

モバイルアドホックネットワークにおける マルチキャストルート構築に関する考察

Multicast Routing Protocol for Mobile Ad-hoc Networks

今村和義¹⁾・渡部洋人²⁾・中野敬介³⁾・間瀬憲一³⁾・仙石正和³⁾・篠田庄司⁴⁾

^{1),2),3)}新潟大学・⁴⁾中央大学

Abstract – A mobile ad hoc network is an infrastructureless network composed of mobile hosts. A multicast scheme, On-demand Forwarding Group Multicast Protocol (FGMP), has been proposed for mobile ad-hoc networks. On Demand multicast is well suited to operate in an On Demand routing environment where routes are selectively computed as needed between communicating node pairs instead of being maintained and updated globally by a routing infrastructure. The performance of the On-demand FGMP scheme is evaluated via simulation.

1. はじめに

近年のハードウェア技術の進歩により、小型で高性能な携帯端末を自由に持ち運び、様々な情報を必要になったその場で利用することが可能になりつつある。無線携帯端末の増加に伴い、様々な環境において無線ネットワークを利用して情報を送信するための方法が研究されている。

現在の無線通信で多く用いられている、セルラー方式では、携帯電話などの移動端末は、他の端末と通信する際には必ず基地局を経由して行わなければならない。従って、目的の

端末が非常に近い位置に存在する場合も、必ず基地局を経由して通信を行う必要がある。また、基地局の電波が届かない場合には、通信不可能になるという問題点を抱えている。

一方、次世代の無線ネットワークとして、中継機能を持つ移動端末により構成されるモバイルアドホックネットワークが提案されている^{1)~3)}。各端末は、従来の移動通信ネットワークに必要不可欠な基地局を特に必要とせず、近くに存在する端末同士で直接情報をやり取りすることが可能である。また、直接通信が不可能な位置に存在する端末に対しても、中継機能を用いて通信することが可能となる。従って移動端末のみで容易にネットワークを構成することが可能である(図1)。モバイルアドホックネットワークにおいて、端末間の通信を行う場合、端末の移動性により頻りにネットワーク構造が変化するためその変化に対応するようなルーティングが重要となる。

¹⁾新潟大学大学院自然科学研究科 修士1年

新潟市五十嵐2の町8050番地

電話：025-262-7219

²⁾新潟大学大学院自然科学研究科 修士2年

³⁾新潟大学工学部情報工学科

⁴⁾中央大学理工学部電気電子工学科

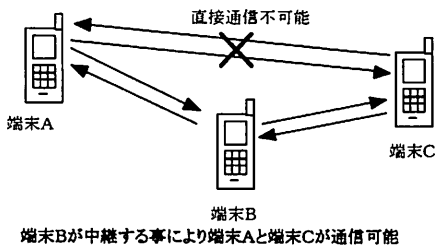


図1. システム構成

通信要求前に、経路情報を事前に調べておくという、インターネットなどで用いられる事前作成型のルーティング方式をモバイルアドホックネットワークに適用する事を考える。この時、ネットワーク全体の詳細な情報を端末間で頻繁に交換する必要がある。また、端末数が増えるに従って、ルート情報は膨大なものとなり、各端末の負荷が大きくなり、情報を交換する時間も長くなってしまふ。また、移動端末によりネットワークが構成されるため、過去に設定したルート情報が使用できないという場合が生じる。従って、情報を交換しない間にもルート情報を交換する方式は、モバイルアドホックネットワークにおいては無駄なトラフィックの増大を招くことになる。

このようなモバイルアドホックネットワークにおける事前作成型ルーティング方式の問題点を解決するために、通信の要求が生じた後にネットワーク構造を調べるオンデマンド型のルーティング方式が提案されている⁴⁾。

本報告では、送信端末から情報を要求している複数の宛先端末へ同時配信を行うルートを構築するマルチキャストルーティングに注目し、その特性を解析する。ここでは、オンデマンド型のルーティング方式を用いたマルチキャストルーティングの一つとして、FG(Forwarding Group)を用いたルーティングに注目し、詳細な評価を行い、この手法の問題点を考える。また、この問題点を解決するための手法を提案する。

