

照明制御を用いた屋内位置推定高速化手法の基本的検討

西原 尚宏

Takahiro NISHIHARA

1 はじめに

近年ではモバイルゲームや様々なアプリケーションの普及に伴って、室内における利用者の位置情報の需要も高まっている¹⁾。オフィスであれば照明設備のみで照度センサの位置を推定可能である。²⁾ この手法では、照明の光度が照度センサノードの照度に及ぼす明るさ具合(照度/光度影響度)に基づく位置推定を行っている。一方で、照度/光度影響度は回帰分析による学習を行うことで求めているため、位置推定に要する時間は照明台数に比例して増加する。そのため、大規模な照明環境下では無線照度センサノード位置の推定に要する時間が増大する課題が残されている。そこで本論文では、大規模な照明環境下における照度センサ位置推定に要する時間を高速化するアルゴリズムを提案する。電波強度によるMinMax法による無線センサノード位置推定手法³⁾を用いて分散照明制御システムによる照度センサ位置推定の高速化を実現した。

2 提案手法の概要

分散照明制御システムによる照度センサ位置推定手法における推定時間を高速化する2段階推定法を提案する。提案手法を実施するにあたって、照度センサとしてNapica照度センサを用いた無線センサノードを用いる。Fig.1は2段階推定手法の概念図である。以下に無線照度

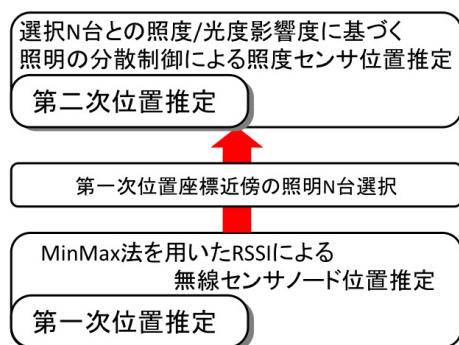


Fig. 1 2段階推定法概念図

センサノード位置2段階推定手法のアルゴリズムを示す。

1. 電波強度によるMinMax法を用いた位置推定を行う。(第一次位置推定)
2. 推定位置(第一次位置座標)近傍の照明N台を抽出し、選択する。

3. 選択したN台の照明の光度を人間の感知しない範囲内で変化させる。
4. 回帰分析により選択照明と無線照度センサノード間の照度/光度影響度を求める。
5. 各照度/光度影響度を基に照明と無線照度センサノード間の距離を推定する。
6. 推定距離の大きい照明3灯を選択する。
7. 選択された照明と無線照度センサノード間の距離を利用し目標関数が改善されていれば採択する。
(第二次位置推定)

目標関数は、照明の分散制御による照度センサ位置推定手法にて用いられるものを利用する²⁾。手順1~7を繰り返すことで、無線照度センサノードの2段階位置推定を行う。

3 評価

提案した無線照度センサ位置2段階推定手法による位置推定誤差および推定に要する時間、および第一次位置座標近傍の照明台数設定Nの影響について知的オフィス環境創造システム実験室にて検証を行った。また、大規模照明環境における位置推定の高速化に関する評価を行うため、照明50台のオフィス環境を想定したシミュレーション実験を行った。なお、それぞれの実験において電波強度によるMinMax法を用いた無線照度センサノード位置推定は約2秒で行った。

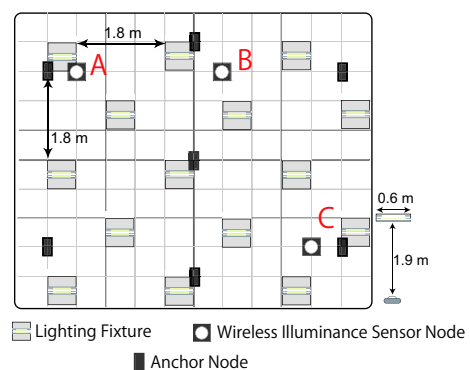


Fig. 4 実験1の実験環境とアンカーノード配置

照明15台、無線照度センサノードA, B, C, アンカーノード7台をそれぞれFig.4のように配置した。RSSI取得は、各アンカーノードおよび無線照度センサノード間でパケットを0.5秒毎に送受信することで行った。また、第一次位置座標近傍の照明台数Nはそれぞれ4, 7,

