

無線 LAN 環境におけるリアルタイムサイトサーベイの実現

A Real-time Site Survey System for Wireless LAN Area

熱田 隆
Ryu Atsuta

高橋 弘樹
Hiroki Takahashi

落合 庸央
Tsuneo Ochiai

株式会社 モバイルテクノ
Mobile Techno Corp.

1. はじめに

工場等への IoT 機器の導入にあたり無線 LAN アクセスポイントの置局を検討するため、導入エリアのサイトサーベイが実施される。一般的に測定機器を持ち歩いて測定するが、この方法では測定点毎に時間差が生じ、時々刻々と変化する無線環境を正確に把握できない。また、単発の測定となるため無線環境の変化を捉えることができない。

そこで著者らは、同期された無線 LAN ネットワーク [1] を用いて、エリア内に配置された複数の測定端末が同時かつ連続して測定するリアルタイムサイトサーベイシステムを開発した。本システムは 1km 四方程度のエリアまで適用できるが、配置場所や配置台数を制限されると測定端末の配置が疎になると考えられ、未測定点の補間が課題となる。本稿では未測定点の無線環境の推定にベイズ推論の適用を提案し、実証実験による推定精度の評価結果を報告する。

2. リアルタイムサイトサーベイシステム

本システムは複数の測定端末と集約局で構成される。測定端末は、常に周辺のビーコン（送信元 AP の SSID および RSSI）を監視する測定用デバイスと、測定データを報告するための通信用デバイスを持ち、測定と報告を同時に行うことができる。ネットワーク構築の過程で同期が確立され、全測定端末が同じ測定期間で測定し集約局へ報告する。

集約された測定データおよび過去の推定値を入力として、SSID 毎に未測定点の RSSI をベイズ推論により推定する。今回は線形次元削減による特徴量抽出を適用した。

$$\mathbf{y}^{(D \times N)} = \langle \mathbf{W}^{(D \times M)} \rangle \langle \mathbf{x}^{(M \times N)} \rangle + \langle \mathbf{u}^{(D \times N)} \rangle \quad (1)$$

ここで、 N は時間サンプル数、 D は測定点および未測定点を含むデータ数、 \mathbf{y} は RSSI、 \mathbf{W} は行列パラメータ、 \mathbf{x} は特徴量を表す M 次元の潜在変数 ($M < D$)、 \mathbf{u} は非線形なバイアスパラメータ、 $\langle \cdot \rangle$ は期待値、 (\cdot) は行列の要素数を示す。右辺の各項は確率変数であり、現時刻の測定データと過去 $N-1$ サンプルを用い、繰り返し最適化の過程で学習する。推定結果は \mathbf{y} の未測定点部分に導出され、次回推定のために過去サンプルとして蓄積される。

ベイズ推論による推定は、測定用デバイスで検知した全 AP に対して適用できる。推定値に基づき、干渉となる他システム AP の位置推定などが可能となる。

3. 実証実験結果および考察

工場内で実証実験を行った。表 1 に実証実験諸元を示す。実測値と推定値の比較を行うため、図 1 のように格子状に 26 台の測定端末を配置した。ベイズ推論による推定には☆記号で示す 5 台を使用し、現時刻の測定値と過去 10 サンプルの推定結果を入力した ($N=11$)。

表 1 実証実験 諸元

測定時間 (測定期間)	40 分 (1 秒間隔)
データ数 D (縦×横)	40 (5×8)
潜在変数次元数 M	32
繰り返し最適化回数	100
確率分布モデル	正規分布

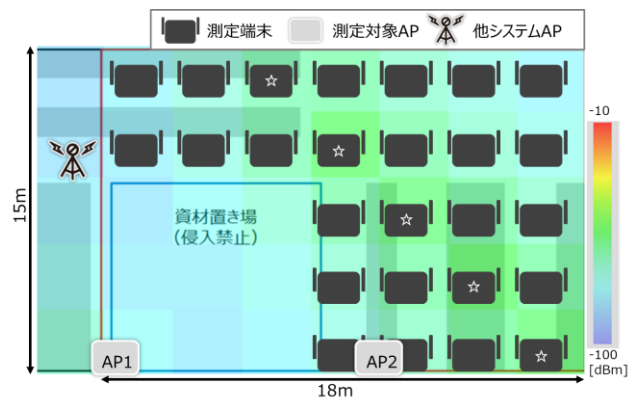


図 1 測定端末の配置と推定結果

図 1 にベイズ推論により推定した RSSI のヒートマップを示す。ベイズ推論で求めた推定値と、☆記号のない 21 台の測定端末の実測値とを比較したところ、従来の線形補間と同等の AP1: 約 7 [dBm], AP2: 約 4 [dBm] の平均誤差を示した。ただし、線形補間ではエリア全体が平均値でほぼ一色となる一方、ベイズ推論では実測値に近い濃淡が表現された。特に、測定端末または測定対象 AP 近傍において、線形補間と比較し推定精度が高くなる傾向が確認できた。非線形な変化を推定できるベイズ推論の適用が、有効に機能したと考えられる。

4. おわりに

リアルタイムサイトサーベイシステムにおいて未測定点の無線環境の推定にベイズ推論の適用を提案し、推定精度を実証実験により評価した。ベイズ推論を適用することで、実環境に近い電波の強弱を推定できた。

今後は、より高い推定精度が要求されるユースケースへの適用を目指し、繰り返し最適化の過程を改良することで推定精度を向上させる予定である。また、無線 LAN だけでなく、他の無線システムに対しても実証実験を実施する予定である。

参考文献

[1] 熱田 隆, 高橋 弘樹, 落合 庸央, “高信頼かつ低遅延な無線マルチホップネットワークを実現するリソース制御アルゴリズム,” 2018 信学ソ大, B-18-11, 2018 年 9 月。