

## アドホックネットワークにおけるホップ数と電波強度について

梶俊光 三好力

龍谷大学理工学部

## 1 はじめに

無線通信技術を利用した様々なデバイスの登場により、モバイルアクセスの時代の到達が感じられる。通信形態としてはインターネットが主流となり、インターネットモバイルアクセスは、日々の生活に欠かせないものになっている。現在までに一般化している無線ネットワークは、そのほとんどが無線基地局などのインフラテクスチャを必要とするものである。これに対し、それらのインフラを必要としないネットワークがアドホックネットワークである。基地局がなくとも通信が可能ことから、災害時など基地局に障害が発生した場合に活躍が期待できる。しかし、基地局を持たないネットワークということで解決しなければならない問題が多く残されている。

アドホックネットワークのルーティングプロトコルは課題となる点がいくつかある。AODV方式、OLSR方式ではフラッティングを行った結果ホップ数が最小となる経路を選択するが、経路が複数ある場合には最適な経路が選択されていない可能性がある。複数経路の中から通信が安定している経路のみを選び経路構築ができればスループットが向上すると考えられる。

通信速度へ影響を与えると考えられる「電波強度」「ホップ数」の2点に関して検証を行い、実際にどれほどの影響があるのか検証を行う。

## 2 実験・評価

## 2.1 概要

本研究では、ns2(Network Simulato version2)を用いて実験を行う。

## 2.2 電波強度による通信速度の低下

## 2.2.1 実験目的

電波強度の変化が、どれだけ通信速度へ影響するかを検証する。電波は指向性を持たないものと仮定すると、電波強度は距離に反比例して減少していく。そのことを考慮して、端末から端末への送信時に距離を離していき、通信速度の変化を検証する。

## 2.2.2 実験手順

2つのノードを用意し、それぞれ送信ノードと受信ノードとする。2つのノードを10m離して通信を開始する。そのとき、送信ノードから受信ノードへは伝送速度11Mbps

で送受信を行う。受信ノードは実験開始から15秒後に秒速0.5mで送信ノードから遠ざかっていく。実験を1000秒間行い、最終ノード間距離は510mとなる。受信ノードのスループットは誤差を少なくするために5回行った実験からの平均とする。

## 2.2.3 実験結果

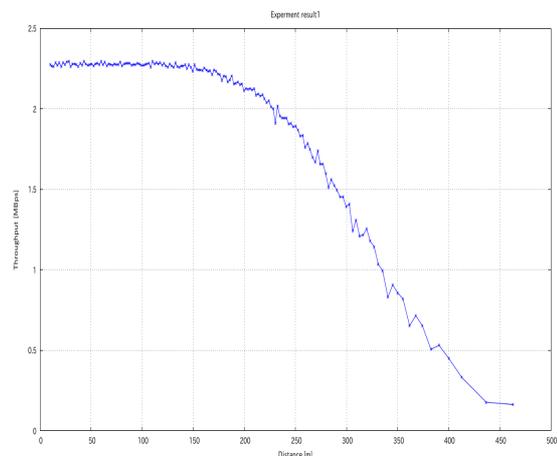


図1: 電波強度とスループット

図1より、電波強度がスループットに与える影響において、10m地点のスループットを100%とした場合、150m地点では99.72%となっておりスループット低下はほとんどおきていないことが確認できる。200m地点では94.59%、250m地点では82.97%となり緩やかにスループットが低下している。250m地点では80%以上のスループットが確保できているため、通信の実用範囲内だと考える。250mを境目にスループットの減少が大きくなっている。300m地点では62.29%、350m地点では36.53%とスループットが急激に減少していくことが分かる。400m地点では通信断絶が多くなっており、通信は実用的ではないと考えられる。

## 2.3 ホップ数による通信速度の低下

## 2.3.1 実験目的

ホップ数の変化が、どれだけ通信速度へ影響するかを検証する。上述した電波強度の検証より、安定した電波強度下で等間隔に端末を増やしていき、それによる通信速度の変化を検証する。また、同条件で電波強度が安定しない場合でも、検証を行い通信速度の変化を検証する。

study for signal strength and the number of hops in ad hoc networks

Toshiaki Hata, Tutomu Miyoshi : Ryukoku University

### 2.3.2 実験手順

送信ノードから伝送速度 11Mbps で宛先ノードへ TCP 通信を行う。送信ノードから宛先ノードの間にノードを等間隔に加えていき、経由するノードが増加するようにする。ノード間距離は等間隔にそれぞれ 150m, 200m, 250m, 300m, 350m とする。

