

電子トリアージシステムにおける モバイルノードを用いた RSSI 位置推定に関する研究

澤村啓太[†] 峰野博史[†] 水野忠則[†]

[†] 静岡大学情報学部

1 はじめに

近年, 注目されるセンサネットワークでは, 温度や湿度, 照度などの多種多様なデータ収集, モニタリングが可能であり, 様々な場面で応用することができるが, ノード自身の位置情報設定が重要である. 位置情報の研究のなかでも受信電界強度 (RSSI: Received Signal Strength Indicator) 方式は, IEEE802.15.4 などの無線通信機能を備えたデバイスにおいて測定可能であるため [1], センサネットワークで扱われる端末の小型化, 低コスト化には最適である.

本研究では, 位置情報が必要とされるアプリケーションとして電子トリアージシステムを想定する¹. 本稿では, 電子トリアージシステムにおいて傷病者の位置を特定するために, 医療従事者や軽傷病者をモバイルノードとして利用する [2] ことを想定し, 実環境で実験を行い評価した. モバイルノードを利用することでマルチホップ通信による測距誤差の低減が可能である.

2 関連研究

列車事故やテロ, ビル災害などの状況を想定し, 各傷病者に装着した脈拍センサや血中酸素濃度センサなどからのセンシング情報を収集するとともに, 災害現場に臨時に無線ネットワークを構築することで, 傷病者の位置や病状変化を監視し, 初期に救命活動を行う消防関係者や医療チームにその情報を図的に提示する救命救急医療支援システムの構築が進められている [3]. このシステムでは屋内外問わず, 事故・災害発生現場において傷病者の症状やその位置を把握する必要があるため, GPS などの位置測位機器が利用できない環境下でもアドホックに構築された無線ネットワークインフラストラクチャを利用した位置推定技術が要求される.

トリアージタグに生体センシング機能を備え, 傷病者の状態をリアルタイムで送信・収集する電子トリアージシステムの開発が進んでいる. 電子トリアージタグがセンシングデータを配送すると同時にセンサの位置を推定することで, 医療従事者に対し視覚的にわかりやすく傷病者の位置を示すことが可能となる.

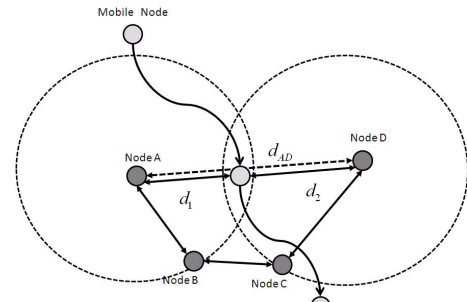


図 1: モバイルノード位置推定

3 位置推定手法

3.1 概要

位置推定手法は測距フェーズと測位フェーズから構成される. まず, 何らかの物理量を測定し, 各ノード間の距離の推定を行う. その後, 距離情報を位置推定アルゴリズムに与え, 各ノードの位置を推定する. 二次元平面上においてノード $\hat{P}(\hat{X}, \hat{Y})$ の位置座標を求める場合, 測距フェーズでは m 個 ($m \geq 3$) のセンサが収集した n 個のサンプルデータ $s_j^i (i = 1 \dots m) (j = 1 \dots n)$ から推定距離 $\hat{d}_i$ を求める. それらのデータを利用することで, 測位フェーズで $\hat{P}(\hat{X}, \hat{Y})$ の位置座標を推定することが可能となる.

今回の用いる手法が測距フェーズでの誤差の低減し, 位置推定の精度を改善を検証する.

3.2 モバイルノード利用型位置推定

位置推定を行う際, 空間内に固定ノードが十分に存在しない場合, 直接通信できないノード間が存在する. そういった場合には, マルチホップ通信により測距を行う. しかし, マルチホップされた経路が多いほど位置測定での誤差も大きくなる. 図3において *Node A* と *Node D* は通信範囲外であるため, マルチホップしたノードの距離を加算して距離を求める. マルチホップ通信した距離は AB 間, BC 間, CD 間の合計となり, これと AD 間の距離の真値の差が誤差となる. そこで, モバイルノードを介して通信することで疑似直線をつくることによってマルチホップによる誤差を低減する.

3.3 電波の揺らぎに対する RSSI 分割方式

RSSI 利用位置推定では, 事前調査によって RSSI の減衰モデルを特定していても雑音の影響で取得するノード間で値が大きく異なることがある. 分割測距方式は, RSSI の距離関数をいくつか分割することによって, 電波の揺らぎ

A Study on RSSI Localization using Mobile Node in Electronic Triage System

Keita Sawamura[†], Hiroshi Mineno[†], Tadanori Mizuno[†]

[†] Faculty of Informatics, Shizuoka University

¹ 本研究は, 独立行政法人科学技術振興機構 (JST) の戦略的創造研究推進事業 (CREST) による支援を受けて実施している.

