

O-006

マルチコプターによるワイヤレスメッシュネットワークを利用した災害情報転送システムの構築 Construction of Disaster Information Collection and Transfer by Using a Wireless Mesh Network and Unmanned Aerial Vehicles

田中 紀史[†] 内田 法彦[‡] 橋本 浩二[†] 柴田 義孝[†]
Norifumi Tanaka Noriki Uchida Hashimoto Koji Yoshitaka Shibata

1. はじめに

日本では東日本大震災や大型の台風为代表される土砂崩れ・河川の氾濫・家屋の倒壊といった災害が多数発生する。災害が発生すると、孤立地域が発生したり通信設備が破壊されたりして通信ができない可能性が高くなる。この場合、中継車を用いることで災害現場に通信を回復させることが可能であるが、トラフィックの急激な増加により輻輳が発生し通信障害となる、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。

筆者らはこれまでも気球と全方位カメラを組み合わせた広域監視システムの研究[1]を行ってきたが、気球は運搬・飛行の準備に時間が掛かり迅速な展開は難しいという問題点が挙げられた。また、気球は空中に固定されるため近づいて撮影を行うことは困難であること、通信範囲に限られる事、姿勢制御が困難であるといった問題点が挙げられた。

その一方でマルチコプターや UAV(Unmanned Aerial Vehicle)と呼ばれる 無人航空機が急速に発展している。これらに小型コンピュータを搭載することで気球や中継車のような移動型のネットワークが構築可能であり、有線の通信インフラの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発展が期待できる。

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てメッシュネットワークを構築し、その上で多様な状況下で迅速に構築可能なドローンネットワークシステムの構築を行う。

2. 関連技術

2.1 メッシュネットワーク

メッシュネットワークはノード同士が相互に接続し、故障などで利用不可能な経路が発生しても動的に接続と再構成を行い、ノードからノードへ転送を行う。

2.2 マルチコプター

マルチコプターは近年発展をはじめた小型の無人航空機である。複数のセンサーや電子制御基板やカメラを搭載し、PC やスマートフォンから操作を行うことが出来る。飛行時間はバッテリータイプで約 15 分から 20 分程度であり、長時間の連続飛行は難しい。

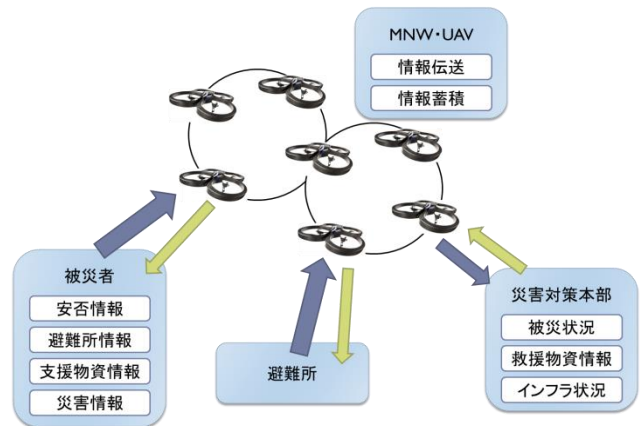


図 1 システム構成図

3. システム概要

3.1 システム構成

本研究のシステムはマルチコプターと小型コンピュータを組み合わせた複数のノードによって構築されたワイヤレスメッシュネットワークと、それを制御する Control Device と呼ばれる PC によって構築される。図 1 で示すように、本システムでは複数のノードを飛行させ、互いに通信を行うことでメッシュネットワークの構築と災害情報の交換を行う。制御コマンドや災害情報はワイヤレスメッシュネットワークを通じて Control Device と送受信される。Control Device はメッシュネットワークの制御、制御コマンドの送信、災害情報の受信、災害情報の表示、被災者の災害情報入力といった機能を制御するための機器として用いる。また、Control Device はそれぞれの避難所・災害本部に設置される。

3.2 システムアーキテクチャ

図 2 に示すように Control Device には、情報の表示を行う Display Module、情報やパラメータの入力を行う Input Module、情報の保存や加工を行う Control Module、Drone Network と通信を行う Drone Network Connection を実装する。

図 3 に示すように Node Computer には、Drone Network と通信を行う Drone Network Connection、受信したデータの内容を調べる Data Checker、UAV と通信を行う UAV Connector、情報の管理を行う Info Manager を実装する。

3.3 ドローンネットワークシステム

ドローンネットワークとは UAV を用いて構築するネットワークの事である。本稿では、UAV によって構築されたメッシュネットワークや DTN の様にノードにデータを