### 2.3.3 実験結果

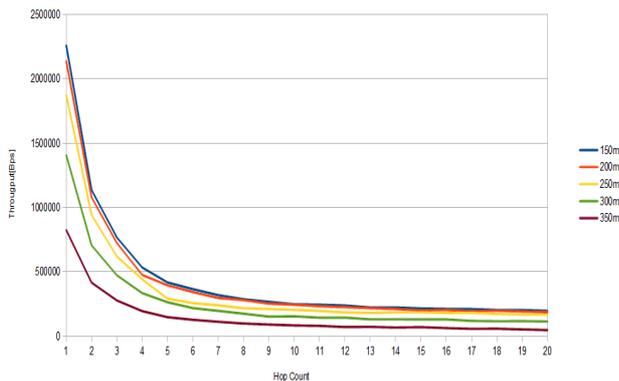


図 2: ホップ数とスループット

図 2 よりホップ数がスループットに与える影響は非常に大きいことが分かる。電波強度が強い状態での通信ほどホップ数が増加することによるスループット減少が大きいと考えられる。全体の減少傾向としては 5 ホップ目までは減少が大きく、それ以降は減少が緩やかになっている。3000m など大きく離れた場所と通信する場合には電波強度が強い状態ほどスループットが高くなる結果になった。

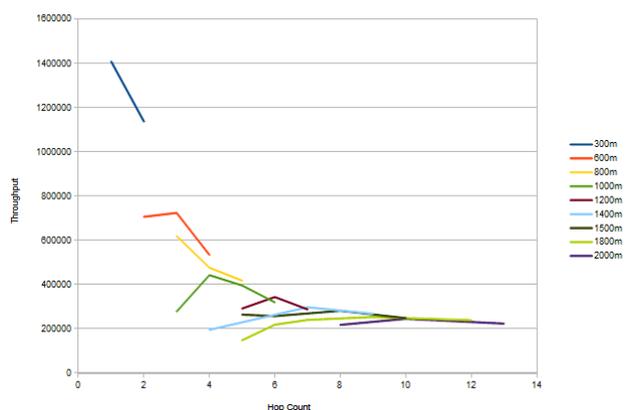


図 3: 距離毎のスループット

図 3 より、通信距離が近い場合では変化がないが、距離が離れている場合はグラフが山なりになっておりホップ数が多くても電波強度が強い方がスループットが高いことが確認できる。そのため、求める距離によって最適なホップ数は最小ホップ数でないことが確認できる。

## 5 考察

図 1 より、スループットは 3G 回線下でも 2Mbps を記録しており、250m 範囲内ならば十分実用可能範囲であると考えられる。通信範囲が 400m を超えると通信断絶が非常に多くなり、まともな平均値を出すことができない結果となった。そのため、450m を超えるとほぼ通信不可状態になると考えられる。実機での電波強度の減衰については電波の電界強度の低下だけでなく、波であるために空気の干渉、人などの電波遮蔽物、自身の電波以外に飛び交う電波等の様々な要因で電波強度はシミュレータの結果よりも減衰すると考えられる。図 2 より最低限の通信が可能となる 0.2Mbps ならば、3000m まで通信が可能になると考えられる。ホップ数の増加によってスループットの減少は著しく、電波強度の減少具合に比べても大きいことが分かる。そのため、既存のルーティングプロトコルでもホップ数が重視されていると考えられる。

図 3 よりシミュレータの理想環境で山なりの頂点になることが多かった。通信範囲が 1000m を超える場合は、ホップ数よりも電波強度が強い方がスループットが高くなる場合がある。ホップ数を算出したのは 200m 毎にノード間距離をとった場合のもので多くあった。山なりはホップ数が増えると傾斜が小さくなっていくため、アドホックネットワークで遠距離と通信する場合にはホップ数の増減によるスループットの変化は小さいものと考えられる。

## 5 まとめ

本論文ではアドホックネットワークにおける電波強度とホップ数によるスループットの変化を調べた。結果として、スループットに与える影響はホップ数が大きく、電波強度は一定まではスループットにあまり変化をおよぼさないと思われる。しかし、与える影響が大きいからといってホップ数のみを重視するよりは、電波強度にも着目することでより高いスループットを得ることができる事が実験により判明した。

今後の課題として、ホップ数増加に伴うスループットの変化では、常にノード間距離は一定であったが、実際のアドホックネットワークではそのようなことは起こりえないため、ノード間距離が一定ではない場合も考慮する必要があると考えられる。

## 参考文献

[1] 水野 秀樹著, NS2 によるネットワークシミュレーション入門 有線からワイヤレスアドホックネットワークまで

[2] 銭 飛著, NS2 によるネットワークシミュレーション

[3] The Network Simulator  
<http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-build.html>