

# 高度情報通信システムのための 分散型ハイパーメディアシステムの提案

勝本道哲 飯作俊一

郵政省通信総合研究所

e-mail {katumoto, iisaku}@crl.go.jp

筆者らは、次世代の高度情報通信システムに向けて、自由で発想的なマルチメディア情報検索を可能とするプラットフォームとしてハイパーテキストの概念を基本とし、Client-Agent-Serverアーキテクチャから構成される分散型ハイパーメディアシステムの研究を開始した。次世代の高度情報システムでは、ハイビジョン、あるいはそれ以上の高精細映像、及び高品位オーディオを想定しており、それらを含む高度情報を提供するシステムアーキテクチャ、及びソフトウェアが必要となってくる。そこで、本研究では高度情報による分散型ハイパーメディアシステムの必要条件、ソフトウェア技術、及びヒューマンインタフェースを考察している。本稿では、次世代ハイパーメディアプレゼンテーションモデルの観点から必要とされるソフトウェア技術を挙げ、それらを実現するためのシステムアーキテクチャを提案する。

## 1. はじめに

筆者らは、次世代の高度情報通信システムに向けて、柔軟で発想的なマルチメディア情報検索を可能とするプラットフォームとしてハイパーテキストの概念を基本とし、Client-Agent-Serverアーキテクチャから構成される分散型ハイパーメディアシステムの研究を開始した[1]。次世代の高度情報通信システムでは、HDTVあるいはSDTV (Super DTV)、及び高品位オーディオあるいはサラウンド音響を想定し、それらを含む高度マルチメディア情報を提供するシステムアーキテクチャ、及びソフトウェア技術、さらに高度マルチメディア情報を提供する新しいプレゼンテーションモデルが必要となってくる。ハイパーメディアの概念は、マ

ルチメディア情報を提供するための情報空間構造モデルとして有効であることは実証されている。しかし、情報空間構造を示しているが、プレゼンテーションモデルを明確に示しているわけではない。従って、次世代高度情報システムのための分散型ハイパーメディアシステムの必要条件、ソフトウェア技術、ヒューマンインタフェース、及びシステムアーキテクチャを考察する必要がある。本稿では、次世代ハイパーメディアプレゼンテーションモデル、及び必要とされるソフトウェア技術を挙げ、それらを実現するためのシステムアーキテクチャを提案する。マルチメディア、ハイパーメディアプレゼンテーションの定義は必ずしも明確に定義されているとは考えにくい。そこで、複数のマルチメディアプレゼンテーションから構成されるハイパーメディアプレゼンテーションを定義し、それを提供するためのHypermedia-on-

---

Distributed Hypermedia System for Advanced Information  
Infrastructure

Michiaki Katsumoto and Shun-ichi Iisaku  
Communications Research Laboratory, MPT

Demandシステムを提唱し、分散型ハイパーメディアシステムに時間的同期、及びプレゼンテーションのためのシナリオを考察した。

その一方において、ユーザ、エージェント、及びサーバステーションの処理能力、及びネットワークの負荷変動によって、ユーザの要求に適合するプレゼンテーションを提供できるとは限らない場合があり、各ステーションの処理能力やネットワークの負荷状況に応じて、提供するメディアの質を保証するQoS(Quality of Services)保証機能が必要であり、多くの研究がなされている[2,3,4]。しかし、それらの研究は、従来のVODシステム(Video-on-Demand)に代表されるように、シナリオを含まないClient-Serverシステムに関するQoS保証の研究であり、シナリオを含むマルチメディアプレゼンテーションが複数提供されるハイパーメディアプレゼンテーションでのQoS保証に関する報告はほとんどない。従って、ハイパーメディアプレゼンテーションのQoS保証機能を考察する必要がある。

