

位置特定インフラ専用無線LANアクセスポイントの試作と測位精度の検討評価

岡 龍太† Tran Xuan Duc†

†立命館大学情報理工学部

新井 イスマイル‡ 西尾 信彦†

‡立命館大学総合理工学研究機構

1 はじめに

近年、子どもの見守りサービスやナビゲーションサービスなど、位置情報サービスの需要が高まってきている。位置情報サービスは、屋内外を問わずシームレスに位置情報を取得できることが望ましい。位置情報を取得する方法として、従来はGPSを用いた位置推定が主に利用されてきたが、屋内ではGPS衛星からの電波が満足に到達しないため利用できない。そのため、屋内における位置推定システムに関して、これまでにIMES(Indoor MESSaging System)等を用いた屋内GPSや無線LANを用いたシステム[1][2]、RFIDを利用したシステム[3]など、様々な手法が提案されてきている。しかし、位置推定インフラの構築費および維持費が高いこと(屋内GPS)や、測位精度やカバーエリア不足(無線LAN)、普及型携帯端末に搭載されていない専用デバイスが必要であること(RFID)など、様々な要因から普及には程遠いのが現状である。

そこで本研究では、無線LANの普及性に着目し、無線LANアクセスポイントから位置推定のための最低限の情報を含む電波のみを出力し、太陽電池などを電源として駆動できる省電力無線LANビーコン発信装置を位置推定インフラとして活用する方式を提案する。そして、アクセスポイントを要求される測位精度に応じて配置することによって、測位精度要求に対応した位置推定を実現する。

2 位置推定専用無線LANアクセスポイント

本研究で用いる位置推定専用無線LANアクセスポイント(以後、Place Stickerと呼ぶ)は、以下のような特徴を持つ。

- 設置位置が既知である
これまでの無線LAN位置推定手法の多くは、無線LANアクセスポイントの位置の推定や、アクセスポイントの移動・消失に対応する必要がある。Place Stickerは、位置推定の為に能動的に配置するため、設置位置が既知であり上記の問題を考慮する必要がなくなる。
- 設置位置を自由に決めることができる

これまでの無線LAN位置推定手法は、アクセスポイントの密度や設置場所が必ずしも位置推定に都合が良いとは限らず、十分な測位精度を出せないことが問題となっている。Place Stickerは測位専用のインフラであるので、位置推定に適した位置に配置することが可能であり、Place Stickerの配置の特徴を利用して測位精度を向上させることができる。

- 太陽電池での駆動が可能

現状のPlace Sticker(図1上)は、Gainspan社*の超低消費電力の無線LANチップを用いて位置推定に必要なビーコン送信のみを行なうため、低電力で駆動する。これにより、その場でエネルギーを収穫して間欠的に駆動することが可能である(Energy Harvesting)。本報告ではローム社が開発している色素増感太陽電池(屋内照明の光量で発電可能。図1下)を用いて最低3セル(1セル辺り0.46V発電)から得た起電力をDDコンバータで昇圧してキャパシタに蓄電することで、Place Stickerが稼働することを確認している。屋内空間において照明設備の周辺に設置することにより、電源敷設の手間を省くことができる。また、半永久的に低コストで駆動することができる。

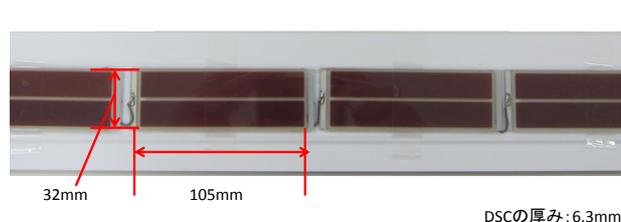
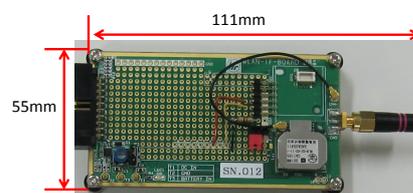


図1: 上:Place Sticker 下:色素増感太陽電池

*Gainspan. <http://www.gainspan.com/>

- 設置位置を学習データとして保存する必要がない従来の無線 LAN を用いたシステムでは、無線 LAN の観測情報をサーバに送信してサーバで測位するか、クライアントに無線 LAN 基地局の位置情報データベースを保持してクライアント端末で測位する必要があった。Place Sticker は、ESSID に設置位置に関する情報（緯度、経度、階数）を記述しておくので、設置位置を保存しておくデータベースを必要としない。

