

(続紙 1)

京都大学	博士 (情報学)	氏名	布 房夫
論文題目	Quality-of-Service Control Scheme for Wireless Local Area Networks (無線ローカルエリアネットワークにおける通信品質制御方式の研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>インターネットや通信機器の発達により、有線・無線通信はブロードバンド化や高機能化が図られている。特に無線通信では携帯電話や無線LAN (Local Area Network) の利用者が近年爆発的に増加している。本論文では、構内系で利用される無線LAN、およびその拡張技術である無線センサーネットワーク技術を研究の対象としている。無線通信では、有線通信と比べ、スループットが低く、誤り率が高いという欠点があるが、MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)方式や多値変調方式、強力な誤り訂正符号化方式等の技術革新により、ブロードバンド化や高品質化が実現されてきている。しかし、限られた無線リソースを用いて高品質のサービスを提供するためには十分でなく、通信品質管理や無線リソースの公平利用等のQoS (Quality-of-Service) 制御が必要である。本論文では、各無線端末が要求するスループットや伝送遅延時間等のサービス品質を公平に配分し、保証するQoS制御について従来技術の問題点を明らかにし、さらにそれらの問題点を解決する手法について述べている。</p> <p>無線通信において要求されるQoSを実現するためには、MAC (Medium Access Control) 層における無線リソース管理が重要である。無線LANのリソース制御には集中制御型と自律分散型があり、集中制御型は主にATM (Asynchronous Transfer Mode) モード伝送の実現に用いられ、自律分散型はイーサネットモード伝送の実現に使用される。集中制御型無線LANにおいて一種類の帯域要求方式のみを用いた制御では、伝送遅延時間が増大するという問題がある。この問題を解決するために、3章では帯域要求方法としてポーリング方式とランダムアクセス方式を動的に切り替え、最低帯域を保証しつつ余剰帯域を平等に分配する方法を提案している。提案方式は従来方式と比べて伝送遅延時間が低減できることを示している。また、ATMモードを用いた集中制御型無線LANでは、無線リンクの伝送遅延時間が大きい場合でも安定した送信レート制御を実現するという課題がある。4章では本課題を解決するためにVD/VS (Virtual Destination/Virtual Source) と呼ばれる技術を用いて無線端末の送信レートを予測制御する方式を提案し、公平性が改善効果することを示している。5章では自律分散制御型無線LANについてQoSを定量的に保証する方法について検討している。従来の優先制御方式では各無線端末のスループットを定量的に保証することが困難であった。本章ではACKフレームに1ビットのフラグ情報を載せることで端末送信レートを制御する方法を提案し、無線端末毎に異なる目標値が設定された場合でも各スループットを保証できることを示す。6章では、M2M(Machine to Machine)通信システムについて、優先端末の伝送遅延時間を保証する方法について検討している。M2M通信システムでは一つの無線基地局に非常に多くの無線端末を収容する。そのため基地局でのトラフィック変動量が非常に大きく優先端末の伝送遅延時間の保証が困難である。この課題を解決するために、トラフィック量からある一定の条件のもとで無線アクセスパラメータの適正值を算出することにより端末の送信レートを制御する伝送遅延時間保証方法を提案し、優先端末の伝送遅延時間を収容トラフィックに依らずほぼ一定にできることを示している。</p>			

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、無線LAN(Local Area Network)や無線センサーネットワークにおいて、限られた無線リソースを用いて可能な限り高い品質のサービスを提供するため、通信品質管理や無線リソースの公平利用等のQoS(Quality-of-Service)制御方式に関して論じたものである。無線LANのリソース制御には集中制御型と自律分散型があり、集中制御型は主にATM(Asynchronous Transfer Mode)モード伝送を対象とし、自律分散型はイーサネットモード伝送を対象に、従来方式の課題を解決し、高い性能のQoS制御を実現している。本研究で得られた成果は以下の通りである。

1. 集中制御型無線LANにおいて、2つの帯域要求方式(ポーリング方式、ランダムアクセス方式)を有し、収容トラヒックのバースト性に応じて適切な帯域要求方式を選択する方式が提案された。提案方式は、端末間の公平性を維持しながらシステムスループットを最大約27%向上させることが可能である。また、正規化トラヒックが50%の場合、公平性を維持しながら伝送遅延時間を約70%低減出来る。
2. ワイヤレスATMにおいてABR(Available Bit Rate)サービスを提供する際に問題となる長い伝送遅延時間の影響を低減するために端末の送信レートを予測制御するVD/VS(Virtual Destination/Virtual Source)結合方式が提案された。提案方式は、無線回線で長い伝送遅延時間が発生する場合でも、各端末の送信レートを最も公平性の高い状態にすることが可能で、かつ、許可送信レートに応じて端末の送信レートを安定的に制御可能である。
3. 自律分散制御型無線LANにおいて、ACKフレームに載せた1ビットのフラグ情報により無線端末の送信レートを制御することで無線端末のスループットを保証する方式が提案された。提案方式では、優先端末のスループットを保証しながら、従来の3倍以上の端末を収容することが可能である。
4. 無線センサーネットワークにおいて発生するトラヒックの急激な変化による遅延時間の増大を抑制するために、ある一定の条件のもとでトラヒック量から適切なアクセスパラメータを算出し、端末の送信トラヒックを制御する方式が提案された。提案方式では、トラヒック発生端末が短時間で9倍に増えるような急激なトラヒック変動においても伝送遅延時間の一時的増加を従来と比べ3分の1以下に抑えることが可能である。

以上、本論文は無線LAN及び無線センサーネットワークにおける無線リソースの効率的・公平な利用法を実現するものである。本論文の内容は、学術上、実用上ともに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して認める。また平成26年7月30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。

注)論文審査の結果の要旨の結句には、学位論文の審査についての認定を明記すること。更に、試問の結果の要旨(例えば「平成 年 月 日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果合格と認めた。」)を付け加えること。

Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。
要旨公開可能日： 2014年9月24日以降