

やわらかいマルチメディアシステムによる マルチメディア会議サービス

橋本浩二[†] 柴田義孝[†] 白鳥則郎^{††}

分散マルチメディアシステムを利用して複数の利用者が遠隔会議を行うために、オーディオやビデオ、共有ウィンドウなどによるリアルタイム通信を行いながら、ネットワーク上に分散して蓄積されているマルチメディア情報を参照するような場合、複数の利用者が要求するサービス構成やサービスの質(QoS)に応じてシステムは動的に機能モジュールを変更したり、利用者の計算機やネットワーク環境および資源利用状況を考慮して適切なQoSをエンド間で保証したりする必要がある。これまで、利用者の要求するQoSをエンド間で保証し、利用者に安定したマルチメディア通信を提供するためのシステムとして、エージェント指向のアーキテクチャを用いたやわらかいマルチメディアシステム(FMS)を提案してきた。本稿では、FMSのアーキテクチャを再考し、複数の利用者間でサービスの構成やQoS要求をとりまとめるプロトコルを導入した。これにより、複数の利用者からのサービス構成要求やQoS要求に対し、FMSは柔軟に対応することが可能となる。

Multimedia Teleconferencing Service Based on the Flexible Multimedia System

KOJI HASHIMOTO,[†] YOSHITAKA SHIBATA[†] and NORIO SHIRATORI^{††}

Distributed multimedia system which not only integrates various multimedia information distributed over computer networks and but also provides it the users in accordance with the user's requirement during realtime multimedia communication must guarantee the user requested quality of services (QoS) even though the computer and network resources change dynamically or statically. We have proposed a flexible multimedia system (FMS) with QoS guarantee functions, which is based on agent-oriented architecture and provides both real time and stored multimedia information services simultaneously to users even though the multimedia services environment and the resource utility of computers or networks has been dynamically changed. This paper describes about the FMS architecture for multimedia teleconferencing system with QoS guarantee functions, and introduces organization protocols and QoS negotiation protocols. In multimedia teleconferencing service, FMS is able to realize the multimedia communication services flexibly for service requests and QoS requests from users.

1. はじめに

近年、複数のメディアを同時に処理できる高性能なコンピュータを個人で利用することが可能となり、コンピュータを高速なネットワークに接続することでマルチメディア通信を行うことが可能となった。現在のマルチメディア通信サービスには、ネットワークに分散して格納されているデータを参照するものや、Video-on-Demand, TV-Phone, テレビ会議などのシステム

が存在する。

しかしながら、コンピュータネットワーク上でマルチメディア通信サービスを利用する利用者のコンピュータおよびネットワーク環境は複数存在するため、利用者の環境や利用するメディアに応じて、利用者の要求するサービスを提供したり、要求されたサービスの質(QoS)をエンド間で保証したりすることは困難である。

現在、ATMを中心にネットワークレベルのQoS保証やRTP¹⁾やRSVP²⁾といったメディアデータ転送時のQoS保証を考慮したプロトコルの研究がさかに行われており、ATMネットワークを利用した電話システムやリアルタイム型のオーディオ・ビデオ通信システムが存在する。また、帯域幅確保を行うRSVPを

[†] 岩手県立大学

Iwate Prefectural University

^{††} 東北大学電気通信研究所

Research Institute of Electrical Communication,
Tohoku University

利用した vic や vat といった会議システムもインターネット上で利用可能である。しかしながら、利用者ごとに異なるコンピュータおよびネットワーク環境に応じて、要求された各種のマルチメディア通信サービスを構成したり、QoS 要求をエンド間で保証したりするための検討は十分に行われていない。

たとえば、マルチメディア通信を利用して遠隔会議を行う場合、地理的に離れた利用者は互いの意思疎通を行うために、リアルタイム型オーディオ・ビデオサービスを利用する一方で、ネットワーク上に分散するマルチメディア情報を参照するための蓄積型メディアサービスを利用するといったことが想定される。また、会議のプレゼンテーション資料として蓄積しておいたマルチメディア情報を会議参加者へ提供するためにはオーディオ、ビデオのような連続メディアとイメージ、グラフィックス、テキストのような非連続メディアを統合する必要がある。複数のマルチメディア通信サービス機能を実現するために、システムは蓄積およびリアルタイムメディアを同時に処理する必要がある一方、利用者の QoS 要求を保証するために、利用者の環境に応じてメディアごとに異なる処理や制御^{(3),(4)}を行う必要がある。

また、これらのマルチメディア通信サービスは、利用者からつねに要求されるものではなく、システムはすべてのマルチメディア通信サービスをつねに利用可能な状態にしておく必要もない。高性能なコンピュータや高速なネットワークを利用できる環境でも資源は有限であるので、利用者のサービス要求に応じて適切な機能をコンピュータ内に組織する仕組みが有効であると考えられる。つまり、利用者が要求するマルチメディア通信サービスを必要に応じて柔軟に提供し、かつエンド間 QoS 保証を可能とするシステムが必要となる。

