

アクセス回線の帯域幅によるベストエフォートサービスの差別化に関する検討

3V-2

山崎 育生 清水 敬司

NTT 未来ねっと研究所

1. はじめに

近年、インターネット上で品質保証型のサービスを提供しようという試みが数多くなされているが、その提供コストなどを考えるとホームユーザにはベストエフォートサービスが主流であり続けるのではないかと考えられる。しかし、ベストエフォートサービスであっても、ユーザの契約によってサービスを差別化することが求められると想定される。本稿では、この様な契約によるベストエフォートサービスの差別化を実現する方法を検討する。

2. ベストエフォートサービスの差別化

2.1. アクセス回線の帯域幅による差別化

将来多くのホームユーザが様々な帯域幅の広帯域アクセス回線で常時接続を行う状況を想定する。この時、例えば2Mbpsのアクセス回線を契約したユーザは、網の混雑時にも1Mbpsを契約したユーザよりもスループットが高いことを期待すると考えられる。そこで筆者らは、ボトルネックリンクにおける契約ユーザ毎の合計スループットを、契約アクセス回線の帯域幅によって差別化することが望ましいと考え、本稿ではそれを実現するための方式を検討する。ここで契約ユーザとは、アクセス回線を契約した主体（企業や学校などの団体、または個人）を指す事とする。

2.2. 既存技術を適用した場合の問題点

ルータのキューイング方式として FIFO (First In First Out) を使用した現在の網において、輻輳時のレート制御は網ではなく送受信端末に実装された TCP が行う。この TCP による輻輳時のレート制御では網の輻輳時に各 TCP フローのスループットが等しくなることを目標にしており[1]、統計的には等しく帯域が割り当てられる。ここで、アクセス回線以外のリンクがボトルネックになった場合、同時に多数の TCP フローを流した契約ユーザが合計スループットをより多く獲得する事となり、契約アクセス回線の帯域幅は全く反映されないという問題が生じる (図1)。

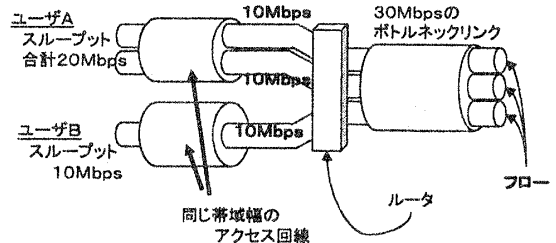


図1 契約アクセス回線が考慮されない例

一方、網が輻輳時のレート制御に関わる方法として FQ (Fair Queuing) と呼ばれる数々のキューイング方式が研究されてきた[2]。しかし、これを使用した際にも、スループットを等しくする単位のフローを同一契約ユーザが複数流せる場合には、前述と同様の問題が生じる。例えば、IP アドレスでフローを識別する場合には IP アドレスを多く持っているユーザが高スループットを得ることになり、契約アクセス回線の帯域幅を考慮に入れることが出来ず、不適切である。

前述の問題点を踏まえて、契約ユーザ毎のスループットの差別化を行うために、重み付け FQ(代表例 WFQ: Weighted Fair Queuing [3])を利用して契約ユーザ毎にキューを割り当て、それぞれのキューに契約アクセス回線を考慮した重みを与える方法が考えられる。その場合、①到着したパケットがどのキューに属するのかをクラシファイヤが判断して、②そのキューの重みを設定する必要がある (図2)。

まず、①の為には、各ルータは全ユーザに関する、契約ユーザと IP アドレスとの対応データベース (以後契約ユーザデータベース) を所持する必要がある。

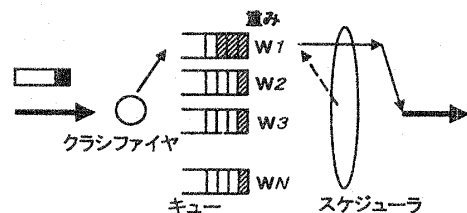


図2 重み付け FQ の概念図

“A proposal of the scheme that realizes differentiation of best-effort-services based on the contract”, Ikuro YAMASAKI, Takashi SHIMIZU, NTT Network Innovation laboratories

