

モバイルアドホックネットワークミドルウェアのシステム評価用環境構築に関する基礎実験

A fundamental experiment on a testbed for evaluating mobile adhoc network middleware

M-26

佐藤 善宣† 石原 進‡ 水野 忠則* 渡辺 尚*
Yoshinori Satoh Susumu Ishihara Tadanori Mizuno Takashi Watanabe

1. はじめに

近年、ノートPCやPDAなどの携帯端末、無線LANやBluetoothなどに代表される無線通信装置の発展・普及してきた。これに伴い、端末同士が基地局を介さずに通信し、特定の場所に集まった携帯端末同士が一時的に構築するネットワークであるモバイルアドホックネットワーク(MANET)の構築が現実的なものとなってきた。例えば、これらの特徴を用い、災害時における緊急通信や会議場での一時的なネットワーク構築への利用が検討されている。それに伴い、MANETの特徴を活かしたソフトウェアが種々考案されている。

ソフトウェア開発においては、実環境における動作検証が必要不可欠である。MANETソフトウェアにおいては、マルチホップでの通信、トポロジの変化に対応した動作が最も大きな特徴であり、これらが起こらない環境ではその特徴が活かされず、評価したことになる。しかし、実環境においてマルチホップ通信、トポロジ変化を起こすには広い場所と多大な労力が必要である。そこで、筆者らはMANETソフトウェアをより少ない場所・労力で評価するための環境構築について検討してきた[1]。しかし、[1]ではその環境で実際にマルチホップ通信、トポロジの変化などが可能であるかの検証は行っていない。本稿では実際に無線LANと端末を使用し、マルチホップ通信、トポロジの変化が可能であるかの検証を行ったので報告する。

2. MANET ソフトウェアのシステム評価

ソフトウェアの評価には、大きくシミュレーションによる評価と、実環境での実験による評価の2つの手法がある。MANETソフトウェアの評価においては、それぞれ以下のような利点・欠点がある。

シミュレーションによる評価

利点 実験・評価を行うために必要な場所・労力が少ない(比較的容易に実験・評価が行える)。

欠点 あくまでもモデルの評価にすぎない。実際の端末や無線通信装置を用いないことによる想定環境から逸脱した状況において、予期せぬ障害が発生する可能性がある。

実環境による評価

利点 実際の端末、無線通信装置、ソフトウェアを使用することによって予期せぬ障害の発見が可能であり、それに対して対策を立てることができる。

欠点 多数の端末や障害物を実際に用意しなければならない

い。

MANETソフトウェアを評価するにあたっての前提であるマルチホップ通信とトポロジ変化を発生させるには、広い場所と多大な労力を要する。

ソフトウェアのシステム評価を行うには実環境によって評価するのが最も良い。しかしながら、MANETソフトウェアのシステム評価の前提である、マルチホップ通信、トポロジの変化を起こすことが困難であるため、実験・評価を容易に行うことができない。

そこで、[1]で、筆者らは実際の通信機器を利用しつつ、なるべく狭い場所、少ない労力で実験・評価を行うことができる「電波強度制御によるエミュレーション」を提案した。

3. 電波強度制御によるエミュレーション

3.1 動作原理

現実のMANET上のソフトウェアの評価は、実際に端末を移動させて無線LANの通信範囲から出たり、入ったりして端末間の接続性を変更し、トポロジを変化させる必要がある。筆者らが提案する電波強度制御によるエミュレーションは、端末間の接続性の変化を無線LANの送信電力の変更により実現する。例えば、無線LANの送信電力を増加させることで、ある端末の他の端末への接近により新しい経路を発生させたり、送信電力を弱くすることで、ネットワークからの離脱を擬似的に再現することができる。また、端末を適切な位置に配置し、送信電力をきめ細かく制御すれば端末を全く移動させることなく様々なトポロジを再現できる。

3.2 シナリオによるトポロジのエミュレーション

本方式は、送信電力をあらかじめ決めたシナリオによって変更する。最初に各端末間を通信させておき、時間によって同期させ、一つの端末から一斉にシナリオを動作させることによってトポロジを変化させる。このことによって、少人数でエミュレーションを行うことが可能である。

3.3 実装 使用機器

本システムは、無線LAN(IEEE802.11b)カードとしてCisco Aironet AIR-PCM 352のカードを使用した。このカードでは、送信電力を0, 1, 5, 20, 30, 50mWの6段階に変更可能である。電波強度制御を変化させることによって端末の移動を擬似的に再現できる[1]。

