

無線LAN通信における Context に基づいた輻輳ウィンドウサイズ設定手法の検討

飯尾 明日香[†]

小口 正人[†]

[†]お茶の水女子大学

1. はじめに

近年、使用用途に応じた様々なセンサの開発が進んでおり、自動車など無数の高性能センサが搭載された端末では、精密な周囲の環境情報を取得可能である。

一方で、WLAN(Wireless Local Area Network) 通信を行うそれらの端末における通信パラメータは周囲の状況に応じた設定がなされていないため、リソースを活用した効率的な通信を行っているとは言えない。

そこで、本研究では、上位層であるTCP(Transmission Control Protocol) の輻輳制御に着目し、ここに環境情報として周辺端末数を利用することで、通信性能を改善する手法を検討する。通常、TCP の輻輳ウィンドウサイズ(cwnd) は周辺の端末数に関わらず輻輳制御アルゴリズムにより動的に制御されているが、本稿では、各端末が Context に応じ cwnd を適切な値に固定して通信を行う独自の TCP を提案し、これを用いて通信を行った場合のスループットをシミュレーションにより測定し、評価を行った。

2. Context

Context とは「実体の特徴づけることのできるあらゆる情報」と定義されている [1]。ここでの実体とは、ユーザとアプリケーションの間のやり取りに関連していると考えられる人や場所、物のことを指しており、ユーザやアプリケーション自体も含まれている。

Context はさまざまなアプリケーションで利用することができることから、通信性能の改善にも利用可能であると考えられる。

3. 独自の TCP

通常、TCP では輻輳制御アルゴリズムにより cwnd を動的に制御している。しかし、本稿では Context として周辺端末数を利用し、各端末が初めから適切な cwnd に固定して通信を行うことで、通信性能の向上を試みる。そこで、式 (1) を用い、帯域幅遅延積 [2] を端末数に応じて平等に分けることで、公平かつ効率の良い通信を目指す。

$$\begin{cases} \text{帯域幅遅延積 [bit]} = \text{帯域幅 [bit/s]} \times \text{RTT[s]} \\ \text{cwnd} = \text{帯域幅遅延積} \div \text{端末数} \end{cases} \quad (1)$$

ここで、RTT (Round Trip Time) は往復遅延時間を表す。

4. 検証実験

4.1 概要

シミュレーションには、AP (Access Point) から等距離にある複数の端末が、AP を経由しサーバにパケットを送信するモデルを使用した (図 4.1)。このモデルにおいて、すべての端末数に式 (1) を適用し cwnd を定める独自の TCP と、比較対象として、一般的な TCP である TCP NewReno を用い、それぞれの端末数に伴うトータルスループットをネットワークシミュレータ OMNeT++ [3] により測定し、評価する。このとき、端末は端末数に応じて円周上に均等に配置している。また、広告ウィンドウサイズは十分大きい値に設定した。

シミュレーションパラメータを表 1 に示す。なお、ここでの RTT は OMNeT++ 上で設定するコネクションにかかる負荷のみを表した時間であり、実際の測定値とは異なる。

このモデルを使用し、まず、AP と端末間の距離 50m 時のトータルスループットを測定し、次に、距離 100m 時のトータルスループットを測定した。このとき、独自の TCP で式 (1) に用いる RTT は、AP と端末間の距離が 50m 時では 200msec とし、100m 時では 180msec とした。

シミュレーション結果をそれぞれ図 2、図 3 に示す。

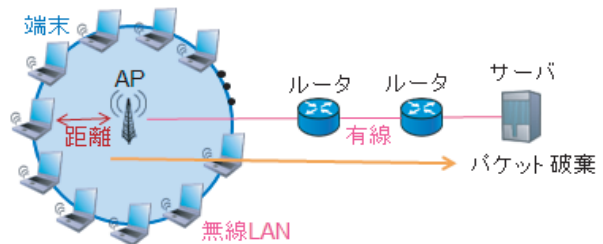


図 1: シミュレーションモデル

表 1: シミュレーションパラメータ

無線規格	IEEE8002.11g
シミュレーション時間	20sec
データレート	54Mbps
RTT	40msec
周波帯域	2.4GHz
最大セグメントサイズ	65,280Byte
広告ウィンドウサイズ	33,423,360Byte

