

## やわらかいマルチメディアシステムにおける QoS 機能

橋本浩二<sup>†</sup> 佐藤 純<sup>‡</sup> 勝本道哲<sup>§</sup> 柴田義孝<sup>†</sup> 白鳥則郎<sup>\*</sup>

<sup>†</sup> 岩手県立大学 ソフトウェア情報学部 ソフトウェア情報学科

<sup>‡</sup> 東洋大学 工学部 情報工学科

<sup>§</sup> 郵政省 通信総合研究所

<sup>\*</sup> 東北大学 電気通信研究所

地理的に離れた複数の利用者が、分散マルチメディアシステムを利用して、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存在するマルチメディア情報を参照するような場合、利用者が要求するサービスの質 (QoS) に応じて、利用者の計算機/ ネットワーク環境や資源利用状況を考慮し、適切な QoS をエンド間で保証する必要がある。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、状況の変化に対応でき、かつ安定したサービスを利用者に提供する FMS の QoS 保証機能について述べる。

### The QoS Guarantee Functions for Flexible Multimedia System

Koji Hashimoto<sup>†</sup>, Jun Sato<sup>‡</sup>, Michiaki Katsumoto<sup>§</sup>, Yoshitaka Shibata<sup>†</sup> and Norio Shiratori<sup>\*</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

<sup>‡</sup> Department of Information and Computer Sciences, Toyo University

<sup>§</sup> Communication Research Laboratory, MPT

<sup>\*</sup> Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

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 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 QoS guarantee functions in the FMS to provide stable multimedia services to users even though the computer and network resources change dynamically or statically.

#### 1 はじめに

コンピュータの高性能化やネットワークの高速化、そしてインターネットの普及などにより、コンピュータネットワーク上では Video-on-Demand やテレビ電話、そして複数のメディアを利用したテレビ会議などのシステムが利用可能となった。しかしながら現在のマルチメディア通信サービスでは、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の質 (QoS) をエンド間で保証することが困難である。一方、ATM を中心にネットワークレベルの QoS 保証や RTP や RSVP 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

究は、現在盛んに行われているが、エンド間 QoS に関する研究は十分に行われていない。

例えば、地理的に離れた利用者がマルチメディア会議システムを利用する場合、利用者は互いの意思疎通を行うためにリアルタイム型メディア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ことが想定される。従って、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しなければならない。また、会議のプレゼンテーション資料として蓄積されたマルチメディア情報を会議参加者に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、システムは利用者の環境に応じてメディア毎に異なる処理や制御を行う必要がある。そして、利用者のQoS要求を保証するためには、これらを考慮したエンド間QoS保証[1]が可能でなければならない。また、利用環境や資源利用状況の変化の程度によっては、これらの制御機能を動的に組み替えて対応させることも必要となる。

これまで筆者らは、これらの問題を解決するために、やわらかさの概念[2]に基づいたエージェント指向マルチメディアシステム(Flexible Multimedia System:FMS)のアーキテクチャや組織化について研究報告を行ってきた[3][4]。

本稿では、FMS利用者の環境や資源利用状況、利用するメディアの特性を考慮し、利用者からのQoS(Quality of Service)要求を満たすためのエンド間QoS保証機能について述べる。

## 2 Flexible Multimedia System

筆者らが提案しているFMSは、VODや電子新聞、マルチメディア会議システムなどのマルチメディア通信サービスを利用者に提供するシステムである。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。利用者は、テレビ電話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、利用者端末内に既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。

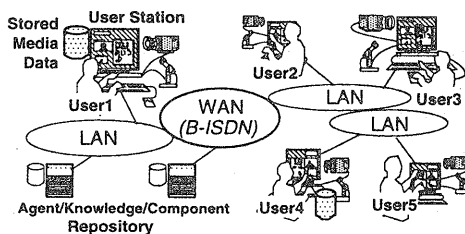


図1: FMSの利用例:マルチメディア会議

このようなマルチメディア会議システムを実現するためのアーキテクチャを図2に示す。システムは2つのフィールドにより構成され、各フィールドは複数のエージェントとコンポーネントで構成され

る。**Client Interaction Field (CIF)**は、利用者端末におけるエージェントやコンポーネントが動作するフィールドであり、**Repository Field (RF)**は、組織するエージェントや知識、コンポーネントを格納しておくフィールドである。

