

未知のトラフィック特性を持つネットワークの パケット廃棄率における IS 法を利用した推定手法

Packet Loss Estimation Using Importance Sampling in Networks with Unknown Traffic

寺内 将大
Masahiro Terauchi

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

ネットワークの通信品質を評価する上で、シミュレーションは重要である。高精度な評価のためにネットワークを精密にモデル化することが重要だが、実ネットワークでのトラフィックの精密なモデル化は困難である。また、精密なモデル化をしても、稀にしか発生しない事象の確率を推定する場合、高い精度で推定することは難しい。一方で、トラフィック特性が既知の場合、特性が異なるシミュレーションから高精度に評価する Importance Sampling (IS) 法がある。本稿では、未知なトラフィック特性の精密なモデル化をせず、簡易なトラフィックモデルのシミュレーションから高精度に評価する方法を提案し、パケット廃棄率の推定において、提案法の有効性を示す。

2 Importance Sampling 法

IS 法は稀事象の統計量を推定する際、その事象が発生しやすい条件でシミュレーションを行い、結果を統計的確率変換し、評価対象のネットワークでの発生確率に換算する [1]。IS 法では、稀事象がシミュレーション上で発生しやすくすることで、評価対象のネットワークを再現したシミュレーションより高精度な評価が可能である。しかし、評価対象のネットワークのトラフィック特性が未知の場合、変換を行えず IS 法は適用できない。

3 提案法

提案法は次に示す 3 つの条件を満たすシステムを前提とする。1) ネットワークにパケットが流入する。2) パケット廃棄事象は、トラフィック量に依存する。3) トラフィック以外のネットワーク構成は既知である。

以下に提案法の手順を示す。まず、評価対象のネットワークのトラフィックに加え、パケット廃棄が発生しやすい簡易なモデルのシミュレーションのトラフィックとパケット廃棄事象を測定する。そして、シミュレーションで発生した廃棄事象を統計的確率変換し、評価対象のネットワークのパケット廃棄率に換算する。変換を行うため τ , k のパラメータによりトラフィックを量子化する。 τ は変換する際に用いる過去の情報の期間を表す。また、 k は τ の分割数を表す。そして、量子化したトラフィックパターンの発生確率の比を用いて、シミュレーションのパケット廃棄率から評価対象のネットワークの廃棄率に変換する。 $\tau, k \rightarrow \infty$ の極限で、提案法の推定値は IS 法の推定値に収束する。

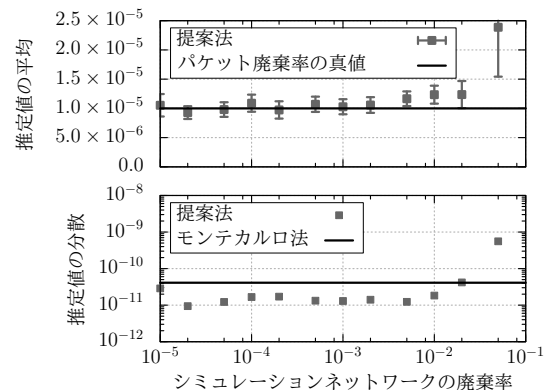


図1 提案手法によるパケット廃棄率推定

4 シミュレーション

MMPP トラフィックが流入する評価対象のネットワークにおいてトラフィック特性を未知とし、シミュレーションネットワークにポアソントラフィックを選び、提案法でパケット廃棄率を推定した。ここで、MMPP トラフィックの状態数は 2、各状態のトラフィック量はそれぞれ 100 packet/s, 339 packet/s, 平均滞在時間は 1.00s とした。また、各ネットワークの 1 パケットあたりの処理時間は平均 0.001s の指数分布に従い、バッファサイズは 10 packet, 測定時間は 2000s, $\tau=0.05$ s, $k=2$ とした。そして、30 回試行し、推定値の平均と 95% 信頼区間、分散を求めた。

結果を図 1 に示す。この図から、提案法により評価対象のネットワークの廃棄率を真値に近い値で推定可能な領域を確認できる。また、提案法によるパケット廃棄率の推定は、モンテカルロ法で推定した場合と比較し、推定値の分散が約 1/3 程度であることを確認できる。

5 今後の方針

今後は複数の経路から入力するネットワークについて提案法の有効性を検討する。

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] P. J. Smith et al., "Quick simulation: a review of importance sampling techniques in communications systems," in IEEE JSAC, vol. 15, no. 4, 1997.