## 2. ダイナミックハイパーメディアシステム

マルチメディア情報を提供するためのインタフェースとして、ハイパーメディア構造を基本としたダイナミックハイパーメディアシステム(DHS: Dynamic Hypermedia System)を提案した。DHSはマルチメディア構造であるメタノード、及びフラスをダイナミックリンクング法により、ユーザの要求に適合するハイパーメディア空間を動的に構築するシステムアーキテクチャ[5]である。そのシステムアーキテクチャは図1に示すように、ユー

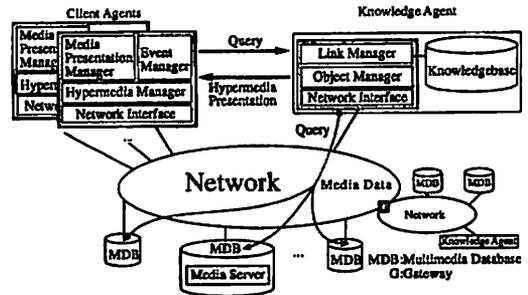


図1 ダイナミックハイパーメディアシステム

ザステーションにおいて、マルチメディア情報のプレゼンテーションを行うクライアントエージェント、ダイナミックリンクングのための知識の管理、及びマルチメディア情報の統一的な管理と提供を行う知識エージェント、マルチメディア情報を格納するマルチメディアデータベース、の3つのコンポーネントから構成されている。

複数のマルチメディアから構成されるハイパーメディアプレゼンテーションにおいては、構成される各メディアを時間的同期関係から、リップ同期とシーン同期に分類し、リップ同期及び単一メディアのQoSを保証しながら転送するメディアオブジェクト、シーン同期ごとのQoS保証を管理するマルチメディアコントローラにより実現する方法を提案した[6]。さらに、プレゼンテーション面からは、コンテキストスイッチング、マルチメディア間の重なりに関するQoS保証を管理をハイパーメディアコントローラで実現する方法を提案している。

## 3. プレゼンテーションモデル

DHSのプレゼンテーションモデルとして、ダイナミックハイパーテキスト構造、マルチメディア構造、ダイナミック

ハイパーメディア構造を提唱している[5]。これらはAmsterdamハイパーメディアモデル[7]で提唱されてる構造をより明確化し、本研究でのダイナミック性を付加し、柔軟性を高めた構造である。

■ダイナミックハイパーテキストモデル：固定的なリンク構造から情報空間を構築する従来のハイパーテキスト構造との基本的な違いは、ユーザの発想時にリンクを構成する点である。さらに、リアルタイムな動画データに対しては、リアルタイムでリンク関係を形成する。

■マルチメディアモデル：現在最も一般的なマルチメディア情報と同意である。複数の統合されたメディアデータにより、時間及び空間的に関係付けられたプレゼンテーションモデルである。

■ダイナミックハイパーメディアモデル：このモデルは、ダイナミックハイパーテキストモデルとマルチメディアモデルを統合したモデルである。つまり、ダイナミックハイパーテキストモデルのノードがマルチメディアモデルにより構成されたプレゼンテーションモデルである(図2)。

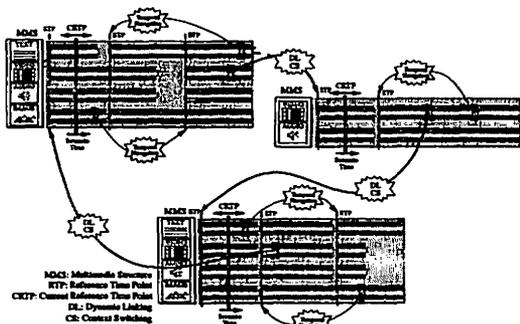


図2 ダイナミックハイパーメディア空間の概念図

実現するためのシステムを次章より解説する。

#### 4. Video-on-Demandシステム

マルチメディアアプリケーションの1つとして従来のVODは既に実装法のためのシステムアーキテクチャ、QoS保証機能に関する議論に達しており、

- 1) 見たいときにみたいビデオを見ることが可能、
- 2) インタラクティブな操作(再生、停止、etc.)をQoSを保証しながら満たす、ことがシステムの条件となっている。本研究におけるVODは、高度情報通信システム及びハイパーテキストモデルを提供するために、上記に加え、
- 3) 高精細画像を大画面で提供、

