

隠れ端末問題を考慮した新しい2つのMAC法*

1W-3

泉本 貴広 陳 建和 重野 寛 横山 光男 松下 温†

慶應義塾大学‡

1 はじめに

近年注目を浴びている無線 LAN は、その実現により有線 LAN で不都合であった様々な点を改善することができるだけでなく、ポータビリティを活用した新しい形の LAN の可能性も見いだすことができる。

しかし CSMA 方式を採用した無線 LAN ではそれに特有の「隠れ端末問題」が存在し、そのためシステムの性能が劣化する。そこで我々は、隠れ端末問題を顧慮した新 MAC 方式として CTMA 方式及び CRMA 方式の2方式を提案し、計算機シミュレーションによる性能評価を行った。その結果は、我々の提案した新しい2つの MAC 方式が隠れ端末問題の解決案となり得ることを示すものであった。

2 隠れ端末問題を顧慮した MAC 方式

2.1 CTMA(Channel Tone Multiple Access)方式

本方式では利用周波数帯域をメッセージチャンネル、チャンネルトーン、ジャムチャンネルの3つに分割する。そして次のように動作する。

1. 無線端末はメッセージパケット伝送前に、チャンネルトーンをセンスする。
2. チャンネルトーンが存在していなければチャンネルトーンを送出する。存在していたら、バックオフを開始する。
3. チャンネルトーンを受信した中央局は、同じチャンネルでチャンネルトーンを送出する。ただし、中央局が衝突を検出した場合、ジャム信号を送出する。

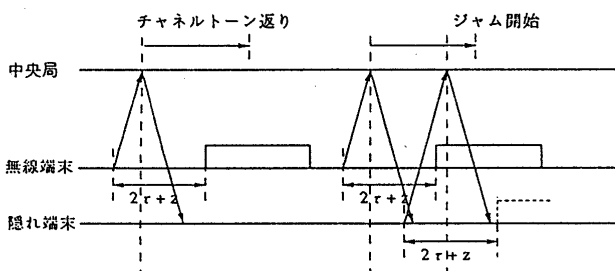


Fig.1 CTMA 方式の動作例

*New MAC Schemes considering the Hidden Terminal Problem
†T.Izumoto,K.Chen,H.Shigeno,T.Yokoyama,Y.Matsushita
‡Keio University

4. 端末はジャム信号を受信しなければチャンネルトーン送出後 $2r+z$ (r : 最大伝搬遅延 z : ギャップ $\ll 1$) に必ずメッセージパケットを送信する。また、この時端末はチャンネルトーンを1フレーム時間送出し続ける。ジャム信号を受信したら、バックオフを開始する。

2.2 CRMA(Channel Reservation Multiple Access)方式

本方式では利用周波数帯域をデータ伝送用のメッセージチャンネルとメッセージチャンネルの使用権を中央局に対して要求するための制御チャンネル(上り下り)の3つに分割する。制御チャンネルへのアクセスは通常の CSMA 方式と同等として、次のように動作する。

1. 無線端末はデータパケットの伝送前に、リクエストパケット(無線端末 ID と送信要求の生成時刻を記録)を制御チャンネル上りに送信する。
2. 中央局はリクエストパケット中のデータ(生成時刻)や現在のメッセージチャンネル予約状況を顧慮してメッセージチャンネルへの送信をスケジュールする。そして、制御チャンネル下りを用いて無線端末に知らせる。
3. 全ての無線端末は、常に制御チャンネル下りを受信する。従って、既に予約を完了しメッセージチャンネルへの送信待ち状態にある無線端末でも予約の変更を知ることができる。
4. 無線端末は中央局が指示した予約状況に従って、メッセージパケットを送信する。

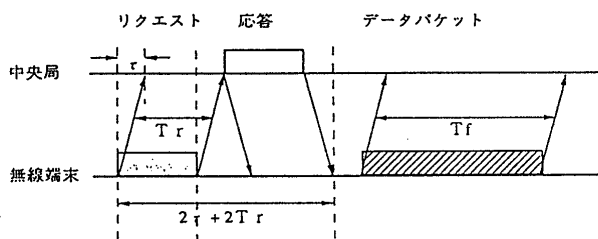


Fig.2 CRMA 方式の動作例

3 計算機シミュレーションによる性能評価

3.1 シミュレーションモデル

本シミュレーションではシングルゾーンを対象とした。無線ゾーンに1つの中央局があり、中央局を中心として半径

$R = 50[m]$ の円内が無線ゾーンであるとした。その円内にランダムに 100 端末を配置するものとした。各端末が発した電波は、その端末を中心に同心円状に伝搬するものとし、伝搬距離(確実に他の端末が受信できる距離) $r[m]$ を変化させることで、無線ゾーン内の隠れ端末の割合を変化させた。 $r = 100[m]$ の時、この無線ゾーン内の無線端末は相互に確実に見える関係にある。隠れ端末の存在する状態は $r = R = 50[m]$ であるとした。この場合、ある無線端末に対して平均 30 ~ 40% 程度が隠れ端末となる。なお、このシミュレーションでは、端末から中央局への通信のみを考える。