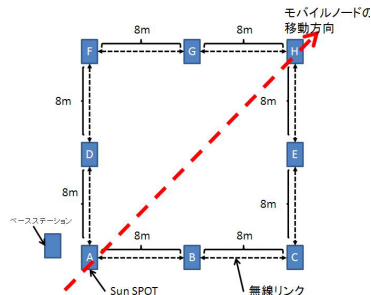


図2: 実環境実験配置図

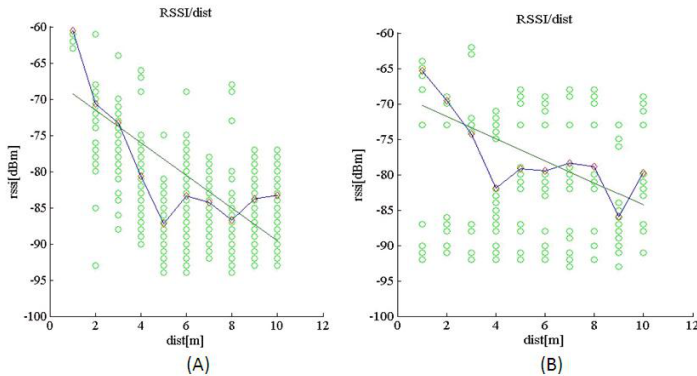


図3: (A) 片方は人が手に持った状態, (B) 椅子に置いた状態

をある値に丸めこむことで揺らぎによる矛盾の誤差を低減する。ノード間の受信感度を $P_{min}[dBm]$, ノード間の最小通信距離での受信電界強度を $P_{max}[dBm]$ とする。減衰モデルの分割数を div とし, $P_{min}[dBm]$ から $P_{max}[dBm]$ を div 個に分割する。次に取得した受信電界強度 $P[dBm]$ の属する区間 $i(i = 1 \dots div)$ を特定する。特定された区間 i の中でRSSIの最小値である $P_{max} + i(P_{min} - P_{max})/div$ から距離を算出する。 div が1の場合は、すべて同一の値を取得したものとして考え、 div が0の場合がRSSI分割方式を用いない既存の方式である。

4 実験環境

実験を行った場所は静岡大学浜松キャンパスの体育館である。センサデバイスとしてサンマイクロシステムズ社が開発したSunSPOT (Sun Small Programmable Technology) を利用した。

測距フェーズでは2台のデモセンサボードをそれぞれ椅子の上に配置する方法と片方のデモセンサボードを人が手に持った状態で行う2つの方法で10mまでの距離を1mごとに測定し、取得データから線形近似した式を伝搬モデルとした。測位フェーズでは、8台のデモセンサボードを正方形に配置し、1台をモバイルノードとし、対角線の延長線上を移動させ、データを1,000回受信するまで測定し、位置推定に利用した。

5 実験結果

測距フェーズでは、2種類の実験とも右下がりの曲線を描くように減衰しているが、双方とも電波の揺らぎが非常に大きいものとなった。求めたデータを線形近似した式を減

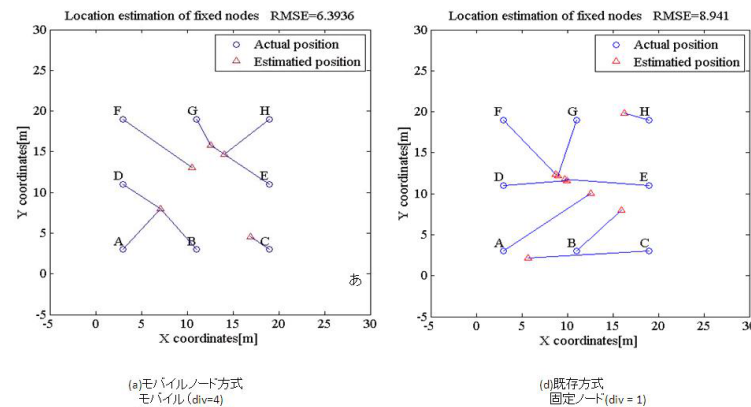


図4: 位置推定結果

衰モデルとした。

位置推定結果は図4のようになった。分割数を設定せずにモバイルノードの有無だけでの測定では、1mの誤差の低減であったが、分割数を設定することによって、約2m程誤差を低減することができた。

測距フェーズより、電波の揺らぎが大きいため、分割測距方式を取り入れることで誤差の低減ができたと考えられる。図よりモバイルノードを介して通信することによってマルチホップ通信による誤差を低減することができると思われる。

誤差の大きさに対し、低減した値が小さいのは、本来なら右下がりの曲線を描くように減少する伝搬モデルを、今回は直線近似して分割したためだと思われる。

6 まとめ

本稿では電子トリージシステムにおける医療従事者や軽傷病者をモバイルノードして利用することを想定したRSSI位置推定方式の実環境において実験し、評価した。モバイルノードを利用することでマルチホップ通信による誤差の低減を確認することができた。今後の予定では、不規則なノードの配置、モバイルノードの数を増やし、実際の災害現場に近い状況で位置推定を行うこととRSSIの分割の適切な閾値の設定を検討していく。

参考文献

- [1] M.Srbnovska, C.Gavrovski, V.Dimcev, "Localization Estimation System Using Measurement of RSSI Based on Zigbee Standard," Electronics'08, pp.45-50(2008).
- [2] 山田 純弥, 竹中 友哉, 峰野 博史, 水野 忠則, "電子トリージシステムにおけるモバイルノード利用型RSSI位置推定方式" 情報処理学会研究報告 DPS-142, Mar.2010.
- [3] 東野 輝夫, "災害時救命救急支援を目指した人間情報センシングシステム", 戦略的創造研究推進事業 CREST, 平成 21 年度研究実施報告書