3W-4

アドホックネットワークにおけるストロングビジートーンの導入とバックオフアルゴリズム修正の提案

伊藤智洋† 旭健作† 渡邊晃†

名城大学理工学部†

1. はじめに

アドホックネットワークでは、アクセスポイントの介在なしに複数の端末を相互に接続するマルチホップ通信を容易に形成することが出来る。しかし、アドホックネットワークには、隠れ端末問題という不可避の問題が存在する。隠れ端末問題とは、2 つの互いに電波の到達範囲外(隠れた位置)にいる送信ノードが、同じ受信ノードに情報を送信すると、データの衝突が発生する問題である。IEEE802.11 では、隠れ端末問題への対策として RTS(Request to Send)/CTS(Clear to Send)方式が標準規格として採用されているが、パケットの衝突を完全に防止することはできない。

そこで、ストロングビジートーン(SBT:Strong Busy Tone)[1][2]と呼ぶ特殊な制御信号を用い、さらに CSMA/CA のバックオフアルゴリズムを修正することにより衝突回数を減少させる方法について提案する。

2. RTS/CTS 方式の課題

RTS/CTS 方式の課題の例を図 1 に示す。ノード A とノード C は隠れ端末の関係にあり、ノード A からノード B に送信が行われる。

ノード A が送信した RTS に対して、ノード B は CTS を返信して送信を許可する。ここで、RTS/CTS のやりとりの間にさらに遠隔にあるノード D が RTS を送信すると、ノード B が送信した CTS とノード C の部分で衝突する。ノード D は CTS の応答がないため、RTS を再送信する。一方、ノード A はノード B からの CTS を受信すると、ノード C で衝突が発生していることに気が付かずにノード B に対してデータ送信を始める。ノード C はノード D からの RTS に応答して CTS を送信するため、ノード A のデータと衝突する。これにより、ノード A は再送信が必要となり、スループット低下の原因となる。

Introdaction of Strong Busy Tone and proposal fixed back-off algoritm in Ad-hoc Network

†Tomohiro Ito, ‡Kensaku Asahi, †Akira Watanabe

†Faculty of Science and Technology, Meijo University

‡Graduate School of Science and Technology, Meijo University

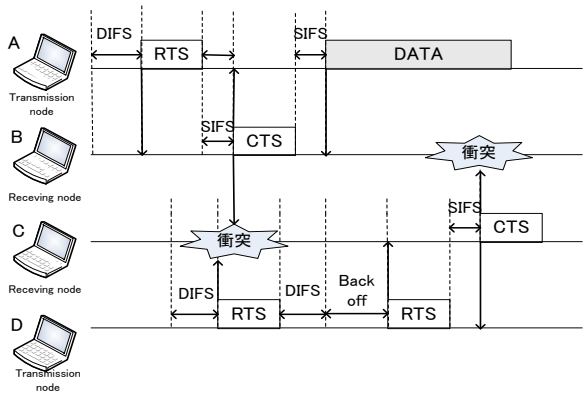


図 1. RTS/CTS 方式の課題

3. 提案方式

3.1 SBT の導入

上記課題を解決するためにストロングビジートーン(以下 SBT)を導入する。ビジートーンとは、単一の周波数の電波で、送信ノードが通信中であることを周囲に伝える制御信号である。また、ビジートーンは単一周波数の狭帯域信号であり、小さな送信電力でも広範囲において受信可能であるため、それによる電力消費の増加は小さい。また、複数の装置が同時にビジートーンを発生させたとしても、単一周波数であるため周辺の装置はこれを検知することができる。

SBT の到達範囲は、RTS 送信時には通常の通信範囲の 3 倍、CTS 送信時には 2 倍に距離を拡大した SBT を同時に送信する。各ノードは SBT 受信中に新たな送信を開始することはできない。既に送信中の場合は SBT を受信しても無視するものとする。

図 2 に SBT の動作を示す。端末 A は RTS 送信時に 3 倍に拡大された SBT を、端末 B は CTS の送信と同時に 2 倍に拡大した SBT を送信する。図 1 において RTS/CTS 方式ではノード D が制御されないため衝突が発生した。しかし、提案方式ではノード D まで SBT が届くため、ノード D の送信を抑えることが可能である。ノード D が制御されることで図 1 のような衝突は発生しない。これにより、パケット同士の衝突を大幅に軽減できる。

