

5D-7

AODV アドホックネットワークにおける インターネットアクセスゲートウェイ

渡辺 伸吾 横田 英俊 加藤 聡彦
(株) KDDI 研究所

1 はじめに

アドホックネットワークでは、サブネットをルータが相互に接続するという通常の IP ネットワークの形態とは異なり、独立なサブネット IP アドレスを持つ端末同士が直接通信し、さらに無線通信状況などにより直接通信できない端末間を他の端末が中継するという形態をとっている。さらに、端末は頻りに移動するため、ネットワーク構成の変更頻度が通常の IP ネットワークに比べて格段に大きい特徴も持っている。このため、アドホックネットワークにおいては通常の IP ネットワークとは異なる経路制御が必要となる。

アドホックネットワークでの経路制御方式としては、IETF の MANET (Mobile Ad-hoc Network) working group などで AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector) [1] をはじめとしていくつかの方式が提案されている。これらの方式では、アドホックネットワーク内における経路制御方式について考慮されてはいるものの、固定ネットワークとの具体的な接続方法についてはあまり考えられていない。本稿ではアドホックネットワークでの経路制御方式として AODV をとりあげ、AODV ネットワーク内から固定ネットワークへアクセスするゲートウェイの実現方法を提案する。

2 AODV による経路制御

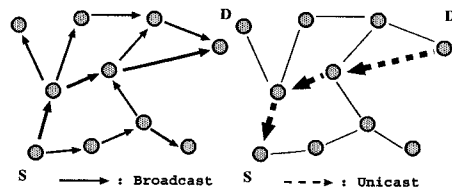
AODV とは名前の通り On-Demand 型の経路制御プロトコルである。そのため、既存の多くの経路制御プロトコルのように、あらかじめ各ネットワークやホストへの経路を保持せず、通信を開始時にはじめて宛先ホストへの経路を確立する。

ノード S からノード D への経路の確立を行うと次のようになる。

1. ノード S はノード D への経路を問い合わせる RREQ (Route Request) パケットを生成し、ブロードキャストする。
2. RREQ を受け取った中間ノードでは RREQ 内の Hop Count を 1 だけ増やし再度ブロードキャストする (フラディング)。
3. さらに、RREQ を生成したノードへの経路として、RREQ を受け取ったノードの IP アドレスを次ホップとして経路設定する (逆方向経路設定)。
4. RREQ を受け取ったノードが、問い合わせノードへの経路を保持しているか、もしくは自ノード

であるときには RREP (Route Reply) パケットにより応答を返す。

5. RREP により応答を返すノードが途中経路のノードである場合は、ルーティングテーブルからノード D への Hop Count を得て RREP を生成する。
6. RREP により応答を返すノードが宛先ノード D の時、Hop Count が 0 の RREP を生成する。
7. 生成した RREP をノード S へ向けて、ユニキャストで送る。
8. RREP を受け取ったノードは RREQ の中継により生成した経路で RREP を中継する。
9. さらに、RREP を生成したノードへの経路として、RREP を受け取ったノードの IP アドレスを次ホップとして経路設定する (順方向経路設定)。



(a) RREQ の送信

(b) RREP の送信

図 1: AODV に経路確立

3 ゲートウェイ機能

アドホックネットワークと固定ネットワークでは、使用している IP アドレスや経路制御方式が異なることから、そのままでは通信することが出来ない。そのため、二つのネットワークをつなぐゲートウェイで変換処理が必要となる。

3.1 要求される機能

アドホックネットワークでは AODV による経路制御を行っていることから、そのネットワーク内に存在するノードをあらかじめ知る事はできない。同様に、アドホックネットワークと固定ネットワークと接続した際にも、通信の相手方がアドホックネットワークに存在するのか、固定ネットワークに存在するのか事前に知ることはできない。また、二つのネットワークを接続するゲートウェイにおいても、パケットの中継を行う際に、宛先となるノードがどちらのネットワークに接続しているか事前に知ることはできない。したがって、通信相手がアドホックネットワーク内に存在しないときには、外部の固定ネットワークに存在すると判断する必要がある。

アドホックネットワーク内のノードは固定ネットワークとの接続を行った際にも AODV により経路制御を行える必要があることから、ゲートウェイを用いた接続においても AODV の枠組みのなかで経路制御を行う必要がある。

また、アドホックネットワーク内で使用している IP アドレスは、外部ネットワークから持って来たアドレスを使用していることが考えられる。そのため、固定ネットワークと接続した際に、接続したネットワーク構成に対しては意味の無いアドレスとなり、正常に通信が行えない。

