

## 実環境における無線 LAN 受信信号強度を用いた 位置推定手法の検討

川村 諒<sup>†1</sup> 副島 慶人<sup>†1</sup> 久保田 真一郎<sup>†1</sup>  
古川 誠一郎<sup>†1</sup> 杉谷 賢一<sup>†1</sup>

KIAI 事業の平成 21 年度実証実験として、宮崎県美郷町で行われた地理的条件不利地域の災害時に対応する情報通信インフラ網の構築実験において、無線 LAN 網を構成するアクセスポイントを搭載したバルーン的位置推定を試みた。その際に、思うような観測データが得られず、位置推定が困難であった。本研究では、その観測データをもとに分散および相関関係を考察し、ノイズを含む観測データから位置を推定するに十分なデータを抽出し位置推定を行った結果を報告する。

## Studying Practical Situation Problems of Location Estimations using Wireless LAN RSSI

RYO KAWAMURA,<sup>†1</sup> YOSHITO SOEJIMA,<sup>†1</sup>  
SHIN-ICHIRO KUBOTA,<sup>†1</sup> SEIICHIRO FURUKAWA<sup>†1</sup>  
and KENICHI SUGITANI <sup>†1</sup>

In the practical situation, it is not easy to estimate location using wireless LAN RSSI, because measured data in practical situation include any kinds of noisy data. When we join the experiments of KIAI project, we have encountered such a situation. In this paper, we report our approaches to drive suitable data from noisy data, using statistical quantities, variances and correlations.

<sup>†1</sup> 熊本大学

Kumamoto University

### 1. はじめに

無線 LAN アクセスポイントを利用した位置推定については、多くの研究<sup>2),1)</sup>が行われており、無線 LAN アクセスポイントの受信信号強度を用いた精度の良い位置推定ができることも報告されている。ユーザの位置情報と建物情報や組織情報を組み合わせることで、ユーザを支援するシステムの構築が可能であり、大学のインフラサービスとしての応用も期待される。熊本大学には、学内利用者用に約 450 個のアクセスポイントが各所に設置され、多くの場所でネットワークを利用できる環境にある。われわれはこれらの無線 LAN アクセスポイントから受信する受信信号強度を利用した位置推定技術の検討に近年取り組んでいる<sup>2)</sup>。既設のアクセスポイントがそのまま利用できるため、受信信号強度による位置推定の利用を検討している。本稿では、昨年 11 月に実施された九州情報通信連携推進協議会 (KIAI = Kyushu Island Alliance of ICT)<sup>3)</sup>が行う事業の平成 21 年度実証実験に、現在利用を検討している推定技術を検証する実験計画を持ち込み、実験を行った結果について報告し、われわれの検討中の位置推定技術の問題点をあげ、いくつかの解析手法による改善の試みについて報告する。

### 2. KIAI 事業の平成 21 年度 11 月実証実験について

今回われわれの実験を許された KIAI 事業の平成 21 年度 11 月実証実験とは、その副題に「地理的条件不利地域における臨時的情報通信インフラ網構築実験」とあり、九州ならではの地理的条件不利地域下で発生した災害等への対応のため、臨時的に情報通信インフラ網を構築する手法およびそれらのためのアプリケーションに関する実証実験を実施するために行われた。場所は宮崎県美郷町で行われ、不利地域の災害時に対応するため、バルーンを利用し、情報通信インフラ網を構築する実験が行われた。実験では、災害本部となる町役場と仮想災害現場の 2ヶ所で情報通信インフラ用のバルーンが打ち上げられ、実証実験が行われた。われわれは、仮想災害現場に打ち上げられたバルーンに搭載してあるアクセスポイントの位置推定を行うことで、利用検討中の位置推定の検証を試みた。バルーンを打ち上げると

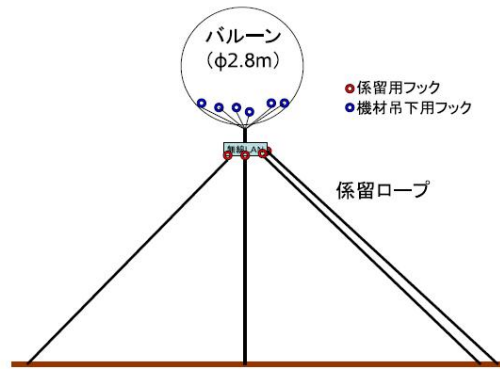


図1 係留されていたバルーンの模式図

いう屋外フィールドであるため、キャンパス内では困難な数十メートルの長距離での位置推定実験ができたのは幸運であった。

われわれの実験には測定用に同じ仕様のPCを3台設置し、各PCで「Network Stumbler」を用いて受信信号強度を測定し、記録した。このときバルーンは図1のように係留ロープ5本で固定されていた。バルーンの高さおよびバルーンの下から3台の測定用PCまでの距離をそれぞれ測定し、結果的にバルーンとの直線距離が63.26mの位置にPC1を、バルーンとの直線距離が43.13mの位置にPC2を、バルーンとの直線距離が46.85mの位置にPC3を配置した。それぞれのPCにおいて約45分間測定された受信信号強度をプロットしたグラフを図2に示す。全体的にその値が散らばっており、PC1で受信した受信信号強度の分散は10.849、PC1で受信した受信信号強度の分散は7.176、PC1で受信した受信信号強度の分散は41.248であった。

