

## 多段リンクを跨ぐエンド-エンドの転送 QoS の分配方式

3Bb-6

趙 偉平 スワン ルンキーラティクン 浅野 正一郎

学術情報センター

## 1 はじめに

ATM-WANにおいて、複数リンクを跨ぐトラヒック制御は重要である。特に、QoS 保証が要求される場合にはCAC時に各リンクに要求された QoS を分配しセル遅延等の計算を行う必要がある。リンクのトラヒック転送遅延はそのリンクの容量、利用率およびリンク上の多重化したトラヒックの特性により決まる。一方、ATMの柔軟性が QoS をダイナミックに分配することができ、網資源の有効利用を促進できる。本稿では、転送遅延要求を基づく動的 QoS 分配方式の提案および評価を行う。

## 2 動的 QoS 分配方式

エンド-エンドの転送遅延は送信側から受信側に至る各リンクの転送遅延の総和である。バッファによるリンクの転送遅延はそのリンクの利用状態の関数であるが、一般的には、遅延と利用状態を表す利用率との関係が非線形である。呼を受け付ける時に、要求された QoS を各リンクに分配し、各リンクは分配された QoS を接続が生きている限り保証しなければならない。一つの接続のトラヒックが他の接続のトラヒックと共に多重化され、リンク上で転送され、また、リンク上のトラヒック状態が時間的に変わるので、トラヒックの転送遅延の揺らぎが生じる。従って、特定の時刻のリンクのトラヒック状態によって QoS を分配することは危険である。もっとも単純な分配方式としては、要求された QoS を平均的に各リンクを分配する方式があるが、各リンクの容量また利用状態が違うので、平均的な分配方式が有効ではない。

筆者らはATM-WANにおける多段リンクを跨ぐ呼のエンド-エンド転送 QoS を経路上の各リンクに動的に分配する方式を提案する。本方式では、呼の受付の段階において、要求された転送 QoS を各リンクにそのリンクの利用状態に応じて分配し、分配できないすなわち呼の QoS 要求が満たされない場合にはその呼を拒否する。帯域割当方法は呼のピークレートに基づく方法と呼の仮想帯域に基づく方法 [1] があるが、本研究では、仮想帯域に基づく方法のような多重化効果を利用した帯域割当方法をとること、また、送信側から受信側までの経路が不変であることを前提としている。

## 3 分配手順

ソースが接続のトラヒックの特性および QoS 要求を

網側に申告する。網側は申告したトラヒック特性とその時の網の状態を用いて要求された QoS を保証できるか否かを判断した上で接続の受付可否を決定する。受付の時に要求転送遅延を受信側から送信側への順に各リンクに分配する。まず、受信側の手前のリンクの保証できる転送遅延はそのリンク利用状態により計算され、要求転送遅延より小さければ要求転送遅延から保証できる転送遅延を引いた残留要求遅延を計算し次のリンクの計算に進む。このような計算を送信側の直前のリンクまで繰り返す。残留要求転送遅延が直前のリンクの保証できる転送遅延より大きければ、呼を受付する。すなわち、新たな呼に対して、 $\sum_i q_i \leq Q_0$  を満足すれば、当呼を受付する。ただし、 $q_i$  が送信側から受信側に至る経路上のリンク  $i$  の保証できる転送遅延であり、 $Q_0$  が要求された転送遅延であるとする。

## 3.1 予約利用率

新たな接続の追加または接続の削除によって、リンクの割り当てられた帯域が増加したり減少したりする。新たな呼を受付けた後に既に接続中の呼の要求された QoS が保証できないおそれがあるので、リンクの実際の利用率を用いて呼の要求 QoS を満たすか否かを判断することは不合理である。本方式では、予約利用率 (CUF, Criterion Utilization Factor) を導入しリンクの保証できる転送 QoS の計算を行う。CUF は実際の利用率より大きくかつリンクのトラヒック状態に応じて可変であるべきである。

## 3.2 予約利用率の増加と減少

網資源を最大限に利用するためにリンクの CUF を増加したり減少することが必要となっている。リンクの CUF を増加することはそのリンク上の保証できる転送 QoS を低下することを意味する。これに反して、CUF の減少はリンクの保証できる転送 QoS を向上させる。リンクの CUF を増加させる時にはそのリンク上の既に接続中の全ての呼に対して、新たな CUF の下で要求転送 QoS が満たされるか否かを確認する必要がある。接続中の呼の中に一つの呼の要求転送 QoS が満足されないとすれば、CUF の増加ができない。また、網資源を有効に利用するため、リンクの CUF がそのリンクの実際の利用率より大幅に大きい場合には、CUF を下げ、呼の QoS の分配額を多く分担すべきである。

新たな呼が到着する時に既に接続中の呼に割り当てられた帯域とその呼が必要となる帯域との和によって計算された利用率が CUF を超えれば、当呼の受付はできない。以上の場合には、受付可否を判断する前に

A Method to Assign End-end Transmission QoS to Links  
Weiping ZHAO, Suwan RUNGGERATIGUL and Shoichiro ASANO

National Center for Science Information Systems  
3-29-1 Otuska, Bunkyo-ku, Tokyo 112 Japan

