

Wi-Fi の電波強度による位置推定を利用した学習支援システム における学習者座席位置設定インタフェースの開発

関 圭太 加藤 直樹

東京学芸大学

1. はじめに

学校における ICT (Information and Communication Technology) 環境の整備が進んでいる。平成 27 年度から平成 28 年度にかけて、電子黒板は 11,653 台増加し、教育用タブレット型コンピュータはここ 2 年で 3.5 倍に増加している[1]。

児童の考えを集め、それを元に説明をしたり、児童に発表したりする授業を支援する学習支援システムでは、電子黒板や指導者用端末に学習者の考え(学習者用端末の画面等)を教室の座席配置に合わせて一覧表示するものがある。学習者の考えを座席配置通りに表示させることで、教師は誰の考えがどこにあるか一目で把握することができる。しかし、あらかじめ教室の座席配置を設定しておく必要があるため、授業中の席替えや、グループ学習などで机を移動させた場合の座席変更には対応できない。

小林らは、座席配置を簡単に設定できるように、座席配置を教師だけでなく児童生徒からも設定できるようにすることを提案した[2]が、教師または児童生徒が手動で座席を設定しなければならず負担は残る。

本稿では、Wi-Fi の電波強度を用いて座席配置を推定する仕組みを組み込んだ座席配置設定インタフェースを提案し、それを実装した学習支援システムの設計と試作を通して、提案したインタフェースの実現可能性の検証について述べる。

2. 基本コンセプト

本研究では、学習者用端末から送られてきた画面を、教室の座席配置に合わせて電子黒板や教師用端末に一覧表示できる学習支援システムを対象とし、その座席配置の設定を容易にするために、小林らが提案した教師と児童生徒の双方で座席配置の設定を行えるインタフェースに、Wi-Fi の電波強度を用いた座席位置推定を組み込む。

3. 位置推定手法の設計

本研究では、利用環境が教室など狭い空間であること、学習支援システムを動作させるために Wi-Fi 環境が構築されていることから、Wi-Fi の電波強度(RSSI 値)を利用し、フィンガープリント手法を用いることとした。フィンガープリント手法とは、端末で取得した RSSI 値と、あらかじめ測定して用意しておいた位置と RSSI 値の関係(基準データ)の情報とのパターン比較によって位置推定を行う手法のことである。

位置推定の精度を高めるために、Wi-Fi アクセスポイントを複数(n)ヵ所設置し、類似度としては n 次元のユークリッド誤差とすることを試みる。ユークリッド誤差は、計測された RSSI 値を $x_1, x_2, \dots, x_n$ 、各候補地点の基準データを $y_1, y_2, \dots, y_n$ とすると、

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2}$$

と求めることができる。また、 n ヵ所の Wi-Fi アクセスポイントの RSSI 値を複数回ずつ計測し、そのデータの平均を取ったものを基準データとする。

4. 試作

本システムは Windows タブレット端末をターゲット環境とし、Microsoft Visual C#を用いてユニバーサル Windows プラットフォーム(UWP)アプリとして実装した。

5. 位置推定の精度の検証

試作したシステムを用いて、位置推定の精度の検証実験を行った。検証実験は、最新の ICT 機器を導入した模擬授業用教室である東京学芸大学教育実践研究支援センター3階新たな学びの部屋で行った。Wi-Fi アクセスポイントは新たな学びの部屋の前方 1 ヵ所と中央部に 2 ヵ所、後方に 1 ヵ所の合計 4 つを用いた。

5.1 検証実験の準備と方法

フィンガープリント手法を用いる際には、事前に推定候補それぞれの位置に対応する RSSI 値のデータ(以下基準データ)を測定しておく必要がある。学びの部屋を 5×5 の 25 等分し、区分けした各地点において 4 ヶ所の Wi-Fi アクセスポイントの

RSSI 値をそれぞれ 5 回ずつ計測し、その平均を取ったものを今回の実験で扱う基準データとする。

区分けしたそれぞれの場所に端末を置き、位置推定を行う。Wi-Fi に接続させた端末の台数によってどの程度位置推定に影響を与えるかを検証するために、位置推定を行う端末以外に、(a)タブレット端末を置かずに行った場合、(b)Wi-Fi に接続させたタブレット端末を 9 台置いた場合、(c)Wi-Fi に接続させた端末を 25 台置いた場合の 3 パターンの実験を行った。

