

分散マルチメディアシステムにおける QoS 機能

柴田 義孝[†] 橋本 浩二[†] 渡辺 光輝[†]

高速ネットワークを利用して、VOD (Video-on-Demand) に代表される連続メディアサービスを実現するためには、ユーザへオーディオ、ビデオ等の連続メディアデータを提供するシステムにおいて利用可能な計算機およびネットワーク資源を考慮し、ユーザの要求に応じて適切な QoS を保証する必要がある。そのためには、上位のアプリケーション層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る。本稿では、連続メディアサービスにおけるユーザの QoS 要求をエンド間で保証するために必要な QoS 保証機能を有するアーキテクチャを提案し、QoS パラメータの定義および QoS 交渉プロトコルの設計を行った。

QoS Functions for Distributed Multimedia Network

YOSHITAKA SHIBATA,[†] KOJI HASHIMOTO[†]
and MITSUTERU WATANABE[†]

In order to realize continuous media service such as VOD (Video-on-Demand) on highspeed network, a client-agent-server video system which provides continuous media data such as audio and video to users has to guarantee suitable QoS (Quality of Service) according to user's requirement, available computing and network resources while providing media data to users. Therefore the client-agent-server system must include functions which guarantee the end-to-end QoS between client and server from the application through network layers. In this paper, we define QoS architecture and QoS parameters and specify QoS negotiation protocols. The end-to-end system architecture for QoS control and negotiation functions are organized over ATM network architecture.

1. はじめに

近年、ネットワーク技術の発展により、FDDI や ATM をベースとした高速ネットワークの利用が可能となった。一方、マイクロプロセッサの高性能化は、数 100 MIPS の CPU 能力を有し、ビデオやオーディオ、テキストやグラフィック等のメディアデータを同時に処理可能なワークステーションの個人利用を可能としつつある。これにより、時間的制約をとまなう複数のメディアデータを意味的に統合してユーザに提供するマルチメディア情報ネットワークとそのシステムの実現が期待されている。しかし、時間的制約をとまなうオーディオ、ビデオ等の連続メディアデータをユーザへ提供するためには、利用可能な計算機およびネットワーク資源¹⁾を考慮し、ユーザの要求に応じて適切なサービスの質 (QoS: Quality of Service)²⁾を保証する必要がある。

アプリケーション層の QoS パラメータによって明示されるユーザの QoS 要求は、画質、音質、オーディオ、ビデオデータ間の同期精度およびインタラクティブな操作に対する応答性等への要求^{3),4)}を明示するものである。それらの QoS を保証するためには、アプリケーション層における QoS をプレゼンテーション層、セッション層における QoS、そしてトランスポート層における QoS へ順次マッピング^{5)~7)}する必要がある。各層では上位層から要求された QoS を保証するために必要となる計算機およびネットワーク資源を確保する必要がある。たとえばトランスポート層では要求された QoS に相当するネットワーク資源として帯域幅を確保し、許容遅延やジッタ、許容パケットロスを保証することが必要となる。

現在、ネットワークにおいては、将来 LAN から WAN まで広範囲における利用が期待されている ATM を中心として、QoS を考慮した通信プロトコルの研究がさかんに行われている。文献 8) ではセル損失や遅延に対して QoS を保証するために、ATM レベルでのスケジューリングの必要性を述べており、文献 9) お

[†] 東洋大学工学部情報工学科
Department of Information and Computer Sciences,
Toyo University

よび10)では、ビデオおよび音声データ等を扱うアプリケーション層のQoS要求を保証するための接続制御およびトラフィック管理機構について述べている。また、文献11)および5)ではATMをベースとしたQoSのアーキテクチャが示されている。そして、文献12)では、エンド間でQoSを保証するための交渉プロトコルが提案され、QoSの保証されたパケット転送のためのフローを確立するプロトコルとしては、ST-II¹³⁾およびRSVP¹⁴⁾等の研究開発が行われている。

このように、現在のQoSに関する研究の多くはトランスポートやネットワーク層におけるものが主であり、アプリケーション層が提供するサービスに対してユーザから見たエンド間QoSを保証するための、トランスポートより上位層におけるプロトコル機能についてはほとんど研究されていない。そのため、ユーザのQoS要求を保証するための統一した方法論が確立されていなかった。

そこで筆者らは、ユーザのQoS要求をエンド間で保証するため、従来のプレゼンテーションおよびセッション層に対し、新たに同期層、データ変換層、メディアフロー制御層を導入し、QoS保証機能を有するアーキテクチャを提案する。このアーキテクチャにより、エンド間でアプリケーションからネットワーク層まで一貫したQoS保証が可能となる。本論文では、連続メディアサービスとしてVODを例とし、2章では本研究におけるVODシステムの概要とオーディオ、ビデオデータをユーザへ提供するために必要な機能について述べる。次の3章において、VODシステムの基盤となり、エンド間でQoSの保証された連続メディアサービスを実現するためのメディアコーデイトシステムについて述べ、4章ではその機能モジュール構成を示す。そして、5章ではQoSパラメータの定義を行い、そのマッピング例を示し、6章においてQoS交渉プロトコルのフローを示す。

2. ビデオオンデマンド

見たいときに見たいビデオがインタラクティブな操作(再生、停止、etc.)により見られるVODサービス^{15)~17)}は、マルチメディア情報ネットワークにおける連続メディアサービスのひとつである。本研究におけるVODシステム構成は、図1に示すよう、ネットワーク上でクライアント-エージェント-サーバによって構成される。

クライアントはアプリケーション制御ストリームを利用して、ビデオエージェントに対しQoSをとまな

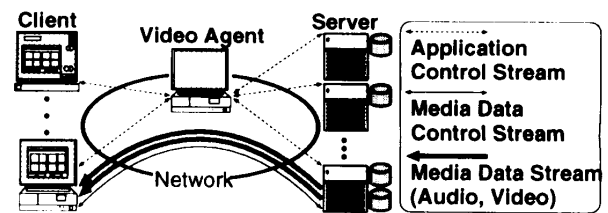


図1 VODシステム
Fig. 1 VOD system.

