

連続メディアサービスにおける QoS 機能について

6F-2

橋本浩二 勝本道哲 渡辺光輝 柴田義孝

東洋大学工学部情報工学科

1. はじめに

高速ネットワーク上で、VOD(Video-on-Demand) に代表されるアプリケーションを実現するには、ユーザの要求や利用可能なコンピューティング及びネットワーク資源に応じた適切なサービスの質 (QoS) を保証しながら、オーディオ、ビデオ等の連続メディアデータをユーザに提供する必要がある。そのためには、上位のアプリケーションから下位のネットワーク層まで一貫した QoS 保証機能が必要となり、ここでは、ユーザの QoS 要求を保証するためにエンド間で必要となるデータ処理機能と QoS 管理機能を持つアーキテクチャを示し、QoS パラメータを定義し、クライアント-エージェント-サーバ間における QoS 交渉プロトコルを設計した。

2. Video-on-Demand

連続メディアサービスの1つとしてVODを想定し、1) 見たい時に見たいビデオを見ることや、2) インタラクティブな操作(再生、停止、etc.)が可能であり、さらに、ユーザの要求するQoSを保証する様なシステムをネットワーク上にクライアント-エージェント-サーバモデルで構成することを考える(図1)。クライアントとサーバでは、メディアデータの処理を行ない、エージェントは複数のサーバとメディアストリームのQoSを管理し、クライアントの要求に応じて適切なサーバを提供する役割を果たす。

このようなアプリケーションでは、メディアデータの時間的制約を保証するための同期処理、サーバに格納されたメディアデータとユーザへ提供するメディアデータの特質の差を吸収するデータ変換処理、さらに、メディアデータの特質に応じてパケット転送を行なうフロー制御等の機能が必要となる。

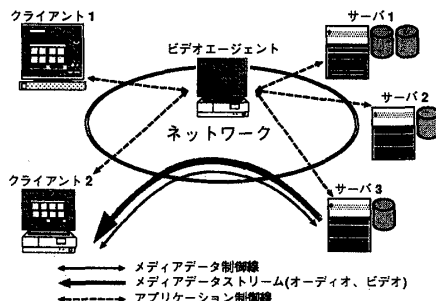


図1: VODのシステム構成

3. システムアーキテクチャ

ネットワークにおけるQoS保証機能を持つB-ISDNのプロトコルアーキテクチャをもとに、OSI参照モデルの7階層に適用したアーキテクチャを図2に示す。OSI参照モデルのアプリケーション層とトランスポート層の間に、同期層、データ変換層、メディアフロー制御層から構成されるメディアコーディネイトシステムの導入により、連続メディアデータをユーザに提供するために必要となる機能を有し、さらにアプリケーションからネットワークまで一貫したQoS保証が可能となる。

図2におけるユーザブレイクでは、メディアデータ処理を行ない、制御ブレイクではQoSを伴ったストリームの確立/解放及びQoSの再交渉を行なう。そして、QoSメンテナン

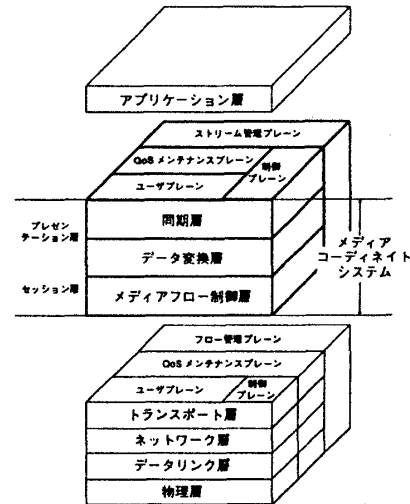


図2: アーキテクチャ

スブレイクでは、関連するユーザブレイクの処理動作を監視し、QoSを維持するための処理を行なう。ここで、ユーザへ提供するメディアデータのQoSは、ユーザからのQoS要求、ソースデータの特性及び出力デバイス属性、そして、利用可能なコンピューティング及びネットワーク資源から決定され、これらをQoS決定要因とする。この、QoS決定要因から適切なQoSを決定するために、ストリーム管理ブレイクでは以下のような機能を持つ。

