

アドホックネットワークにおけるスループットを改善する マルチチャンネル MAC プロトコルの提案

伊東拓哉[†] 佐藤文明[‡]東邦大学理学部情報科学科[‡]

1. はじめに

近年、MANET の研究が盛んに行われている。MANET とは無線通信の一種で、携帯端末の中継機能を利用してアクセスポイントを必要とせず、安価にネットワークを構築することができる技術である。MANET の問題点としては、無線通信における電波の干渉と隠れ端末問題がある。この問題を解消して性能を改善するためにマルチチャンネルを使った MAC プロトコルの研究が行われている。マルチチャンネルの課題は、通信するペアでチャンネル切り替えの合意が必要であり、集中サーバ型と制御チャンネルを用いた分散型がある。分散型では、チャンネルを変更することで、制御メッセージが受信できないことによるマルチチャンネル隠れ端末問題がある。提案方式は分散型、制御チャンネルを用いないマルチチャンネル MAC プロトコルを提案する。この方式によってシンプルな構造でマルチチャンネル隠れ端末問題を回避できる。

2. 関連研究

単一インタフェースマルチチャンネル MAC の課題として、図 1 の隣接する通信ペアが異なるチャンネルを使っている時、RTS/CTS が受信できず、衝突が回避できないマルチチャンネル隠れ端末問題と、図 2 の隣接する通信ペアが異なるチャンネルを使っていることに気づかず、RTS 送信を繰り返してバックオフが長くなっていくマルチチャンネル deafness 問題がある。

従来研究[1]では、第三者のノードが、2組の通信ペアを監視し、先行する通信ペアが後続の通信ペアの制御メッセージをチャンネルの違いにより受信できていないことを検出する。制御メッセージの受信が失敗していることを検出した場合、第三者のノードは先行する通信ペアに対して、制御メッセージを転送する。第三者のノードの選定方法などが難しいという問題がある。

A Multi-channel MAC Protocol to improve the throughput in Ad Hoc Networks.

[†]Takuya Ito, [‡]Fumiaki Sato · Toho University, Faculty of Science, Department of Information Science.

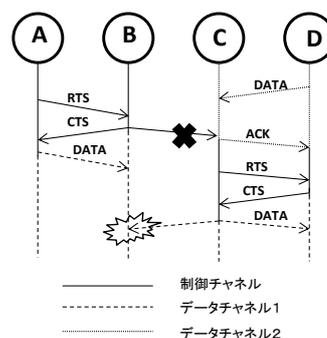


図 1 マルチチャンネル隠れ端末問題

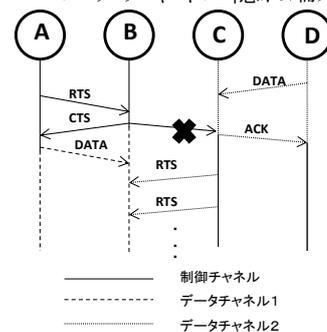


図 2 マルチチャンネル deafness 問題

3. 提案方式

3.1. 提案方式の概要

特徴として第 1 チャンネルと第 2 チャンネルの 2 つを利用する。2 つの packets を、第 1 チャンネルと第 2 チャンネルを使い、順次送出する。周辺の通信ペアは、先行する通信ペアが第 2 チャンネルを利用している際に、第 1 チャンネルを使って衝突せずに通信できる。

RTSM と CTSM、NOTIFY パケットにより、周辺ノードには確実に第 1 チャンネルと第 2 チャンネルの利用スケジュールを通知する。

これにより、第 2 チャンネル通信中に周辺ノードが最初の通信ペアの通信時間を超えて通信する状況を回避できるのでマルチチャンネル隠れ端末問題、マルチチャンネル deafness 問題を回避することができる。また、関連研究で必要だった第三者のノードは必要ない。

NOTIFY パケットは RTSM を送信したノードが、CTSM が受信できてから通信が開始することを周囲に通知するとともに、NOTIFY が受信できなけ

れば、NAV をキャンセルできることを意味する。

3.2. 具体的な通信の流れ

図 3 を用いて具体的な通信手順を説明する。先行してデータを送信する場合 RTS_M を送信する。CTS_M が返信されたらすぐにデータ通信を開始せず、各チャネルの使用時間が記録された NOTIFY を近隣ノードに送信してからデータ通信を開始する。マルチチャネルで行われるデータ通信は、受信側がデータを受け取り、ACK を返信したらチャネルを切り換えて再びデータを待つ。ACK を受け取った送信側はチャネルを切り換えてから 2 つ目のデータを送信する。2 つ目のデータを受信したら ACK を返した後チャネルを元に戻して解放する。送信側も 2 つ目の ACK を受信したらチャネルを元に戻して解放する。周囲のノードは第 2 チャネルを使っている間に RTS, CTS を使ってシングルチャネルの通信を行う。

