

プログラム名： タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名： 田所 諭

プロジェクト名： ロボットインテリジェンス

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 9 年 度

研究開発課題名：

複数マルチロータを用いた音源探査技術

研究開発機関名：

熊本大学

研究開発責任者

公文 誠

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

無人航空機、中でも地上付近をゆっくりと飛行できるマルチロータヘリコプタ（以下マルチロータと呼ぶ）と、これに搭載したマイクロホンアレイによって効果的に対象音を検知することを目的としており、前年度までにマイクロホンアレイを搭載したマルチロータならびに飛行しながら地上の音源検出と音源方向推定システムのプロトタイプを開発した。複数マルチロータにこの技術を展開することを目的に、本年度は、以下の2点に取り組んだ。

### 1) 複数のマルチロータからの音情報を統合するシステム開発

平成28年度までに開発したシステムを、UAVプラットフォーム統合を想定し、小型・軽量化、高性能化する改良を行い、マイクアレイ数の増加・オンボード信号処理を実現する。開発したシステムを2台のマルチロータに搭載するとともに、地上管制システムをこれら複数の信号源からの情報を統合できるよう拡張する。

### 2) 音源の位置推定技術の確立を実施する

平成28年度では音の到来方向の検知を実現した。この音源方向情報に機体の位置・姿勢情報と統合することで音源位置を推定する方法を確立する。数m程度での精度で推定することを目標とする。これまでの知見から屋外環境では様々な音源からの信号が到来するため、その情報の適否を検出して統合する技術を開発する。

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

#### 1) 複数のマルチロータからの音情報を統合するシステム開発

平成28年度のシステムで12chのマイクアレイと、機体本体に内蔵した音響信号収録装置と信号処理用PCを組み合わせて音源方向の検出を実現していたが、マルチチャネルの音響情報を地上局で処理する際に広帯域の情報伝送が必要であった。特に、複数のマルチロータが同時に音源定位する際に十分な通信路を確保する上で障害となる。そこで、音響処理装置を包含した一体型の16chアレイを開発し、機上で音源方向推定処理までを実現することで、地上との通信に必要な帯域を削減した。また、実際の複数機への運用に向け、28年度とは異なる機体（機体は東京工業大学所有）にも、開発した装置を搭載し、地上音源の定位が可能であることを確認した。複数機同時の飛行・定位については29年度中に実施してはいない。

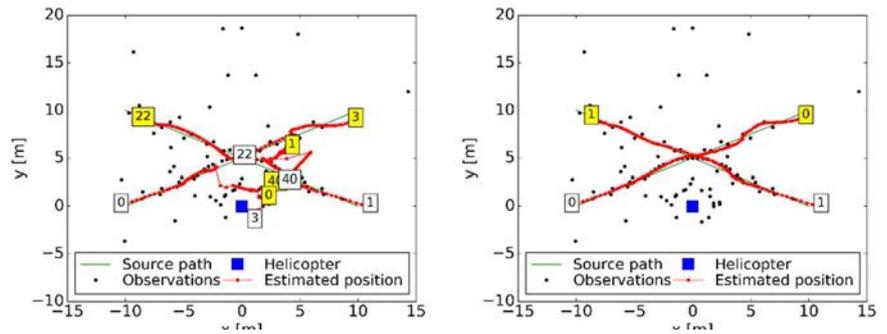
#### 2) 音源の位置推定技術の確立

平成28年度では音の到来方向の検知を実現した。本年度は、別のマルチロータヘリコプタによって計測した点群マップ情報を用い、音源が地上に存在するという仮定の下で、音源方向情報に機体の位置・姿勢情報と統合することで、音源の三次元位置を直接推定する手法を開発した。

また、空中からの収録では、定位対象となる音源が複数検出されることが多いことが分かったため、これらの音源を適切に識別する手法を開発した。

## 2-2 成果

マルチロータヘリコプタに搭載可能な音響モジュールとして、完成度の高いシステムが構築でき、11月の評価会では非公開デモながら、機能することを実証できた。特に、音源の位置を直接に特定できること、デモでは瓦礫中（土管）に埋もれている人の発する声を定位出来た点、成果として強調したい。さらに、複数の音源からの信号を分離し、これらを識別することで、個別に定位する手法、ならびに環境中の音源同士が近く、分離の難しい場合に繰り返しバイズ推定によって音源位置を推定する手法も提案した。これらの技術は、学術論文1、国際会議1 (IROS SRSS Best paper finalist)、口頭発表6として発表している（一部発表予定）。東京工業大学・早稲田大学と共同でプレスリリースを実施（平成29年12月7日）。朝日新聞、テレビ朝日などで取り上げられた。



音源識別を併合したマルチロータからの複数移動音源定位の例（左：従来法、右：提案法）

## 2-3 新たな課題など

地上からの音源が複数存在するため、これらを区別する必要がある。実際29年度ではこれを解決するために音源分離を組み合わせることを提案したが、分離性能が十分ではなく、得られる結果も限定的である。特に、高雑音下では分離性能が制限される可能性があり、新しい手法が必要と考えられる。これらは本質的な問題であり、複数機への単純な展開に先んじて解決しなければならない可能性がある。

## 3. アウトリーチ活動報告

くまもと技術革新・融合研究会（R I S T）とくまもと産業支援財団の開催するR I S Tフォーラムにてマルチロータヘリコプタを用いた音源探査技術について紹介した（平成29年8月25日）。熊本市の企画する地域市民向けの交流会（ラウンド・テーブル）にて、プレスリリースの内容を中心に技術紹介を行った（平成30年3月5日）。