たVODサービス要求を行う。ビデオエージェントは、サーバの持つオーディオ、ビデオデータおよびクライアント-サーバ間に確立されたメディアデータストリームの状態を管理することにより、複数のクライアントのQoS要求に応じた適切なサーバを提供することが可能である。クライアント-サーバ間にメディアデータストリームおよびメディアデータ制御ストリームが確立し、セッションが開始されると、クライアントおよびサーバでは、メディアデータストリームを利用してメディアデータの連続転送処理を行いメディアデータ制御ストリームを利用して、パケットロス率のフィードバック、セッション期間中のQoSの交渉等を行う。

VODシステムのように連続メディアデータをユーザへ提供するシステムでは、まず、メディアデータの時間的制約を保証するために、同一メディア内の同期(フレームレート制御)および異なるメディア間の同期(リップ同期)¹⁸⁾が必要である。そして、サーバに格納されたメディアデータ特性とクライアントにおいて再生表示可能なメディアデータ特性の差を吸収するために、ビデオデータの場合、圧縮/展開(JPEG, MPEG, MPEG2等)、フレーム間引き/フレーム回復²⁰⁾、フォーマット変換(フレームサイズ、カラーフォーマット、色数)、等の変換機能が必要であり、オーディオデータの場合、変調方式、量子化ビット数、サンプリング周波数、等のフォーマット変換機能が必要である。また、ビデオデータは高スループット、低遅延転送を、オーディオデータは低遅延、低ジッタ転送を必要とし、さらに、圧縮データを利用する場合には単位時間あたりの転送情報量が変化する。これらのメディアデータの特性に合わせてフレームデータに相当するパケットを正しく転送するためには、可変パケットレート制御およびパケット間隔調整等のフロー制御機能^{19)~21)}が必要となる。

オーディオ、ビデオデータが同期統合されて格納されているMPEGオーディオ、ビデオデータ等の場合には、メディア間同期を行う必要はなく、オーディオ、ビデオデータが1本のメディアデータストリームに多重化される。しかし、多重オーディオデータをとま

なうビデオデータの転送処理においては、オーディオデータとビデオデータを分割格納した方が柔軟性があり、また、メディアデータの特性に合わせた転送処理を行うためには、複数のメディアデータストリームによって、メディア間同期をとりながら転送および再生表示を行う必要がある。

次章では、これらの上位層プロトコルにおいて必要となる機能とその QoS 保証を実現するためのシステムアーキテクチャについて述べる。

3. システムアーキテクチャ

ATM をベースとしたネットワークではネットワーク層において QoS 保証機能を有し、そのプロトコルアーキテクチャが ITU-9300 により勧告されている。そこで、本研究では ATM ネットワークを利用して QoS を考慮した連続メディアサービスを実現するために、ネットワーク層における QoS への整合を考慮し、上位のアプリケーション層から下位の物理層まで一貫した QoS の保証が可能となるシステムアーキテクチャを提案する (図 2)。このアーキテクチャでは、連続メディアデータをユーザへ提供するために必要な機能を有する同期層、データ変換層、メディアフロー制御層をアプリケーション層とトランスポート層の間に導入することにより、エンド間で一貫した QoS 保証を可能としている。ここでは、この 3 層を総称してメディアコーディネイトシステムと呼ぶ。

また、VOD サービスはアプリケーション層におけるサービスであり、サーバ側のアプリケーション層では、格納されたオーディオ、ビデオデータの読み出しを行い、クライアント側のアプリケーション層ではオーディオ、ビデオデータの再生表示機能、および見たいビデオの検索やインタラクティブな操作を可能とするユーザインタフェース機能を有する。

図 2 に示されるメディアコーディネイトシステムの各層は、それぞれ制御プレーン、ユーザプレーン、QoS メンテナンスプレーン、ストリーム管理プレーンの 4 つのプレーンで構成される。制御プレーンでは QoS をともなったメディアデータストリームの確立/解放および QoS の交渉を行い、ユーザプレーンでは、連続メディアデータの転送処理を行う。また、QoS メンテナンスプレーンでは QoS を維持するために、関連するユーザプレーンにおける機能モジュールの処理動作の監視を行う。

連続メディアデータをユーザへ提供する際の QoS は、ユーザの QoS 要求、クライアント側の出力デバイス属性 (画面サイズ、色数、サンプリング周波数、量子化ビット数等) および、サーバに格納されている

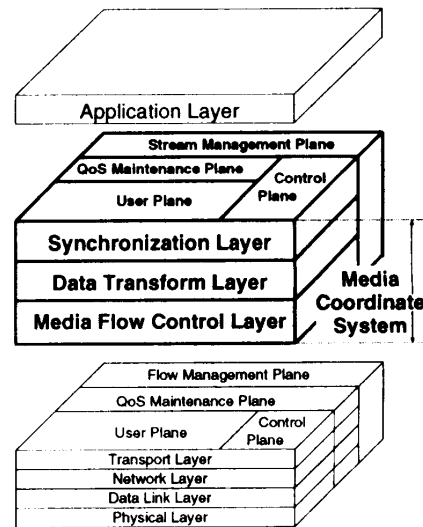


図 2 システムアーキテクチャ

Fig. 2 System architecture.