2. オンデマンド型のマルチキャスト

2.1 FGを用いたルーティングの概要

FGとは、マルチキャストルート情報の一つで、パケットを中継する端末のグループである。FGのそれぞれの端末はデータパケットを受け取った場合、自分が持つルート情報であるFW(Forwarding Table)に従って、データパケットを送信する。FGの端末だけがデータを受け取り、送信を繰り返す事により、受信端末までデータパケットが届く。

FGを用いたルーティングとして、オンデマンド型FGMP(Forwarding Group Multicast Protocol)が提案されている⁴⁾。オンデマンド型FGMPの概要を以下に示す。まず送信端末が、自分がデータを持っているという情報を含んだ広告パケットをネットワークにブロードキャストする。広告パケットを受け取った端末は、ネットワーク内にデータを送信しようとしている端末が存在することが分かる。広告パケットを受け取った受信端末は、データの配信を要求する、Join Requestをブロードキャストする。Join Requestを受け取った端末は、自分の持つルーティングテーブルに受信端末の情報があるかどうか調べ、無い場合は、ルーティングテーブルにJoin Requestの情報が加えられる。すでに受信端末の情報があった場合は、パケットが新しい時、もしくはホップ数が少ないルートで同じ情報を持つパケットが届いた時に、ルーティングテーブルの情報が最新のルート情報に更新される。ルーティングテーブルのルート情報が更新された時、Join Requestを送信端末に届くまで再送信する。送信端末にJoin Requestが届くまでに各端末には、受信端末へパケットを送信するためには次はどの端末に送信しなければならないかというルート情報がルーティングテーブルに蓄積される。Join Requestの送信により受

信端末から送信端末へのルートが構築される。

次に、FGの端末を決定するための手続きを示す。送信端末にJoin Requestが届くことにより、送信端末はネットワーク内に情報配信を要求する受信端末が存在すると分かる。送信端末がルーティングテーブルから次の中継端末を選択し、定期的にフォワーディングテーブルFWを作成して送信する。FWを受け取り自分がFGだと分かった端末が、FWを受信端末に届くまで中継を繰り返す事により、実際にデータの中継するFGが構成される。送信端末を含む各端末はネットワーク全体の構造を知る事は無く、宛先端末と次のホップの端末についての情報しか持たないため、扱うデータ量は少なく済む。また、定期的に送信されるパケットによって、ネットワーク構造が変化した場合新しいルートを選択し、さらに、各テーブルはタイマーによって古い情報が消去されることにより、変化情報をやり取りする必要無しに動的にマルチキャストルートを構築、維持することが可能である。

オンデマンド型FGMPの問題点として、以下のような事が考えられる。ある端末が異なる経路を通ってきた同じ情報を持つ複数のJoin Requestを受信する事がある。この場合、経路情報として、どのJoin Requestを選ぶべきかを考える必要がある。

2.2 オンデマンド型FGMPの評価

オンデマンド型FGMPの特性について計算機シミュレーションを用いて定量的に評価する。シミュレーションエリアは一辺1000mの正方形で、端末数を100個とし、その中で送信端末を1個、受信端末を9個とする。各パケットの送信周期を変化させて、データが全ての受信端末に届く成功率を調べる。図2にJoin Requestの周期を400msとし、フォワーディングの周期を変化させた場合の、図3

にフォワーディングの周期を400msとし、Join Requestの周期を変化させた場合のシミュレーション結果をそれぞれ示す。ただし、横軸は端末の移動速度を表し、全ての端末が同じスピードで移動するものとする。

