

CTMA:Channel Tone Multiple Access 方式による隠れ端末問題の解決*

5M-1

大西 祥浩 重野 寛 荒井 要 陳 建和 横山 光男 松下 温†

慶應義塾大学‡

1 はじめに

近年、通信ネットワークとして地上無線、衛星通信を用いたパケット無線ネットワークが注目をあびている。

パケット無線ネットワークの中でも無線ローカルエリアネットワーク(LAN)について考える。無線LANには、それ特有の隠れ端末の問題がある。この隠れ端末の存在によりシステムの性能が劣化することが知られている。そこで、我々は、この隠れ端末の問題を除去できるチャンネル・アクセス方式、CTMA(Channel Tone Multiple Access)方式を提案し、隠れ端末の存在するモデルにおいてシミュレーションによる評価を行った。その結果、伝搬遅延時間が小さい場合においてCTMA方式は、隠れ端末のない場合のCSMA方式と同じ程度の性能を持ち、隠れ端末問題を解決できることがわかった。

2 CTMA(Channel Tone Multiple Access)方式の概要

CTMA方式では、利用周波数帯域をメッセージチャンネルとチャンネルトーン、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. パケットを送信しようとする端末は、まずチャンネルトーンが今、存在するかどうかを検出する。
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。チャンネルトーンが存在していればバックオフを開始する。
3. 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 $2\tau + z$ (τ :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。またこのとき端末は、チャンネルトーンを1フレーム時間(パケット伝送時間)送出し続ける。
4. チャンネルトーン送出開始時刻とメッセージパケット送信開始時刻の間、すなわち、 $2\tau + z$ の間にジャム信号を受信すればこの端末は、バックオフを開始する。

以上のチャンネルオペレーションを図1に示す。

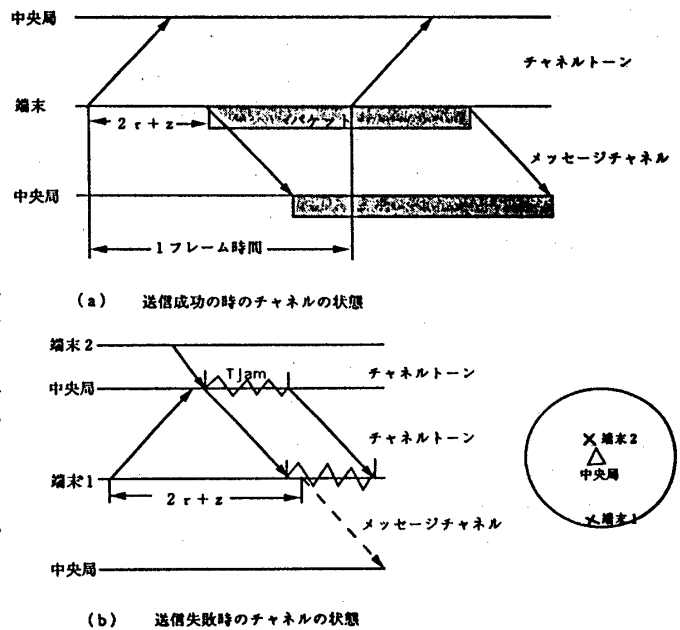


図1 チャンネルオペレーション

CTMA方式では、端末が送出したチャンネルトーンを中央局が受信すると中央局は、同じチャンネルでチャンネルトーンを送出する。このため、ゾーン内のすべての端末は、現在、メッセージパケットを送信しようとしている端末が存在するかどうかをチャンネルトーンに耳を傾けることにより知ることができる。

CTMA方式のチャンネルへのアクセスの仕方から次のことが考えられる。

- 無線LANにおける隠れ端末の存在による性能の劣化を極力抑えることができると考えられる。
- メッセージチャンネル上でパケットの衝突は起こらないので、伝搬遅延時間が無視できるくらいに小さい場合には、チャンネルのスループットは1に近づくと考えられる。
- ゾーン構成において無線LANでは、中央局が制御の中心となり中央局にかかる負担が重くなりがちであるが、CTMA方式では、中央局はチャンネルトーンのリピータとして働くだけであるので、中央局にかかる負担は小さいと考えられる。

*The Hidden Terminal Problem Solution by CTMA

†Y. Onishi, H. Shigeno, K. Arai, K. Chen, T. Yokoyama, Y. Matsushita

‡Keio University

3 シミュレーション評価

3.1 シミュレーションモデル

シミュレーションを行った空間について、中央局は半径50[m]の円の中心にある。この円内に存在する端末の発する電波を確実に中央局は受信できるものとする。また、端末の発する電波は、その端末を中心として同様に半径50[m]の円内に存在する他の端末には確実に受信されるものとする。円内には、ランダムに100端末配置した。シミュレーションを簡単にするため、通信は端末から中央局に向けて行われるもののみを考える。CSMA方式との比較は、CTMA方式のメッセージチャネルの帯域とCSMA方式のメッセージチャネルの帯域は同じに行った。また、メッセージフレーム長は一定として行った。

