

平成 21 年 5 月 27 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間： 2006～2009
 課題番号： 18700075
 研究課題名 (和文) 次世代マルチホップネットワークを実現するためのパケット送信制御プロトコルの開発
 研究課題名 (英文) Development of packet transmission procedure for achieving future generation multi-hop communication networks
 研究代表者
 重安 哲也 (SHIGEYASU TETSUYA)
 広島国際大学・工学部・助教
 研究者番号：90352046

研究成果の概要：現在、ノート PC 等の端末に広く搭載される無線 LAN 機能を用いて、端末のみでマルチホップ通信を行う際の送信効率の高いパケット送信制御プロトコルの研究開発を行った。研究成果によって開発した方式を実装することにより、実効通信速度の向上、端末間での送信機会公平度が向上することを確認した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,600,00	0	1,600,00
2007 年度	900,000	0	900,000
2008 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,500,00	300,00	3,800,00

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・計算機システム・ネットワーク

キーワード：ネットワークプロトコル

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初は、デスクトップ配置の固定パソコンから徐々に、ノート型の可搬性を有するパソコンへ普及が進んでいる状況であった。また、ノート PC の普及に伴い、1) 有線等のケーブル配線計画が不要であること、2) 大容量のマルチメディアデータの伝送に耐えうる通信速度を技術的に達成できるようになったこと、を理由として、無線でインターネット等のブロードバンドアクセスが可能な無線 LAN がノート PC をはじめとして、多くの端末に実装されるようになってきた。

無線 LAN が普及することに伴い、固定基地局の存在しない環境下においても、無線

LAN 機能を利用することに関して広く研究・開発レベルで検討が開始されていた。特に、端末のみでマルチホップ通信により、即時的にネットワークを構築するマルチホップネットワークについては実現によって、利用者に対してさまざまな新規サービスを提供可能となることから、その実現に多くの期待が寄せられていた。

2. 研究の目的

本研究では、マルチホップ通信を実現する通信技術の一端を担うために、既存の無線 LAN 装置を利用しつつ、高い通信性能を実現することのできるパケット送信制御プロトコルの開発を行った。

本研究は大きく分けて、次の 2 つについて

検討を行った。

(1) 通信範囲外の端末と不用意に同時送信を行ってしまうことに起因するパケット衝突・損失を軽減し、高スループットを実現するパケット送信制御方式の確立

(2) 複数端末間で公平に通信機会を共有しつつマルチホップ通信を実現できる送信機会公平化手法の確立

3. 研究の方法

本研究では、まず、既存の無線 LAN 規格である IEEE802.11DCF 規格において、パケット衝突の発生原因ならびに、送信機会の不公平状況の発生状況を調査した。

その後、調査結果によって明らかとした発生原因を軽減する手法を考案し、計算機シミュレータによって提案手法の有効性を評価した。

4. 研究成果

(1) 通信範囲外の端末と不用意に同時送信を行ってしまうことに起因するパケット衝突・損失を軽減し、高スループットを実現するパケット送信制御方式の確立

本検討では、特に、通信範囲外の端末同士ではお互いに通信状況を参照できないことに起因して発生するパケット衝突問題に対する手法についてスループット向上のための再検討を行った。

具体的には、IEEE802.11DCF では図 1 に示すように DATA 送信前に、送受信端末間で RTS, CTS と呼ばれる制御パケットを交換する。このとき、RTS もしくは CTS を傍受した端末は、その後に送受信される DATA, ACK を妨害しない時刻までの送信禁止タイム NAV(RTS), NAV(CTS) をそれぞれ設定する。

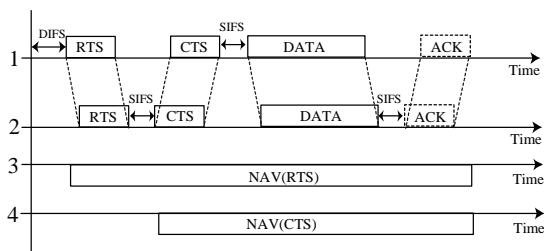


図 1. IEEE802.11DCF の送信制御

同方式によって、直接 DATA の送信を検知できない端末であっても、DATA, ACK の送受信中は送信を延期することができ、結果として通信を衝突なく実現することができる。しかしながら、RTS, CTS の制御パケットが正常に交換されない場合には、DATA が送信される

