

無線 LAN を用いたドローンによる遭難者救助の研究 Research on rescue of disaster victims by drones using wireless LAN

松原 健太郎[†] 山田 爽太[†] 横山 瑞季[†] 西野 洋介[†]
Kentaro Matsubara Sota Yamada Mizuki Yokoyama Yosuke Nishino

1. はじめに

近年、「登山ツアー」など登山観光事業のブームにより、登山者数が増加している。しかし、こうしたツアーには登山経験者の同行がないこともある。そのため登山時の準備不足により遭難するというケースがある。それに伴い、遭難者の人数も年々増加している(図 1)。また、山岳遭難の原因において「道迷い」が過半数を占めている。すなわち遭難者が現在地を確認できないことで遭難は発生していると推測できる。

山岳において遭難した際、自力下山かヘリコプター救助を採用していることが多い[2]。自力下山についてはコンパス等を用いて正規のルートを目指して下山するという方法をとる。しかし怪我などで行動不能となったとき、この方法は非現実的である。この場合、ヘリコプター救助を利用して下山する。ヘリコプター救助では正確な位置情報もしくは目視による発見により遭難者の位置を特定し救助する。正確な位置情報を送る手段として、スマートフォン等の携帯電話によるデータ通信が挙げられる。しかし、山岳では電波が送受信できなくなるため、外部との通信が遮断されてしまう。一方、目視による発見についても木が遭難者を遮り発見が難しいため、他の手法が必要となる。

そこで、ドローンを用いて遭難者の救助を提案する。具体的には、無線 LAN のアクセスポイントを設けて遭難者の携帯電話と通信、位置を特定することにより、上述の問題を解決する方法を考えた。

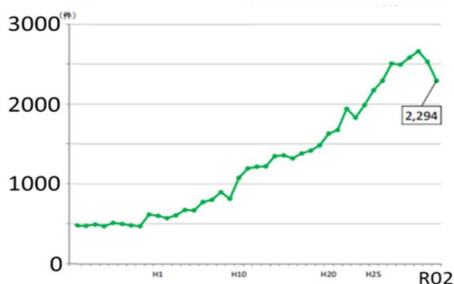


図 1 山岳遭難発生件数の推移 [1]

2. 関連研究

山岳地帯にてドローンを用いた遭難者を発見・救助するための既存の研究では、ドローンにカメラを搭載した視覚による検索がある[3]。

この検索方法では、手動または自動操縦のドローンを用いて光学カメラ・赤外線カメラを搭載し、撮影した映像を目視で探し出すという手法をとる。赤外線カメラでは、体温による周辺の温度差から生物を見つけるのに適しているため、昼夜問わず検索が可能である。しかし、どちらも視覚を用いて検索するため、時間をかけて注意

深く調べなければ発見は難しい。本研究では電波を用いて検索するので、迅速な救助が可能である。また遭難時の対処を知らない登山者や、行動不能に陥った遭難者も対象にしている。

3. 設計方針

自律飛行型のドローンに遭難者との無線 LAN の通信を行う本システムを搭載する。事前に検索者が設定した検索ルート上空を飛行することにより指定範囲を検索する。無線 LAN 設定をオンにした携帯電話の上空を通過し、ドローン搭載機器側で接続が確認されたら、搭載した GNSS 受信機により位置情報を取得、ログファイルに記録する。検索者の元にドローンが帰投したのちログファイルを受け取り、記録された位置情報から遭難者の位置を特定する。

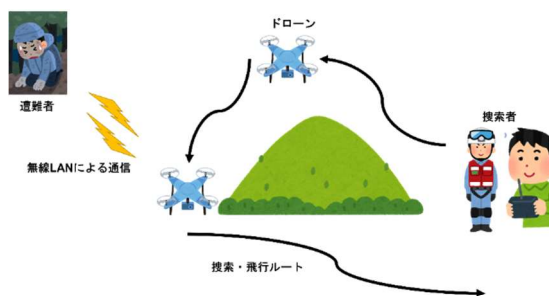


図 2 検索の流れ

4. 試作

4.1 全体構成

本装置は主に小型コンピュータ、無線 LAN モジュール、GNSS 受信機、バッテリーから構成される。本研究では、小型コンピュータと無線 LAN モジュールが一体となった Raspberry Pi を使用する。GNSS 受信機は品番 GYSFFMANC を使用する。このモジュールは日本の準天頂衛星システム「みちびき」に対応しており、高精度で即位が可能となっている。バッテリーは、前述した Raspberry Pi の給電に利用する。本研究ではスマートフォン等の充電に使用される 10000mAh モバイルバッテリーを使用する。この装置一式をドローンに搭載し、飛行させる(図 3)。

ドローンについては、装置一式を十分に搭載できるペイロードをもつドローンが必要となる。また、自律飛行によって山岳を飛行するため、ある程度の航続距離も必要となる。ここでは、DJI 社製のドローン「Phantom 4」を利用することを想定している。公式サイトより、運用限界高度が海拔 6000m かつ最大飛行時間が約 28 分であるから、検索には十分な性能を持つ(図 4)[4]。他のドローンでも装置一式を搭載できる機体で検索可能である。

