

# アドホックネットワークにおける端末間距離に基づく位置推定方式

安原 洸一<sup>†</sup> 佐藤 文明<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 東邦大学大学院理学研究科 情報科学専攻

## 1 はじめに

位置推定の手法として代表的なものは GPS が挙げられるが、GPS の搭載されていない端末で手軽に位置推定を行うために現在、無線 LAN による測定が研究されている。本研究ではアドホックネットワークにおける位置推定の測定を行った。

## 2 従来研究

従来研究では電波強度を直接使うレンジベースの方式や、ホップ数やノード間の隣接関係から推定するレンジフリー方式などがある。レンジフリーの方式は電波強度の誤差に影響を受けにくい。例えばホップベースの方式として、平均ホップ距離を予め測っておきホップ数をかけることで推定する手法がある<sup>[3]</sup>。レンジベースの方式は、電波強度の誤差の影響を受けやすいため、複数端末の電波強度を使って誤差を軽減する方式が多く提案されている。例としては WiPS を用いた手法がある<sup>[1]</sup>。本研究では、レンジベース方式に位置情報と位置の信頼度を伝搬して精度を上げる方式を提案する。

## 3 提案方式

### 3.1 概要

無線の電波強度に基づいて推定された端末間相対位置関係から、端末の位置を推定する方式を提案する。本研究での手法の特徴は、以下である。

- ① 数点の基準点から、位置情報を順次伝搬させて、他のノードを計算する。
- ② 周囲の 3 点の位置情報と電波強度から推定された距離を使って位置を特定する。
- ③ ノードの信頼度を設けることで、なるべく信頼度の高い位置情報を使って推定できる。
- ④ 場合によっては 2 点、1 点からも推定する。確定したノードの位置情報や隣接ノード情報を交換して、間接的に自端末が存在する領域を限定することで位置推定を行う。

### 3.2 位置推定アルゴリズム

#### (1) Hello パケットによる、端末間の情報交換

各ノードは Hello パケットを定期的に交換するこ

とで隣接するノードの識別をし、電波強度から相対距離推定をする。また位置推定が終わっているノードからはその位置情報及び、信頼度情報を交換する。また前提として、位置及び、信頼度が確定している基準ノードが存在する。

(2) 周囲のノードの位置から、自ノードの位置推定  
周囲の位置推定が終わっている端末数に応じて 3 通りの方式を用いる。

#### i) 周囲の 3 点のノードを使った推定

信頼度の高い 2 つの隣接ノードを推定する端末との距離から、円の交点を求める方法で候補点を 2 つ作り、残りの 1 点との距離によって位置を推定する。推定された点の信頼度は、推定に使った 3 点の信頼度の平均値より少し小さい値とする。これは信頼度の伝搬による劣化を反映するためのものである。

#### ii) 周囲の 2 点を使った推定

3 点から推定するときと同様に 2 点から円の交点を求める。このとき、推定に使った 2 点の周囲ノードから候補点が見えない位置にあるものを推定位置とする。信頼度は 3 点で推測されるものより小さい値とする。

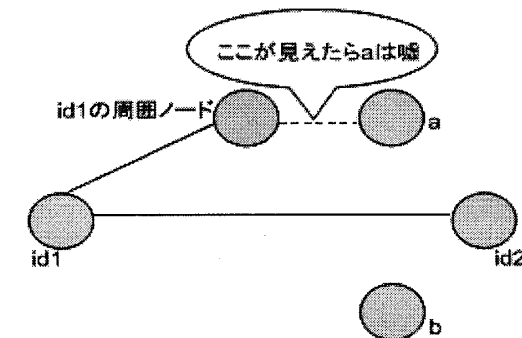


図 1 推定したいノードの周囲に 2 点しかノードが存在しなかった場合のイメージ

#### iii) 周囲の 1 点を使った推定

隣接する 1 点から推定する場合、隣接する点の周囲の点から見えない位置に推定位置は存在している。そこで、隣接する点の周囲の点の平均位置と逆方向にあるとして位置を推定する。信頼度は最低なものを設定する。

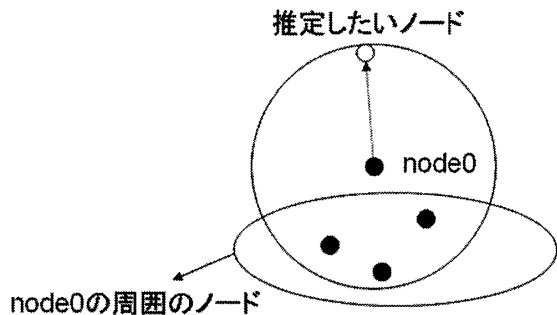


図2 推定したいノードの周囲に1点しかノードがなかった場合

(3)位置の再計算

この手法ではシミュレーション中に信頼値が一定の値を越えるまで再計算を繰り返し行っていく。再計算をしていく過程で3点から推定出来るノードが増えていき、信頼度も上がるようになっている。