ソースメディアデータの特性、そして、クライアントサーバにおいて利用可能な計算機およびネットワーク資源とその利用状況から決定され、これらをまとめて QoS 決定要因と定義する。この、QoS 決定要因から適切な QoS を決定し、QoS を保証するために、ストリーム管理プレーンでは 4.1 節で述べる QoS マッピング、資源管理、QoS アダプテーション機能を有し、これらの機能が関連動作することによりアドミッション制御が行われる。

4. 機能モジュール構成

図 2 のアーキテクチャを実現するための機能モジュール構成を図 3 に示す。ストリーム管理および制御プレーンの機能モジュールは QoS 決定要因から適切な QoS パラメータを決定し、ユーザプレーンの機能モジュールがメディアデータの転送処理を行う。また、QoS メンテナンスプレーンの機能モジュールは、関連するユーザプレーンにおける機能モジュールの処理動作の監視を行う。

4.1 ストリーム管理および制御プレーン

図 4 はストリーム管理および制御プレーンの機能モジュール構成と利用するテーブルを示している。各機能モジュールは必要に応じて図 4 に示すパラメータテーブル、パフォーマンステーブル、および計算機資源テーブルに書き込みを行い、また、それらの値を参照することで、アプリケーションの要求する QoS を管理し、適切な設定 QoS パラメータの値を決定する。

- ストリームマネージャ: アプリケーション層に対しては、Signaling-MCSAP を提供し、QoS をともなったメディアデータストリームの確立/解放、QoS 更新お

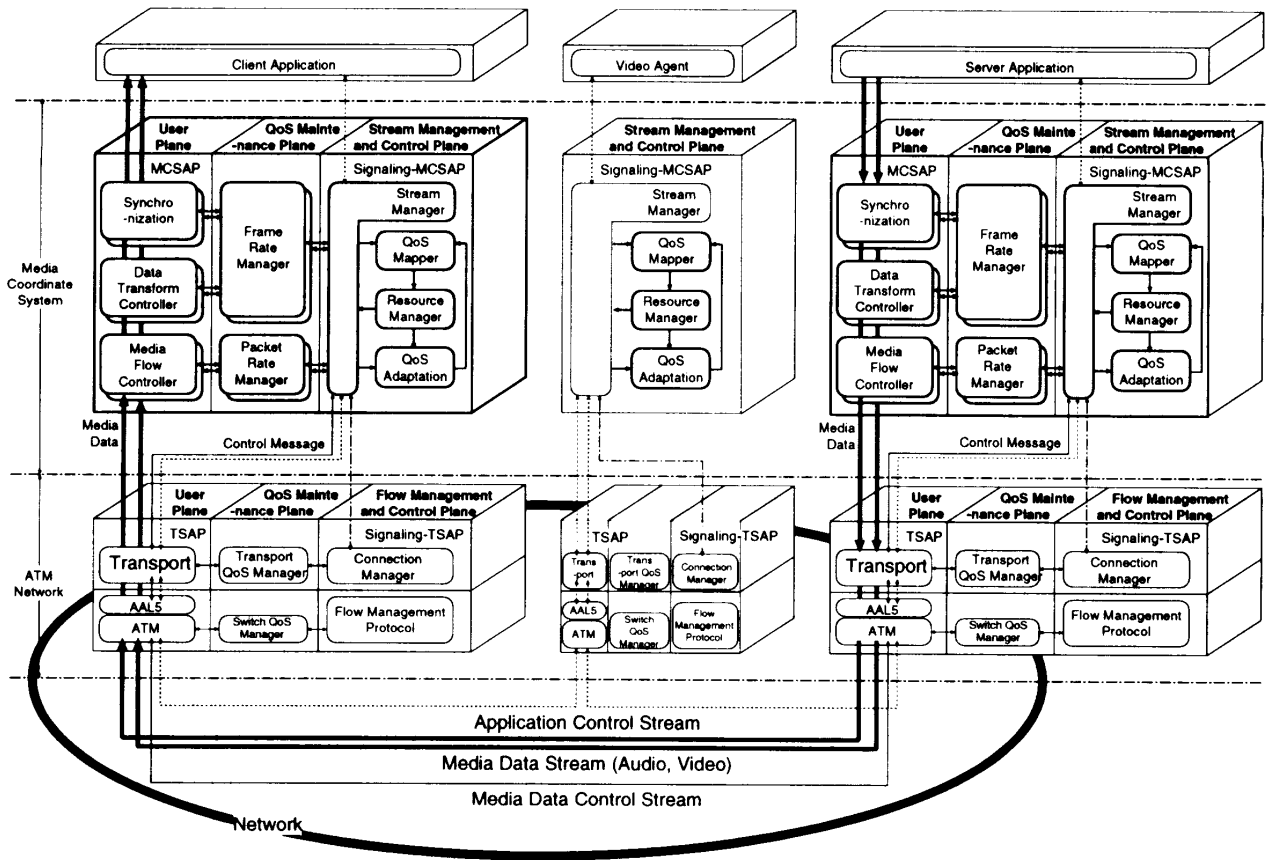


図3 機能モジュール構成
Fig. 3 Functional modules.

よびインタラクティブな操作要求を受ける。また、トランスポート層の Signaling-TSAP を利用して、QoS をともなったコネクションの確立/解放および QoS の更新を行う。トランスポート層より上位層における QoS の交渉や、アプリケーション層からのインタラクティブな操作要求に対する制御メッセージの交換には TSAP を利用する。アプリケーション制御ストリームおよびメディアデータ制御ストリームは、これら Signaling-MCSAP, Signaling-TSAP, TSAP によって構成される。

- **QoS マッパー**：アプリケーションからの QoS 要求に対し、メディアコーディネイトシステム各層における QoS パラメータへのマッピングおよび、必要な計算機資源 (CPU 能力, メモリ等) へのマッピングを行う。
- **リソースマネージャ**：利用可能な計算機資源とその利用状況を管理し、計算機資源の割当て/解放を行う。また、マッピングされた計算機資源の確保が可能かどうかを決定するアドミッションテストを行う。
- **QoS アダプテーション**：アドミッションテストの結果、必要な計算機資源の確保が不可能な場合、アプリケーションの要求する QoS パラメータの優先順位