次に、②の為には、契約ユーザ毎に割り当てる重みを事前設定しておく必要があり、またその重みを変更する場合にはRSVP (Resource reSerVation Protocol) などを用いてシグナリング処理を行う必要がある。

これらはベストエフォートのトラフィックに対する制御としては、データベース量の点・及びシグナリング処理のオーバーヘッドの点で問題があると考えられる。

3. 提案方式

3.1. 提案するネットワークアーキテクチャ

提案するネットワークは大きく以下の三つの要素から構成される (図3)。

- A. 契約ユーザに対して、契約アクセス回線の帯域幅により差別化された重み W_c を設定する。
- B. 契約ユーザのアクセス回線を収容するエッジルータでは、契約ユーザが現在流しているフローを識別し、それぞれのフローに割り当てる重みを決め、そのパケットのヘッダにラベリングする。この際に、各フローに設定する重みの合計値が W_c を超えないように各フローの重みを割り当てる。
- C. 網内のコアルータは、輻輳が起こった場合にボトルネックリンクにおいてフロー毎の重みに比例した出力スループットになるような帯域制御 (重み付け出力制御と呼ぶ) を行う。その際には各フローの重みとして、到着するパケットのヘッダにラベリングされた重みを使用する。ここで、Cにおけるフローの粒度¹は、Bにおけるフローの粒度と同じにする必要がある。なお、この重み付け出力制御には重み付けFQを用いることが出来る。

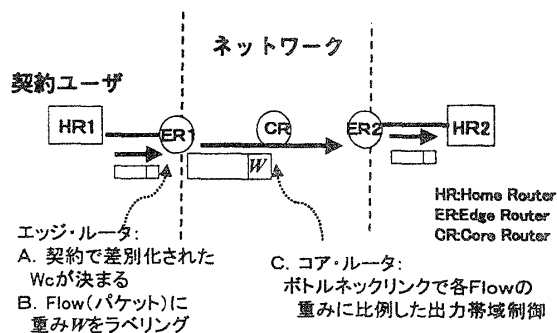


図3 提案ネットワークアーキテクチャ

¹ 例えば、送信側・受信側 IP アドレスの組が同じものを1つのフローとみなす。

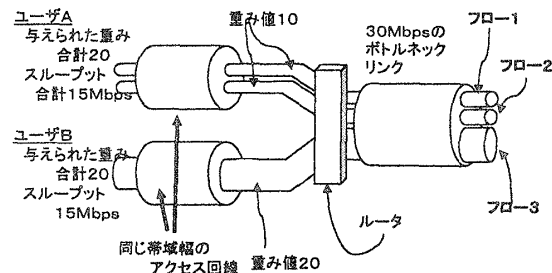


図4 提案方式のによる帯域割り当て例

3.2. 提案方式の効果

提案ネットワークでは、エッジルータにて割り当てられた重みが大きいフローの方が、ボトルネックリンクにおいて帯域をより多く割り当てられることになる。そして、契約ユーザに対する合計の重みが W_c で制限されているため、契約ユーザがフローを複数流した際には1フロー当りの重みが小さくなり、結果として得られる合計スループットが制限される (図4)。以上のことから、 W_c を契約アクセス回線の帯域幅により差別化することで、契約アクセス回線の帯域幅を考慮に入れたスループットの差別化を実現できると考えられる。

提案方式では、重み付け出力制御で使用する重みを転送されるパケット自体が運ぶことにより、ルータが契約ユーザデータベースを所持する事も、またキューに割り当てる重みの事前設定及びシグナリングを用いて重みの設定変更をする事も不要なため、ベストエフォートサービスとしての制御として適していると考えられる。

4. おわりに

本稿では、契約アクセス回線の帯域幅を考慮に入れた差別化ベストエフォートサービスを実現するため方式を提案した。今後は、パケットに付加された重み値を使った重み付け出力制御の具体的なメカニズムについての検討を行う。

参考文献

- [1] G.Hasegawa et al., "Fairness and Stability of Congestion Control Mechanisms of TCP", IEEE INFOCOM99
- [2] S.Keshav, "A Engineering Approach to Computer Networking", Addison-Wesley, ISBN0-201-63442-2A.
- [3] A.Demers et al., "Analysis and Simulation of a Fair Queueing Algorithm", ACM SIGCOMM 89