ことはないが、RTS, CTS を傍受した端末は、不要に送信を延期されてしまうこととなり、結果として、通信回線の不要な浪費状態が発生する。

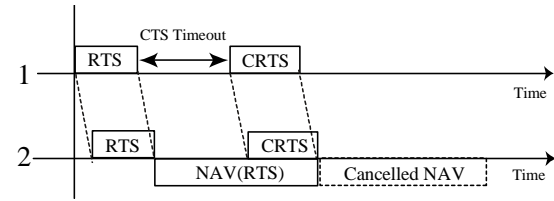


図 2. IEEE802.11DCF+CTS

そこで、本検討では、不要な送信延期を回避するために、RTS を傍受した際に設定される NAV(RTS)を CTS の傍受に必要な最低限の時間までに送信延期ととどめること、CTS を送信した場合にも、対応する DATA が返信されない場合には、NAV(CTS)を解除する CancelCTS を送信する方式を提案した。

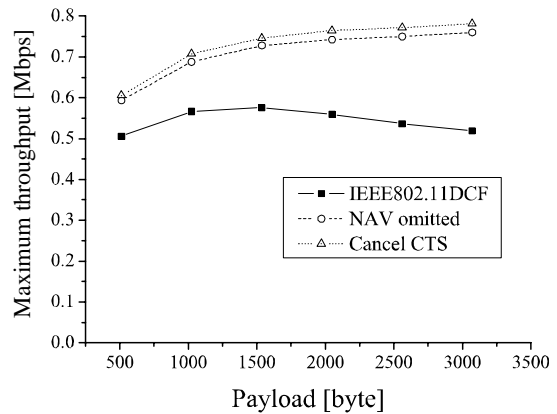


図 3. スループット特性

図 3 に提案方式を採用した場合におけるスループット特性を示す。同図では横軸は送信を行う DATA 長を示しており、IEEE802.11DCF は標準規格を、NAV omitted は NAV(RTS) のみの改善を、Cancel CTS は全ての改善を施した結果のスループット特性を示している。

同図に示す結果より、提案方式を用いることにより、スループット特性が大きく向上することを確認した。

(2) 複数端末間で公平に通信機会を共有しつつマルチホップ通信を実現できる送信機会公平化手法の確立

本検討では、マルチホップ環境下において、各端末の使用する帯域が公平になるような制御方式の検討を行った。

具体的には、任意の端末はその通信範囲内の端末の数を N とした場合、通信チャネルの帯

域幅のうち、 $1/(N+1)$ を使用可能な割当帯域幅と仮定し、同帯域と実際に使用する通信帯域を比較し、使用通信帯域が割当帯域幅に満たない場合には、複数のパケットをバースト送信することによって不公平状態を改善する方式 WLPB を提案した。

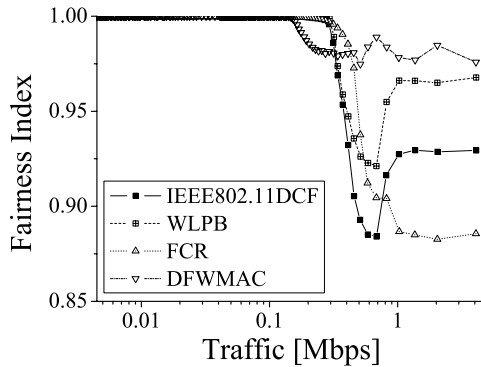


図. 4 送信機会公平度

図4に提案方式 WLPB 方式の性能評価を行った結果を示す. 同図において、縦軸は公平度を示す Fairness Index を横軸はネットワークの混雑度を現す Traffic を示している。

同図に示す結果より、提案方式 WLPB を導入することによって、端末間での送信機会公平度が大幅に向上することを確認した。

また、単一チャネル共有型の無線通信制御方式において、送信機会の公平度を向上するとその反動として、通信システム全体の通信スループットが低下してしまう問題が挙げられているが、スループットの評価を行った結果、図5に示すように、WLPBはIEEE802.11DCFと比較してスループットは全く低下してないことが確認できる。

