

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 28 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3つの課題に取り組む。(1) 索状ロボット(細径)を用いた音声強調・雑音抑圧手法の開発と評価,(2) 索状ロボット(太径)制御のための音と電波を用いた配管内位置推定,(3) マイクロホンアレイを装着した群ロボットのオンライン同期による音環境理解機能の実現。

平成28年度には以下の課題に取り組む。(1) 索状ロボット(細径)については、マイクロホンアレイの形状(マイク間の位相差)を必要とせず、一部のマイクの観測が信頼できない状況でも頑健に動作する音声強調法を開発する。(2) 索状ロボット(太径)については、音と電波の速度差を利用した配管内位置推定法を開発する。配管内でも減衰しにくい電波の波長の調査、およびロボットに搭載可能な小型の受信アンテナの設計に取り組む。(3) 群ロボットについては、非同期分散マイクロホンアレイに対するオンラインでの同期ずれ推定との観点から、音環境マップ(音源位置とロボット位置の地図)を推定する。

平成28年度には以下の達成目標をおく。(1) 索状ロボット(細径)の音声強調・雑音抑圧については、すべてのマイクが使用可能な場合には従来法を上回る、一部のマイクが使用不可能な場合でも従来法と同等程度の精度。(2) 索状ロボット(太径)の配管内位置推定については、5m程度の配管内部で10cm以下の推定誤差。(3) 群ロボットについては、5ms以下の同期ずれおよび10cm以下の音源位置誤差。

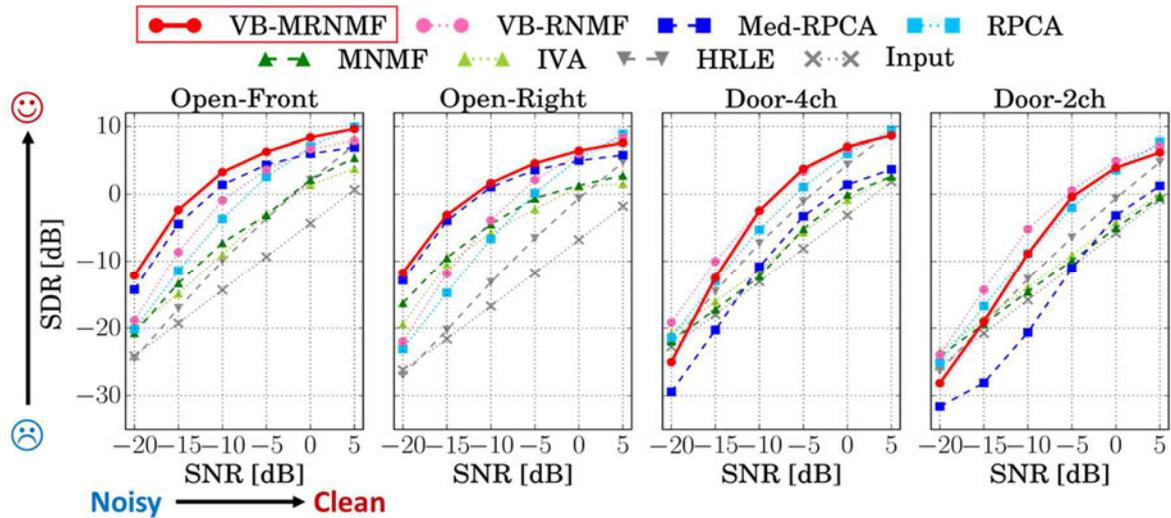
2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

