



Title	A Study on Resource Allocation in Wireless Full-duplex Networks
Author(s)	小林, 真
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/72592
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 （ 小 林 真 ）	
論文題名	A Study on Resource Allocation in Wireless Full-duplex Networks (無線全二重ネットワークにおけるリソース割り当てに関する研究)
論文内容の要旨 無線ネットワークの需要は急速に高まっている。無線ネットワークでは周波数資源とエネルギー資源に限りがある中で、無線トラヒックの爆発的な増加に対応する必要がある。自己干渉除去技術によって実現された無線全二重通信は、将来の無線ネットワークのスペクトルおよびエネルギー効率を高める技術として期待されている。本論文では、無線全二重通信を用いた無線全二重ネットワークに対して、スペクトル効率とエネルギー効率に優れた無線ネットワークを実現するためのリソース割当手法を提案している。 まず、本論文はエネルギー効率の高い無線ネットワークを実現するために、無線全二重省電力モードを提案した。本論文は、無線全二重通信では無線通信を行っている時間の長さが半二重通信の半分になるという特性に着目している。提案手法は周波数ビットマップを用いた送受信時間割当を行うことで、エネルギー効率を高めている。従来の半二重省電力通信や無線全二重通信と比較して、エネルギー効率の高い無線ネットワークを実現している。 次に、理論的な解析によって無線全二重ネットワークの帯域占有時間割合を明らかにした。これまで無線全二重通信に関する研究では、飽和トラヒック環境下において無線全二重通信が容量を向上させる事が明らかにされてきた。しかしながら、複数無線ネットワークが無線チャネルを占有する環境では、各無線ネットワークがチャネルを占有する時間割合の低減が重要である。本論文は、現実的な無線ネットワーク環境である非飽和トラヒック環境における帯域占有時間割合を解析的に明らかにした。さらに、本論文は送受信バッファ時間割当による帯域占有時間割合低下の特性も明らかにした。本論文の結果は、無線全二重ネットワークを実現するMACプロトコルを設計する上での重要な設計指針となる。 最後に、本論文は無線全二重通信の伝送レート制御手法を提案した。伝送レート制御は無線通信において周波数資源を有効に利用するために重要な技術である。しかしながら、既存の半二重通信で用いられている伝送レート制御手法は無線全二重ネットワークに用いることが出来ない。本論文は、無線全二重ネットワークではアップリンクとダウンリンクの非対称性に着目した伝送レート制御手法を提案した。ダウンリンクの伝送レートをアップリンクの伝送レートよりも高くすることで、スループットの高い伝送レート制御が実現されることが示された。 以上の成果は、次世代無線ネットワークの大容量・省エネルギー化を支える技術として期待される無線全二重ネットワークの有効性を広く示しており、産業界や社会の発展に大きく貢献する。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

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

論文審査の結果の要旨

無線通信を利用したネットワークサービスは、人々を場所の制約から解放し必要な時に必要なサービスを提供しうるため、現代そして将来の社会にとって必要不可欠である。無線ネットワークサービスが普及するにつれ、無線トラフィックが増大しつつありそしてこの傾向は継続すると予想されている。無線トラフィックの急激な増大に対処するためには、エネルギー資源とスペクトル資源を効率的に使用する無線ネットワーク制御方法の確立が不可欠である。無線全二重通信は、自己干渉除去を用いる新たな技術の一つであるが、高効率に資源を使用する制御方法については十分な知見が得られていない。以上の背景の元、本論文は、エネルギー効率とスペクトル効率に優れた無線全二重ネットワークを実現する無線ネットワークリソース割り当て制御方法を論じたものである。

本論文では、まず、エネルギー効率の高い無線ネットワークを実現するための無線全二重省電力モードを提案している。提案手法は、無線全二重通信では、半二重通信に比して無線通信時間長が半分になる特性に着目し、周波数ビットマップを用いた送受信時間割当を行う。シミュレーション評価の結果、従来の半二重省電力通信や無線全二重通信と比較して、高いエネルギー効率を実現しうることを示した。具体的には、ネットワークのユーザ端末数が15台の時、提案手法は既存の半二重通信の省電力モードの約2倍のBit-per-Jouleを達成している。Bit-per-Jouleは単位エネルギーあたりの伝送することができる情報量を表しており、無線ネットワークのエネルギー効率を示す指標である。

次に、スペクトル効率を高めるために、無線全二重ネットワークの帯域占有時間割合を理論的に議論している。従来の研究において、無線全二重通信は、飽和トラヒック環境下では通信路容量を向上させる事が明らかになっていた。本論文は、より現実に近い非飽和トラヒック環境下の通信路容量を議論し、最適な帯域占有時間割合を解析的に明らかにしている。さらに、送受信パッファ時間割当による帯域占有時間割合低下の特性も明らかにしている。待ち行列理論を用いることで、パケットがボワソン到着する無線ネットワークにおける帯域占有時間割合とパケットの送信完了までの遅延についての定常状態における性質について明らかになっている。加えて、シミュレーションによって理論解析による結果の妥当性も示している。これらの結果は、とりわけ複数の無線ネットワークが混在し、各ネットワークの帯域占有率が重要となる状況においては、メディアアクセス制御等の重要な設計指針となり得る。

最後に本論文は、スペクトル資源効率をさらに高める方法として無線全二重通信伝送レート制御手法を提案し議論している。提案手法は、無線全二重ネットワークのアップリンクとダウンリンクの非対称性に着目して伝送レートを制御する。評価の結果、提案手法は、ダウンリンクの伝送レートをアップリンクの伝送レートよりも高くすることにより高いスペクトル資源効率を達成可能であることを明らかにしている。既存の無線ネットワークで用いられている伝送レート制御手法を無線全二重ネットワークに用いた場合に比べて、提案した手法が約1.8倍のスループットを達成している。さらに確率点過程を用いることで、定常状態における各伝送レート制御手法の選択する伝送レートの分布を理論的に示している。

以上の成果は、次世代無線ネットワークの大容量化・省エネルギー化を支える根幹であり、学術的価値が高くまた社会へ大きく貢献する。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。