

小型全方位カメラを用いたドローンによる 災害情報収集システムに関する研究

市川 智也* 山田 幸輝* 荒木 彰英* 松本 直樹* 畑 裕貴* 陳 巧羅* 伍賀 正典*

Research on disaster information gathering system using drone with small omnidirectional camera

Tomoya Ichikawa*, Kouki Yamada*, Syouei Araki*, Naoki Matumoto*, Yuuki Hata*,
Koura Tin* and Masanori Goka*

ABSTRACT

We have proposed a disaster rescue system using drones and ground robots. This is the system that efficiently gathers information by combining an unmanned robot such as a drone with a high-performance camera. In this paper, we constructed a drone system equipped with a small omnidirectional camera and evaluated its performance.

キーワード：ドローン，全方位カメラ

Keywords: Drone, Omnidirectional Camera

1. 緒言

近年，近年大規模な災害が多発している。2018年7月に発生した西日本豪雨による土砂災害で，岡山・広島地域に多大な被害が発生した。これまで我々は，「ドローンと地上ロボットによる災害情報収集システムの構築」から画像処理による地図作成，広角カメラの実装，地上ロボットの開発及びドローンとの分離機構を提案してきた（Fig. 1, Fig. 2） [1] [2] [3]。これを踏まえて我々は，「ドローンと地上ロボットに災害情報収集システムの構築に関する研究」を提案しており，ドローン等の無人ロボットとカメラを組み合わせることで，効率よく情報を収

集し，孤立した地域や，要救助者を発見するシステムを提案してきた。そのため360度同時に撮影することができる安価な小型全方位カメラを採用した。これをドローンに搭載することで被災状況及び要救助者発見の効率化が期待できる。本研究ではドローン搭載用の小型全方位を開発し，このカメラシステムを実装したドローンによる情報収集を実行し，システムの性能評価を行う。

2. 情報収集システムの提案

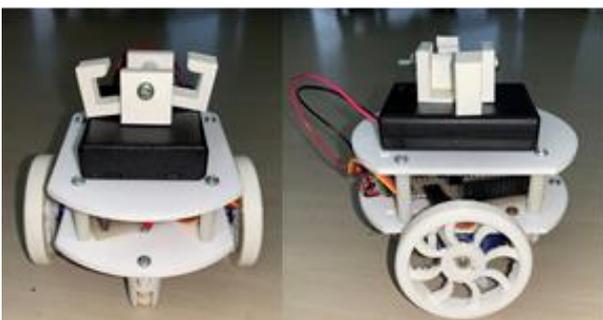
各災害時に孤立した要救助者を発見するためにロボティクスを適用する取り組みは数多くみられるが

*スマートシステム学科

それらの多くは実用化に至っていない。全方位カメラを搭載したドローンは普及しつつあるものの、多大なコストがかかるのが現状である。その原因の一つは、システムが災害時のみの使用に限定されており経済性が低いことが挙げられる。これを踏まえてカメラユニットの小型・軽量化することで、平常時には死角の少ない防犯カメラとしての機能を果たし、カメラユニットの汎用性向上を目指すことを提案してきた。このシステムは災害時に小型軽量安価な全方位カメラを用いて360度同時に撮影することで、迅速に要救助者を発見し、なおかつ災害地図を素早く作成することができる。さらに、それらを活用するためのアプリケーション開発を目的としている。カメラモジュールの交換機能により、サーモカメラや赤外線カメラなどの異なる用途で使用が可能である。このモジュールは単独でも動作できるように設計している。簡易的な監視カメラとしての使用が可能であり、ドローンユーザー以外の利用も考えられる。



(a) Drone



(b) Ground Robot

図1 ドローンと地上ロボット
Fig.1 Drone with Ground Robot



(a) 高度 15m



(b) 高度 25m

図2 作製された地図
Fig.2 Mapping by Drone

3. 飛行体（ドローン）

入手しやすい市販のドローンとして、DJI 社製 PHANTOM ADVANCED を採用する (Fig.3) [4][5]. 運搬荷重に関する試験として、ドローンの上部に樹脂製ケース (33g) を接着し、金属製の荷重を追加しドローンが 2m 以上の高さで滞空する時間を計測した [4]. Fig.4 に用いたペイロード試験の結果を示す。荷重がない場合は 16:10 の滞空時間であるが 100g の荷重がある場合 16:14 の滞空時間、運搬可能な荷重の上限は 600g 以上でも運搬可能であるが、ドローンのランディングギアの耐久度が荷重 600g 以上になると破損する可能性があったため、運搬可能な荷重の上限を 600g とする。また、荷重が増えると滞空時間はほぼ線形に減少しているため、できるかぎり軽量化することが望まれる。



