

不確かさを考慮したソナーによる自律ロボットの位置推定

$D-12$ Sonar Equipped Mobile Robot Localization with Uncertainty

孫 丹丹[†]
Sun Dandan

子安 大士[†]
Hiroshi Koyasu

前川 仁[†]
Hitoshi Maekawa

[†] 埼玉大学理工研究科
Saitama University

1 まえがき

自律ロボットにとって、自己位置推定は極めて重要である。オドメトリのような内界センサによる位置推定では、誤差が累積されるため、ソナーやカメラ、レーザといった外界センサを用いた位置推定手法が必要である。

ソナーは移動ロボットのセンサとして古くから使用されている。しかし、ソナーは解像度が粗く不確かさが大きいいため、不確かさを考慮することが重要になる。

本研究では、位置推定において生じる不確かさについて、[1]と同様に、センサからの観測値の不確かさと、それにより推定した位置の不確かさの2つを考える。

そこで、本論文では観測の不確かさを考慮したスキャンマッチングをパーティクルフィルタで評価することで、上記の2つの不確かさに対応したロボットの位置を推定する手法を提案する。

2 不確かさを考慮した位置推定

パーティクルフィルタ [2] とは、パーティクルと呼ばれる重み付きの点を空間に散布し、その空間中の確率分布を近似する手法である。

本論文では、時刻 t にロボットの位置と方位をまとめて姿勢 (x, y, θ) と表す。各パーティクルは姿勢 $l_t^{(i)}$ と重み $w_t^{(i)}$ により、 $s_t^{(i)} = (l_t^{(i)}, w_t^{(i)})$ と表現される。

2.1 状態予測

時刻 $t-1$ において、リサンプルされたパーティクルの集合 $s_{t-1}^{(i)}$ を、ロボットのオドメトリから得られた移動量 a_{t-1} とその誤差により変位させることで、時刻 t におけるパーティクルの集合を生成する。

2.2 観測と尤度の計算

生成されたパーティクルの重みを更新するために各パーティクルにおいて尤度を求める。

尤度を計算するために、各パーティクルの位置において観測 O_t と観測 O_{t-1} をスキャンマッチングにより比較した差 D を計算する。このとき、それぞれの観測の誤差を考慮し、マハラノビス距離を用いる。

得られた差 D が小さければ尤度は高くなる。よって差 D から尤度の近似値を得るため、以下の式を用いる。

$$P(O_t | l_t^{(i)}, O_{t-1}) \approx \exp(-kD)$$

ただし、 k は正の定数である。

上記により各パーティクルの尤度を評価し、その尤度に比例する重み $\omega_t^{(i)}$ を決定する。

3 シミュレーション実験

提案した位置推定手法を用いて本シミュレーション実験を行った。使用するロボットのモデルは16個のソナーをロボットの周囲に配置している。

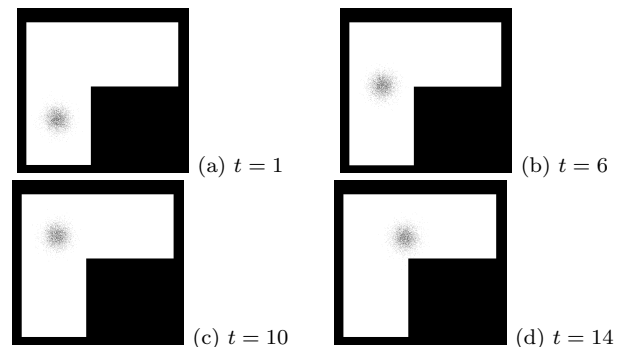


図1 パーティクルフィルタを用いて位置推定

図1はパーティクルフィルタを用いて、ロボットの位置推定を行った例である。図1のような環境（黒い部分は障害物領域、白い部分は自由領域）で、ロボットが移動した際のパーティクルの分布を表す。白い領域中の灰色の点は各時刻のパーティクルの位置であり、ロボットの位置の不確かさが期待通り表現できている。

図2はシミュレートの推定位置と真の位置の比較である。ここで、 pos_true , pos_odo , pos_pu , pos_pm はロボットの真の位置、オドメトリによる推定した位置、観測値の不確かさを考慮せずに推定した各パーティクルの平均位置、観測値の不確かさを考慮して推定した各パーティクルの平均位置をそれぞれ表す。不確かさを考慮して推定した結果は考慮せず推定した結果より、真の位置と近い結果となった。

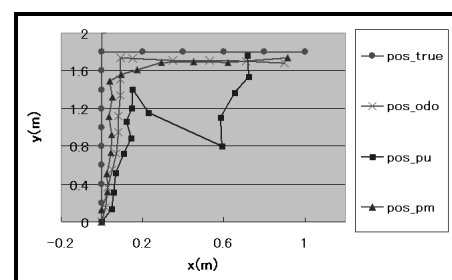


図2 実験結果の比較

4 まとめ

実験では、提案手法を用いて推定した位置は不確かさを考慮せず推定した結果より改善できた。今後の課題として、直前の観測とスキャンマッチングのみではなく、複数の観測を使用することで、位置推定の精度の向上を図りたい。

参考文献

- [1] 子安大士, 三浦純, 白井良明. 不確かさを考慮した複数のスキャンマッチング結果の統合による移動ロボットの移動量推定. 日本ロボット学会誌, Vol. 23, pp.263-271, 2005.
- [2] 樋口知之. 粒子フィルタ. 電気情報通信学会誌, Vol. 8, No. 12, 2005.