図 2 にあるように、ノード D が RTS 送信時に

Copyright ©2012 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

ノード A まで SBT が到達するがノード A は通信中であるため SBT を無視し通信が継続する。

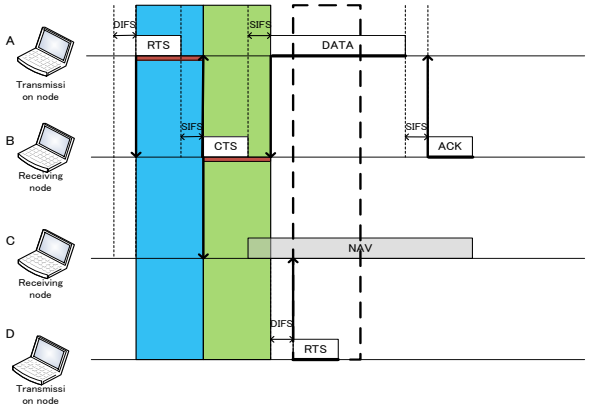


図 2. SBT の動作

3.2 バックオフアルゴリズムの修正

SBT によりパケットの衝突は大幅に軽減するものの完全になくすことはできない。衝突数のバックオフ時間の演算において 2 台のノードが同一乱数を生成すると再度衝突を繰り返す。そこで、バックオフ時間におけるアルゴリズムを修正することで再送時におけるパケット衝突をさらに軽減する。バックオフ時間はスロットタイム(以下Δt)と CW(Contention Window)の範囲内で発生した乱数の値をかけたものが適用される。

IEEE802.11g において通常Δt は 9.0μs、CW は最小が 15、最大が 1023 となっている。しかし、上記の値は有線通信の規格である CSMA/CD と同じ理論で設定されており、無線通信においてはΔtを長く取りすぎている。そこで、SBT が 3 ホップ先の端末まで到達する時間をΔtと設定する。電波到達距離を 100m とすると、3 ホップ先のノード(300m)に SBT が届く時間は最長 0.9μs である。すなわち約 0.9μs で周辺端末を制御することが可能なため、Δt を 1.0μs と設定することができる。

Δt の値を小さくしたことから、CW を相対的に大きくでき、同じ乱数を発生する確率を小さくできる。このことから、衝突発生確率をさらに軽減することが可能となる。

4. シミュレーション結果

提案方式について図 3 の環境でシミュレーションを行った。ノード配置は簡略化のため、規則正しいメッシュ状とし、隣接ノードとの距離は電波到達可能な 90m とした。ノード 12 から 32 へ向け固定した 1 組の TCP 通信に対して 10 秒ごとにランダムに選んだノードのペアで UDP 通信を追加して発生させて行き、TCP 通信のスループットの変化を計測した。

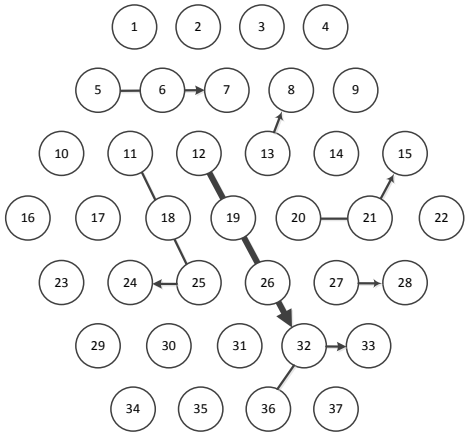


図 3. シミュレーション環境

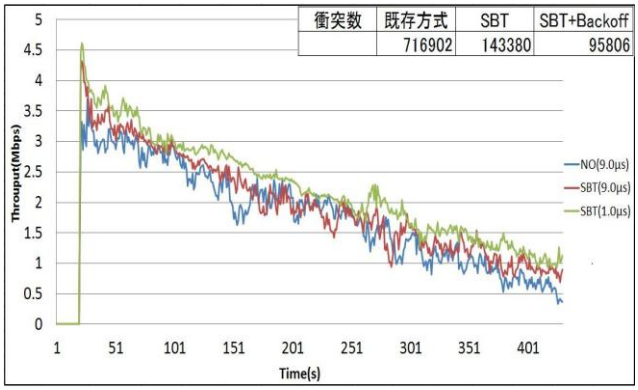


図 4. シミュレーション結果

図 4 にシミュレーション結果を示す。背景負荷が増加するとともに、提案方式では既存方式の約 2〜3 倍のスループットを記録しており、提案方式の効果が表れていることがわかる。

また、衝突数も提案方式において大幅に軽減されている。

5. むすび

SBT の導入とバックオフ時間修正により衝突発生を大幅に削減するアルゴリズムの方式を提案した。今後は、さまざまな SBT の方式を検討していく予定である。

文　献

[1] 後藤秀暢, 渡邊晃　アドホックネットワークのスループットを向上するストロングビジートーンの提案
情報処理学会研究報告, Vol.2011-MBL-057 Mar.2011.
[2]後藤秀暢, 渡邊晃　アドホックネットワークのスループットの低下を防ぐ方式の検討
マルチメディア,分散,協調とモバイル(DICOMO2010)シンポジウム論文集,Vol.2010,No.1,pp.593-597,Jul.2010.

Copyright ©2012 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.