QoS マッピング: 各層のQoSパラメータのマッピング、さらに、必要なコンピューティング及びネットワーク資源へのマッピングを行なう。

アドミSSION制御: あるQoSを伴ったストリームの生成が可能かどうか、また、そのストリームにおけるQoSの変更が可能かどうかを決定する。

資源管理: QoS保証に必要なコンピューティング及びネットワーク資源の割り当て及び解放を行なう。

QoS アダプテーション: 資源の利用状況の変化に応じてQoS決定要因から適切なQoSパラメータを決定する。

4. アプリケーション QoS

アプリケーションQoSは、ユーザに提供するメディアデータの質を表す。ここで、ユーザが簡単にQoS要求を発行できるよう、アプリケーションQoSパラメータをまとめてQoSクラスとする。ユーザはQoSクラスの選択により、簡単にQoS要求を行なうことが可能となる(表1)。優先属性及び緊急時の動作も同様である。

表1: QoS クラスとアプリケーション QoS パラメータ

QoS クラス	アプリケーションQoSパラメータ						
	画像サイズ	画像(解像度)	画像(滑らかさ)	音質	チャンネル数	同期精度	応答性
Hi	ワイド	高解像度	非常に滑らか	高品質	2(ステレオ)	高精度	良い
Normal	ノーマル	普通	普通	普通	2(ステレオ)	細かい	良い
Low	ミニ	普通	普通	普通	1(モノラル)	普通	良い

優先属性
(何を優先的に保証するか)

実時間重視
画像サイズ重視
画像(滑らかさ)重視
画像(解像度)重視
音質重視

緊急時の動作
(許容範囲のQoSが保証できない場合)

そのままセッションを続ける
セッションを一時停止させる
セッションを終了させる

QoS Guarantee Functions for Continuous Media Services
Koji Hashimoto, Michiaki Katsumoto, Mituteru Watanabe, Yoshitaka Shibata, Toyo University

5. メディアコーデインイト QoS

メディアデータ処理においては、エンド間の処理遅延やジッタが生じ、データロスの可能性もあるので、許容遅延/ジッタの抑制や、信頼性の確保を行なう必要がある。そこで、メディアコーデインイトシステムにおいてアプリケーションに対する QoS を表すメディアコーデインイト QoS パラメータを、単一連続メディアの QoS (Single QoS: Q_S) 及び複合連続メディアの QoS (Multi QoS: Q_M) として次のように定義する。また、表 3 はソース圧縮ビデオ (JPEG) データの特性の例を表している。

- $Q_S \{ C, D, J, R \}$
 - C : メディアデータの特徴 (複数のパラメータから構成される)
 - D : エンド間遅延 [sec]
 - J : ジッタ [sec]
 - R : メディアストリームの信頼性 [%]
- $Q_M \{ D_{ra}, Q_{S_1}, Q_{S_2}, \dots, Q_{S_n} \}$
 - D_{ra} : 基準ストリームにおける論理時刻からの相対遅延 [sec]
 - Q_{S_i} : 単一連続メディアの QoS ($i = 1, 2, \dots, n$)

表 3: ソース圧縮ビデオ (JPEG) データ特性の例

Q-factor (解像度を決める)	75 (劣化が気にならない)
ピークフレームサイズ	3.11 [Mbyte]
平均フレームサイズ	0.62 [Mbyte]
フレーム幅×フレーム高さ	1920×1080 [pixel]
色数を表すビット数	24 [bit]
カラーフォーマット	YUV
フレームレート	30 [fps]

また、メディアデータ処理における QoS 要求を、複合連続メディアの QoS パラメータセット (Q_{M_set}) として以下のように定義する。クライアントアプリケーションでは、この QoS パラメータセットを用いて、オーディオ、ビデオデータの QoS 要求を行なう。

- $Q_{M_set} \{ Q_{M_d}, Q_{M_a}, S_{Q_S}, P_M, E_M \}$
 - Q_{M_d} : 希望 Q_M
 - Q_{M_a} : 許容 Q_M
 - S_{Q_S} : 同期 (sync.) の基準となる Q_{S_i}
 - P_M : Q_{S_i} 間の優先順位、及び Q_{S_i} 内の優先順位 ($i = 1, 2, \dots, n$)
 - E_M : Q_M 及び Q_{S_i} それぞれの緊急時の動作