CIFは、下記に示す2つの動作空間で構成される。

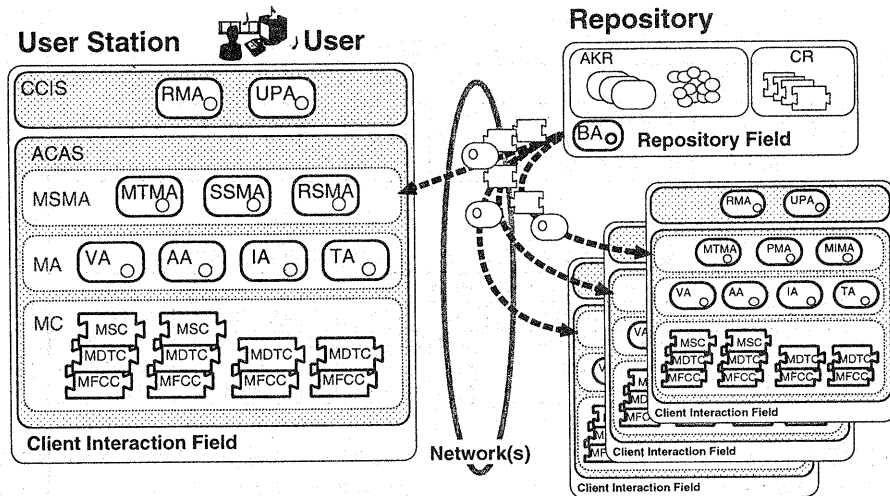
(1) **CCIS**: システム常駐型の2つのエージェントが常駐する。UPAは、利用者からのサービス開始/終了要求やQoS更新要求などを処理する。また、下記(2)ACASで述べるMSMAを組織し、操作する。RMAは、利用可能な資源利用状況を監視し、資源の割り当てや解放を行う。

(2) **ACAS**は、動的に組織されるエージェントとコンポーネントの動作空間である。MSMAでは、マルチメディアサービスと利用するメディアの管理を行う。**MTMA**はマルチメディア会議を管理する。そして、**RSMA**と**SSMA**によりリアルタイムサービスと蓄積型サービスを管理し、会議で利用する各メディアの時間的および空間的關係の調整を行う。MSMA内のこれらのエージェントが、会議で利用する各メディア間の時間的および空間的關係の調整を行う。そして、**MA**を組織し、操作する。**MA**は、単一メディア毎に存在し、必要な**MC**を組織し、操作する。**MC**は、メディア処理に必要な機能モジュールである。**MSC**は、メディア内およびメディア間同期処理[5]を行う。**MDTC**は、JPEG、MPEG1/2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。例えばビデオの提供においては、MPEG、JPEG、H.261などの圧縮符合化モジュールが存在する。**MFCC**は、メディアのレート制御やバケット紛失の調整を行うため、可変ビットレート転送やバケット間隔調整[6][7][8]を行う。

**RF**は、2つのリポジトリとエージェントにより構成される。**AKR**にはエージェントと知識が格納され、**CR**には、必要となるメディアコンポーネントが格納される。**BA**は、**RF**に格納されているエージェント、知識およびコンポーネントを**CIF**へ提供するエージェントである。また、図2における**RF**から**CIF**への矢印は、エージェント、コンポーネントが動的に配置されることを示している。

## 3 QoSクラスとポリシー

FMSでは、マルチメディアサービス要求を利用者が簡単に行えるように、そのサービスをクラス化し、利用者が選択できるよう定義する。表1は、マルチ



○ : Agent    ◻ : Knowledge    □ : Component

CCIS : Collaborative Client Interaction Space    ACAS : Active Cooperative Agent Space  
 RF : Repository Field    AKR : Agent and Knowledge Repository    CR : Component Repository  
 UPA : User Pattern Agent    RMA : Resource Management Agent    BA : Broker Agent

MSMA : Multimedia Service Management Agent    MA : Media Agent    MC : Media Component  
 MTMA : Multimedia Teleconferencing Management Agent    VA : Video Agent    IA : Image Agent    MSC : Media Synchronization Component  
 SSMA : Stored Service Management Agent    AA : Audio Agent    TA : Text Agent    MDTC : Media Data Transform Component  
 RSMA : Realtime Service Management Agent    MFC : Media Flow Control Component

図 2: マルチメディア会議システムの構成

メディア会議のサービスクラスの設定例である。利用者はサービスクラスを選択することで、会議で利用するメディアを簡単に FMS へ要求することが可能となる。

ここで、マルチメディアサービスにおいて、利用するメディアの増減に伴う計算機およびネットワーク資源の利用状況の変化や、外部負荷による資源利用状況の変化が生じた場合、常に利用者が要求する QoS を保証できるとは限らない。システムは、資源利用状況に応じて QoS を更新する必要がある。利用者はどのメディアを優先的に保証するかを明示し、システムはこれに応じて QoS を更新する。