図3 ドローン：PHANTOM ADVANCED
Fig.3 Drone：PHANTOM ADVANCED

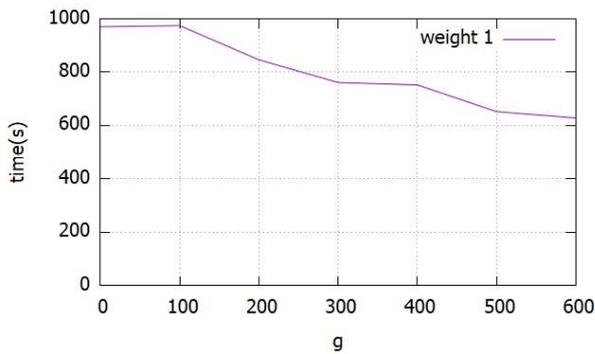


図4 ペイロード性能試験

Fig.4 Robot Transportation using Drone

4. カメラシステムの改良

Fig.5 にカメラユニットを示す。マイコンに Raspberry Pi Zero, 外装である Raspberry Pi ホルダーを CAD で設計し 3D プリントで製作した。材質に ABS 樹脂を用いたことにより, 軽量かつ高耐久性が期待される。今回, 試作した全方位カメラを示す。Fig.6 のアクリルパイプ型全方位カメラは重量: 54 [g], サイズ: 79×36×66 [mm]である。ステンレス半球 (直径 30mm) とアクリルパイプ (内径 28mm) を加工した半球ミラーユニットとアタッチメントで構成されている。Fig.7 にアクリルパイプ型全方位カメラを搭載したドローンを示す。Fig.8 の支柱型全方位カメラは重量: 88[g], サイズ: 87×100×84[mm]である。ステンレス半球 (直径 50mm) と厚さ 1mm の支柱を採用することでアクリルの反射の影響を受けず, 鮮明な画像を取得することが可能である。さらに半球のメンテナンス性も向上した。Fig.9 に支柱型全方位カメラを搭載したドローンを示す。

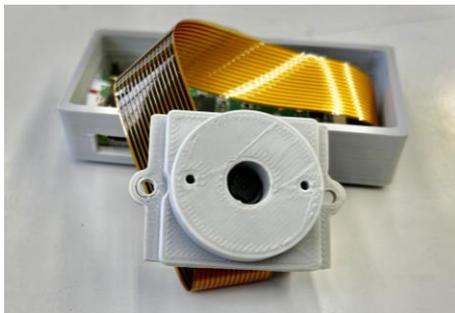


図5 カメラユニット

Fig.5 Camera Unit

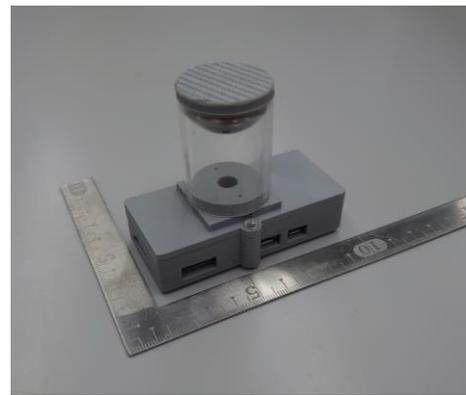


図6 アクリルパイプ型カメラユニット

Fig.6 Acrylic Pipe type Camera Unit



図7 アクリルパイプ型カメラユニット搭載

Fig.7 Drone with Acrylic Pipe type Camera Unit

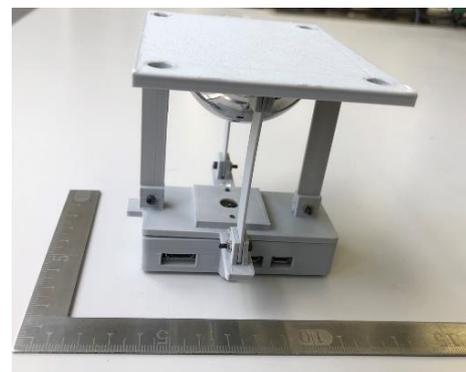


図8 支柱型カメラユニット

Fig.8 Prop type Camera Unit

Fig.10 にカメラユニットの比較を示す。大きさはアクリルパイプ型全方位カメラが小型だが, 撮影範囲を広くするため支柱型全方位カメラは半球とカメラユニットの距離を大きくした。



