

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 27 年 度

研究開発課題名：

極限環境での音環境理解に向けたロボット聴覚機能の実用化

研究開発機関名：

京都大学

研究開発責任者

糸山 克寿

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

災害現場をはじめとした、人間が進入不可能・困難な極限環境でロボットを活動させるために必要不可欠な音環境理解技術の確立を目的とする。具体的には以下の2つの課題に取り組む。(1) 能動索状ロボット制御のための音による姿勢推定およびロボットの姿勢推定結果に基づく外部音源の探索と定位, (2) マイクロホンアレイを装着した群ロボットの位置制御によるアクティブオーディションおよび音環境理解機能の実現。

平成27年度には以下の課題に取り組む。

(1) 能動索状ロボットについては、音による手がかりと内界センサ（加速度センサ・ジャイロセンサ）による手がかりを統合した3次元オープンスペースでの姿勢推定法、推定された姿勢に基づく音源探索・定位法、ロボット先端のカメラ画像に音情報を統合して表示するグラフィカルユーザーインターフェース（GUI）を開発し、姿勢推定法と音源探索・定位法の瓦礫内部でも適用可能となるような拡張について検討する。(2) 群ロボットについては、音源数の増減に対応可能な位置推定法を開発し、さらにロボット同士のインタラクションを行って位置推定を効率化する。

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) 能動索状ロボット（細径）については、音による手がかりと内界センサ（加速度センサ・ジャイロセンサ）による手がかりを統合した3次元オープンスペースでの姿勢推定法、およびベイジアンロバスト非負値行列因子分解（Bayesian Robust Non-negative Matrix Factorization; BRNMF）を用いた自己雑音抑圧に基づく目的音声強調法を開発した。また、姿勢推定結果を可視化するGUIを開発した。さらに、索状ロボット（太径）については、音を用いた配管内自己位置推定技術の検討を開始した。したがって、当初の計画を上回る進捗が得られている。(2) 群ロボットについては、音源位置に応じてロボットの配置を最適化する手法を開発した。また、音源の数と位置・ロボットの位置と向きが未知の状況下でも、複数ロボットから得られた情報を統合することでこれらのすべてを同時に推定する手法を開発した。したがって、計画通りに順調に進捗している。

2-2 成果

(1) 能動索状ロボットについては、先端位置誤差が20cm未満となる3次元姿勢推定性能を達成した。また、音声強調性能が信号対歪比（SDR）で従来法と比較して7.4dB向上、信号対干渉比（SIR）で比較して17.2dB向上した。これらの技術については、国際会議SSRR2015において、Most Innovative Paper Awardおよび

People's Choice Demo Award を受賞しており、極めて高い評価を得ている。(2) 群ロボットについては、提案した配置最適化法によって音源分離性能が 5dB 向上することを確認した。また、音源位置・ロボット位置と向き・同期ずれの推定においては、音源位置推定誤差が 0.27m、ロボット位置推定誤差が 0.19m、ロボット向き推定誤差が 1.2° 、同期ずれ推定誤差が 0.46ms を達成し、高精度な推定が可能であることを確認した。さらに、情報処理学会第 78 回全国大会において学生奨励賞を受賞しており、本研究は高い評価を得ている。

2-3 新たな課題など

(1) 索状ロボット（細径）については、構築した技術を他のプラットフォームで運用するための可搬性向上が必要である。索状ロボット（太径）の位置推定技術については、技術の実現可能性は示したため、ロボットに搭載可能なハードウェアの選定および設計を進める必要がある。(2) 群ロボットについては、配置最適化法および状態推定法を組み合わせた包括的なシステムの構築が必要である。

3. アウトリーチ活動報告

特になし