

Title	GMPLSに向けたサイクル・リジット型トラヒックのQoS制御
Author(s)	齋, 真一郎
Citation	
Issue Date	2005-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/1935">http://hdl.handle.net/10119/1935</a>
Rights	
Description	Supervisor:日比野 靖, 情報科学研究科, 修士

# GMPLS に向けたサイクル・リジット型トラヒックの QoS 制御

齋 真一郎 (310040)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 情報システム学専攻

2005 年 2 月 10 日

キーワード: GMPLS, パケットスイッチング, サーキットスイッチング, サイクル・リジット型トラヒック, QoS 制御.

## 概要

アクセス網のブロードバンド化によってブロードバンドアプリケーションの利用が高まっている。これに伴い基幹ネットワークの大容量化が進んでいる。リアルタイム性が高く送信周期、データの変動周期がある動画通信のようなトラヒックをサイクル・リジット型トラヒックと呼ぶ。本研究ではフォトニクスネットワークの特性を生かす転送方法を提案することでサイクル・リジット型トラヒックの通信品質を完全に保証し、回線使用率を高められることを示す。つまり、サイクル・リジット型トラヒックを規格化する。QoS 制御として帯域幅保証ポリシーに基づき帯域幅計算をして呼の受付制御をする。また、3つのサービス・クラスによって優先権を与え、パケットスケジューリング機構でパケットを優先処理する。計算機シミュレーションによって、要求された品質を完全に保証できることを示す。

## 1 はじめに

ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line), FTTH(Fiber To The Home) などのアクセス網のブロードバンド化が急速に進む中、基幹ネットワークの大容量化が急務になってきた。大容量化は、WDM(Wavelength Division Multiplex) に代表される次世代フォトニクスネットワークの技術研究が進んでいる。フォトニックネットワークを制御する技術として従来の MPLS(Multiprotocol Label Switching) の概念を拡張した、GMPLS(Generalized Multi-Protocol Label Switching) が提案され標準化の議論が進んでいる。

しかし、現在主流となりつつあるパケットスイッチングをベースとした MPLS と、ラムダスイッチに代表される本質的にはサーキットスイッチングであるフォトニックネットワークを、物理的に接続する手段は提供されているものの、MPLS クラウドからのさまざまな性質を持つトラヒックを、GMPLS クラウドの回線に効率良く割り当てる方法は確立されていない。

本研究ではサイクル・リジット型トラヒックの特性に着目し、フォトニックネットワークを構成するラムダスイッチの特性を生かすように転送させる。サイクル・リジット型トラヒックを規格化する。これによって、従来考えられてきた rVBR(real time Variable

Bit Rate) より明確な特性を意識することにより、パケットスイッチングに適したベストエフォート型トラヒックとの混在方法をしめす。また、QoS 制御として、帯域計算による呼受付制御および、パケットスケジューリングによるパケット優先処理を行う。これによって、3つのサービス・クラスの通信品質を完全に保証できることを示す。計算機シミュレーションによりその性能を検証することが目的である。

## 2 サイクル・リジッド型トラヒックの規格化と QoS 制御機構

動画通信では、周期的にデータが発生し、その周期を厳格に守ることが要求される。さらに、MPEG のような圧縮方式を採用している場合、送信データの発生は周期的でありさらに、送信データ量は周期的に変動する。

サイクル・リジッド型トラヒックとはこのような変動トラヒックである。トラヒック・クラスの導入により、動画に限らず、高品質のオーディオ信号等、周期を厳格に守る必要のあるトラヒックを統一的に扱うことができる。

しかし、動画アプリケーションは、現状では、アプリケーション毎に、フレームレートや、初期フレーム間隔を設定しているため、送信周期や、データ量の変動周期もまちまちである。このような周期のまちまちなトラヒックを集合して、送信しようとする時、送信データ量の変動が重なり合い、帯域内に収まらない場合が、頻繁に生じ、送信間隔を厳格に守ることは困難になる。よってサイクル・リジッド型トラヒックという概念の導入だけでは、問題を解決できない。

このように、サイクル・リジッド型トラヒックを発生させるアプリケーションはまちまちの送信周期と変動周期を持っている。規格化では予めコアネットワーク入り口にある帯域管理サーバが送信周期と変動周期をサービス・メニューとしてアプリケーションに提示する。アプリケーションはサービス・メニューに従った送信周期と変動周期で転送させる。このような方針では、アプリケーションの自由度を奪われたことになるが、コアネットワーク入り口の割当てスイッチからみれば、アプリケーションのサービス品質を容易に満たすことができる。

