

パスにそったシグナリングにもとづく QoS 保証法の設計と試作

Design and Prototyping of a QoS Guarantee Method Based on Path-Coupled Signaling

金田 泰

Yasusi Kanada

日立製作所 中央研究所

Hitachi, Ltd., Central Research Laboratory

1. はじめに

NGN の目標とされている端点間 (end-to-end) QoS 保証を実現するコア網のためのスケーラブルな QoS 技術の開発をめざしている。2006 年度は次世代バックボーンにおいて有効なポリシーベースのトラフィック制御法の発見を目標として、QoS 保証方式の開発、プロトタイプの開発と評価実験をおこなった。

開発した方式においては、RSVP や NSLP にちかいプロトコルによって端末からつたえられる QoS 要求をコア網で集約してスケーラブルな端点間 QoS 保証を実現する。上記のプロトタイプにおいてこの要求はポリシールーティングとアウトソース型のプロトコルによってポリシーサーバにつたえられ、ポリシーサーバが要求をもとにエッジノードにポリシーとマーキングの設定をおこなうとともに、トラフィック量を予測してコアノードのキューを制御する。

2. QoS 保証の方針

つぎのような方針にもとづいて QoS を保証する。

● 多様なアプリケーションの QoS 要求に対応

NGN においては多様なアプリケーションが使用され、サービス / QoS に関しても多様な要求がだされる。そのなかには多様なトラフィック、たとえば実時間会話もストリーミングもあり、通信条件の変化に敏感なものや鈍感なもの、適応的なものやそうでないものなどが混在する。それらのきめこまかい要求をネットワークや通信相手につたえられるようにし、その要求にこたえられるしかけを構築することをめざす。

● Over-provision されたコア網において Diffserv を使用

コア網において個別のフローごとに QoS 保証するのは困難なので、Diffserv (Differentiated Services) によってクラス単位でトラフィック制御をおこない、帯域管理は集約された (aggregated) フローに対しておこなう。クラス単位ではきめこまかい制御はできないので、コア網は over-provision されていることを前提とする。

● アクセス網等ではフロー単位に制御

アクセス網は輻湊がおこりやすいので、フロー単位でトラフィック制御、帯域管理をおこなう。コア網にはいるまでに Diffserv のためのマーキング、ポリシーなどをおこなう。

3. 実験システムの概要

実験のため構築した IPv4 ネットワークの構造を図 1 にしめす。

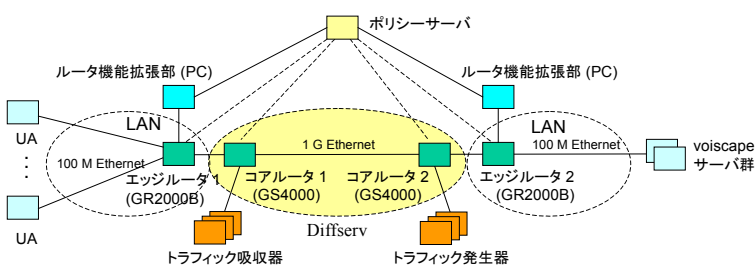


図 1 実験ネットワーク

コア網としてはノードとして 1 台の L3 スイッチ GS4000 を VLAN 設定によって論理的に 2 台にわけて使用した。GS4000 には Gigabit Ethernet によって直接、PC ベースのトラフィック発生器とトラフィック吸収器 (測定器) とを接続した。他の実験に使用するためコア網にエッジルータ GR2000B を介して 2 つの LAN (Ethernet) を接続し、アプリケーション (図の “voiscap サーバ” と “UA”) を使用した。

4. パスにそったシグナリングによる QoS 保証法

実験のために採用した方式の最大の特徴であるフローパスにそったシグナリングについて概説する。

● セッション制御時の交渉には SIP を使用

NGN のアーキテクチャにおいてはセッション制御に SIP を使用し、通信相手との交渉には QoS に関しても SDP / SIP を使用する。この SDP メッセージの情報は SIP プロキシ (P-CSCF) において資源確保のために利用され、必要ならばかきかえられる。今回の実験においては基本的にこのアーキテクチャにしたがうが QoS ポリシーの決定には SIP / SDP の情報は使用しない。

