

ノード間の接続関係を用いた屋内位置推定方式の提案と評価

加藤 有真[†] 太田 義勝[†] 杉浦 徳宏[‡] 鈴木 秀智[†]
 三重大学大学院工学研究科[†] 三重大学総合情報処理センター[‡]

1. はじめに

屋外ではGPSを用いて高精度に位置推定を行うことが出来る。しかし、屋内ではGPSを用いることが出来ないため、屋内位置推定の様々な方式が提案されている。屋内位置推定の利用例としては屋内施設のナビゲーションが挙げられ、特に大規模な屋内施設での活用が期待されている。本稿では端末が十分に多く存在する大規模屋内施設での位置推定の方式を提案し、シミュレーションと評価を行う。

2. 関連研究[1]

集約型 SOL (自己組織化) スマートデバイス位置推定方式 SmartFinder が提案されている。当該方式では、高精度に推定が出来るが実行時間の長い大域 SOL を長周期で、大域 SOL の結果を用いた実行時間の短い局所 SOL を短周期で行うことで位置推定を実現している。しかし、2つの方式を組み合わせるため、1 サイクル当たりの位置推定誤差のばらつきが出てしまう。また、推定精度に改善の余地があることが課題である。

3. 提案方式

想定する環境には、十分な数のノードが存在し、位置が既知なノード (固定ノード) が3点存在する。また、各ノードはスマートフォン等の通信機器を想定し、ブロードキャストにより各ノードは通信半径内にあるノードが分かり、その情報を1か所に集約できるものとする。

手順1: 初期位置の決定

図1のように、推定を行う領域に一樣にノードを配置した場合を考える。ノードの接続関係から一樣に配置されたノードと3点の固定ノードとのホップ数を計算する。3点の固定ノードとのホップ数が同じノードをグルーピングする。これをすべてのホップ数の関係ごとに行う。

位置推定時は、すべてのノードの接続関係を

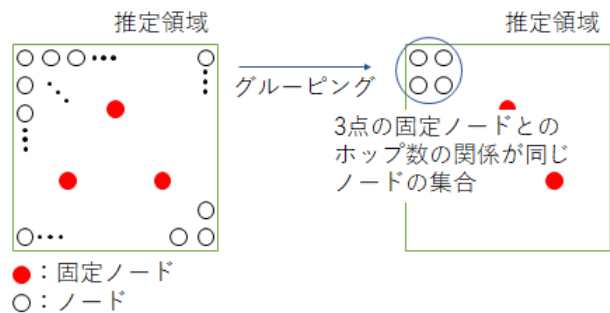


図1 初期位置決定

集約する。この接続関係から各ノードと3点の固定ノードとのホップ数を計算する。ホップ数の関係が同じであるグループの中からランダムに1つを選び、その座標を初期位置とする。ホップ数の関係が同じであるグループにノードが存在しなかった場合は、初期位置を領域の中からランダムに決定する。

手順2: 推定位置矛盾判定

推定が正しく行われているかを判定するために推定位置矛盾判定を用いる。各ノードの接続関係からノード間のホップ数が分かる。この情報を用いて、ある2つのノードの関係が、
 (A) 1 ホップの時にノードの推定位置間の距離が通信半径よりも大きい場合
 (B) 2 ホップの時にノードの推定位置間の距離が通信半径以下の場合
 (C) 2 ホップの時にノードの推定位置間の距離が通信半径の2倍よりも大きい場合
 以上の3つの場合について推定位置が矛盾していると判定する。1, 2 ホップの関係となるノードの組み合わせすべてに対して推定位置矛盾判定を行う。

手順3: 推定位置矛盾判定を用いた位置修正

手順2の推定位置矛盾判定を用いて位置修正を行う。矛盾と判定された場合、ノードは真位置から大きくずれていると判断出来るため、位置修正を行う。各ノードにx軸方向、y軸方向の移動量係数を考える。図2のように、手順2の(A)と(C)の場合は2つのノードを近づけ、(B)の場合は2つのノードを遠ざけるように、2つのノードの位置関係によって2つのノードの移動量係数を

Proposal and Evaluation of Indoor Localization Method Using Connection Relationships between Nodes

Yuma Kato[†] Yoshikatsu Ohta[†] Tokuhiro Sugiura[‡] Hidetomo Suzuki[†]