これまで筆者らは、利用者の要求するマルチメディア通信サービスを柔軟に提供する Flexible Multimedia System (FMS) の設計、実装^{(5),(6)}を行ってきた。FMS は、やわらかさの概念⁽⁷⁾に基づいたエージェント指向のマルチメディアシステム⁽⁸⁾であり、エージェント技術をマルチメディア通信に応用することで多様な利用者環境間でのマルチメディア通信を実現する。しかしながら、FMS には複数利用者のサービス要求や QoS 要求をとりまとめる仕組みがなく、マルチメディア会議のようなサービスへ応用することが困難であった。

そこで、筆者らは FMS アーキテクチャの再考と、複数利用者間のサービス要求や QoS 要求をとりまとめるプロトコルの導入を行った。本稿では、FMS で実現

するマルチメディア通信サービスとしてマルチメディア会議システムを取りあげ、2 章ではその概要を述べる。3 章では ATM システムアーキテクチャを参照した FMS のアーキテクチャについて述べ、4 章では機能モジュール構成を説明する。次の 5 章では、FMS における QoS 機能とサービス提供のために利用する QoS パラメータ、クラスを定義し、6 章ではマルチメディア会議を行うためのエージェントやコンポーネントの組織化と、複数利用者間におけるサービス要求や QoS 要求の交渉プロトコルフローを示す。そして、7 章でシステムのプロトタイプについて述べる。

2. マルチメディア会議システム

想定するマルチメディア会議システムは、図 1 に示すとおり LAN や WAN で接続された複数の利用者端末により構成される。図 1 は、地理的に離れた複数の利用者が LAN や WAN を通してマルチメディアを利用した会議を実現するために、FMS をマルチメディア会議システムとして利用した場合の例を示している。

利用者ステーションはマルチメディア情報を処理できるコンピュータである。キーボードやマウスだけではなく、ビデオカメラやマイクロフォンを備えており、ネットワークを利用してリアルタイムおよび蓄積型両方のマルチメディア情報を送受信する機能を有する。リポジトリには、利用者ステーションの OS 種別やネットワーク環境、デバイスなどに応じた機能モジュール (エージェントおよびコンポーネント) が格納される。また、利用者ステーションの環境に応じてどのようにメディア制御を行うかといった知識を有し、利用者のサービス要求に応じて利用者ステーションへ必要なエージェントと知識、コンポーネントを提供する。

利用者は、リアルタイムオーディオ・ビデオや共有ウィンドウなどのリアルタイムメディアを利用して通信をしながら、利用者ステーション内にすでに用意されているオーディオ、ビデオ、テキスト、グラフィック

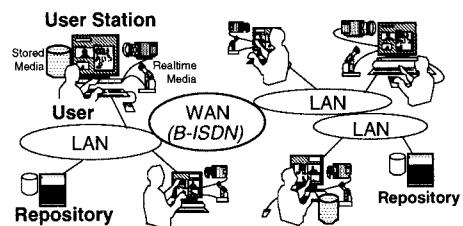


図 1 マルチメディア会議システムの構成

Fig. 1 Mutlimedia teleconferencing system configuration.

スによって構成される蓄積型メディアの資料やネットワーク上に分散するマルチメディア情報を利用してプレゼンテーションを行うことが可能である。

3. システムアーキテクチャ

マルチメディア会議システムのような通信サービスを実現するための Flexible Multimedia System (FMS) アーキテクチャを図 2 に示す。本システムアーキテクチャは、ネットワークレベルの QoS 保証機能を有する ATM (B-ISDN) システムアーキテクチャを参照⁹⁾し、エンド間でマルチメディア通信を実現するための機能を 4 つの層と 4 つの垂直なプレーンにより構成する。

User Interface Layer は、サービス要求や QoS 要求を利用者から受け付け、マルチメディアデータを利用者へ提供する。Resource Management Plane は、OS 種別やデバイス、接続しているネットワークなどの静的な環境と、CPU やメモリ使用状況などの動的な環境を管理し、資源の割当ておよび解放を行う。Service Management Plane は、マルチメディア通信サービスを管理する。Video-on-Demand, TV-Phone, マルチメディア会議など、利用者が要求するマルチメディア通信サービスを実現するために必要な機能モジュールを動的に組み込み、個々のサービス固有の機能を実現する。Media Management Plane は、マルチメディア通信サービスに必要なメディアを管理する。Media Data Plane の各処理モジュールに対し、オーディオ、ビデオデータのレート制御やテキスト、イメージデータの送信タイミングなどを指示する。そして、Media Data Plane において実際

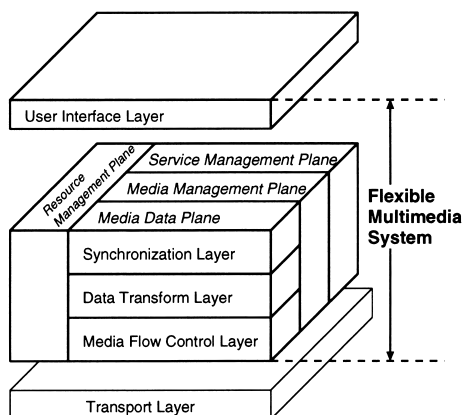


図 2 やわらかいマルチメディアシステムアーキテクチャ

Fig. 2 Flexible Multimedia System architecture (user station).