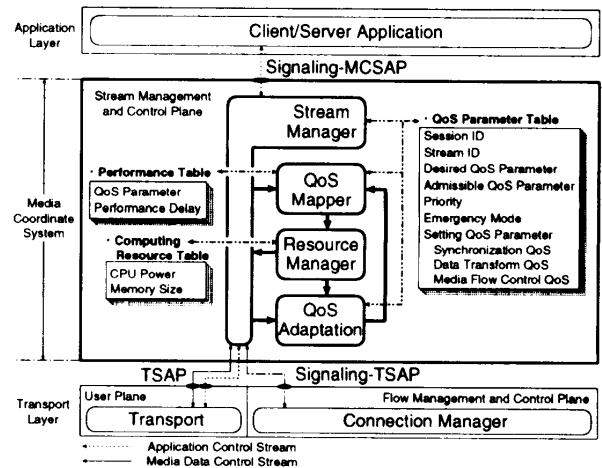


図4 ストリーム管理および制御プレーンにおける機能モジュール構成
Fig. 4 Functional modules of stream management and control plane.

に従い、QoS パラメータのアダプテーションを行う。QoS マッパー, リソースマネージャおよび QoS アダプテーションモジュールの関連動作により、QoS をともなったメディアデータストリームの確立が可能かどうか、また、そのメディアデータストリームにおける QoS の更新が可能かどうかを決定するアドミッショ

ン制御機能を実現する。

そして、これらの機能モジュールがクライアント-サーバ間で関連動作することにより、エンド間で適切な QoS を決定することが可能となる。

4.2 QoS メンテナンスプレーン

QoS メンテナンスプレーンでは、関連するユーザプレーンのモジュールの処理動作を監視し、ユーザプレーンのモジュールに対し、QoS を保証するための適切な指示を与える。

- フレームレートマネージャ: 連続メディアデータの時間的制約を保証するためには、利用可能な計算機およびネットワークの資源とその利用状況に応じて、フレームレート制御やフレームデータサイズの変換が必要である。フレームレートマネージャは、同期モジュールおよびデータ変換コントローラにおける実効フレームレートを監視し、設定フレームレートとの差分から適切なフレーム間隔を同期モジュールに与える¹⁸⁾。

- パケットレートマネージャ: UDP プロトコル等、信頼性のないプロトコルを利用する場合、クライアント-サーバ間のパケット送受信における処理能力の違いから生じるパケットロス許容率以下におさえるためにパケット間隔の調整を行う必要がある。クライアント側のパケットレートマネージャでは、パケットロスを一定間隔で測定し、パケットロスが許容パケットロス率を超える場合、メディアデータ制御ストリームを利用して、サーバ側のパケットレートマネージャへ通知する。サーバ側のパケットレートマネージャは、許容パケットロス率を超えないパケット間隔でメディアデータの送信を行うために、メディアフローコントローラへ適切なパケット間隔を与える¹⁹⁾。

4.3 トランスポートおよびネットワーク

メディアコーデイトシステムが利用するトランスポートおよびネットワーク層の機能モジュール構成は、文献 11) を参照している。文献 11) では、ATM ネットワークを基盤とした QoS を保証するためのアーキテクチャを提案し、特にそのトランスポート層の機能について述べている。

本研究において想定する ATM ネットワークでは、帯域幅の確保、許容遅延およびジッタの抑制が可能であるので¹¹⁾、メディアコーデイトシステムの QoS 保証機能と関連動作させることにより、クライアント-サーバのエンド間で一貫した QoS が保証可能となる。

5. QoS パラメータ

アプリケーション層から物理層まで、各層がその上

位層に提供する QoS は、各層の QoS パラメータにより表現される。本研究では、VOD サービスを実現するシステムがユーザに提供する QoS をアプリケーション QoS パラメータとして定義し、メディアコーデイトシステムがアプリケーション層に提供する QoS をメディアコーデイト QoS パラメータとして定義する。

5.1 QoS クラス

VOD サービスにおけるアプリケーション QoS パラメータは、画像サイズ、画質 (解像度、滑らかさ)、音質、チャンネル数、また、オーディオ、ビデオ間の同期精度やインタラクティブな操作に対する応答性等の QoS パラメータが考えられる。ここで、ユーザがこれらの QoS パラメータをすべて設定するのではなく、簡単に QoS 要求を発行できるように、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。表 1 は、QoS クラスの例とアプリケーション QoS パラメータを示しており、ユーザはこの 3 つのクラスから希望する QoS クラスを選択することによって簡単に QoS の要求を行うことが可能となる。また、利用可能な計算機およびネットワーク資源とその利用状況により、要求された QoS が保証できない場合にどの QoS を優先的に保証するかという優先属性、および許容範囲の QoS が保証できない場合の緊急時の動作も同様にクラス化する。

クライアント側のアプリケーションでは、ユーザからの QoS 要求 (選択された QoS クラス、優先属性、緊急時の動作) と、出力デバイス属性から、メディアコーデイトシステムに要求する QoS パラメータの値を決定する。一方、サーバ側のアプリケーションでは、ソースメディアデータの特性が、メディアコーデイトシステムへ要求する QoS パラメータの値を決定する。

5.2 メディアコーデイト QoS パラメータ

アプリケーションの QoS 要求に対してメディアコーデイトシステムでは、適切な QoS を保証するために、提供するメディアデータの特性を考慮し、エンド間で許容遅延およびジッタの抑制を行い、データロスを起こさぬよう信頼性の確保を行う必要がある。そこで本研究では、提供するメディアデータの特性、許容エンド間遅延とジッタ、信頼性の組を、単一連続メディアの QoS (Single QoS: Q_S) と定義し、メディアデータストリーム単位で QoS 要求が行えるようにする。また、オーディオ、ビデオデータを統合した連続メディアサービスとしてアプリケーションへ提供する際の QoS を複合連続メディアの QoS (Multi QoS: Q_M)

表1 QoS クラスとアプリケーション QoS パラメータ
Table 1 QoS class and application QoS parameters.

