

DiffServ におけるインセンティブを考慮した余剰帯域分配方式

Incentive based Surplus Bandwidth Allocation in DiffServ Networks

齋藤 匡志 甲藤 二郎
Tadashi Saito Jiro Katto

早稲田大学大学院 理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Waseda University

1. まえがき

近年の多種多様なトラフィック混在下の QoS(Quality of Service)制御技術として、DiffServ(Differentiated Services)がある。DiffServ では、SLA(Service Level Agreement)に基づいたクラス分けを行い、BA(Behavior Aggregate)と呼ばれるフローの集合を単位として制御を行う。DiffServ には、帯域等の QoS 要求を絶対保証するアプローチと相対保証するアプローチがあり、本稿では後者を対象に、ゲーム理論的なインセンティブを適用した余剰帯域の分配手法を提案する。

2. 従来手法

従来手法として TSW(Time Sliding Window)がある。これは平均スループットと CIR(Committed Information Rate)を比較してパケットの優先度を定める手法で、余剰帯域の分配は考慮していない。このため、帯域分配の比が CIR の比にならないという不公平性の問題が生じる。

また TSW を改良した ATSW(Adaptive TSW)[1]は、ネットワークの輻輳状態に応じて CIR を変動させる手法である。平均スループットと CIR が等しい場合に不公平性が生じないことを利用して、一定の割合で CIR を増減する適応的な制御で不公平性を解消している。しかし、固定閾値による制御のためパケットサイズ等のパラメータ変動に弱く、また入力側/出力側のエッジルータ処理が必要になる、という問題がある。

3. 提案手法

従来手法に対して、入力側エッジルータでの処理だけで不公平性を低減する手法を提案する。

まず、輻輳時のゲーム理論的な利得の最大化を考えると、自身はウィンドウサイズを下げず、他者がウィンドウサイズを下げるのが望ましい。しかしすべてのユーザがこのように振る舞うと、結果として輻輳は軽減されず利得の最大化は実現されない。そこで、提案手法では輻輳時にウィンドウサイズを下げることにインセンティブを持たせ、このインセンティブを利用して余剰帯域を公平に分配する。

入力側エッジルータでの処理の流れを示す。

- (1) パケットロスの検出
再送パケットの受信でパケットロスを検出する。
- (2) 貢献度の算出
ウィンドウサイズの減少による輻輳軽減の程度を評価し、貢献度として算出する。
- (3) 貢献度に基づくパケット優先度の設定

TSW によって優先度が低いと判断されたパケットであっても、貢献度に応じて優先度を高く再設定する。

ここで、 W をロス検出直後のウィンドウサイズの減少の影響を受ける高優先度パケット数、 $SIZE$ をパケットサイズ、 β をウィンドウサイズの減少率、 F を IBA あたりのフロー数、 R を平均スループットとすると、ウィンドウサイズを下げない場合に対する自粛パケット数 D は、

$$W = \frac{CIR}{SIZE} \times (1 - \beta) \times \frac{1}{F} \quad (1)$$

$$D = W + (W - F) + \dots + (W - nF) \quad (2)$$

$$\text{where, } n = (\text{int})(W/F)$$

となる。 D と TSW で低優先度に設定される確率との積をとることで、貢献度 G [パケット数] (優先度を高く再設定すべきパケット数) を次式で定める。この貢献度 G に従い、TSW で低優先度に設定されたパケットを高優先度に再設定する。

$$G = D \times \frac{R - CIR}{R} \quad (3)$$

4. シミュレーション評価

network simulator-2 を用いて、図 1 に示すトポロジでシミュレーション評価を行った。

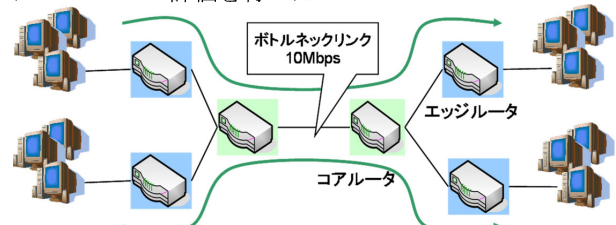


図 1 シミュレーショントポロジ

BA1 の CIR1=2Mbps, BA2 の CIR2=5Mbps, $F=10$ フロー, $\beta=0.5$, SIZE=(576Byte, 1000Byte, 1500Byte) としてそれぞれ 100 秒間のシミュレーションを行った。このときの従来手法と提案手法における BA1 と BA2 のスループット比 (理想値は CIR2/CIR1=2.5) を図 2 に示す。

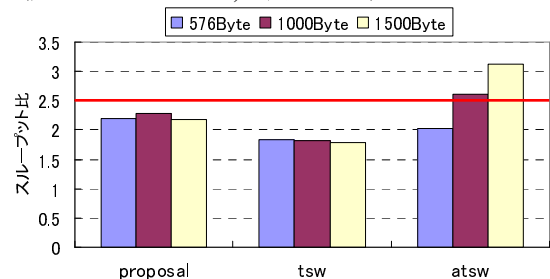


図 2 シミュレーション結果

図 2 より、提案手法によって TSW の不公平性が低減する一方で、ATSW のようなパラメータ変化による精度の低下が見られないことがわかる。しかし、提案手法の精度にも改善の余地があると言える。

5. まとめ

本稿では、DiffServ ネットワークにおける余剰帯域分配の不公平性問題に対して、ユーザの輻輳軽減動作にインセンティブを持たせたパケット優先度設定を行うことで、従来手法における不公平性を改善することができた。

6. 参考文献

[1] Eun-Chan Park and Chong-Ho Choi, "Proportional Bandwidth Allocation in DiffServ Networks," Proc. IEEE INFOCOM 2004, March 2004.