

位置情報とリンク品質を考慮したルーティングプロトコルに関する検討

三木遼[†] 高橋修[†]

公立はこだて未来大学 システム情報科学部 情報アーキテクチャ学科[†]

1 はじめに

近年、高機能移動小型端末の発達に伴い、ユビキタスネットワークの実現に向けてアドホックネットワークが注目されている。無線移動端末のみで構成されるアドホックネットワークでは、インターネット回線などの通信インフラを利用せずにネットワークを形成することができるため、「いつでも、どこでも」ネットワークを利用できる環境を整えることができる。しかし、アドホックネットワークを構成するノードは移動することができるため、しばしば通信が遮断されてしまうことがある。そのため、効率の良いアドホックルーティングプロトコルに関する研究が活発に行われている。

その中で、GPS(Global Positioning System)の小型化や、ノードの位置情報を測定する技術の発達に伴って、位置情報を利用したルーティングプロトコルの提案が行われている。

しかし、位置情報を利用したルーティングプロトコルは主に制御パケット数を削減することを目的としており、リンク間の品質については考慮していない。メトリックにホップ数を利用すると、通信を行う各ノード間の物理的な距離が長くなるために、電波強度の低下によるパケットロスを引き起こす原因となる。

本研究では、アドホックネットワークにおける効率のよい通信を実現するために、ハイブリッド型のルーティングプロトコルである ZRP[1]を拡張し、位置情報とリンクの品質の両方を適用したプロトコルの提案を行う。

2 関連研究

既存のルーティングプロトコルには大きく分けてプロアクティブ型、リアクティブ型、ハイブリッド型の3種類のプロトコルがある。

DSR[2]や AODV[3]等のリアクティブ型のプロトコルは、経路の構築時にフラッディングを用いるために、制御パケットが増大するという問題点がある。

OLSR[4]等のプロアクティブ型のプロトコルは、あらかじめネットワーク全体のトポロジを把握しておかなくてはならないために、ノードの移動に弱いという欠点がある。

プロアクティブ型とリアクティブ型を組み合わせたハイブリッド型のプロトコルである ZRP[1]は、各ノードが数ホップ内でたどり着けるノードの集合をゾーンと定義する。ゾーン内に存在するノードに対してはプロアクティブ型のプロトコルを用いて経路を制御し、ゾーン外のノードに対してはゾーンの境界となる境界ノードに対してリアクティブ型のプロトコルを用いて経路の構築を行う。ZRP は、リアクティブ型とプロアクティブ型の長所を取り入れることで、上記の問題点を解決できるとされている。

(1) 位置情報を用いたプロトコル

位置情報を利用したプロトコルとして代表的なものに LAR[5]と GPSR[6]がある。

LAR は、終点ノードの平均移動速度と位置情報から、フラッディングをする範囲を限定することで、制御パケットの抑制を行っている。

GPSR は、隣接ノードの位置情報を保持し、パケットの転送時に終点ノードに最も近いノードに対してパケットの転送を行うことで、経路構築時に必要な制御パケットの抑制を行う。また、終点ノードに近づく隣接ノードが存在しない場合、右手の法則にしたがって転送先を決定する。

(2) リンクの品質を考慮したプロトコル

LQHR[7]は OLSR を拡張し、定期的に測定パケットを送信することで測定した信号対雑音比(SNR)と、無線 LAN カードの使用率の二つをメトリックとして経路を構築する。これによって LQHR は輻輳がなく、安定した経路の選択を行うことができる。

LSA-AODV[8]は、AODV にリンクの安定性を考慮した機能を追加し、不安定なリンクを利用しないことで効率の良い経路を選択する。

3 提案方式

以上を踏まえて、本提案方式では、ZRP に GPS 等によって取得した位置情報と、隣接したノード間の SNR、そして無線 LAN カードの使用率を経路構築のメトリックとして利用するように拡張したプロトコルを提案する。本提案方式の具体的なアルゴリズムを以下に示す。

3.1 リンク品質の測定と位置情報の取得

リンク間の SNR は、ZRP において隣接ノードと定期的に送信される測定パケットによって測定される。また、無線 LAN カードの使用率は、単位時間あたりにデータを送受信した量を LAN カードの処理速度で割った値を、閾値に従って high, middle, low の3種類に分けることで計算される。

各ノードは、ZRP がゾーン内の経路構築をする

“Study of Efficient Ad-hoc Routing Protocol Using Location Information and Link Quality”

[†]Ryo Miki · Future University Hakodate

[†]Osamu Takahashi · Future University Hakodate

際に用いるパケットに位置情報を付加することにより、ゾーン内の各ノードの位置情報とリンクを把握する。ただし、終点ノードの位置は予め知っているとして仮定する。

3.2 経路候補の作成

経路の品質を比較するために、終点ノードまでの複数の経路を作成する。送信ノードは、通信を行うときにゾーン内に終点ノードが存在するか確認する。存在しない場合、ゾーン内に存在する境界ノードのうち、終点ノードに近い境界ノードを幾つか選択する。次に、選択された各境界ノードと自ノードを結ぶ線を直径とした円を定義する。そして、保持しているトポロジを基にして、円の内部に存在するノードを用いた複数の経路候補を作成し、それぞれの経路を通る経路構築パケットを送信する。この際、経路構築パケットに用意したリンク品質を格納するフィールドには、全リンク中で最も低い SNR の値と、最も高いリンク利用レベルの値が自動的に格納されて転送される。

