

耐火加工 UAV を利用した 屋内火災の状態観測システムの検討

秋山 諒太[†] 坂本 正義^{††}
[†] 立命館大学情報理工学部

橋爪 賢治郎^{††} 山本 寛[†]
^{††} 八洲電業株式会社

1. はじめに

昨今、全国各地で多くの災害が発生しており、その中でも工場などの大規模な建物の火災では、住宅の火災と比較して多大な被害が発生する。災害対策システムに応用できる既存研究として、UAVが撮影した動画像に対して画像解析を適用し、高所のひび割れや錆を自動的に検出するシステムが研究開発されている[1]。しかし、炎や煙が立ち昇っている屋内の火災現場において画像解析を主軸とした観測システムの運用は困難である。そこで本研究では、複数のセンサを備えている耐火加工されたUAVを利用し、火災が発生している屋内のレイアウトや、消防隊が突入を予定している地点のガス濃度を測定する状態観測システムの研究開発を行う。

2. 提案する屋内火災の状態観測システム

提案システムの全体像を図1に示す。UAVに取り付けている組込みシステム(Raspberry Pi 3 Model B+を中心に構成)は、消防隊が突入を予定している地点に投入されたBLEビーコン装置から発信されている電波の受信強度を計測し、その地点までUAVを移動させる。その後、LiDARおよびガスセンサにより建物のレイアウトとガス濃度を計測し、サーバに送信する。サーバは収集した情報を含むWebページを生成し、消防隊に対して情報を提示する。

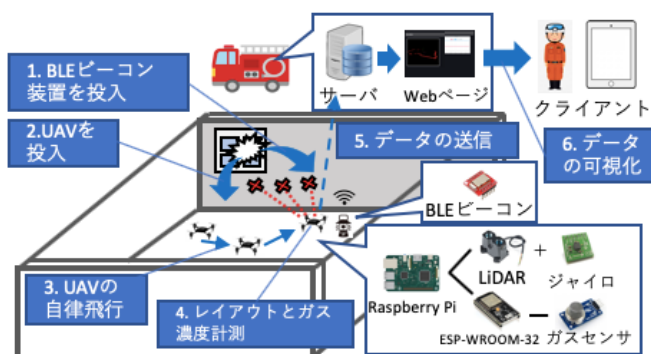


図1. 提案システムの全体像

3. 提案システムで用いるアルゴリズムの詳細

本提案システムでは、UAV本体や組込みシステムのパッケージングによって生じる電波の指向性を利用し、UAVを水平方向に一回転させた際の受信電波強度を元に、BLEビーコン装置の方向を推定する。本研究で試作したUAVの場合、先頭がBLEビーコン装置の方向から反時計回りに90度の方向を向いた時に、組込みシステムにより計測される受信電波強度が最大となる。組込みシステムはこの特性を元に推定されたBLEビーコン装置の方向に、UAVを前進させる。

また、BLEビーコン装置の直上までUAVが移動すると、組込みシステムはUAVを水平方向に一回転させ、LiDAR

とジャイロセンサを用いて壁や障害物までの距離とUAVの回転角を同時に計測する。これらの計測結果を元に、図2のような屋内の二次元レイアウトを生成/可視化する。また、UAVの高度を段階的に変えて計測を繰り返し実施することで、3次元レイアウトも生成できる。

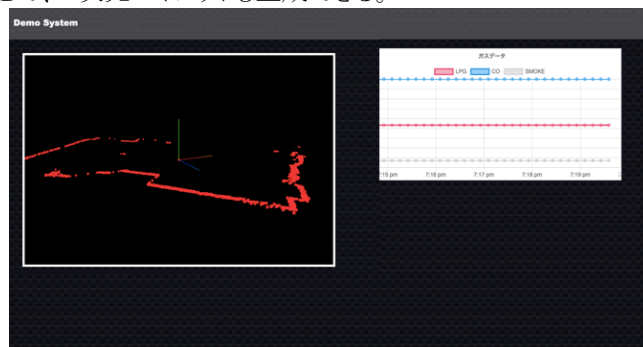


図2. 可視化例

4. 実証実験

提案システムの有効性を評価するために、立命館大学びわこ・くさつキャンパスの敷地内にて実証実験を行う。自律飛行プログラムと屋内レイアウト計測プログラムを実装した組込みシステムを装備したUAVを用いて、それぞれのプログラムの所要時間を評価する。加えて、自律飛行アルゴリズムを用いてUAVから10m程度離れたBLEビーコン装置を探索し、UAVの機体直下にBLEビーコン装置を認識できた回数を評価する。

表1より数分以内にBLEビーコン装置の地点までUAVを移動させ、屋内火災の状況を把握できることがわかる。しかし、現場の自律飛行アルゴリズムではBLEビーコン装置の地点まで正確に移動することは難しく(10回中2回成功)、アルゴリズムの改善が必要となる。

表1. 各処理の所要時間

主要な処理	所要時間(秒)
10m 地点からのビーコン探索	106.2
屋内レイアウト計測	55.25

5. まとめと今後の課題

本研究では、耐火加工UAVを屋内の火災現場に投入し、自律飛行しながら複数のセンサを用いて屋内火災の状態観測を行うシステムを設計/試作した。今後は、屋内火災が発生する可能性のある実際の建物を対象として実証実験を行い、自律飛行アルゴリズムの改善を検討する。

参考文献

[1] Nadeem M. Shajahan, et. al., "Automated Inspection of Monopole Tower Using Drones and Computer Vision", Proc. ICoIAS 2019, 28 Feb.-2 March 2019.