■400万画素以上の空間解像度(2000x2000以上：HDTVの約4倍)

■60フレーム/秒の時間解像度

■1画像当たり24ビット以上の画素精度

■大型ディスプレイ(プラズマ、液晶、スクリーンなど)、HDTVモニター

- 4) 臨場感のある音響の提供、

■マルチチャンネルHi-Fiオーディオ

- 5) マルチアングル(インタラクティブ操作)

■ハイパーテキストコンテキストスイッチング

を想定する。本研究におけるシステムアーキテクチャの概念図を図3に示す。現時点では、衛星、CATVなどの専用線による、デジタルシネマ、医療学術サービスなどをアプリケーションとして想定している。

VODでは、各クライアントエージェントからの要求を受けた知識エージェントは、その要求に適合するデータをマルチ

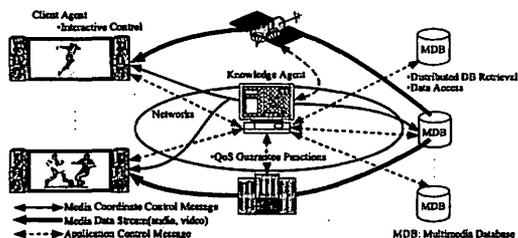


図3 VODシステムアーキテクチャ

メディアデータベース (MDB)より検索し、各クライアントエージェントとMDBのメディアストリームを確保する。また、知識エージェントは、各クライアントへのメディアストリームに対するQoS保証[8]が保たれるように管理する。

## 5. Multimedia-on-Demandシステム

Multimedia-on-Demandシステム (MOD) は、図4に示すシステムアーキテクチャを基盤とし、シナリオに基づくマルチメディアプレゼンテーションを提供するシステムと定義している。VODと異なり、複数のメディアが時間的、空間的なシナリオに基づき統合され、プレゼンテーションされる。例として、新聞などのように、タイトル、本文、写真などから構成された一面が、電子的に提供されるなどが挙げられる。本研究では、シナリオに基づき統合してプレゼンテーションを提供するためのデータモデルとして、メタノードを提案している[9]。「電子博物館」などの例では、イメージ、ビデオ、オーディオ、テキストにより構成されたメタノードを提供しており、これをMODにおけるマルチメディアプレゼンテーションとしている。マルチメディアプレゼンテーションは、

■MPGE1あるいはMPEGE2、JPEGEな

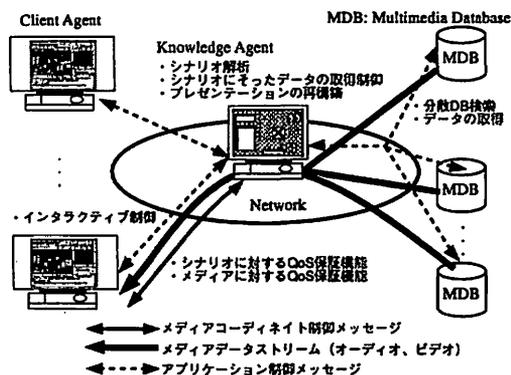


図4 MODシステムアーキテクチャ

どの圧縮法の導入

■Hi-Fiステレオオーディオ

程度の素材を、

■ワークステーション、高機能パソコン、モバイルコンピュータ

を想定している。MODでは、クライアントエージェントの要求を受けた知識エージェントは、

- 1) 適合するシナリオを検索、
- 2) そのシナリオとユーザの要求に適合するメディアデータをMDBより検索し取得、
- 3) 取得したメディアデータをメディアオブジェクトとして統合、
- 4) クライアントエージェントにおいてシナリオに可能な限り近くプレゼンテーションできるように転送、する。

