

4G-01

複数経路を用いた安定なパケット配送のための アドホックルーティングプロトコル*

東京電機大学 理工学部 情報システム工学科
長谷部 顕司 梅島 慎吾 松垣 博章† §

1 背景と目的

近年、ノート型 PC や PDA などのモバイルコンピュータの普及が進むとともに、IEEE802.11 や HIPER-LAN といった無線 LAN プロトコル技術の開発、利用が進んでいる。これにより、イベント会場や災害現場などで一時的に構築されるアドホックネットワークへの要求が高まっている。アドホックネットワークでは、すべてのホストがパケット配送を行ない、かつ、これらのホストが移動するため、従来のプロアクティブ型ルーティングプロトコルをアドホックネットワークに適用するのは困難である。アドホックネットワークにおけるルーティングプロトコルとして、DSR [1]、LBSR [4]、AODV [3] などが提案されている。しかし、アドホックネットワークでは、ホストの移動などによってリンクが頻繁に切断される。このため、単一経路検出のルーティングプロトコルでは、経路上のリンクが切断された場合、再度経路探索を行なわなければならない。そこで、経路探索時に迂回路となり得る複数の経路を検出するプロトコルが必要である。本論文では、AODV を拡張し、未接続状態のリバースパスを互いに接続することで複数の経路を検出する MRAODV (Multiple-Route Ad-hoc On-Demand Distance Vector) プロトコルを提案する。また、シミュレーションによって既存のルーティングプロトコルと性能を比較する。

2 従来手法

2.1 AODV プロトコル

AODV では、送信元 S からルート要求メッセージ RREQ がフラッディングされると、中間ホストは最初に RREQ を受信したホストを上流としたリバースパスを設定し、RREQ を再ブロードキャストする。RREQ が送信先 D に到達すると、 D はルート応答メッセージ RREP をリバースパスに沿ってユニキャストする。RREP を受け取った中間ホストは、受信した RREP の送信ホストを下流としたフォワードパスをルーティングテーブルに登録する。RREP を受け取らなかった中間ホストは、設定したリバースパスを解除する。RREP が S に到達することで、 S から D に至る経路が構築される (図 1(a))。

2.2 MNH プロトコル

複数経路検出プロトコルである MNH [2] は、RREQ のフラッディングを AODV と同様の方法で行なう。このとき、2 回目以降に受信した RREQ に対し、1 回目

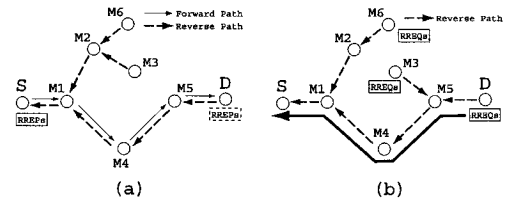


図 1: AODV と MNH

同様リバースパスを設定する。RREP は複数設定されたリバースパスに沿って配送される。また、中間ホストが複数回 RREP を受信する場合は、受信した RREP の送信ホストへフォワードパスを設定し、2 回目以降に受信した RREP を破棄する。これにより複数の経路が構築される。しかし、図 1(a)において、 $S \rightarrow M1 \rightarrow M2 \rightarrow M3 \rightarrow M5 \rightarrow D$ という迂回経路を構築できるのは、 $M5$ が $M4$ からの RREQ を受信してから RREQ をブロードキャストするまでの間に $M3$ が RREQ をブロードキャストした場合のみである。もし、 $M3$ のブロードキャストよりも $M5$ のブロードキャストが先に行なわれたならば、リバースパスは図 1(b) のように設定され、マルチパスとはならない。

以上のことから、本論文では図 1(b) のような状況でもマルチパスを構築することが可能なルーティングプロトコルを設計する。

3 MRAODV ルーティングプロトコル

AODV は、送信元ホスト S から RREQ をフラッディングすることによって、 S を最上流として中間ノードの上流、下流の関係を暫定的に決定する。このとき、 D から S までの 1 つのリバースパス (主リバースパス) と、主リバースパスに接続し、途中まで延びた複数のリバースパス (部分リバースパス) が構築される。(図 1(b))。AODV が単一経路検出プロトコルであるのは、作成したリバースパスのうち、1 つのみが送信先に接続するためである。そこで、部分リバースパスを互いに接続することで複数経路検出プロトコルへ拡張することが可能である。

しかし、部分リバースパスを接続するためには上流、下流の区別を壊すことなく接続しなければならない。図 2 のように異なる部分リバースパスのホスト間 ($M2, M3$) を接続する場合、送信元から遠いリバースパス $M3 \rightarrow M5$ は $S \rightarrow M1 \rightarrow M2 \rightarrow M3 \rightarrow M5 \rightarrow D$ という経路を構築するために、上流、下流の関係を反転させる必要がある。

そこで、部分リバースパス $M6 \rightarrow M2 \rightarrow M1$ 、 $M3 \rightarrow M5$ は、それぞれ主リバースパス上の 1 つ