先に示したシミュレーション空間での平均した隠れ端末の割合は0.328である。

3.2 シミュレーション結果

図2は、CSMA方式及びCTMA方式のオフロード・トラフィックとスループットの関係を比較したものである。この図からわかるように、隠れ端末の存在によりCSMA方式のスループット(チャンネル利用率)は、隠れ端末のない場合の半分以下に落ちている。また、nonpersistent

CTMA方式は、隠れ端末のない場合のCSMA方式よりも良いスループット特性をしている。これは、CTMA方式では、メッセージパケットを送信する前にチャネルトーンを送出することによりパケット送信の予約をしていることになり、この場合のように a (最大伝搬遅延時間/フレーム時間)が小さい時は、チャネルトーン上の衝突が減多に起こらないためと考えられる。

図3は、CSMA方式とCTMA方式のスループット遅延特性を示している。この図が示すように隠れ端末が存在するとCSMA方式では、あるスループットを得るのにかなりのパケット遅延(パケットを送信してから送信成功するまでの時間をフレーム時間で割ったもの)を生じる。しかし、nonpersistent CTMA方式は、隠れ端末のない場合のnonpersistent CSMA方式と同じ程度の特性を示すことがわかる。

図4は、CSMA方式及びCTMA方式の a と最大スループットの関係を示している。この図から a が小さい範囲($a < 0.2$)においては、nonpersistent CTMA方式はnonpersistent CSMA方式より良い特性を示していることがわかる。

4 まとめ

我々は、無線LANにおける隠れ端末の問題を除去するためのアクセス方式、CTMA方式を提案し、シミュレーションにより評価を行った。その結果、CTMA方式が正規化伝搬遅延の小さい範囲($a < 0.2$)においてかなり良い特性をもつことがわかった。

参考文献

- [1] 山内 正彌 監修? "パケット交換技術とその応用", 電子情報通信学会編,1980
- [2] L.Kleinrock;"Packet Switching in Radio Channel :Part-II The Hidden Terminal Problem in Carrier Sense Multipule-Access and Busy-Tone Solution",IEEE Trans.Commun,Vol.COM.23,no.12,pp.1417-1433,1975

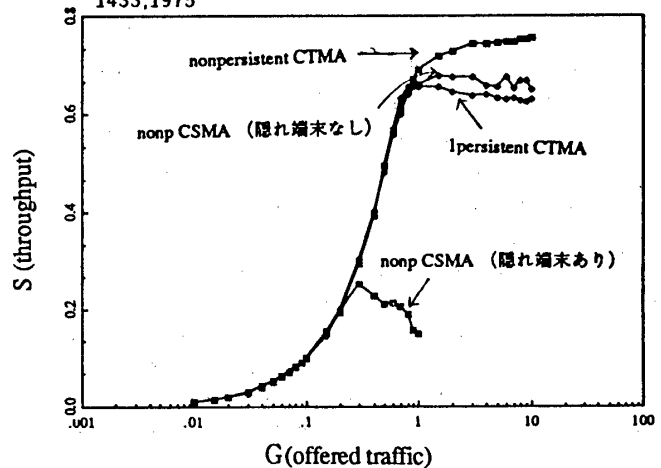


図2 トラフィックとスループットの関係 ($a=0.05$)

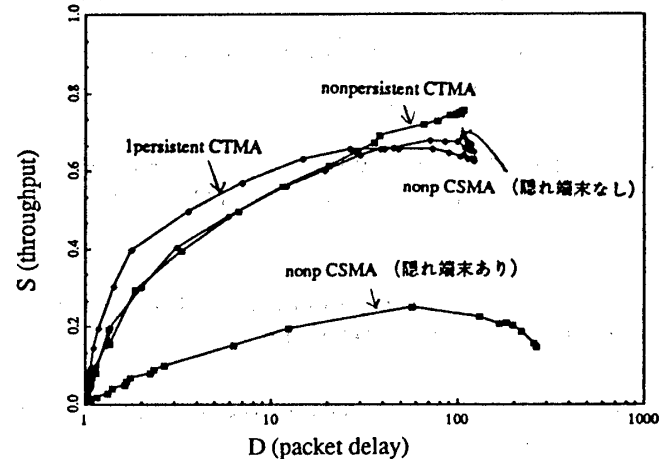


図3 パケット遅延とスループットの関係 ($a=0.05$)

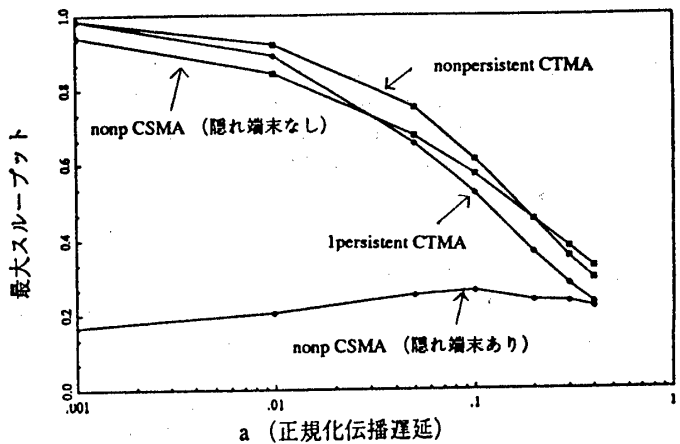


図4 aと最大スループットの関係