

SB-9-3 無線 LAN を用いたアドホックネットワークの品質測定

QoS Measurement for a Mobile Ad-hoc Network Using Wireless LAN

久住美保 五十嵐亮 間瀬憲一 中野敬介 柄沢直之 仙石正和

Miho Kusumi Ryo Ikarashi Kenichi Mase Keisuke Nakano Naoyuki Karasawa Masakazu Sengoku

新潟大学

Niigata University

1. はじめに

近年、携帯端末の多機能化、軽量化が進み、それに対応するネットワークも新たな局面を迎えつつある。その中で今、アドホックネットワークが注目を集めており、様々なルーティングプロトコルが提案されており¹⁾、実装に基づく評価もされている²⁾。本報告では、Linux2.2.12 をインストールしたノート PC に市販の無線 LAN カード (IEEE802.11b 準拠) を装着し、ルーティングプロトコルに Mobile Mesh を用いて、実際に無線 LAN アドホックネットワーク環境を構築した。そして、いくつかの品質測定実験を行い、無線 LAN アドホックネットワークで起こる現象を明らかにした。

2. Mobile Mesh

MITRE Corporation で提案された Mobile Mesh プロトコルは次の3つから構成されている³⁾。①MMLDP, ②MMRP, ③MMBDP である。ここでは①と②について説明する。

①MMLDP (Mobile Mesh Link Discovery Protocol)

MMLDP は隣接ノードを発見するためのプロトコルである。定期的に Hello メッセージをブロードキャストし、また、それを他のノードから受け取る。Hello メッセージには隣接ノードのインターフェースアドレスが記されており、その中に自身のアドレスがあるか否かで、そのノードとのリンクが一方か双方向か判断する。ある時間内(DeadInterval)に Hello メッセージを受け取れなかったら、そのリンクはダウンする⁴⁾。

②MMRP (Mobile Mesh Routing Protocol)

MMRP はリンク状態制御方式に基づくルーティングプロトコルである。定期的に LSP(Link State Packet) をブロードキャストする。LSP はルータ (LSP の送信源) の各インターフェース、MMLDP で得られた隣接ノードアドレス、そして、そのリンクコストの情報を持っている。その情報を基にルーティングテーブルを作成し、定期的に経路を計算し更新する。それにより、各ノードが、完全なネットワークトポロジー情報を保持する。また、LSP はホップ数が多くなると送信間隔を長く取る。これはトポロジー情報を広める事に関連するパケットの

オーバーヘッドを減らすためである⁵⁾。

尚、Mobile Mesh では、任意の IP アドレス設定やルーティングの動的な変更が出来ることを確認している。

3. 実験

今回、次の条件で netperf を用いてスループットを測定した。尚、試行回数は 10 回で値はその平均をとった。

■プロトコル: TCP,UDP

■計測時間: TCP,UDP とともに 10sec

■ソケットバッファサイズ: 65535byte

■UDP の送信メッセージサイズ: 1500byte

以下の実験を行った。

[実験1] 狭い空間で Mobile Mesh プロトコルが動作している端末数を増やしていきながら、ある端末間のスループットを測定する。

[実験2] 端末をマルチホップさせ、その時のスループットを測定する。次の二つの方法で行った。

■実験 2.1: 特定の端末に対して MMLDP の Dead Interval をゼロにし、電波が届きながらも、その端末とはリンクが確立できないようにすることで、マルチホップ通信を実現。ホップ数ごとにスループットと往復遅延時間を測定する。

■実験 2.2: 無線 LAN カードのアンテナ部分をアルミホイルで包むことで、擬似的に距離による電波の減衰を表し、マルチホップ通信を実現。ホップ数ごとにスループットを測定する。

[実験3] Mobile Mesh プロトコルを動作させている端末とは全く通信できないネットワークを新たに作り、そのネットワークで netperf を動かすことにより外乱を発生させ、Mobile Mesh 内の TCP のスループットを測定する。この時のマルチホップ通信は、実験 2.1 と同じ方法を用いて実現させた。

4. 測定結果と考察

実験1の結果を図1に、実験2.1で測定した往復遅延時間の特性を図2に、実験2.1, 2.2で測定したスループット特性を図3.1, 図3.2に、そして実験3の結果を図4に示す。

図1では、端末数が増えればルーティング制御パケッ

ト数は増加するが、7 台程度の端末数では、スループットにさほど影響は出ていないことがわかる。図2では、ホップ数の増加に比例して、往復遅延時間が増加している様子が見られる。