*Multiple-Route Adhoc Ondemand Routing (MRAODV) Protocol

†Tokyo Denki University

‡Kenji Hasebe, Shingo Umeshima and Hiroaki Higaki

§{namu, shin5, hig}@higlab.k.dendai.ac.jp

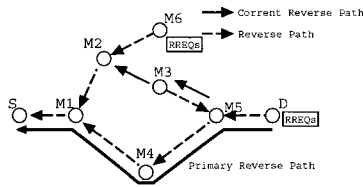


図 2: リバースパスの接続・反転

のノードに接続していることに着目する。主リバースパスは上流、下流の関係が確定したパスであり、それに接続する $M6 \rightarrow M2 \rightarrow M1$ 、 $M3 \rightarrow M5$ のような部分リバースは、接続点となるノード ($M1, M5$) の S からのホップ数 (枝番号) を用いて上流、下流を決定することができる。

MRAODVでは、RREPを主リバースパスのみでなく、部分リバースパスにも配送する。検出済みの主リバースパスとの接続点となるノードの送信元ノード S からのホップ数を枝番号とする。RREPを主リバースパスに沿って配送する際に枝番号を割り当てる。RREQのフラッディングの際にホップ数をカウントすることにより、 S から D までのホップ数を知ることができる。これをRREPに付加し、主リバースパスに沿って配送しながら1ずつデクリメントすることで、主リバースパスに含まれるノードに枝番号が与えられる。これらのノードはRREPを必ず下流ノードのうち1つから受信し、それを唯一の上流ノードと他の下流ノードに送信する。この下流ノードは部分リバースパスに含まれる。このように、部分リバースパスに含まれるノードは上流ノードからRREPを受け取ることを利用して、自身が主リバースパスではなく部分リバースパスに含まれることを認識する。RREPを上流ノードから受信したノードは、RREPに格納されたホップ数を自身の枝番号として保存する。この手続きを再帰的に適用することによって、多数の経路を検出することができる。

4 性能評価

MRAODVとMNHが検出する経路数を以下の条件でシミュレーションにより計算した。

- エリアサイズ: 200(m) × 200(m)
- 信号伝達距離: 20(m)
- ノードの分布: 一様 (ランダム)
- シミュレーション回数: 500回

ノード数を100, 120, 140, 160, 180, 200とした場合の平均検出経路数を図3に、ノード数を160とした場合の探索開始からの経過時間と検出経路数との関係を図4に示す。

図3に示すように、MRAODVの方がMNHより多くの経路を検出している。これは、MNHではリバースパスを正しく構築できなかった場合、そのパスを使用することができないが、MRAODVでは、上流、下流の区別を壊すことなくパスを構築し使用することが可能であるためである。しかし、MRAODVでは比較可能な枝番号を受け取るまで接続処理を行わないため、図4に示すように複数の経路検出に要する時間が長い。しかし、最初の経路を検出する時間、すなわち、デー

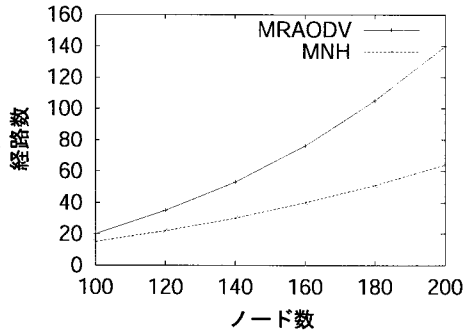


図 3: 検出経路数 (対ノード数)

タ送信の開始までにかかる時間は同じである。

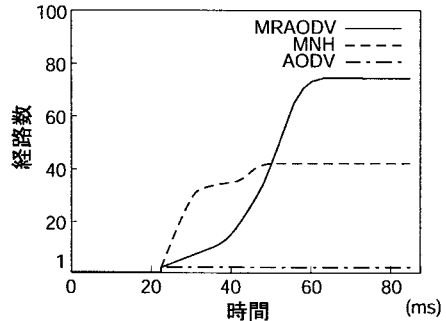


図 4: 検出経路数の時間変化

5 まとめ

本論文では、AODVを拡張し、部分リバースパスを相互接続することにより、複数の経路を構築するMRAODVを提案した。今後は、シミュレーションによりノードの移動と有効な経路数との関係を求め、従来プロトコルとの比較を行ない、その有効性を検証する。

参考文献

- [1] David, B., David, A., Yib-Chun, Hu, Jorjeta, G. and Jetcheva, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks," Internet Draft, draft-ietf-manet-dsr-04.txt (2000).
- [2] Jiang, M.H. and Jan, R.H., "An Efficient Multiple Paths Routing Protocol for Ad-hoc Networks," Proc. of the 15th International Conference on Information Networking, pp. 544-549 (2001).
- [3] Perkins, C.E. and Royer, E.M., "Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing," Proceedings of IEEE 2nd Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp. 90-100 (1999).
- [4] 佐川, 桧垣, "アドホックネットワークにおけるループ型ルーティングプロトコル," 情報処理学会第62回全国大会論文集, No. 3, pp.359-360 (2001).