6. QoS パラメータのマッピング

図 3 は、ユーザが Hi-QoS クラス (表 1) を選択した場合の、クライアントにおける QoS パラメータマッピングの例である。アプリケーション QoS パラメータは、エンド間遅延、ジッタ、信頼性などを考慮したメディアコーデインイト QoS パラメータの値にマッピングされ、さらに、同期処理、データ変換処理、メディアフロー制御、そしてトランスポートの QoS パラメータへマッピングされる (サーバアプリケーションが提供するソースデータの特性と値は、表 3 で示されるものとする)。

ここで、メディアフロー制御のサービスデータユニットを MDU (メディアデータユニット) と呼び、図 3 では JPEG で圧縮されたフレームデータサイズを表している。また、トランスポートにおける許容遅延は、アプリケーションの要求するエンド間遅延 (D) から、クライアント及びサーバの同期、データ変換、メディアデータ制御における 1 フレームにかかる処理遅延 (d) を引いたものが要求される。

オーディオについても同様にユーザの QoS 要求をマッピングすることが可能である。

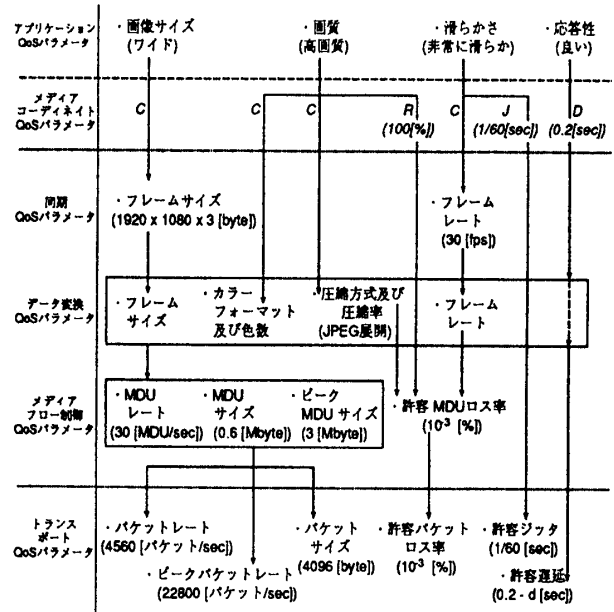


図 3: QoS パラメータのマッピング (ビデオの場合)

7. QoS 交渉プロトコル

QoS の交渉はセッション開始時、及びセッション期間中において行なわれる。図 4 は、セッション開始時の QoS 交渉プロトコルフローを示している。クライアント-エージェント-サーバ間での QoS 交渉により、適切な QoS パラメータが決定され、これにより、資源の利用状況とユーザの QoS 要求に応じた適切な QoS を保証しながらオーディオ、ビデオデータをユーザに提供することが可能となる。

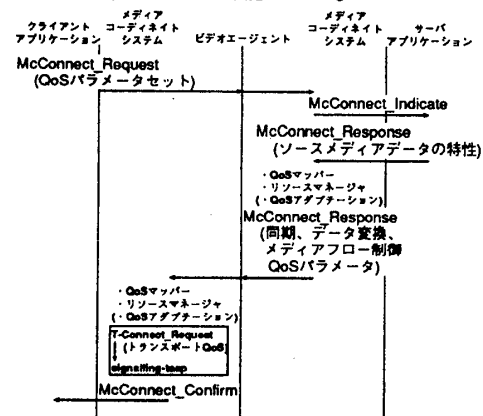


図 4: セッション開始時の QoS 交渉

8. まとめ

連続メディアデータをユーザに提供するために必要な機能と QoS 保証機能を持つメディアコーデインイトシステムをアプリケーション層とネットワーク層の間に導入し、QoS パラメータを定義し、マッピング例を示し、QoS 交渉プロトコルについて述べた。現在、プロトタイプを転送速度 100 [Mbps] の FDDI 上で開発している。

今後、VOD アプリケーションを開発し、ネットワーク及びコンピュータ資源の変化に応じた QoS 保証機構の評価を行なう予定である。

参考文献

- [1] 橋本浩二, 勝本道哲, 渡辺光輝, 柴田義孝: 連続メディアを主体としたサービスのための QoS 保証機能, マルチメディア通信と分散処理研究会, 71-17, 1995