

# アドホックネットワークにおける送信元ノード制御による複数経路構築手法

## B-6 Multipath Routing Controlled by Source Nodes for Ad Hoc Networks

植田 凌太<sup>†</sup>  
Ryota UEDA

山崎 託<sup>††</sup>  
Taku YAMAZAKI

三好 匠<sup>†</sup>  
Takumi MIYOSHI

<sup>†</sup> 芝浦工業大学システム理工学部電子情報システム学科  
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

<sup>††</sup> 早稲田大学基幹理工学部情報通信学科  
Department of Communications and Computer Engineering, Waseda University

### 1. まえがき

アドホックネットワークでは、AODV (Ad hoc on-demand distance vector) [1] などのように、通信開始時に単一の経路を構築するルーチングプロトコルが提案されている。しかし、通信環境などの変化によりリンクの切断が発生した場合、経路の再構築が必要となる。そこで通信開始時に複数の経路を構築するルーチングプロトコル [2],[3] が提案されている。しかし、これらのプロトコルでは、複数の経路で利用されているノードが故障した場合、同時に複数の経路が使用不能になったり、構築した経路が最短経路とならない可能性がある。本稿では、経路の重複を検知する表を利用し、送信元ノードがノード素な複数の経路を選択して構築する手法について検討する。

### 2. 従来手法とその問題点

AOMDV (Ad hoc on-demand multipath distance vector) [2] では、あて先ノードが最初の経路要求 (RREQ: Route request) を受信後、一定時間内に受信した全ての RREQ に対して経路応答 (RREP: Route reply) を返信し、中継ノードは受信した複数の RREP に格納されているホップ数に基づき、リンク素な複数の経路を構築する。しかし、複数の経路で利用されているノードが故障した場合、同時に複数の経路が使用不能となる。このとき、制御パケットの増加や、経路再構築に伴う遅延の増加が発生する。

DMPSR (Disjoint multi-path source routing) [3] では、中継ノードが RREQ を確率的に転送し、あて先ノードは受信した全ての RREQ に対して RREP を返信する。送信元ノードは、受信した複数の RREP に基づきノード素な経路を複数構築する。しかし、RREQ を確率的に転送するため、構築した経路が最短経路とならない可能性がある。

### 3. 提案手法

本稿では、とり得る経路候補から、送信元ノードが重複検知表に基づきノード素な複数の経路を選択する手法を提案する。提案手法における経路構築の動作例を図 1 に、パケット転送の動作例を図 2 に示す。通信要求発生時に、送信元ノードがあて先ノードの情報をもたない場合、RREQ をフラッディングする。RREQ を受信したあて先ノードは、受信した全ての RREQ に対して RREP を返信する。RREP には経由した中継ノードの情報が記録され、中継ノードは受信した全ての RREP を転送する。

送信元ノードは、最初に RREP を受信してから一定時間待機し、待機時間内に受信した全ての RREP に含まれる経路候補の経路情報を重複検知表に記録する。重複検知表は全経路候補数を  $N_r$ 、全ノード数を  $N_n$  とした要素数  $N_r \times N_n$  の行列  $T = \{T_{ij}\}$  ( $1 \leq i \leq N_r, 1 \leq j \leq N_n$ ) により記録する。待機時間経過後、送信元ノードは重複検知表に記録した情報から重複を確認する。(1) 重複検知表  $T$  は、初期値として、経路候補  $i$  にノード  $j$  が含まれるならば  $T_{ij} = 1$ 、そうでないなら  $T_{ij} = 0$  とする。また、各ノードに対し、ノード  $j$  を経由する経路候補数  $S_j$  を算出する。(2) 送信元ノードは、重複検知表に記録された経路候補  $i$  に対し、経由したノードの中から  $S_j \geq 2$  となるノードの

数  $N_i$  を算出する。このとき、 $N_i$  が最小となる経路を選択し、経路表に記録する。なお、最小となる経路候補が複数存在する場合、最も早く到達した RREP に含まれている経路候補を選択し、経路表に記録する。その後、選択した経路に含まれているノードの要素と、これらのノードを経由している他の経路の要素を 0 に変更する。(3) 上述した (1) と (2) を全てのノードの  $S_j$  が 0 となるまで繰り返す。以上の処理により、ノード素な複数の経路が構築される。

経路構築後、送信元ノードは構築した経路を用いてパケット転送を行う。転送途中にリンクが切断された場合、リンクの切断を検知したノードは経路エラー (RERR: Route error) を送信元ノードに送信する。これを受信した送信元ノードは、切断した経路のみ再構築し、残りの経路はパケットの転送を継続することで、再構築による遅延や制御パケットの増大を抑えることができる。

### 4. シミュレーション

シミュレーションでは、1,000m × 1,000m の領域に 100m 間隔の格子状にノードを配置する。送信元ノードは座標 (0, 500) のノードとし、あて先ノードに対し 1024Byte のデータを送信する。なお、あて先となるノードの座標を (100, 500) から (1,000, 500) まで変化させて行う。

### 5. むすび

本稿では、複数の経路候補から送信元ノードが重複検知表に基づきノード素な複数の経路を構築する手法について提案した。今後は、シミュレーションによる性能評価を行う予定である。

### 文献

- [1] C. E. Perkins and E. M. Royer, "Ad-hoc on-demand distance vector routing," 2nd IEEE Workshop on Mobile Comput. Systems and Applications (WMCSA 1999), 1999, pp. 90–100, Feb. 1999.
- [2] M. K. Marina and S. R. Das, "Ad-hoc on-demand multipath distance vector routing," Wireless Commun. Mobile Comput., vol. 6, pp. 969–988, Nov. 2006.
- [3] N. Wisitpongphan and O. K. Tonguz, "Disjoint multi-path source routing in ad-hoc networks: transport capacity," IEEE 58th Vehicular Technol. Conf. (VTC 2003-Fall), vol. 4, pp. 2207–2211, Oct. 2003.

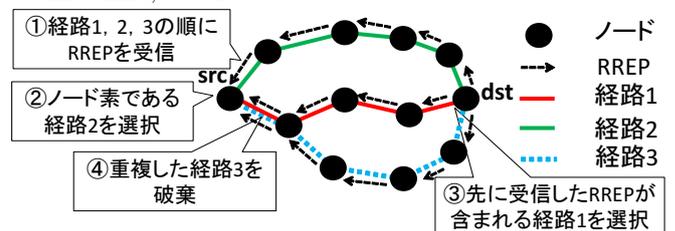


図 1 提案手法における経路構築の動作例

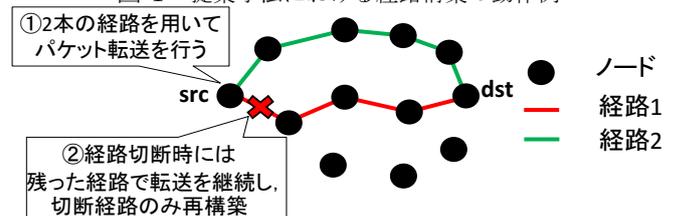


図 2 提案手法におけるパケット転送の動作例