● 資源要求をたばねてポリシーを決定

端末からエッジノード (エッジルータ) まではセッションごとに資源要求を伝達するが、エッジノードから要求を伝達されたポリシーサーバが要求を集約する。コアノードでは集約された資源要求にもとづいて帯域などの資源を配分する。資源要求を集約するのはおもにコア網のオーバーヘッドをへらすためである。

● QoS 仕様記述は QoS-NSLP を基準

既存のプロトコルのなかで QoS 仕様記述の参考になるのは RSVP である。しかし、RSVP にはジッターが記述できないなど、NGN のためには不足があるので、IETF NSIS WG において開発中の QoS-NSLP における仕様記述 (QSPEC) を基準とする。

● フローパスにそった資源要求シグナリングを使用

資源要求のためのシグナリングの方法としては 3GPP などの標準ドキュメントにおいても RSVP のようなフローパスにそったシグナリングを使用する方法とフローパスを経由しない方法とが併記されているが、ここでは前者を採用し、それを実現する簡易プロトコル SNSLP を開発・実装した。

● ポリシールーティングにより資源要求メッセージを捕捉

エッジルータ GR2000 には SNSLP を処理する機能がないので、ポリシー・ルーティングによって SNSLP のパケットを PC 上のルータ機能拡張部 (C のプログラム) に転送する。ルータ機能拡張部はそのパケットから情報を抽出してポリシーサーバ (Perl のプログラム) につたえるが、そのあと、もとのエッジルータに同一内容のパケットを返送する。そのパケットは本来のパスをとって受信側の LAN に到達し、さらに受信者に到達する。

5. トラフィックの種類

Diffserv においては QoS クラスがこまかく分類されることもあるが、コア網においてそれほどこまかく制御するのは困

難であろう。したがって、ここでは 3GPP における 4 分類 [3GP 06] をアプリケーション・レベルの QoS クラスとして採用する。ただし、クラスは 4 個しかなくても、帯域幅は自由に指定でき遅延時間やジッターもこまかく指定できる。これらのクラスと ITU-T の勧告案 Y.1541 の分類のうちの 4 クラスとのあいだには明確な対応関係がある。

QoS クラスの定義と使用するトラフィックはつぎのとおりである。

- **会話クラス (conversational class):** 遅延が小さい(たとえば < 80 ms), ジッターも小さい, 実時間のトラフィックのためのクラス。実験においては音声・ビデオのトラフィックの束を模擬する。
- **インタラクティブ・クラス (interactive class):** 遅延は小さいが(たとえば < 80 ms), ジッターについては規定しない, 非実時間のトラフィックのためのクラス。実トラフィックとして小規模の SIP (UDP, TCP) と RTCP のトラフィックを使用するが, 実験においては模擬トラフィックは使用しない。
- **ストリーミング・クラス (streaming class):** 遅延は中くらいであり(たとえば < 400 ms), ジッターは小さい, 実時間のトラフィックのためのクラス。実トラフィックとして RTP の音声ストリーミングを使用し, ビデオ・トラフィックの束を模擬して使用する。
- **ベストエフォート・クラス (best effort class):** 遅延については規定せずジッターについても規定しない(保証要求しない), 非実時間のトラフィックのためのクラス。実際のネットワークにおいては TCP が多用されるが, 今回は UDP だけを使用する。

6. コア網における QoS クラスと QoS クラス間マップ

コア網において使用する Diffserv のための クラスわけと, アプリケーションにおける QoS クラスとのマップはつぎのようにする。

- **EF (Expanded Forwarding PHB):** 端点間の帯域保証をおこなう仮想専用線サービスのための PHB である。テレビ電話などにおける動画を EF によってあつかうと AF トラフィックが不当に圧迫される可能性があるため, 前節のクラスのうち会話クラスの音声だけをここにマップする。
- **低遅延 UDP 通信用 AF (Assured Forwarding PHB):** AF は EF よりゆるい保証サービス, すなわち最低帯域保証付きのベストエフォート・サービスのための PHB である。AF クラスのうちの 1 個に会話クラスのビデオとインタラクティブ・クラスの UDP 通信 (SIP/UDP の通信等) をマップする。
- **低遅延 TCP 通信用 AF:** 1 個の AF クラスにインタラクティブ・クラスの TCP 通信 (HTTP や SIP/TCP の通信等) をマップする。
- **ストリーミング用 AF (Assured Forwarding PHB):** ストリーミング・クラスを AF クラスのうちの 1 個にマップする。
- **DF (Default Forwarding PHB):** このクラスは, 最小限の資源をわりあてる条件があることをのぞいてベストエフォートを意味する。ベストエフォート・クラスをマップする。