のメディア処理を行う。Synchronization Layer はメディア内およびメディア間同期処理を行い、Data Transform Layer では、データ変換処理を行う。また、Media Flow Control Layer では、メディアごとに適切なフロー制御を行う。

4. 機能モジュール構成

FMS によりマルチメディア会議を実現するための機能モジュール構成を図 3 に示す。このモジュール構成は、マルチメディア会議サービス開始時にリポトリから利用者ステーションへ必要となるエージェントとコンポーネントが組織された後の構成を示している。

User Interface Layer と Resource Management Plane の機能は利用者端末固有のものであるため、その機能はつねに利用者ステーション内部で動作する常駐型のエージェントで実現する。また、Service Management Plane と Media Management Plane および Media Data Plane の機能は利用者のサービス要求や QoS 要求により動的に組織可能なエージェントとコンポーネントにより構成される。この 3 つのプレーンに組織されるエージェントとコンポーネントをそれぞれ総称して、Multimedia Service Management Agent (MSMA), Media Agent (MA), Media Component (MC) と呼ぶ。

4.1 利用者ステーションの機能モジュール構成

利用者ステーションは以下のエージェントとコンポーネントにより構成される。

(1) 常駐型エージェントおよびコンポーネント

- User Partner Agent (UPA): 利用者からのサービス要求を受け付け、必要な MSMA を組織する。また利用者の QoS 要求を受け付け、MSMA に対し QoS 処理の依頼を行う。他の利用者による QoS の更新や資源利用状況の変動にともなう QoS 更新が行われる際は、その旨を利用者に通知するためのメッセージを生成する。
- User Interface Component (UIC): 利用者ステーションのウィンドウシステムやデバイスに依存するメディアデータの入出力にともなうユーザインタフェースを利用者に提供する。
- Resource Management Agent (RMA): 利用者ステーションで利用可能な資源を把握し、その利用状況を監視する。また、必要な資源の割当てや使用を終了した資源の解放を行う。さらに、動的なエージェントとコンポーネントの組織時にリポトリと通信するため、後述する Media Component (MC) を所有する。

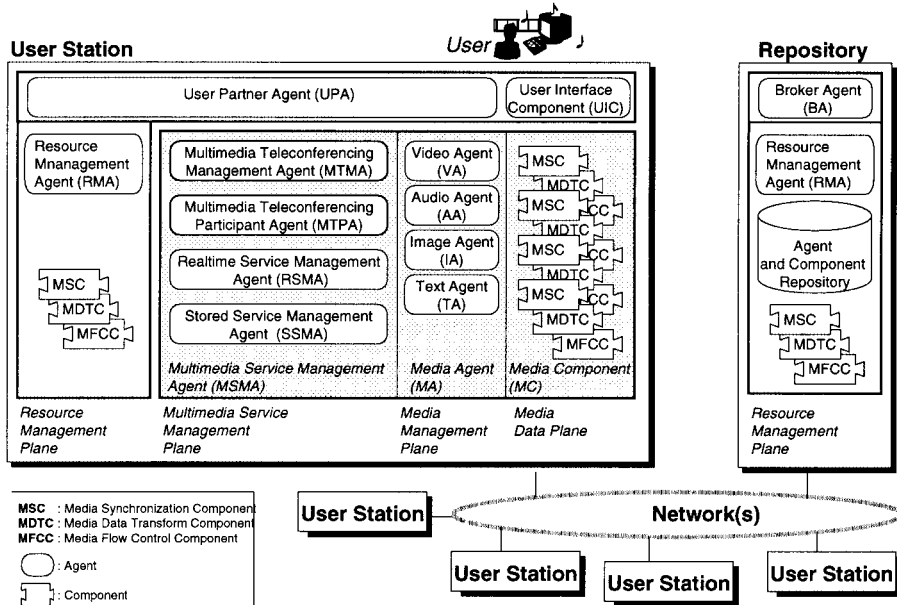


図3 マルチメディア会議システムのモジュール構成

Fig. 3 Functional modules for multimedia teleconferencing system.

(2) 動的エージェントおよびコンポーネント

(2.1) Multimedia Service Management Agent (MSMA):

利用者に提供するマルチメディア通信サービスを特定する複数のエージェントである。サービスごとに異なる機能を有する。また、必要となる Media Agent (MA) を組織する。

マルチメディア会議サービスを実現するためには、以下の MSMA が組織される。

- **Multimedia Teleconferencing Management Agent (MTMA):** マルチメディア会議と全体の管理する。会議主催者または運営者の利用者ステーションに組織され、参加者の受付や退出の管理、後述する合意ポリシー¹⁰⁾の設定や、各利用者からのサービスクラスおよび QoS クラス要求をとりまとめる。
- **Multimedia Teleconferencing Participant Agent (MTPA):** マルチメディア会議参加者の利用者ステーションに組織され、UPA が受け付ける利用者からの会議に関する要求を処理する。他の参加者の声が聞きづらい、ビデオデータの画質が悪すぎるなどと利用者を感じ、QoS を上げて欲しい場合、その要求は UPA を通して MTPA へ通知される。MTPA は他の利用者ステーションの MTPA および MTMA と交渉し、利用者の QoS 要求を満たそうとする。また、会議開始時には利用していなかった共有ウィンドウを会議の途

