

レンジベース手法とレンジフリー手法の併用によるセンサーネットワークの自己位置推定

鳥取大学

薬師寺 将光

1. 緒言

近年、センサーネットワークという、多数のセンサーノードの連携によるセンシング技術の研究が盛んである。単体ではごく狭い範囲のセンシング能力しか持たない簡易的なセンサーノードを多数散布することで面でのセンシングを行う手法であり、情報を実際の座標と紐付けるために各センサーノードには自己座標を推定する能力が必要とされる。

本研究では、ごく限られた範囲の通信機能しか持たないノード群を考え、ネットワーク全体のグローバルな情報であるホップ数と、近傍ノードとの物理的距離というローカルな情報を組み合わせる方法を提案する。この手法は最終的に得られる推定座標の精度向上が期待される。

2. 問題設定

本研究が目的とするのは、以下のようなセンサーネットワークの各ノードの自己位置推定である。予め設置してあり位置が既知であるアンカーノードと、ランダムに散布され位置の分からないセンサーノードによって構成される。センサーノードはそれぞれ周囲の一定範囲内のノードと通信可能であり、また通信可能なノードとの距離が測定可能であるとする。すなわち、各センサーノードが得られる物理的情報は、通信可能な範囲内に存在する各ノードとの距離のみであり、角度や絶対座標の情報は得られない。この条件下で、各センサーノードが計算する自身の推定座標 $\hat{P}_k = (\hat{x}_k, \hat{y}_k)$ を、未知である真値 $P_k = (x_k, y_k)$ と合致させることが制御目的となる。

3. 提案手法

センサーネットワークの自己位置推定手法は、距離情報が必要としないレンジフリー手法と、距離や角度の情報を測定するレンジベース手法に大別される。本研究においてはレンジフリー手法のうち、DV-HOP法と、距離のみに基づくレンジベース手法の組み合わせを提案する。

3.1 レンジフリー手法

各ノード間のホップ数をダイクストラ法と同様のアルゴリズムで計測し、アンカーノード間のホップ数と実距離の関係から1ホップあたりの距離を推定し、各センサーノードはそれを元に自己位置推定を行う。

この手法の欠点としては、最小解像度が各アンカー間距離をホップ数で割った値になり、粗い解、つまりネットワーク全体から見れば概ね正しいが、当該ノード近傍の相互の位置関係としては測定した距離から矛盾する解が求まることになる。

3.2 レンジベース手法

各センサーノードがそれぞれ周囲の直接接続しているセンサーノードの推定位置と距離情報を元に、自己位置の推定値を更新してゆく。

これを繰り返すことで、全ノードにとって互いの推定位置と測定距離に矛盾のない推定位置を算出することができる。

長所としては当該ノード近傍の位置関係としては正確な相互座標が素早く出せることとなる。短所として、ネットワークが大規模化すると全体から見て正しい座標からずれ、また必要な計算量・通信量が著しく増える。

3.3 二手法の併用

そこで、この2手法を併用することによる問題解決を考える。すなわち、先ずレンジフリー手法によってネットワーク全体から見て概ね正しい解を求め、レンジベース手法によって近傍ノードとの位置関係を正確に合わせる。

4. 検証

二次元空間上にアンカーノードとセンサーノードを配置し、シミュレーションを行った。シミュレーションにおけるネットワーク図の一例を図1に示す。四隅の青色の円がアンカーノードであり、赤色の円がセンサーノードである。ノード間の線は通信可能範囲にあり、直接接続していることを示す。

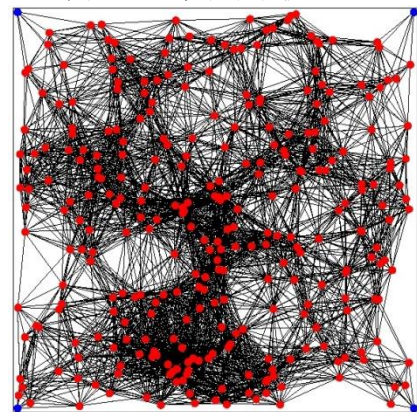


図1. ネットワーク例

各手法のシミュレーション結果として、各センサーノードの位置推定誤差の平均値および最大値の推移についてグラフ化した結果を図2,3に示す。赤色の線がレンジベース手法、緑色の線がDV-HOP法、青色の線が2手法の併用による試行である。

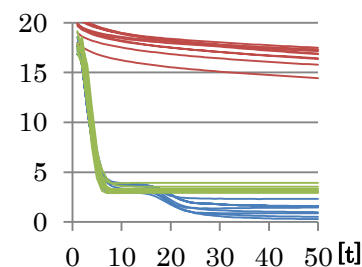


図2. 平均誤差推移

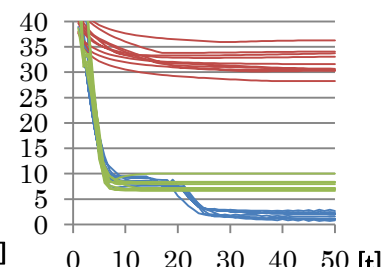


図3. 最大誤差推移

この実験結果から、2手法の併用は、DV-HOP法の限界をレンジベース手法で補う形で、センサーノードの自己位置推定能力を向上させたと考えられる。

5. 結言

本研究では、センサーネットワークの自己位置推定における精度向上のため、レンジフリー手法とレンジベース手法の組み合わせを提案した。結果、レンジフリー手法であるDV-HOP法の、ネットワーク全体から見て概ね正しい位置が求まるグローバルな正確性と、レンジベース手法の特長である近傍ノードとの位置関係の整合性によるローカルな正確性を組み合わせることで、双方の短所を補い合うことに成功した。