



David, B. Johnson et al. :

Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks

Mobile computing, pp.153-181 (1996)

モバイルアドホックネットワークとは

本稿で論文を紹介する前に、前提知識となるモバイルアドホックネットワーク (Mobile Ad-hoc Network (MANET)) について簡単な説明を行いたい。本稿で解説する論文は MANET における有名な経路制御プロトコルの1つである。MANET とは無線端末のみで構築されるネットワークであり、各端末は受信したデータを他の端末に転送できるルータ機能を有する。無線端末が移動した場合においても、経路情報を取得、更新することで、自律的にマルチホップなネットワークを構成する無線ネットワークの1つである。現段階、まだ一般的には普及していないが、将来、既存のインフラを必要としないことから災害地などの利用や、また、瞬時にネットワークを構築できる利点からセンサネットワーク、ロボット間通信、車々間ネットワークでの応用が想定されている。この MANET は 1970 年代に Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) の無線ネットワークのプロジェクトから端を発し、現在に至るまで数多くの経路制御プロトコルが提案されている。そのうちのいくつかは Request for Comments (RFC) にもなっており、関連した研究論文も多く発表されている。

ダイナミックソースルーティング

本稿で取り上げるダイナミックソースルーティング (Dynamic Source Routing (DSR)) とは、David, B. Johnson らによる "Dynamic Source

Routing in Ad Hoc Wireless Networks" で提案され、MANET の研究初期で提案されたシンプルかつ効率的な経路制御プロトコルであり、これ以降の研究の多くはこのプロトコルを基礎としている場合が多い。そのため、MANET についての論文の多くはこの論文を引用しており、本稿を書いている 2017 年 12 月現在において、Google Scholar 上の引用数は 11,382 となっている。また RFC 4728 にもなっており、非常に有名な経路制御プロトコルといえる。DSR は経路発見 と経路維持という 2 つの機能によりネットワークの構築、維持を行う。経路発見は送信先までの経路を発見し、経路維持は発見した経路が、端末の移動などにより使用不可になった際に、経路の再構築を行う機能である。この経路発見と経路維持について、それぞれ簡単に説明する。

経路発見機能

DSR は送信元から通信の要求が発生したときに経路情報を生成する、リアクティブ型プロトコルである。図-1 に示すように、送信元 A は、送信先 E に対するデータ送信要求が発生した場合、経路要求 (Route Request (RREQ)) と呼ばれるパケットを、送信先を E に指定してネットワークにブロードキャストで送信する。この経路要求パケットを受信した無線端末である B や D は、自分のアドレスを経路要求パケットに追加し、さらに隣の端末にデータをブロードキャストにより転送する。MANET は無線ネットワークであるため、このデータ転送の

際、隣接端末のアドレスを知らない場合でも、すべての隣接端末は一度の転送でこのパケットを受信できる。この手順を何度か繰り返し、Aが送信した経路要求パケットはネットワーク全体に転送される。もし、同じネットワーク内に送信先であるEが存在した場合、最終的にEは送信元であるAからの経路要求パケットを受信することになる。

経路要求パケットを受信したEは、送信先として自分自身が設定されている場合、経路応答 (Route Reply (RREP)) と呼ばれるパケットを送信元のAに送信する。このパケットにはRREQに含まれるAまでの経路情報が格納され、どの端末にパケットを転送すればよいか判明しているため、ユニキャストにて転送できる。もし複数のRREQを送信先であるEが受信した場合、最短経路が選択されAへ応答される。

経路維持機能

経路発見で一度経路が確立した後、端末の移動により、その経路が使用できなくなる状況が発生する。そこで経路維持の機能による経路の監視が行われる。経路維持では各端末はデータを転送すると、次の転送先の端末が自分の転送したデータを受信できているかどうかを監視する。データ転送の監視は、「無線LANのリンク層において、転送先から確認応答の返信を確認」、「無線のプロミスカスモードを用い、転送先の端末が自分の送信したデータを転送し

ているか確認」、「転送先の端末から明示的に確認応答のパケットを受信」の3つの手法のうちいずれかを用いて行われる。送信先は受信すると転送する必要がないため、この場合だけは明示的に受信の確認応答パケットが転送元に送信される。もし、転送ができていないと判断されると、データの再送が行われ、ある一定の再送回数を超えても次の転送先から応答がない場合は、経路が壊れたと判断し、経路エラーと呼ばれるパケットを送信元に返信する。この経路エラーパケットを受信した送信元は再び経路発見を行い、新たな経路の確立を試みる。

この2つのシンプルな機能により、DSRはMANETの構築を行っている。リアクティブ型のプロトコルの特性上、端末が高速に移動し、ネットワークのトポロジの変化が激しいネットワークでは、経路発見によるパケットでネットワークへの負荷が高くなってしまいう一方、端末があまり動かずトポロジの変化が少ない場合は効率が良い。またDSRのようなリアクティブ型以外にも定期的に経路表を交換するプロアクティブ型の経路制御プロトコルや、リアクティブ型とプロアクティブ型を合わせたハイブリッド型の経路制御プロトコルなどがいろいろ提案されている。さらに、実機で実際に大規模なMANETを構築し、各経路制御プロトコルがどのような性能を示すかなど、フィールドワーク的な論文も数多く発表されている。

日常生活ではあまり使用されないネットワーク形態だが、MANETの研究テーマは経路制御プロトコル以外にもさまざまあり、歴史が長いので多くの論文が発表されている。各経路制御プロトコルのサーベイ論文なども発表されており、もし、興味があったら眺めてみるといいだろう。

(2018年2月6日受付)

高橋ひとみ (正会員) hitomi@jp.ibm.com

2008年慶應義塾大学政策・メディア研究科後期博士課程修了。博士(政策・メディア)。同年日本アイ・ビー・エム(株)入社。以降、仮想化技術に関する研究開発に従事。

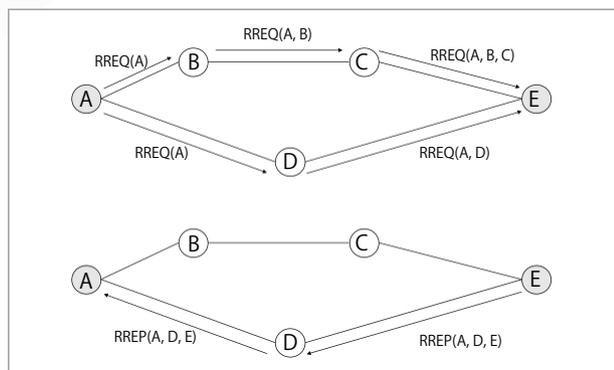


図-1 DSRにおける経路発見