

複数フローのアクティブ計測によるバースト遅延時系列の推定

Estimation of Burst Delay Time Series by Active Measurement of Multiple Flow

広川 将吾
Shougo Hirokawa

渡部 康平
Kohei Watabe

中川 健治
Kenji Nakagawa

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

1 背景と目的

近年、インターネットサービスプロバイダーとユーザーの間においてネットワークサービス保証 (Service Level Agreements; SLAs) の重要性がますます高くなっている [1]. SLAs の遵守を検証するためにはネットワークにおける遅延やパケットロスについて詳細なデータが必要である。アクティブ計測においては、ネットワーク負荷の観点から試験パケット数を少なくする方が好ましいが、試験パケット数を少なくすると詳細なデータが得られないため、ネットワーク負荷と精度の間にトレードオフ関係が存在する。

ネットワークの複数の経路を同時に計測する場合、異なる経路を流れる試験パケットでも同一のキューに入れば同一のキューイング遅延を経験する。1つのフローあたりの試験パケットレートが少なくても、同じキューに入った複数の試験パケットフローの遅延時系列を統合すれば、詳細なバースト遅延を推定できる。本稿ではネットワークの伝搬遅延やトポロジーといった平時のネットワークの情報を持っていると仮定し、アクティブ計測による複数フローの情報を統合することにより、ネットワーク全体として本来計測に必要な試験パケットレートより少ないレートで遅延を推定する。

2 提案手法の説明とシミュレーションによる評価

複数フローのバースト遅延時系列を統合するためには、同じキューで起きたバースト遅延を抜き出す必要がある。バースト遅延が起きるキューに到達するまでの伝搬遅延とトポロジーは事前の調査により既知と仮定しているので、各フローの伝搬遅延の差を遅延時系列から減算することでバースト遅延の発生時刻と収束時刻が推定できる。この2つの時刻が一致するような一定の閾値を超えたバースト遅延を探索し、一致すれば統合する。統合がうまくいくためには複数のノードにおいて同時多発的にバースト遅延が起きないことが必要である。

Network Simulator 2 (NS-2) によるシミュレーションから得られた遅延時系列を用いて評価を行った。ボトルネックリンクにおいてバースト遅延が発生するネットワークモデルを NS-2 を用いて構成し (図 1), 試験パケットとして UDP フローを用いた遅延のアクティブ計測を行う。シミュレーション開始からノード 0~2 より 1ms ごとに送出される試験パケットをそれぞれフロー A, B, C とする。ノード 1 は 0.5 秒後から、ノード 2 は 1.0 秒後と 1.1 秒後から 20ms の間 500kB の UDP フローを送出する。1ms ごとの計測で得られた遅延時系列を一定確

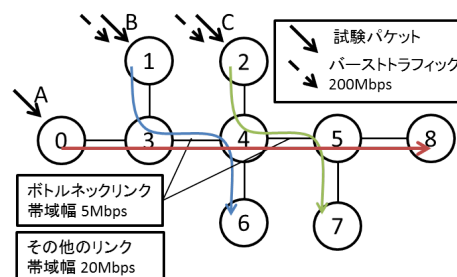


図 1 3つのフローが流れるネットワーク

率で抜き出し、擬似的に様々な送信レートを再現する。

各フローの遅延発生時刻と収束時刻が同じ遅延時系列を探索した結果、フロー A と B がノード 3、フロー A と C がノード 4 でのバースト遅延を経験した。提案法では、A と B, A と C の遅延時系列を統合し、1つの遅延時系列にまとめる。2つのフローを1つにまとめることは1つのフローの送信レートを2倍にすることと等しく、A, B, C から2つのバースト遅延時系列を推定することはB, Cの送信レートを2倍にして計測することに等しいと言える。B, Cの擬似的な送信レートが40kbpsの場合、B, Cがそれぞれ80kbpsの場合、レート40kbpsのAとB, AとCを使った提案法の場合について遅延の分位点をそれぞれ100回計測し、1msごとに計測した場合の遅延の分位点との誤差を平均値で評価した (表 1)。この結果から提案法は、試験パケット数を減少させても、送信レートを2倍にした場合と同程度の精度があることがわかった。

3 まとめと今後の課題

本稿では複数フローの情報を統合することで、ネットワークを流れる試験パケット数を抑えたバースト遅延時系列が得られることを示した。今後は、より大規模なネットワークのシミュレーションを行い、提案手法の有用性を検証する予定である。

参考文献

- [1] J.Sommers *et al.*, “Accurate and Efficient SLA Compliance Monitoring”, ACM SIGCOMM Comp. Commun. Rev., vol.37, no.4, p.109–120, 2007.

表 1 分位点による遅延の誤差比較 単位 [ms]

分位点	Bのみ	B×2	A+B	Cのみ	C×2	A+C
50 %	3.34	0.990	1.32	4.21	1.17	0.891
95 %	9.38	4.90	5.57	8.93	3.53	2.91
99 %	10.9	6.00	6.90	11.3	5.67	4.76