T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	市街地における未知電波発信源の指紋法を用いた位置推定
Title(English)	Fingerprint-based Localization of Unknown Radio Emitters in Outdoor Urban Environments
著者(和文)	アズリルハニズ
Author(English)	Azril Haniz
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10159号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高田 潤一,山下 幸彦,花岡 伸也,高木 泰士,阪口 啓
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10159号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名		Azril Haniz	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	高田潤一	教授	審査員	阪口　啓	准教授
	審査員	山下幸彦	准教授			
		花岡伸也	准教授			
		高木泰士	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は “Fingerprint-based Localization of Unknown Emitters in Outdoor Urban Environments” と題し，英文 8 章よりなる．

第 1 章“Introduction”では，日本国内において不法に電波を発射する無線機の現状を概観した後に，これらの無線機の位置推定が電波監視において重要であると述べている．そして，現行の到来方向を用いた位置推定法は市街地における多重波伝搬環境では誤差が多いとし，本研究の目的が多重波伝搬環境で誤差の少ない位置推定法の構築にあるとしている．

第 2 章“Overview of Localization Techniques”では，既存の位置推定法を概観している．距離に基づく手法，角度に基づく手法，位置指紋に基づく手法に大別し，特に見通し外環境においては，複数の受信局において観測された位置指紋（多重波伝搬パラメタの組）を送信位置の関数として事前学習し，受信信号とパターンマッチングにより位置を推定する指紋法がもっとも高性能であるとしている．

第 3 章“Localization utilizing Channel Impulse Response as Location Fingerprints”では，通信路インパルス応答(CIR)を位置指紋として適用する方法について考察している．送信信号固有の位置指紋を，送信信号が未知である不法無線局に適用するために，複数の周波数や帯域幅で離散的な位置において事前学習した位置指紋から，対象となる信号の周波数や帯域幅の位置指紋を学習データから補間するとともに，離散的な位置で観測された位置指紋から連続的な位置指紋を再構成する方法を提案している．新宿駅西側を対象に位置推定のシミュレーションを行い，その有効性を検証している．

第 4 章“Localization utilizing the Cross-Correlation of CIR as Location Fingerprints”では，実際の電波監視において CIR を直接取得することができないとし，受信信号の相互相関が CIR の関数で表わされることを利用して，これを位置指紋として用いる手法について述べている．位置指紋のモデルについて概説した後に，周波数および帯域幅に対する位置指紋の補間，離散位置における位置指紋の連続化の手法を，第 3 章で提案した手法を一部修正した形で提案している．そして第 3 章と同様のシミュレーションにより位置推定特性の評価を行い，信号強度に基づく既存の位置推定法に比べて位置推定誤差が大きく改善されることを明らかにしている．

第 5 章“Localization utilizing Phase-difference between Antenna Elements as Location Fingerprints”では，アレーアンテナを使用し，アンテナ素子間の位相差を位置指紋として使用する方法を提案している．本提案は卓越した多重波成分があるときに高い有効性があるとし，周波数に対する新たな位相差の補間法を提案している．シミュレーションを用いた位置推定特性の評価では，第 4 章と同程度の位置推定精度が確保される一方，推定誤差の空間分布は第 4 章の結果とは大きく異なることを明らかにしている．

第 6 章“Hybrid Localization Algorithm Combining Proposed Techniques”では，第 4 章と第 5 章で提案した手法を組み合わせたハイブリッド手法を提案している．提案法は，パターンマッチングに確率モデルを導入し，結合尤度関数を定義して最尤推定に基づく位置推定を行うもので，単独の手法を適用する場合に比べてさらに推定性能が向上することをシミュレーションにより明らかにしている．

第 7 章“Near Real-time Tracking of Unknown Emitter using Particle Filters”では，移動する電波発射源の位置を連続的に推定するために，再帰的ベイズ推定に基づく粒子フィルタを用いた準リアルタイムの動的追尾法を提案している．計算量を実環境で準リアルタイム処理が可能な範囲まで抑えても，十分な特性が得られることをシミュレーションにより明らかにしている．

第 8 章"Conclusion"では本研究を総括し，さらに検討が必要な課題，今後の展開について述べている．

以上を要するに，本論文は，市街地における不法無線局の監視のために必要となる未知信号の位置推定を，事前学習に基づく指紋法により実現する方法を提案し，その有効性を検証したもので，工学上並びに工業上寄与するところが大きい．よって本論文が博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと認める．