QoS クラス	アプリケーション QoS パラメータ							優先属性	緊急時の動作
	画像サイズ	画質(解像度)	画質(滑らかさ)	音質	チャンネル数	同期精度	応答性		
High	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	実時間優先 画像サイズ優先 画質(滑らかさ)優先 画質(解像度)優先 音質優先	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
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		

表2 アプリケーション QoS パラメータと単一連続メディア QoS パラメータ (ビデオデータ)
Table 2 Application QoS parameters and single continuous media QoS parameters (video).

画像サイズ	フレームサイズ [pixel]	画質 (解像度)	色数 [bit]	信頼性 [%]	画質 (滑らかさ)	フレーム レート [fps]	許容ジッタ [sec]	応答性	許容遅延 [sec]
ワイド	1920 x 1080	高解像度	24	100	非常に滑らか	30	1/60	良い	0.2
ノーマル	640 x 480	普通	8	100	滑らか	24	1/48	普通	0.5
ミニ	320 x 240				普通	20	1/40		

と定義し、これらをメディアコーデイト QoS パラメータと呼ぶ。

- $Q_s \{ C, D, J, R \}$
 - C : メディアデータの特性
複数のパラメータから構成される
(JPEG 圧縮ビデオにおける
メディアデータ特性の例を表 3 に示す)。
 - 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 [%]
- $Q_M \{ Q_{S_{base}}, D_{ra}, Q_{S_1}, Q_{S_2}, \dots, Q_{S_n} \}$
 - $Q_{S_{base}}$: メディア間同期の基準となる
単一連続メディアの QoS
 - D_{ra} : メディア間同期の基準となる
メディアデータストリームに対する
許容相対遅延 [sec]
 - Q_{S_i} : 単一連続メディアの QoS
($i = 1, 2, \dots, n$)

表 2 はアプリケーション QoS パラメータと単一連続メディア QoS パラメータの対応をビデオデータを例に示したものである。表 2 に示されるように、画質(解像度)はメディアストリームの信頼性に、画質(滑らかさ)は許容ジッタに、また、応答性は許容エンド間遅延に関係すると考えられる。

ここで、複合連続メディアの希望および許容 QoS パラメータの優先順位、そして、許容 QoS でさえ保証不可能な場合の緊急時の動作をまとめてメディアコーデイト QoS パラメータ集合と定義する。クライアント側のアプリケーションでは、メディアコーデイト QoS パラメータ集合を用いて、ストリームマネージャの提供する Signaling-MCSAP を利用し、QoS をともない統合されたオーディオ、ビデオデータの要求

表3 圧縮ビデオデータ (JPEG) の特性値の例
Table 3 Example of characteristics of compressed video data (JPEG).

メディアデータ特性パラメータ	特性値
Q-factor	75
ビ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]

を行う。利用可能な計算機およびネットワーク資源とその利用状況によりつねに希望 QoS を保証できるとは限らないので、メディアコーデイトシステムでは、要求された希望 QoS と許容 QoS の範囲内でメディアコーデイト QoS パラメータの優先順位に基づき、適切な QoS を保証する。

5.3 QoS パラメータのマッピング

ユーザが選択した QoS クラスにより、アプリケーション QoS パラメータの値が決定される。アプリケーションでは、メディアコーデイト QoS パラメータの値が決定され、それらが、同期層、データ変換層、メディアフロー制御層、さらにトランスポート層の QoS パラメータへと順次、マッピングされる。

図 5 は、ユーザが QoS クラス (表 1) における High を選択した場合の、クライアント側における QoS パラメータのマッピング例を示す。ここで、サーバアプリケーションが提供するメディアデータの特性値は表 3 で示されるものとする。

同期層では、フレームサイズ [byte]、フレームレート [fps] 等の QoS パラメータを持ち、ワイドの画像のフレームデータ: 1920 × 1080 × 3 [byte]、フレームレート: 30 [fps] がパラメータの値となる。データ変換層

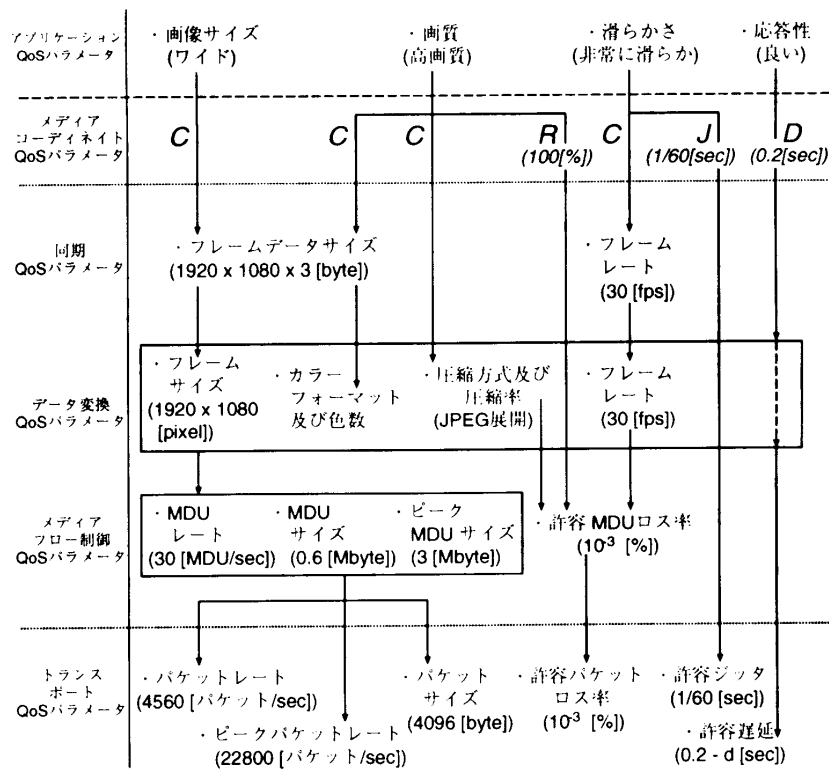


図5 QoSパラメータのマッピング(ビデオ)

Fig. 5 Mapping of QoS parameters (video).