4 評価

4.1 シミュレーション条件

比較対象の従来方式としては電波強度の誤差に影響を受けにくい、ホップベースの方式とした。提案方式の有効性を評価するために次のような実験を行った。200m×200mの範囲にノードを一様分布の乱数を用いてランダムに配置し、基地局を規則的に4点とる。電波到達範囲を100mとする。1つ目の実験では、ノード数を10, 20, 30, 40, 50と変化させ、距離測定に誤差を±10%つけたもので位置推定誤差の比較を行った(図1)。2つ目の実験では距離の誤差を±5%, ±10%, ±15%としたときの提案方式の推定誤差を比較した(図2)。基地局の位置を両手法で同様にした場合、片方に不利な環境になってしまうため、両手法に最適な位置に基地局を配置するものとする。シミュレーション時間は予め20000秒に設定した。また信頼度の最高値を3とした。

4.2 結果

実験の結果から本方式が、従来研究より位置推定の精度は約29%向上した。本研究ではノード数が増えると精度が低くなる傾向があるが、それは2点、1点のみで推定されるノードが存在する影響である。また、また10%の距離測定誤差を与えた場合において、50個のノードで実験した際に信頼値が2.7を越えるノードにおいて誤差が10m未満なものが74%、同じく40個の時に76%、30個の時に84%、20個の時に72%、10個の時は66%という結果となった。以上のことから信頼値による情報はある程度信用が出来る結果となった。

5 まとめ

本稿では信頼値を用いた位置情報推定を行ったが、

2.7を越える70%程のノードにおいては信用できる情報だったが、残りの3割の誤差の大きいもので推定されたノードにおいては他のノードの位置情報に逆に悪影響を与えてしまい、大きな誤差を生んでしまう要因となってしまう可能性があることが課題である。今回は自分が見えているノードが電波到達範囲内に無ければ矛盾するので再計算を行うという条件で、実験を行った。今後の展望としては推定はエリアを広げ、RANGEを下げた場合では1点から位置の矛盾について更に突き詰めていき、より精度の高い位置推定を行っていきたい。また、本方式で推定されたものが信頼度を大きく下げ、結果的に大きな誤差の原因になってしまうこと、そのノードの信頼値を上げるためにシミュレーション時間がかかり過ぎてしまうことが課題である。

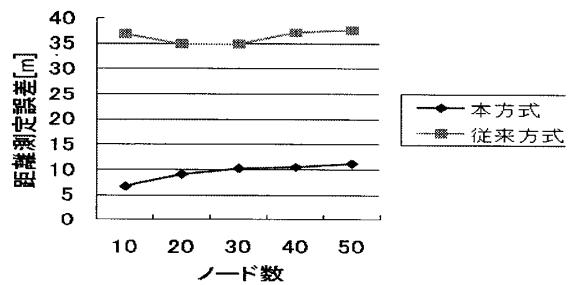


図3 位置推定誤差の比較  
X軸はノードの個数、Y軸は誤差を表している。

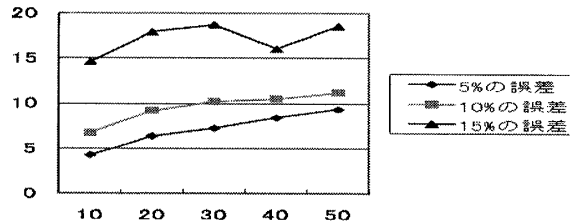


図4 距離の誤差に応じた位置推定誤差  
X軸はノードの個数、Y軸は誤差を表している。

参考文献

[1]北須賀輝明, et al. 無線通信網を用いた屋内向け測位方式, 情報処理学会論文誌: Vol. 44, No. SIG 10, (ACS 2), (July)2007  
 [2]藤井彩恵, 内山彰, 前田久美子, et al. 少数の基準位置情報を移動端末間で補完する位置推定手法の提案と評価, 情報処理学会論文誌: Vol. 48, No.12, (Dec)2007  
 [3]Harter, A., Hopper, A., Steggles, P., Waed, A. and Webster, P.: The Anatomy of a Context-Aware, Application, Proc. Fifth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking MOBICOM' 99, Seattle, Washington, USA, pp. 50-56(Aug. 2001)