

指向性受信を用いたMACレベルブロードキャスト方式 における干渉低減効果

竹川 恭平¹ 重安 哲也¹

概要：代表的な無線 LAN 規格である IEEE802.11 のブロードキャスト性能を向上するため、これまで、ブロードキャスト受信端末の中で事前に隠れ端末と最も隣接している端末に対して RTS/CTS 交換を実施する方式を用いることで受信率を向上できる方式が提案されている。しかし、同方式では隠れ端末と最も多く隣接している端末のみを守るため、ブロードキャストの平均受信率は向上するものの各端末間で受信率のばらつきを生じさせてしまう危険性が高い。本稿では、受信端末に指向性アンテナを付与しブロードキャストパケットを指向性受信することで、端末間における受信率のばらつきを大きく改善できる RTB-DR 方式の特性評価結果について報告する。

1. はじめに

代表的な無線 LAN 規格である IEEE802.11 では、ブロードキャスト送信時は隠れ端末の送信を抑制するための RTS/CTS (Request To Send/Clear To Send) 交換を使用せずに送信が行われる [1]。このため、高トラフィック時の受信率が低下するという問題点が指摘されている [2]。この問題点は、隠れ端末の干渉によるパケット衝突が原因となっている。

これに対し、これまで、ブロードキャスト受信端末の中で、最も多くの隠れ端末と隣接している端末に対して事前に RTS/CTS 交換を実施することで受信率を向上できることが明らかとなっている [3]。しかし、同方式では隠れ端末と最も多く隣接している端末を守ることは出来るものの、その他の隣接端末の状況は以前と変わらないため、ブロードキャストの平均受信率は向上するものの各端末間で受信率のばらつきを生じさせてしまう危険性が高い。

本稿では、受信端末に指向性アンテナを付与しブロードキャストパケットを指向性受信することにより、事前に RTS/CTS 交換を実施した端末だけでなく、他の端末の受信率も併せて改善できることを報告する。

特に、隠れ端末の存在位置の偏りに性能が大きく影響を受ける既存の RTB 方式とは異なり、提案方式は隠れ端末の存在位置の偏りに性能が影響を受けにくいことを明らかにする。

2. 既存方式の問題点

IEEE802.11DCF では、隠れ端末問題を解決するための RTS/CTS 交換が規定されている。これは、ユニキャスト通信では有効であるが、ブロードキャスト通信では CTS 同士が衝突するために使用できない。これまで、このような問題点を解決するために、RTB (RTS/CTS for Broadcast) 方式が提案されている [3]。RTB 方式は、RTS/CTS 交換を行う前に、ブロードキャスト端末が自身から 2hop 先までの端末の隣接状況を調査し、ブロードキャスト受信端末ごとにその先にある隠れ端末の個数を算出する。そして、危険度減少ポイントと呼ぶ、どの隣接端末と RTS/CTS 交換をすれば最も多くの隠れ端末の送信を抑制できるかを示す値を計算し、RTS/CTS 交換を行う。これにより、単一の端末とのみ RTS/CTS 交換を実施するにも関わらず、ブロードキャスト受信率は大きく向上する。

図 1 は、送信端末 S の送信範囲のうち、受信端末 R₁ を事前の RTS/CTS 交換によって守ることができるが、それ以外の端末 R₂, R₃, R₄ に対しては隠れ端末から守ることはできない。そのため、RTB 方式では、IEEE802.11DCF と比べて平均受信率は向上するが、R₁, R₂, R₃, R₄ の各受信端末間の受信率にはばらつきが発生する。

3. 提案方式 RTB-DR

3.1 RTB-DR の送信制御

RTB 方式の問題を解決し、端末間でのばらつきを改善させるため、RTB-DR (RTB with Directional Receiving)