中から利用する場合などにも MTPA は他の利用者ステーションの MTPA および MTPA と交渉し、共有ウィンドウの機能を利用者ステーション内に組織する。

- **Realtime Service Management Agent (RSMA):** リアルタイムメディアサービスを利用者に提供するための MA を組織化し、その制御と管理を行う。たとえば、リアルタイムオーディオ・ビデオサービスを利用して、利用者同士が会話をする場合、本質的にビデオの画質やなめらかさよりオーディオデータの質が重要となる場合が多い。もし、QoS を保証するために必要な資源が確保できずオーディオデータに途切れが生じ、会話が損なわれる場合、RSMA は途切れをなくすために Video Agent に対してビデオデータのフレームレートを下げたりフレームサイズを小さくしたりするよう指示する。これにより、単位時間あたりのビデオデータ転送量を抑えることにより、オーディオデータの途切れを抑制する。
- **Stored Service Management Agent (SSMA):** 蓄積メディアサービスを利用者に提供するための MA を組織化し、MA の制御と管理を行う。たとえば、蓄積型オーディオ・ビデオサービスにおいて、メディアに対するインタラクティブな操作性よりメディアの再生を優先する場合、メディアデータをキャッシュしてビデオデータの

なめらかさを維持する必要がある。また、Video-on-Demand サービスのように厳格なメディア間同期が必要な場合もある。SSMA は、これらの制御メッセージを MA に対して送信する。

(2.2) Media Agent (MA): メディアごとに存在するエージェントであり、Media Component (MC) のメディア処理の監視、制御を行う。

(2.3) Media Component (MC): 実際にメディア処理を行う機能モジュールである。マルチメディアサービスを行うために必要となるメディア処理には、大別して以下に述べる 3 つの機能が必要であり、メディアコンポーネントは、これらの機能を実現する。

Media Synchronization Component(MSC) はメディア内およびメディア間同期処理¹¹⁾を行い、Media Data Transform Component(MDTC) が、JPEG, MPEG1/2, H.261 などの圧縮/展開や、画像データのカラーフォーマット、オーディオデータの変調方式といったデータ変換処理を行う。そして Media Flow Control Component(MFCC) は、メディアのレート制御やパケット紛失の調整を行うため、可変ビットレート転送やパケット間隔調整^{12)~15)}を行う。

4.2 リポジトリのモジュール構成

リポジトリは図 2 に示すアーキテクチャの User Interface Layer および Resource Management Plane の機能のみで構成される。

Broker Agent (BA) は、利用者ステーションの環境と利用者のサービス要求に応じて Agent and Component Repository (ACR) に格納されているエージェントおよびコンポーネントを利用者ステーションへ提供するエージェントである。Resource Management Agent (RMA) は、リポジトリで利用可能なコンピュータおよびネットワーク資源と ACR を管理する。また、Media Component (MC) を所有し、動的なエージェントとコンポーネントを組織時に利用者ステーションと通信するために利用する。

5. FMS へのサービス要求

QoS の保証されたマルチメディア通信サービスを利用するために、FMS 利用者は図 4 に示すサービスに関する 4 つの項目を FMS へ要求する。マルチメディア会議サービスを利用する場合、サービス種別はマルチメディア会議を指定する。この場合、複数の利用者のサービス要求や QoS 要求をとりまとめるために合意ポリシーも選択する。そして、マルチメディア会議をどのようなアプリケーションを用いて行うかを、サー

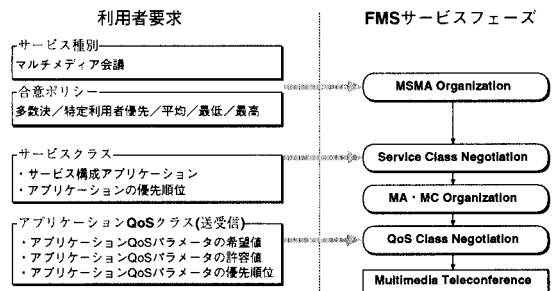


図 4 利用者要求と FMS サービスフェーズ

Fig. 4 User requirements and FMS service phases.

表 1 サービスクラス：マルチメディア会議

Table 1 Service class for multimedia teleconferencing service.