では、圧縮/展開およびフォーマット変換やフレーム間引き/回復を行うメディアデータ変換に関する QoS パラメータを持ち、ここでは JPEG で圧縮されたフレームデータをクライアントで展開する。メディアフロー制御層では、平均 MDU* サイズ [byte]、ピーク MDU サイズ [byte]、MDU レート [MDU/sec]、許容 MDU ロス率 [%] 等の QoS パラメータを持つ。サーバでは MDU (平均 0.62 [Mbyte]、最大 3.11 [Mbyte]) を固定パケットサイズ (ここでは 4 [Kbyte]) に分割して可変レート転送を行い、クライアントでは、複数のパケットから構成される MDU を 30 [MDU/sec] でデータ変換層へ提供する。

トランスポート層では、可変レート転送に対応するため、平均パケットレート [byte/sec]、ピークパケットレート [byte/sec]、パケットサイズ [byte] 等のパラメータを持ち、さらに、要求されるインタラクティブな応答性に関する許容遅延 [sec]、ビデオデータの滑らかさに関する許容ジッタ [sec]、画質や滑らかさに関する許容パケットロス率 [%] 等の QoS パラメータを持つ。パケットサイズを固定 (4 [Kbyte]) とした場合、平均パケットレート (MDU レート × 平均 MDU サ

イズ/パケットサイズ) は、4560 [パケット/sec]、ピークパケットレート (MDU レート × ピーク MDU サイズ/パケットサイズ) は、22800 [パケット/sec] と計算され、これがトランスポート層へ要求される。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: 0.2 [sec]) から、クライアントおよびサーバの同期、データ変換、メディアデータ制御における 1 フレームに必要とされる処理遅延 (d [sec]) を引いたものがトランスポート層へ要求される。

オーディオデータ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。

6. QoS 交渉プロトコル

エンド間で QoS を保証するためには、QoS 交渉をセッション開始時およびセッション期間中に行う必要がある。

・セッション開始時の QoS 交渉: アプリケーション制御ストリームを利用してクライアント-エージェント-サーバ間で行われる。セッション開始時の QoS 交渉により、メディアコーデインイト QoS パラメータの希望値、許容値および設定値が決定され、メディアデータストリームおよびメディアデータ制御ストリームがクライアント-サーバ間に確立する。

* メディアフロー制御層のサービスデータユニット: Media Data Unit.

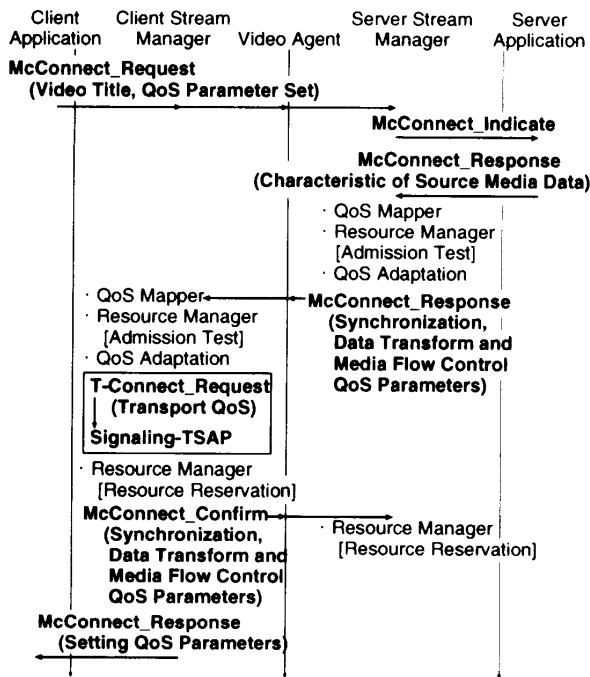


図6 セッション開始時のQoS交渉(1)

Fig. 6 QoS negotiation at the beginning of session (1).

・セッション期間中のQoS交渉：セッション開始時に決定されたQoSの希望値と許容値の範囲内で、メディアデータ制御ストリームを利用し、クライアント-サーバ間で行われる。

この章では、アプリケーションがメディアコーデイトシステムのSignaling-MCSAP(図4)を利用して、メディアコーデイトシステムでは、トランスポート層のSignaling-TSAPを利用して、アプリケーション制御ストリームがクライアント-エージェント-サーバ間で確立されていると仮定し、QoS交渉プロトコルについて述べる。

6.1 セッション開始時のQoS交渉

図6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。まず、ユーザのQoS要求を受けたクライアントアプリケーションは、ユーザのQoS要求をメディアコーデイトQoSパラメータ集合へマッピングし、クライアントストリームマネージャに対し、メディアデータストリームの確立要求を発行する。次に、クライアントストリームマネージャでは、ビデオエージェントを通してサーバ側へこのQoSパラメータ集合を要求する。サーバ側ではアプリケーションからメディアデータの特性を得、QoSマッパーが同期層、データ変換層、メディアフロー制御層のQoSパラメータおよび必要となる計算機資源へのマッピングを行い、リソースマネージャがアドミッションテストを行う。テストを通過した場合、ビデオエージェント

