

指向性アンテナを利用した無線LANの提案*

5D-4

大西 祥浩†, 西堀 憲治‡, 大島 浩§, 重野 寛¶, 横山 光男||, 松下 温**

慶應義塾大学††

1 はじめに

アクセス制御方式(多元接続方式)は、無線LANの利用形態や設置環境(分散型か集中型かなど)のシステム面、そして、使用周波数等、物理層における技術やその仕様が、密接に関連して成り立っている。この観点からも、多元接続方式の検討は、たいへん重要なことであるといえる。

アクセス制御技術である多元接続方式に対する一般的な要求条件として次のものがある。

- ・隠れ端末に対処できる。
- ・端末の可搬性を束縛しない。
- ・高スループット/低遅延を達成できる。(周波数の有効利用)
- ・確実な衝突検出ができる。
- ・adHocネットワークにも対応可能である。

これらの要求条件を満足すべく、我々は、指向性アンテナを利用した多元接続方式、STMA/DA(Single Tone Multiple Access with Directional Antennas)を提案する。

我々は、計算機シミュレーションにより、STMA/DA方式を他方式(CSMA、RI-BTMA)と比較検討して、その特性の評価を行った。

その結果、我々は、STMA/DA方式がすばらしい性能を持ち、多元接続方式に対する要求条件を十分に満足するものであることを確認した。

2 STMA/DA方式

STMA/DA方式は、複数のパケット(RP, CBP, DP)を使用して、そのプロトコルが成立している。

・動作概要

*Design for Wireless LAN using Directional Antennas

†Yoshihiro OHNISHI

‡Kenji NISHIBORI

§Hiroshi OHSHIMA

¶Hiroshi SHIGENO

||Teruo YOKOYAMA

**Yutaka MATSUSHITA

††Keio University

ここでは、具体的なSTMA/DA方式のチャンネルオペレーション及び、アンテナの選択法について述べていく。以下、STMA/DA方式のチャンネルオペレーションについて、non-persistentを例にして説明する。

(1) まず、パケット到着のあった端末(送信側端末)は、BT(Busy Tone)を検知する。BTをこの端末が受信すれば、現在、周囲(この端末の通信可能範囲内)で、データチャンネルが使用されている(ビジー状態である)ことを意味する。もし、ビジー状態ならば、バックオフして、次の送信試行の機会に備える。もし、アイドル状態ならば、次(2)に進む。

(2) 送信側は、RP(Request Packet)及び、BTを送信する。(図1)このとき、送信側は、全アンテナ(全方向に)でRP及び、BTを送出する。受信側(RPに書き込まれた送信相手端末)では、RPを受信中にその受信強度(受信強度が大きいほど、信号品質も良いと考える)により、最適アンテナを決定する。

(3) 受信側端末は、RP受信終了後、RPのAckとしてCBP(Call-Back Packet)を先で選んだ最適アンテナを用いて送受する。このとき、同時に受信側端末は、BTを全方向に送受する。送信側端末では、2から引き続いてBTを送出し続け、CBPを受信終了した時点で、その送受を止める。送信側端末がCBPをうまく受信できなかった場合、BT送受のタイムリミットを設けて、その時点で送受を止める。(図1)送信側では、いま受信中のCBPの受信強度、信号品質から、受信側端末と通信するのに最適なアンテナを選択する。

(4) 送信側端末は、CBP受信終了の後、3で選択したアンテナを使用して、DP(Data Packet)を送信する。受信側では、DPを受信中(最適アンテナで受信)、BTを送出し続ける。(図1)

