

アドホックネットワークへの無線環境情報の利用に関する検討

5 D-2

堀沢 伸吾 小菅 昌克 昌山 一成 植田 哲郎 連池 和夫
ATR 環境適応通信研究所

1. はじめに

近年、新たなモバイルネットワークの形態としてワイヤレスアドホックネットワークの研究が進められている[1]。アドホックネットワークでは各端末がルータの機能を有することによりユーザが端末を持ち寄れば特定のノードを必要とせずに任意の時に任意の場所でネットワークを形成することが可能である。また、ユーザが自由に接続・離脱することが可能であり、スケラビリティに対して柔軟なネットワークを構築することが出来る。アドホックネットワークを新たなコミュニケーション手段として利用することも提案されている[2]。

前述の通りアドホックネットワークでは各端末がルータとなるため、ルーティングは重要な技術的要素の一つであり既に幾つかのプロトコルが提案されている[1][3]。本稿では、アドホックネットワークでは無線 LAN や Bluetooth 等の無線機器の利用をすることに着目し、ルーティングプロトコルに無線環境情報を利用することを考えその利用方法の検討を行う。また、市販の無線 LAN を利用して実際に無線環境情報を取得した結果を示す。

2. ルーティングプロトコル

ワイヤレスアドホックネットワークにおいて問題となるのは端末の移動や電波状態の変動によるネットワークトポロジの変化が頻繁に起こりうることである。そのためトポロジ変化時に迅速に新たなルートを構築できるようなプロトコル、もしくはルートの変更自体が起こりにくい、安定したルートを構築するプロトコルが必要になる。前者はオンデマンド型、後者はテーブル駆動型と呼ばれるルーティング方式により主に解決される。

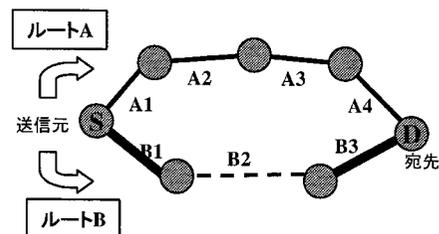
オンデマンド型ルーティングではパケットの送信を行う際にルートの検索を行う。オンデマンド型には通信を行わないときには制御オーバーヘッドが低いという利点があるが、通信端末数が増加すると制御オーバーヘッドが大きくなる、ルートの検索時間による遅延が大きいなどの欠点がある。一方、テーブル駆動型ルーティングでは各端末が定期的にルーティング情報をやり取りすることでルートを作成及び更新する。テーブル駆動型については、定期的に制御パケットを送受信するため常に一定の制御オーバーヘッドが発生することや、トポロジ変化時の適切なルートへの収束が遅い（ルーティング情報の配布周期に依存）などの問題があるが、オンデマンド型と比較して安定した通信を行いやすいと言える。

無線 LAN や Bluetooth などを用いた比較的狭い範囲でのアドホックネットワークの場合、ユーザ自身によるシャドウイングや、壁や障害物によるフェージングなどにより無線環境は大きく変動する。ここではルーティングに無線環境情報を適用することによる無線環境の変動に強いルーティング手法について述べる。

3. 無線環境情報の利用

一般的にルートの決定にはメトリックが使われる。メトリックとしては主にホップ数が用いられ、送信元端末は宛先端末までのホップ数が最も少ないルートを選択し使用する。しかし、ホップ数が少ないルートでも無線品質が悪いパスを通るような場合にはパスの切断やパケットの再送が発生し、ルートの変更も起こりやすくなる。そのため、多少遠回りでもホップ数が大きいルートを選択した方がよい場合もある。例えば図 1 ではルート A の方がルート

図 1 は無線環境とルートの図である。送信元 S から宛先 D までのネットワークを示している。送信元 S と宛先 D は丸で示されている。送信元 S から宛先 D までのパスは、ルート A (S-A1-A2-A3-A4-D) とルート B (S-B1-B2-B3-D) の二つがある。パス A1-A2-A3-A4-D は太い線で示されており、パス B1-B2-B3-D は細い線で示されている。また、パス B2-B3 は破線で示されている。図 1 の注釈によると、太い方が良く、細いものは切断されやすいとされている。



※パスの太さは無線環境を表す
(太い方が良く、細いものは切断されやすい)