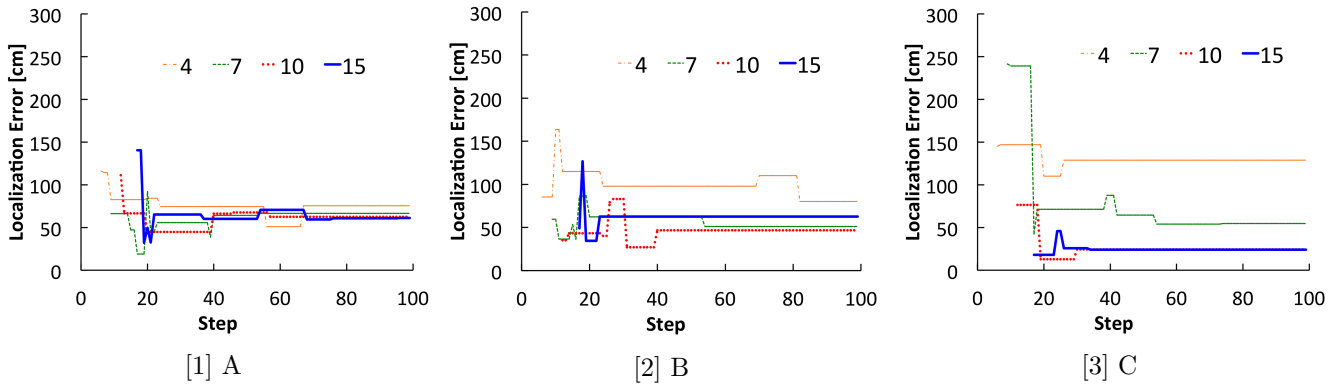


Fig. 2 知的オフィス環境創造システム実験室での実験における位置推開始時間及び推定誤差の比較

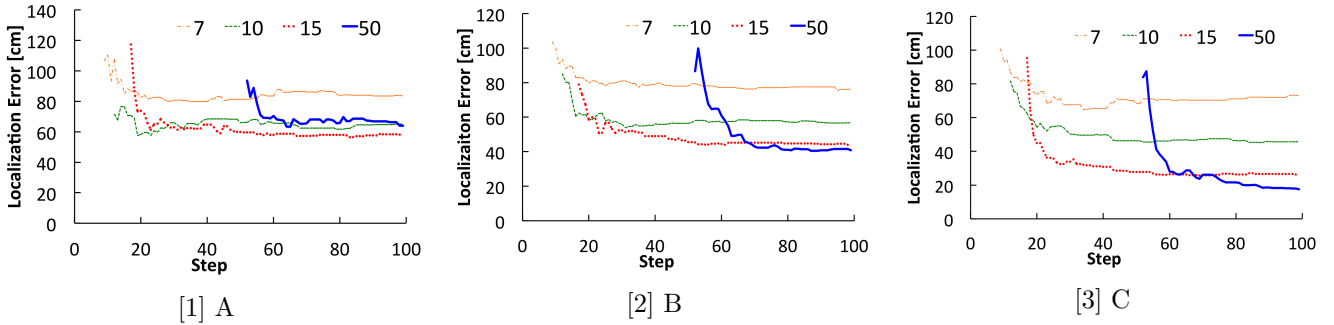


Fig. 3 50 台環境下でのシミュレーション実験における位置推開始時間及び推定誤差の比較

10 として実験を行った。なお、分散照明制御システムによる照度センサ位置推定手法との比較を行うため、 N を 15 とした実験も行った。

実験環境は、50 台の照明、無線照度センサノード 3 台 A, B, C を Fig.5 のように配置した環境を想定する。MinMax 法を用いた位置推定の直線誤差は 2m 以内のランダムで決定し、それぞれ 20 回の実験を行った。また、第一次位置座標近傍の照明台数 N はそれぞれ 7, 10, 15 として実験を行った。なお、分散照明制御システムによる照度センサ位置推定手法との比較を行うため、 N を 50 とした実験も行った。

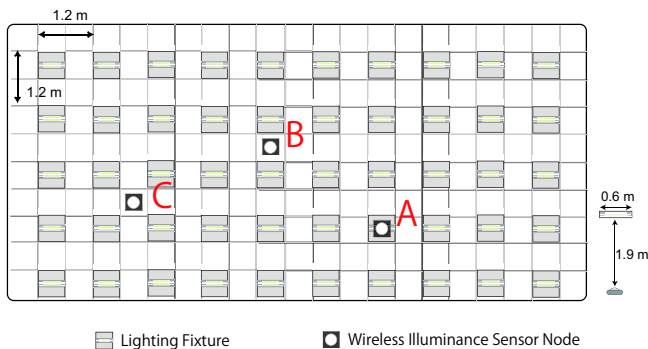


Fig. 5 照明 50 台を設置したシミュレーション環境

4 実験結果とまとめ

実験結果を Fig.2, Fig.3 に示す。シミュレーション実験におけるグラフは 20 回の実験における平均値を示している。また、グラフの系統の番号は N を示す。 N を大きくすると推定誤差が小さくなる傾向にある。一方、 N を小さくすると回帰分析の説明変数を削減され、位置推定時間が高速化していることが分かる。MinMax 法を用いて位置推定を行うことで回帰分析の説明変数を削減し、照明の分散処理による無線照度センサノード位置推定手法の高速化を実現した。第一次位置座標近傍の照明選択数 N を 10~15 に設定することで、推定精度を保ちながら高速な位置推定を実現できる。また、 N の大きさと推定精度は反比例の関係にある傾向がある。今後の課題として、アンカーノード数の検証や、照明 100 台規模での検証などが挙げられる。

参考文献

- 1) Zengbin Zhang, David Chu, Xiaomeng Chen, and Thomas Moscibroda. Swordfight: Enabling a new class of phone-to-phone action games on commodity phones. pp. 1-14, 2012.
- 2) 三木光範, 吉田健太, 小野景子, 平野裕也. 分散制御照明システムにおける照度センサの位置推定方法. 人工知能学会第 26 回全国大会, Vol. 26, , 2012.
- 3) Niels Reijers Koan Langendoen. Distributed localization in wireless sensor networks: a quantitative comparison. *Computer Networks*, Vol. 43, pp. 499-518, 2003.