

Title	資源予約プロトコルRSVPにおけるWFQ法を用いた公平な帯域制御法
Author(s)	松永, 泰義
Citation	
Issue Date	2000-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1363
Rights	
Description	Supervisor:堀口 進, 情報科学研究科, 修士

資源予約プロトコルRSVPにおける WFQ法を用いた公平な帯域制御法

松永 泰義

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2000年2月15日

キーワード： QoS, RSVP, 帯域制御方式, 公平性, 待ち行列理論.

1 序論

近年, マルチメディア通信を行うために, 帯域を保証したネットワークが必要とされている. 動画像や音声をコンピュータネットワークを用いて転送するマルチメディア通信は, データ転送に大きな遅延が生じると満足できる通信を行うことができない. 遅延を抑えるためには, あらかじめ伝送路に帯域予約を行うことが必要となる. しかし, インターネットではベストエフォート(最善努力方式)型でデータ転送を行うIP(Internet Protocol)を使用するため, 良質なマルチメディア通信が期待できない. IPネットワークにおいて良質なマルチメディア通信を行うためには, IETF(Internet Engineering Task Force)が標準化を進めているRSVP(Resource reSerVation Protocol)などを用いて帯域予約を行う必要がある.

現在, 限られた帯域を多くのストリームが効率的に利用するため, 帯域制御の研究が盛んに行われている. 効率的な帯域利用には, 最大・最小帯域要求量を使用する方法が有効であると考えられている. また, 混雑時には, 新たなストリームの帯域予約を行うために, 帯域に余裕のあるストリームから帯域幅を調整する手法が提案されている.

従来の研究は, 混雑時の帯域の効率的な利用や新たなストリームの帯域割り当ての際の公平性については考慮している. しかし, ネットワーク状態に一貫した帯域割り当て法ではない. また, 新しいストリームを受け入れる場合, 既存のストリームから帯域を調整することにより, ストリームのQoS(Quality of Service)の低下が起きる可能性がある. そこで, 本研究ではWFQ(Weighted Fair Queuing)法に最大・最小帯域要求量を組み合わせたWFQMM(WFQ with the Maximum and the Minimum bandwidth)法を提案する.

WFQMM 法による帯域制御を行うことにより、多くのストリームに帯域予約のサービスを提供することができる。しかし、帯域予約が可能な時点ですぐに帯域予約を実行した場合、既存のストリームの QoS の急激な低下が起きる場合がある。そこで、QoS の急激な低下を防ぐ帯域予約開始時刻推定法を提案する。帯域予約開始時刻推定法では、待ち行列 $M/M/s$ モデルを用いてストリームの満足度（平均帯域量）をもとに帯域予約開始時刻を推定する。

WFQMM 法と帯域予約開始時刻推定法をシミュレータに実装し、満足度（平均割り当て帯域量）や帯域予約開始までの待ち時間における有用性を示す。そして、帯域予約を行ったストリームにパケットを転送し、遅延や転送量における有用性を示す。

2 マルチメディア通信

マルチメディア通信とは、コンピューターネットワーク上で動画像や音声などをリアルタイムに送受信する通信である。通常のデータの場合、データサイズが小さく、データの遅延が生じててもデータ受信に著しい問題点はない。しかし、マルチメディア通信では、データ転送の遅延はリアルタイムにデータを受信しているユーザーにとって非常に深刻である。そこで、良好なマルチメディア通信を行うために QoS (Quality of Service) を保証したネットワークが必要となる。QoS を保証するネットワークとは、主に帯域と遅延を保証したネットワークである。QoS を保証を行うネットワークには、ATM (Asynchronous Transfer Mode: 非同期通信モード) が挙げられる。しかし、ATM ネットワークでは、53byte の固定長セルを使用するため、そのまま IP パケットを利用することはできない。現在、ATM 上で IP を利用する IP over ATM の研究が進められている。一方、IP 上で帯域予約を行うために、IETF が RSVP の標準化を進めている。RSVP は帯域予約の手順を示したプロトコルであり、IP 上で動作可能である。

3 公平な帯域割り当て法

公平な帯域割り当てを行うためには、特定のホストやストリームがネットワークの独占を行うことを防ぎ、個々のストリームが必要な最低限の帯域を保証する必要がある。また、ストリームによって必要な帯域量が異なるため、全てのストリームに同じ帯域量が割り当てられることは望ましいことではない。そこで、帯域の割り当てに重みづけを行う WFQ 法に最大・最小帯域要求量を用いた WFQMM 法を提案する。

帯域割り当ての制御を行うことにより、より多くのストリームがサービスを受けることが可能であるが、既存のストリームの QoS が急速に落ちる可能性がある。そこで、割り当てられる平均帯域量を満足度と定義し、モデルとする満足度と比較することにより帯域予約の開始時刻を決定する帯域予約開始時刻推定法を提案する。また、ストリームの帯域予約を待ち行列理論を用いてモデル化を行う。

4 性能評価

WFQMM 法と帯域予約開始時刻推定法をシミュレータに実装し、ストリームの満足度と帯域予約開始までの待ち時間についての評価を行う。WFQMM 法を実装した帯域予約方式と最大・最小要求帯域量で帯域予約を行う場合と比較を行った。その結果、WFQMM 法により満足度を保ちつつ、待ち時間の削減をすることができた。また、WFQMM 法において、一定の ρ (トラフィック密度) で異なる窓口数 (サービスを受けることができるストリーム数) の場合、窓口数が多い方が高い満足度を得られた。そして、 ρ を評価することによりネットワーク状態を (i) $\rho \geq 1$ (ii) $\rho < 1$ の 2 つの状態に分類し、満足度と待ち時間の評価を行った。

ストリームに帯域予約を行った上で、パケットを転送し、パケットの遅延と転送量による評価を行った。WFQMM 法はベストエフォートにパケットを転送した場合に比較して、平均遅延を抑えることができた。また、WFQMM 法は最大・最小要求帯域量で帯域予約を行った場合に比較して、パケットの最大・平均遅延を少なくし、高い転送量を実現することができた。

5 結論

WFQ 法に基づいた公平な帯域割り当て法である WFQMM 法を提案した。そして、WFQMM 法の指標として満足度を定義し、ストリームの満足度を比較検討することによりストリームの帯域予約開始時刻を決定する帯域予約開始時刻推定法を提案した。本研究では、ストリームの帯域予約を待ち行列 $M/M/s$ を用いてモデル化を行い、シミュレータによる性能評価を行った。その結果、WFQMM 法は高いストリーム満足度とより少ない待ち時間で帯域予約ができることを示した。また、WFQMM 法はパケットの遅延を少なくし、転送量を増加させることができた。

今後の課題は、WFQMM 法を複数ルータを経由した帯域予約方式の実装と評価へと拡張することである。