この通信方法だと RTS, CTS のやり取りを 1 往復分減らして 2 つのデータを送信することができる。さらに NOTIFY と CTS_M にはこの通信ペアが使用するチャネルの使用時間が記録されており、チャネルが切り替わっている間にシングルチャネルでの通信を行うことが可能なので、マルチチャネルで行っている通信ペアの近隣ノードを使用した通信を行うことができる。

NOTIFY の役割として、通信ペアの各チャネルの使用時間を知らせる他に、RTS_M を送信したノードが正しく通信が開始されたかを判断することができる。RTS_M を送信したノードは CTS_M を受信してから NOTIFY を送信するので、NOTIFY が送信されなかった場合は通信が行われていないのが分かるので、NAV を解除して待ち過ぎることなく、次の通信に備えることができる。

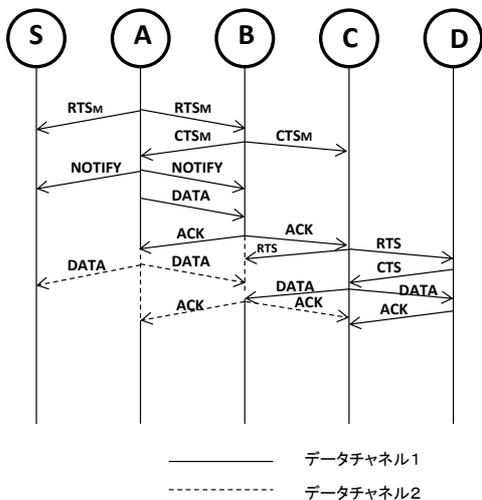


図 3 提案方式

4. 性能評価

提案方式のスループット特性を評価する。

評価では 4 つのノードを 80m 間隔で一列に配置した。送信元 A と宛先 B、送信元 C と宛先 D の 2 組の通信ペアが存在するものとする。比較対象はシングルチャネルの IEEE802.11b とする。

表 1 シミュレーションパラメータ

ノード間隔	80m
通信距離	100m
データサイズ	687.5Byte/packet
データ発生頻度	平均 λ のポアソン分布
最大再送回数	5 回
無線帯域	11Mbps

シミュレーション結果を図 5 に示す。シングルチャネル方式と比べ、提案方式は 2 組の通信ペアが互いに干渉しないように、通信方法をマルチチャネルかシングルチャネルを選択して同時に通信を行うので、スループットが向上した。

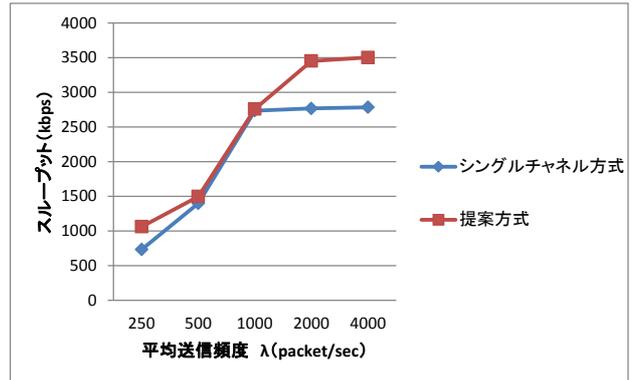


図 4 スループット特性

5. まとめ

本稿では、単一インタフェースマルチチャネル MAC を用いた場合に発生するマルチチャネル隠れ端末問題やマルチチャネル deafness 問題に起因する性能劣化の対処として、マルチチャネルで通信を行う際に周囲に各チャネル使用時間を通知し、チャネルが切り替わっている間に別の通信ペアが元のチャネルで通信を行う方式を提案した。シミュレーションの結果、シングルチャネル方式と比較をして、スループットが向上することが確かめられた。

参考文献

[1] 三觜 輝, 萬代 雅希, 渡辺 尚: "アドホックネットワークにおける単一送受信機を利用したマルチチャネル MAC プロトコルについて", 電子情報通信学会技術研究報告, MoMuC, モバイルマルチメディア通信, Vol. 108, No. 44, pp. 129-134, 2008.