### 5.1 MODにおけるQoS保証機能

本研究で提案したマルチメディアプレゼンテーションモデルは、複数のメディアデータから構成され、それぞれのメディアデータを時間的な関連に基づいたリップ同期とシーン同期を含むシナリオから構成されている。従って、MODでは、リップ同期、シーン同期、更にシナリオに対するそれぞれのQoS保証機能が必

要である。本研究ではリップ同期をメディアグループとして統合して、同期処理、及びメディア変換などを隠ぺいするメディアオブジェクトとして転送することにより、シーン同期をメッセージパッシングにより容易に実現し、マルチメディアコントローラにおいてこれらを管理することによりマルチメディアプレゼンテーションを可能としているため、同期に関するQoS保証では、リップ同期に対するQoS保証機能、シーン同期に対するQoS管理機能を新たに、メディアオブジェクト、及びマルチメディアコントローラ(MMC)(図5)に付加することによりQoS保証機能を実現する[6]。さらに、MODでは、シナリオの進行にともない、構成するメディアが変化するので、構成メディアの変化に対応するQoS保証機能も必要である。さらに、シナリオに可能な限り近いプレゼンテーションを提供するために、スケジューリング転送などを考慮している場合は、それを考慮したQoS保証機能も必要となる。図5のMedia Stream Management and Controlモジュールは、システム内での負荷変動、及びネットワー

クの状態を監視し、その変化の状況に応じて他のモジュールと交渉を行い、シナリオ全体のQoSパラメータの変更を行う。その変更をMMCに通達する。通達を受けたMMCは、シナリオ内のQoS優先度に応じたパラメータを各MOに通達する。個々のMOでは、QoS Maintenanceモジュールにより新たなQoSパラメータによりQoS保証を保ちながら、プレゼンテーションを提供する。知識エージェントでは、必要に応じて転送スケジュールを変更する。

## 6. Hypermedia-on-Demandシステム

本研究では新たに、Hypermedia-on-Demandシステム(HOD)を提唱する。図6に示すシステムアーキテクチャを基盤とするHODは、ハイパーテキスト概念により、マルチメディアプレゼンテーションがリンク構造により関連付けられハイパーメディア空間を構成し、ハイパーメディアプレゼンテーションを提供するサービスと定義している。HODでは、

### ■高精細画像

フル画面時：1920x1080以上、60/秒、  
ノンインターレース

マルチメディア時：960x540、30秒、  
インターレース

### ■マルチリンガルオーディオ

### ■32インチ以上、16対9の画面

を想定している。複数のマルチメディアプレゼンテーションが同時に、あるいはスイッチしながらプレゼンテーションされるので、個々のマルチメディアプレゼンテーション、及びマルチメディアプレゼンテーション間のQoS保証機能が必要となる。知識エージェントの機能は、MODで必要とされる機能に加え、個々のマル