¹ 県立広島大学
Prefectural University of Hiroshima

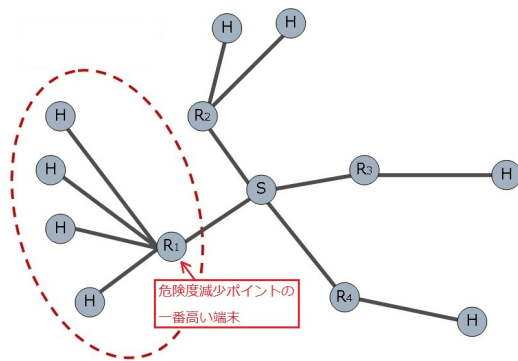


図 1 RTB 方式の問題点

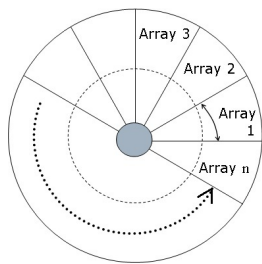


図 2 アンテナモデル

方式を提案する。RTB-DR 方式は、RTB 方式と同じく危険度を最も減少させる端末に対し RTS/CTS 交換を行うが、全ての受信端末は CTS を傍受することによりブロードキャストパケットを指向性受信する。指向性アンテナのイメージ図を図 2 に示す。

同アンテナはアイドル状態の時には全方向に受信が可能な無指向状態になっているが、RTS を受信（傍受）すると CTS の返信後に RTS パケットの到来方向に対する指向性受信を開始し、ブロードキャストパケットを受信する。このとき、指向性を向けている方向以外から送信されたパケットの干渉は排除される。

3.2 RTB-DR 方式の利点

RTB-DR の想定する利点は、1) 隣接端末を隠れ端末の干渉から守ること、2) CTS を傍受した端末も不要に送信延期させることがなく、同時並行送信を増やすことが出来ることの 2 点である。

4. 提案方式の特性評価

提案方式の有効性を評価するために、13 端末から構成されるネットワークにおいてブロードキャスト受信率を計算機シミュレーションにより算出した。同評価では IEEE802.11DCF, RTB 方式の 2 方式を比較として用いた。ネットワークポロジは図 3 のように隠れ端末の存在位置の偏りを大, 中, 無しとして生成したネットワークを評価に用いた。

表 1 にシミュレーションの諸元を示す*1。

*1 IEEE802.11b の規格に従っている。

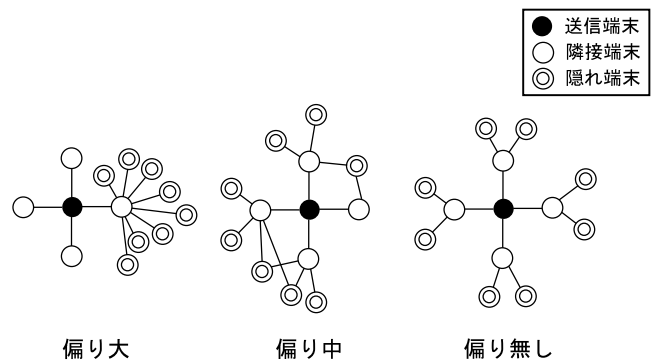


図 3 ネットワークポロジ

表 1 シミュレーション諸元

Parameter	Value
Data Rate	11Mbps
Communication Range	100m
Arrival Process	Poisson Arrival
Number of Arrays	12
Simulation Field	400m × 400m

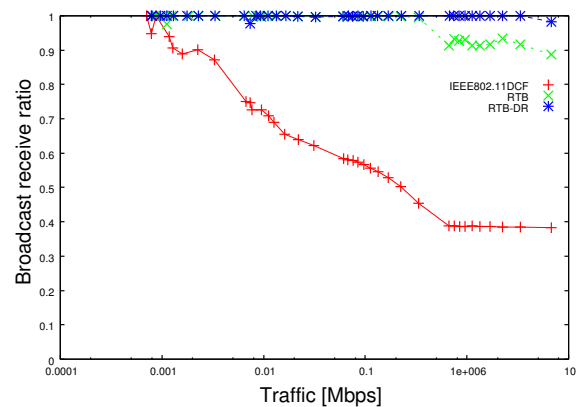


図 4 ブロードキャスト受信率特性 (偏り大)