図3.1, 図3.2では、ホップ数の増加に反比例的にスループットが著しく低下しているのがわかる。

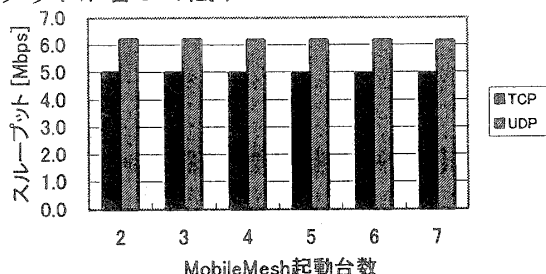


図1. 制御パケットの増加によるスループットの影響

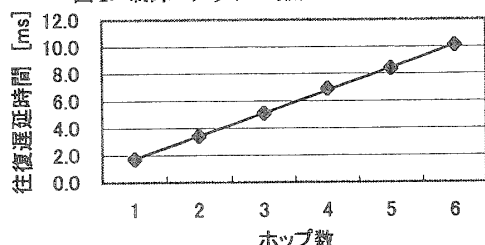


図2. ホップ数と往復遅延時間の関係

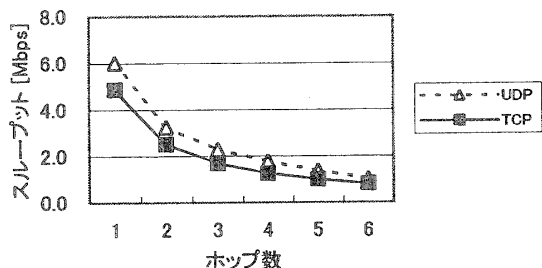


図3.1. ホップ数とスループットの関係 (アルミホイルなし)

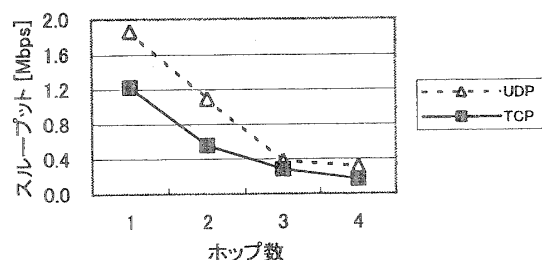


図3.2. ホップ数とスループットの関係 (アルミホイルあり)

この理由の一つとして、無線 LAN の半二重通信による影響が考えられる。有線通信のように、パケットを受信しながら他に転送することが出来ないため、1つのパケットを受け取って他に転送する間、次のパケットを受け取れない状態が起きている。3 ホップ以上でスループットがさらに低下する理由としては、CSMA/CA の影響が考えられる。また、図2.1, 図2.2 は、電波の減衰によっても、スループットが低下していることを表している。

これも無線 LAN 特有のもので、電波が弱まったとき、フレーム単位で変調方式 (伝送速度) を動的に変えているためである。図3.2で、UDP に比べて TCP のスループットが著しく低下しているのは、電波が不安定なため、TCP のフロー制御が行われていると思われる。

図4では、ネットワークにつながっていない端末間の通信が、他のネットワークに影響を及ぼす様子が示されている。

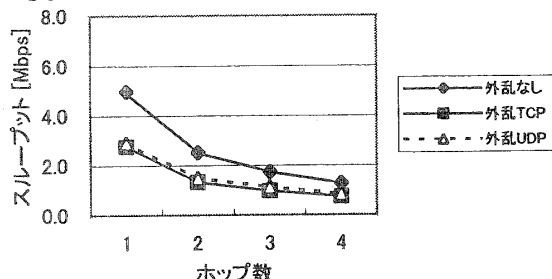


図4. 外乱とTCPのスループット

従って、これらの事から、無線 LAN によるアドホックネットワークでは、ルーティング制御パケットのフラグディングによる影響は軽微であり、ホップ数の増加, 距離による電波の減衰, そして実際その空間で行われているデータ伝送がスループットに大きく影響する事が言える。

尚, Mobile Mesh では MMBDP により有線ネットワークを利用することが可能である⁶⁾。従って、補助的に有線ネットワークを構築し、その有線端末の位置をホップ数を考慮に入れて効率よく配置すれば、上記の問題をある程度解決できることが予想される。

5. まとめ

本報告では、実際に無線 LAN アドホックネットワークを構築し、その動作特性から、より良いスループット特性を得るには、経路のホップ数の削減と通信距離、そして実際の伝送データ量を考慮にいたれたネットワーク運用が必要であることを示した。

6. 参考文献

- [1] 間瀬他, "モバイルアドホックネットワーク", 信学会誌, Vol.84, No.2, 2001.
- [2] 斉藤他, "モバイルアドホックネットワークにおける TCP の性能解析", 第61回情報処理学会全国大会, 6H-09, Oct. 2000.
- [3] http://www.mitre.org/tech_transfer/mobilemesh/
- [4] K.Grace, "MobileMeshLinkDiscoveryProtocol", Internet-draft, draft-grace-manet-mmldp-00.txt, 2000.
- [5] K.Grace, "MobileMeshRoutingProtocol", Internet-draft, draft-grace-manet-mmrip-00.txt, 2000.
- [6] K.Grace, "MobileMeshBorderDiscoveryProtocol", Internet draft, draft-grace-manet-mmdbdp-00.txt, 2000.