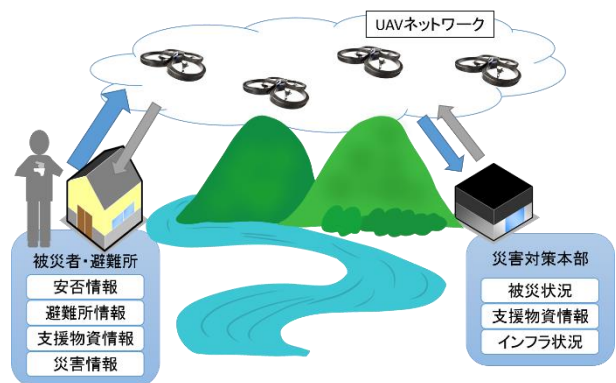


図 2 システム構成図

図 2 にシステム構成図を示す。情報孤立地域の発生が確認された後、避難所か災害支援本部から UAV を飛行させ、UAV ネットワークを構築する。被災者はこのネットワークを利用して他の避難所や災害対策本部と災害情報の交換を行う。

この時、送信する災害情報の種類や内容によって UAV ネットワークトポロジを変更する。安否情報は生命に関わる緊急的な情報であり連続的に情報を伝えたいため End-to-End でネットワークを構築し通信する。避難情報と被災情報は、緊急性は低いが高重要性が高い情報であり

Research on a Connection System consisted of Multiple Unmanned Aerial Vehicles on Disasters

†Norifumi Tanaka, Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University Graduate School

‡Noriki Uchida, Fukuoka Faculty of Information Engineering, Institute of Technology

\*Koji Hashimoto, Yoshitaka Shibata, Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

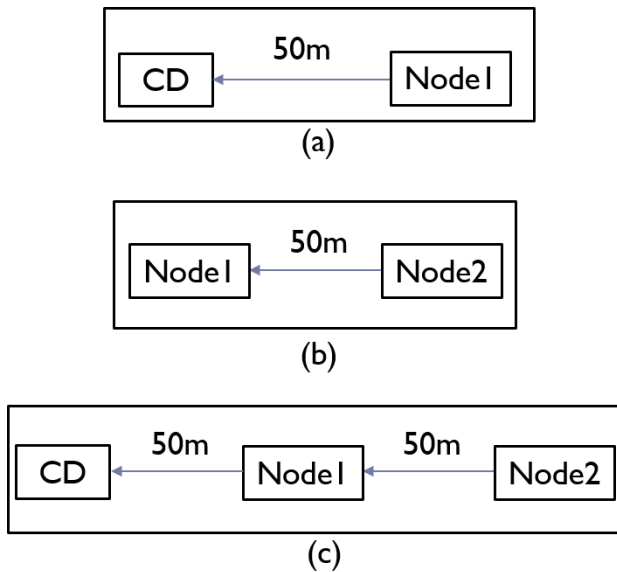


図 3 実験構成図

後に必要になるため巡回型ネットワークで確実に送る。各通信地点間の物理的な距離が離れており巡回型ネットワークでカバーできない場合は UAV 接近型ネットワークで通信を行う。また、交通情報は他の情報に比べて優先度が低いため他の災害情報を送信後に余裕があった場合に通信を行う。

### 3. システム評価

本システムの End-to-End 型のトポロジが災害情報の交換を行うのに有用であるか評価を行う。図 3 に実験構成図を示す。各端末間の距離を 50m 程度離し、地上から約 1m の地点に配置する。Node には Raspberry pi を利用する。また、測定は他の電波の少ない大学のグラウンドで行った。

測定には iperf と ping を利用し、送信したデータ量、スループット、ジッター、パケットエラーレート (PER)、RTT の 5 つの項目の計測を行った。測定の際には UDP を利用し 10Mbit/s で 10 秒間データ送信を続ける。この測定を 5 回繰り返し、結果を平均し評価する。

図 3(a) では Node1 (N1) をクライアント、Control Device (CD) をサーバとして測定を行う。

図 3(b) では N2 をクライアント、N1 をサーバとして測定を行い、ノード間での通信性能の結果を測定する。

図 3(c) ではメッシュネットワークを構築し、N2 をクライアント、CD をサーバとして測定を行う。N2 から送られたパケットは N1 をホップして CD に送信される。これにより、メッシュネットワークを構築した場合に有効にデータ交換が行えることを調査する。

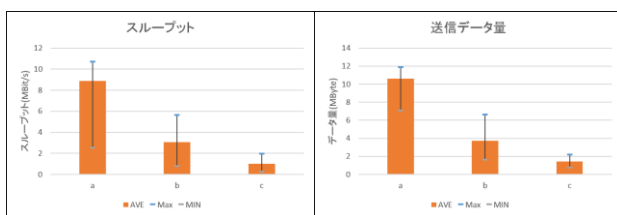


図 4 スループットと送信データ量

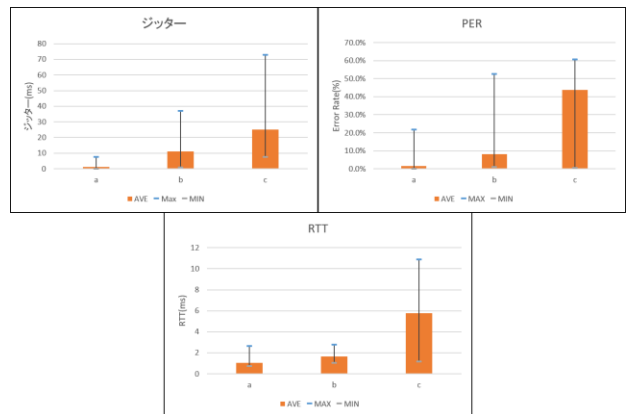


図 5 ジッターと PER と RTT

### 4. 実験結果

図 4 にスループットと送信データ量の結果を示し、図 5 にジッターとパケットエラーレートと RTT の結果を示す。

(a) ではスループットが約 9Mbit/s、送信データ量が 10Mbyte という結果となった。また、ジッター、PER、RTT 全てにおいて良好な結果を示した。

(b) は (a) とほぼ同じ構成だが、性能が大きく低下した。これはハードウェアの性能に依存するものだと考えられる。

(c) はスループットが約 1Mbit/s、送信データ量も約 2Mbyte という結果となった。また、ジッター、PER、RTT も他の 2 つに比べて大きく性能が低下している。しかし、メッシュネットワークを構築したことで通信距離をのばすことができた。

実験の結果から、メッシュネットワークを構築することで通信距離をのばすことは出来るが、直接の通信と比べて大きく性能が低下することが分かった。しかし、End-to-End 型のネットワークで送信する主な災害情報は安否情報であり、多くはテキストデータである。したがって、データ量の大きい災害情報を扱うことは難しいものの、安否情報の交換に関しては有用である。

### 5. まとめと今後の課題

本研究では UAV を利用した迅速に構築可能なネットワークについて提案を行った。また、実際に End-to-End 型のネットワークを構築し実験を行うことで災害情報の通信に有用であるという事が分かった。今後は巡回型や UAV 接近型ネットワークについても実験を行いその有用性について調査を行っていく。

### 参考文献

[1] 有村実剛, 橋本浩二, 柴田義孝, “全方位カメラを搭載したバルーンによる広域監視システムの提案” 情報処理学会研究報告. マルチメディア通信と分散処理研究会報告, p1-4, 2014 年 2 月  
 [2] 渡部和雄, 大石貴弘他: “被災者・行政支援情報システムの研究開発”, 日本災害情報学会第 2 回研究発表大会予稿集, pp. 163-172 (2000. 11)