ここでのゲートウェイはアドホックネットワークから固定ネットワークへの通信をサポートするものを考えており、その逆の場合は考慮していない。これは、アドホックネットワークに存在する端末がインターネットなどの固定ネットワークへアクセスを必要とする場合の方が多いと考えるからである。

3.2 提案手法

これらの必要な機能を考慮してアドホックネットワークと、固定ネットワークのゲートウェイの実現方法を提案する。

3.2.1 経路制御方式

ゲートウェイとなるノードは、AODV の基本的な機能を備え、RREQ を受け取ったとき、すべてのパケットを再ブロードキャストすると同時に、Hop Count を最大値である $NET_DIAMETER$ よりも大きな値を設定した RREP を返す。また、RREP パケットを送り出す時には、すぐに送らずに若干の遅延を付加してから送る。概要としては図 2 になる。

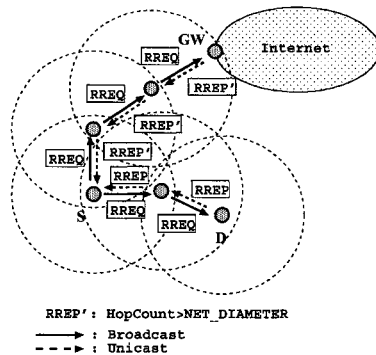


図 2: ゲートウェイを介した接続

ゲートウェイは全ての受け取った RREQ パケットを中継することにより、AODV の経路制御において普通の一端末と同様にパケット中継処理を行えることになる。つまり、アドホックネットワーク内でゲートウェイを介してのみ繋がるノード間で、RREQ, RREP を用いた経路を設定することができ、通信が可能になる。

RREQ による宛先ノードがアドホックネットワーク内に存在しない場合、RREQ の生成元へはゲートウェイからの RREP だけが届くことになり、アドホッ

クネットワークに存在しないノード宛のパケットはすべてゲートウェイノードへ送られることになる。アドホックネットワーク内のノードは、通信相手が固定ネットワークでも、アドホックネットワーク内のノードと同様の手順で通信ができる。

これとは逆に、RREQ による宛先がアドホックネットワーク内のノードの場合、RREQ を生成したノードへは当該ノードからの RREP とゲートウェイノードからの RREP の両方を受け取ることになる。しかし両者を比べると RREP の Hop Count は必ず前者の方が小さい値となる。AODV では Hop Count が小さい経路が優先されることから、ゲートウェイからの RREP に依らず Hop Count の小さいアドホックネットワーク内のノードと通信が行える。また、ゲートウェイでは遅延を付加してから RREP を送ることから、アドホックネットワーク内のノードからの RREP が先に届く様になり、ゲートウェイへの経路が最初に設定されるのを抑止できる。このようにして、通信開始時に誤ってゲートウェイへパケットが送られ、失われるのを防ぐことができる。

3.2.2 パケットフォワーディング処理

アドホックネットワークからゲートウェイに届いたパケットは、ゲートウェイが経路を持っていないとも RREQ による経路の問い合わせは行わない。受け取ったパケットを送り出す経路が存在しない場合には、通信相手先は固定ネットワーク側に存在すると判断し、すべてのパケットは固定ネットワーク側へ送出する。また、ゲートウェイが固定ネットワーク側から受け取ったパケットについては、経路が存在しない場合には破棄する。また、固定ネットワークの側からアドホックネットワーク内のノードを一つのホスト、あるいは一つのサブネットに見せかけるために、ゲートウェイでは NAT (Network Address Translator) を使用する。

この様に処理することにより、アドホックネットワークに存在しないノード宛のパケットは固定ネットワークへ送られることになる。NAT により固定ネットワークへ送られたパケットは一つのホスト、あるいはサブネットのアドレスに変換されるので、固定ネットワークにおいても既存の経路制御方式をそのまま利用して通信を行うことができるようになる。

4 まとめ

AODV によるアドホックネットワークから、固定ネットワークへアクセスするためのゲートウェイの実現方法について提案した。提案手法では、ゲートウェイは RREQ による経路問い合わせに対して、Hop Count をその最大値よりも大きい値を使用して応答をすることにより、アドホックネットワーク内のノードは宛先がアドホックネットワークに存在することを意識することなく、固定ネットワークへアクセスできる。

参考文献

- [1] Charles E. Perkins and Elizabeth M. Royer: draft-ietf-manet-aodv-07.txt (2000).