サービスクラス	サービス構成アプリケーション
A	リアルタイムオーディオ・ビデオ, 共有ウィンドウ, 書籍マルチメディアデータ
B	リアルタイムオーディオ・ビデオ, 共有ウィンドウ
C	リアルタイムオーディオ・ビデオ
D	共有ウィンドウ

ビスクラスから選択し、最後にそれぞれのアプリケーション QoS クラスを選択要求することでサービスと QoS の要求が完了する。

5.1 合意ポリシーとサービスおよび QoS クラス

マルチメディア会議のように、1 対 n または n 対 m の通信を行うためには、利用者ごとの要求をとりまとめる必要がある。複数の利用者からの要求をまとめるためには何らかの方針が必要であり、FMS ではこれを合意ポリシーと呼ぶ。

合意ポリシーとして、図 4 に示す 5 つの方針を定義する。たとえば、会議の内容が主催者による説明会に近いものであれば、合意ポリシーとして特定利用者優先を使用する。合意ポリシーは、会議主催者または運営者が選択し MTMA が管理する。

また、FMS ではサービスを構成するアプリケーションの選択を利用者が簡単に行えるように、図 4 に示すサービスクラスを定義する。各サービスクラスは、構成アプリケーションとアプリケーションの優先順位を定義する。表 1 は、マルチメディア会議のサービスクラスの定義例である。利用者はサービスクラスを選択することで、会議で利用するアプリケーションを簡単に FMS へ要求することが可能となる。

さらに、サービスクラス内の複数のアプリケーションに対し、各々の QoS 要求を利用者が容易に行えるようアプリケーション QoS クラスを定義する。アプリケーション QoS クラスは、そのアプリケーションの各 QoS パラメータの希望値と許容値、および優先順位で構成される。FMS は、これに従い、QoS 保証

表 2 アプリケーション QoS クラス：リアルタイムオーディオ・ビデオ (希望値)

Table 2 Application QoS class for realtime audio・video.

QoS クラス	アプリケーションQoSパラメータ(リアルタイムオーディオ・ビデオ)						
	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	遅延
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	最小
Normal	ノーマル	普通	普通	普通	2(ステレオ)	細かい	普通
Low	ミニ	普通	普通	普通	1(モノラル)	普通	最善努力

を行う。表 2 は、リアルタイムオーディオ・ビデオの QoS クラスを示している。利用者はこの 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。

5.2 メディア QoS パラメータと資源パラメータ

FMS がメディア処理を行うためには、要求されたアプリケーション QoS パラメータをシステム内部で扱うパラメータへマッピングする必要がある。

FMS では、組織された各 MC で処理するメディアの QoS をメディア QoS パラメータと呼び、各 MC がメディア処理に必要な資源を表すパラメータを資源パラメータと呼ぶ(ネットワークトラフィック、CPU 占有率、ロードアベレージ)。また、OS 種別や CPU 種別など動作環境を示すパラメータを環境パラメータと呼ぶ(OS 種別、CPU 種別、クロック周波数、メモリサイズ、デバイスの種別と特性)。メディア QoS パラメータはメディアごとに異なるが、ビデオの場合、メディア間およびメディア内同期精度、符合化方式、フレームレート/サイズ、色数、利用帯域幅、パケット紛失率、遅延、ジッタなどがパラメータとなる。

5.3 QoS 保証機能

FMS は、利用者の QoS 要求を保証するために、以下 4 つの QoS 機能を有する。図 5 は QoS 保証に関するエージェントの機能とエージェント間の関連を示している。これらの機能を、6 章で述べるプロトコルを用いて各利用者ステーション間で関連動作させることにより、利用者の QoS 要求を保証する。

QoS マッピング機能：利用者の QoS 要求とメディア処理/制御の関係を明確にする。各 MSMA と MA はアプリケーション QoS パラメータとメディア QoS パラメータのマッピングを行い、RMA はメディア QoS パラメータから資源パラメータへのマッピングを行う。

資源管理機能：マッピングされた資源パラメータが示すコンピュータおよびネットワーク資源が利用可能かどうかを決定するために、RMA はアドミッションテストを行う。また、RMA は必要な資源を確保/解放する。

QoS アダプテーション機能：RMA によるアドミッションテストの結果、必要となる資源が確保できない

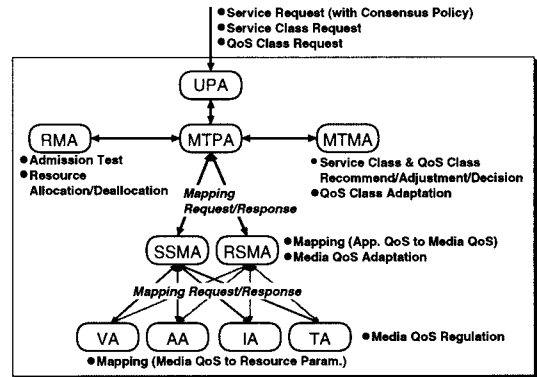


図 5 各エージェントと QoS 保証機能
Fig. 5 Each agent and QoS guarantee functions.

