

MANET におけるマルチパスルーティングプロトコルのための パス長に基づくバックアップ経路更新方式

佐藤 真† 木村 成伴‡

筑波大学 情報学群情報科学類† 筑波大学 システム情報系情報工学科‡

1. はじめに

モバイルアドホックネットワーク(Mobile Ad Hoc Network: MANET)は、インフラを必要とせず、携帯端末同士が無線で相互に通信する自己構成型ネットワークである。MANET を構成する携帯端末は、それぞれ独立して移動するため、パケットのルーティングが困難である。また、トポロジの変化が頻繁に起こることから、有線ネットワークに比べて、リンク切断が発生しやすく、通信経路の再構築による通信中断が生じやすいという問題がある。これを解決するため、事前にバックアップ経路を構築し、リンク切断時に切り替える、マルチパスルーティングプロトコルが提案されている。しかし、この方式では、バックアップ経路を継続的に維持するためのオーバーヘッドが多いことが課題であった。

そこで本論文では、送信元と送信先間のパス長に基づいてバックアップ経路を更新するかどうかを決定するバックアップ経路更新方式を提案する。そして、ネットワークシミュレーション実験を行い、提案方式の有用性を示す。

2. マルチパスルーティングプロトコル

図 2.1に示すように、AODV は MANET 用のリアクティブ型ルーティングプロトコルであり、パケットの送信を始める前に、次の手順で送信先までの経路探索を行う。まず、(1) 送信元ノード S は送信先ノード D への RREQ (Route Request) パケットをブロードキャストする。RREQ を受け取ったノードは経路表に情報(S と D, RREQ パケットを転送してきたノードのアドレスなど)を追記して、再び RREQ パケットをブロードキャストする。(2) D が RREQ パケットを最初に受け取ると、S へユニキャストで RREP (Route Reply) パケットを送り返す。S と D の間のノードは、これを、RREQ パケットを中継したのとは逆の向きに返送し、S に届くと S と D の間で通信パスが確立する。

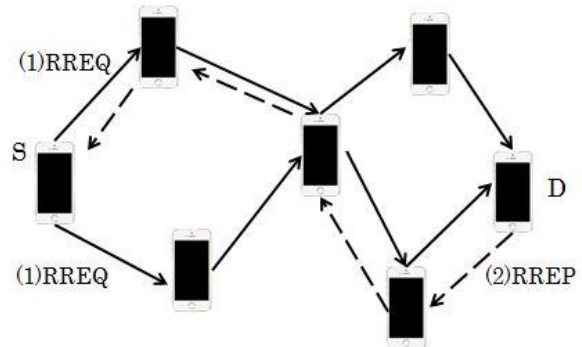


図 2.1 AODV による通信パス確立

シングルパスルーティングプロトコルである AODV の拡張として、様々なマルチパスルーティングプロトコルが提案されている。例えば MP-AODV [1]は 1 度パスを発見した後、データ送受信をしながら 2 回目の経路探索を行い、複数の経路を確立する。AOMDV-BU [2]はリンク切断が起こると、バックアップパスに切り替え、データ送受信を再開する。また、保持しているパス数が減ると、データ送受信をしながら経路探索を始めるため、常にバックアップパスを 1 つ以上保持している。

3. 提案方式

従来のマルチパスルーティングプロトコルは通信距離に関わらず常にバックアップパスを確立する。しかし、ノードの移動が少ないなど、リンク切断が起こりづらい状況では、使用しないパスを保持するためのオーバーヘッドが増加する。また、送受信ノード間が近く、パス探索にかかる時間が少ない場合は、バックアップパスが遠回りのパスになる傾向にあるほか、パスが切断しても、その回復に時間がかからないので、バックアップパスを作る有用性が低い。

そこで、提案方式では、プライマリパスを作成する際に、送信元ノードと送信先ノードのパスの最短距離を計測し、これが 3 ホップ以内の場合は AODV のようにシングルパスで送受信を行う。そして、リンク切断が起こり、送受信が不可能になってから新たに経路探索を始める。4 ホップ以上のパスの場合はバックアップパスを作成して、マルチパスルーティングを行う。

ここで、プライマリパスを作成する際は、

A Backup Route Update Method Based on Path Length for Multipath Routing Protocol in MANET

