

○複数のドローンをメッシュネットワークにする利点を考える

- ・ 1 ホップの場合,ドローンを 100 台にしたら通信料が高いので, ドローン同士を NB_IoT や Bluetooth LE を用いることで, 低価格で消費電力を抑えられる.

* 「NB-IoT」(Narrow Band-IoT) …LPWA (Low Power, Wide Area) 性能を持った LTE の規格. IoT で使うことを前提に, 既存の LTE を拡張し, LTE より簡単に低速と低電力化を実現.

* Bluetooth Low Energy (BLE)…Bluetooth の消費電力をさらに抑えた仕様で, 免許なく使える 2.4GHz 帯の電波を用いる. 最大の特徴は, 通信チャンネルを 40 に削減する, 通信相手を探すときの対象チャンネルを減らすことでスキャンにかかる時間を短縮する, 通信 1 回あたりのデータサイズを小さくして短時間で通信を完了させる, 相手からの問い合わせに対する応答回数を効率化するなど...

- ・ ドローンとプロポ (コントローラー) は Wi-Fi 接続が多い.

高々数キロまでしか届かないため, 操縦者から見えない場でのコントロールは不可.

○ドローン同士で通信し飛行する研究があるのか疑問に持ち、調べると以下が存在.

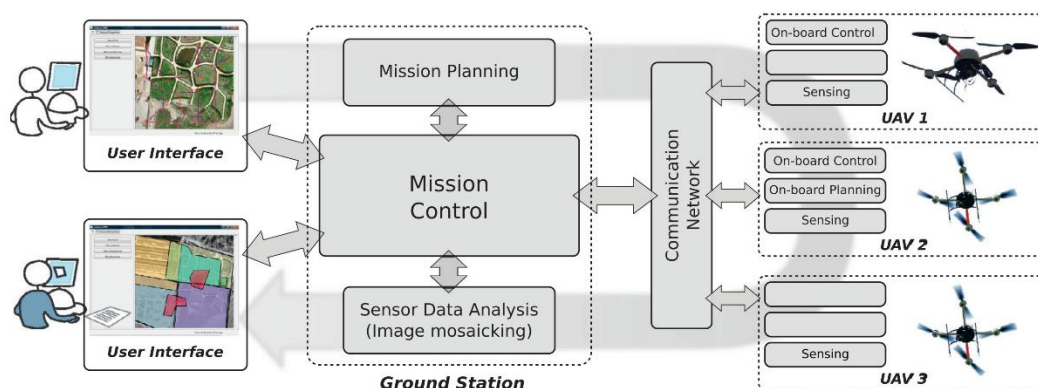
[世界初、ドローン同士の直接通信で自動追従群飛行と自律接近回避に成功 | 2022 年 | NICT-情報通信研究機構](#)

4G LTE を使用して自律飛行はあったが、ネットワークや操縦者を介さずに飛行は初.

【関連研究】

[1] 航空画像をセンシングして特定の地域を監視して, 災害時に救助隊員を支援(実装) IEEE 802.11(a/n/ac) ワイヤレス LAN を搭載し比較すると, 屋外テストでは 100m を超える距離で IEEE 802.11n と IEEE 802.11ac のスループットが同等だった.

画像などを処理するには高い計算能力が必要だが、ドローンでは難しい. この研究では画像圧縮しており, 解像度を低くして送信する. 今後としてモザイク化を検討している.



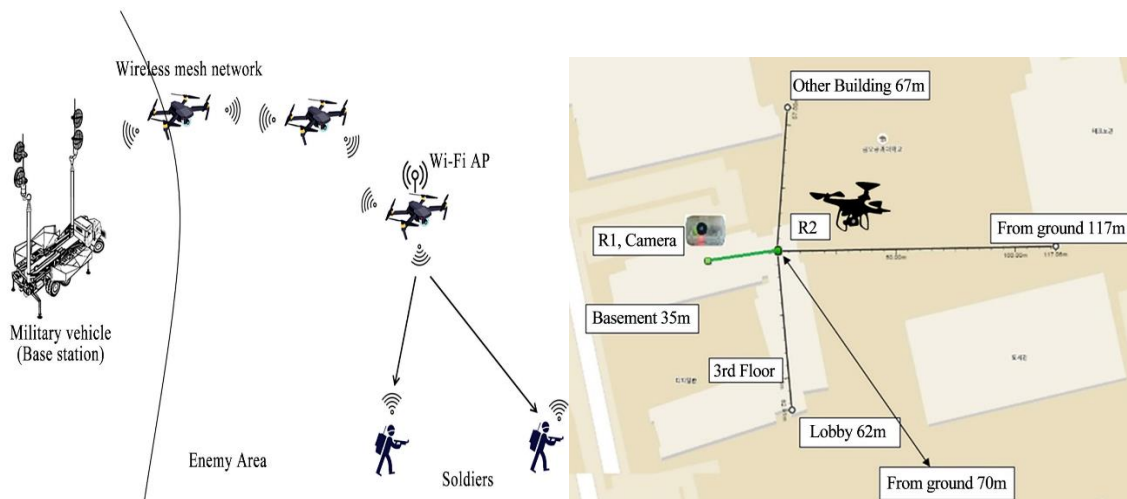
[2] Wi-Fi を使用した無線メッシュネットワークを構築(実装)

