

B-7-49

# 拡散型フロー制御のスケラビリティ向上のための フロー集約方式の検討

Flow Aggregation Scheme Improving Scalability in Diffusion-Type Flow Control

日下 蘭子<sup>†</sup>  
Ranko KUSAKA

渡部 康平<sup>‡</sup>  
Kohei WATABE

会田 雅樹<sup>†</sup>  
Masaki AIDA

<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  
<sup>‡</sup> 大阪大学大学院 情報科学研究科  
Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

## 1 はじめに

拡散型フロー制御 (DFC) とは、近接作用に基づく自律分散制御技術であり、ノードの局所的かつ自律的な動作によって大域的に秩序だった輻輳制御を実現するフロー制御方式である [1]。DFC は局所的な動作規則によって動作し、ネットワーク規模に対するスケラビリティは高いが、フロー毎の制御のためフロー数の増大に対するスケラビリティ向上が課題である。この問題は、帯域の近い複数のフローをひとつにまとめ、DFC で処理するフロー数を低減することで解決できるが、同時にフロー毎の品質についても考慮する必要がある。本稿では、三つの異なるフロー集約方式について、フロー毎の品質の観点から比較検討する。

## 2 フロー集約方式の提案とその評価方法

いくつかのフローをまとめて DFC の制御対象としたフローを集約フローと呼ぶ。集約フロー内部のフローは DFC の制御を受けないため、フロー毎の品質の観点から、フローの帯域にばらつきが無い方が望ましい。本研究では、集約フロー数  $m$  が与えられたとして、以下に挙げる 3 つの異なるフロー集約方式について評価を行う。いずれの方式も、フロー毎の帯域が細い方から順に集約していくが、一つ目の本数均等方式は、各集約フロー内のフローの数が均等になるようにまとめる。二つ目の帯域レンジ均等方式は、対象フローの帯域のレンジを均等に分割してフローをまとめる。最後の割当帯域均等方式は、集約フローの帯域が均等になるようにフローをまとめる。

集約フロー内のフローの不均一性を評価するために、以下の評価関数  $E$  を用いた。

$$E = am + \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \left( \frac{L_i}{n_i} - F_{ij} \right)^2} \quad (1)$$

ここで  $a$  はパラメータ、 $m$  は集約フロー数、 $L_i, n_i$  はそれぞれ集約フロー  $i$  の帯域とフロー数、 $F_{ij}$  は集約フロー  $i$  内の  $j$  番目のフローの帯域を表す。式 (1) の右辺第一項は集約フロー数に比例した処理負荷を表す。また右辺第二項は、各集約フロー内のフローの帯域の不均一性を表す。本研究では、この評価関数に基づき、評価値を最小化するフロー集約方式を調べる。今回は集約フ

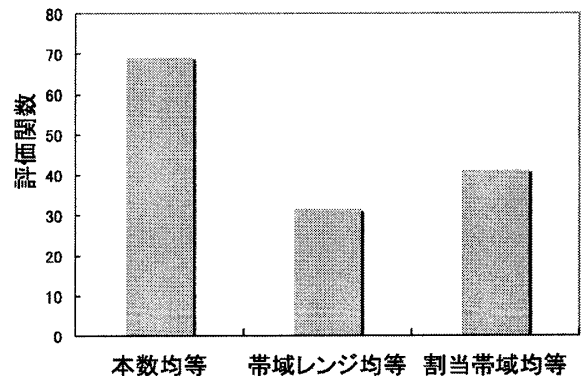


図1  $m=10$  の評価関数の結果

ロー数を固定しているため、実質的に集約フロー内のフローの帯域の不均一性の評価を与える。

## 3 フロー集約方式の提案の検証

評価においては、制御対象のフローの帯域が  $-3$  乗のべき分布に従うと仮定する [2]。フローの合計帯域は 12,286 Mbps、フロー数の合計を 9,325 本とした。図1に各フロー集約方式毎の評価関数を示す。ここで、集約フロー数  $m=10$ 、パラメータ  $a=1$  としている。この図より、この評価条件では帯域レンジ均等方式が優れていることがわかった。

## 4 おわりに

本稿では、フロー集約方法に関して、集約フロー数を固定した評価を行った。今後は、集約フロー数を変数とし、フローの不均一性とノードでの処理量のトレードオフの評価を行う。

謝辞 本研究は科研費基盤研究 (B) 21300027 および NICT 委託研究「新世代ネットワーク技術戦略の実現に向けた萌芽的研究」より研究費の援助を受けて実施した。

## 参考文献

- [1] 高野, 会田, “物理の近接作用に学ぶ: 拡散現象を指導原理とした自律分散型フロー制御技術,” 電子情報通信学会誌, vol. 91, no. 10, 875-880, Oct. 2008.
- [2] 細木, “次数分布がべき則に従うネットワークにおける回線容量割当手法の提案と評価,” 大阪大学基礎工学部情報科学特別研究報告, Feb. 2009.