

メディア同期を考慮したマルチメディア転送プロトコル

佐藤 純 橋本 浩二 高坂 幸春 柴田 義孝

{jun, hashi, kohsaka, shibata}@sb.cs.toyo.ac.jp

東洋大学工学部 情報工学科

本研究では、多様な形態のサービスに対応し、多様な利用環境や利用者要求をサポートする統一的な次世代のマルチメディア転送プロトコルの実現を目的としている。本稿では、このようなプロトコルを実現するためのアプローチとして、マルチメディア通信に必要な制御機能の組み合わせを考慮した階層化されたシステムアーキテクチャを提案する。そして、提案するプロトコルにおいて、各層の間で受け渡すプロトコルデータユニットの定義を行ない、メディア同期についての設計を行なった。これにより、マルチメディア情報を利用者に提供しながら、蓄積型やライブ型、連続、非連続メディアといった形態の異なるサービスやメディアを統一的に扱うことができ、かつ利用する環境や要求に応じて的確に適應することが可能となる。

Multimedia Transmission Protocol Considering Media Synchronization Methods

Jun Sato, Koji Hashimoto, Yukiharu kohsaka and Yoshitaka Shibata

Department of Information and Computer Sciences, Toyo University

In this research, we propose unified next generation multimedia transmission protocol which support very large shapes of multimedia services and considering the difference of user's environments and requirements. In this paper, we introduce the layered architecture considering the combination of control functions which is required to transmit multimedia data in order to realize suggested protocol. We also define protocol data unit of each layer and design media synchronization functions on this protocol. Thus, it is expected to support many different type of services and media data, which are not only stored but also captured and not only continuous but also combination of continuous and discrete, and adapt to the heterogenous user's environments and requirements while provide multimedia information to users.

1 はじめに

ネットワークや計算機技術の発展により、マルチメディア情報ネットワークを基盤とするサービスの実現への期待が高まりつつある。このようなサービスにおいては、Video-on-Demand やマルチメディア会議、電子博物館など、蓄積型やライブ型、オーディオ/ビデオといった連続メディアのみを扱うものもあればテキスト/イメージといった非連続メディアを統合して扱うものなど、多様な形態のものが考えられる。また、これらのサービスを利用する環境として計算機やネットワーク資源、あるいは利用者の要求の相違を考慮する必要がある。

一方、サービスを実現するために必要な機能として、分散する異種メディアデータを意味的に統合する同期機能 [4][5]、利用可能なマルチメディア符合化技術 (MPEG[1], JPEG[2], H.261[3]) を考慮した適切なデータ変換機能、効率的なネットワーク転送を実現するレートおよびフロー制御機能 [6]、さらに

End-to-End QoS 保証制御機能 [7][8] が必要であり、これらの機能については様々な場所で研究されてきている。しかしながら、統合的なサービスを利用者に提供するためには、これらの制御機能の組み合わせが必要である。

現在、RTP[9] や RSVP[10] などマルチメディア通信に対応した次世代のプロトコルが開発されてきている。例えば、RTP の場合は、タイムスタンプやフィードバックによるトラフィックコントロールなどによりリアルタイムアプリケーションのサポートを行なうものであり、一方、RSVP は対応するルータ間での帯域幅の確保によりネットワーク上の QoS 保証を行うものである。しかしながら、これらのプロトコルは上述した必要性、すなわち多様なサービス形態や利用者環境への適應、さらにマルチメディア通信に必要な機能の組み合わせについてはほとんど考慮していない。したがって、サービスを実現するための一般的かつ統合的な機能を考慮したアプリ

ケーションからネットワークまでの一貫したプロトコルが必要となる。

本研究では、このような統一的なプロトコルを設計することを目的とする。ここでの統一的なプロトコルとは、以下の項目を考慮したプロトコルである。

- 多様な形態のサービスに対応

蓄積/ライブ型、連続/非連続メディア、プレゼンテーションシナリオ、インタラクティブ機能、ハイパーメディア機能を考慮する。

- 多様な利用環境および利用者要求をサポート

利用環境への適応や既存のプロトコル/ネットワークとの互換、さらに分散環境を考慮する。

- マルチメディア通信において必要な制御機能の組み合わせの実現

同期、データ変換、フロー制御、レート制御および QoS 制御それぞれを考慮する。

そのためのアプローチとして、本稿では階層化によるシステムアーキテクチャを提案することで、OSI 階層モデルと同様に、複雑な処理を各層で独立して扱うことを実現する。これにより、属性の異なるメディアやサービスを扱う上での統一性や利用環境に応じた的確に適応する柔軟性の向上が期待できる。また、提案するプロトコルが、多様な形態サービスに対応することを可能とするためにメディア同期について着目し、これらの設計を行なったので報告する。

本稿の構成として、第 2 節において分散環境におけるシステムの構成について述べ、第 3 節で階層化された本システムのアーキテクチャについて述べる。さらに、第 4 節にて各層間で受け渡すプロトコルデータユニットの定義を行ない、第 5 節で同期制御の方法について述べる。

2 システム構成

多様な環境を想定したマルチメディア提供を実現する問題の一つとして分散環境が挙げられる。例えば、蓄積型サービスにおいて分散格納されたメディアデータを統合して利用者に提供する場合、メディアの格納場所や格納されたメディアの位置情報を知る必要がある。さらに、蓄積型のみならずライブ型のサービスにおいても同様であり、グループ間での複数人でサービスを提供する場合においてはその管理が実に複雑になる可能性がある。

本稿では、ネットワーク上に分散する端末およびデータベースの位置や情報を取りまとめるために、Fig. 1 に示すクライアント-エージェント-サーバモデルによるシステム構成を提案する [12]。クライアント端末は、プレゼンテーション機能を有する利用者端末である。一方、サーバ端末はメディアデータ

を格納あるいは生成しネットワーク上に配布する機能を有している。また、エージェントは、ネットワーク上に分散する端末を利用者に隠蔽するための位置情報や端末情報などの機能を有している。

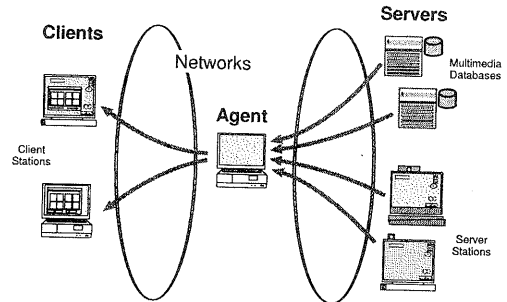


Fig. 1: Client-Agent-Server Model

3 システムアーキテクチャ

想定する多様なシステムを実現するためのアプローチとして本稿では Fig. 2 に示す、階層化されたシステムアーキテクチャを提案する。

本システムは、クライアント/サーバそれぞれにおいて OSI 参照モデルにおける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といったマルチメディア通信処理に必要な 3 つの層を導入している。同期層は、マルチメディアの時間的構成要素を扱い、メディア同期 [11] やフレームレート制御 [14] を行なう。データ変換層は、マルチメディアの空間的構成要素を扱い、例えば、利用環境に応じたメディアフォーマット変換やメディア圧縮/伸張処理を行なう。メディアフロー制御層はメディアデータの効率的な転送を実現するための、パケットレート制御 [14] やパケット回復処理などを行なう。これら各層は、QoS 保証機能を有しており、利用可能な資源の監視機能や QoS マッピング機能やアダプテーション機能などが含まれる [13]。

ここで、同期層においては、その機能をさらに分類し、4 つの副層に分割している。

Media Layer オーディオやビデオなどの単一連続メディアを時間的に関連付けるメディア内同期を行なう。また、計算機やネットワーク上での負荷変動に応じて動的に転送フレームレートを調整するフレームレート制御を行なう。

Stream Layer 関連するオーディオおよびビデオデータの相対的な関連付けを行なうリップ同期を行なう。

Object Layer プレゼンテーションシナリオを考慮し、異種メディアデータの意味的な統合を行な

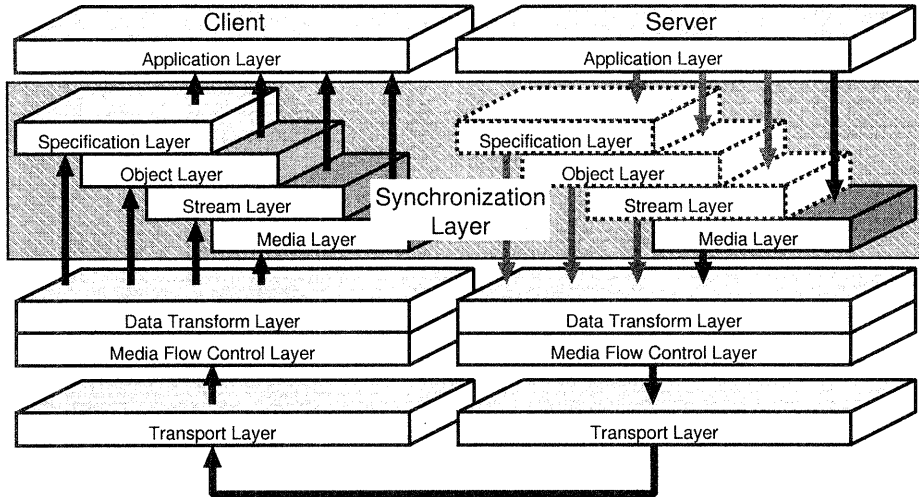


Fig. 2: System Architecture

うためのシーン同期を行なう。また、ネットワーク遅延や計算機上での処理時間を考慮し、送信側で先送りするスケジューリングやメディア提供時刻ポイントを調整することで、利用者のインタラクティブな操作に対する制御を実現する。

Specification Layer サービス形態の異なる複数のマルチメディア情報を統一して扱い、これらの統合や関連付けを行なったハイパーメディア機能を提供する。

4 プロトコルデータユニット

ここでは、前節において述べたアーキテクチャの各層の間で受け渡すプロトコルデータユニットの定義を行なう。ここで、各層の間で統一したインターフェースを設定し、各層の処理を独立して行なうことで、多様な環境変化に対しても柔軟に適應することが可能となる。Fig.3は、各層とプロトコルデータユニットの位置関係を示している。以下に各プロトコルデータユニットの説明を行なう。

Packet Data Unit(PDU) メディアフロー制御層からトランスポート層に受け渡すデータ単位。接続されるネットワーク上でのパケットの最大MTUがデータ単位となることが望ましい。

Media Data Unit(MDU) ビデオフレームやオーディオセグメントなどメディアデータの構成単位。データ変換層より下位の層で扱う。

Logical Data Unit(LDU) 構成単位はMDUと同じ。但し、データ変換層より上位の層で扱う。

Stream Data Unit(SDU) オーディオ/ビデオを構成するいくつかのLDUを取りまとめて一つのメディアとして表した単位。

Media Object(MO) および Media Group(MG) MOは単一のメディアおよび下位層でそれを扱う処理を統括した集合を示す。MGはSDUのシーケンスとして表される2つ以上のMOの集合。

Presentation Unit(PU) その形態や扱いが同様なMOおよびMGを統括した単位。一つのマルチメディア情報を表している。

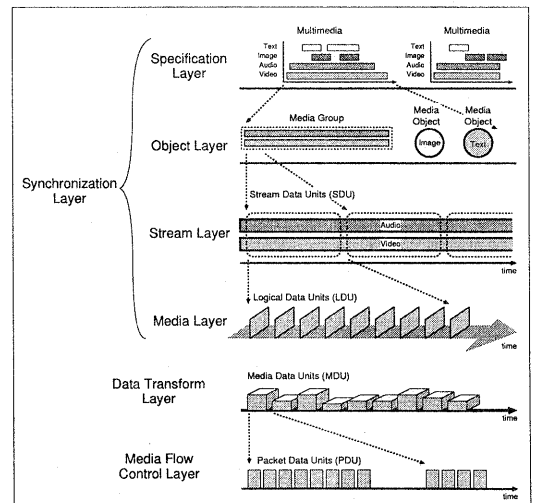


Fig. 3: Protocol Data Unit of Each Layer

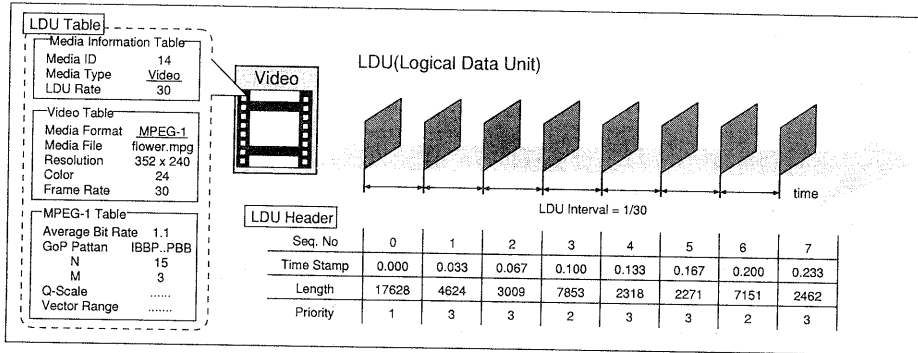


Fig. 4: Intra-Media Synchronization on Media Layer

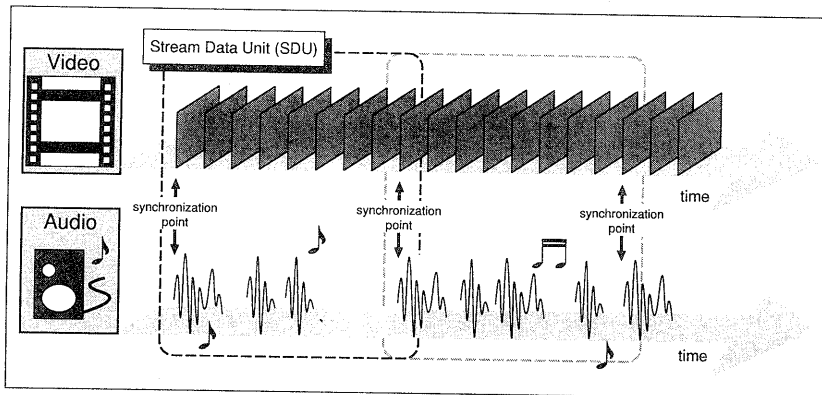


Fig. 5: Lip Synchronization on Stream Layer

5 メディア同期

本節では、提案するプロトコル上において同期制御に着目し、各層で行なう機能を設計する。

5.1 Media Layer

Media Layerでは、ビデオフレームやオーディオセグメントなど連続メディアを構成単位である Logical Data Unit(LDU)を扱う。Fig. 4に示すように、このLDUを時間軸上に配置することで連続メディア転送のメディア内同期を実現する。ここで、各LDUに対してシーケンス番号やタイムスタンプを加えることにより時間軸に対して適切な位置にLDUを配置することができる。また、各LDUごとに優先度を加え、送信側でのLDUの間引き(フレーム間引き)を行なうことによりなど最大限の質で利用者に提供することが可能となる。優先度の対象となるのは、MPEGビデオのI, P, Bピクチャが挙げられる。さらに、この応用例としてオーディオ転送における無音制御が挙げられる。これらの情報は、個々のLDUごとに可変となる可能性が高いため、LDUヘッダとして加えられる。一方、各LDUごとに共通した情

報は、あらかじめテーブルとして格納される。例えば、対象となるLDUの特性値(ファイル名、フォーマット、画質、音質 etc.)が挙げられる。これらの値は対象となるLDUのタイプ(オーディオやビデオ)、あるいはフォーマット(MPEG, JPEG etc)ごとに異なるため、それぞれに対してユニークなテーブルが用意される。

5.2 Stream Layer

Stream Layerにおいては、Fig. 5に示すようにオーディオ/ビデオ間の相対的な関連付けるリップ同期を行なう。ここで、メディア間で相対的に同期を行なう位置を同期ポイント(synchronization point)と定義する。同期ポイントの対象となる各メディアのLDUが損失すると同期が取れなくなるため、これらのLDUに対する優先度は高くなる。さらに、ある同期ポイントから次に同期ポイントまでに構成されるデータの集合をStream Data Unit(SDU)と定義する。これにより、属性の異なる2つ以上のストリームを1つのストリームとして表すことが可能となる。この統合されたストリームはSDUのシーケンスとして表現することが可能であり、本稿では

これを Media Group(MG)として定義している。本研究では、同期ポイントの取る間隔を調整することで、同期の制度を調整する3つの方法を提案している[11]。

- Strict Synchronization

単位時間に生成するビデオデータのLDUと対象となるオーディオデータのLDUの数を完全に一致させ、各LDUおきに同期ポイントを取り厳密な同期を行なう方法。Fig. 6にStrict Synchronizationの例を示す。各LDUおきに同期ポイントを取るため高速な処理が必要となる。

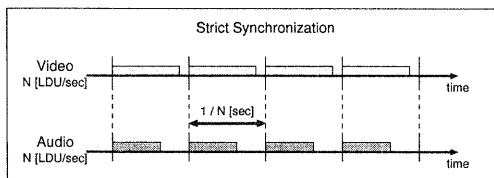


Fig. 6: Strict Synchronization

- Relaxed Synchronization

ビデオデータのLDUとオーディオデータのLDUの位置が重なる部分で緩やかな同期ポイントを取る方法。Strict Synchronizationと比較すると同期の制度は劣化するが、その反面処理量が少なくて済む。同期ポイントの位置は、それぞれのメディアのLDUレートに依存する。

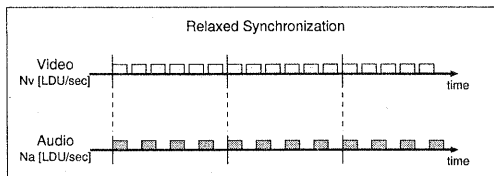


Fig. 7: Relaxed Synchronization

- Silence Detected Synchronization

オーディオデータの無音部分を含む間の同期は考慮せず、有音になった位置から同期ポイントを取る方法。有音部分における同期方法は上に挙げた2つの方法のいずれかを行なう。

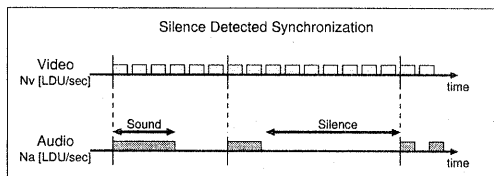


Fig. 8: Silence Detected Synchronization

5.3 Object Layer

Object Layerでは、異種メディアデータ間の意味的な統合を行なったマルチメディア情報を生成す

る。Fig. 9に示すように、Media Object(MO)およびMedia Group(MG)の時間的な開始位置を調整することによりシーン同期を行なう。これにより、プレゼンテーションシナリオを考慮したマルチメディア情報の生成が可能となる。

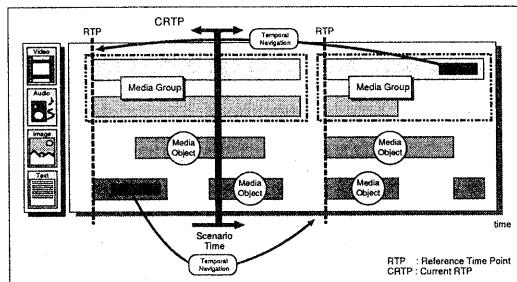


Fig. 9: Multimedia Information on Object Layer

また、ネットワークや計算機上での遅延時間を考慮し、メディア提供開始時刻に応じて先送りを行なうスケジューリングやメディア提供時刻を表すCRTP(Current Reference Point)を操作することにより、再生、停止、早送りなどの一般的な利用者のインタラクティブな操作に対する制御を実現する。

5.4 Specification Layer

Specification Layerにおいては、その形態や扱いが同様であるMOやMGを取りまとめたPreseantation Unit(PU)を取り扱う。これにより、例えばFig. 10に示すように、蓄積メディアより統合されたマルチメディア情報とリアルタイムで生成されたメディアを統合したライブ型マルチメディア情報を統一して扱うことが可能となる。

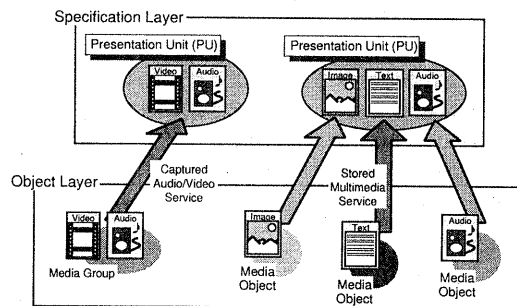


Fig. 10: Presentation Unit on Specification Layer

一方、これらPUの関係を管理することでハイパーメディア情報を提供する。Fig. 11は我々が想定するハイパーメディア情報の例である[12]。あるマルチメディア情報をノードとし、ある情報をリンクすることにより、意味的に関連する他のマルチメディア情報へナビゲーションを行なう機能を有している。

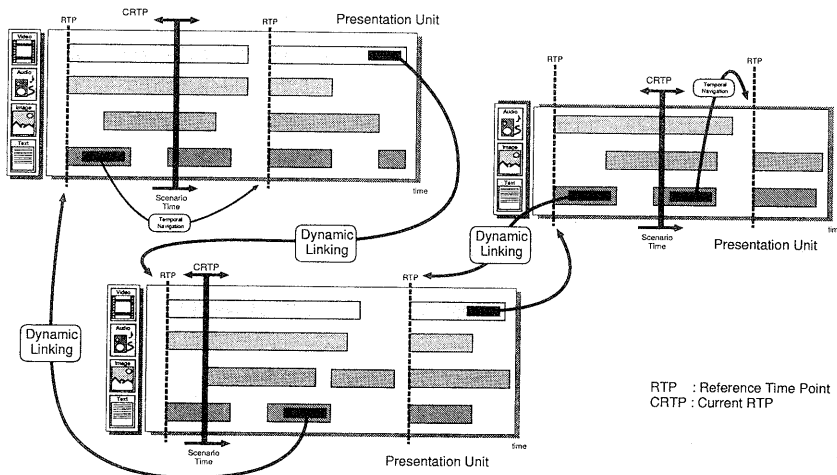


Fig. 11: Hypermedia Information on Specification Layer

6 まとめ

本稿では、多様な形態のサービスに対応し、多様な利用環境および利用者要求をサポートする、マルチメディア通信において必要な制御機能の組み合わせを考慮した統合的なマルチメディア転送プロトコルの設計を行なうため、階層化によるシステムアーキテクチャを提案し、各層で受け渡すプロトコルデータユニットを定義した。さらに、提案するプロトコル上での同期機能について述べた。これにより、マルチメディア情報を提供しながら、蓄積型やライブ型、連続メディアや非連続メディアといった形態の異なるサービスを統一的に扱うことができ、かつ利用する環境や要求に応じて的確に適応することが可能となる。今後、プロトコルの詳細として同期以外の制御としてレート制御やQoS制御を中心に設計する予定である。さらに、本プロトコルを用いて Video-on-Demand やマルチメディア会議など形態の異なるサービスを実現し、提案するプロトコルおよび制御機能の評価を行なう予定である。

参考文献

- [1] D.L.Gall, MPEG: A Video Compression Standard for Multimedia Applications, Communications of the ACM, Vol.34, No.4, pp.46-58, Apr.1991.
- [2] Gregory K. Wallace, The JPEG Still Picture Compression Standard, Communications of the ACM, Vol. 34, No. 4, pp. 31-44, April 1991.
- [3] Ming Liou, Overview of the px64kbit/s Video Coding Standard, Communications of the ACM, Vol. 34, No. 4, pp. 103-112, April 1991.
- [4] Gerold Blakowski, Ralf Steinmetz, A Media Synchronization Survey, Reference Model, Specification, and Case Studies, IEEE Journal Selected Areas Communications, Vol.14, No.1, pp.5-35, January 1996.
- [5] Thomas D. C. Little and A. Ghafoor, Multimedia Synchronization Protocols for Broadband Integrated Services, IEEE Journal Selected Areas Communications, Vol. 9, No. 9, pp. 1368-1382, Dec. 1991.
- [6] Hemant Kanakia, Partho P. Mishra and Amy Reibman, An Adaptive Congestion Control Scheme for Real-Time Packet Video Transport, ACM SIGCOMM'93, pp. 20-31, 1993.
- [7] Andrew Campbell, Geoff Coulson and David Hutchison, A QUALITY OF SERVICE ARCHITECTURE, ACM Computer Communication Review, Vol.24, Number.2, pp.1-27, 1994.
- [8] Andreas Vogel, Brigitte Kerherve, Gregor von Bochmann and Jan Gecsei, Distributed Multimedia and QoS: A Survey, IEEE Multimedia, Vol. 2, No.2, pp. 10-19, Summer 1995.
- [9] Schulzrinne, Casner, Frederick and Jacobson, RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, RFC 1889, March 21, 1995.
- [10] L. S. E. Deering, D. Estrin, S. Shenker and D. Zappala, RSVP: A New Resource ReSerVation Protocol", IEEE Network Magazine, Vol. 9, No. 5, 1993.
- [11] Y. Shibata, N. Seta and S. Shimizu, Media Synchronization Protocols for Packet Audio/Video System on Multimedia Information Networks, Proc. of HICSS-28, pp.594-601, 1995.
- [12] Y. Shibata, N. Seta and M. Katsumoto, A Unified Media Synchronization Methods for Network Oriented Hypermedia System on Distributed Environment, Proc. of ICOIN-10, pp.156-169, 1996.
- [13] K.Hashimoto and Y.Shibata, Performance Evaluation of End-to-End QoS Using Prototyped VOD System, Proc of ICOIN-12, pp.175-178, January 1998.
- [14] J. Sato, K. Hashimoto and Y. Shibata, Dynamic Rate Control Methods for Continuous Media Transmission Proc of ICOIN-12, pp.110-115, January 1998.