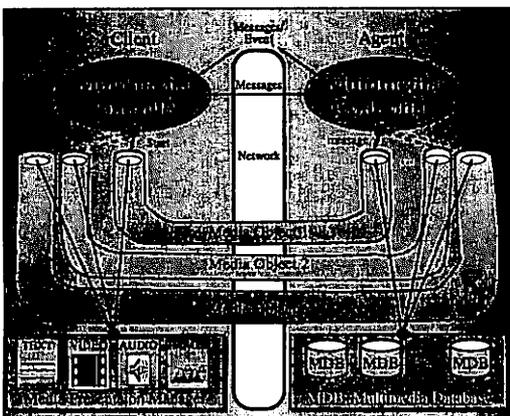


図5 マルチメディアコントローラ

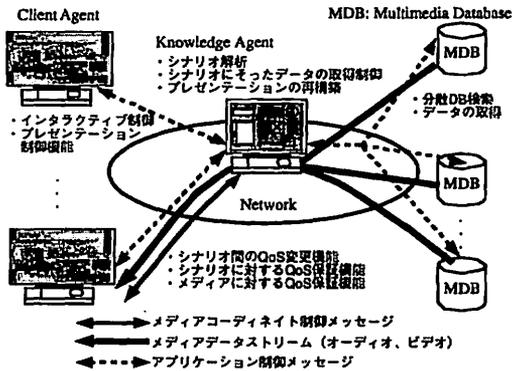


図6 HODシステムアーキテクチャ

チメディアプレゼンテーションを管理する機能が必要となる。また、クライアントエージェントでは、ユーザからのインタラクティブな要求制御だけではなく、オーディオデバイスの切り換えなどのプレゼンテーション制御機能も必要となる。現在マルチメディア分野での研究では、VODの実現法、QoS機能に関する議論が活発に行われているが、ハイパーメディアプレゼンテーションにおいても同様に、QoS機能が必要であると考えられる。HODでは、MODでのQoS保証機能に加え、マルチメディアプレゼンテーション間でのコンテキストスイッチングによるQoS変更・保証機能、及びプレゼンテーション時のQoS変更・保証機能の2つの要素が新たに必要である。

コンテキストスイッチング時のQoS保証機能として、マルチメディアプレゼンテーション間のナビゲーション時"一時停止"、"継続"、"終了"の3つをコンテキストスイッチングとして定義[5]した。

また、プレゼンテーション時のQoS保証機能では、ディスプレイ上に複数のプレゼンテーションが存在する。このような場合、個々のプレゼンテーションに対す

るQoSの優先順位の設定が必要となる。実用面から考慮すべき点は、動画像などの画面の表示を含む場合、重なり合っているプレゼンテーションと、プレゼンテーションがアクティブになっている場合のQoS変更機能が必要となる。重なり合っている下のプレゼンテーションは必ずしも高いQoSを保証する必要はない。また、アクティブでないプレゼンテーションのQoS保証も同様に考えられる。しかし、アクティブでなくとも、プレゼンテーション間の同期を取る必要がある場合もあるので、プレゼンテーション間の優先順位は重要であり、複数のQoSを保証するような機構が必要である。さらに、オーディオや音声の場合、一つのプレゼンテーションのオーディオが再生されるのが基本であり、アクティブでないプレゼンテーションのQoSを変更する場合もある。従って、プレゼンテーション間の迅速なQoS切り換え機能、及び変更機能が必要である。

以上の機能を含むQoS保証を実現するためのアーキテクチャとして、

- 複数の構成のCPUを搭載したワークステーション
- 動画像、オーディオ出力を制御する専用プロセッサ

が必要である。ハイパーメディアプレゼンテーションを提供するハイパーメディアコントローラ(HMC)にQoS監視機能(図7)を導入することにより、HODにおいてQoS保証されたハイパーメディアプレゼンテーションの提供が可能である。クライアントエージェントのイベントマネージャより、コンテキストスイッチング、あるいはプレゼンテーションの状態の変

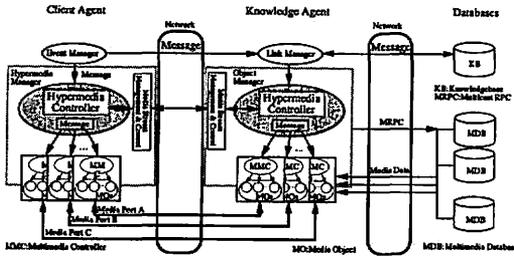


図7 ハイパーメディアコントローラ

化をうけた HMCは個々のマルチメディアプレゼンテーションのQoS優先度を考慮して、Media Steam Management and Controlモジュールの変更を通達する。これを受けた Media Stream Management and Controlモジュールは、必要に応じ他のモジュールと交渉を行い、QoSパラメータを決定する。決定したQoSパラメータを各MMCに通達することによりQoSの変更を行うこと

