

6A-4

有線リンクと無線リンクの混在するネットワークにおける AODV ルーチング方式に関する実験的検討

高梨 健一[†] 加藤 聡彦[‡] 伊藤 秀一[‡] 菅田 明則[§] 児島 史秀[§] 藤瀬 雅行[§]
 独立行政法人消防研究所[†] 電気通信大学[‡] 独立行政法人情報通信研究機構[§]

1. はじめに

近年、アドホックネットワークに関する研究が盛んに行われており、ルーチングプロトコルの提案や、実際のネットワークへの適用方法などに関する検討が広く行われている¹⁾。これらの検討の中では、アドホックルーチングプロトコルを利用する機器は無線インタフェースを前提としていると考えられるが、消防防災の分野における実際の運用を考えると、有線リンクを用いる必要がある場合も想定され、また、有線リンクで構成されたネットワークを介して異なるアドホックネットワークに属する端末が通信を行う場合、さらには移動端末の移動によってアドホックネットワークを収容するゲートウェイが切り替わる場合等が想定可能である。

そこで我々は、有線リンクと無線リンクが混在し、アドホックネットワークと既存の IP 網が相互に乗り入れたようなネットワークの構築を目的として、IETF で検討が進められている AODV²⁾を対象として検討を行ってきた³⁾。

本稿では、2 節で設計方針を示すとともに、3 節において我々の想定するネットワークを構成するために必要となる AODV 対応ルータを実装し、実際にネットワークを構築して性能を評価した結果を示し、最後に 4 節においてまとめと今後の課題について述べる。

2. 設計方針

我々の想定するネットワークを図 1 に示す。ネットワークの満たすべき要件を以下のように整理する。

(1) 想定するネットワークは、移動ノードが主に無線リンクを介して通信する「移動ノードネットワーク部」と、IP ルーチングを行う既存ネットワークを含む「既存 IP ネットワーク部」から構成されるものとする。想定するネットワークは、独自の範囲の IP アドレスが割り当てられており、さらに移動ノードネットワーク部と、既存 IP ネットワーク部の区別についても、IP アドレスにより可能であることとする。

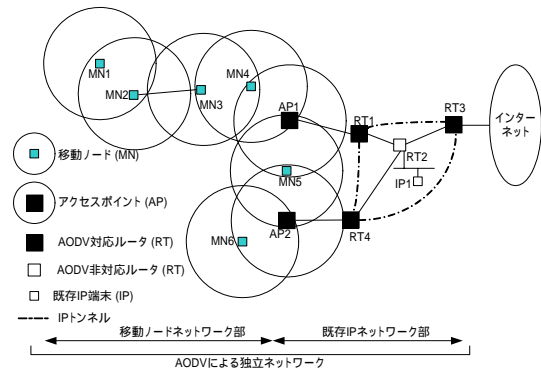


図 1 想定するネットワークの例

(2) 移動ノードネットワーク部では、ノードはすべて AODV に対応することを想定する。また、必要に応じて有線リンクを使用することとし、通常の AODV をそのまま適用する。

(3) 既存 IP ネットワーク部は、既存の IP ルータ・ノードのほかに、AODV に対応するルータ (AODV 対応ルータ) と、移動ノードからの通信を収容するアクセスポイントを含む。AODV 対応ルータおよびアクセスポイントは、移動ノードネットワーク部へのパケットに対しては、AODV に従ったルーチングを行い、外部ネットワークまたは既存 IP ネットワーク部へのパケットに対しては、通常の IP ルーチングを行う。

(4) AODV 対応ルータの間に非対応ルータが存在する場合には、AODV 対応ルータ間に IP トンネルを事前に手動により確立し、AODV の制御メッセージの転送および AODV によるパケットフォワーディングを AODV 対応ルータ間で行う。また AODV 対応ルータが AODV ルーチングを行う場合は、既存 IP ネットワーク部内のホップカウントを 1 として扱う。

(5) 一方、AODV 非対応のルータまたはノードからデフォルトの経路を用いて送信されるパケットは、そのたどる経路上において、必ず一度は AODV 対応ルータを経由するものとする。

3. AODV 対応ルータの実装とネットワークの検証

2 節に述べた設計方針に従ったネットワークを構築することができるか否かを検証するために、我々は、既報³⁾の提案に基づいて、既存 IP ネットワーク上で AODV メッセージの送受信を行う機能を持つ AODV 対応ルータを実装した。

アドホックネットワークと既存の IP 網を接続するためのゲートウェイは既にいくつか実装されて

An Experimental Study for AODV Routing on Ad hoc Network Consisting of Wired and Wireless Links

[†]National Research Institute of Fire and Disaster

[‡]The University of Electro-Communications

[§]National Institute of Information and

Communications Technology

いるが、たとえば、既存の IP 網からアドホックネットワーク内への経路を確立できない、IP アドレスの範囲から AODV でルーティングする範囲を判断することができない、複数のインタフェースを併用している場合の動作が不十分であるなどの理由から、我々の想定するネットワークを上手に制御することはできない。そこで、既存のゲートウェイ実装の一つである AODV-UU⁴⁾を改造して実装を行い、実際にネットワークを構築して検証を行った。なお、検証は AODV 対応ルータのログおよび Ethereal⁵⁾を用いて行った。