また、メディア毎に異なる QoS パラメータはそのメディアの QoS を決定するが、利用者の観点からするとメディアの QoS パラメータを細かく設定することは面倒な作業となる。そこで、サービスクラスと同様に利用者が容易に QoS を設定できるようにするため、各メディアの QoS もクラス化する。どの QoS パラメータを優先的に保証するかという優先属性も、利用者が選択できるように定義しておく。

表 2 は、リアルタイムオーディオ・ビデオの QoS クラス例を示している。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 の要求を行なうことが可能となる。

複数の利用者が様々なメディアデータを相互にやり取りするマルチメディア会議では、複数の利用者の QoS 要求をとりまとめる必要と、送信メディアの QoS、受信メディアの QoS を調整する必要がある。

筆者らはこれまでにグループ通信における QoS 機能についても研究を進めてきた [9]。会議同様、グループ通信においても複数の利用者が相互にマルチメディア情報を交換する。[9] では、複数の利用者の QoS 要求をとりまとめるポリシーとして、QoS 要求合意交渉ポリシーを提案している。QoS 要求合意交渉ポリシーは、最低優先、最高優先、平均、特定利用者優先などがあり、例えば、強調作業を行う場合、要求された QoS の平均を保証するよう指示するものである。また、送信側優先、受信側優先といったポリシーを用意し、利用者がポリシーを選択できるようにする。

## 4 QoS パラメータ

QoS を保証したマルチメディアサービスを利用者に提供するためには、各 MC がメディア処理を行う際に必要となる計算機およびネットワーク資源を明確にする必要がある。そして、MA は MC がメディア処理をするために必要な資源とそのサービスの質

表 1: マルチメディア会議サービスクラス

サービスクラス	サービス構成メディア
Hi	リアルタイムオーディオ・ビデオ, 共有ウィンドウ, 蓄積マルチメディアデータ
Normal	リアルタイムオーディオ・ビデオ, 共有ウィンドウ
Low	リアルタイムオーディオ・ビデオ

表 2: リアルタイムオーディオ・ビデオ QoS クラス

QoS クラス	オーディオ・ビデオ QoS パラメータ							優先属性
	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	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	画像サイズ重視
Normal	ノーマル	普通	普通	普通	2(ステレオ)	細かい	普通	画質(滑らかさ)重視
Low	ミニ	普通	普通	普通	1(モノラル)	普通	最善努力	画質(解像度)重視 音質重視

の関係を知識として保持し、利用する。

ACAS 内に組織されマルチメディアサービスを行うエージェントは、組織される時に AKR 内の最新の知識を取得する。そして、サービス中は MC のメディア処理状況と RMA から得られる資源利用状況をもとにメディア処理と資源利用状況の関係を知識として蓄積する。蓄積した知識は、マルチメディアサービス終了時またはエージェントや MC の再組織化時に RF 内の AKR へ格納される。格納された知識は、別の FMS において利用可能となる。

QoS を保証するために FMS が利用する基本的なパラメータと関連するエージェント/コンポーネントを以下に示す。

● アプリケーション QoS パラメータ

関連エージェント:UPA

- 画像サイズ、画質、音質、遅延、etc.

● 環境パラメータ

関連エージェント:UPA, RMA

- OS 種別

- CPU 種別、クロック周波数、メモリサイズ

- デバイスの特性

● メディア QoS パラメータ

関連コンポーネント:MSC, MDTC, MFCC

- 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  
(例:ビデオ)

- スループット、パケット紛失率

● 資源パラメータ

関連エージェント:RMA

- ネットワークトラフィック、CPU 占有率、ロードアベレージ、etc.

これらのパラメータの関係を各エージェントが知識として保有し、メディア処理を行うことにより、利

用者のサービス要求に応じて、FMS は多様な環境と資源利用状況を考慮した柔軟なマルチメディアサービスを実現することが可能となる。

## 5 QoS 保証機能

QoS を保証するためには、以下に示す複数の機能を関連動作させる必要がある。

### (1) 利用者端末内

● 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。FMS では、上述したアプリケーション QoS パラメータとメディア QoS パラメータ、そして資源パラメータ間のマッピングを行う。

● QoS アダプテーション機能：利用者が要求する優先属性をもとに QoS パラメータの調整を行う [10]。

● 資源管理機能：マッピングされた資源パラメータが示す計算機/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、アドミッションテストを行い、必要な資源を確保する。

● 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。

### (2) 利用者端末間

● QoS 合意交渉プロトコル：複数の利用者が要求する QoS をとりまとめ、会議参加者が合意した QoS でのサービスを実現するために必要となる。上述した QoS 要求合意交渉ポリシーをもとに交渉を行う [9]。

