



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A Study on Wi-Fi-Based Indoor Positioning System Using Fingerprint Database Constructed with Estimated Reference Locations [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Myat, Hsu Aung
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14322号
Issue Date	2020-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/80202
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Myat_Hsu_Aung_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 Myat Hsu Aung

審査担当者 主 査 准教授 筒井 弘
 副 査 教 授 齊藤 晋聖
 副 査 教 授 大鐘 武雄
 副 査 准教授 Convertino Matteo

学位論文題名

A Study on Wi-Fi-Based Indoor Positioning System Using Fingerprint Database Constructed with Estimated Reference Locations

(推定参照位置に基づくフィンガープリントデータベースを用いた Wi-Fi 室内位置推定システムに関する研究)

測位システムは、屋内屋外問わず位置情報を利用する様々なアプリケーションで重要な役割を果たすものである。これまで開発・提案されている様々な屋内測位システムのなか、本論文では Wi-Fi を利用した屋内測位システムに着目し、推定参照位置に基づくフィンガープリントデータベース (以下データベース) を用いた Wi-Fi 室内位置推定システムを提案するとともに、複数データセットを統合する手法を提案し、その有効性評価を行っている。

Wi-Fi ベースの屋内測位システムは、Wi-Fi アクセスポイントからの情報を利用して物体や機器の位置 (ユーザ位置) を推定する測位システムである。Wi-Fi ベースの屋内測位システムにおいて位置を推定する手法としては様々な方法が提案されている。本論文はフィンガープリントを用いた手法に着目する。この手法の場合、既存の Wi-Fi アクセスポイントが利用可能であり、測位のための専用機器を追加で設置する必要がなく、また、アクセスポイント自体の精確な位置情報も不要である。このようなメリットがある一方、データベースに格納される実際の参照位置 (基準位置) を知るためには、参照位置ごとの事前データ取得が必要であり、コストを要する。そこで本論文では、推定参照位置に基づき構築されたデータベースを用いた Wi-Fi 室内位置推定システムを提案している。これは、精確な参照位置を利用せずにデータベースを構築する新たな試みである。提案手法は、一定速度で移動する参照ユーザデバイスを用いて、各アクセスポイントの MAC アドレスと受信信号強度指標 (RSSI) 値のペアを収集し、データベースを構築する。一定速度を仮定すると、速度から各参照位置を推定することが可能である。データベース内の各参照位置における MAC アドレスと RSSI 値のペア群 (フィンガープリントあるいは位置ベクトル) と、ユーザ位置におけるそれとを比較し、最も位置ベクトルの距離に近い参照位置をユーザ位置として推定する。本論文では、推定精度評価の結果、提案手法により精確な参照位置を利用せずにユーザ位置を推定できることを示している。

一方、フィンガープリントを用いる手法では、データベース構築が重要な役割を担う。本論文では、ある参照デバイスを利用して得られる推定参照位置群とそのそれぞれの位置ベクトルをデータセットと呼び、複数データセットを統合することによりデータベースを構築する。各データセットには、RSSI 値の変動、参照ユーザデバイス固有の Wi-Fi 感度、アクセスポイントの設置/撤去状況などに依存する誤差が含まれる。本論文では、それらの誤差の影響を軽減するために、複数データセット

を統合する。その際、それぞれのデータセットにおいて推定参照位置が異なることから、統合方法の異なる2つの手法を本論文は提案している。

第1の手法は、平均値シフトアルゴリズムを用いて、複数のデータセットの推定参照位置からデータベースにおける推定参照位置を決定する方法である。各参照位置は平均値シフトの結果である各クラスタにより与えられ、その位置ベクトルはクラスタ内の位置ベクトルより求められる。データベース内の推定参照位置の数は、平均値シフトアルゴリズムのパラメータ(半径)に依存する。実験の結果、1つのデータセットの場合に比べて、平均誤差を低減できることを確認している。

第2の手法は、データベース内の参照位置の間隔を一定とし、その位置ベクトルを複数データセットから求めるものである。この一定の間隔をグリッドサイズと呼び、推定される参照位置の数はグリッドサイズに依存する。データセットを統合する際にRSSI値が平均化されるため、RSSI値の変動によるノイズの低減が期待できる。用途に応じてグリッドサイズを変更することで、性能を制御することも可能である。実験結果から本提案手法を用いることにより80%の推定成功率を達成できることを示している。

2つの手法のいずれも、参照位置の数が少ない場合は高い推定成功率が実現できるものの誤差は大きくなる。一方、参照位置の数が多場合は誤差が比較的抑制される反面、推定成功率は低くなる。これらはトレードオフの関係にあり、提案手法を用いることによりアプリケーションに応じた性能を達成可能であると考ええる。

これを要するに、著者は、Wi-Fiを利用した室内位置推定システムに関して、フィンガープリントデータベース構築に推定参照位置を利用する手法ならびに、複数データセットを適切に統合する手法を提案・開発・実現・評価した。これにより、パラメータ設定を適切に行えば低コストで高精度の位置推定が可能であることを明らかにした点で、無線位置推定の分野に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。