

# 大規模ネットワーク分析のための フローレベルシミュレータの設計と実装

Design and Implementation of Flow-Level Simulator for Large Scale Network Analysis

浅井 亮太<sup>1</sup>  
Ryouta Asai

作元 雄輔<sup>2</sup>  
Yusuke Sakumoto

大崎 博之<sup>2</sup>  
Hiroyuki Ohsaki

今瀬 真<sup>2</sup>  
Makoto Imase

大阪大学 基礎工学部 情報科学科<sup>1</sup>  
Department of Information and Computer Sciences, School of Engineering Science, Osaka University  
大阪大学 大学院情報科学研究科<sup>2</sup>  
Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

## 1 はじめに

近年、ネットワークを構成するノード数の増加により、ネットワークの大規模化が急速に進んでいる。その結果、ネットワーク全体の挙動を理解することが困難になっており、大規模ネットワークの分析手法が求められている。大規模ネットワークの分析手法の一つとして、従来のパケットレベルシミュレータよりも高速にシミュレーションが可能な、フローレベルシミュレータが注目されている [1]。しかし、従来のフローレベルシミュレータは速度・精度・利便性において十分なものではなかった。本稿では、速度・精度・利便性の点で優れたフローレベルシミュレータ fsim (fluid-based network simulator) の設計と実装の概要を述べる。

## 2 フローレベルシミュレータ fsim

高精度なフローレベルシミュレータを実現するため、精度の高い流体近似モデル [2] を利用する。文献 [2] では、RED・TCP・伝送リンクの流体近似モデルが構築されているため、これらを利用する。

シミュレーション高速化のため、ネットワーク状態の変化速度に応じてシミュレーション実行のステップ時間を可変にする。具体的には、微分方程式の数値解法として、Runge-Kutta の刻み幅可変のアルゴリズムを用いる。ネットワークの状態変化が大きい場合にはステップ時間を小さくし、状態変化が小さい場合にはステップ時間を大きくする。これにより、シミュレーション結果の精度を一定に保ちながら、シミュレーションに必要な計算量の削減が可能となる。

高い利便性を実現するため、既存のパケットレベルシミュレータとの高い親和性を実現する。ネットワーク関係の研究者らの中で広く用いられている、ns-2 シミュレータ形式のファイルの入出力を可能にする。ns-2 のシミュレーションスクリプトの読み込みを可能にするとともに、ns-2 互換のトレースファイルを出力することを可能にする。これにより、シミュレーションスクリプト開発の負担を減少するとともに、ns-2 で利用されているさまざまな分析ツールの利用が可能となる。

## 3 性能評価

ステップ時間を可変にすることにより、シミュレーションがどの程度高速化されるかを、Linux 上に実装した fsim

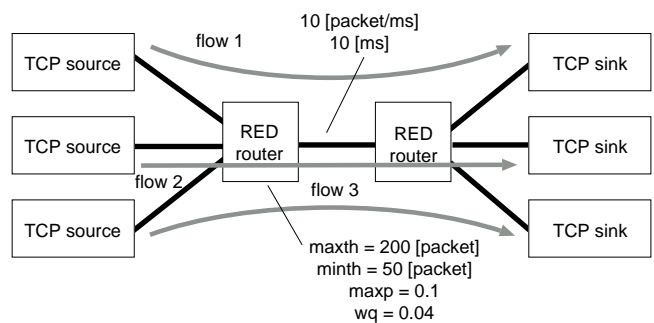


図 1: 実験に用いたシミュレーションモデル

シミュレータを用いて評価した。実験に用いたシミュレーションモデルを図 1 に示す。776 [Mbyte] のメモリを搭載した Pentium M 1.4GHz の計算機上で 15 秒間のシミュレーションを実行し、シミュレーションに要した時間を計測した。計測結果を表 1 に示す。表中には、比較のためパケットレベルシミュレータである ns-2 を用いた時の結果もあわせて示している。この結果から、ステップ時間を可変にすることにより、シミュレーション時間を約 50% に大幅に減少できたことがわかる。

表 1 シミュレーションに要した時間

シミュレータ	実行時間 [s]
ns-2	3.707 [s]
fsim (ステップ時間固定)	0.883 [s]
fsim (ステップ時間可変)	0.464 [s]

## 参考文献

- [1] Y. Liu, F. L. Presti, V. Misra, D. Towsley, and Y. Gu, “Fluid models and solutions for large-scale IP networks,” in *Proceedings of ACM/SIGMETRICS 2003*, pp. 91–101, June 2003.
- [2] H. Ohsaki, J. Ujiie, and M. Imase, “On scalable modeling of TCP congestion control mechanism for large-scale IP networks,” in *Proceedings of IEEE SAINT 2005*, pp. 361–369, Feb. 2005.