4.1 ブロードキャスト受信率特性

図 4, 5, 6 に隠れ端末の偏りが大, 中, 無しの場合の 3 方式のブロードキャスト受信率特性を示す。図 4 より、隠れ端末の配置の偏りが大きい場合では、RTS/CTS 交換を行う RTB 方式と RTB-DR 方式は、IEEE802.11DCF 方式よりも高い受信率を達成できることが確認できる。また、図 5, 6 では、隠れ端末の配置にあまり偏りが無い場合や、配置の偏りが無い場合においても RTB-DR 方式では高トラフィック時の受信率の低下がそれぞれ低減されている。これは、RTB 方式では隠れ端末の配置の偏りが大きければ、ユニキャスト RTS/CTS によって一度に送信を待機させる隠れ端末の数が多く、隠れ端末の抑制が機能するが、配置の偏りが小さくなると RTS/CTS 交換を行わなかった端末の受信率が低下してしまう。しかしながら、RTB-DR 方式は、指向性アンテナを導入することで、RTS/CTS 交換を行わなかった端末も守られるため、受信率の低減を防ぐことができるためであると考えられる。

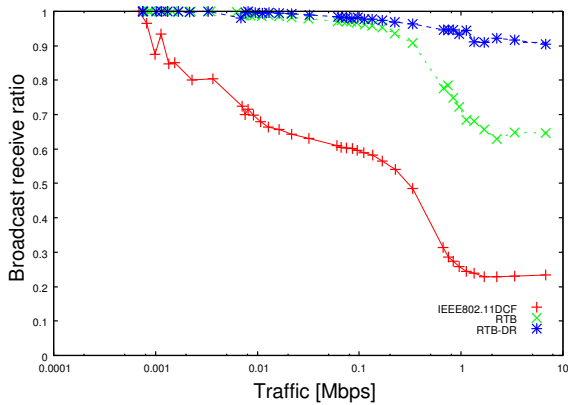


図 5 ブロードキャスト受信率特性 (偏り中)

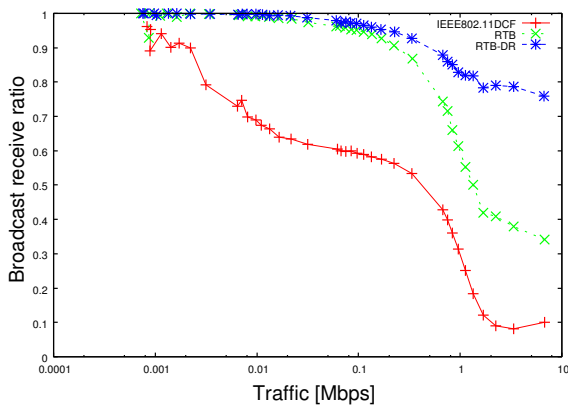


図 6 ブロードキャスト受信率特性 (偏り無し)

5. おわりに

本稿では、ブロードキャスト時における受信率の向上と隠れ端末抑制のための方式として、RTB方式に指向性アンテナを付与したRTB-DR方式を提案した。シミュレーション結果から、RTB-DR方式を用いることで、隠れ端末の配置に偏りがある場合だけでなく、偏りがない場合でも高い受信率で推移することを明らかにした。

参考文献

- [1] Brian P.Crow, Indra Widjaja, Jeong Geun Kim, Prescott T.Sakai, "IEEE 802.11 Wireless Local Area Networks," IEEE Communication Magazine, Vol.35, No.9, pp.116-126, 1997.
- [2] 重安 哲也, 松野 浩嗣, 森永 規彦, "隠れ端末の送信を抑制する衝突回避型ブロードキャストプロトコル," 情報処理学会研究報告, 2007-DPS-132, pp.1-6, 2007.
- [3] 平岡 宏史, 井上 大資, 重安 哲也, 森永 規彦, "自律分散型 MAC プロトコルにおける衝突回避型ブロードキャストプロトコルの検討," 電子情報通信学会総合大会, p.556, 2008.