図 1 は、送信ノード(S)が終点ノード(D)に地理的に一番近い境界ノード(B)を選択して、S から B までの経路候補を作成するまでの手順である。S は、D から距離が一番近い境界ノードである B' を選択する(手順 1)。次に、S と B' を直径とする円を定義する(手順 2)。最後に、手順 2 で定義したエリアの内部に存在するノードのみで構成される経路をいくつか作成し、B' へ経路構築パケットを送信する(手順 3)。

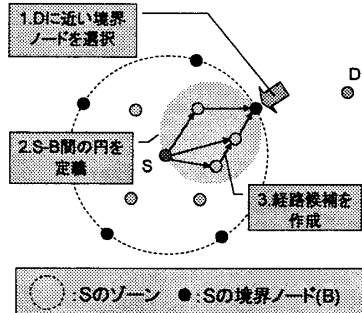


図1 提案プロトコルの経路候補作成手順

このようにして複数の経路構築パケットを受け取った境界ノードは、それらのリンク品質のフィールドの値を比較して、ゾーン内の最良の経路を選択する。選択の手順を以下に示す。

まず、信号対雑音比の値が設定した閾値を超えているかどうかを調べる。閾値を越えている経路において、リンク利用レベルの値を比較する。リンク利用レベルがすべて high である場合、構築パケットが最初にたどり着いた経路を選択する。そうではない場合、リンク利用レベルが high である経路を除外する。

次に、ホップ数の比較を行う。選別された経路におけるホップ数が全て等しい場合、リンク利用レベルが低い経路を選択する。そうでない場合は、

ホップ数が少ない経路を選択する。図 2 に、経路の選択手順をフローチャートに示す。

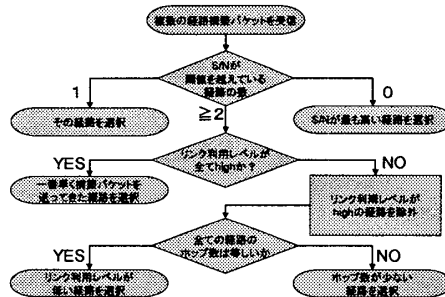


図2 経路の選択手順

これらの動作を、ゾーン内に終点ノードが見つかるまで繰り返す。

ゾーン内に終点ノードを発見した場合、同様に終点ノードまでの経路候補を作成し、選択を行う。最後に目的ノードは経路構築完了パケットを送信元ノードへ送信して、通信を開始する。

本提案方式は、GPS 等による位置情報の取得や、測定パケットを用いた SNR の測定が必要であるが、ZRP をベースにすることによる移動に対する柔軟性や、位置情報によって通信の安定性の向上と制御パケット数の削減、そしてリンク品質を用いることで通信の安定性の向上とスループットの向上が見込まれる。

4 まとめ

本稿では、位置情報とリンク品質を ZRP に適用したルーティングプロトコルの提案を行った。今後は本提案方式を NS-2[9]上で実装し、ZRP 及び既存プロトコルとの性能比較を行うことで有効性を検証する予定である。

今後の課題として、本提案プロトコルにおいての SNR 測定用パケットの数やゾーンの半径、無線 LAN カード使用率の測定時間の検討が挙げられる。

参考文献

- [1]Z. J. Haas, et al. "Zone Routing Protocol (ZRP)", IETF MANET Draft, 1998.
- [2]DSR:RFC4728 <http://www.ietf.org/rfc/rfc4728.txt>
- [3]AODV:RFC3561 <http://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt>
- [4]OLSR:RFC3626 <http://www.ietf.org/rfc/rfc3626.txt>
- [5]Young-Bae Ko, Nitin H. Vaidya, "Locatin-Aided Routing(LAR) in Mobile Ad Hoc Networks," MOBICOM1998, pp66-75, Dallas, Texas, October 1998.
- [6]Y. Owada, T. Suda, J.Prak and K.Mase, "Implementation of link stability-aware AODV and performance evaluation", Technical Report of IEICE Radio Communicaton Systems, RCS2007-7, pp. 35-39, Apr. 2004.
- [7]Ken Nakaoka, Makoto Oba, Shuji Tasaka. "LQHR: A Link Quality-based Hybrid Routing Protocol for Wireless Ad Hoc Networks", PIMRC'06, 2006
- [8]B. Karp, and H. T. Kung, GPSR : Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks, Proc. Of ACM/IEEE MOBICOM'00, 2000.
- [9]The Network Simulator (NS-2) <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>