

QoS 制御を考慮した DSR プロトコルの拡張

An Extension to DSR Protocol Considering QoS Controls

伊藤 雅†
Masaru ITOH

朝居宏明‡
Hiroaki ASAI

1. はじめに

各端末(ノード)が自律分散し通信を行うアドホックネットワークは、中継ノードを介して通信するマルチホップ機能を備えている。送信元ノードからの通信要求後に中継ノードを介し、宛先ノードまでの経路を探索するリアクティブ型のルーティングプロトコルのひとつに DSR(Dynamic Source Routing) プロトコル [1] がある。現在、無線 LAN でマルチメディアデータやリアルタイムデータを送信する仕組みを持つ IEEE802.11e の規格化 [2] が行われ標準化されようとしている。しかし、DSR プロトコルは IEEE802.11e 対応端末の利用を想定していない。そこで、IEEE802.11e 対応端末で利用できるようこれを拡張し、アドホックネットワークでの QoS(Quality of Service) 制御について提案する。

2. 問題の概要

IEEE802.11 系無線 LAN では、無線チャネルアクセス制御で DCF(Distributed Coordination Function) が利用されている。DCF はコンテンションウィンドウ [CW_{min} , CW_{max}] 間で乱数を求めバックオフ時間と呼ぶ送信間隔時間を決定し、端末間のアクセス制御を行っている。IEEE802.11e では、データ種別ごとに優先送信を可能にするため、EDCA(Enhanced Distributed Channel Access) を設けている。EDCA はデータ種別を優先度順に音声(AC_VO)、ビデオ(AC_VI)、ベストエフォート(AC_BE)及びバックグラウンド(AC_BK)のアクセスカテゴリ(AC)に分類し、表 1 のように EDCA パラメータとしてコンテンションウィンドウを規定している。

アドホックネットワークで IEEE802.11e 対応端末を利用することにより、送信ノードはデータ種別ごとに優先的にデータを送信できる。しかし中継ノードが IEEE802.11e 非対応端末の場合、次ホップの通信は従来の DCF となり、優先的にデータを送信できない。そこで DSR プロトコルを拡張する。

さらに、優先度が高い音声及びビデオ送信時は、コンテンションウィンドウの幅が小さいため、送信ノード増加時にフ

レーム衝突率が高くなる。IEEE802.11e のインフラストラクチャモード利用時のフレーム衝突を改善した研究 [3] があるが、アドホックモードでの利用は考慮していない。本稿では、IEEE802.11e のアドホックモード利用時のフレーム衝突を減らす方法も提案する。

3. DSR プロトコルの拡張

送信元ノードがビデオなどのマルチメディアデータを送る通信要求であれば、IEEE802.11e の EDCA チャネルアクセスの AC_VI アクセスカテゴリで RREQ パケットを送信する。メールやファイル送信などの非リアルタイムデータであれば、従来の DCF チャネルアクセスで RREQ パケットを送信する。RREQ パケットを受信したノードは、次ホップへ RREQ パケットを送信する時にも、各データ種別によるアクセスカテゴリで送信する。そのため、図 1 のように DSR ヘッダのオプション領域にアクセスカテゴリを格納し、RREQ パケットが送信されることになる。RREQ パケットを受信した中継ノードが次ホップに RREQ パケットを送信する際には、図 2 のように RREQ パケットの DSR ヘッダのオプション領域からアクセスカテゴリを得て、そのデータ種別に従って RREQ パケットが送信される。RREQ パケットを受信したノードが IEEE802.11e 非対応かつ受信したアクセスカテゴリが AC_VI または AC_VO であった場合には、次ホップへの RREQ パケット送信は行わない。

IEEE802.11e 対応ルートキャッシュでは、RREP に付加されている経路情報のみを記録する。また、中継ノードが

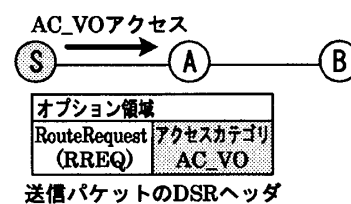


図 1. RREQ パケットの送信

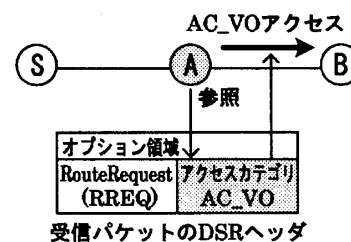


図 2. RREQ パケットの中継

表 1. コンテンションウィンドウのデフォルト値

チャネルアクセス種別	CWmin	CWmax
EDCA (AC_VO)	7	15
EDCA (AC_VI)	15	31
EDCA (AC_BE)	31	1023
EDCA (AC_BK)	31	1023
DCF	31	1023

† 愛知工業大学 情報科学科, Aichi Institute of Technology

‡ 三洋鋼材株式会社, Sanyo Kozai Co., Ltd.