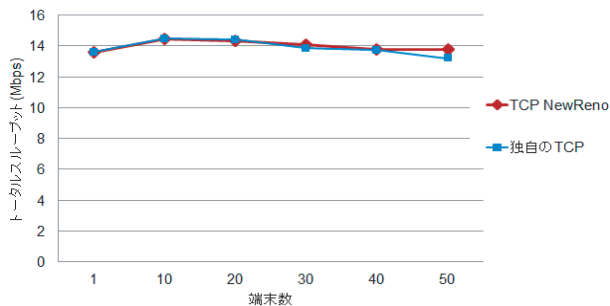


図 2: AP と端末間の距離 50m 時の性能比較

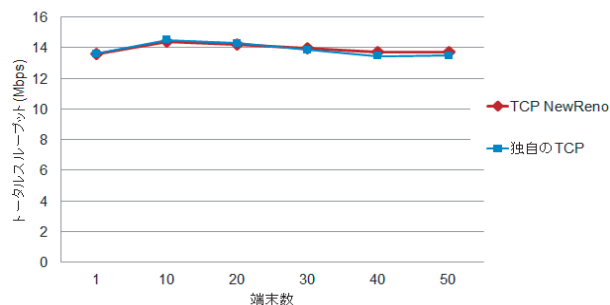


図 3: AP と端末間の距離 100m 時の性能比較

次に、AP と端末間の距離が 50 m の端末と、距離 100 m の端末を同数用意し、先ほどと同様に端末数に応じて円周上に均等に配置したモデルを考えた (図 4)．シミュレーションパラメータは表 1 と同等である．また、独自の TCP で式 (1) に用いる RTT は、40msec とした．

シミュレーション結果の図 5 における横軸の端末数とは、図 4 において距離 I に配置した端末数と距離 II に配置した端末数を足したものである．

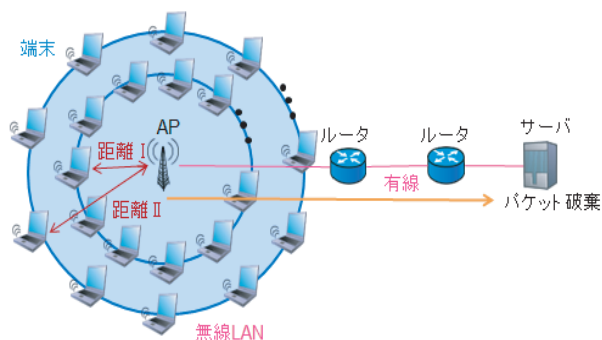


図 4: シミュレーションモデル

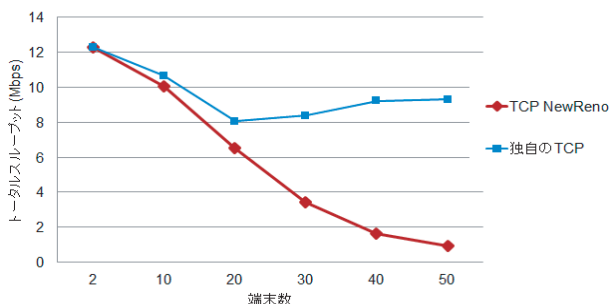


図 5: AP と端末間の距離 50m, 100m 共存時の性能比較

4.2 考察

図 2, 図 3 では、2 種類の TCP の性能はほぼ変わらないと言える．これは、簡単な WLAN モデルを用いて実験を行ったことから、TCP NewReno に大きな非効率が発生しておらず、cwnd の値の違いによる性能差が出にくかったためと考えられる．

一方で、端末の配置に 2 種類の距離を用いた環境では、独自の TCP の優位性がはっきりと現れている．このことから、より実環境に近い複雑な端末配置では TCP NewReno の輻輳制御が効率良く機能しておらず、端末数に応じて帯域を均等に割り当てた独自の TCP の性能が高くなったものと考えられる．

5. まとめと今後の課題

WLAN 通信環境において、一般に使用されている輻輳制御を行う TCP NewReno と、Context に応じて cwnd を適切な値に保つ独自の TCP を用い、端末数に伴うスループットをシミュレーションにより求め、性能を比較した．この結果から、すべて AP から等距離にあるというシンプルな端末配置の場合、従来の TCP では性能の低下が見られなかったが、実環境に近づけた距離が均一でない端末配置の場合にトータルスループットは大きく低下したため、従来の TCP では最適な通信が行われていないことがわかった．以上から、実環境では、帯域幅遅延積を周辺端末と平等に振り分けることで従来の TCP より良い性能での通信が可能であると考えられる．

今後は、式 (1) に用いる RTT の最適値を求める方法の検討や、AP からの距離に応じてデータレートが異なる環境についても評価を行う．さらに、端末の移動性を考慮したより複雑なモデルを用いてシミュレーションを行い、通信性能の向上を実現したい．また、最終的には、周囲の端末数が大きく変化した場合に、リアルタイムで通信パラメータを変更しその時の状況に適応した通信を行う TCP を実装したい．

謝辞

本研究を進めるにあたり、株式会社トヨタ IT 開発センターの Onur Altintas 氏、松本真紀子氏に大変有用なアドバイスをいただきました．深く感謝いたします．

参考文献

- [1] Day, Anind K., "Understanding and Using Context" (2001). Human-Computer Interaction institute. Paper 34.
<http://repository.cmu.edu/hcii/34>
- [2] W. リチャード スティーヴンス著、橘 康雄、井上 尚司訳 (2000) 『詳解 TCP/IP <Vol.1> プロトコル』ピアソンエデュケーション 327pp.
- [3] OMNeT++ :
<http://www.omnetpp.org/>