

無線アドホックネットワークにおけるチャネル負荷情報を利用する 適応経路選択方式

吉岡 俊博 大坐 島 智 川島 幸之助

東京農工大学 工学部

1 はじめに

近年、無線通信技術の発展に伴い、インフラストラクチャを必要としないアドホックネットワークが注目されている。これまで提案されているルーティングプロトコルのほとんどが、最短ホップ数など、自端末にとって都合のよい経路を選択している。しかし、最短ホップ数による経路生成は、中継端末のチャネル利用状況を全く考慮に入れないため、特定端末への負荷の集中が起き、通信品質、ネットワーク性能の低下が起きる。

そこで本稿では、各端末がそれぞれのチャネル利用状況をもとに、自律分散的な経路選択を行うことでスループットを向上させるルート制御方式の提案を行う。本提案方式ではルーティングプロトコル AODV[1] をもとに、最短ホップ数ではなく中継端末のチャネル利用状況を利用して、すいている経路選択を行うように改良する。さらに、コンピュータシミュレーションにより、通常の AODV と提案方式の比較評価を行い結果を示す。

2 チャネル利用状況推定方式

チャネル利用状況は、MAC 層 IEEE802.11 フレームのヘッダの情報を解析することで得られる。IEEE802.11 では、アクセス制御として DCF(Distributed Coordination Function) チャネル・アクセス方式、さらに RTS/CTS 機能が採用されている。このアクセス制御による MAC 層のデータ送信、送信停止、データ受信の時間を測ることで、自端末、他端末それぞれのチャネル利用時間、チャネルを利用していない空き時間がわかる。アクセス制御を用いて通信が行われる場合、通信前に通信端末間で RTS フレームと CTS フレームの交換を行ってデータの送信が行われる。この通信過程を図 1 に示す。RTS/CTS フレームを通信端末以外が受信したとき、NAV(Network Allocation Vector) と呼ばれる送信停止時間が設定される。この送信停止時間は送信端末のデータ送信時間に相当する。つまり、図 1 の送信端末が RTS を送信してから Ack を受信するまでの時間が自端末のチャネル利用時間で、隣接

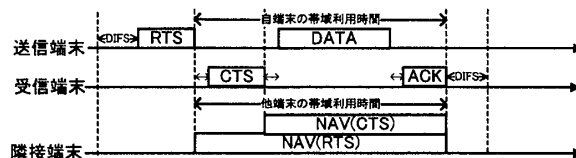


図 1 データ通信過程における端末状態の推移

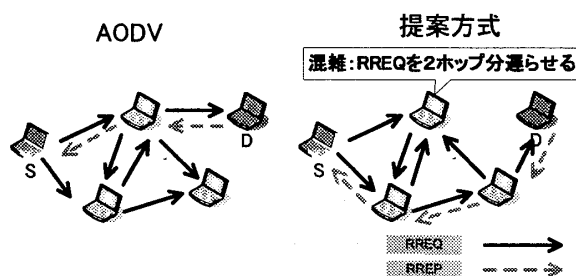


図 2 AODV と提案方式の比較

端末で設定される NAV 時間が他端末のチャネル利用時間となる。そして、全体の時間から自端末、他端末のチャネル利用時間、データ受信時間を除いた時間をチャネル空き時間とした。

3 提案方式

AODV は通信要求に応じて送信先に RREQ をフラッディングし、送信先は RREP(Route Reply) をユニキャストすることで通信経路を確立するルーティングプロトコルである。本提案方式では、AODV の RREQ(Route Request) の送信を意図的に遅延を付加して遅らせる。その目的は、各端末がチャネルの利用状況から RREQ の送信タイミングを制御し、自律分散的な経路選択を行うことである。つまり、提案方式ではチャネル利用割合が高い端末の RREQ の送信を遅らせることで、チャネル利用割合が低い端末が通信の中継端末に選ばれやすくする。図 2 に提案方式の実行例を示す。

RREQ の付加遅延時間を求める式について述べる。チャネルの利用状況として、チャネル空き時間の割合 e を利用する。RREQ の付加遅延時間は式 (1) に示す。式において、 α は任意の値を設定する。 m には任意の定数が代入する。

$$RREQ \text{ の付加遅延時間} = \alpha * (1 - e)^m \quad (1)$$

表1 実験環境条件

シミュレーション時間	500[s]
シミュレーション領域	1500[m] × 1500[m]
アプリケーション	CBR
パケットサイズ	512[B]
パケット送信間隔	10[ms]
MAC	IEEE802.11b
パスロスモデル	TWO RAY モデル