場合、合意ポリシーと優先順位に基づき、QoS クラスのアダプテーションを行う。

負荷対応機能：FMS 以外のアプリケーションやネットワークトラフィックの変動により、FMS が提供するサービスの質が一時的に保証できなくなる場合、その負荷変動に応じてフレームレート制御やパケット間隔の制御などを行う。

QoS を保証したマルチメディア通信サービスを利用者へ提供するには、環境とメディア処理の関係を把握し、適切なメディア処理を行う必要がある。利用者ステーションごとに異なるその関係をエージェントが管理し、サービス提供時に必要なエージェントを動的に組織することにより、環境に応じた適切なサービスを可能とする。

6. 組織化および交渉プロトコル

FMS は利用者のサービス要求に応じて必要となる機能を動的に組織する。また、利用者の QoS 要求と合意ポリシーに応じて適切な QoS を決定する。マルチメディア会議を開始するまでに組織化と QoS 交渉が行われ、これは図 4 に示すとおり、4 つのフェーズで構成される。FMS では、組織化プロトコルを用いて必要な機能の組織を行い、クラス交渉プロトコルを用いて複数の利用者ステーション間で QoS 機能を関連動作させ、QoS 保証を可能とする。

6.1 MSMA の組織化

利用者が FMS にマルチメディア通信サービスの開始要求を行うと、FMS は最初に複数の Multimedia Service Management Agent (MSMA) を組織する。図 6 は、利用者がマルチメディア会議サービスの開始を要求した場合の MSMA の組織化フローを示している。各利用者ステーションの User Partner Agent (UPA) は、利用者からサービス要求を受けると、リポ

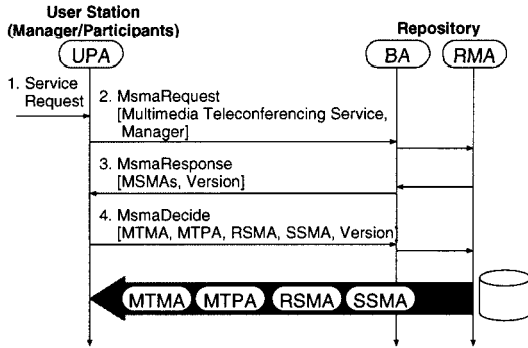


図 6 MSMA の組織化

Fig. 6 Organization of MSMA.

ジトリの Broker Agent (BA) に対し MsmaRequest メッセージを発行する . このメッセージには開始するサービス種別とその属性が含まれる . 図 6 は , 会議主催者または運営者がマルチメディア会議サービス開始を要求している例であり , その属性は Manager である .

次に , BA は Resource Management Agent(RMA) へサービス種別と属性を通知し , 適合する複数の MSMA の情報を RMA から受け取る . そして , BA は MsmaResponse メッセージにより , マルチメディア会議を行うための複数の MSMA 情報を UPA へ応答する . MSMA の情報を取得した UPA は , 適切な MSMA の名前とバージョンを BA に通知し , 最後に RMA が管理している複数の MSMA が利用者ステーションへ組織される . 組織化が終了すると , 各利用者ステーションは利用者が要求するサービスクラスの交渉を開始する .

6.2 サービスクラスの交渉

MSMA の組織化により , Multimedia Teleconferencing Management Agent(MTMA) を組織した利用者ステーションでは , 利用者が合意ポリシーの選択を行い , 以後 , サービスクラスの交渉や QoS クラスの交渉の際にその合意ポリシーを利用する .

図 7 は , サービスクラスの交渉フローを示している . まず最初に , MTMA は各会議参加者の Multimedia Teleconferencing Participant Agent(MTPA) にサービスクラスの交渉開始メッセージをマルチキャストする . これに応じて各 MTPA はサービスクラスの要求を行う . そして , 各 MTPA の要求と合意ポリシーを用いて , MTMA がサービスクラスを決定する . 最後に決定したサービスクラスが各 MTPA にマルチキャストされる .

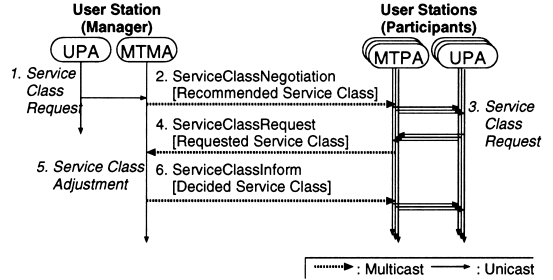


図 7 サービスクラスの交渉

Fig. 7 Negotiation of service class.

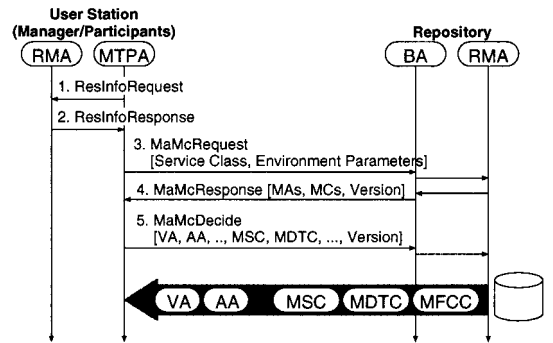


図 8 MA と MC の組織化

Fig. 8 Organization of MA and MC.

6.3 MA と MC の組織化

サービスクラスの交渉が終了すると , 各 MTPA は決定したサービスクラスを構成するアプリケーションを利用者へ提供するために Media Agent (MA) と Media Component (MC) の組織化を行う . そのフローを図 8 に示す .