また、端末のOSとしてLinuxカーネル2.4.5を使用した。

ルーティングプロトコル

† 静岡大学大学院情報学研究科

‡ 静岡大学工学部

* 静岡大学情報学部

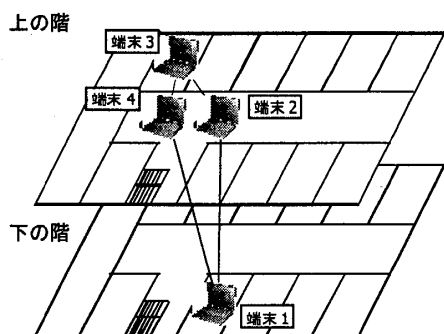


図1 実験のシステム構成図

現在、MANET 向けのルーティングプロトコルとして、DSR や AODV 等、様々なものが考案されている。本研究では、複数の異なるルーティングプロトコル上でミドルウェア等の動作確認を行えるように、ルーティングプロトコルを限定しない。今回の実験では、ルーティングプロトコルとして DSR を採用した。また、Linux での DSR の実装例[2]を利用した。

3.4 実験

以下の3つの実験により、本手法の基本的な動作を確認した。

実験環境

実験は建物内で行った(図1)。無線LANの最大通信距離は屋外で100m~200mと言われているが、建物内は天井や壁、扉の影響で無線の電波が届きにくく、通信距離は屋外よりも短くなる。端末1と3は建物の違う階の部屋内で、各々の端末同士が通信不可能な位置に配置した。端末2と4は、端末3と同じ階で、それぞれが端末1と3と通信可能な位置に配置した。

実験1: マルチホップ通信の検証

図1の端末1~3を使用した。ルーティングプロトコルにDSRを使用してアドホックネットワークを構成した。端末1から端末3にpingを送信し、通信可能であるか確認した。

実験結果: DSR を起動しない状態で所定の位置に端末を置いた場合、端末1、3間の通信はできなかった。次に、この状態でDSRによるルーティングをした場合、通信できた。また、この状態で端末2の送信電力をoffにした場合、通信できなくなるのを確認した。これより、マルチホップでの通信できているといえる。

実験2: トポロジ変化の検証

実験1の条件に端末4を加えた、図2に示すトポロジの変化を送信電力制御により試みた。初期状態は図2中の①である。まず、端末4の送信電力をoffとし、通信をできない状態にした(②)。次に、端末2の送信電力をoffにし、中間の端末が通信できない状態にした(③)。最後に端末4の送信電力を最大である50mWとした(④)。実験開始から、端末1から端末3へpingを送信し、通信ができるか確認した。

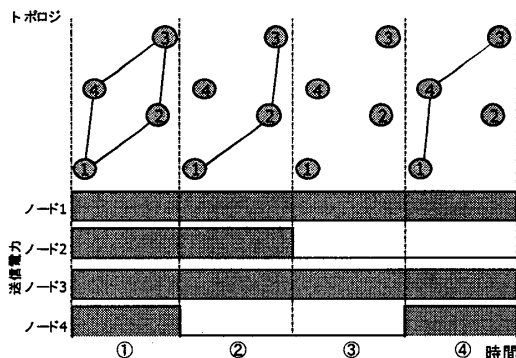


図2 シナリオによるトポロジの変化

また、各送信電力の変化のたびにtracertouteを行い、経路を確認した。

実験結果: 図2の③において端末1、3間で通信できなくなったが、④では通信ができるようになった。また、tracertouteによって経路を確認した結果、②と④では経路が違っていった。これより、トポロジが変化したと言える。

実験3: 基礎的な時間同期シナリオによるトポロジの変化

図1の端末1~4をntupdateを使用して、あらかじめ時間を合わせておく。次に、atコマンドを使用し、特定時刻に各端末をシナリオによって動作させるようにした。まず、端末4は60秒間、無線LANの送信電力をoffにした(図2②)。30秒後に端末2の送信電力をoffにした(③)。その30秒後に端末4の送信電力を50mWに戻した(④)。端末3は、端末1へpingを送信し続け、一定の時間間隔でtracertouteを行った。

実験結果: 実験2と同じ結果が得られた。これより、基礎的な時間同期シナリオによってトポロジが変化したと言える。また、この実験では、シナリオを特定時刻で動作するようにセットした後は、結果を待つだけであり、実験にかかる労力は格段に減った。

4. まとめ

MANET ソフトウェアの評価用環境構築のために、できるだけ狭い場所、少ない場所でマルチホップ通信、トポロジ変化をさせる実験を行い、その動作を確認した。これにより、あらかじめ適切な場所に端末を配置し、各端末の送信電力を制御すれば、少ない労力で、トポロジ変化を伴うMANET上のソフトウェア評価を行えることが確かめられた。今後は、多数のノードを適切な初期位置に配置し、時間同期によって制御するシナリオによって電波強度制御を行う予定である。

参考文献

[1] 佐藤 善宣, 石原 進, 水野 忠則, “モバイルアドホックネットワークミドルウェアのシステム評価用環境構築に関する検討,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 101, No. 678, pp. 225-231 (2002-3)

[2] picoNet, <http://piconet.sourceforge.net>