図9 支柱型カメラユニット搭載

Fig.9 Drone with Prop type Camera Unit

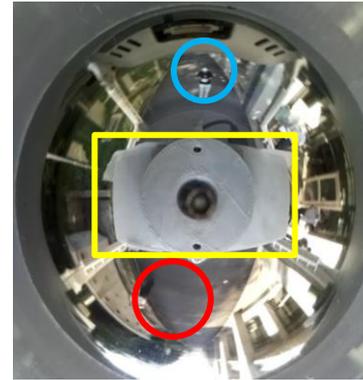


図11 アクリルパイプ型の空撮画像

Fig.11 Aerial Image by Acrylic pipe type Camera Unit



図10 支柱型カメラユニット搭載

Fig.10 Drone with Prop type Camera Unit

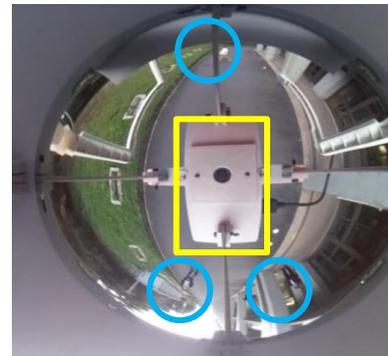


図12 支柱型の空撮画像

Fig.12 Aerial Image by Prop type Camera Unit

Fig.11 にアクリルパイプ型全方位カメラの空撮実験で得られた画像を示す。図中の上部分青ラインで囲んだ箇所では人を確認できるものの、図中の下部分赤ラインで囲んだ箇所では、アクリルパイプに光が反射し歪みが生じている。同様に、Fig.12 に支柱型全方位カメラを用いた空撮実験で取得された画像を示す。図中の上部に1箇所、下部に2箇所青ラインで囲んだ箇所に人を確認でき、支柱でカメラユニットを支えることでアクリルの歪みがなく、カメラユニットとステンレス半球の距離が大きいことでより広範囲の撮影ができています。図11, 12の中央、四角状に囲んだ箇所はカメラユニット自身が映り込んだものであり、環境からの情報取得には無効な部分である。半球とカメラユニットの距離が大きい支柱型全方位カメラの方が、取得できる範囲が広いことに加え、画像内のカメラユニットの含有率が少ないことが分かる。

5. 考察

全方位カメラの空撮実験から、カメラモジュールの解像度が低かったため、得られる情報が少なかった。これを踏まえて、カメラモジュールの解像度向上もしくはアプリケーションによる画像解析を用いて低解像度でも鮮明な画像を得る。本全方位カメラの性質上カメラユニット、Raspberry Piホルダーにより、ドローンの真下の撮影ができないため、カメラモジュールの追加により、真下の撮影も可能になると考えられる。

6. 結言

本研究で、我々は災害情報の収集を実現でき、かつ、日常的に活用可能で、経済性が確保可能なシステムを提案し、試作と性能評価試験を行った。ドローンに全方位カメラを搭載するシステムを製作するために、なるべく、全方位カメラを小型軽量化かつ、

安価に製造すること、及び、鮮明な画像を得ることの両立を目指す。今後は、まず、全方位カメラの高性能化を念頭にシステムを構成し、安全・安心な社会のために役立つシステムを提案していく予定である。

7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、公益財団法人ひろしまベンチャー育成基金、第28回ひろしまベンチャー助成金（ひろしまヤングベンチャー賞 科学・技術分野金賞）から研究に必要な助成金の提供を受け賜りました。厚く感謝を申し上げます

参考文献

- [1] 行平将望, 村上力丸, 山本真文, 佐々井陸, 伍賀正典「飛行及び地上ロボットを用いた災害情報収集システムに関する研究」, 第29回SICE中国支部学術講演会論文集, pp. 51-52 (2020)
- [2] 行平将望, 村上力丸, 市川智也, 荒木彰英, 山本真史, 伍賀正典「ドローンと地上ロボットによる災害情報収集システムの構築に関する研究」, ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2021 (ROBOMECH2021), 2P2-B10 (2021)
- [3] 伍賀正典, 行平将望「飛行体と小型ロボティクスワームを用いた災害対応システム」, ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2020 (ROBOMECH2020), 2P2-C09 (2020)
- [4] 行平将望, 村上力丸, 山本正史, 伍賀正典「飛行及び地上ロボットを用いた災害情報収集システムに関する研究」, 福山大学工学部紀要第44巻, pp. 13-17 (2021)
- [5] 行平将望, 山本真文, 佐々井陸, 伍賀正典「飛行体と地上ロボットを用いた災害シミュレーションに関する研究」, 第28回SICE中国支部学術講演会論文集, pp. 101-102 (2019)
- [6] DJI PHANTOM ADVANCED (2021.12.1 参照)
<https://www.dji.com/jp/phantom-3-adv>

