

不可視アクセスポイントの影響を考慮した RSSIによるPC位置特定手法の検討

久保田 真一郎^{†1} 川 村 諒^{†1} 杉 谷 賢 一^{†1}

PCから不可視の位置にあるAPを積極的に利用し、RSSIによるPCの位置を特定する研究をこれまで行った。一定の成果は得られたが、不可視APによる影響を考慮した位置特定精度の向上について検討を行うことができていなかった。そこで、不可視APによる影響を距離以外の減衰要因について考慮し、PC位置特定の精度向上について検討を行った。

Study of the RSSI-based Position Estimation Method Considering the Non-LOS AP Effects

SHIN-ICHIRO KUBOTA,^{†1} RYO KAWAMURA^{†1}
and KENICHI SUGITANI^{†1}

In many previous studies, PC's positioning system are considered using RSS from AP at a non-LOS position. In our work, after evaluated accuracies of the position estimation, such a situation makes accuracies worse. In this report, though the RSS generally decay with the distance between AP and PC, any other reasons of the RSS attenuation are discussed.

1. はじめに

無線LANアクセスポイント(AP)を利用した位置推定については、多くの研究¹⁾⁻⁴⁾が

^{†1} 熊本大学

Kumamoto University

行われており、無線LANのAPからの受信信号強度(RSS)を用い、その解析に最尤推定法を用いた精度の良い位置推定が可能であることがAriasらの研究により報告されている^{5),6)}。今後、これらの位置推定システムによって得られる位置情報と建物情報や組織情報を組み合わせたユーザ支援のシステムなどの応用が期待される。

情報インフラとしてAPが配備される場合は、混信による通信容量の減少を防ぐために、APからの電波ができるだけ重ならないように配備される。例えば、情報インフラを目的に無線LANが整備された大学などの教室では、接続数や各教室のレイアウトにより、見通しの効く位置にAPが少なくとも1つ存在するが、不必要にAPが設置されることはない。しかし、隣接する教室に設置されたAPの電波や廊下に設置されたAPの電波も間接的に受信される。見通しの効くAP(可視AP)1台からの受信電波強度のみでは、位置推定の精度は良くないが、見通しの効かないAP(不可視AP)からのRSSIを利用し、できるだけ精度良く位置推定を行うことが可能である⁷⁾⁻⁹⁾。情報インフラとしてのAPを利用した位置推定は、不可視APを利用し位置推定を行うため、その精度が悪くなる。

本稿では、不可視APを用いた位置推定精度を今より向上するための検討を行う。検討の方向性として、先行研究をもとにRSS減衰の各種要因に関する考察、不可視APから受信するRSSの考察を行い、現在の位置推定解析手法を工夫できないか議論する。

2. RSS減衰要因に関する考察

RSSの減衰要因として考えられることは様々あり、文献¹⁰⁾には、屋外や屋内といった損失から伝搬スケールの大小に関わる損失まで幅広く記述がある。Walfisch and Bertoniモデル¹¹⁾では、屋外の通りで受信する信号強度について、建物を障害物としてシャドウイング効果による経路の損失、建物により回折や反射して到達する経路の損失を考慮したモデルについて述べられている。また、一般的な距離による伝搬損失モデルについても記述されている。これをAPとPCの場合で記述すると次式となる。

$$PL(d) = PL(d_0) + 10n \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + X_\sigma. \quad (1)$$

伝搬損失を $PL(d)$ 、APとPCの間の距離を d 、 d_0 は測定基準となる距離、 n は伝搬損失

の割合を示す量である． X_σ はシャドウイングの効果として正規分布するランダム変数を表して．また，Devasirvatham らのモデル¹²⁾ では，自由空間伝搬損失に加えて屋内における損失効果を距離に比例する項で与えたモデルが考えられている．式 2 を使って表すと

$$PL(d) = PL(d_0) + 20\log\left(\frac{d}{d_0}\right) + \alpha d, \quad (2)$$

となる．

われわれの位置推定手法では，伝搬損失はシンプルに AP と測定 PC の距離 r によるとし，そのベキ指数と比例定数のみをパラメータとしている．

$$PL(r) = 10\log C + 10n\log r. \quad (3)$$

われわれは実環境での距離と受信電波強度の測定結果をもとに，その実環境における n および C を決定し，それをその環境での伝搬損失をあらわすモデルとして最尤推定法を用いて位置推定を行っている．この意味ではシャドウイングや Devasirvatham らの効果を検討していない．シャドウイングの効果である乱数はこれまでの計算過程にパラメータを増やすことになるが，Devasirvatham らの線形項はパラメータの数はこれまでと変わらない点は興味深い．

