

スマートアンテナを用いるアドホックネットワークにおける 指向性隠れ端末問題への対処法について

Some Solutions for Hidden Terminal Problem of Ad hoc Network Protocols Using Smart Antennas

関戸正規[†] 高田昌忠[†] 萬代雅希[‡] 渡辺尚[‡]
Masanori Sekido[†] Masanori Takata[†] Masaki Bandai[‡] Takashi Watanabe[‡]

[†]静岡大学大学院情報学研究科 [‡]静岡大学情報学部

[†]Graduate School of Informatics, Shizuoka University [‡]Faculty of Informatics, Shizuoka University

1. はじめに

無線アドホックネットワークにおける無線媒体の効率的な利用を目的として、SWAMP[1]、DMAC[2]などのスマートアンテナを用いた指向性 MAC プロトコルの提案が行われている。指向性 MAC プロトコルには指向性隠れ端末問題が潜み、性能を下げる原因となっている。本稿では指向性隠れ端末問題の MAC レベルでの 2 つの解決法とルーティングレベルでの解決法を提案する。

2. 指向性隠れ端末問題とその対処

高利得な指向性ビームを用いることで指向性隠れ端末問題が発生する。以下にその発生メカニズムを示す。(図1) ①SがDと通信中とする。②XにS宛のパケットが発生すると、Xは物理キャリアセンスをするがビジーを検出しないため送信を開始する。③Xの高利得な指向性ビームがDの受信ビームにまでも届いてしまうため、衝突が起こり、S-D間のリンクを破壊する。

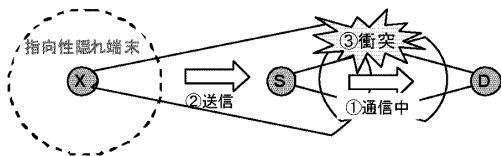


図1 指向性隠れ端末問題

指向性隠れ端末問題は自身の通信が行えないだけでなく、現在行われている通信までも破壊してしまう。そのため、この問題はさらし端末問題や deafness 問題[2]よりも深刻な問題である。この問題は SWAMP (EC-mode) において性能低下の原因となっている。

2.1. 指向性隠れ端末問題への対処方法

指向性隠れ端末問題は通信中の端末が指向性隠れ端末に通信中であると気づかせることにより対処することができる。ここでは指向性隠れ端末問題への MAC レベルでの対処方法を 2 つ提案する。

■Backward RTS (BRTS)

送信端末が RTS を送信した後、送信アンテナの指向性を 180° 後方に向け、再度 RTS を送信する方式を提案する。後方に送信された RTS によって指向性隠れ端末は NAV を設定する。また宛先端末からの CTS の返信がない場合でも周辺端末は NAV を設定し、自身の通信を延期する。そのため空間利用効率の低下が懸念される。

■High gain CTS (HCTS)

宛先端末が CTS をより高利得なビームで送信することによって、指向性隠れ端末に NAV を設定させる方式を提案する。このとき HCTS は、指向性隠れ端末が存在する範囲

すべてをカバーする必要がある。よってアンテナ利得を非常に大きくしなければならない。

2.2. 性能評価

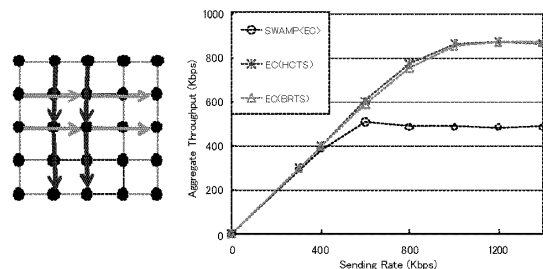


図2 評価結果

評価結果を図 2 に示す。SWAMP (EC-mode) に BRTS, HCTS を適用したものは共に、指向性隠れ端末問題が起こりやすい直進モデルにおいて性能が向上した。それに対し、指向性隠れ端末問題が起こりにくい直交モデルでは性能が劣化した。

3. 直交ルーティングプロトコルの提案

前節の結果から、MAC レベルでの対処はすべての指向性隠れ端末問題を防ぐことができるものの、場合によっては性能を下げることがわかった。指向性隠れ端末問題はルートの直進性が原因となる。すなわち、ルートに直進性がなければ起こらない問題である。そこで、直進性を持たない直交ルートを構築するルーティングプロトコルを提案する。送信元端末は RREQ に自身の ID と位置情報を負荷しフラッディングする。RREQ を受信した宛先端末は RREP を指向性送信する。この際、RREQ によって取得した位置情報から RREP を送る先とのベクトルの内積を算出し、直進性があると判断したら他の直交する適切な端末へ RREP を転送する。このように RREP で直交ルートを構築する。

4. おわりに

本稿では、指向性 MAC プロトコルに潜む指向性隠れ端末問題の対処として MAC レベルで 2 つの方式を提案し評価した。また、指向性隠れ端末問題を起こさない直交ルーティングプロトコルを提案した。今後は直交ルーティングプロトコルの評価を行う。

参考文献

- [1] 長島勝城, 高田昌忠, 渡辺尚, “スマートアンテナを利用したアドホックネットワーク MAC プロトコルの提案と評価” 信学技報, RCS2003-132, Oct. 2003.
- [2] R. R. Choudhury, X. Yang, R. Ramanathan, N. H. Vaidya, “Using Directional Antennas for Medium Access Control in Ad Hoc Networks,” Proc. ACM Mobile computing and Network (Mobicom), Sep 2002.