

複数経路を利用し通信の品質を保つ アドホックルーティングプロトコル

伊藤 嘉昭 志田 晃一郎 横山 孝典 兪 明連

武蔵工業大学

1. はじめに

近年の情報通信端末の小型化や無線通信技術の発展により、アドホックネットワークが注目されている。アドホックネットワークは複数の端末を経由することで離れた端末と接続できる。携帯端末を利用し手軽に通信できるため周辺情報の共有や、災害などにより通信インフラが利用できなくなった時の緊急通信手段などとして期待されている。

しかし、アドホックネットワークでは各端末が自由に移動するために通信経路が安定せず、IP 電話などリアルタイム制約の厳しい通信を行なうことが難しい。そこで本研究では遅延時間の長いパケットを減らすことで通信の品質を保つことを目的としたアドホックルーティングプロトコルを提案する。

2. 従来研究

アドホックネットワークでは経路切断は避けられない。よって経路変更の影響を受けにくくすることが通信品質の向上に繋がる。FR-DSR (Fast Reconnect Dynamic Source Routing) [1] では複数の経路を維持することによって常に有効な経路を保持し、再接続時間を短縮している。本研究で提案するプロトコルは FR-DSR を拡張したものである。そこで、まず FR-DSR の説明を行なう。

FR-DSR ではデータの送信要求がおこると経路探索のための RREQ (Route Request) をフラッディングする。RREQ を受け取ったノードは宛先が自分ではない場合、RREQ の経路情報に自ノードを追加し、RREQ を転送する。RREQ の宛先が自分であった場合は RREQ の経路情報を使い、送信元ノードへ RREP (Route Replay) を返す。RREP を受信した送信元ノードはその経路を有効な経路としてキャッシュに保持する。宛先ノードへのキャッシュがあるならばその中の 1 つの経路を使い通信を行なう。また一定の間隔でキャッシュの経路全てに RCHK (Route Check) を送信する。この RCHK によって本来信頼性の低いキャッシュされた経路が使用できるか確認できる。有効な予備ルートが一定数以下になった場合、RREQ を送信し、新たな予備ルートを確保する。

Ad-hoc Routing Protocol to which Quality of Communication is Kept by Using Plural Spare Routes
Yoshiaki Ito, Koichirou Shida, Takanori Yokoyama and Myungryun Yoo,
Musashi Institute of Technology.

3. 提案手法

FR-DSR ではルートが使用できるかを判定するだけにする RCHK に機能を追加することで、通信途中にルートの評価を行い、ルートの切断が起きる前に他のルートへと切り替える。これによって通信の品質を保つことができる。

提案手法では FR-DSR に以下の 2 つの機能を追加する。

1 つ目は各ノード間の通信の受信強度の記録である。RCHK とデータパケットにルート中の最低受信強度を記録し送信していく。2 つのノード間の受信電波値は理論的にはノード間の距離に依存する。そして受信電波値が無線メディアの受信感度以下になるとそのノード間の通信が不可能になる。そのためこの受信電波値でノード間の距離によるルート切断の危険性を判定することができる。

2 つ目の機能が宛先ノードによるルート判定である。宛先ノードがデータパケットを受信したとき RCHK の中の受信強度を参照し、受信強度が一定の閾値よりも低ければルートの切断危険があると判断する。切断危険と判断した宛先ノードは、自身の受信強度記録から切断危険でないものの中で一番ホップ数の少ないルートへ RREP を送信する。ただし通常の RREP と区別するためにフラグを 1 ビット追加しそのビットをオンにする。

提案手法の概要を図 1 を例に示す。送信ノード S が宛先ノード D に S→A→C→D というルートで通信を行なっている。

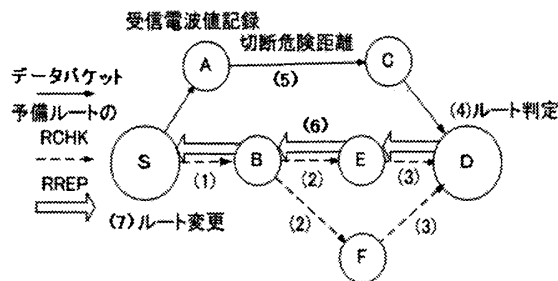


図 1 提案手法の概要

- (1) 送信ノード S が RCHK を送信し、受信したノード B は受信強度を記録する。
- (2) ノード B はパケットに記録されている受信強度より自身が受け取った受信強度の方が低い場合、パケットの受信強度を上書きして送信する。
- (3) (2) を繰り返すことによってそのルートの最小受