ができる。

## 7. まとめ

本研究では、HODでのQoS保証機能を実現するための必要機構を、VOD、MODのQoS機能を定義しながら考察した。各システムの特徴を表1にまとめたが、HODでのQoS機能では、迅速なQoS設定機能と変更機能が重要である。今後の課題として、VODのハードウェア及びソフトウェアのプロトタイプシステムの構築、MODの性能評価及びモバイル環境での実装、HODのプロトタイプシステムを構築し、実際のパラメータやプリミティブの設計と実装などが挙げられる。実装において、それらの機構をハイパーメディアマネージャのマルチメディアコントロー

	VOD	MOD	HOD
空間解像度 (動画像)	2000x2000	720x480 (960x480)	1920x1080
時間解像度	60フレーム/秒	30フレーム/秒	60フレーム/秒
オーディオ (Hi-Fi)	マルチチャンネル	ステレオ	マルチリンガル
伝送	衛星、CATV	ATM (Wide Area)	ATM (Wide Area), CATV
ターミナル装置	専用	WS, パソコン	WS
ディスプレイ装置	大型 (プラズマ、液晶、スクリーン)	17インチ以上 (通常のモニタ)	HDTVサイズ (36インチ以上の 高精細)
用途	医療画像、 デジタルシネマ	電子ニュース、 汎用データベース 検索	電子博物館、 学術データベース 検索
同期	メディア内	メディア内 統合メディア	メディア内 統合メディア 統合メディア間
品質の保証	メディア	メディア 統合メディア	メディア 統合メディア 統合メディア間

表1 VOD、MOD、HODの特徴比較

ラで、マルチメディアモデルのためのQoS機構を、ハイパーメディアコントローラでハイパーメディアモデルのためのQoS機構を実現する予定である。

#### 参考文献

- [1] 勝本, 飯作: 分散型ハイパーメディアシステムのためのプラットフォームの提案, 情報処理学会第53回全国大会, 4J-1, Sep. 1996.
- [2] T. D.C. Little and D. Venkatesh, "Prospects for Interactive Video-on-Demand," IEEE Multimedia, Vol.1, No.3, pp.14-24, Fall 1994.
- [3] F. Arman, A. Hsu and M. Chiu, "Image Processing on Compressed Data for Large Video Database", Proc. of ACM Multimedia93, pp.267-272, Aug. 1993.
- [4] T.D.C. Little, G. Ahanger, R.J. Folz, J.F. Gibbon, F.W. Reeve, D.H. Schelleng and D. Venkatesh, "A Digital On-Demand Video Service supporting Content-Based Queries, Proc. of ACM Multimedia93, pp.427-436, Aug. 1993.
- [5] M. Katsumoto, N. Seta and Y. Shibata, "A Unified Media Synchronization Methods for Dynamic Hypermedia System," 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.5, pp.711-720, May 1996.
- [6] 瀬田, 勝本, 柴田: 連続メディア転送を考慮した情報空間同期機構, 情報処理学会研究報告 DPS-68, Vol.95., No.13, pp.25-30, Jan. 1995.
- [7] L. Hardman, D. C.A. Bulterman and G. Van Rossum, "The AMSTERDAM Hypermedia Model: Adding Time and Context to the Dexter Model", Comm. ACM, Vol.37, No.2., pp.50-62, Feb. 1994.
- [8] 橋本, 勝本, 渡辺, 柴田: 連続メディアを主体とするサービス実現のためのQoS機能, 情報処理学会研究報告 DPS-71, Jul. 1995.
- [9] M. Katsumoto, M. Fukuda, N. Seta and Y. Shibata, "Dynamic Hypermedia System based on Perceptual Link Method for Distributed Design Image Database," Proc. of ICOIN-9, pp.49-54, Dec. 1994.