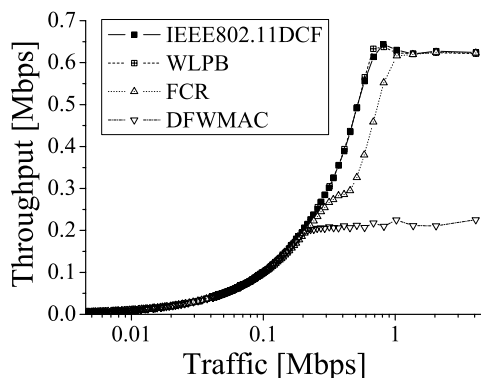


図. 5 通信スループット特性

さらに、IEEE802.11DCFは既に全世界のノートPCに搭載されることによって、広く普

及している無線LAN規格であることを考慮し、これらの既存端末と考慮した状況における性能評価を行った。

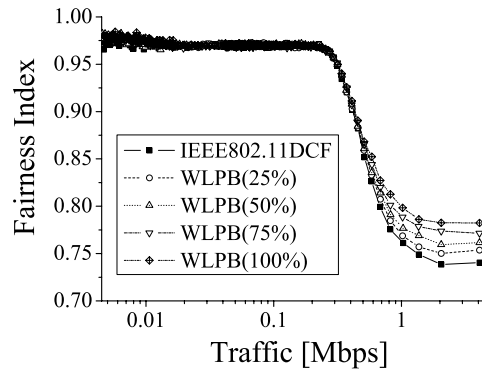


図6. IEEE802.11DCF 既存端末との混在環境下における送信機会公平度

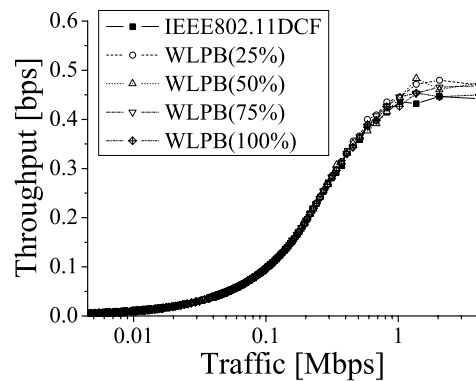


図7. IEEE802.11DCF 既存端末との混在環境下における通信スループット特性

図6, 7にIEEE802.11DCF 端末との混在環境下における提案方式 WLPB の送信機会公平度ならびに通信スループット特性を評価した結果を示す。

両結果より、どのような混在割合で提案方式を採用した端末が存在したとしても、IEEE802.11DCF 端末のみから構成される場合よりも、送信機会の公平度とスループットは向上することが確認できる。

これらの結果より、提案方式は既に存在する無線LAN 端末によるネットワークに悪影響を及ぼすことなく、次世代マルチホップ無線ネットワークの高度化を達成することのできる方式であることが確認できる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

① 重安 哲也, 松野浩嗣, 森永規彦,

IEEE802.11DCF端末との混在環境下におけるMAC Level Fairness向上方式の提案, 情報処理学会論文誌, 50-3, pp. 1156-1169, 2009, 査読有

- ② Tetsuya Shigeyasu, Daishi Inoue, Hiroshi Matsuno and Norihiko Morinaga, A new MAC protocol for reducing effect of needless transmission deferment induced by missed RTS/CTS handshake, International Journal of Mobile Information Systems, Vol. 5, pp. 21-32, 2009, 査読有

[学会発表] (計 10 件)

- ① Daishi Inoue, Tetsuya Shigeyasu, Hiroshi Matsuno, and Norihiko Morinaga, A New MAC Protocol for Avoiding Needless Transmission Deferment Induced by Missed RTS/CTS Handshake, Proc. The Fourth IEEE International Workshop on Heterogeneous Wireless Networks (HWISE2008), 2008年3月25日, 沖縄市
- ② Tetsuya Shigeyasu, Hiroshi Matsuno, and Norihiko Morinaga, A packet-bursting based method to improve MAC layer fairness without throughput reduction, Proc. Communications and Information Technologies 2007(ISCIT '07), 2007年10月18日, オーストラリア・シドニー
- ③ Masakazu Kawasaki, Tetsuya Shigeyasu, Hiroshi Matsuno, A method for improving MAC level fairness on IEEE802.11DCF, IEEE 2nd International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (IEEE WiCOM2006), 2006年9月22日, 中国・武漢

6. 研究組織

(1) 研究代表者

重安 哲也 (SHIGEYASU TETSUYA)
広島国際大学・工学部・助教
研究者番号：90352046

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし