

End-to-End QoS を考慮した連続メディアサービスの実現

5Bb-5

橋本浩二 渡辺光輝 知念正 柴田義孝

東洋大学工学部情報工学科

1. はじめに 高速ネットワークを利用して連続メディアサービスを実現するためには、利用可能な計算機及びネットワークの資源を考慮し、ユーザの要求するサービスの質 (QoS: Quality of Service) に応じた適切な QoS を保証する必要がある。筆者らは、これまでにアプリケーションからネットワークまで一貫した QoS 保証を可能とするメディアコーデイトシステム [1] の設計及び開発を行ってきた。本稿では、連続メディアサービスとして見たい時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 Video-on-Demand を想定し、統合されたオーディオ, ビデオサービスにおける QoS 保証/交渉機能の実装及び評価を行なったので報告する。

2. システムアーキテクチャ 図1は連続メディアサービスの一例としての VOD システム構成を示している。クライアント及びサーバでは、メディアデータストリームを利用してオーディオ, ビデオデータの転送処理を行ない、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, QoS の交渉等を行なう。ビデオエージェントは、アプリケーション制御ストリームを利用して複数のクライアントから VOD サービス要求を受け、適切なサーバを提供する。

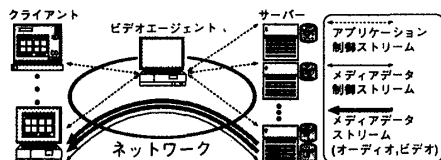


図1: VOD システム構成

このような VOD サービスを実現するために、図2に示すメディアコーデイトシステムでは、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を有する3層で構成され、上位層における QoS 保証機能を有し、End-to-End の QoS 保証を可能とする。同期層ではメディア内及びメディア間同期 [2] を行ない、データ変換層では、オーディオ, ビデオデータの圧縮/展開及びフォーマット変換を行なう [2]。メディアフロー制御層では、パケットレート制御, パケットロス検出及びパケット間隔制御 [2] 等を行なう。また各層は、それぞれ制御, ユーザ, QoS メンテナンス, 及びストリーム管理の4つのプレーンで構成される。

アプリケーションへ提供するメディアデータの適切な

Continuous Media Service with End-to-End QoS
Koji Hashimoto, Mituteru Watanabe, Tadashi Chinen and Yoshitaka Shibata, Toyo University

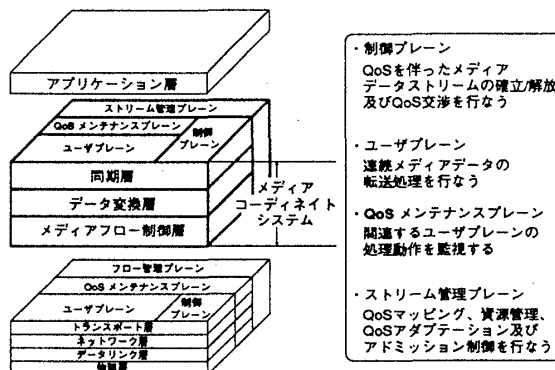


図2: システムアーキテクチャ

な QoS は、ストリーム管理プレーンにおける QoS マッピング, 資源管理, QoS アダプテーション機能により決定され、モジュールの関連動作によりアドミッション制御が行なわれる。図3はストリーム管理及び制御プレーンの機能モジュール構成を示している。

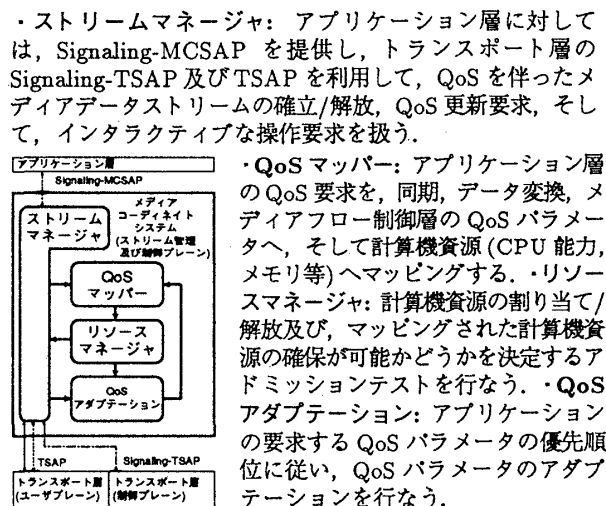


図3: ストリーム管理及び制御プレーンの機能モジュール構成

3. QoS 交渉プロトコル End-to-End の QoS を保証するためには、図3に示した機能モジュールをクライアント-サーバ間で関連動作させ、適切な設定 QoS を決定する必要がある。QoS 交渉プロトコルが必要となる。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。セッション開始時に計算機資源の確保が不可能な場合には、すでに存在しているセッションを含めた QoS のアダプテーションが行なわれ、その結果、セッション期間中の QoS 交渉が行なわれる。

4. プロトタイプ及び機能評価 ビデオフレームレート及びフレームサイズを可変な QoS パラメータとしたメディアコーデイトシステムと簡単な VOD アプリ

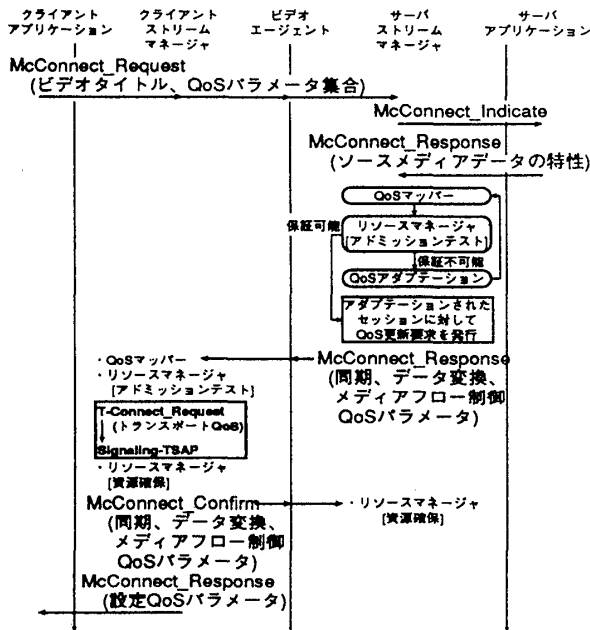


図4: セッション開始時のQoS交渉

セッションを、FDDIネットワークに接続された4台のワークステーション(サーバ、ビデオエージェント、クライアント1及び2)により構築した。通信プロトコルとしては、アプリケーション制御ストリーム及びメディアデータ制御ストリームに対してTCP/IPを、メディアデータストリームに対してはUDP/IPを用いた。利用可能な計算機資源としては、あらかじめ測定した実効スループットの値を用いた。表1は実効スループットの測定及びQoS保証機能評価の際用いたオーディオ、ビデオデータの特徴値と希望、許容QoSの値である。また、希望QoSを保証するために必要なスループットと、測定された実効スループットを表2に示す。

表1: メディアデータ特徴値と希望及び許容値

	特徴値	希望値	許容値
オーディオデータ	量子化ビット数 [bit]	8	—
	サンプリング周波数 [Hz]	8000	—
ビデオデータ	フレームサイズ [pixel]	352x240	160x128
	フレームレート [fps]	24	4
	デプス [bit]	8	—

表2: 実効スループット

セッション数	必要なスループット [Mbps]	実効スループット [ops]		
		サーバ	クライアント1	クライアント2
1	16.3	11.5	6.3	4.8
2	32.6	10.2	7.7	5.0
3	49.9	9.6	8.1	4.8

サーバにおけるセッション数の変動時及び、ユーザからの優先属性更新要求時におけるQoS保証機能の評価を行なうために、クライアント1におけるセッション1の期間中(区間1~5)、クライアント2よりセッション2を開始し一定時間経過の後に終了させた(区間2~3)。2つのセッションは同一優先順位としている。表3、4はセッション期間中にユーザが要求した優先属性とメディアコーデイトシステムが決定した設定フレー

ムレート及びフレームサイズ、そして必要なスループットを示している。表3、4から、ユーザの要求した優先属性に応じた適切なQoSパラメータの値を、表2に示される実効スループットの範囲内で決定していることがわかる。

表3: セッション1期間中の設定QoSパラメータ

セッション1 (クライアント1)	区間1	区間2	区間3	区間4	区間5
		画像サイズ優先		清らかさ優先	サイズ優先
フレームレート [fps]	8	4	10	16	8
フレームサイズ [pixel]	352x240		160x128		352x240
必要となるスループット [Mbps]	5.41	2.77	1.70	2.69	5.41

表4: セッション2期間中の設定QoSパラメータ

セッション2 (クライアント2)	区間1	区間2	区間3	区間4	区間5
		画像サイズ優先		—	
フレームレート [fps]	4		—		
フレームサイズ [pixel]	352x240		160x128		
必要となるスループット [Mbps]	2.77		0.72		

また、図5はセッション1におけるクライアント側のビデオフレーム出力時刻の関係を表しており、格納されたビデオフレームと論理出力時刻を表す線の傾きに対し、提供されたビデオフレームと出力時刻を表す線の傾きが近いほど論理時刻通りにフレームが出力され、時間的制約が保証されていると言える。これらから、QoS保証機能を利用すると、QoS保証機能が無い場合に比べて、時間的制約を保ちながらユーザの要求する優先属性に応じ、適切なQoSの保証されたサービスが可能となると言える。

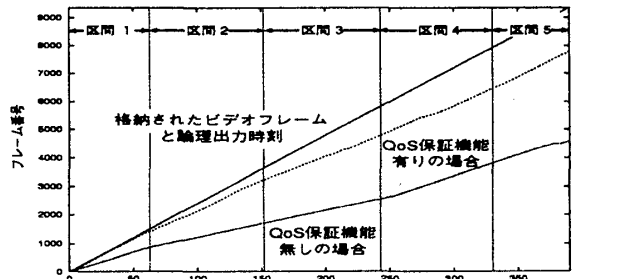


図5: フレーム番号と出力時刻(セッション1)

5. まとめ End-to-EndでユーザのQoS要求を保証するために、QoS保証機能を有すメディアコーデイトシステムを設計、開発し、評価した。現在、JPEG、MPEGビデオをプロトタイプに導入している。今後の課題としては、ビデオフレームレート及びフレームサイズ以外のQoSパラメータを考慮したQoS保証機能の実現、及び、エンド間遅延、ジッタの抑制、信頼性保証の検討などが挙げられる。

参考文献

[1] 橋本, 勝本, 渡辺, 柴田: 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, 情処研報 DPS-71, Vol.95, No.61, pp.97-102, 1995.
 [2] 渡辺, 知念, 橋本, 柴田: 圧縮を考慮した連続メディア転送における動的な転送レート制御方式の研究, 情処ワークショップ論文集, Vol.95, No.2, pp.195-202, 1995.