

M-039

# アドホックネットワークにおける双方向リンクを優先したルーティングプロトコルの接続性向上

## Improvement of Connectivity for Ad Hoc Network with Preference of Bi-directional Link

草野 光寿† 安井 浩之† 松山 実†

Mitsutoshi Kusano Hiroyuki Yasui Minoru Matsuyama

### 1. はじめに

アドホックネットワークは、無線端末とネットワークの能力を備えた2台以上の移動体端末によって、様々な形態で構築されるネットワークである。アドホックネットワークを構成する端末は中継機能を有するため、自身の通信範囲外の端末とも通信できる。しかし、各端末の出力、品質が異なることにより信号到達範囲に差が生じるため、端末間で双方向通信ができない片方向リンクが存在してしまう。片方向リンクではリンク切れが起きる可能性が高くなることが考えられる[1]。我々はこの問題を対して、双方向リンクを優先して経路するルーティングプロトコル BiLPR(Bi-directional Link Priority Routing)[2][3]を提案した。今回は、リンク切れ後の再接続時間を短縮する改良を加えたプロトコルを提案、評価する。

### 2. BiLPR 概要

提案した双方向リンク優先プロトコル BiLPR では、まず隣接移動体とのリンク状況を把握し、その情報から経路選択を行う。また、各移動体は双方向リンクである隣接移動体の情報を記録するキャッシュを持つ。

#### 2.1 隣接移動体とのリンク状況把握

ここでは、宛先 ID、ホップ数、通過した移動体の ID を記録した RS(Route Stack)を持つ LSP(Link State Packet)メッセージを用いる。LSP は宛先 D に到達するまで、送信元 S からフラッディングされる。D は LSP を2つ受け取ったら、宛先を S に変更して各々の LSP を再度フラッディングする。D を通り、再び S へ戻ってきた RS(S→D→S)を持つ3つの LSP を S が受け取ったら、次に示す経路選択を行う。この手順に関わった移動体は、図1に示すように、隣接移動体とのリンク状況を把握している。

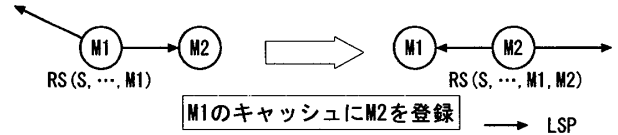


図1 隣接移動体とのリンク状態把握

#### 2.2 経路選択

ここでは RSP(Route Selection Packet)メッセージを用いる。RSP には LSP が得る S→D の経路 Out\_R(Outward Route), D→S の経路 In\_R(Inward Route), 通過した移動体の ID を記録した RS2, 迂回路探索時に用いるフラグ及び経路上での片方向リンクの上流移動体から ID が記録される。

S は受け取った LSP の中から、経路上にある移動体数が最少の LSP を選び出し、その Out\_R の経路に沿って RSP を次ホップにユニキャストする。S または RSP を受け取った移動体は、図2に示すように、Out\_R に記録されている次ポップ ID とのリンク状況により、迂回路探索を行う。D が RSP を受信したとき、RS2 に片方向リンクが存在しない場合、RS2 に記録された経路を最終的な経路とし、S に通知する。片方向リンクが存在する場合は、In\_R を用いて同様に D から S の経路を探す。In\_R に記録されている D から S の経路が双方向リンクのみであれば、その経路を最終的な経路とする。

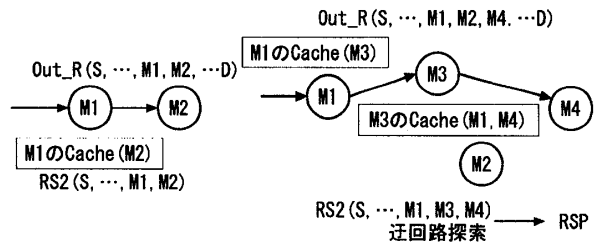


図2 経路選択

#### 2.3 再接続

再接続に用いるのは RDP(Re-connection Demand Packet)メッセージである。RDP には RS のみが記録される。

†武蔵工業大学

Musashi Institute of Technology

- (1) 通信中にも拘らず一定期間 D からの応答が無い場合, S は LSP を利用し再接続を試みる.
- (2) S は RDP に記載された経路に沿って, ユニキャストで次ポップに RDP を送信する.
- (3) S が RDP を受け取った移動体は, (2)の場合と同様に RDP を送信する
- (4) S が RDP を受け取った場合, それを最終的な経路とする. ただし, 再接続の時間内に S が RDP を受け取れない場合は, 接続不可能と判断し, 通常の BiLPR 手順を再度実行する.