(5) 受信側は、DPを受信終了するとBTの送受を止める。

3 計算機シミュレーションによる評価

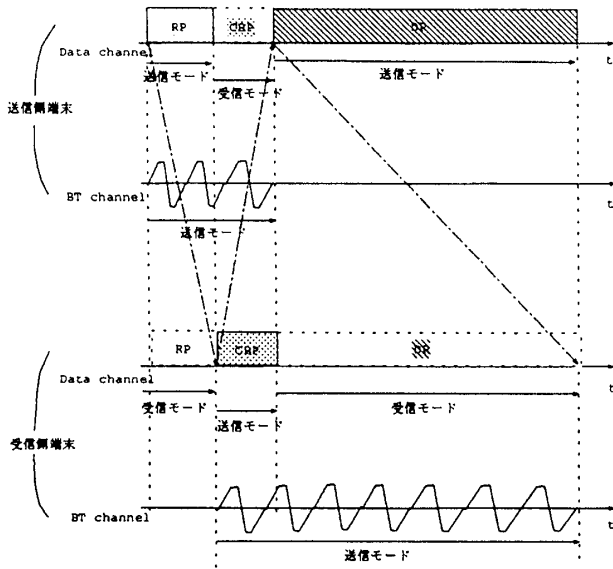


図 1: STMA/DA 方式のチャネルオペレーション

・システム環境のモデル化 (IEEE 802.11 のシステム環境の定義を参照)

システム環境としてその規模により、次の3つを考える。ところで、本シミュレーションでは、全ての端末の通信可能範囲を 20[m]、端末密度を 1/3[台/m²] として、環境のモデル化を行う。

1. 隠れ端末のない環境 (NH: No Hidden terminal)
2. BSA (Basic Service Area) 環境
3. ESA (Extended Service Area) 環境

以上の環境のもとで、端末間シングルホップの通信について評価を行う。

・計算機シミュレーション結果

まず最初に、STMA/DA 方式の特性解析をし、そのうえで、他方式との比較検討を行うことにする。最適アンテナ数の STMA/DA 方式と他方式 (CSMA, RI-BTMA) の BSA 環境における特性の比較を図 2 に示す。図 3 にシステム環境と最大スループットの関係比較を示す。

4 まとめ

STMA/DA 方式は、コンテンション法かつ、分散制御のチャネルアクセス手段である。アクセス制御技術と密接な関係を持つアンテナ (物理層における技術) は、これまで、主にオムニアンテナ (全指向性アンテナ) であった。ところで、我々は、あえて、ここにディレクショナルアンテナ (指向性アンテナ) を導

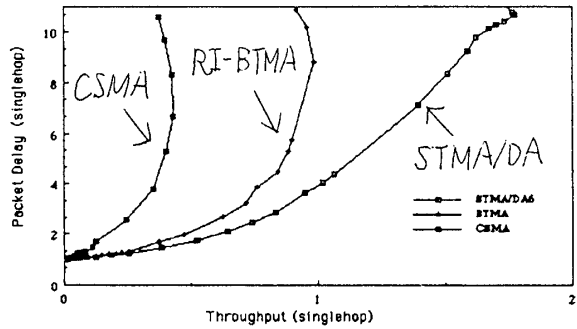


図 スループットとパケット遅延の関係 (BSA,分散化, シングルホップ)

図 2: 各方式の特性比較 (BSA)

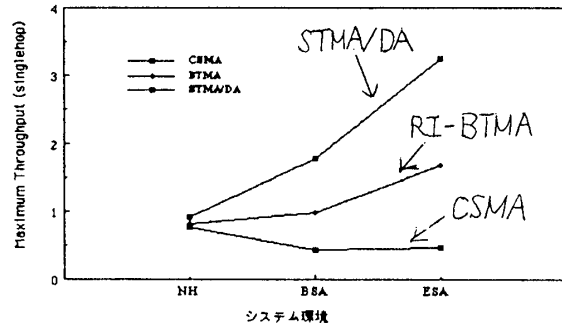


図 システム環境と最大スループットの関係 (分散化, シングルホップ, 各方式の比較)

図 3: システム環境と最大スループットの関係比較

入することにより、さらなるアクセス制御の性能向上をねらい、そして、このために必要となる多元接続方式を提案したわけである。

我々が計算機シミュレーションにより評価検討を行った結果、特に次の点で、STMA/DA 方式の性能の優性がわかった。

- ・他方式 (CSMA, RI-BTMA) に比して、高トラフィックにおいて、高スループット、低遅延を達成できる。
- ・シングルホップ考慮の通信に関して、環境規模の拡大に対する STMA/DA 方式のスループットの増加率は、他方式に比して、大きい。

以上に述べてきたように、STMA/DA 方式は、無線 LAN のシステム性能を左右するアクセス制御方式に対しての要求条件を十分に満足できるものとする。