[†] 東京都立多摩科学技術高等学校 Tokyo Metropolitan Tama High School of Science and Technology



図 3 装置一式

4.2 ソフトウェア構成

Raspberry Pi の OS には Linux 系 OS を利用した。加えて、Linux ソフトウェアである Hostapd を用いてアクセスポイント化する。位置情報は、GNSS 受信機からのシリアル信号を Python プログラムにより、時刻と緯度・経度情報に変換し CSV ファイルに出力する。

4.3 遭難者特定の方法

遭難者の携帯電話との通信には、Bash コマンド内の ping を用いて確認した。アクセスポイントのクライアントに割り振られる IP アドレスの範囲を絞り、この範囲内で ping コマンドを送信する。接続が確認できた際に、遭難者を確認できたとして位置情報を記録する。

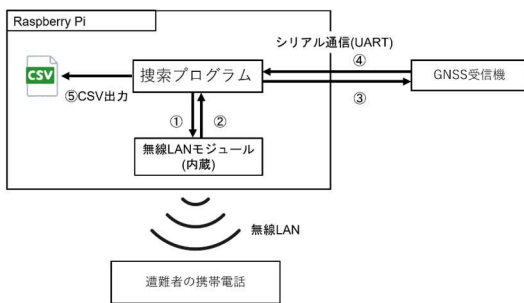


図 4 内部処理

- ① 検索プログラムによって定期的に ping を送信
- ② ping にレスポンスがあると接続を確認
- ③ GNSS 受信機より位置情報を取得
- ④ 取得した位置情報を CSV 形式で出力
- ⑤ CSV ファイルを内部ストレージに保存

5. 評価実験

現段階では、法規制によりドローンの飛行が難しい。そこで、ドローンを用いない装置一式のみで検証実験を行った (図 3)。

- (1) 装置をドローンに搭載し搜索ルートを飛行させる (本実験では人がドローンの代わりにルート上を歩いて検証する)。
- (2) 遭難者役が携帯電話を起動し無線 LAN のアクセスポイントに接続できるようにする。位置情報のログを確認し遭難者役の位置と比較する。また、記録されたログを地図上に表示する。

6. 結果

- (1) 遭難者役の携帯電話と無線 LAN の接続が取れ、位置情報の取得時刻と緯度・経度を CSV ファイ

ルとして記録することができた (図 5)。また、取得できた位置情報を管理用 PC に取り込み、地図 (Google My Map) にプロットした。

- (2) 遭難者役の実際の位置と記録された座標を比較

```
GNU nano 4.8
11:52:36.0,35.71625167,139.51682000,76.800000
11:52:37.0,35.71625167,139.51682000,76.800000
11:52:44.0,35.71625167,139.51682000,76.900000
11:52:45.0,35.71625167,139.51682000,76.900000
11:52:46.0,35.71625167,139.51682000,76.900000
```

接続した時刻, 緯度, 経度, 高度

図 5 位置情報

したところ、最も差がある距離は 63m であり、各座標の平均をとった推測地点は 7m だった (図 6)。

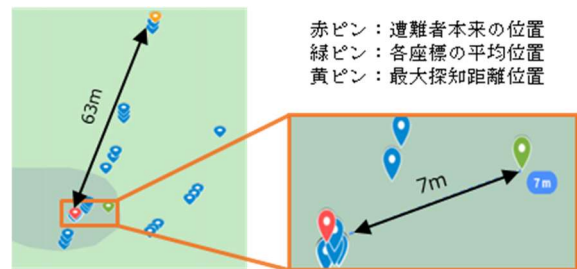


図 6 結果地図 (一部拡大)

7. 考察

結果より、光学カメラを用いずとも無線 LAN による通信を用いて、遭難者の搜索を行うシステムは構築できた。また、本装置の無線 LAN 接続の最大距離は 63m 程度であり、各座標の平均を取ると誤差 7m までの精度で位置を絞り込むことができた。これらより、遭難者・ドローン間の無線 LAN による通信を用い、十分な精度の範囲で遭難者の搜索を行うことは可能であると考えられる。

8. 今後の展望

ドローンの飛行ルートについては、無線 LAN 接続可能範囲が十分に網羅されたルートを考慮する必要がある。これについては、搜索する山岳付近の等高線地図を参考にして、頂上から標高線に沿って下る搜索ルートを想定している。

また、遭難者の位置推定については、複数台の装置による三点測位などを用いることで、さらに正確な位置情報を記録することが可能であると考えている。

課題として、現時法令により安易に飛行することができないため、上空に対する接続距離を測定できていない。そのため、今後は上空からの評価実験も行うことを視野に入れている。

参考文献

- [1]. 令和 2 年における山岳遭難の概況
https://www.npa.go.jp/publications/statistics/safetylife/chiiki/R02sangakusounan_gaikyou.pdf
- [2]. ドローンによる山岳遭難搜索技術開発報告書
<https://sangakujro.com/wp-content/uploads/2016/05/20160526171317.pdf>
- [3]. 登山・山岳遭難対策制度jRO (ジロー) 日本山岳救助機構
<https://www.sangakujro.com/>
- [4]. DJI Phantom4 製品ページ
<https://www.dji.com/jp/phantom-4>