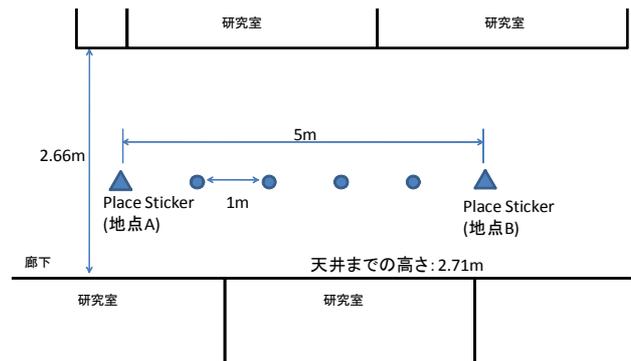


図 2: 実験環境図

3 位置推定手法

今回は Place Engine[1] などの既存の無線 LAN 位置推定システムと同様に、受信したビーコンに含まれる位置情報の受信電波強度 (RSSI) を考慮した加重平均を求めることによって位置推定する。

まず、Place Sticker の RSSI と距離の関係について調査を行った。Place Sticker からの距離ごとに一番多く受信できた RSSI 値を算出し、対数による近似曲線を用いて $RSSI(\text{dBm})$ と距離 $dist(\text{m})$ の関係を

$$dist(RSSI) = e^{\frac{RSSI+A}{B}}$$

のように定義した。e は自然対数の底、A および B は定数とする。本論文では、事前検証より得た経験値より、 $A = 75.81, B = -6.67$ とした。

次に、ビーコンに含まれる位置情報の加重平均を求めることによって位置推定を行う。ある観測点で受信したビーコンの数を k 、観測点で受信した Place Sticker の設置位置を $PS_n(x, y) (1 \leq n \leq k)$ とし、各 Place Sticker からの距離 $dist(RSSI_n)$ を重みとする。求める推定位置 $pos(x, y)$ は

$$pos(x, y) = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^k \frac{1}{dist(RSSI_i)} PS_i(x, y)$$

$$W = \sum_{i=1}^k \frac{1}{dist(RSSI_i)}$$

となる。

4 評価と考察

Place Sticker の測位精度を検討評価するための実験を行なった。図 2 において、2 点間の距離が 5m である地点 A と B にそれぞれ Place Sticker を配置し、間の地点 (A からの距離が 1m ~ 4m) で各 20 回位置推定を行なった。実験結果を表 1 に示す。

表 1 より、静止している状態での位置推定では、平均 0.58m の精度で測位可能であることがわかった。また、誤差最大値から、1.52m 以内の精度であることがわかった。

地点 A からの距離	1m	2m	3m	4m	全体
誤差平均値 (m)	0.39	0.64	0.75	0.55	0.58
誤差中央値 (m)	0.34	0.63	0.70	0.52	0.55
誤差最大値 (m)	1.31	1.38	1.52	0.90	1.52
誤差最小値 (m)	0.02	0.05	0.05	0.09	0.02

表 1: 各地点および全体の測位誤差

5 おわりに

本論文では、位置推定専用の無線 LAN アクセスポイントである Place Sticker を用いた位置推定について提案した。5m 間隔で Place Sticker を設置して実験した結果、静止している状態では 1.52m 以内 (平均 0.58m) の精度で測位できることがわかった。今後は、Place Sticker の設置間隔を可変させた場合の測位精度特性の評価と、さらにユーザが移動しているときに追従性のある位置推定手法の考案・検証を行う。

参考文献

- [1] 暦本純一, 塩野崎敦, 末吉隆彦, 味八木崇. PlaceEngine: 実世界集合知に基づく WiFi 位置情報基盤. インターネットコンファレンス 2006, pp. 95-104, 2006.
- [2] 河口信夫. Locky.jp: 無線 LAN を用いた位置推定とその応用. 電子情報通信学会 ITS 研究会, Vol. 107, No. 161, pp. 37-40, 2007.
- [3] 小川智明, 吉野修一, 清水雅史. 屋内における無線タグを用いた学習型位置推定法. 情報処理学会第 5 回 UBI 研究会, No. 66, pp. 31-38, 2004.