

(続紙 1)

京都大学	博士（情報学）	氏名	単 麟
論文題目	Adaptive Radio Resource Allocation and Scheduling for Wireless Networks (無線ネットワークにおける適応無線資源割当とスケジューリングの研究)		
(論文内容の要旨) 近年、無線通信は著しい発展を遂げており、今後もその利用は拡大の一途をたどることが予想される。しかしながら、無線通信に適した電波の周波数は限られており、その利用効率向上が喫緊の課題となっている。本論文では、無線ネットワークとして、アドホック・ネットワークとセルラ方式無線ネットワークの両者に着目するとともに、中継伝送方式としてマルチホップ協力中継とネットワーク符号化を採りあげ、必要な QoS (Quality of Service) を実現するための無線資源の割当手法とスケジューリング手法について研究を行い、得られた成果を取りまとめたものであり、全7章から構成されている。 第1章は序論であり、無線マルチホップ・ネットワークとセルラ方式携帯電話網の動向について説明するとともに、マルチホップ協力中継やネットワーク符号化の基礎概念について説明している。そして本研究の狙い、位置づけや主要な着眼点について述べている。 第2章では無線マルチホップ・ネットワークの例として、送受信局2ノードと中継局1ノード合わせて3ノードから構成される双方向ネットワークを対象として、協力中継とX-OR(mod 2)演算を仮定したネットワーク符号化の伝送容量について考察を行った。その結果、双方向トラヒック量が非対称な時にネットワーク符号化の効率が劣化する課題を解決するため、向きが異なる2つの協力中継とネットワーク符号化の3方式の中から最適な方式を選択する双方向通信のためのスケジューリング法を提案した。計算機シミュレーションにより、提案手法は非対称トラヒックに対応しつつ、従来方式より高い双方向スループットが達成できることを明らかにしている。 第3章では、第2章で用いた3ノードから構成されるモデルを中継局が複数存在するモデルへ拡張し、中継局の選択と前章と同様のスケジューリング法を組み合わせると同時に最適化をはかる手法を提案している。とりわけ前章のスケジューリングで導入したパラメータを固定ではなくて可変とすることにより双方向トラヒック量が非対称時の特性がより一層改善できることを明らかにしている。 第4章では、第2章と第3章で得られた結果を基礎として、ノード数やホップ数を増加させた無線マルチホップ・ネットワークへの拡張を試みている。空間的な周波数の再利用を考慮しない場合について計算機シミュレーションを行い、提案手法が従来方式より特性が改善され、非対称トラヒック時にも対応可能であることを明らかにしてい			

る。

第5章ではマルチユーザ・セルラ無線ネットワークを対象として無線資源割当法とスケジューリング方式について研究を行い、所望のユーザ間公平性を保ちつつスループット向上を達成するための、適応的なスケジューリング法を提案している。従来から公平性を考慮した様々なスケジューリング方式が提案されてきたが、ユーザの移動等を考慮した動的なシナリオ下等では、狙いとした公平性の指標を達成することが容易ではない。そこで、公平性とスループットを適応的に制御する新たなスケジューリング方式を提案し、計算機シミュレーションにより、上述の課題が解決できることを明らかにしている。

第6章では、サービスエリア拡大やセル端通信容量の向上のために、中継局を導入するマルチホップ・セルラ無線ネットワークについて研究を行った。セル内に中継局6ノードを配置し、OFDMA上り回線を仮定して、非再生中継と再生中継の両中継方式によるスループット特性の比較検討を行った結果、再生中継方式の性能が優れていること等を明らかにしている。

第7章は結論であり、本論文で得られた主要な成果について要約している。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は無線アドホック・ネットワークとセルラ方式無線ネットワークの両者を想定して、双方向のトラヒック量が非対称な場合を含めて、必要な QoS を実現するための無線資源の割当手法とスケジューリング手法について研究を行ったものであり、得られた主な成果は次の通りである。

(1) 無線アドホック・ネットワークの伝送技術として、協力中継伝送とネットワーク符号化が知られているが、伝送効率に優れたネットワーク符号化の欠点として、非対称トラヒック時のスループット低下がある。この問題を解決するために、向きが異なる2つの協力中継とネットワーク符号化の3方式の中から、フレーム単位で適応的に選択するスケジューリング法を考案し、従来方式と比較して、非対称トラヒック時にも高いスループットが達成可能であることを明らかにした。

(2) 中継局数を複数に増加させたネットワークモデルを対象として、中継局の選択と上述のスケジューリング法を組み合わせることで同時に最適化をはかる手法を提案した。特にスケジューリングのパラメータを適応的に変動させることにより、一層の特性改善が図れることを明らかにした。また、マルチホップのホップ数を増加させた場合への適用効果についても検討を行い、有用な結果を得ている。

(3) マルチユーザ・セルラ方式無線ネットワークでは、従来から公平性を考慮した様々なスケジューリング方式が提案されてきた。しかしながら、ユーザの移動等を考慮した動的なシナリオ下では、狙いとした公平性の指標を達成することが容易ではない。そこで、公平性とスループットを適応的に制御する新たなスケジューリング手法を提案し、その課題が解決できることを明らかにした。

(4) サービスエリア拡大等を目指して中継局を導入したマルチホップ・セルラ無線ネットワークについて研究を行った。セル内に中継局6ノードを配置し、OFDMA上り回線を仮定して、非再生中継と再生中継の両中継方式によるスループット特性の比較検討を行った結果、再生中継方式の性能が優れていること等を明らかにした。

以上要するに本論文は、進展著しい無線情報ネットワークの更なる展開に当たって必要不可欠な適応的無線資源割当およびスケジューリングについて研究を行い、所望の QoS を実現し、その性能改善につながる有用な知見を与えたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(情報学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成24年4月25日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。