ここでは、簡単のため、送信周期や、変動周期が種類しかない場合を考えると、複数のフローを一定時間ずらして送信することになり、多数のフローの送信周期を厳格に守ることができようになる。

QoS 制御機構として、パケットの優先制御と帯域計算による呼受付制御を行う。パケットの優先制御では、EF(Expedited Forwarding) クラス、VF(Variable Forwarding) クラス、BF(BestEffort) クラスの3つ サービス・クラスを定義し、そのサービス・クラスに応じた転送サービスを提供する。前もって優先権は静的に要求され、受付制御によって、許可された仮想回線に対して優先度が与えられている。これら優先順位を基準にして優先制御が行われる。また、最優先クラスの QoS を確実に守るためにプリエンブションモデルを採用する。もし、ノンプリエンブションモデルを採用すれば、最優先クラス以外のク

ラスが処理されているときに、最優先クラスが到着しても、その処理を中断しなければ、最大で1パケット時間だけ遅れることになり、厳格に最優先クラスの通信品質を守れなくなるからである。また、サイクル・リジット型トラヒックのフレーム発生間隔が一定であるという特徴を生かして、1フレーム周期だけの遅れを認める。つまり、1フレーム周期だけバッファリングすることにすれば、ある時刻に発生したフレームは次の送信周期までに、到着すればよいので厳格に通信品質が保たれる。

パケット優先制御だけではコアネットワーク内の転送品質を保証することはできない。あらかじめ設計されたネットワークの帯域以上にトラヒックがネットワーク内に流入した場合には、たとえクラスを分離してキュー制御を実行したとしても、結果としてキューからパケットがあふれてしまい、パケット遅延やパケット損失を生じてしまう。これを避けるために、本研究では呼受付制御機構を実現している。これはユーザがセッションの接続を要求してきた際に、ネットワーク内に設置された帯域幅管理サーバが、セッションが要求してる帯域幅の分布形状を表すパラメータを基にネットワーク内に準備されている帯域幅を超えていないかどうかを、優先度の違いによって、最大帯域幅保証アルゴリズム、確率的帯域幅保証アルゴリズムを適用して瞬時に判断する。もし超えていなければ接続可能であることを、超えていた場合には接続不許可をユーザ側に通知するといった制御を実行する。これにより、ネットワーク内のトラヒックは常に各サービス・クラスに対して保証している品質が維持される範囲以内に抑えることができ、提案する QoS 制御法によって通信品質を実現するネットワークではより高品質なブロードバンドサービスを提供することが可能である。

### 3 計算機シミュレーションによる検証

本研究での提案方式の有効性を検証するために、シミュレーションによる性能評価を行った。シミュレーションの評価項目は次にあげられる。

コネクションレベルの QoS では、各サービス・クラスにおけるトラヒック密度の上昇に伴う呼損率と接続許可されたコネクション数を比較し、各サービス・クラス毎の比較でどのような違いが生じたのかを検証する。

パケットレベル・フレームレベルの QoS では、実際に接続許可された仮想回線内からパケットを転送させた結果、パケットの優先スケジュールを行った場合の各サービス・クラス毎のパケット・フレームの平均遅延時間および最大遅延時間を評価する。

### 4 結論

コネクションレベルでは、EF、VF クラスごとに呼受付制御が行われ、割当て帯域幅を制限帯域幅以下に受付許容度によって制御可能であり、系内を安定に保つことが示された。

パケットレベルでは、サイクル・リジット型トラヒックの各サービス・クラスごとに、

パケット優先制御とプリエンブションを行うことで、EF、VFクラスともに、最大遅延時間が1フレーム時間、33.0ms以内で実現され、高い通信品質が保証できることを示した。このことから、フレーム間隔が約33.0msとなるNTSCの映像であれば、サービス・クラスがEFクラスでは完全に同期して再生が可能である。

さらに、ベスト・エフォート型トラヒックとEF、VFクラスを混在させた場合、まったくEF、VFクラスが影響を受けずに転送されることが示された。これによって、サービス・クラスを設定したことによって、回線使用率を高めつつ要求されたサービス品質を提供することが可能である。