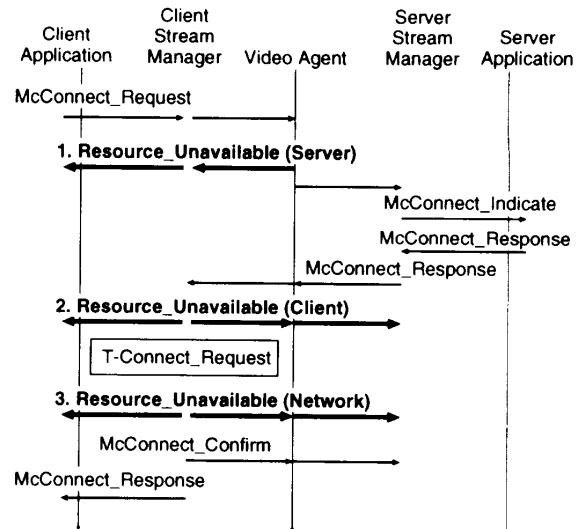


図7 セッション開始時のQoS交渉(2)

Fig. 7 QoS negotiation at the beginning of session (2).

を通して、サーバ側の設定QoSパラメータの値がクライアントストリームマネージャへ転送される。クライアント側でも、QoSマッパーがQoSパラメータのマッピングを行い、アドミッションテストを通過した場合、トランスポート層のシグナリングインタフェースを用いてQoSをともなったメディアデータストリームおよびメディアデータ制御ストリームのためのコネクション確立要求を発行する。こうして、エンド間でQoSをともなったメディアデータストリームが確立し、セッションが開始される。

セッション開始時にクライアントアプリケーションの要求する希望QoSを保証するために必要な計算機およびネットワーク資源の確保が不可能な場合は、すでに存在しているセッションを含めてQoSアダプテーションモジュールがメディアコーデイトQoSパラメータのアダプテーションを行う。その結果、すでに存在しているセッションに対してアダプテーションが行われた場合、セッション期間中のQoS交渉が行われる。また、セッション開始時にクライアントアプリケーションが要求する許容QoSでさえ保証不可能な場合には、クライアントアプリケーションに対しResource_Unavailableが通知される。このプロトコルフローを図7に示す。クライアントアプリケーションに対しResource_Unavailableを通知する場合には、1.サーバ側の計算機資源が確保できない場合、2.クライアント側の計算機資源が確保できない場合、3.ネットワーク資源が確保できない場合、の3つの場合があり、セッションを開始するためには、クライアントアプリケーションにおいて要求するQoSを下げる必要がある。

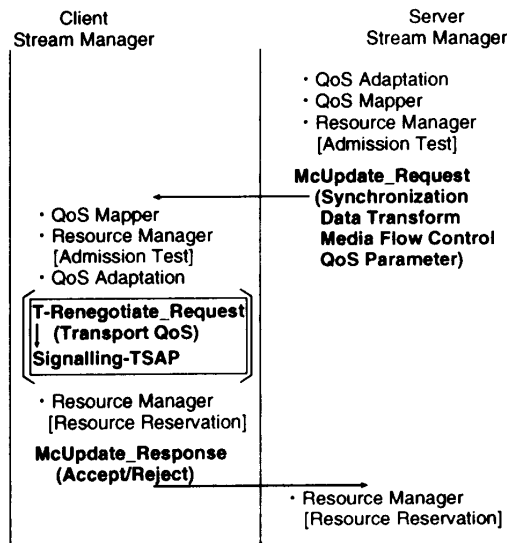


図8 セッション期間中の QoS 交渉
(サーバにおけるセッション数変化時)

Fig. 8 QoS negotiation at the during of session
(varying the number of session on server).

6.2 セッション期間中の QoS 交渉

セッション期間中に他のセッションが開始または終了する場合には、計算機およびネットワーク資源の利用状況が変動するので、セッション期間中の QoS を交渉し、適切な QoS に再設定する必要がある可能性がある。図 8 はサーバにおけるセッション数の増減により、QoS を交渉する場合のプロトコルフローを示している。まず、サーバ側で、優先順位にしたがってメディアコーデインイト QoS パラメータのアダプテーションを行い、QoS マッパーモジュールがマッピングを行う。セッション数が増加する場合、リソースマネージャのアドミッションテストを通過するまで QoS アダプテーションとマッピングを繰り返す。セッション数が減少する場合、アドミッションテストを通過する限り、QoS アダプテーションとマッピングを繰り返す。そして、クライアントへ QoS の更新要求を発行する。クライアント側では、サーバの要求する QoS 更新が可能な場合、リソースマネージャが計算機資源の再確保または解放を行い、必要に応じてトランスポート層に対し QoS の再交渉を行う。クライアントにおいて、QoS の更新が可能ならば、クライアントストリームマネージャはサーバへの応答として Accept を返し、以後、セッション期間中の QoS が更新される。

クライアント-サーバ間で QoS の交渉を行うことにより、エンド間で利用可能な計算機およびネットワーク資源とその利用状況からユーザの QoS 要求に応じた適切な QoS パラメータの値を決定することが可能であり、適切な QoS の保証されたオーディオ、ビデオ

データをユーザへ提供することが可能となる。

7. むすび

オーディオ、ビデオ等の連続メディアデータをユーザへ提供するために必要な同期、データ変換、メディアフロー制御機能と QoS 機能を有し、エンド間で一貫した QoS 保証を可能とするメディアコーデインイトシステムを提案した。そして、QoS パラメータの定義を行い、マッピングの例を示し、QoS 交渉プロトコルについて述べた。現在、フレームレートおよびパケットレート制御とメディアデータ変換機能を組み込んだメディアコーデインイトシステムおよび、簡単な VOD システムのプロトタイプを構築している。プロトタイプでは利用可能な計算機資源として、あらかじめ測定した実効スループットの値を利用し、アプリケーションの要求する QoS を保証するために必要なスループットに対してアドミッション制御を機能させる。今後、セッション数の変動およびユーザの QoS 更新要求に応じた QoS 保証機能の評価を行う予定である。

