

Title	Efficient Access Control Techniques for Distributed Wireless Communication Networks(Abstract_要旨)
Author(s)	Inoue, Yasuhiko
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	2015-03-23
URL	https://doi.org/10.14989/doctor.k19128
Right	許諾条件により本文は2015/04/01に公開
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	ETD

(続紙 1)

京都大学	博士 (情報学)	氏名	井上 保彦
論文題目	Efficient Access Control Techniques for Distributed Wireless Communication Networks (分散型無線通信ネットワークのための高効率アクセス制御技術)		
(論文内容の要旨) スマートフォンやタブレットなどの高性能で携帯可能な端末の普及と、アプリケーションの多様化によりインターネット上を流れるトラフィックが急増している。近年のモバイルデータトラフィックの増加は著しく、セルラーシステムに加えて、誰でも設置・運用が可能な無線LANのようなシステムの重要性が高まっている。ライセンスバンドを使用して高品位なサービスが提供可能なセルラーシステムとは異なり、無線LAN (Local Area Network) は近隣で同一周波数を使用するシステムとの共存が必要となり、このために自律分散型のアクセス制御が用いられる。このような中で様々なアプリケーションやサービスを効率良く、かつ高い信頼をもって提供するには、自律分散型のMAC (Medium Access Control) 層の高効率化と高機能化が重要となる。本論文は、自律分散型無線ネットワークにおけるアクセス制御方式の高効率化、ならびに高機能化に関する研究を行う。 はじめに研究の背景と目的を述べた後、第2章ではマネジメント機能の強化による高効率化の方法として、複数の伝送速度をサポートする無線システムにおけるレートスイッチングアルゴリズムの検討とそのシステム容量に与える影響の評価を行う。一般的に用いられている、送信履歴をもとにしたレートスイッチングアルゴリズムに若干の簡単な管理・制御手順を追加することで、システム容量が改善すること示す。第3章は、自律分散型のアクセス制御を用いる無線システム上で、通信品質制御を行う方法について検討する。IEEE 802.11無線LANで採用されているアクセス制御方式であるCSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) を用いた自律分散的なアクセス方式、ならびにオプションで規定されているポーリングを用いた集中制御手順のそれぞれを拡張し、無線区間での優先制御を実現する方法、更に帯域幅や遅延など特定の通信品質に関する要求条件を満足するためのスケジューリング方法について述べる。第4章では自律分散型ネットワーク上で高信頼マルチキャスト通信を行うための方法を検討する。自律分散型ネットワークとしてIEEE 802.11無線LANを想定し、受信端末のグループ化と端末グループをベースとした確認応答手順を用いることにより、マルチキャストデータの配信を高信頼、かつ高効率に行う方法を提案する。また、計算機シミュレーションと理論解析による性能評価を行い、提案方式の有効性を示す。第5章は、分散ネットワークの応用形態として、走行する自動車の間で情報交換を行うための車両間ネットワークについて述べる。自動車を運転する際の安全性の向上を目的とし、走行中に周囲の自動車と速度や加速度、操舵、制動などの情報を密に交換するための通信プロトコルを提案する。提案方式はR-ALOHA (Reservation-ALOHA) プロトコルをもとに自律的な通信スロットの選択を行う手順と、スペクトル拡散通信によるデータの送受信を行う手順を考案し、高速道路での利用シーンを想定した計算機シミュレーションによりその有効性を明らかにする。最後に第6章で結論と将来の展望を述べる。			

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、自律分散型のアクセス制御を用いる無線ネットワークにおいて、様々なサービスやアプリケーションを効率的に伝送するための技術について論じたものである。本研究で得られた成果は以下の通りである。

1. 無線LANで広く用いられている送信結果の履歴から次のフレームの伝送速度を決定するヒストリーベースのレートスイッチングアルゴリズムにおいて、伝送速度を上げすぎた場合に速やかに直前の伝送速度に戻すための処理を追加した新たな手順を提案し、IEEE 802.11aシステムをベースにレートスイッチングアルゴリズムがスループット、ならびにシステム容量に与える影響を解析的に評価した。提案方式は、伝送速度を上げすぎた場合のフレーム誤りを減少させることが可能となるため、従来方式との比較において、スループットで20~28%、システム容量で14~20%の改善を達成した。

2. IEEE 802.11無線LANにおける通信品質制御方法として、IEEE 802.11オプション手順のPCF (Point Coordination Function)を活用して通信品質保証を行うためのスケジューリング方法の検討を行い、計算機シミュレーションによりチャネルが飽和するまでは目標とする遅延時間等のQoS (Quality of Service)パラメータが満足されていることを確認した。また、IEEE 802.11の基本アクセス手順であるCSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)のバックオフ手順において、データの優先度に応じて異なるスロットタイムを用いることにより優先制御を実現する方法を提案した。計算機シミュレーションを用いた評価では、提案型の優先制御方法を用いることにより、優先度の異なるデータ間で提供されるサービスの差異化が可能であることを明らかにした。

3. 自律分散型無線ネットワークにおける高信頼マルチキャストプロトコルの検討を行い、受信端末のグループ化と前記端末グループ単位での到達確認により、マルチキャストデータに対する応答が短時間に集中してサービス不能に陥るという問題を解決した。解析と計算機シミュレーションによる評価の結果、提案方式ではフレーム損失率0.01%以下という高信頼なマルチキャストサービスを行いつつも応答フレーム数を削減することで、伝送効率が25~48%改善されることを示した。

4. 自律分散型無線ネットワークの車両間ネットワークへの応用を検討し、走行中の自動車が周囲の車両と定期的な情報交換を行うための通信手段として、物理層技術として既に提案されていたSS (Spread Spectrum)ブーメラン通信を想定し、R-ALOHA (Reservation ALOHA)をもとにチャネル構成とスロット予約アルゴリズムを考案した。計算機シミュレーションにより提案方式を評価した結果、1フレーム内に15~20スロットを設けることで、スロット予約アルゴリズムが2フレーム以内に収束することを明らかにした。

以上、本論文は分散型無線通信ネットワークのための高効率アクセス制御技術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27年2月19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。