複数のドローンを経由してデータを伝送している。

ドローンに搭載されたカメラにより、現場の状況をリアルタイムで管制センターに送信

ドローンから得た写真・動画を各地点でスマホから閲覧可能かどうか検証

→ドローンによって AP がその地域に構築でき、飛行時間は約 25 分で、100m の距離で最大80mbps の伝送速度を提供し、リアルタイムでビデオ伝送が可能にした。

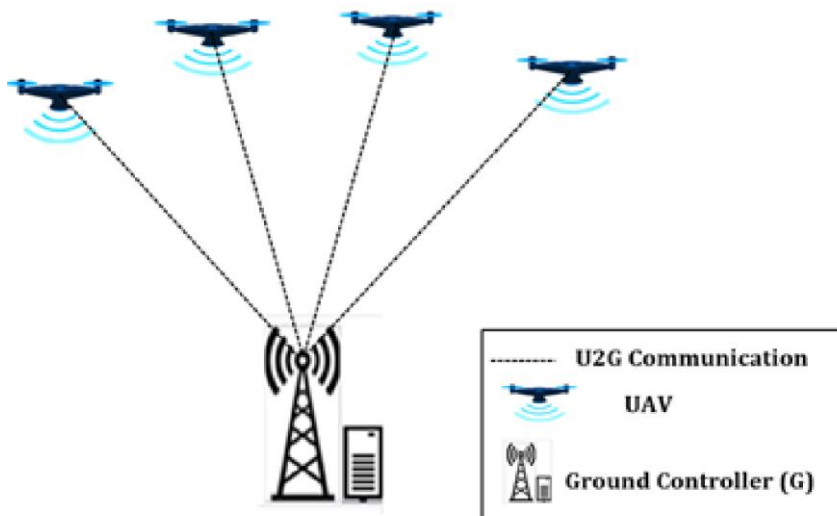


[3] ネットワークと計算システムを介して、ネットワーク化された制御システムとして自己組織化された複数のドローンを開発する方法の分析（シミュレーション評価）

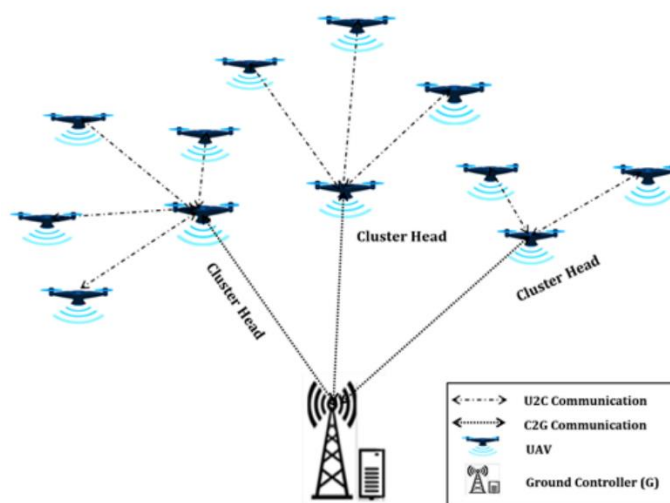
1. 地上のコントローラーと1ホップ通信

LTE は 0.07 ~ 1 Gbps のデータレート，最大350km の範囲。

LoRaWAN は 0.3 kbps から 50 kbps まで変化するデータレート。



2. Cluster Head と呼ばれるドローンを介して、地上と各ドローンを接続し、ツリー型ネットワークを構築. Cluster Head の故障で、全体も稼働しなくなる.



3. Cluster Head 同士を接続させて、マルチホップネットワークを構築.

IEEE 802.11, 3G/LTE, 衛星通信など、いくつかの技術を使用.

→○広範囲に拡張可能.

×不規則な接続やデバイスの課題が存在する場合でも動作できる必要がある.

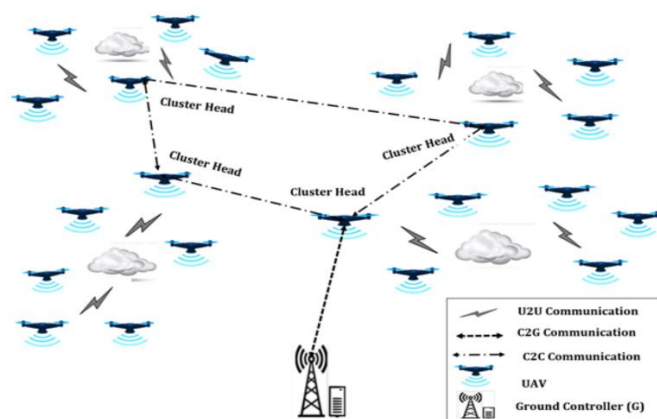
×伝送障害, 遅延, フェージングチャネル, メッセージエラーの課題は、システム全体のパフォーマンスの低下につながる.

