

隣接無線ノード間の送受信競合に対するデータメッセージ 配送機会均等化のための受信無線ノード主導型 RTS/CTS 制御

原 桃香[†] 桧垣 博章[†]

東京電機大学大学院 未来科学研究科 ロボット・メカトロニクス学専攻[†]

1 はじめに

固定基地局を介することなく隣接する無線ノードが直接データメッセージを送受信する無線アドホックネットワークでは、無線 LAN プロトコルの備える CSMA/CA と RTS/CTS 制御によって制御メッセージおよびデータメッセージの衝突を回避している。RTS メッセージの衝突を回避するために各無線ノードの待機時間をランダムに決定するバックオフタイマ機能は、その値を単調減少させることにより隣接無線ノードに RTS メッセージの送信機会を平等に与えることを実現している。ところが、受信無線ノードによる CTS メッセージの送信タイミングは RTS メッセージの受信タイミングによって決まることから、CTS メッセージを受信無線ノードが送信できるとは限らない。このため、データメッセージ送受信機会の平等性が実現されないという問題がある。本論文では、周辺の通信要求頻度が高い受信無線ノードが主導して RTS/CTS 制御手順を開始する受信無線ノード主導型 RTS/CTS 制御を提案する。

2 関連研究

無線ノードの分布密度が高く、データメッセージ送受信要求発生頻度が高い場合、多数の隣接無線ノードが同時並行にデータメッセージ送信を要求することとなる。このとき、複数の隣接無線ノードが同一のバックオフタイマ値を持ち、送信した RTS メッセージが衝突する。そこで、バックオフタイマ値の範囲を拡大することによって、複数の隣接無線ノードでランダムに定められるバックオフタイマが同一の値を持つ確率を低減する。論文 [1] では、隣接無線ノード間でデータメッセージ送信の実績情報を相互に交換することによってバックオフタイマの値の範囲を適切に拡大、縮小する方法が提案されている。

送信無線ノード N_s が RTS メッセージの送信機会を得た場合でも、これを受信した受信無線ノード N_r が CTS メッセージを送信することができるとは限らな

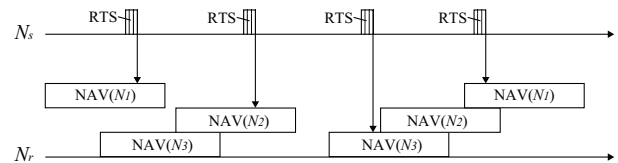


図 1: 高通信要求頻度による不平等な CTS 制御メッセージ送信機会。

い。このとき、 N_s の隣接無線ノードによるメッセージ送信待機は衝突回避に貢献することなく、これらの無線ノードがメッセージ送受信の機会を失うのみである。論文 [2] では、 N_s が N_r からの CTS メッセージを受信できない場合に N_s の隣接無線ノードに無駄なメッセージ送信待機を継続させない手法が提案されている。

3 提案手法

RTS/CTS 制御では、CTS メッセージの送信機会の平等性は考慮されていない。 N_r が N_s へ CTS メッセージを送信することができるのは、 N_r が N_s からの RTS メッセージを受信した時点で N_r が NAV を設定していない場合に限られる。このため、 N_r 周辺における送受信要求発生頻度が高い場合には、頻繁に NAV が設定されることとなる。その結果、図 1 に示すように、 N_r に NAV が設定されている時間が延長し、 N_s から受信した RTS メッセージに対応して CTS メッセージを送信する機会が減少する。この問題を解決する手法として、本論文では、受信無線ノード主導型 RTS/CTS 制御手法を提案する。

ここでは、 N_r が NAV 設定によるメッセージ送信待機によって同一の N_s から送信された RTS メッセージに対して一定回数以上繰返して CTS メッセージを送信することができない場合には、CTS メッセージを RTS メッセージに先行して送信する。図 2 に示すように、 N_r は、隣接無線ノードから受信した RTS メッセージおよび CTS メッセージによって設定されたすべての NAV によるメッセージ送信待機時間を経過したならば、ただちに CTS メッセージを N_s に送信する。この CTS メッセージを受信した N_s は、隣接無線ノードから先行して受信した RTS メッセージあるいは CTS

Receiver-Initiated RTS/CTS Control for Even Transmission Opportunities of Data Messages among Neighbor Wireless Nodes

[†]Momoka Hara and [†]Hiroaki Higaki

[†]Department of Robotics and Mechatronics, Tokyo Denki University

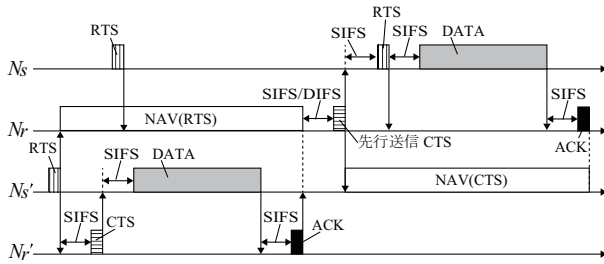


図 2: 受信無線ノード主導型 RTS/CTS 制御.

