

外光が存在する状況下での屋内位置推定手法の検討

津崎 隆広
Takahiro TSUZAKI

1 はじめに

近年、屋内の位置推定に注目が集まっている。屋外の位置推定では GPS が用いられることが多いが、GPS は人工衛星からの電波を用いるため、電波の届かない屋内の位置推定には利用できない。屋内における位置推定手法として、Wi-Fi のフィンガープリントを利用した手法や RFID を用いた手法がある。Wi-Fi を利用した手法は、位置推定精度が 5 m から 6 m にとどまる。RFID を用いた位置推定手法では、専用機器を事前に位置推定を行う環境に敷設する必要がある。また、近年スマートビルが増加し、一灯一灯の調光が可能な照明が増加している。よって、照明の照度を用いた屋内位置推定手法が提案された。

照明の照度を用いた屋内位置推定手法では、場所ごとに照明の光度を段階的に変化させた図 1 のようなパターンを複数作成する。パターンは、照明の明るさをパターン 1 のような一律点灯するパターン、パターン 2, 3 のような左から右へ照度が高くなる傾斜点灯のパターン、パターン 4, 5 のような下から上へ照度が高くなる傾斜点灯のパターンである。そのパターンごとに照明を制御する。そして、センサが照明のパターンごとの照度を計測する。計測した照度からパターン 1 とパターン 2,3,4,5 の照度の差を特徴量として計算する。次に仮想環境のランダムな点を決め、その位置の特徴量を計算し、また位置を決め特徴量を求めることを繰り返す。その中で、最も実環境に近い特徴量を持つ位置を推定位置としている。

しかし、その手法は、外光が存在する屋内での検証がされていない。そこで、本研究では、外光が存在する環境で、照度を用いた屋内位置推定手法を行い、精度の向上を目指す。本文では、外光が既存の照度を用いた位置推定手法に影響を与えるのかを実験し、外光に対する補正手法、まとめについてを述べる。

2 外光が存在する状況での既存の推定手法の検証実験

2.1 実験内容

まず、外光が存在する環境で、照明を用いた屋内位置推定手法に影響を与えるのか実験した。実験は晴れの日 4 時 30 分から 19 時 30 分までの 15 時間行った。センサ配置図を以下の図 2 に示す。窓は部屋の南東に設置されており、ブラインドの角度は外向き 45°に調整されている。センサは床から 70cm に配置した。センサは照明の下 25ヶ所に配置し、1 秒毎に照度を取得した。使用した照度センサはセコニック社製のアナログ照度センサである。

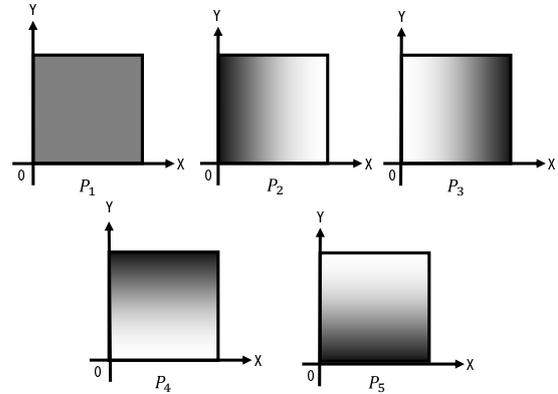


図 1 5 種類の点灯パターン

2.2 実験結果

実験の結果、位置推定精度に影響を与える外光と与えない外光の 2 種類が存在した。影響を与える外光は、図 1 の点灯パターンを点灯させている間に照度に変化する外光である。点灯している間に、照度が変わると、パターン 1 と他の点灯パターンとの照度差が変化する。よって、特徴量が変化してしまうため、位置推定精度に影響を及ぼしたと考えられる。一方影響を与えない外光は、図 1 の点灯パターンを点灯させている間に照度に変化しない外光である。点灯している間に変化する外光は、全てのパターンの全体的な照度に変化するのみで、照度差に変化は起こらない。よって特徴量は変化しないため、位置推定精度に影響を及ぼさないと考えられる。

推定結果の位置推定精度を図 3 に示す。使用したセンサは、図 1 のセンサ 8, センサ 9, センサ 10, センサ 13, センサ 14, センサ 15, センサ 18, センサ 19, センサ 20 である。縦軸は真値からどれほど誤差があるのかを表し、横軸は使用した照度センサを表している。図 2 より点灯パターンが点灯している間、外光に照度変化がない場合、位置推定精度は既存の推定手法と変わらないことがわかった。また、点灯パターンが点灯している間に外光の照度変化が大きい場合、位置推定精度に大きい影響を与えることが分かった。これにより、本研究では、点灯パターンを点灯させている間に、照度に変化する外光に対しての補正手法について考えなければならない。