MC と MA はメディア処理とその管理を行うため , 利用者ステーションの環境に適合する処理モジュールである必要がある . まず , MTPA は RMA に対し ResInfoRequest メッセージを発行し , RMA はユーザステーションの環境パラメータを MTPA に応答する . 次に , MTPA はサービスクラスと環境パラメータを含む MaMcRequest メッセージを BA に発行する . BA は適合する MA と MC の情報を RMA に問い合わせ , 結果を MTPA に送信する . 複数の MA および MC の情報を取得した MTPA は , 適切な MA と MC の名前とバージョンを BA に通知し , 最後に RMA が管理している複数の MA と MC が利用者ステーションへ組織される .

6.4 QoS クラスの交渉

MSMA , MA および MC の組織が完了するとメディア処理が可能となるが , MTMA と各 MTPA は , 会議参加者が合意する QoS のマルチメディア会議を実

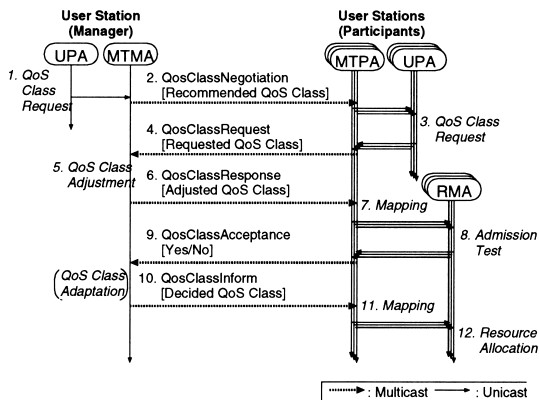


図9 QoSクラスの交渉

Fig.9 Negotiation of QoS class.

現するために会議開始前に QoS クラスの交渉を行う。

図9は、QoSクラスの交渉フローを示している。サービスクラスの交渉同様、最初に会議主催者または運営者がUPAに対してQoS Classの要求を行う。これをMTMAが推奨QoSクラスとしてMTPAにマルチキャストする。そして、各MTPAはQoSクラスの要求を行い、MTMAは各MTPAの要求と合意ポリシーを用いて、QoSクラスを調整する。調整したサービスクラスと送受信帯域幅をMTMAが各MTPAにマルチキャストされると、各MTPAはアプリケーションQoSパラメータからメディアQoSパラメータへのマッピングを行い、さらに資源パラメータへのマッピングを行う。資源パラメータはRMAへ通知され、RMAはアドミッションテストを行う。テスト結果はMTPAを介してMTMAへ通知され、MTMAにおいて最終的なQoS Classの決定を行う。User Stationのアドミッションテストの結果と合意ポリシーに基づき、必要ならばMTMAはアプリケーションQoSクラスのアダプテーションを行う。アダプテーションを行いQoSクラスを変更する場合、QoSClassNegotiationメッセージを用いてQoSクラスの交渉を行う。

決定されたQoS Classは各MTPAへ通知され、MTPAではマッピングを行い、RMAが必要となる資源を確保する。

6.5 マルチメディア会議中における組織化とクラス交渉

たとえば、リアルタイムオーディオ・ビデオのみの会議中に、共有ウィンドウを利用する場合、各User Stationは必要な機能の組織化を行う。この場合も、サービスクラス交渉プロトコル、組織化プロトコル、QoSクラス交渉プロトコルを使用する。

また、会議中に利用者が増減する場合、各User Sta-

tionの送受信帯域幅が変化する。これによりQoSを劣化する必要が生じたり、QoSを向上させる余裕が生まれやすくなる可能性がある。MTMAは会議中にサービスまたはQoSクラスの交渉を開始する。

7. プロトタイプ

FMSを用いたマルチメディア会議システムの有効性を評価するために、現在プロトタイプの実装を行っている。実装にはATMネットワークとEthernetにより接続されたSGI WorkStation/IRIX Release 6.4上でC++およびJava言語を利用している。

利用者ステーションでは、常駐するUser Interface LayerとResource Management Planeの機能を1つのプロセスで実現し、動的に組織されるMultimedia Service Management Plane, Media Management PlaneおよびMedia Data Planeを別のプロセスで実現する。また、図3に示す各エージェントとコンポーネントはそれぞれスレッドを用いて実現する。

各エージェントにはJava言語を用い、エージェントの動的な組織化にはJava言語のRMIを利用する。これにより、ダイナミックローディングを実現する。また、メディア処理を行う各コンポーネントにはC++言語を用い、ダイナミックライブラリとしてまとめておく。コンポーネントの組織時に必要なライブラリをリンクしてプロセスを起動することによって動的な組織化を実現する。

また、利用者ステーションの資源利用状況監視にはrstatライブラリを利用し、CPU占有率、ロードアベレージ、ページングやスワッピングなどの情報を取得する。さらにメディア転送処理にはRSVPを利用して帯域幅の確保を可能とする。

8. まとめ

本稿では、多様な利用者環境においてマルチメディア通信サービスを実現するFlexible Multimedia System(FMS)を提案し、マルチメディア会議を行うためのモジュール構成を示した。また、複数の利用者からのマルチメディア通信サービスおよびQoS要求をとりまとめ、適切なQoSが保証されたサービスを行うための組織化プロトコルと交渉プロトコルを導入した。

現在、プロトタイプをSGIのWorkstationで実装しているが、今後複数のOSやデバイスごとにコンポーネントを実装し複数の利用者環境に対応する予定である。さらに、実際にサービスを行っている環境でメディアQoSパラメータと環境パラメータに対す

る, 資源パラメータの値を測定し, 利用者環境と QoS の関係を知識として利用する予定である.

