

CoMPACT Monitorを用いたパケット遅延推定の研究

A Study of Packet Delay Estimation by CoMPACT Monitor

杉谷勇斗
Hayato Sugitani

中川健治
Kenji Nakagawa

渡部康平
Kohei Watabe

長岡技術科学大学 大学院 工学研究科
Graduate School of Electrical Engineering, Nagaoka University of Technology

1 まえがき

インターネットの急速な普及に伴いネットワークの通信品質 (Quality of Service ; QoS) が重要視されている. QoS 指標の一つである遅延の測定において, 一般的な Active 測定や Passive 測定ではフロー毎の遅延をスケラブルに測定することは困難であるが, 既存研究で提案されている Change of Measure based Passive/Active Monitoring (CoMPACT Monitor) [1] はスケラブルにフロー毎の遅延を推定することが出来る. 本稿では, CoMPACT Monitor のユーザパケット観測法を改良することで遅延推定の精度を向上した.

2 CoMPACT Monitor

CoMPACT Monitor は, Active 測定から得たプローブ遅延を, Passive 測定から得た対象とするユーザパケット数データにより測度変換することでフロー毎の遅延推定ができる. 全ユーザに対して一つのプローブパケット流を使用し, Passive 測定は 1 点での観測で計測が可能であるため, スケラブルである.

$Y(j)$ を時刻 s_j に到着した j 番目のプローブパケット遅延とし, プローブパケット到着 s_j からユーザパケット測定間隔 δ の $[s_j, s_j + \delta)$ 間に到着したユーザ k のパケット数を $\rho_k(j)$ とする. $Y(j)$ と $\rho_k(j)$ を用いてユーザパケット遅延推定値に測度変換する.

パケット測定間隔 δ でカウントするパケット数に上限値を設け, ユーザパケット量に応じた δ の値を用いて測度変換をする CoMPACT Monitor を改良した手法が提案されている.[2] プローブ毎にユーザ k のパケットカウントが上限値に達したときの間隔を $\delta_j (\leq \delta)$ とする. ユーザ k の遅延推定量を (1) とする.

$$Z(k, m, a) = \frac{\sum_{j=1}^m 1(Y(j) > a) \rho_k(j) / \delta_j}{\sum_{j=1}^m \rho_k(j) / \delta_j} \quad (1)$$

δ が小さい場合はユーザパケット観測不足が発生し, δ が大きい場合にはプローブパケットと異なる遅延を経験しているユーザパケットのカウントが発生することから, 推定精度の悪化が課題として挙げられているが, δ の最適な決定法はまだ見つかっていない.[1][2]

3 パケット測定間隔の変更

式 (1) の $\rho_k(j)$ では, $[s_j, s_j + \delta)$ 間のパケット数をカウントしているが, パケット測定間隔を $[s_j - \delta/2, s_j + \delta/2)$ のプローブパケット到着前後に変更することでよりプローブパケット到着時近傍のユーザパケットをカウントすることができ, 推定精度は向上すると考えられる.

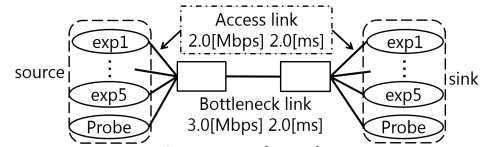


図 1 トポロジー

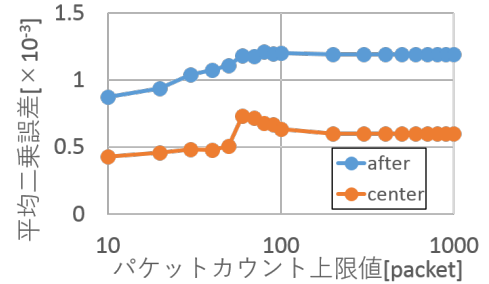


図 2 各手法ごとの exp1 に対する推定遅延の誤差

4 シミュレーション

従来の $[s_j, s_j + \delta)$ で測定する手法を after とし, $[s_j - \delta/2, s_j + \delta/2)$ で測定する手法を center とし対象ユーザの遅延を推定した. 図 1 にトポロジーを示す. シミュレーション時間は 100s とし, ノードから発生するトラヒックの送信区間と送信停止区間は指数分布に従う. 送信区間での送信レートは 1Mbps, 平均送信区間はすべて 1s, 平均送信停止区間はそれぞれ, 0.5s, 1s, 1.5s, 2s, 2.5s とした. トラヒックは UDP で転送され, パケットサイズは 500byte とした. プローブパケットは 1s 固定で送出し, パケットサイズは 64byte, δ は 0.5s とした. 推定対象を exp1 からの送出パケットとする.

exp1 の平均遅延は約 20ms であった. 図 2 に exp1 の遅延分布を真値として, 各手法から得た推定遅延分布との平均二乗誤差を示す. この図から, 推定精度は全てのパケットカウント上限値において center が上回った. 精度は各値において約 2 倍向上した. これは center が after に比べてプローブパケットと異なる遅延を経験しているユーザパケットの観測が少ないからだと考えられる.

5 今後の方針

ユーザ数を増やすなどのパラメータを変えたトポロジーにおいてのシミュレーションや, より推定精度向上する手法を検討する

参考文献

- [1] M. Aida, et.al., "A Change-of-Measure Approach ..." IEEE Trans on Inf Theory, 2008.
- [2] 菅野, et.al., "CoMPACT Monitor によるパケット遅延推定の精度向上の研究" 信越支部大会, 2014.