† Makoto Sato, College of Information Science, University of Tsukuba

‡ Shigetomo Kimura, Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

AODV と同様に、S は RREQ パケットをブロードキャストして、RREQ パケットが D に届く。D は最初に届いた RREQ パケットの、S から何回転送されたかを記録する hop count フィールドを読み出す。この hop count フィールドが 3 以下の場合、AODV 同様に RREP パケットを S に送り返す。Hop count フィールドが 4 以上の場合、この RREQ パケットと次に届いた RREQ パケットに対して RREP パケットを送り返す。これによって近距離通信の場合は、AODV によるルーティング、中遠距離通信の場合は、マルチパスルーティングを行う。

4. 実験と評価

前章の提案方式を評価するためにネットワークシミュレータ NS3 でシミュレーション実験を行った。実験のパラメータを表 4.1 に示す。

表 4.1 シミュレーションパラメータ

シミュレーション時間	60s
シミュレーション範囲	500m*500m
通信方式	IEEE802.11b
伝播損失モデル	Range Propagation Loss Model
ビット誤り率	0%
通信	UDP
端末数	40 台
移動方法	Random way-point
移動速度	1.5~5.0m/s
通信距離	100m

端末は、シミュレーション開始時に、シミュレーション範囲内にランダムに配置する。通信ペアはランダムに決定し、通信するペア数は 1 組である。これらのペアは、双方向の音声通信を想定した、パケットサイズ 320 バイト、データレート 64Kbps の CBR で通信する。以上の条件の下で通信を行った結果、提案方式、AODV、常にマルチパスルーティングの packets 到達率は、それぞれ、66.5%、64.7%、62.7% となった。これは、作成したバックアップパスがプライマリパスと重複したリンクを持ち、双方同時に切断したケースが多く、バックアップパスに送った packets が到達しなかったものと推測される。

また、各方式における、送受信端末間のパス長（ホップカウント）ごとの平均制御 packets 数と信頼レベル 95% の信頼区間を図 4.1 に示す。この図から、ホップカウントが 4 以下の時はいずれの方式もほぼ同じ値だった。5 以上の場合、提案方式は AODV より 100~300 packets

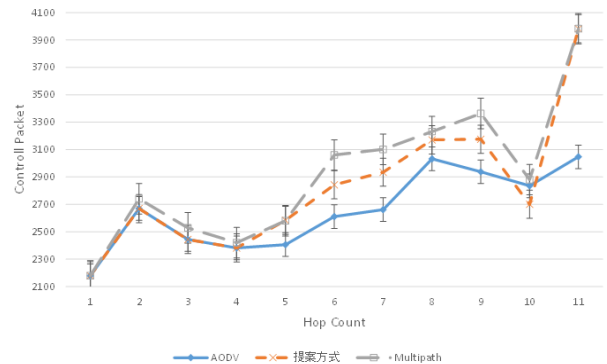


図 4.1 制御 packets

多く、常にマルチパスルーティングをする場合よりも 80~200 packets 少なかった。バックアップパスを作成する分だけ、AODV よりも、提案方式や常にマルチパスルーティングをする場合の方が、制御 packets 数は増加する。しかし、ノードが移動してパスが切断され、パスのホップ数が 4 以上から 3 以下に変化すると、提案方式では、バックアップパスを作成しなくなる。このときの制御 packets 数は、切断前のホップ数でカウントされ、この分の制御 packets 数が、常にマルチパスルーティングする場合よりも、減少することから、提案方式が有効であることが示された。

5. まとめ

本論文では、送信元ノードと送信先ノード間のノード数による、ルーティング方法の切り替え方式を提案した。そして、シミュレーション実験の結果、シングルパスルーティングとマルチパスルーティングを切り替えることで、オーバーヘッドの減少が可能であることが分かった。今後の課題としては、シングルパスルーティングと、マルチパスルーティングを切り替えるホップ数を検討することが挙げられる。

参考文献

- [1] Chang-Woo Ahn, Sang-Hwa Chung, Tae-Hun Kim, and Su-Young Kang, "A Node-Disjoint Multipath Routing Protocol Based on AODV in Mobile Ad Hoc Networks," Proceedings of International Conference on Information Technology 2010, pp. 828-833, 2010.
- [2] Zhenyu Chen, Lin Guan, Xingang Wang, Xunli Fan, "Ad hoc On-demand Multipath Distance Vector routing with Backup Route Update Mechanism," Proceedings of International Conference on High Performance Computing and Communications, pp. 908-912, 2012.