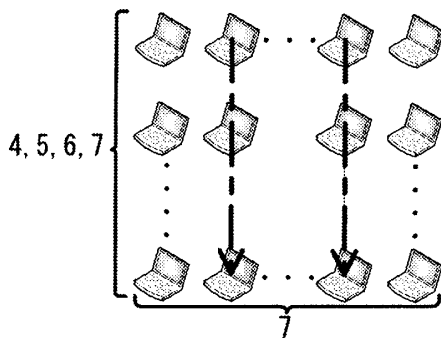


図3 実験トポロジ (縦, 横の数値は端末数)

4 実験評価

本章では提案方式の有効性を示すために, ネットワークシミュレータ QualNet[2] を利用して, 通常の AODV と比較評価を行った. 比較項目はフローのスループットとネットワーク全体のスループットである. 提案方式の評価は, RREQ の付加遅延時間を求める式 (1) の α を 12[ms] に設定し, m の値を 1, 2, 3, 4 とした場合について行った. 実験環境は表 1 に示す. ノード配置は, 図 3 に示すように 7×4 , 7×5 , 7×6 , 7×7 のノード間隔 縦 190m, 横 120m の格子状に配置した 4 つのトポロジで実験した. アプリケーションとして CBR 型の通信を考える. CBR は図 3 に示す 2 端末が矢印のように通信を行い, 通信は, CBR の送信と待機を交互に繰り返した. 送信時間は平均 40 秒の指数分布, 待機時間は平均 10 秒の指数分布を利用する.

まず, 図 4 にフローの平均スループットによる比較評価を示す. 結果より, 提案方式を利用することでスループットが向上することが確認できた. 特に, m が 3 のときにスループットは 20% 前後増加した. 次に, 図 5 のネットワーク全体の平均スループットを示す. こちらの結果もすべての場合で提案方式によるスループットの向上が見られ, 約 10% 増加した. 一方で, エンドツーエンドの遅延時間が伸び, 約 10% 増加する結果となった. これはネットワーク全体のスループットが上昇したことで, ネットワーク全体の干渉が増加したためであると考えられる.

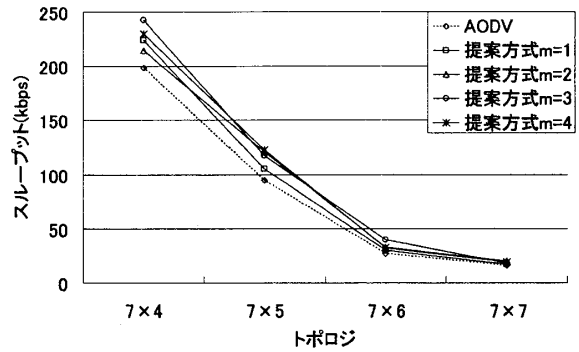


図4 CBR の通信ホップ数を変更したときの AODV と提案方式のフローの平均スループットの比較

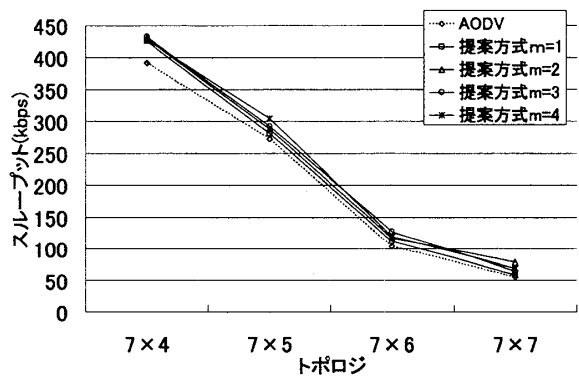


図5 CBR の通信ホップ数を変更したときの AODV と提案方式のネットワーク全体の平均スループットの比較

5 終りに

本稿では AODV に対して自律分散的に混雑を緩和させるルート構築方式の提案を行い, 既存の AODV と比較を行った. その結果, 既存のルーティングプロトコルよりもフロー, ネットワーク全体のスループットが向上し, 遅延が増加することがわかった. 今後は, RREQ の付加遅延時間を求める際の MAC 層情報から得るパラメータを増やして, 付加遅延時間の計算式を考え, スループットのさらなる向上を目指していきたい.

謝辞 本研究の一部は, 文部科学省特別教育研究費共生情報工学研究推進経費によるものである. ここに記して感謝する.

参考文献

- [1] RFC 3561 - Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing, <http://www.faqs.org/rfcs/rfc3561.html>.
- [2] ネットワークシミュレータ QualNet, <http://www.scalable-networks.com/>.