### 3. 受信信号強度による位置推定

前節のデータを用いて位置推定を行う。まず、無線通信において受信電力は距離のべき指数で減衰し、自由空間であれば距離の-2乗で減衰することが知られている。マルチパス

フェージングなどの他の環境因子による減衰のため、実環境においてはべき指数の値はさらに小さな値をとる。受信電力を $\Lambda(r)$ 、アクセスポイントと測定PCの距離を $r$ とし、そのべき指数を $\alpha$ として、実環境での減衰を式に表すと

$$\Lambda(r) = Cr^\alpha \quad (1)$$

となる。 $C$ は比例定数である。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 $\alpha$ および $C$ を決定し、それをその環境での平均モデルとして最尤推定法を用いて位置推定を行う。受信信号強度が正規分布にしたがうと仮定すると、位置 $r$ で受信信号強度 $P_r$ を受信する確率密度 $p$ は

$$p(P_r|r) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\delta^2}} \exp\left(-\frac{(P_r - \Lambda(r))^2}{2\delta^2}\right) \quad (2)$$

と表される。ただし、 $\delta^2$ は分散を表す。測定されたデータをもとに平均モデルが決まり、実際に位置推定を行う場所の受信信号強度から $r$ の期待値が得られるが、それが尤もらしい値かどうかは判別できない。そこで、尤もらしい期待値を導出するために式(2)を $r$ の関数として考え、測定される受信信号強度による確率密度の積が最大となるような $r(x, y)$ を求める方法が最尤推定法である。

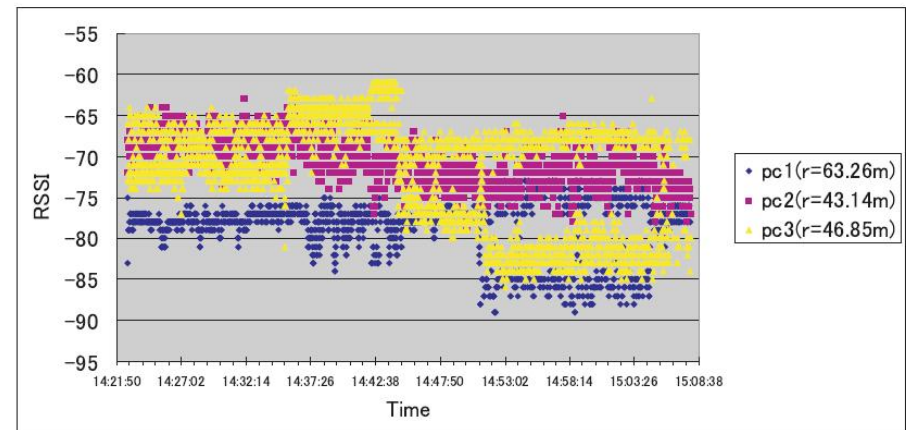


図2 3台のPCで受信した受信信号強度

今回の測定による受信信号強度と距離の関係を図3に示す。3ヶ所に固定し測定したため縦に3本ならぶようにプロットされている。左がPC2の測定によるプロット、真ん中がPC3の測定によるプロット、右がPC1の測定によるプロットである。相関係数は0.3677と非常に小さな値であり、ほとんど相関のないデータであることがわかる。また、図3にある回帰直線の傾きと切片と式(1)から、 $\alpha = -4.727$ と $C = 0.676$ と決まる。これによりモデルが決定する。しかし、今回の測定により構築したモデルによる位置推定精度は悪く、次節以降で述べる検討を行うこととなった。

#### 4. 位置推定手法の工夫について

前節で述べたように、最尤法を用いた位置推定では、その環境における測定データをもとにモデルを構築し、推定を行う。しかし、今回の検証実験のデータを用いた位置推定はその精度が悪かった。これはモデル構築に用いた実環境のデータが影響していると考え、われわれはこれらのデータを60秒毎に区切り、それらを一つのデータセットとして扱い、各データセットにおいて距離と受信信号強度との相関係数を考察した。その結果を図4に示す。図から分かるように、今回の実験では、時間の経過とともにその相関係数の値が下がっている

