

スマートアンテナを用いるアドホックネットワーク MAC プロトコルの基本特性について

B-5-258 Characteristics of a MAC Protocol Using Smart Antennas in Ad Hoc Networks

高田 昌忠[†] 長島 勝城[†] 渡辺 尚[†]
 Masanori Takata[†] Katsushiro Nagashima[†] 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 Information, Shizuoka University [†]Faculty of Information, Shizuoka University

1. はじめに

我々は無線アドホックネットワークにおいてスマートアンテナを利用した MAC プロトコル SWAMP を提案している [1]. SWAMP は空間利用効率の向上と通信エリアの拡張を実現する。本稿では、SWAMP のスループット、同時通信数及びオーバーヘッド特性を評価する。

2. SWAMP

SWAMP は IEEE 802.11 DCF をベースとし、2 種類の通信モードによって空間利用効率の向上と通信エリアの拡張に対応したプロトコルである。通信モードは宛先ノードの位置に応じて決定される。

2.1 OC-mode

OC-mode は無指向性通信エリア内 (無指向性ビーム使用時の通信エリア) に位置するノード宛の通信で用いられる (図 1(a)). 無指向性で送信される RTS/CTS で位置情報の交換を行い、得られた通信相手の位置情報を近隣ノードへ無指向性で配布する。この情報を NHDI (Next Hop Direction Information) と呼ぶ。宛先ノードは送信元ノードの位置情報を CTS の NHDI フィールドに付加する。送信元ノードは近隣ノードへ宛先ノード位置情報を配布するために CTS 受信後、SOF (Start Of Frame) を追加する。これにより、NHDI を受信した近隣ノードは無指向性通信エリア外のノードの位置情報を取得することができる。この情報は EC-mode 通信を行う際に使用される。SOF 送信後、DATA/ACK は指向性ビームで送受信する。また、通常の NAV よりも短い Omni-NAV を導入し、空間利用効率の向上を実現する。

2.2 EC-mode

EC-mode は無指向性通信エリア外に位置し、NHDI を取得済みのノード宛の通信で用いられる (図 1(b)). 送信元は NHDI から宛先ノードの方向を算出し、その方向へ無指向性ビームに比べ高利得な指向性ビームを形成し RTS を送信する。CTS 以降は互いに指向性ビームを向けて送受信する。このように、以前近隣で行われた OC-mode 通信によって得られた NHDI を基に全フレームに対し指向性ビームを用いることによって通信エリアを無指向性通信エリアの 2 倍に拡張する。

3. 性能評価

計算機シミュレーションによって性能を評価した。400 ノードが 20×20 の格子状に配置され、格子間隔、無指向性通信距離は共に 250m とした。データパケット (512Bytes) は全ノードにおいてポアソン分布に従い発生し、500m 内の 12 近隣ノードからパケット毎にランダムに宛先が決定される。IEEE 802.11 と OC-mode は 250m より離れたノード宛の場合、予め設定された 2 ホップで転送する。一方、EC-mode は 1 ホップで転送する。指向性のビーム幅は 45° とし、無線帯域を 2Mbps とした。

図 2 にスループット特性を示す。IEEE 802.11 と比較し、OC-mode のみが行われる場合は空間利用効率の向上により

スループットが改善された。OC-mode と EC-mode を併用した場合は通信エリアの拡張によってさらに高スループットが達成され、ネットワーク容量が増加したことを示している。

図 3 に同時通信数を示す。同時通信数は、1 ビット伝送時間にネットワーク空間で正常に伝送されたデータ量を表す。OC-mode は、Omni-NAV の使用により IEEE 802.11 に比べ同時通信ペア数が約 2 倍に向上している。OC-mode と EC-mode を併用した場合は 2 ホップ必要な通信を 1 ホップで実現するため、同時通信数は OC-mode のみと比較して低いが高スループットであることが分かる。

図 4 にオーバーヘッド特性を示す。オーバーヘッドは、ペイロード 1 ビットを転送するために送信されたビット数を表す。SWAMP は IEEE 802.11 にフレーム、フィールドを追加している。よって低負荷時には IEEE 802.11 と比較してオーバーヘッドが増加している。中高負荷時において IEEE 802.11 は送信失敗によってオーバーヘッドが著しく増加している。一方 SWAMP は、中高負荷時におけるオーバーヘッドの増加が少ない。これはネットワーク容量が増加したためである。

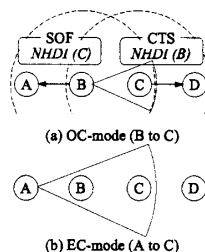


図 1. SWAMP

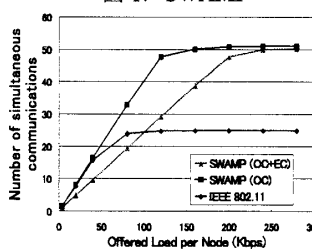


図 3. 同時通信数

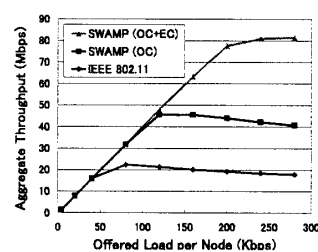


図 2. スループット特性

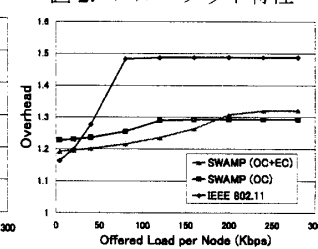


図 4. オーバーヘッド特性

4. おわりに

本稿ではスマートアンテナを用いるアドホックネットワーク MAC プロトコル SWAMP の性能を評価した。空間利用効率の向上と通信エリアの拡張により、IEEE 802.11 に比べスループット・同時通信数が改善されることを示した。また、IEEE 802.11 と比較し追加したオーバーヘッドがあるものの、それを上回る性能改善が実現できることを示した。

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.