

4.3 実験結果と考察

図3に通信台数とスループット(平均と合計)の関係を示す。図3より、通信端末数を増やすと、合計通信速度が大幅に低下することが分かる。さらに、低下する台数も人工遅延時間によって違うことがわかった。

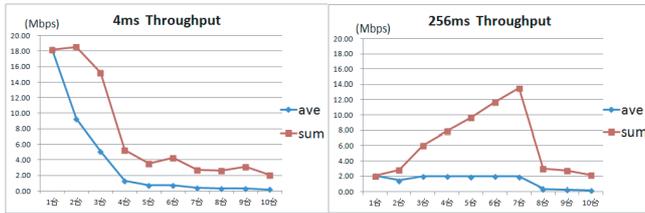


図3: 通信台数の変化によるスループットの平均値, 合計値

この原因を調べるために図4の輻輳ウィンドウ値とpingにより測定したend-to-endの往復遅延時間を見てみると、輻輳ウィンドウは所々落ちているものの比較的安定して高い値を保っており、性能劣化に大きな影響を及ぼしているとは考えにくい。それに対して、往復遅延時間の遷移を見てみると人工遅延装置で設定した有線部の遅延時間の値よりもはるかに大きな遅延が観察された。

このことから本実験の考察として、往復遅延時間の大幅な増加が通信速度の低下につながるのではないかと予想できる。そこで、カーネルモニタで取得するパラメータに往復遅延時間とその最小値を追加し、常時観察できるように変更した。

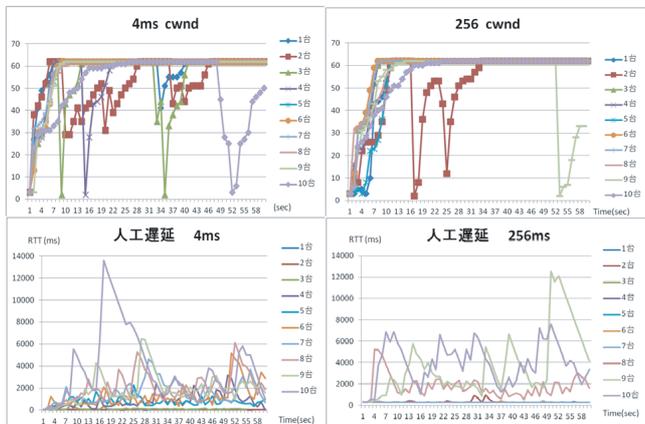


図4: 輻輳ウィンドウと実際の遅延時間の遷移

5. 往復遅延時間と通信性能に関する検証実験

5.1 実験概要

往復遅延時間が通信性能に与える影響を明らかにするために、前節と同じ実験環境において変更後のカーネルモニタを導入したAndroid端末を用いた実験を行った。

5.2 実験結果と考察

有線部の人工遅延時間16msでAndroid端末を10台で通信させた時のスループット、カーネルモニタで取得した往復遅延時間の遷移を図5に示す。グラフから、スループットが高いところでは遅延時間は大きく、逆にスループットが低いところでは遅延時間は小さいという対比が見られた。

このことから、前節で予想した通り往復遅延時間の大幅な増加が通信性能劣化の大きな要因だと考えられる。

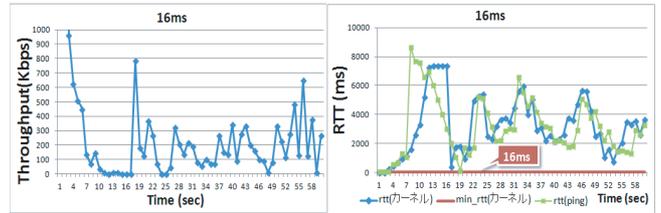


図5: スループットと往復遅延時間の遷移

よって、通信速度を向上させるためには、往復遅延時間の増減を考慮した制御が有効であると言える。

6. 提案ミドルウェアの概要

ここで、本研究で提案する通信制御ミドルウェアの概要を説明する。

変更前のミドルウェアでは、発信部と受信部に分かれて、それぞれで制御を行っていたが、本研究では、実際に最適化チューニングを行う受信部においてもカーネルモニタの読み込みが必要となったため、この受信部と発信部を一括にまとめることで、導入や制御の簡単化を実現した。

図6に示すのは変更後のミドルウェアの構成である。通信中はカーネルモニタを常時監視し、RTTとその最小値を取得する。取得した値をもとにRTT/最小値でRTTの増減の比率を求める。また同時に、パケットを受信し、他端末の通信状況を把握してトラフィックを予測する。RTTの比率と通信台数の情報をもとに、外部プロセスから制御可能なprocインタフェースを用いて輻輳ウィンドウの上限値と下限値を設定し、最適化チューニングを行う。

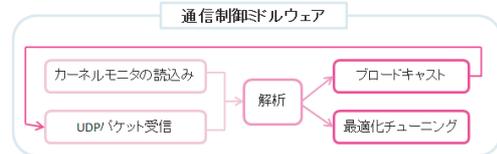


図6: 変更後のミドルウェアの構成

7. まとめと今後の課題

本研究では、同時通信端末数が多い環境において合計通信速度が大幅に低下する問題に着目し、輻輳ウィンドウ値に代わる制御パラメータとして往復遅延時間(RTT)を用いる手法についての考察を行った。実験の結果から、輻輳ウィンドウ値以上に往復遅延時間の大幅な増加が通信速度の劣化につながるとわかった。よって、その往復遅延時間の増加の比率を制御のパラメータとして取り入れ、より最適な帯域見積りを行う通信制御ミドルウェアを提案した。

今後の課題としては、提案ミドルウェアの実装および多端末環境での評価実験を行いたい。さらに、制御する上での細かい最適化チューニングを行い、より性能を高めていきたい。

参考文献

[1] <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=2237315>
 [2] 平井 弘実, 山口実靖, 小口正人: Android 端末を用いた周辺端末からの情報に基づく協調的制御手法の提案, DICOMO2012, 7H-2, 2012年7月。