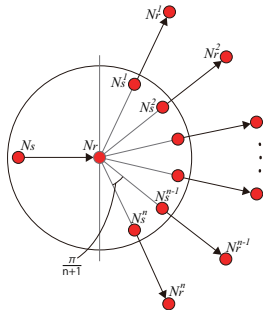


図 3: シミュレーション実験環境.

メッセージによって NAV が設定されておらず、メッセージ送信を待機する必要がある場合には、SIFS インターバル経過後に RTS メッセージを N_r へ送信する。この RTS メッセージを N_r が受信することによって N_s と N_r が互いにデータメッセージ送受信が可能であることが認識されるとともに、 N_s と N_r のすべての隣接無線ノードに NAV をを設定し、制御メッセージとデータメッセージの送信を待機させる。

4 性能評価

受信ノード主導型 RTS/CTS 制御手法の有効性をシミュレーション実験により示す。図 3 に示すように、 N_s から N_r へデータメッセージを配送するとともに、 N_r の隣接無線ノード $N_s^1 \dots N_s^n$ がそれぞれ $N_r^1 \dots N_r^n$ へとデータメッセージを配送する。すべての無線ノードは IEEE802.11b によって伝送レート 1Mbps で通信する。各送信無線ノードにおけるデータメッセージ送信要求の発生は平均発生間隔 60ms のポアソン過程とし、データサイズを 2,268 バイトとする。

図 4 は実験結果の例である。時間経過 (水平軸) に対して、緑色がデータメッセージ配送時間を示している。また、 N_s における赤色の鉛直線分は RTS メッセージの送信時刻を示している。従来手法では、 N_s からの RTS メッセージの受信に対して、 N_r が CTS メッセージの送信機会を得ることができていない。これに対して、提案手法では、 N_r がいずれの N_s^i からも RTS メッセージの受信による NAV の設定が要求されていない青色の鉛直線分で示す時刻に CTS メッセージを先行

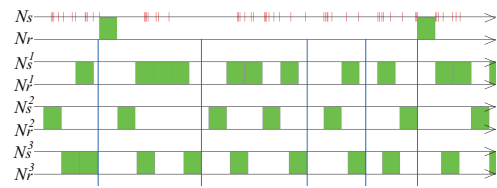


図 4: シミュレーション実験結果例.

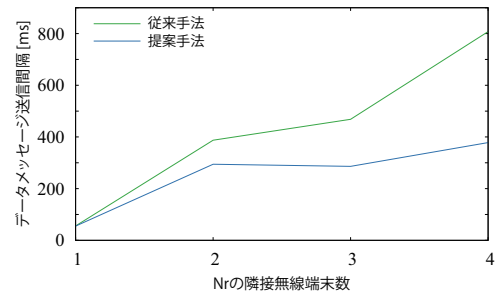


図 5: データメッセージ送信間隔.

送信する機会を得ることが可能となる。青色の鉛直線分の間隔と N_s-N_r の緑色領域の間隔では前者の方が短縮されていることから、提案手法は N_s から N_r へのデータメッセージ配送機会を増加させていることがわかる。これを隣接無線ノード対数 n を 1 から 4 まで変化させて比較したものが図 5 である。図から分かるように、 N_s-N_r 間のデータメッセージ送信間隔は、提案手法の方が従来手法よりも短い。 $n=4$ のときには 0.47 倍となっており、提案手法が配送機会の平等性を改善していることが分かる。

5 まとめ

本論文では、無線アドホックネットワークのデータメッセージ送受信要求頻度が局所的に高い領域において、隣接無線ノード間で RTS メッセージの送信要求と CTS メッセージの送信要求が競合する場合に、CTS メッセージの送信要求が受け入れられにくいという問題点を示し、受信無線ノードが送信無線ノードの RTS メッセージ送信に先行して CTS メッセージを送信する受信ノード主導型 RTS/CTS 制御手法を提案した。また、シミュレーション実験により、提案手法がデータメッセージ配送機会の不均等な提供を改善することを示した。

参考文献

- [1] Kwon, Y., Fang, Y. and Latchman, H., "A Novel MAC Protocol with Fast Collision Resolution for Wireless LANs," Proceedings of IEEE INFOCOM, vol. 2, pp. 853–862 (2003).
- [2] 井上, 重安, 松野, 森永, "不必要な送信延期を防ぐ IEEE802.11DCF with Cancel CTS の提案," 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 129–134 (2007).