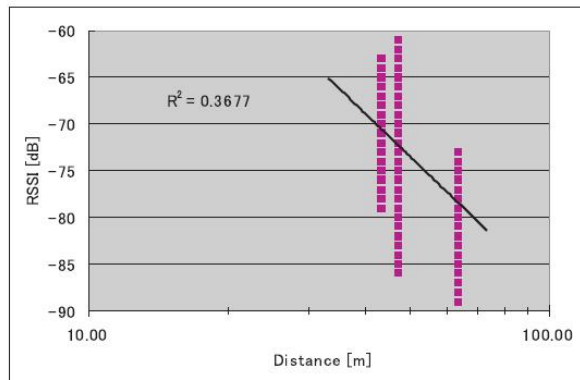


図3 受信信号強度と距離の相関関係

ことがわかる。そこでわれわれは相関係数が最大となるデータセット（以下、代表データセットと呼ぶ）を用いてモデルを構築し、位置推定の精度を検証した。代表データセットの相関係数は0.879と最大であり、その回帰直線の傾きと切片および式(1)から $\alpha = -6.302$ と $C = 3.511$ と決まる。また、代表データセットと各データセットとの相関を調べたところ、図5のようになり、代表データセット自身との相関を除いていくつかの目立つピークをもつことがわかった。さらに、各データセットの受信信号強度の分散を図6に示す。われわれは分散の大きなデータを避け、代表データセットと相関の強いデータを扱うことで推定精度を上げることができると考えた。その結果、全データを用いたときの推定よりも良い精度の結果が得られた。

#### 5. まとめ

KIAI事業の平成21年度実証実験として、宮崎県美郷町で行われた地理的条件不利地域の災害時に対応する情報通信インフラ網の構築実験において、無線LAN網を構成するアクセスポイントを搭載したバルーンの位置推定を試みた。その際に、思うような観測データが得られず、位置推定精度が悪かったため、解析方法の工夫による改善を試みた。まず、その観測データを60秒毎に分割し、各データセットにおける距離と受信信号強度との相関を考

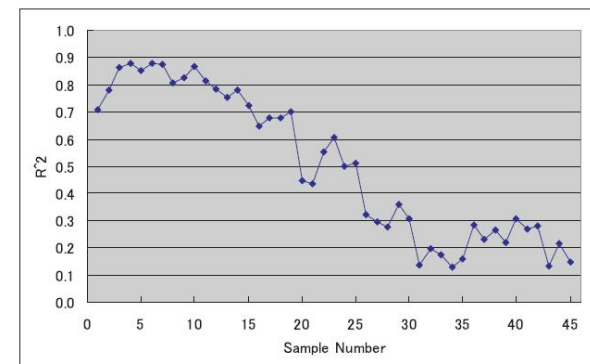


図4 受信信号強度と距離の相関関係

察し、相関の最も強い代表データセットに着目した。その代表データセットをもとにモデルを構築し、位置推定を行うこととした。また、分散および代表データセットと各データセットとの相関関係を考察し、ノイズを含む観測データから位置を推定するに十分なデータを抽出できると考え、その手法によって位置推定を行った結果を報告する。

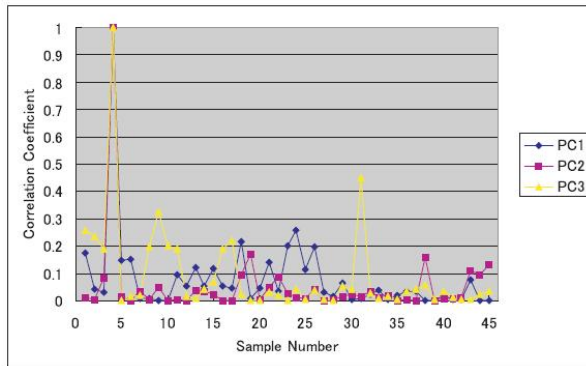


図 5 受信信号強度と距離の相関関係

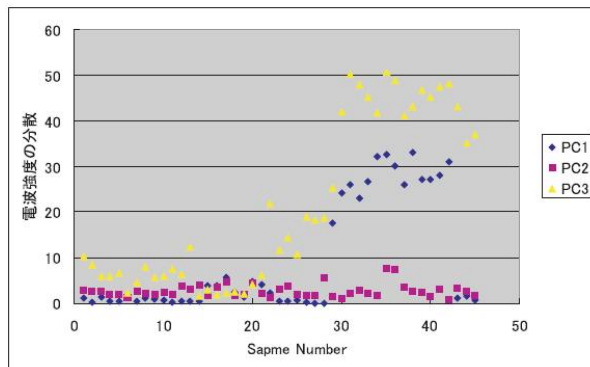


図 6 受信信号強度と距離の相関関係

## 参考文献

- 1) 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. bibitemyanagihara 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) 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.
- 3) 九州情報通信連携推進協議会 URI <http://www.kiai.gr.jp/>