### 3. 再接続時間短縮の手法

これまでの再接続手法では, 通信中にも拘らず, 一定期間宛先 D からの応答が無かった場合, 送信元 S は, 経路選択されなかった LSP を利用して再接続を 1 度だけ試みた. しかし, リンク切れが起きた際, リンク状態把握で得られた経路は過去の経路情報であり, 使用していた経路が使用できなくなった状況で, 残りの経路が利用できる可能性は低いと考えられる. つまり, 再び経路探索手順を踏むため, BiLPR では使用している経路が切れた場合, 再接続に時間がかかる場合がある.

よって今回は, 一定期間で LSP 内の使用不可能な経路を破棄し経路探索で新たな経路を確保することで, LSP 内に信頼性の高い予備経路を複数確保する. これによりリンク切れが起きた場合でも, 予備経路を利用することですばやく再接続できる.

以下に再接続時間短縮のための手順を示す.

- (1) 隣接移動体とのリンク状態把握と経路選択により双方向リンクを優先した経路を得る
- (2) その時, 選ばれなかった経路を含む LSP を予備経路としてキャッシュに保持する
- (3) その後, 予備経路が通信可能であるか一定時間間隔でチェックをする
- (4) リンク切れと判断された経路は, 予備経路から破棄する
- (5) キャッシュで保持される予備経路の数が一定数以下の場合, 再び経路探索を行う

### 4. 性能評価

表 1 の実験環境で BiLPR と DSR[4] の平均接続時間(100 回平均)を比較した結果を図 3 に示す.

表 1 実験時のパラメータ

マップ	50m×50m
移動体速度	1m/s
信号伝達範囲 (通常時)	10m
信号伝達範囲 (低出力)	8m
低出力の移動体の割合	20%
シミュレーション時間	60 秒

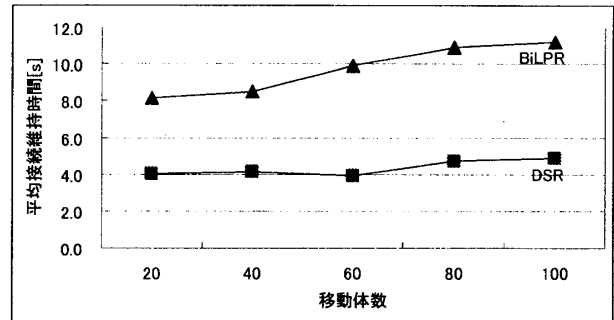


図 3 平均接続維持時間

DSR と比較した結果, BiLPR の平均接続維持時間は倍以上長い結果が得られた. この実験環境では DSR において片方向リンクが存在する確率が約 2 割と高く, 双方向リンクを優先することで高い接続性が得られることが確認できた.

次に, 再接続時間の計測を行った. 移動体数は 100 に固定し, 再接続時間短縮の手法を実装した場合と実装しない場合の BiLPR を比較した. その結果, 実装した場合は約 0.4 秒, 実装しなかった場合は約 1.3 秒となり再接続時間が短縮されたことが確認できた.

### 5. おわりに

本稿では, アドホックネットワーク上で双方向リンクを優先したルーティングプロトコルの接続性向上を目的とし, 再接続時間短縮の手法を提案し評価をした. 今後の課題は, 流れるデータ量など詳細な条件を規定し, さらに精度の高い実験, 評価を行う予定である.

### 参考文献

- [1] 今井, 中川, 森川, 青山, “片方向リンクが存在するアドホックネットワークにおける安定経路構築機構”, 電子情報通信学会論文誌 Vol. 85, pp. 2097-2107 (2002.12)
- [2] 上田, “アドホックネットワークにおける双方向リンクを優先したルーティングプロトコル-再接続に関する検討”, 情報処理学会第 65 回全国大会, no. 3, pp.445-446 (2003.3)
- [3] 上田, 安井, 松山“アドホックネットワークにおける双方向リンクを優先したルーティングプロトコル”, 第 1 回情報科学技術フォーラム(FIT)講演論文集, M-31, pp.95-96 (2002.9)
- [4] David B. John, David A. Maltz, Yih-chun Hu, “The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad-Hoc Networks”, <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-dsr-09.txt> (2003.4)