謝辞 本研究の一部は「エージェント指向に基づくやわらかいネットワークの研究」(科学研究費基盤 B2 09480070) の補助を受けている.

参考文献

- 1) Schulzrinne, H., Casner, S., Frederick, R. and Jacobson, V.: RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, RFC 1889 (Jan. 1996).
- 2) Zhang, L., Berson, S., Herzog, S. and Jamin, S.: Resource ReSerVation Protocol (RSVP) – Version 1 Functional Specification, Braden, R. (Ed.), RFC 2205 (Sep. 1997).
- 3) Kadur, S., Golshani, F. and Millard, B.: Delay-jitter control in multimedia applications, *ACM Multimedia Systems*, Vol.4, pp.30-39 (1996).
- 4) Georgiadis, L., Guerin, R., Peris, V. and Rajan, R.: Efficient Support of Delay and Rate Guarantees, *ACM SIGCOMM*, Vol.26, No.4 (1996).
- 5) Hashimoto, K., Shibata, Y. and Shiratori, N.: Agent-based Flexible Multimedia System with QoS Functions, *Proc. ICOIN-13*, pp.11C3.1-11C3.6 (1999).
- 6) 橋本浩二, 野村尚央, 柴田義孝, 白鳥則郎: QoS 保証を考慮したやわらかいマルチメディアシステム, *情報処理学会論文誌*, Vol.40, No.1, pp.113-123 (1999).
- 7) Shiratori, N., Sugawara, K., Kinoshita, T. and Chakraborty, G.: Flexible Network: Basic Concepts and Architecture, *IEICE Trans. Communication*, Vol.E77-B, No.11, pp.1287-1294 (1994).
- 8) 唐橋拓史, 勝倉 真, 菅沼拓夫, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎: やわらかいビデオ会議システムの協調プロトコルの拡張と評価, *情報処理学会論文誌*, Vol.39, No.2, pp.178-187 (1998).
- 9) Campbell, A., Coulson, G. and Hutchison, D.: A QUALITY OF SERVICE ARCHITECTURE, *ACM sigcomm Computer Communication Review*, Vol.24, No.2, pp.1-27 (1994).
- 10) 石井弘行, 神 貴, 橋本浩二, 柴田義孝: グループ通信における QoS 機能, *情報処理学会研究報告*, DPS-72, pp.55-60 (1995).
- 11) Shibata, Y., Seta, N. and Shimizu, S.: Media Synchronization Protocols for Packet Audio/Video System on Multimedia Information Networks, *Proc. HICSS-28*, pp.594-601 (1995).
- 12) 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, *情報処理学会研究報告*, DPS-

67-7, pp.37-42 (1994).

- 13) 知念 正, 柴田義孝: パケット紛失を考慮した連続メディア転送プロトコルの研究, *情報処理学会ワークショップ論文集*, Vol.96, No.1, pp.67-72 (1996).
- 14) Sato, J., Hashimoto, K. and Shibata, Y.: Dynamic Rate Control for Continuous Media Transmission, *IPSI SIG-Notes*, DPS-85, Vol.97, pp.85-90 (1997).
- 15) 橋本浩二, 知念 正, 佐藤 純, 柴田義孝: 圧縮ビデオデータ転送のためのパケットおよびフレームレート制御法, *情報処理学会論文誌*, Vol.39, No.2, pp.337-346 (1998).

(平成 11 年 5 月 11 日受付)

(平成 11 年 12 月 2 日採録)



橋本 浩二 (正会員)

1970 年生. 1996 年東洋大学大学院工学研究科電気工学専攻博士前期課程修了. 同年(株)CSK 総合研究所に入社. 1998 年より岩手県立大学ソフトウェア情報学部助手. マルチ

メディアシステムにおけるやわらかさとエンド間 QoS 保証の研究に従事.



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, 1988 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. 1997 年同大学教授. 1998 年より岩手県立大学ソフトウェア情報学部教授. 同大学メディアセンター長. 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, 感性情報処理等の研究に従事. IEEE, ACM, 電子情報通信学会各会員.



白鳥 則郎 (正会員)

1946 年生. 1977 年東北大学大学院博士課程修了. 1984 年同大学助教授(電気通信研究所). 1990 年同大学教授(工学部情報工学科). 1993 年同大学教授(電気通信研究所). 情

報通信システム, ソフトウェア開発環境, ヒューマンインタフェースの研究に従事. 1993 年本会マルチメディアと分散処理研究会主査. IEEE Fellow.