CUFを増加しなければならない。

スイッチはあるリンクのCUFに $\Delta u_+$ を増やす前にそのリンクを使用している全ての呼の送信端末に increase request パケットを送出する。送信端末は increase request パケットを受け取った後に網に virtual connection request パケットを送ることによる既に存在している経路上でバーチャルCACを行う。バーチャルCACは、目標リンクが新たに増加されたCUFの保証できる転送遅延を用いて受付の可否を判断する以外は新たな呼に対するCACとの同じ手順をとっている。目標リンクの保証できる転送QoSの低下が他のリンクによって補償されないことによって virtual connection request が拒否される場合には refuse パケットを、また目標リンクのQoSが低下しても、要求QoSが満たされ、あるいはその低下は他のリンクによって補償されることによって virtual connection request を受付ける場合には confirm パケットを送信端末はスイッチに送る。スイッチは increase request パケットを送出した後一定の期間  $t_w$  の内に全てのソースから confirm パケットを受け取れば、目標リンクのCUFに $\Delta u_+$ を加える。 $t_w$ 間に少なくとも一つのソースから refuse パケットが届いているかあるいは全てのソースから confirm パケットが到着していなければ、CUF増加の企図を放棄する。

CUFの増加とは異なり、リンクのCUFの減少はそのリンクが転送QoSをもっと分担することによってそのリンクを使用している接続のエンド-エンドQoSを向上させることが可能であるので、操作する前にCUF増加の際に行うような確認は必要がない。

#### 4 数値例

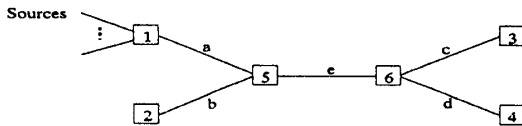


図 1: ネットワークモデル

図1に示されている簡単なネットワークを考察する。スイッチ1, 2, 3, 4はアクセススイッチで、スイッチ5, 6は中継スイッチである。スイッチ5, 6間のリンクeの容量を6Mb/s、他のリンクa, b, c, dの容量を4Mb/sとし、スイッチ1と2の間、スイッチ3と4の間のトラフィックを0、スイッチ2からリンクbとeを経由してスイッチ3と4へのトラフィックを3Mb/sとし、スイッチ1からのトラフィック量を変化させ、動的QoS分配方式DAQによるスイッチ1の呼損率とネットワークのリンクの利用効率を考察する。ここでは、単純化するため、各ソースからのトラフィックセルの到着規律を平均到着率32Kb/sのポアソン分布、スイッチ1に到着する呼の到着規律をポアソン分布、呼の保留時間の分布を指数分布とし、エンド-エンド平均転送遅延要求ROQの単位をリンクeのセル転送時間とする。ROQが10, 20, 40の場合に、DAQ方式と平均QoS分配AAQ方式による呼損率を図2に、各リンクの利用率を用いて算出したネットワークの利用率を図3に示す。図の横軸はスイッチ3と4に向かうリンクaの容量に

よる正規化したスイッチ1の負荷である。AAQに比べ、DAQの呼損率は半分以下に下がり、負荷の増加につれ、両方式の呼損率の差が大きくなるのがわかる。同様に、DAQのネットワーク利用率はAAQの方より高い。低負荷の時には両方式の差があまりないが、高負荷の時にその差が著しくなるのがわかる。また、転送遅延要求が厳しいほどDAQ制御による効果が高くなることも明らかである。

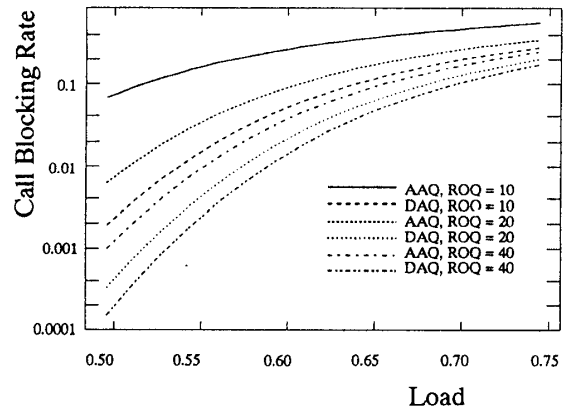


図 2: 呼損率 vs. 負荷

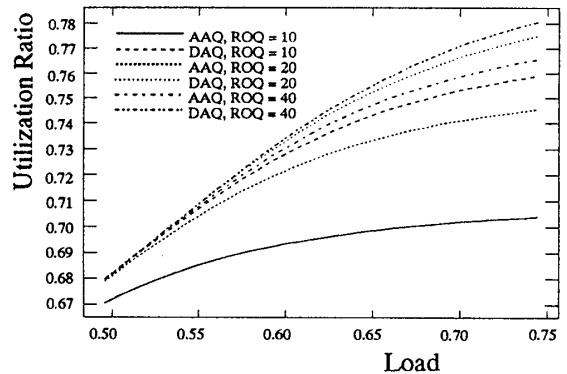


図 3: ネットワークの利用率 vs. 負荷

#### 5 おわりに

本稿では、多段リンクにおいて、QoSを保証しながらエンド-エンド転送QoSを経路上の各リンクに動的に分配し、QoSを負荷の重いリンクに小さく、負荷の軽いリンクに多く割り当てるDAQ方式を提案した。三段リンクを持つネットワークモデルについて評価を行った結果によって、DAQ制御は呼損率を抑え、ネットワーク全体の資源利用率を向上させることが可能であることがわかった。

今後は、バースト性のあるトラフィックについてシミュレーションによる評価を行う予定である。また、DAQの予約利用率を増加させる際の確認及び予約利用率の増加幅と減少幅によるオーバーヘッドに対する評価を行う予定である。

#### 参考文献

[1] 趙偉平, 浅野正一郎, 相澤彰子, “ATM網における仮想帯域に基づく受付方法”, 1993年電子情報通信学会春季全国大会講演論文集.