5.2 実験結果と考察

実験結果として、端末を置かなかった場合（実験 a）を図 1、端末を 9 台置いた場合（実験 b）を図 2、端末を 25 台置いた場合（実験 c）を図 3 に示す。これらの図は、Wi-Fi アクセスポイントを置いた位置と、計測を行った端末の位置と推定結果の位置がどのくらいずれているかを図示したものである。

端末を置かずに行った場合（実験 a）では、各アクセスポイント付近で、計測場所と位置推定結果が示す場所が一致しているところが多くなった。端末を 9 台置いた場合（実験 b）では、3 か所のアクセスポイント周辺以外では位置推定精度が悪くなった。端末を 25 台置いた場合（実験 c）では、アクセスポイント付近の精度が比較的良好だが、実験 a,b と比較すると悪くなった。

これらの結果から、アクセスポイント付近の位置推定の精度が高いこと、端末を置くことにより、位置推定に悪影響を与えることが明らかになった。また、複数回試行を行うと異なる位置推定結果が出た。これは Wi-Fi に接続した端末が多いことで電波の干渉が起き、その結果毎回異なる RSSI 値が検出され推定結果に差が出たものと推測される。

6. おわりに

本稿では、電子黒板と学習者用端末を用いる授業を円滑にするために、Wi-Fi の電波強度を用いて座席配置を推定する仕組みを組み込んだ座席配置設定インタフェースを提案し、それを実装した学習支援システムの設計と試作を通して、提案したインタフェースの実現可能性の検証について述べた。

検証実験の結果、Wi-Fi アクセスポイントに近い位置の推定精度は高いが、Wi-Fi に接続させたタブレット端末を多く用いるほど、位置推定の精度も悪くなるのが分かり、実際に授業で用いることを想定すると実用的には不十分な結果となった。

今後はフィンガープリント手法を用いる上での電波の干渉や減衰等の問題を解消するとともに位置推定精度の向上を目指し、授業実践などを通じた検

証を行い、教師用端末を用いることで実現できる授業の考案やシステム開発に取り組んでいきたい。

参考文献

- [1] 文部科学省：平成 27 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果（概要）
- [2] 小林他：電子黒板と学習者用端末を用いる授業を円滑にする教師用端末を導入したシステムの開発、情報処理学会第 78 回全国大会予稿集，vol.4，pp.861-962 (2016)

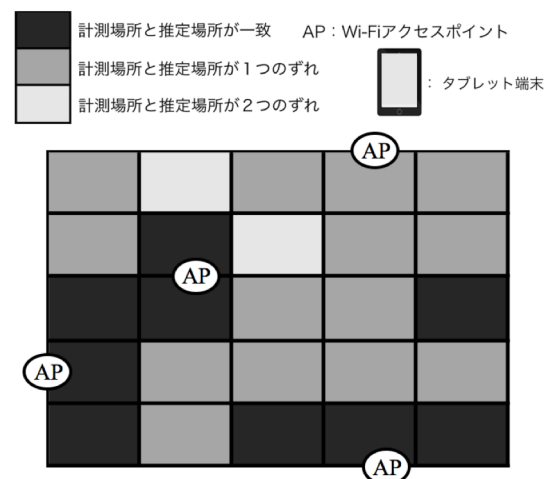


図 1. タブレット端末置かずに行った場合

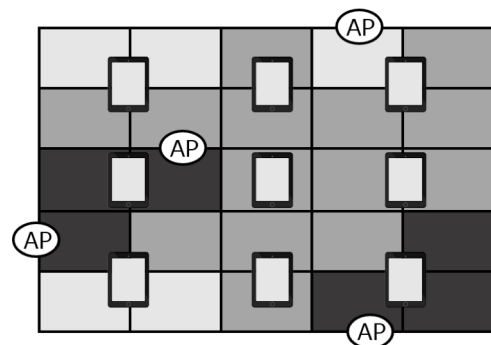


図 2. タブレット端末を 9 台置いた場合

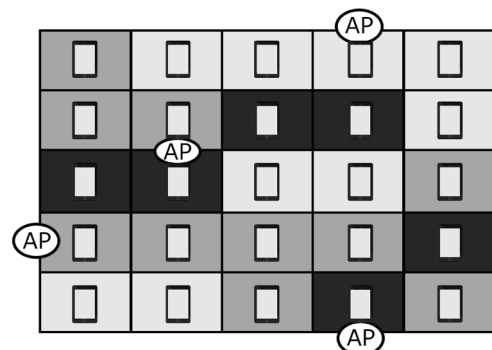


図 3. タブレット端末を 25 台置いた場合