3.2 シミュレーション結果

CTMA 方式と CSMA 方式の比較を Fig.3 に示す。トラフィックスループット特性では、CTMA は CSMA と同等かそれ以上の特性を示す。特に正規化伝搬遅延が小さいとき ($\alpha = 0.01$) CTMA 方式は最大スループットで優る。低トラフィック時には、CSMA、CTMA とほぼ同等であるといえる。

CRMA 方式と CSMA 方式の比較を Fig.4 に示す。(リクエストパケット長:データパケット長=0.3:1) リクエストパケット長がデータパケット長に対して 0.2 以下になると隠れ端末の影響は殆ど受けなくなり、Fig.4 中の隠れ端末のない場合の性能とほぼ同等となる。このことから、CRMA 方式はリクエストパケット長をデータパケット長に対して十分に短くすることで、隠れ端末の内場合の CSMA 方式に最大スループットで優るといえる。

各方式のスループット-平均伝送遅延特性を Fig.5 に示す。正規化伝搬遅延が小さいとき CTMA 方式は隠れ端末のない時の CSMA 方式と同等の性能を示す。Fig 中の CRMA 方式はリクエストパケット長とデータパケット長の比が 0.2 の時のもので、高スループット時に良い特性を示すことが分かる。

前述したいずれの場合でも、CTMA 方式と CRMA 方式は隠れ端末のある場合の CSMA 方式とは比較にならないほど良い特性を示す。CTMA 方式では、チャネルトーンが無線ゾーン全体をカバーして、隠れ端末にもメッセージチャネルの状態を知らせるため、チャネルトーンをセンスできる全ての端末は、お互いに隠れ端末であっても問題なく通信が行えるといえる。つまり、この方式では隠れ端末の影響を全く受けない。

CRMA 方式では、制御チャネルを通してメッセージ通信の予約をする時、隠れ端末の影響を受けるものの、リクエストパケットを十分に短くすることで、隠れ端末の影響を事実上受けずに済ませることができる。

4 まとめ

本研究では、計算機シミュレーションによって、隠れ端末の存在する CSMA 方式の性能劣化と隠れ端末問題の対策として新しい MAC 方式である、CTMA 方式と CRMA 方式の二方式の性能評価を行った。その結果、両方式とも隠れ端末が存在しない場合の CSMA 方式と同等かそれ以上の性能を示し、隠れ端末問題の解決案となり得ることが分かった。

参考文献

- [1] 大西 他, "CTMA:Channel Tone Multiple Access 方式による隠れ端末問題の解決", 第 44 回情報処理学会全国大会, pp.1-285-1-286, 1992
- [2] L.Kleinrock, "Packet Switching in Radio Channel : Part-II The Hidden Terminal Problem in Carrier Sense Multiple-Access and Busy-Tone Solution", IEEE Trans.on Commun., Vol.COM-23, no.12, pp.1417-1433, Dec.1975

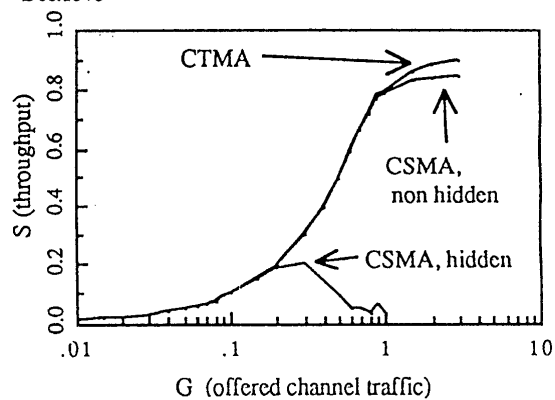


Fig.3 CTMA 方式と CSMA 方式の比較

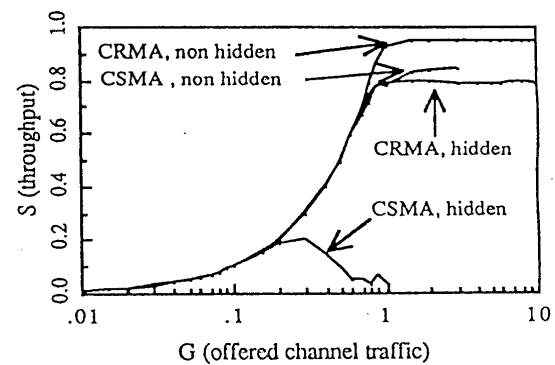


Fig.4 CRMA 方式と CSMA 方式の比較

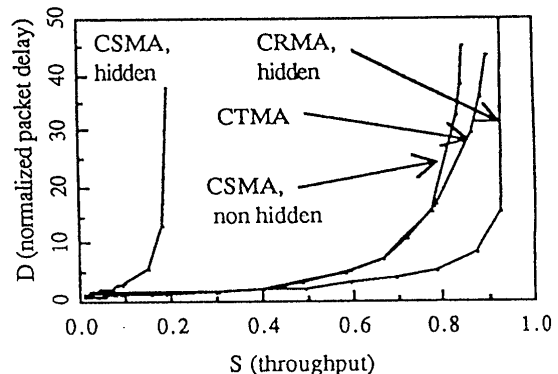


Fig.5 各方式の正規化遅延による比較