

モバイルワイヤレス環境での QoS 及びトラヒック特性評価

理学専攻・情報科学コース 岩木 紗恵子

1 はじめに

無線 LAN が普及し、無線 LAN 対応機器が増加する中で、無線 LAN のリソース不足が問題となっている。無線 LAN は電波干渉に弱く、環境によっては性能が著しく低下することがある。扱われるデータ量は増大しているため、無線 LAN の Quality of Service(QoS) 制御が重要となる。したがって、無線 LAN におけるアプリケーションのトラヒックを計測し、アプリケーションの要求する品質を調査することや、無線 LAN の性能がどのような時にどの程度劣化するかの計測、無線 LAN を効率的に使用する方法の検討が必要である。

本研究においては、まず最初に、無線 LAN を使用するアプリケーションとしてシンクライアントシステムに注目し、そのトラヒックを計測した。次に、無線 LAN を効率的に使用できる方法として、既存の AP 選択方法に着目し、シミュレーションでの研究が実際の環境に適用できるかの評価を行った。具体的には、端末数が 1 台の時に、スループットが距離に応じてどの程度劣するかを計測し、AP に複数の端末が接続したときのスループットの振舞いを検証する。

2 シンクライアントシステムのトラヒック

2.1 シンクライアントシステムと既存研究

シンクライアントシステムとは、クライアント端末からキーボードやマウス操作の情報を受け取ると、サーバ端末が処理を行い、その結果をクライアント端末に帰すシステムのことをいう。したがって、クライアントからサーバには、キーボードやマウス操作などのインタラクティブデータ、サーバからクライアントには、画面の情報などのバルクデータが送られることになる。

既存研究 [1] において、有線環境ではクライアント端末におけるサーバ端末からのデータ到着送信間隔で、このインタラクティブデータとバルクデータの 2 状態に分類できるとしている。

今後は、有線網だけでなく、無線網でのシンクライアントシステム使用が増加すると考えられる。無線においては、有線と制御方法や通信性能が異なるため、このシンクライアントシステムのトラヒックを、無線環境で測定する必要がある。

2.2 実験環境と測定結果

シンクライアントシステムとしては、Windows に標準搭載されているリモートデスクトップを使用し、サーバとクライアントを直接イーサケーブルで接続した有線網環境、サーバと AP をケーブルで接続し、クライアントは無線で接続する無線 LAN 環境をそれぞれ構築した。インタラクティブデータとバルクデータを取得できる動作をあらかじめ決めておき、その動作を実行して、トラヒックを取得した。結果を図 1 に示す。

既存研究と同じように、インタラクティブデータとバルクデータの 2 状態を確認することが出来る。パケッ

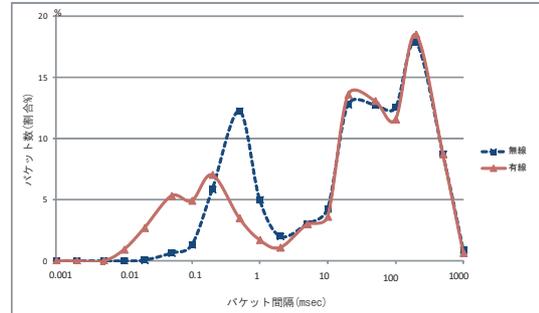


図 1: 有線網と無線 LAN のトラヒック

ト間隔の小さなバルクデータにおいて、無線 LAN のパケット間隔は、有線の場合と比較して 22% 大きくなっていた。また、解像度を変更して計測を行ったが、傾向は同じであった。したがって、無線 LAN のシンクライアントのトラヒックも、有線網の場合と同じように 2 状態で表せるといえる。

3 既存の AP 選択方法とその問題点

AP 選択方法とは、ある新規端末の周りに接続できる AP が複数あり、各 AP に既にいくつかの端末が接続している時に、新規端末がどの AP に接続するべきであるかを決定する方法である。伝送レートの低い端末が AP に接続すると、既に接続している端末を含むシステム全体のスループットを低下させてしまう Performance Anomaly 問題が知られている。

文献 [2] での AP 選択方法について説明する。新規端末は、移動できる距離が決められており、その距離内で自由に動き回ることが出来る。接続する AP は、その端末が接続することにより、システム全体のスループットが最大となるものとする。ただし、新規端末がある程度スループットを得られないと、呼損として扱い、接続しないこととする。

この研究は ns2 を使用したシミュレーションで行われているため、理想的な通信環境を前提としている。具体的には、AP と端末間の距離とスループットの関係には、文献 [3] で使用されている階段状のスループットを使用している。しかし、実環境では、干渉波の影響によりスループットは距離に応じてなだらかに低下すると考えられる。そこで、本研究では、まず、この距離とスループットの関係がシミュレーションと実環境でどの程度異なるかを検証し、その理由について詳しく検証を行った。

また、各 AP のシステムのスループットの合計値を、調和平均を用いて算出しており、各端末のスループットは同値になるとしているが、実環境では、端末の接続する位置によってスループットの合計値が一定にならず、各端末によってスループットが異なると考えられる。したがって、端末が複数台接続したときのシステム全体のスループットの振舞いについて検証を行った。

