

複数フローアクティブ計測におけるパケット廃棄率推定の高精度化

Improvement of Packet Loss Rate Estimation for Active Measurement

村井 啓之介
Norinosuke Murai

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 Electrical Engineering, Nagaoka University of Technology

1 研究背景

ネットワーク技術の進歩に伴いインターネットサービスは高品質化が進み、プロバイダとユーザ間における Service Level Agreements (SLAs) の重要性は高まっている [1]. そのため、SLAs の遵守を検証することが重要であり、高精度なネットワーク測定技術が求められている. また、バースト遅延のような一時的に大きな遅延が発生した際に生ずるパケット廃棄事象は、サービス品質の劣化に直接影響するため、これを高精度に推定することは SLAs 遵守の検証にとって重要である. 一般にアクティブ計測は、複数のパスで並列に測定される. その測定精度は、プローブパケットレートとの間にトレードオフが存在する. 本稿では、複数のプローブフローを並列に流してアクティブ計測を行い、特定のフロー間で廃棄パケット情報を共有し、プローブレートを増やさず高精度にパケット廃棄率を推定する手法を提案する.

2 先行研究

ネットワークを流れるフローは、異なるパスを通じてパケットを送信している場合でも、同一キューを通過することで同様のキューイング遅延を経験する. 先行研究 [2] では、この性質を利用し同一のバースト遅延を経験したフロー同士でバースト遅延時系列内のプローブ情報の共有を行い、高精度に遅延時系列を推定する手法が提案された.

3 提案手法

本提案法では、同じバースト遅延を経験したフロー間でパケット廃棄情報を共有し補正を行い、フローのパケット廃棄率の推定を行う. あるフロー A でバースト遅延 $X_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ を経験し、廃棄パケット D が生じた場合における、提案法によるパケット廃棄率の推定手法を示す. はじめに、フロー A の送信パケットと受信パケットを比較し、廃棄パケット D を検出する. D の送信時刻からバースト遅延 X_i で廃棄されたことを特定し、 D を X_i の遅延時系列に加える. 先行研究 [2] の手法によって、フロー A と A 以外のフローが経験した X_i の遅延時系列内プローブ情報を共有する. 共有されるフロー数の差異から、各バースト遅延ごとで共有されるプローブ数に偏りがあるため、直後にパケット廃棄率推定を行うと精度の悪化を招く恐れがある. よって、各バースト遅延時系列内のプローブ数と廃棄パケット数に重み付けを行い、偏りを解消した後、フロー A の総プローブ数と総廃棄パケット数からフロー A のパケット廃棄率を算出する. 以上の操作をすべてのフローについて行う.

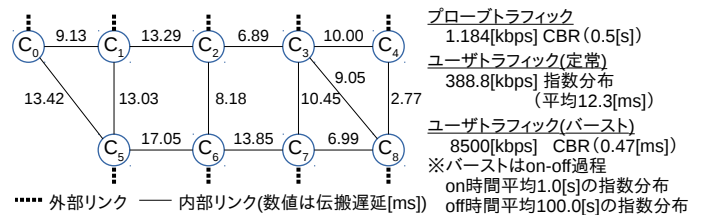


図 1 シミュレーションを行なったトポロジー

表 1 パケット廃棄率の真値

| フロー | 3-0 | 3-1 | 3-5 | 4-5 | 7-1 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|
| 真値 ($\times 10^{-3}$) | 1.60 | 1.69 | 1.48 | 1.64 | 1.47 |

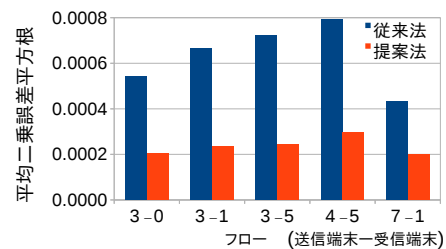


図 2 パケット廃棄率の平均二乗誤差平方根

4 シミュレーション

本稿では、図 1 のトポロジーをシミュレータ上で作成し、任意の 2 ノード間 (72 組) において、定常時とバースト時の 2 つのユーザトラヒックとプローブフローを発生させ、ユーザの定常トラヒックを真値としてパケット廃棄率の推定を行なった. パケット廃棄率の真値が大きかった上位 5 つのフローについて表 1 に示す. また、各フローの平均二乗誤差平方根を図 2 に示す. 提案法を用いたことで、従来よりも高い精度でパケット廃棄率を推定でき、従来法に対して平均二乗誤差平方根を約 1/2 以下に減少させたことが確認できる. これらの結果より、提案法によってプローブレートを増やすことなく高精度にパケット廃棄率が推定できることを確認した.

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP17K00008, および JP18K18035 の助成を受けたものである.

参考文献

- [1] J. Sommers *et al.*, "Accurate and Efficient SLA Coppliance Monitoring", ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol.37, no.4, 2007.
- [2] K. Watabe *et al.*, "Accurate Delay Measurement for Parallel Monitoring of Probe Flows", CNSM 2017.