3 外光が存在する状況下での屋内位置推定の提案

既存の位置推定手法では、外光が存在する環境では使用することができないことが検証できた。原因は外光照度に時間変化が大きいものがあるものである。よって、今回

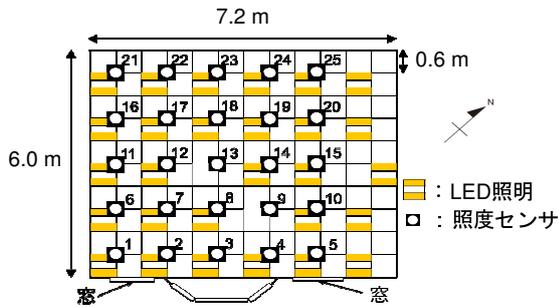


図2 外光取得実験のセンサ配置図

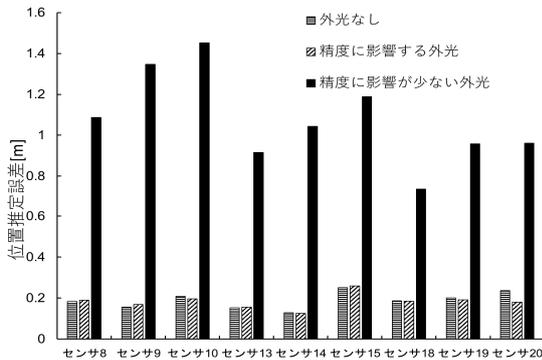


図3 位置推定結果

は時間で変化する外光に対しての手法を考える。提案する手法は、点灯パターンを点灯開始直後の照度と次の点灯パターン開始直前の照度の差から補正値を計算し、位置推定を行う手法である。

図4に提案手法の概要を示す。例えば、パターン1の点灯パターンを点灯させ開始時の照度と、パターン2を点灯させる直前のパターン1の照度の差を求める。これにより、パターン1を点灯させている間に外光が変化したか求めることができる。この求めた照度の差をパターン2の点灯開始直後の照度から引く。よって、パターン1に入る外光とパターン2に入る外光の照度に差があっても、同じような外光照度とすることができる。これをパターン2点灯開始直後とパターン3点灯開始直前と繰り返し、パターン5まで行う。これにより、各点灯パターンが点灯している間に、入る外光照度が時間変化しない外光と同じになるため、2章で求めた点灯パターンが点灯している間に外光に時間変化がなければ、位置推定精度に影響を与えない結果より、位置推定精度が向上するのではないかと考える。

実際の場合、パターンとパターンと間の照度はすぐには取得できない。このため、センサの照度取得間隔はより短くすることで、高い精度を得ることができるのではないかと考える。

理由は調光間隔を短くすることで、外光の時間変化が少なくなるからである。以下のTable1に、2章2節で作成した外光の15秒間、5秒間の分散の最大値、最小値、平均を示す。もし、時間を3分の1にした場合、最大値、平均が減少していることが確認できる。今回はセンサの取得間隔が1秒が限界であるため、これ以上センサの照度取得間隔を短くした場合は分からないが、照度取得更に短く

することで、外光の時間変化が減少すると考える。このため、照度センサをセコニック社製のアナログ照度センサから更に照度取得間隔を短くすることが可能なArduinoとNaPiCa照度センサを用いて照度を取得しようとする。

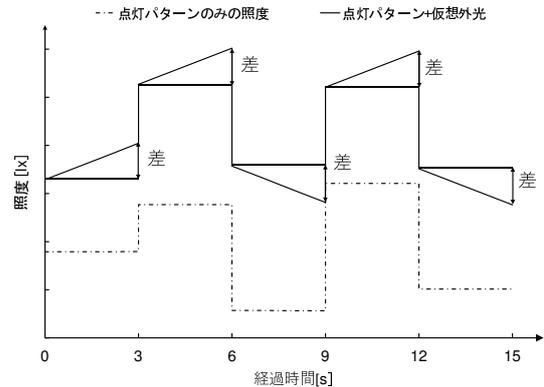


図4 提案手法の概要

Table1 外光を15秒間と5秒間の場合の差異

	5秒	15秒
最大値	4084.4	345226.8
最小値	0	0
平均値	24.4	83866.2

4 まとめ

これまでの実験で、外光に時間変化がなければ位置推定精度には影響は少なく、時間変化があれば位置推定精度に大きく影響することを理解できた。これにより時間変化する外光に対しての補正手法を提案した。今後は、補正手法を実装し、実験を行おうと考えている。

参考文献

- 1) Santanu Guha, Kurt Plarre, Daniel Lissner, Somnath Mitra, Bhagavathy Krishna, Prabal Dutta, and Santosh Kumar. Autowitness: Locating and tracking stolen property while tolerating gps and radio outages. 2010.
- 2) Emiliano Miluzzo, Nicholas D. Lane, Kristf Fodor, Ronald Peterson, Hong Lu, Mirco Musolesi, Shane B. Eisenman, Xiao Zheng, and Andrew T. Campbell. Sensing meets mobile social networks: The design, implementation and evaluation of the cenceme application. pp. 337-350, 2008.
- 3) Zengbin Zhang, David Chu, Xiaomeng Chen, and Thomas Moscibroda. Sword ght: Enabling a new class of phone-to- phone action games on commodity phones. pp. 1-14, 2012.