4 無線 LAN における距離とスループットの関係

4.1 スループット低下要因

MAC 層において、スループットが低下する理由は 2 点考えられる。1 点目は、MAC フレーム再送率が増加するから、そして 2 点目は、キャリアによる待ち時間が増加するからである。MAC フレームの再送は、ノイズなどの影響でフレームがうまく受信されない起こる。一方、無線 LAN で使用されている CSMA/CA は、フレームの衝突を避けるため、キャリアを検知すると他のフレームの送信は出来なくなる。干渉波が多い環境では、干渉波がキャリアとして認識されるために、フレームを送信するまでに待たなくては行けなくなる状況が発生すると考えられる。この場合の CSMA/CA モデルを図 2 に示す。シミュレーションにおいては、MAC フレームの再送については考慮されているが、キャリアによる待ち時間は考慮されていない。

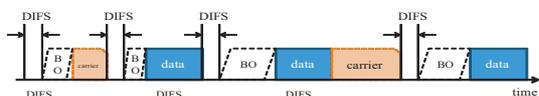


図 2: キャリアによる待ち時間

4.2 端末数が 1 台のときの振舞

干渉波の影響が大きいと考えられる屋外にて、IEEE802.11g において、伝送レートを 54/48/36/24/18/12/9/6Mbps に固定して、AP と端末の距離を 1m ずつ離して計測を行った。この結果を図 3 に示す。計測結果から、どの伝送レートにおいても、スループットは階段状ではなく、距離に応じてなだらかに低下することが分かる。

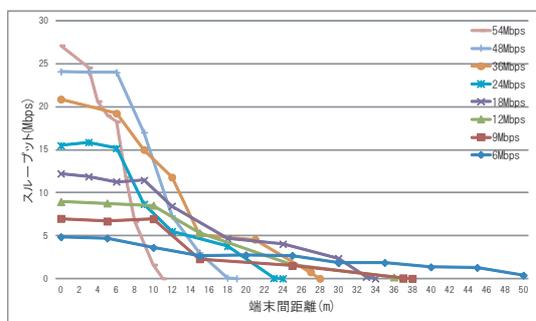


図 3: 距離とスループットの関係

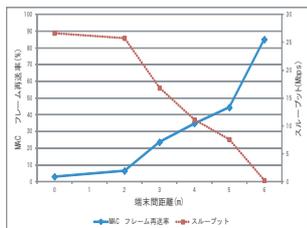


図 4: MAC フレーム再送率

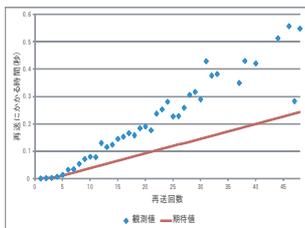


図 5: 再送回数とキャリアビジー

図 4 から、MAC フレーム再送率の増加とスループットには強い相関関係があることが分かる。また、図 5 の実線は理論的に計算される再送にかかる時間、そしてドットが実際に観測された再送にかかる時間である。実

線とドットの差分がキャリアによる待ち時間だと考えられ、この図から、キャリアによる待ち時間が発生していることが分かり、121% もの待ち時間が発生していることが分かった。このように、屋外のような干渉波の多い環境では、キャリアによる待ち時間が発生するためにスループットが低下する。

4.3 異なる伝送レートの端末が接続したときの振舞

AP との距離 0m 地点に伝送レートを 54Mbps に固定した端末 1(STA1) を設置し、伝送レートを 6Mbps に固定した端末 2(STA2) の距離を変化させたときの測定値を図 6 に示す。

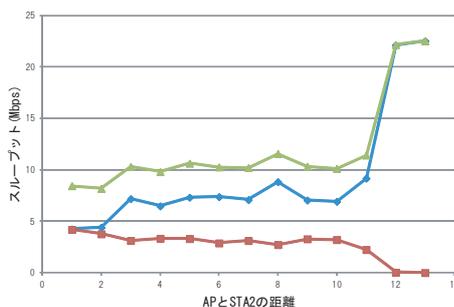


図 6: 複数の端末を接続したとき

シミュレーションにおいては、複数の端末が接続したときに各端末のスループットは伝送レートに関わらず同じになるとしているが、実際には STA2 の距離が離れるにつれ、STA2 のスループットが低下し、STA1 のスループットは上昇する。STA2 が離れ、AP が認識できなくなると、STA1 が 1 台で通信しているのと同じ振舞となる。

以上のことから、実際の環境ではシミュレーションでの実験結果が適応できず、図 6 のような複数台通信の振舞を考慮に入れた判断が必要であると考えられる。

5 まとめと今後の課題

無線 LAN 環境における QoS のために、有線網でのシンクライアントシステムトラフィックを無線 LAN でも評価を行い、無線 LAN 環境でも有線網での結果が適応できることを示した。また、シミュレーションで行われている既存の AP 選択方法が実際の環境でも適応が可能であるかの評価を行ったところ、シミュレーション環境と実機環境では、距離とスループットの関係が異なることが分かった。端末数が 1 台の時には、キャリアによる待ち時間の影響が大きいことを明らかにした。今後は、複数台の端末が接続したときの振舞を詳細に解析し、既存の AP 選択方法を実機環境で適応して、検証を行う予定である。

参考文献

- [1] 小川祐紀雄, 長谷川 剛, 村田 正幸: "シンクライアントトラフィックの性能向上のための遅延解析と TCP 層最適化", 電子情報通信学会 技術報告 IN2008-56, 2008
- [2] S. Miyata, T. murase, K. Yamaoka: "An access-point selection algorithm for user QoS and system optimization by user cooperative moving", 2011 Network of the Future Conference (NoF'11), 2011.
- [3] F.Miki, D.Nobayashi, F. Yutaka, I. Takeshi: "Performance Evaluation of Multi-Rate Communication in Wireless LANs", Proc. IEEE CCNC 2010, Jan. 2010.