- 信強度を記録した RCHK が宛先ノード D へ届く。
- (4) 宛先ノードは受け取った RCHK の受信強度からルートの有効性を判断し、自身が保持しているルートよりも有効であると判断した場合、新たに保持ルートを上書きする。
 - (5) A→C 間の距離が離れ切断危険と判定されるデータパケットが宛先ノード D に届くとする。
 - (6) ルート判定によって S→B→E→D というルートが保持されていた場合、ノード D はルートを逆に辿ることで RREP を送信ノードに返送する。
 - (7) RREP を受け取った送信ノード S はルート情報を変更し、RREP を受信したルートで通信を行なう。

4. シミュレーション

4.1 シミュレーションモデル

ネットワークシミュレータである MobiReal[2] を用い、パケット到着率、有効パケット到着率、通信遅延、ルーティングオーバーヘッドを FR-DSR と提案方式で比較し性能評価を行う。送信から受信までの遅延時間の長いパケットはリアルタイム制約の厳しい通信では品質の低下に繋がる。そこで本研究では遅延時間が 0.2 秒以内のパケットを有効パケットとした。表 1 にシミュレーション環境を示す。

表 1 シミュレーション環境

フィールド	1000 × 1000 m ²
通信レンジ	250m
ノード S 座標	(200,200)
ノード D 座標	(800,800)
ノード数	50,100,150,200
最高移動速度	5,10,15,20m/sec
移動モデル	Random way point
ポーズタイム	0sec
シミュレーション時間	100sec
パケットサイズ	512 bytes
無線伝播モデル	Two-ray ground
危険判定の閾値	6.63×10^{-10} W (220m 相当)
ルートチェック間隔	5sec

4.2 シミュレーション結果

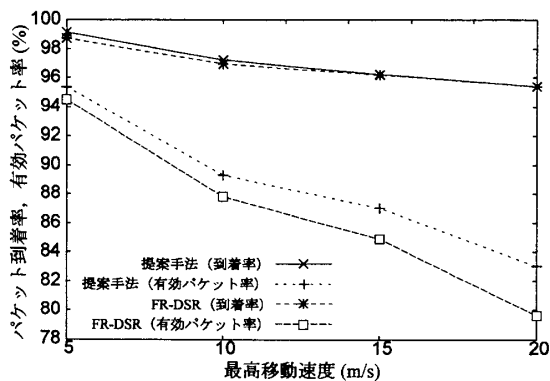


図 2 移動速度の影響

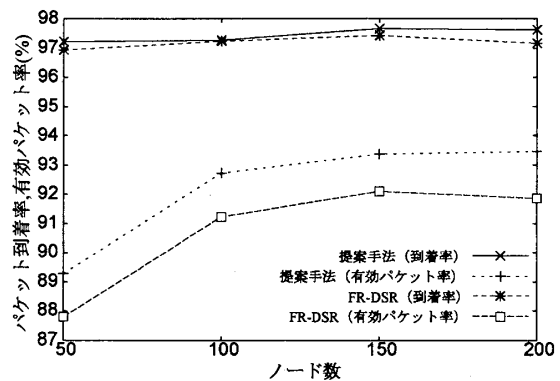


図 3 ノード数の影響

図 2 と図 3 は共に FR-DSR と提案手法でのパケット到着率、有効パケット率を比較した結果である。図 2 はノード数が 50 のときに最高移動速度を変化させた時の結果である。移動速度があがるにつれて通信経路が頻繁に変化するため、経路変更によって遅延時間が長くなったパケットが増加するのがわかる。しかし、FR-DSR よりも提案手法の方が常に高い有効パケット率を保っている。また、最高移動速度があがるにつれて FR-DSR と提案手法の有効パケット率に差が開くことがわかる。

図 3 は最高移動速度が 10m/s の時にノード数を変化させた時の結果である。ノード数が 100 程度まで増えることで経路を確保しやすくなり有効パケットが増えるのがわかる。この場合も提案手法の方が高い有効パケット率を保っているが、有効パケット率の差はノード数に関係なく一定であることがわかる。

通信遅延は有効パケット率に差がでているのと同様に全ての場所で短くなっているのが確認できた。また提案手法ではルート変更の際に RREP などを追加したために、ノードの移動速度が速い場合など経路変更が頻繁に起こり FR-DSR に比べルーティングオーバーヘッドが 15% ほど増加する。

5. おわりに

アドホックネットワーク環境において、通信の遅延を減らすことによって通信の品質を保つルーティングプロトコルを提案した。またシミュレーションによって提案手法では有効な予備経路があれば、実際に経路の切断が起きる前に他の経路に切り替えることができるために、切断が起きたときの遅延を減らすことができることを確認した。

参考文献

- 1) 溝口 和寛, 古庄 伸一, 北須賀 輝明, 中西 恒夫, 福田 晃: アドホックネットワークにおける複数の経路維持手法の考察, 電子情報通信学会 Vol. 141(2003), pp. 45~48.
- 2) MobiReal: <http://www.mobireal.net/>