3.1. 端末のみの通信結果

まず、消防活動時に防火扉等により無線が遮断されて有線リンクに通信が切り替えられることを想定し、無線リンクのみを用いて通信しているノードが、その通信を有線リンクに切り替える場合について検証する。4 台の端末を図 2 に示す位置に配置し、各端末は建築物により遮蔽されて隣接ノードの packets のみを受信できる状態とした。端末 A-D 間で無線リンクのみによる通信を行っている状況において、端末 C-D 間を有線ケーブルで接続した後、端末 D をシールドして通信を切り替え、その時間を記録した。

経路が切り替えられる場合のシーケンス例を図 3 に示す。この例の場合、無線リンクの切断を検出して RERR が送信された時点をも 0 秒とすると、有線リンクに通信が切り替えられるまでに 0.220 秒を要したことが判る。

3.2. 既存 IP ネットワーク部からの通信が無線端末の移動に伴い切り替えられる場合

続いて図 4 のネットワークを構築して、無線端末の移動により通信経路が切り替えられる場合について検証を行った。また、そのシーケンス例を図 5 に示す。この例では、実験開始から 50.523 秒後に無線リンクの切断が検出された後、無線端末を収容するアクセスポイントが切り替えられ、0.198 秒後に新たな経路が確立されたことがわかる。

4. まとめと今後の課題

本稿では、AODV を対象として、有線リンクと無線リンクが混在し、AODV 網と既存 IP 網が相互に乗り入れたようなネットワークを制御する手法について検討を行った。また、我々の検討した手法を、フリーの AODV デモンである AODV-UU を改修して実装し、構築したネットワークによる性能の検証結果について述べた。

参考文献

- [1] Mobile Ad Hoc Networking (MANet), http://protean.itd.nrl.navy.mil/manet/manet_home.html.
- [2] C. Perkins, E. Belding-Royer and S. Das: "Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV) Routing," RFC3561, Oct. 2003.
- [3] 高梨ほか: "有線リンクと無線リンクの混在するネットワークにおける AODV ルーティング方式に関する検討,"

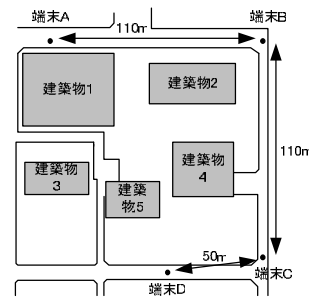


図 2 端末の配置

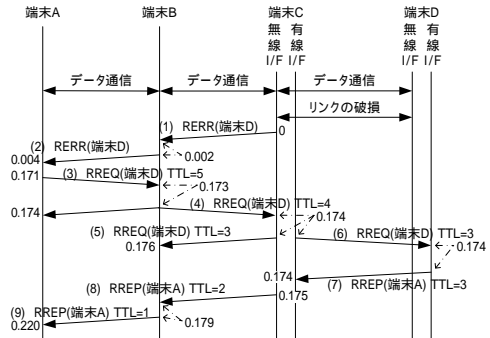


図 3 経路切り替えのシーケンス例

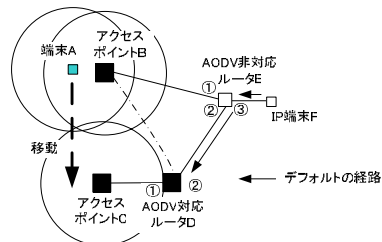


図 4 ネットワーク例

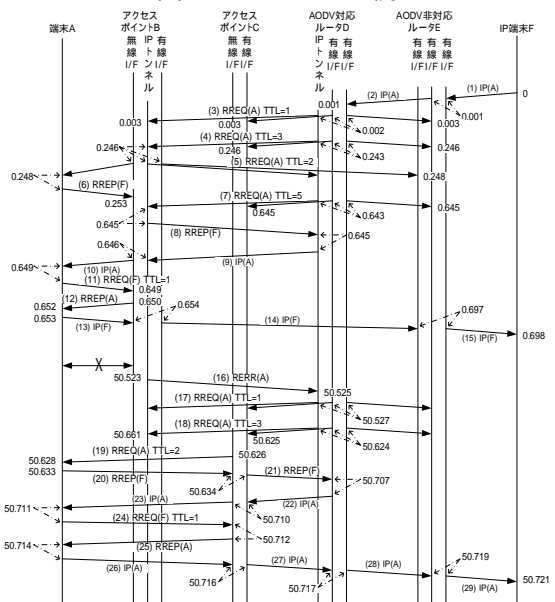


図 5 図 4 において端末 A の移動によりアクセスポイントが切り替えられる場合の例

- 情報処理学会研究報告, 2004-MBL-30 (8), Sep. 2004.
- [4] AODV-UU: AODV-UU@Uppsala University, <http://user.it.uu.se/~henrik1/aodv/>
- [5] Ethereal: The world's most popular network protocol analyzer, <http://www.ethereal.com/>