図 1 無線環境とルート

A Study on the utilization of wireless link quality for effective routing in ad-hoc networks

Shingo HORISAWA, Masakatsu KOSUGA,
Kazunari MASAYAMA, Tetsuro UEDA, Kazuo HASUIKE

ATR Adaptive Communications Research Laboratories

Bよりホップ数が多いがルートBのパスB2の無線品質が悪いため、ルートAを選択した方がよい。よって、ルートの決定に無線環境情報も取り入れることで無線的に安定したルートを構築できることが予想される。

無線環境情報のルーティングへの利用方法については次の3つの方式が考えられる。

- (1) ルート上の各パスの無線品質の値をメトリックに換算し、その合計が最も小さいルートを選択
- (2) 各ルートの無線品質が最も悪いパス(ボトルネックとなるパス)の無線環境情報の値が、最も大きいルートを選択
- (3) (1)と(2)もしくはホップ数と(2)の組み合わせ

(1)の場合、ルート作成時にホップ数の代わりに無線品質によるメトリックを用いる。比較的簡単に実現できるというメリットがあるが、極端に無線品質の悪いパスを含むルートを選んでしまう可能性もある。例えば図1において、無線品質に基づきパスA1~A4のメトリックを{2, 2, 2, 2}、パスB1~B3のメトリックを{1, 4, 1}とした場合、ルートAのメトリックの合計は8、ルートBでは6となり、途中のパスが不安定であるにも関わらずルートBが選択されてしまう。これを回避する方法としては無線品質の値とメトリックの対応を非線形にするなどの対応関係の工夫が挙げられる。

(2)はボトルネックによる影響が最も小さいルートを選ぶ方式である。これにより無線品質の悪いパスを確実に避けることが出来るが、ネットワーク全体のトポロジを把握する必要がある。また(2)の方式のみでは“無線品質の悪い1ホップのルート”と“通常レベルの無線品質のパスからなる100ホップのルート”では後者を選ぶことになる。よって、(2)は(3)のように(1)やホップ数と組み合わせて使う必要がある。

4. 無線環境情報の測定

実際の通信環境における無線品質を調べるために、図2のようにして測定を行った。測定には市販の無線LANカードとノートPC、PDAを使用し、ユーザ自身が通信方向に向いている場合と背を向けてシャドウイングになっている場合について端末間の距離と受信電力の関係を調べた。送信電力は1mW、送信周波数は2.412GHzを使用し、マルチパスが頻繁に起こりうる屋内で測定を行った。結果を図3

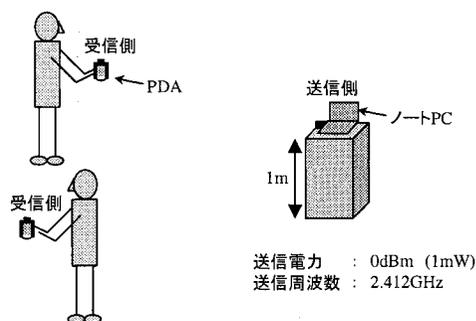


図2 測定環境

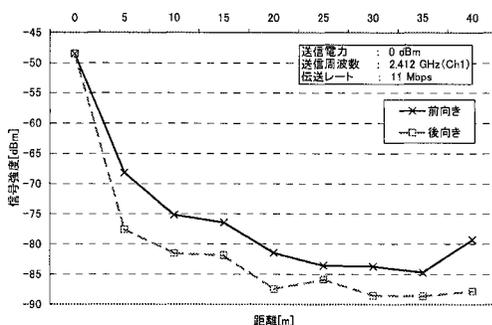


図3 測定結果

に示す。図3から、距離が離れるにつれて急激に受信電力が低下しているのが分かる。また、シャドウイングの有無によって7~10dBの受信電力の差が生じていることが分かる。

5. まとめ

無線環境情報をルーティングに利用する方法についての検討を行った。また実際の通信環境における無線品質を調査し結果を示した。

参考文献

- [1] C. E. Perkins, “AD HOC NETWORKING”, Addison-Wesley Pub, 2000
- [2] 門 他, “巡迴ノードを活用した無線アドホックネットワークの一構成”, 信学技報, RCS2000-44, pp. 43-48, June 2000
- [3] Mobile Ad-Hoc Networks (manet)
<http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>