

6L-01

# Diffserv AF 集約フロー内の公平な 帯域割当を意識したエッジルータの改善\*

秦野 智也 坂井 達彦 野田 陽子 重野 寛 松下 温 †  
慶應義塾大学理工学部‡

## 1 はじめに

近年、インターネット上での Differentiated Services(Diffserv) [1][2] の登場により、様々な形態のデータ通信が要求するサービス品質を柔軟に保証することが可能になりつつある。しかし、DiffServ AF PHB [3] を利用した帯域保証サービスは、契約単位ごとにフローを集約して Service Level Agreement (SLA) を実現するため、個々のフローの帯域割当が不公平となる問題が発生する。

本稿では、集約フロー内の公平な帯域割当を実現するために、エッジルータにおけるマーキング方式 (fair-rate-2CM) を提案する。また提案方式についてコンピュータシミュレーションによる評価を行い、その有効性を確認する。

## 2 集約フロー内の不公平な帯域割当問題

DiffServ ドメインのエッジルータにおけるマーキングは一般にサービス契約単位で行われる。そのため個々の Round Trip Time (RTT) の異なるフローの集約に対して 1 つの契約が結ばれた場合、RTT が異なることによって各フローの TCP 輻輳ウィンドウ増加速度に違いが生じるため、フロー間の帯域割当に不公平が生じる。しかし既存のエッジルータでは集約内の個々のフローの帯域割当量にかかわらず、契約全体の帯域使用量に応じて確率的にマーキングを行うために、そのような不公平な帯域割当を改善できない。

## 3 提案マーキング方式

### 3.1 Fair Rate

集約フロー内の公平な帯域割当量として、エッジルータで把握可能な契約帯域量と集約フロー数から下

式のように計算される Fair Rate (FR) を定義する。

$$FR = \frac{\text{契約帯域量}}{\text{集約フロー数}}$$

### 3.2 fair-rate-2CM

提案マーキング方式である fair-rate-2CM では、公平な帯域割当を実現するために、エッジルータの機能に個別マーカを加え、個々のフローが FR に達しない場合は、優先的に IN マーキングを行う。その後、集約マーカにおいて OUT マーキングのレートを調整する。

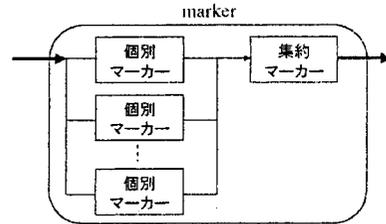


図 1: fair-rate-2CM

fair-rate-2CM は契約帯域量と同量の IN マーキングを行いつつ、FR に満たない転送速度のフローに対して優先的に IN マーキングを行うため、集約フロー内の帯域割当での公平性を改善することが可能となる。

## 4 シミュレーション評価

### 4.1 シミュレーション環境

提案方式の有効性を確認するため、network simulator ver.2 (ns-2) [4] を用いて既存マーキング方式の Time Sliding Window 2 Color Marker (TSW2CM) と提案方式の fair-rate-2CM とを比較するコンピュータシミュレーションを行った。

図 2 に示すシミュレーション環境で、6 本の TCP バルクデータ転送フローを、DiffServ ネットワーク内で契約帯域量 9 Mbps の 1 つの契約に集約する。この場合、FR は 1.5 Mbps となる。

\* An improvement of edge routers for fair-conscious resource allocation in DiffServ AF aggregated traffic

† Tomoya Hatano, Tatsuhiko Sakai, Yoko Noda, Hiroshi Shigeno, Yutaka Matsushita

‡ Faculty of Science and Technology, Keio University

評価項目は以下の2点である。

(1) 5つのフローのRTTを40msに固定し、残り1つのRTTを変化させた場合の、ネットワーク内におけるRTTを変化させたフローの帯域割当て量について提案方式と既存方式とを比較する。

(2) 評価(1)のS1-D1フローを100kbpsのUDPフローとし、集約フロー全体の帯域使用量を提案方式とフロー毎に個別にマーキングする場合とを比較する。

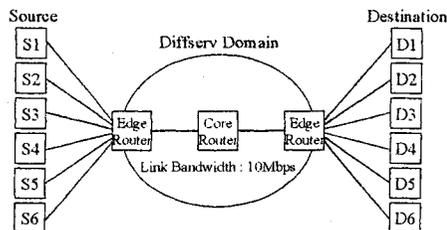


図2: シミュレーションモデル

## 4.2 既存方式との比較

図3で示すように、フローのRTTが増大するに連れ、既存方式はそのフローの帯域割当て量が著しく低下しているのに対して、提案方式はFRに近い値を維持している。このことから、提案方式は様々な環境に対して帯域割当ての公平性を改善することが可能であり、特にフロー間のRTTの差がより大きな環境において改善の効果が大きいことが分かる。

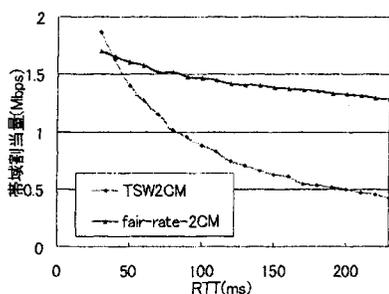


図3: フローのRTTの変化に対する帯域割当ての関係

## 4.3 個別マーキング方式との比較

個別マーキング方式は集約マーキングを行わないため、提案方式と比べてOUTマーキングの量が多い。したがって、図4で示すように、フローのRTTに関係

なく、契約帯域以外の余剰帯域利用率は提案方式の方が高い。このことから、提案方式は個別マーキング方式と比べて、常に帯域を有効利用できることが分かる。

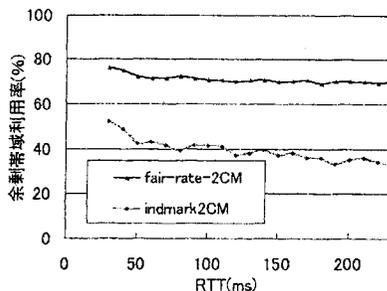


図4: フローのRTTの変化に対する帯域割当ての関係

## 5 おわりに

本稿では、Diffserv AF PHB 帯域保証サービスにおいて集約されたフローのRTTがそれぞれ異なる場合に、集約内の個々のフロー間で不公平な帯域割り当てが生じるという問題に注目し、その改善案として帯域割当ての公平性を改善する公平な帯域割当てを実現するfair-rate-2CMのマーキング方式を提案した。

シミュレーションの結果、既存マーキング方式と比べ、提案マーキング方式を用いた場合、帯域割当ての公平性を改善することができた。

また、個別にマーキングを行う方式と提案マーキング方式を比較した結果、提案マーキング方式は集約フロー全体の帯域使用量に関して、個別マーキング方式よりも効率的に帯域を利用できることが分かった。

以上から、提案方式は公平な帯域割当てを行うマーキング方式としてより適していると考えられる。

## 参考文献

- [1] IETF."Definition of the Differentiated Service Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers", RFC-2474, Dec,1998
- [2] IETF."An Architecture for Differentiated Service", RFC-2475, Dec,1998
- [3] IETF."Assured Forwarding PHB Group", RFC-2597, Jun,1999
- [4] <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>