[†]Graduate School of Engineering, Mie University

[‡]Center for Information Technologies and Networks, Mie University

インクリメントまたはデクリメントする。この処理をすべての1,2ホップの関係のノードに対して行い、移動量係数の正負により修正時の移動方向が、移動量係数の大きさにより移動量が決まる。

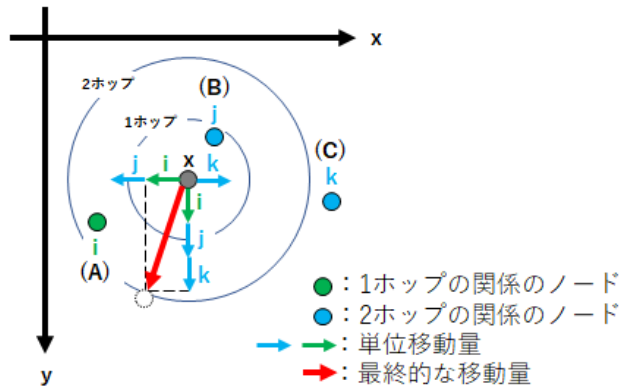


図2 位置修正

すべてのノードに対して位置修正を行った後、手順2の推定位置矛盾判定を行い、矛盾の割合を求める。矛盾の割合が減った場合はより正しく位置推定が行えたと判断できるため推定位置を更新する。手順2と手順3を繰り返し行うことで、推定位置矛盾の割合が小さい位置推定結果を求める。

4. シミュレーション結果

シミュレーション環境を表1に示す。

表1 シミュレーション諸元

推定領域のサイズ	50m×50m
ノードの通信半径	10m
1サイクル当たりの移動量	1m
移動ノードの割合	0.5
ノードの移動/停止遷移間隔	15 サイクル
ノード数	100, 200, 300
シミュレーション期間	300 サイクル

ここでは1サイクルを1秒と想定している。1回のシミュレーション結果を図3に、シミュレーションを10回行った際の、誤差の平均を表2に、実行時間の平均を表3に示す。

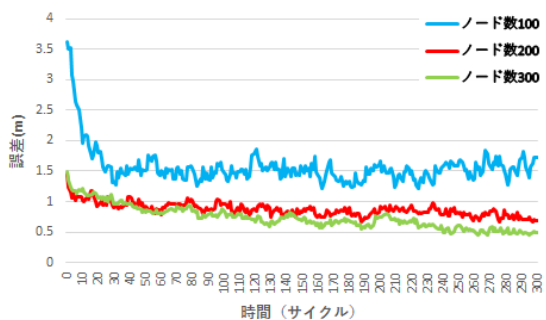


図3 シミュレーション結果

表2 誤差の平均

ノード数	誤差(m)
100	1.472776
200	0.874582
300	0.699613

表3 1サイクル当たりの実行時間の平均

ノード数	1サイクル当たりの実行時間(秒)
100	0.078468
200	0.123196
300	0.200294

5. 評価

表2に示されているように、すべてのノード数において高精度に位置推定を行うことが出来ている。また、図3に示されているように、一定サイクルの経過後、ノード数が200と300の場合においては1サイクル当たりの誤差のばらつきが最大で0.1m程度とほとんどない。また、ノード数が100の場合の誤差のばらつきにおいても最大で0.3m程度と小さくなっている。表3に示されているように、1サイクル当たりの実行時間が最長のノード数300において0.20秒と、1秒ごとに処理を行うのに十分小さい時間で位置修正の処理が行えている。

6. 終わりに

位置推定を1サイクル当たりの推定精度のばらつきが少なく、高精度に行う方式を提案した。提案方式の初期位置の決定はノード数が少なくなると失敗する場合がある。初期位置の決定に失敗すると誤差が収束するまでに時間がかかってしまう。また、初期位置の決定に失敗したノードが多い場合、複数のノードが同じようにずれてしまうことがあり、提案した位置修正方式では正しく位置修正が行えない場合がある。そのため、初期位置の決定に失敗することを減らす方式の提案、または初期位置の決定に失敗した場合の位置修正方式の提案を行う予定である。また、今回のシミュレーションでは何もない領域を想定したが、壁や端末を利用する人による通信半径の変化によって位置推定精度への程度影響があるかを調査する予定である。

参考文献

[1] 北之馬 貴正, 安達 直世, 滝沢 泰久, “大規模屋内施設における集約型自己組織化スマートデバイス位置推定方式 SmartFinder とその評価”, 情報通信学会, 研究報告モバイルコンピューティングとパーベイシブシステム (MBL), vol120, pp1-8, 2016