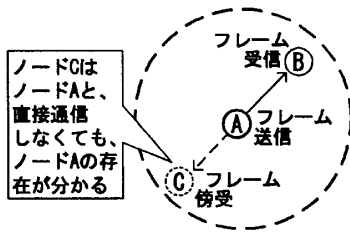


図3. フレームの受信と傍受の例

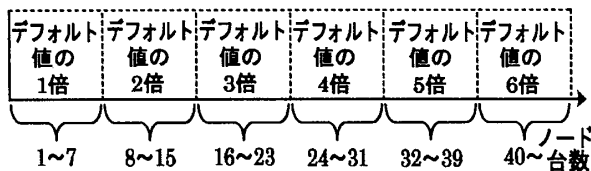


図4. コンテンションウィンドウのバイアス値

IEEE802.11e 対応端末が否かも保持する。理由はノード消滅時に他の経路で送信を再開する場合に、その経路でデータ種別により優先送信可能であるかどうかを把握するためである。

4. IEEE802.11e アドホックモードの拡張

送信ノードが増加すると、EDCA を利用して音声またはビデオ送信するとフレーム衝突が起き易くなる。そこで各ノードが隣接ノードの台数を把握し、EDCA パラメータを動的に変更できるように IEEE802.11e アドホックモードを拡張する。

送信ノードが AC_VO や AC_VI アクセスカテゴリでフレームを送信する場合を考える。図3のようにフレームを傍受して、隣接ノード一覧から隣接ノード台数 (c_n) を得る。次に c_n からコンテンションウィンドウのバイアス値 m を求める (図4参照)。最後に式 (1)~(2) を用いてコンテンションウィンドウの上下限 CW_{min}^* 及び CW_{max}^* を動的に変更する。

$$CW_{min}^* = m \cdot CW_{min}[AC] \quad (1)$$

$$CW_{max}^* = m \cdot CW_{max}[AC] \quad (2)$$

ここで、 $CW_{min}[AC]$ と $CW_{max}[AC]$ は表1にあるコンテンションウィンドウのデフォルト値である。

5. シミュレーション結果及び考察

提案方法の性能評価を行うため、Java でシミュレータを開発し、フレーム衝突率とスループットについて検証した。すべてのノードは IEEE802.11e 対応端末とし、伝送レートは 54Mbps とする。ノードは 150m × 150m のエリアにランダムに配置し、台数は 6 台、14 台、22 台及び 30 台で検証を行った。また、各ノードは双方向通信を行うと仮定した。

図5からデフォルトの EDCA パラメータを利用した場合は、送信ノードの増加に伴いフレーム衝突率が増加する。一方、拡張 EDCA はそれ以下に抑えられていることが分かる。また、図6はそれぞれのノードが、音声データ、ビデオデータ及び非リアルタイム性の通常データを送信した場合のシミュレーション検証例である。音声データを優先的に送信できていることが分かる。しかし、ビデオデータと通常データを送信するノードにスループットの変化はなかった。これはチャネルアクセスの頻度がほぼ均等であったためと考えられる。

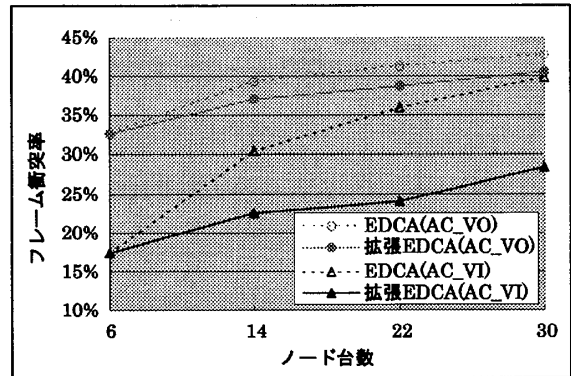


図5. 拡張 IEEE802.11e のフレーム衝突率

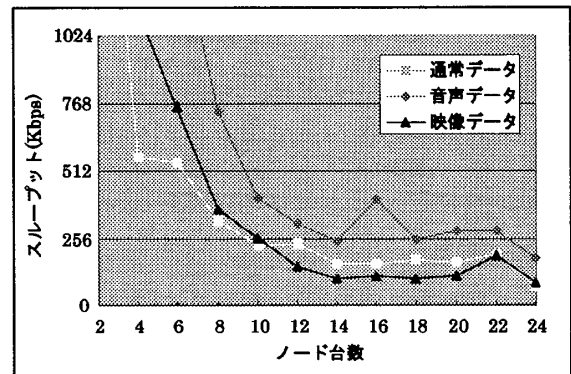


図6. 送信データ混在時のスループット

6. おわりに

DSR プロトコルを IEEE802.11e 対応端末で利用できるように拡張し、アドホックネットワークで QoS 制御を可能にした。これにより各ノードの通信要求帯域を満たした通信が可能となり、IEEE802.11e 対応ルートキャッシュの概念を取り入れ、過去に得た経路情報を有効に保持できるようになった。

同一エリア内に 22 台以上のノードが含まれる場合、一定帯域での通信が困難になる。送信ノードの台数を互いに把握し、状況に合わせて制御パケットやデータパケットを抑制する新たな仕組みが必要であることも分かった。

謝 辞

本研究は財団法人市原国際奨学財団の第 13 回 (平成 17 年度) 研究助成により達成された。ここに謝意を表する。

参考文献

- [1] D.B. Johnson, D.A. Maltz, and J. Broch, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks", IETF Internet-Drafts (2004)
- [2] M. Cardei, I. Cardei, and D.-Z. Du, Resource Management in Wireless Networking, Springer (2005)
- [3] 河村 他, "公衆無線 LAN 用 IEEE802.11e 対応基地局における EDCA パラメータ動的更新機能の開発", 信学会 2005 ソサイエティ大会講演論文集, B-5-183, p.583 (2005)