3. 不可視 AP から受信する RSS の考察

不可視 AP を利用した位置推定精度を向上させるために，実際に測定された不可視 AP からの RSS を考察することにする．ここではわれわれがこれまで測定してきたデータをもとに不可視 AP の影響について考察する．

インフラのために整備された無線 LAN 環境を用いた環境として，今回，実験フィールドに，図 1 のように，当センターの 6 階の廊下，6 階のセンター長室，5 階の廊下に設置された AP3 台による RSS について考察する．図 1 に示すように，6 階廊下の 6 箇所（壁から 3.5 メートル，6 メートル，9.65 メートル，11.5 メートル，14.5 メートル，18 メートルの位置）を測定ポイントに定め，各測定ポイントにおいて RSS を測定する．各測定ポイントから 6 階の廊下に設置された AP を見通すことができ，6 階のセンター長室および 5 階の廊下に設置された AP が不可視 AP となる．PC の高さは 0.5 メートルに固定し，1 秒ごとに

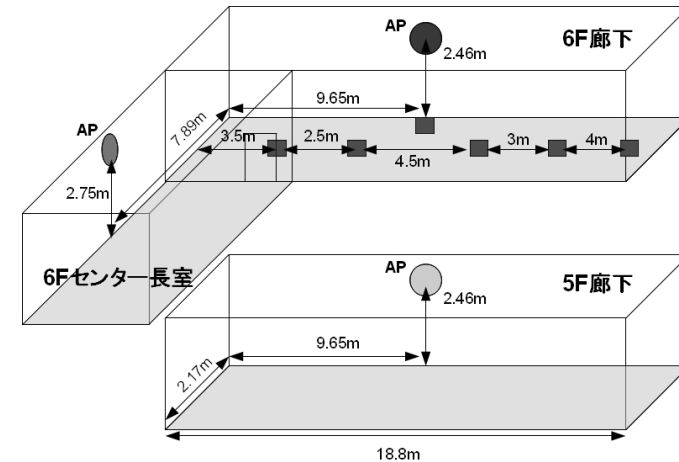


図 1 実験フィールド

表 1 減衰特性を表すパラメータ n と C

	n	C
6 階廊下	-1.504	0.000649
5 階廊下	-2.166	0.000053
6 階センター長室	-5.658	1.083927

45 分間 RSS を測定した．また，人のいない深夜に実験を行った．実験に用いた AP は学内無線 LAN 環境のために配備されている Cisco 社製 AIR-AP1252G-P-K9 を使い，2.4GHz 帯の通信により測定を行った．

今回の測定による RSS と距離の関係について図 2 に示す．それぞれ 3 台の AP からの RSS と距離 r との関係がプロットされている．これより式 (3) にある n および C がそれぞれの AP に対して決定する．表 1 にその結果を示す．

まずは可視 AP と不可視 AP の違いについて考察する．6 階廊下に設置される AP は測定ポイントから可視できる位置にあり，前節で述べたようなシャドウイング効果はほとんどな