[†] 岩手県立大学, Iwate Prefectural University

[‡] 福岡工業大学, Fukuoka Institute of Technology

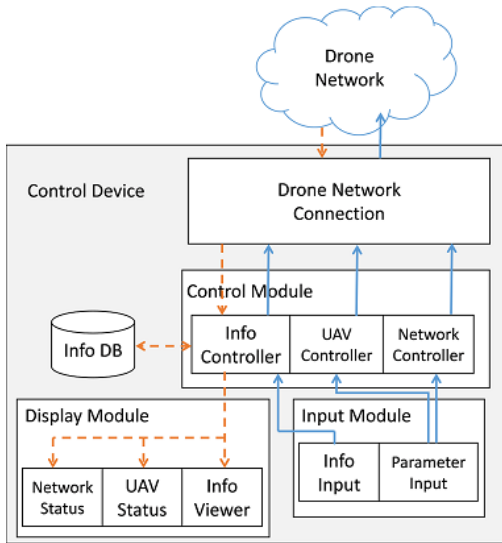


図 2 Control Device アーキテクチャ

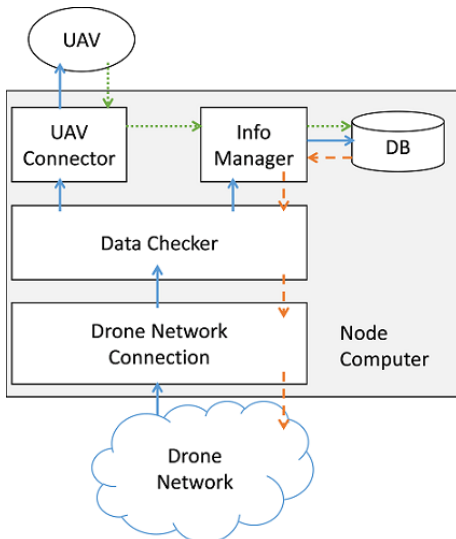


図 3 Node Computer アーキテクチャ

保存し運搬をするような場合についてドローンネットワークシステムと呼ぶ。システムは発災直後～2 日以内の利用を想定している。また、主な通信先として災害対策本部や通信が途絶している避難所が挙げられる。交換する情報としては、安否情報、避難所情報、被災状況、道路情報が挙げられる。[2]

4. プロトタイプシステム

本システムでは Control Device として PC を使用し、Node Computer として Raspberry pi 2 台を使用し、UAV として AR Drone2.0[3]を使用する。

図 4 に示すように ARDrone2.0 の上に Raspberry pi を固定したものをノードとして扱う。ノード A は制御コマンド・災害情報の受送信を行う。ノード B は災害情報の収集と転送を行う。ARDrone2.0 を操作するために CVDrone と MAVLink (Micro Air Vehicle Communication Protocol) と C++を利用し Control Device に操作 API を実装する。

5. 利用シナリオ

本システムでは複数の利用シナリオを想定している。



図 4 Raspberry pi を乗せた ARDrone2.0

1 つは災害発生直後にリアルタイムな通信が求められる場合である。このとき、安否情報、被災状況といった情報はノード同士を相互に接続したワイヤレスメッシュネットワークによって送信されるこれにより複数の避難所を通信可能にし、迅速な情報交換を可能にする。

もう 1 つは複数の避難所間を一台のドローンで巡回させ、情報をノードの保存し災害対策本部まで運搬する方法である。

6. 評価実験

本プロトタイプシステムを用いたワイヤレスメッシュネットワークの性能を評価する。ノードが 1 つのメッシュネットワークを構築しない場合とノードが 2 つある場合でそれぞれ測定を行い、結果を比較する。RSSI の測定には inSSIDer を利用し、RTT(Round Trip Time)と PER(Packet Error Rate)の測定には Ping を利用し、スループットの測定には Iperf を利用し、通信可能距離はメジャーを利用し実際の距離を測定する。

7. まとめと今後の課題

本稿ではマルチコプターによるワイヤレスメッシュネットワークを利用した災害情報転送システムの構築を行った。これにより多くの災害や危険が存在し孤立しやすい地域に迅速に災害情報の転送を行うことが出来る。また、マルチコプターを利用することで地上の状態に影響を受けにくいシステムの構築が可能となった。今後は複数台のマルチコプターを利用したワイヤレスメッシュネットワークの構築や、より高速に通信可能なアルゴリズムや、柔軟に構築可能なドローンネットワークの構築などの検討、開発を行っていく。

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)
- [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)
- [3] AR.Drone 2.0, <http://ardrone2.parrot.com/>, 最終閲覧 2016/06/21