

# 測度変換型品質計測技術の精度向上のための試験パケット間隔設計法

Design of Probe Intervals to Improve Accuracy of CoMPACT Monitor

渡部 康平<sup>†</sup>  
Kohei WATABE

本間 裕大<sup>‡</sup>  
Yudai HONMA

会田 雅樹<sup>‡</sup>  
Masaki AIDA

<sup>†</sup> 首都大学東京 システムデザイン学部

Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University

<sup>‡</sup> 首都大学東京大学院 システムデザイン研究科

Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

## 1 はじめに

ネットワークの QoS を評価する手法は、実トラフィックを直接計測する passive 計測と試験パケットを挿入して計測する active 計測に大別されるが、前者はスケラビリティがなく、後者はフロー毎の QoS を計測できないという欠点がある。著者らはフロー毎の片道遅延分布をスケラブルに計測する方法として両者を組み合わせた測度変換型品質計測技術 (Change-of-Measure based Passive/Active monitoring; CoMPACT monitor) を提案してきた [1]。

近年、active 計測の推定精度を向上するための試験パケット発生間隔設計法が研究されている [2]。本稿では、この方法を CoMPACT monitor の active 計測部分に適用し、その効果を検証する。

## 2 CoMPACT monitor の概要

CoMPACT monitor は試験パケット到着のタイミングで観測したネットワークの品質の観測値を、計測対象フローのタイミングでの測度に変換し、計測対象フローが経験する品質を間接的に推定する技術である。

仮想遅延を  $V(t)$ 、対象フローのトラフィック量を  $a(t)$  とすると、 $\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m 1_{\{V(T_n) > c\}} \frac{a(T_n)}{\sum_{i=1}^m a(T_i)/m}$  で片道遅延の経験分布を推定することができる。ここで  $T_n$  ( $n = 1, 2, \dots, m$ ) は  $n$  回目のサンプリング時刻を意味する。

## 3 準最適な試験パケット計測間隔

active 計測の試験パケット送出としては、ポアソン到着 (指数分布間隔) が広く使われてきた。しかし近年の研究 [2] は、試験パケットの影響が無視できることと観測対象の過程の自己共分散関数が凸であることを仮定すると、試験パケットの送出間隔としてガンマ分布を採用して推定精度を改善できることを報告している。この仮定の下では、送出間隔を固定値とする周期的な計測は推定値の分散を最小にするが、観測対象過程との周期の一致によるフェーズロック現象による精度低下が起こる。ガンマ分布は形状母数  $\beta = 1$  とすると指数分布に、 $\beta \rightarrow \infty$  とすると周期的な計測に一致するため、従来の指数分布間隔による計測と周期的計測の間をパラメトライズし、トレードオフの調節ができる。

## 4 準最適な試験パケット間隔の実装

図 1 に示すモデルでシミュレーションを行い、試験パケット間隔による効果を検証した。ユーザフローは UDP フローを計 20 本、試験パケットフローは 5 種類を各経路に 300 本ずつ流した。

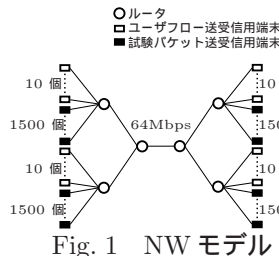


Fig. 1 NW モデル

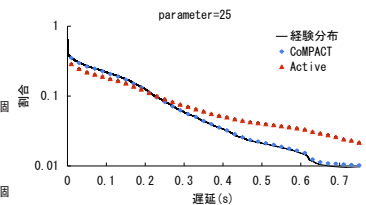


Fig. 2 補分布の推定

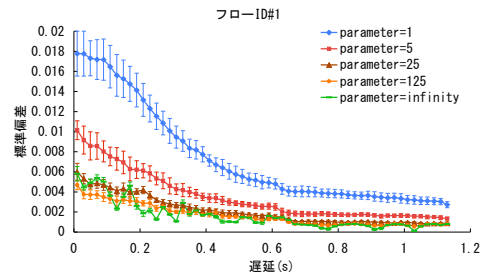


Fig. 3 推定値の標準偏差の挙動

複数のユーザフローの片道遅延の補分布の CoMPACT monitor による推定結果を確認したところ、いずれのパラメータについても真の経験分布の値を適切に推定できていることが確認できた (図 2 に  $\beta = 25$  の例)。また、観測対象の過程の自己共分散関数の凸性についても確認ができています。

パラメータに伴う標準偏差の挙動も観察した。図 3 は補分布の各推定点における標準偏差をプロットしたものである。パラメータの上昇に伴い、非常にきれいに標準偏差が減少している。 $\beta \rightarrow \infty$  ではフェーズロック現象が観察できる。

## 5 まとめ

試験パケットの影響が無視できる non-intrusive な状況では、CoMPACT monitor で片道遅延の補分布を推定した場合についてもガンマ分布間隔による試験パケット送出で推定精度が向上することが確認された。

## References

- [1] M. Aida, N. Miyoshi and K. Ishibashi, "A change-of-measure approach to per-flow delay measurement systems combining passive and active methods: On the mathematical formulation of CoMPACT monitor," IEEE Transactions on Information Theory, vol. 54, no. 11, pp. 4966-4979, Nov. 2008.
- [2] F. Baccelli, S. Machiraju, D. Veitch, and J. Bolot, "On optimal probing for delay and loss measurement," in Proc. Int. Measurement Conf. '07, San Diego, CA, Oct. 2007, pp. 291-302