



Title	A Study on Prediction-based Autonomous Wi-Fi Channel Management for Interference Mitigation in Urban Environment
Author(s)	梶田, 宗吾
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/72590
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (梶田 宗吾)	
論文題名	A Study on Prediction-based Autonomous Wi-Fi Channel Management for Interference Mitigation in Urban Environment (都市部における干渉緩和のためのWi-Fiチャネルの品質予測と 自律制御に関する研究)
論文内容の要旨	
<p>パブリックスペースにおけるWi-Fiの可用性向上やユーザビリティ強化に向けた動きが世界的に活発となっている。その一方で、人口集中都市の中心部ではWi-Fiアクセスポイント (AP) 数は増加の一途を辿っており、過密環境における混沌とした周波数利用状況に拍車をかけている。特に、管理者による制御下にある環境とは異なり、都市環境では無秩序な利用による電波干渉が通信品質に与える影響が無視できず、高効率な電波活用による新規サービス参入の促進やロバストな社会基盤の実現という観点から、自律適応性の高い干渉対策手法が望まれる。そこで、本研究では多数のAPの混在により混雑を極める都市部の2.4GHz Wi-Fi環境において、対象とするAPにおける周波数再利用を自律的に効率化させることを目的としたチャネル制御手法を提案する。</p> <p>この実現のため、第一に、各チャネルで予想される被干渉の程度を簡易に把握する手法を設計した。手法では、対象とするAPにおいてIEEE802.11 MACフレーム観測を導入し、得られる各チャネルでの干渉トラフィックとRSSIならびに隣接チャネルの使用パターンに基づいた、相対的なチャネル品質を予測する関数を構築する。予測関数は事前に代表値を用いた網羅的シミュレーションとその重回帰分析によって構築し、その設計時にはなるべくシミュレーション総数を抑制しながら網羅性を維持する工夫をしている。</p> <p>第二に、対象とするAPにおけるチャネル選択の精度を向上するため、切替時のトラフィック移動に伴うチャネル状況の変化を捉える仕組みを予測関数に導入した。これにより、トラフィック飽和に基づく分類機と飽和時にどれほど厳しい状態にあるのかを定量化する重回帰式によって構成される予測関数は、対象APが各チャネルを実際に利用した時の通信性能の、全チャネルにわたる傾向を捉えることが可能であることを明らかにした。</p> <p>第三に、提案した手法をより現実的な都市環境において評価するため、大阪市におけるトラフィック実測結果と大阪Wi-Fi電波マップを利用した都市シナリオを構築した。都市シナリオではOpenStreetMapにより提供されている建造物の情報も活用し、実際に稼働するAPのチャネルや位置、トラフィックを再現している。構築したシナリオにおいても、対象APが手法により選ばれたチャネルを利用することで、最良の通信品質に到達可能であることを確認した。</p> <p>以上により、自律的なチャネル制御へ向けた、パッシブで簡易なフレーム観測によるチャネル選択支援が可能になる。これにより、各AP単位での干渉の少ないチャネル選択により、相互的な干渉影響の低減に貢献する。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (梶田 宗吾)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	東野 輝夫
	副 査	教授	村田 正幸
	副 査	教授	渡辺 尚
	副 査	教授	長谷川 亨
	副 査	教授	松岡 茂登

論文審査の結果の要旨

パブリックスペースにおけるWi-Fiの可用性向上やユーザビリティ強化に向けた動きが世界的に活発となっている。その一方で、人口集中都市の中心部ではWi-Fiアクセスポイント（AP）数は増加の一途を辿っており、過密環境における混沌とした周波数利用状況に拍車をかけている。特に、管理者による制御下にある環境とは異なり、都市環境では無秩序な利用による電波干渉が通信品質に与える影響が無視できず、高効率な電波活用による新規サービス参入の促進やロバストな社会基盤の実現という観点から、自律適応性の高い干渉対策手法が望まれる。そこで、本研究では多数のAPの混在により混雑を極める都市部の2.4GHz Wi-Fi環境において、対象とするAPにおける周波数再利用を自律的に効率化させることを目的としたチャンネル制御手法を提案している。

この実現のため、第一に、対象とするAPにおいて各チャンネルで予想される被干渉の程度を簡易に把握する手法を設計している。提案手法では、一般的な商用Wi-Fiチップセットで実施可能なIEEE802.11 MACフレーム観測を対象APに導入し、フレーム観測で得られる各チャンネルでの干渉トラフィックと受信信号強度（RSSI）ならびに隣接チャンネルの使用パターンに基づいた相対的なチャンネル品質を予測する関数を構築する。この予測関数の構築のため、物理層からアプリケーション層までを精密にシミュレーション可能なネットワークシミュレータを用いて、事前に各観測パラメータの代表値を用いた網羅的シミュレーションを実施し、その結果に重回帰分析を適用している。また、その設計時には、なるべくシミュレーションシナリオ総数を抑制しながら網羅性を維持する方法を提案している。本研究は、2.4GHz帯チャンネルにおけるチャンネル重畳による隣接チャンネルからの干渉影響を考慮し、複数のチャンネルから相対的に良好なチャンネルを予測する一手法として有効性が認められる。

第二に、自律的なチャンネル制御に向けて、チャンネル切替時のトラフィック移動に伴うチャンネル状態の変化に対応することで、対象とするAPにおけるチャンネル選択の精度を向上すべく、トラフィック飽和を判別する分類機を予測関数に導入している。分類機の構築と導入のため、計10,000シナリオ以上のシミュレーションを実施することで訓練データを作成し、それ対しSVM(Support Vector Machine)に基づく機械学習を適用している。この飽和状態分類機ならびに飽和状態においてどれほど厳しい被干渉状態にあるのかを予測する重回帰式によって構成される予測関数は、対象APが各チャンネルを実際に利用した時の通信性能の、全チャンネルにわたる傾向を捉えることを可能としている。

第三に、提案した手法をより現実的な都市環境において評価するため、大阪市におけるトラフィック実測と既設APの情報を集約した大阪市Wi-Fi電波マップを利用した都市シナリオを構築している。この構築には、OpenStreetMapにより提供されている建造物の情報も活用し、実在するAPの稼働チャンネルやその位置情報、トラフィックを再現している。構築した3つのシナリオにおいて、対象APが提案手法により選ばれたチャンネルを利用することで、最良の通信品質に到達可能であり、ランダムな選択手法と比較しスループットが1.83倍となることを示している。この結果から、本研究は、実用的なチャンネル選択のために有用な取り組みであると考えられる。

本論文の成果により、自律的なチャンネル制御へ向けた、パッシブで簡易なフレーム観測によるチャンネル選択支援が可能になる。これにより、各AP単位で相対的に干渉の少ないチャンネルを自律的に選択することで、相互的な干渉影響の低減に貢献すると考えられる。

よって、本論文は博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。