×データの意思決定をどこでどのように行うのかを決定する必要がある.

隣接するドローンの移動パターン(方向と速度)が異なると、ドップラー効果やアンテナの位置合わせが困難になるという課題

→ ドローンの機動性を活用して、ドローンにストアアンドフォワード機能を導入することで、伝送容量と帯域幅容量を強化することができる.

ストアアンドフォワードとは…中継局を介して電気通信を行う場合に、情報を中継地で一旦蓄積して、その後最終目的地あるいは別の中継局にそれを転送する方式



【参考文献】

- [1] Evsen Yanmaz, et al., “Drone networks: Communications, coordination, and sensing”, Ad Hoc Networks, Vol.68, January, 2018
- [2] Leela Krishna Chand, et al., “Drone Based Wireless Mesh Network for Disaster/Military Environment”, Journal of Computer and Communications, Vol.6, No.4, April, 2018
- [3] Godwin Asaamoning, et al., “Drone Swarms as Networked Control Systems by Integration of Networking and Computing”, Sensors from MDPI Journals, Vol.21, Issue 8, April 2021

○Wireshark の動作確認

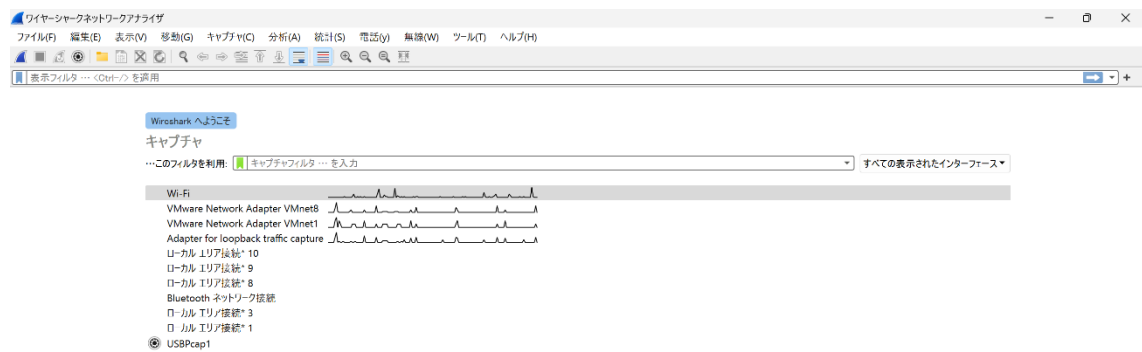
[GitHub - Codemonkey1973/JN51xx-802.15.4-Sniffer-Server: A sniffer server for use with NXP's JN51xx wireless Microcontrollers running their packet sniffer firmware](#)
を参考

Coordinator, Router, Enddevice を接続させ,
Coordinator → Router → Enddevice を行った。

以下のようにコマンドプロンプトで Sniffer を入れてある Router (COM7)を指定し,
WireShark で Router は送受信に関わっているのかを確認。
可能性のある 11 チャンネルと 14 チャンネルの両方を試した。

```
PS C:\NXP\bstudio_nxp\sdk\JN-SW-4170\Tools\JennicSniffer> JN51xx-802.15.4-Sniffer-Server.exe -s COM7 -c 14
JN51xx-802.15.4-Sniffer-Server.exe : 用語 'JN51xx-802.15.4-Sniffer-Server.exe' は、コマンドレット、関数、スクリプト ファイル、または操作可能なプログラムの名前として認識されません。名前が正しく記述されていることを確認し、パスが含まれている場合はそのパスが正しいことを確認してから、再試行してください。
発生場所 行:1 文字:1
+ JN51xx-802.15.4-Sniffer-Server.exe -s COM7 -c 14
+ ~~~~~
+ CategoryInfo          : ObjectNotFound: (JN51xx-802.15.4-Sniffer-Server.exe:String) [], CommandNotFoundException
+ FullyQualifiedErrorId : CommandNotFoundException

Suggestion [3,General]: コマンド JN51xx-802.15.4-Sniffer-Server.exe は見つかりませんでしたが、現在の場所に存在します。Windows PowerShell は、既定では、現在の場所からコマンドを読み込みません。このコマンドを信頼する場合は、".\JN51xx-802.15.4-Sniffer-Server.exe" と入力してください。詳細については、"get-help about_Command_Precedence" と入力してヘルプを参照してください。
PS C:\NXP\bstudio_nxp\sdk\JN-SW-4170\Tools\JennicSniffer>
```



再度試行しても、WireShark に Router が現れなかった。

コマンドプロンプトのエラー修正と WireShark の使用方法を再度確認する必要がある。