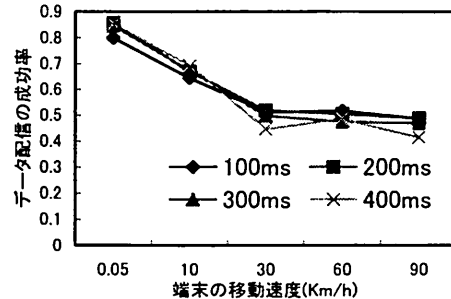


図2. ジョインの周期を400msと固定し、フォワーディングの周期を変化させた場合

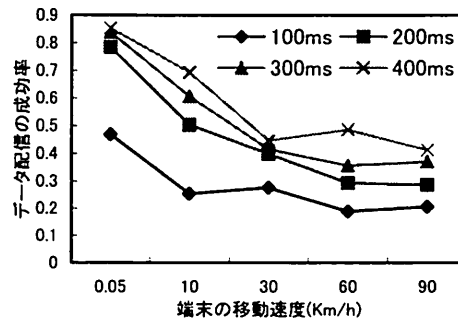


図3. フォワーディングの周期を400msと固定し、ジョインの周期を変化させた場合

図2に示すように、Join Requestの周期を固定しフォワーディングの周期を変化させた場合、データ配信の成功率に大きな差は無いが、図3に示すように、フォワーディングの周期を固定しJoin Requestの周期を変化させた場合、Join Requestの周期が短くなるに従い、成功率が低くなった。これは、Join Requestが頻りに送信されてルーティングテーブルの情報が最新のものとなっても、実際にデータを送信する際にはフォワーディングテーブルの古い情報に従って送信されるためであると考え

られる。また、フォワーディングパケットはフォワーディンググループの端末だけが送信するが、Join Request は全ての端末が受け取り送信するため、ネットワーク内のトラフィックが増大する事により、データを送信できないためであると考えられる。

3. Join Request 送信方法の改善

先に説明したように、Join Request を複数受信した際にどの経路情報を選択するのかという問題がある。Join Request を受け取りルート情報が得られた後に、同じ情報を持つ Join Request を受け取った場合、選択方法はオンデマンド型 FGMP で用いられている方式の他にいくつかの方式が考えられる。以下に3通りの方式を示す。

[方式1]すでに構築されたルートよりもホップ数が少ない時、ルート情報を更新し、後から受け取った Join Request を送信する。これは、オンデマンド型 FGMP で用いられている方式である。

[方式2]すでに構築されたルートよりもホップ数が少ない時ルート情報を更新し、後から受け取った Join Request を送信しない。

[方式3]後から受け取った Join Request の情報は利用しないで、破棄する。

方式1は、最終的に受信端末から送信端末への最短ルートが構築されるが、Join Request を送信する回数が方式2に比べて多くなる。方式3は、最初に構築されたルートを選択する。それぞれの方式について、計算機シミュレーションにより評価する。各パケットの送信周期は、Join Request は400ms、フォワーディングは100msとする。シミュレーション結果を図4に示す。方式1の成功率が方式2より低いのは、Join Request の送信回数が多くトラフィックが混む事によりデータが送信できな

い事があるためであると考えられる。方式3はホップ数の多い経路を選択する事があり、中継端末が移動して送信できない確率が高くなるため、成功率が低くなると考えられる。この結果より、方式2は、モバイルアドホックネットワークにおけるマルチキャストルート構築の際に有効であると考えられる。

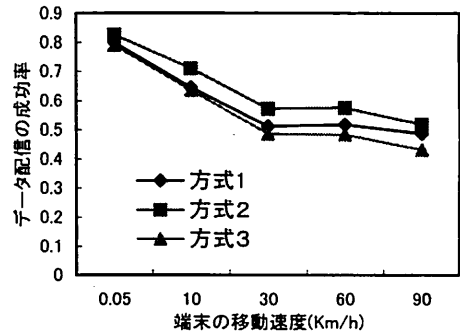


図4. データ配信の成功率

4. まとめ

モバイルアドホックネットワークにおけるマルチキャストルート構築に関して、オンデマンド型FGMPにおける特性の解析を行い、パケットの送信方法について、改善法を提案し、計算機シミュレーションにより性能評価を行った。

参考文献

- (1)間瀬憲一,仙石正和,篠田庄司,“次世代アドホックネットワークへの展望—ユニバーサル・アドホックネットワーク—”,信学総大, 2000
- (2)間瀬憲一,中野敬介,仙石正和,篠田庄司,“次世代アドホックネットワークの動向と課題—ユニバーサルアドホックネットワークの提案—”, IN, Apr. 2000
- (3)中川智尋,森川博之,青山友紀,“高密度ネットワークにおける適応型アドホックルーティング”, IN, Feb. 2000
- (4)“On-Demand Multicast in Mobile Wireless Networks” C.-C. Chiang and M. Gerla, Proceedings of IEEE ICNP98