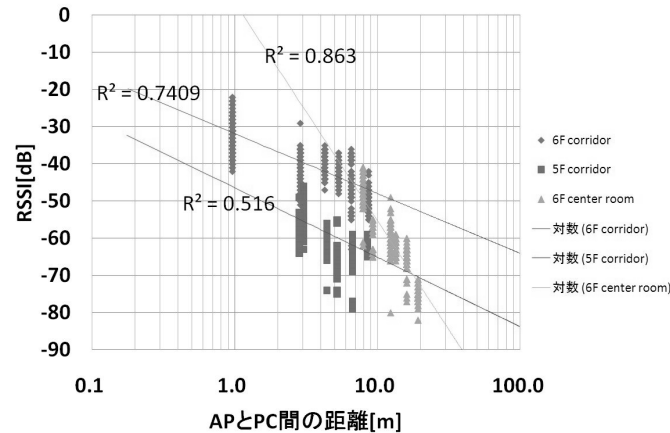


図2 RSS と距離の関係

いと推測されるが、Devasirvatham らの屋内における損失効果を考慮した項は考える価値がある。

当然ながら、不可視 AP による測定値についてはシャドウイング効果を検討することができると思われる。

4. ま と め

PC から不可視の位置にある AP を積極的に利用し、RSS による PC の位置を特定する研究をこれまで行ったが、不可視 AP による影響を考慮した位置特定精度の向上について検討を行うことができていなかった。そこで、不可視 AP による影響を距離以外の減衰要因について調査および考察し、PC 位置特定の精度向上について検討を行った。

参 考 文 献

- 1) 柳原健太郎: センサネットワークにおけるロケーション技術, 電子情報通信学会誌, Vol.92, pp.262-267, 2009-4.
- 2) 北須賀輝明, 中西恒夫, 福田晃: 無線 LAN を用いた屋内ユーザ向け位置測定方式 WiPS

の実装, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 2004) シンポジウム論文集, pp.349-352, 2004.

- 3) Patwri, N., Ash, J.N., Kyperountas, S., Hero, A.O., Moses, R.L., and Correal, N.S.: Locating the nodes, *IEEE Signal Process*, Vol.22, No.4, pp.54-69, 2005.
- 4) 伊藤誠悟, 河口信夫: アクセスポイントの選択を考慮したベイズ推定による無線 LAN ハイブリッド位置推定手法とその応用, 情報処理学会研究報告, Vol.38, pp.13-18 2006.
- 5) Arias, J., Zuloaga, A., Lazaro, J. and Astarloa, A.: An RSSI based ad hoc location algorithm, *Microprocessors and Microsystems*, Vol.28, pp.403-409, 2004.
- 6) 趙 大鵬, 高島 雅弘, 柳原 健太郎, 武次 潤平, 福井 潔, 福永 茂, 原 晋介, 北山 研一: センサネットワークにおける受信信号電力を用いた最尤位置推定法, *IEICE technical report*, 104(690), pp.409-414, 2005.
- 7) 副島慶人, 古川誠一, 川村諒, 久保田真一郎, 杉谷賢一: 学内無線 LAN 環境における電波強度測定による位置推定技術の検討, 第 62 回電気関係学会九州支部連合大会, 2009.
- 8) 川村諒, 久保田真一郎, 副島慶人, 古川誠一, 杉谷賢一: 既設アクセスポイントを利用した屋内位置情報取得システムのための位置推定精度による分析, 情報処理学会論文誌ジャーナル, Vol.52, pp.1357-1364, 2011.
- 9) 久保田真一郎, 副島慶人, 川村諒, 杉谷賢一, 武藏泰雄, 永井孝幸, 入口紀男, 右田雅裕, 喜多敏博, 松葉龍一, 辻一隆, 島本勝, 木田健, 宇佐川毅, 中野裕司: 学内無線 LAN アクセスポイントを利用した位置推定における歩行者の影響について, 学術情報処理研究, No.15, pp.82-88, 2011.
- 10) Rappaport, T. S.: *Wireless Communications: Principles and Practice*, 2nd edition *IEEE Press*, Piscataway, NJ, 1996.
- 11) Walfisch, J., and Bertoni, H. L.: A Theoretical Model of UHF Propagation in UHF Propagation in Urban Environments, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. AP-36, pp.1788-1796, October 1988.
- 12) Devasirvatham, D.M.J., Banerjee, C., Krain, M.J., and Rappaport, D.A.: Multi-Frequency Radiowave Propagation Measurements in the Portable Radio Environment, *IEEE International Conference on Communications*, pp.1334-1340, 1990.