

音響ビーコンとマイクアレイによる 移動ロボットの位置推定

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

屋内などにおいてGPSが使用できない、またはGPSで得られる以上の位置推定精度が必要な場合に使用可能な、音を用いる位置推定手法を提案する。車輪回転数を積分するオドメトリなどに代表される手法は誤差が蓄積しやすいが実装が容易である一方、レーザレンジファインダなどを用いる方法は精度が高く種々の雑音にロバストではあるが、計算量やセンサ自体の価格から実装が容易とはいえない。本手法はそれら間を埋めるものとして提案する。環境中に位置が既知のスピーカを配置し、これらから発する音を位置推定対象であるロボットに設置したマイクアレイで受信することで環境に対するロボットの情報を得る。スピーカ・マイクアレイともに一般にロボットに使われるセンサと比較して安価であり、処理の計算量も少ないことを特徴としている。

■ 位置推定手法

1. 位置推定手法の概要

位置推定には次の2種類のセンサによる測定を用いる。

(i) 車輪回転数計

移動ロボットに標準的に備わっている車輪回転数計の信号で、ロボットの速度・角速度を検出する。この信号は短期的には大きな誤差はないが、この速度を積分して位置推定を行うと誤差が蓄積し、まれにスリップなどによって不正確な値が入る場合がある。

(ii) 音響ビーコンの方向情報

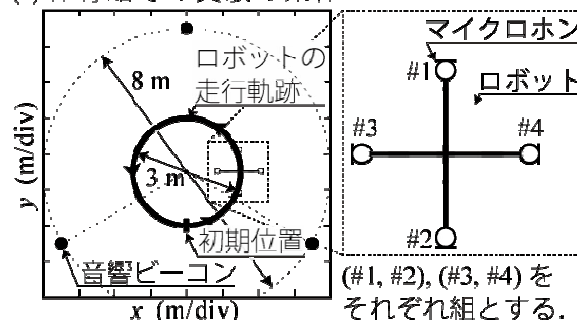
ロボットに搭載したマイクロホンアレイを用いて音響ビーコン(位置は既知)の方向を検出する。この情報と音響ビーコンの位置から自己位置を推定する。音には突発的な誤差があるが、その平均値はロボットの位置を反映したものになる。

これら2種類の異なる特徴を持つ信号を組み合わせることで、車輪回転数計の積分誤差は音により補正、突発的な音の誤差は車輪回転数計により抑制することが出来る。このような手法によって非常に安価なマイクロホンとスピーカというセンサのみを用いて位置推定を行う。これまでに体育館等での実験を行い、上記(i), (ii)のセンサをそれぞれ単独で用いる場合に比較して高い精度が得られることを確認した(Fig. 1)。この過程で、3 m程度の走行で16 cm程度の誤差で推定が可能であることが示された。

2. 音響ビーコンの発する音による位置推定精度の変化

提案手法の位置推定精度へ影響するパラメータの一つとして、音の設計がある。現在、異なる帯域で周波数掃引を行う信号、相互相関特性の良い符号を用いてビーコンを区別する信号の2種類を検討しており、これらの推定精度への影響を調査している。本手法では個々のビーコンを識別することが重要となるが、これら2種類の信号によって異なる方法により識別している。ビーコンごとに固有の周波数帯域の信号を用いる場合にはバンドパスフィルタなどで識別し、容易に識別が可能であるが同じ周波数帯域で複数のビーコンを用いることは出来ない。他方、ビーコンごとに相関の低い信号を用いる場合にはビーコンが発する音のレプリカとの相関を計算することで識別をし、識別は前者に比べ容易ではないが同じ周波数帯域で複数のビーコンを使用できる。これら方法の違いによって位置推定精度が受ける影響について発表を行う。

(a) 体育館での実験の条件



(b) 位置推定実験の結果

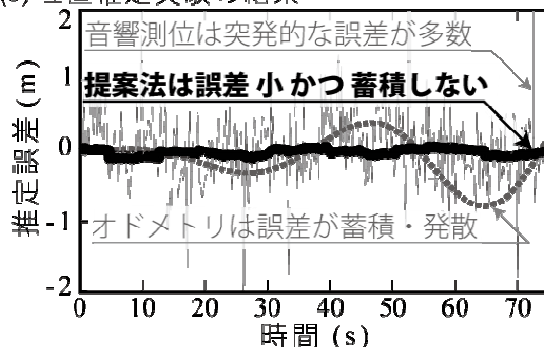


Fig.1 提案法を用いる実験の概要と結果

代表発表者 小木曾 里樹 (おぎそ さとく)
所 属 筑波大学 エンパワーメント情報学プログラム
音響システム研究室
問合せ先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1
TEL: 029-853-5468
E-MAIL: ogiso@aclab.esys.tsukuba.ac.jp
WEB: <http://www.aclab.esys.tsukuba.ac.jp/>

■キーワード: (1) 移動ロボット
(2) 自己位置推定
(3) マイクロフォンアレイ