参考文献

- 1) Nahrstedt, K. and Steinmetz, R.: Resource Management in Networked Multimedia Systems, *IEEE Computer*, Vol.28, No.5, pp.52-64 (1995).
- 2) Vogel, A., Kerherve, B., Bochmann, G. and Gecsei, J.: Distributed Multimedia and QoS: A Survey, *IEEE Multimedia*, Vol.2, No.2, pp.10-19 (1995).
- 3) Fujikawa, K., Shimojo, S., Shimamura, H., Teranishi, Y., Matsuura, T. and Miyahara, H.: Application Level QoS Modeling for A Distributed Multimedia System, *Proc.1995 Pacific Workshop on Distributed Multimedia Systems*, pp.44-51 (1995).
- 4) 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における QoS 保証機能, *情報研報 DPS-71*, Vol.95, No.61, pp.97-102 (1995).
- 5) Nahrstedt, K. and Smith, J.M.: The QoS Broker, *IEEE Multimedia*, Vol.2, No.1, pp.53-67 (1995).
- 6) Campbell, A., Coulson, G., Garcia, F., Hutchison, D. and Leopold, H.: Integrated Quality of Service for Multimedia Communications, *IEEE INFOCOM '93*, pp.732-739 (1993).
- 7) Miloucheva, I.: Quality of Service Research for Distributed Multimedia Applications, *Proc.*

- 1995 *Pacific Workshop on Distributed Multimedia Systems*, pp.148-155 (1995).
- 8) Kim, B.G. and Wang, P.: ATM Network: Goals and Challenges, *Comm. ACM*, Vol.38, No.2, pp.39-44 (1995).
 - 9) Iwata, A., Nori, N., Ikeda, C., Suzuki, H. and Ott, M.: ATM Connection and Traffic Management Schemes for Multimedia Internetworking, *Comm. ACM*, Vol.38, No.2, pp.72-89 (1995).
 - 10) Fotedar, S., Gerla, M., Crocetti, P. and Fratta, L.: ATM Virtual Private Networks, *Comm. ACM*, Vol.38, No.2, pp.101-109 (1995).
 - 11) Campbell, A., Coulson, G. and Hutchison, D.: A Quality of Service Architecture, ACM SIGCOM, *Computer Communication Review*, Vol.24, No.2, pp.6-27 (1994).
 - 12) Campbell, A., Coulson, G., Garcia, F. and Hutchison, D.: A Continuous Media Transport and Orchestration Service, *Proc. ACM SIGCOM'92*, pp.99-110 (1992).
 - 13) Delgrossi, L., Herrtwich, R., Hoffmann, F. and Schaller, S.: Receiver-Initiated Communication with ST-II, *ACM Multimedia Systems*, Vol.2, No.4, pp.141-149 (1994).
 - 14) Deering, L.S.E., Estrin, D., Shenker, S. and Zappala, D.: RSVP: A New Resource Reservation Protocol, *IEEE Network Magazine*, Vol.9, No.5 (1993).
 - 15) Little, T.D.C. and Venkatesh, D.: Prospects for Interactive Video-on-Demand, *IEEE Multimedia*, Vol.1, No.3, pp.14-24 (1994).
 - 16) Little, T.D.C., Venkatesh, D.: Popularity-based Assignment of Movies to Storage Devices in a Video-on-Demand System, *ACM Multimedia Systems*, Vol.2, No.6, pp.280-287 (1995).
 - 17) Arman, F., Hsu, A. and Chiu, M.-Y.: Image Processing on Compressed Data for Large Video Databases, *Proc. ACM Multimedia'93*, pp.267-272 (1993).
 - 18) Shibata, Y., Seta, N. and Shimizu, S.: Media Synchronization Protocols for Packet Audio Video System, *Proc. 28th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Maui, Hawaii, pp.594-601 (1995).
 - 19) 赤間孝司, 渡辺光輝, 橋本浩二, 柴田義孝: パケットオーディオ・ビデオシステムのための動的なパケット間隔制御, *情処研報 DPS-67*, Vol.94, pp.37-42 (1994).
 - 20) 渡辺光輝, 赤間孝司, 柴田義孝: パケットロスを考慮したパケットオーディオ・ビデオシステム, *情処研報 DPS-68* Vol.95, No.13, pp.31-36 (1995).
 - 21) Vogt, C.: Quality-of-Service Management for Multimedia Streams with Fixed Arrival Periods and Variable Frame Sizes, *ACM Multimedia Systems*, Vol.3, No.2, pp.66-75 (1995).

(平成7年10月4日受付)

(平成8年3月12日採録)



柴田 義孝 (正会員)

1950年生。1985年UCLAコンピュータサイエンス学科修了。Ph.D. in Computer Science。1985年から、1989年までBellcore(旧AT & Tベル研究所)にて専任研究員としてマルチメディア情報ネットワークの研究に従事。1989年より東洋大学工学部情報工学科助教授。以来、高速パケットビデオ、マルチメディアプロトコル、ハイパーメディアシステム、感性情報処理などの研究に従事。IEEE, ACM, 電子情報通信学会各会員。



橋本 浩二 (学生会員)

1970年生。1994年東洋大学工学部情報工学科卒業。現在、同大学大学院工学研究科電気工学専攻博士前期課程在学中。エンド間QoSを考慮した連続メディア転送処理に関する研究に従事。



渡辺 光輝 (学生会員)

1971年生。1994年東洋大学工学部情報工学科卒業。現在、同大学大学院工学研究科電気工学専攻博士前期課程在学中。圧縮を用いたビデオ転送におけるレート制御、メディア同期に関する研究に従事。