7. エッジノードのポリシー制御

この QoS 保証法においては, エッジノードにおいてフローごとにポリシーをおこなうとともに, シグナリングにおける QoS 仕様記述によって指定された QoS クラスごとにことなる DSCP をあたえる(マーキングする)。この節においてエッジノードの制御法についてのべ, 次節においてコアノードの制御法についてのべる。

前記の各クラスに対して, ポリシーサーバは要求ごとにつぎのようなポリシー規則を生成して当該のエッジノードに配布する。

- **会話音声クラス:** 会話クラスのうち指定帯域 b が一定値以下のもの。フローごとにポリシーをするが, 1 個の DSCP (EF) だけを使用し, リマーキングはしない。ポリシーのパラメタとしては b を使用し, バーストサイズも b と指定遅延時間とから計算する。

- **会話映像クラス:** 会話クラスのうち指定帯域 b が一定値をこえるもの。ポリシーとリマーキングとをおこなう。DSCP としては AF11 と AF12 とを使用する。リマーキングのパラメタ (注意水準) として b を使用し, ポリシングのパラメタ (危険水準) とバーストサイズも b と指定遅延時間とから計算する。
- **UDP インタラクティブ・クラスおよび TCP インタラクティブ・クラス:** リマーキングおよびポリシーのパラメタは会話映像クラスと同様である。予約されたフローに対しては DSCP として AF21 と AF22 とを使用する (通常は AF21 を使用し, リマーキングされたパケットには AF22 を使用する)。
- **ストリーミング・クラス:** リマーキングおよびポリシーのパラメタは会話映像クラスとほぼ同様である。
- **ベストエフォート・クラス:** DSCP として BE (0) をマークする。

8. コアノードのポリシー制御

前節においてのべたようにコアルータは DSCP にしたがってパケットのスケジューリングとバッファ制御をおこなう。GS4000 のレガシーシェイパの llq+3wfq というモードを使用すれば, 1 本の優先キューと 3 本の帯域保証キュー (WFQ) を使用して, 優先キューが使用しない帯域を各帯域保証キューが分割して使用するよう設定できる。会話音声 (EF) には優先キュー, ストリーミング・ビデオなど, 他のトラフィック (AF/DF) には帯域分割キューをわりあてる。

実験のために開発したポリシーサーバは初期設定時に各キューの帯域のわりあいをきめてコアノードに設定するが, SNSLP による資源要求によって (集約された資源要求が発生すると) これらの値はかきかえられる。ストリーミング・ビデオより会話ビデオを重視して WFQ のおもみを配分し, 前者の廃棄率をおさえることによって, 両者の要求をともに満足させる方法を開発した。これらのビデオ・トラフィックをシミュレートしてこの方法を評価した [Kan 07]。

9. 結論

NGN においてバックボーン QoS 保証を実現する方法として, フローパスにそったシグナリングを使用する QoS 保証方式を開発しプロトタイプに実装した。この方式ではポリシーサーバの負荷がたかいかい, エッジルータとルータ機能拡張部の負荷は軽量である。設計と試作の結果, つぎのことがわかった。

- 設計・試作したフローパスにそった簡易シグナリング・プロトコル SNSLP とそれにもとづくポリシー要求・配布法は, 一部にバグがあったことをのぞけば, 全体がたたく動作することを確認した。
- 指定された QoS 仕様からエッジノードにおけるポリシーやリマーキングのパラメタを決定する方法を開発し, 音声トラフィックにおいては実験によってその妥当性を検証した。
- コアノードにおいて WFQ のおもみをストリーミング・ビデオより会話ビデオを重視して配分し, 前者の廃棄率をおさえることによって, 両者の要求をよりよくみたせることがわかった。

謝辞

この発表内容は総務省の委託研究「次世代バックボーンに関する研究開発」の研究成果である。

参考文献

- [3GP 06] 3rd Generation Partnership Project (3GPP), “Technical Specification Group Services and System Aspects; Quality of Service (QoS) Concept and Architecture (Release 6)”, 3GPP TS 23.107 V6.4.0, March 2006.
- [Kan 07] 金田 泰, “パスにそったシグナリングにもとづく端点間 QoS 保証法の開発と評価”, 電子情報通信学会 コミュニケーションクオリティ研究会, 2007 年 7 月。