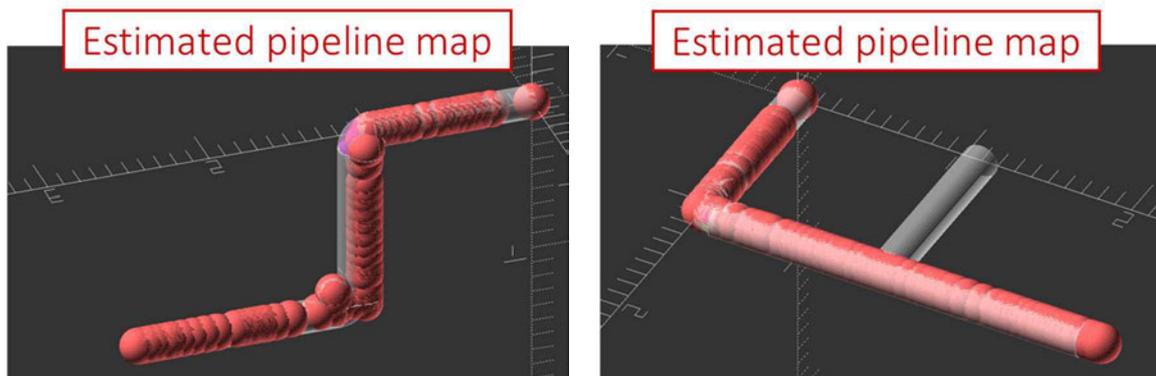
(1) 能動索状ロボット(細径)については、ベイジアンロバスト非負値行列因子分解(Bayesian Robust Non-negative Matrix Factorization; BRNMF)を用いた自己雑音抑圧に基づく目的音声強調法を開発した。本手法は、振幅スペクトログラムに対する低ランク・スパース分解に基づいているため、マイクロホンアレイの形状に依存しない。また、スパース成分(強調すべき目的音声)のマイクごとの音量を推定することで、観測が信頼できないマイクがあっても頑健に音声強調を行う。(2) 索状ロボット(太径)については、空気中を伝わる音と信号線を伝わる音(もしくは電波)との到達時間差を用いた配管内走破距離推定結果と加速度センサ・ジャイロセンサを組み合わせることで、配管内自己位置推定技術を構築した。(3) 群ロボットについては、音源の位置・ロボットの位置と向き・ロボットの同期ずれ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

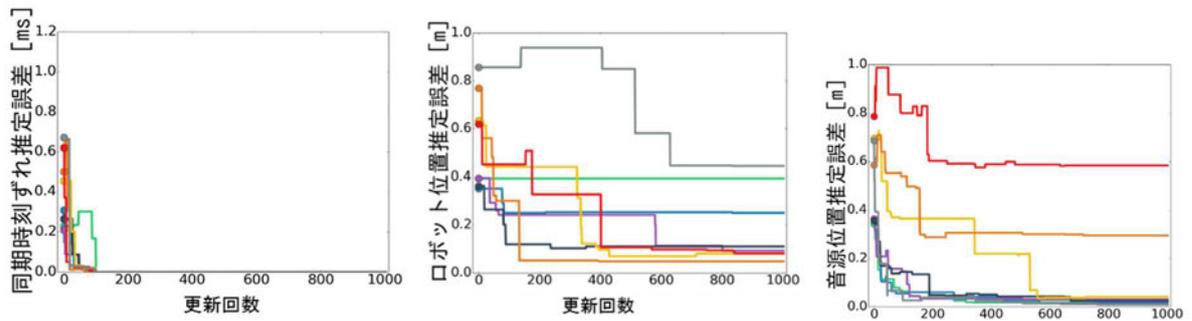
(1) 能動索状ロボットについては、8ch のマイクロホンアレイを装着したロボットを用いた実験において、すべてのマイクが使用可能な場合には従来法を上回る、8ch 中 4ch のマイクが使用不可能な場合でも従来法と同等程度の音声強調能力を達成した。



(2) 太径索状ロボットについては、本研究の目的の一つが配管地図作成にあることから、配管内での現在位置での評価ではなく、配管の形状をどの程度正確に推定できたかを評価した。配管全体の 3 次元形状に対する推定された配管形状の正確さは F 値で 68%以上であり、おおむね正確に形状を推定できたといえる。



(3) 群ロボットについては、3 台のロボットを用いて、ロボット位置・音源位置・同期ずれを観測音から推定するシミュレーション実験を行った。これらのうちいずれか 1 つを推定する際にはおおむね正確に推定できているが、2 つ以上の同時推定では正しい解が得られないことが多かった。モデルそのものは正しく構築できているので、推定アルゴリズムの改良が必要であるといえる。



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，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

該当なし。