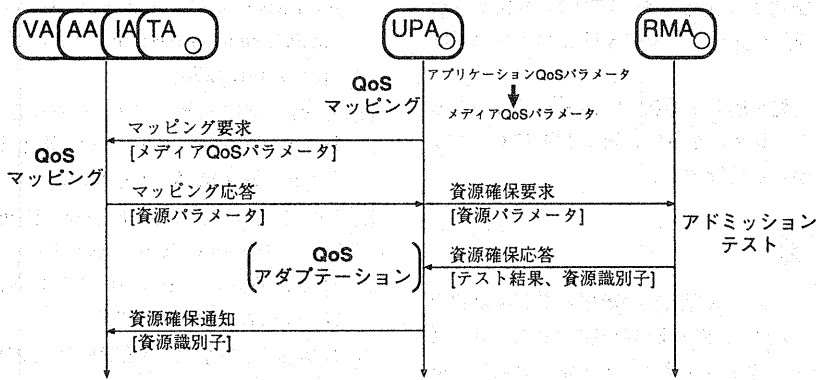


図 3: QoS 決定フロー

また、利用者が FMS を利用する環境は、異なる計算機やネットワーク構成であることが想定される。例えば、ある利用者の計算機では CPU 資源の確保が可能であり、また、その計算機が接続しているネットワークでは帯域幅の確保や遅延、ジッタの制御が可能である一方、ほかの利用者の計算機やネットワークでは、最前努力型の処理しかできない可能性もある。

このような環境における QoS 保証には大きく分けて 2 つの場合が存在する。

(1) 資源確保の機能が利用できない場合：

利用できる資源を処理するメディア毎に割り振る機能が必要となる。QoS を保証するためには、上述した環境パラメータ、資源パラメータ、そしてメディア QoS パラメータの関係が必要となる。

(2) 資源確保の機能が利用できる場合：

OS がリアルタイム処理をサポートし、ネットワークでは帯域幅の確保が可能であるような環境では、メディア処理を行う場合に適切な資源を確保することが可能である。資源が確保されているので、複数のメディアにおける干渉や外部負荷による QoS の劣化を考慮しなくて良い。

どちらの場合においても、利用できる資源で利用者の QoS 要求を保証することができない場合、利用者の要求する QoS を調整する必要が生じる。

例えば、リアルタイムメディアを利用した会議中に、会話が損なわれる場合、RSMA は途切れをなくするために 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するよう指示する。こうして、単位時間当りのビデオデータ転送量を抑えることにより、オーディオをデータの途切れを抑制する。また、例えば蓄積型オーディオ・ビデオサービスにおいて、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よう SSMA が Video Agent に対して指示する。

このような、リアルタイムおよび蓄積型サービスにおけるメディアの優先順位や制御方法は固定的なものではなく、その制御方針は利用者の QoS 要求によって決定する。利用者からの QoS 要求もマルチメディアサービスの種類によって異なり、どのような QoS 制御機能を選択したりパラメータを設定できるかについても RSMA や SSMA が知識として保有する。

## 6 QoS 決定フロー

マルチメディア会議システムでは、各利用者端末が QoS 合意交渉プロトコルを用いて各利用者の要求する QoS をとりまとめ、次に利用者端末内で QoS を保証するための資源確保を行う。図 3 は、利用者端末内の QoS 決定フローを示している。

1. 利用者から要求されたアプリケーション QoS パラメータをメディア QoS パラメータへ UPA がマッピングする。
2. UPA はマッピングしたメディア QoS パラメータから資源パラメータの値を取得するため、各 MA へマッピング要求を発行する。
3. 各 MA は、メディア QoS パラメータから必要となる資源パラメータへのマッピングを行い、UPA へマッピング応答を返す。
4. UPA は資源パラメータで示される資源を確保するよう RMA へ資源確保要求を発行する。
5. RMA は資源パラメータで示される資源が確保可能かどうかアドミッションテストにより確認する。

確保可能な場合：RMA は資源を確保し、UPA

への識別子を通知する。UPA は各 MA へ資源確保通知を発行し、各 MA は MC の制御を開始する。

確保不可能な場合：UPA が QoS パラメータのアップデートを行い、再び MA に対しマッピング要求を発行する。

## 7 まとめ

本稿では、システム利用者の環境と資源利用状況の変化およびメディアデータの特性を考慮し、利用者の QoS 要求を満たすマルチメディア情報を提供する FMS における QoS 機能について述べた。まず、QoS クラスとポリシーの必要性とその例をあげ、QoS パラメータと QoS 保証機能についてまとめた。

現在、これまでに提案してきた QoS 合意交渉ポリシーとプロトコルを見直し、FMS へ取り込むための詳細設計を行っている。今後、マルチメディア会議のための QoS クラス、ポリシーに関してもサービスに適切なものを考案していく予定である。また、適切な QoS マッピングが行えるよう QoS パラメータと各メディアの処理方法を詳細にまとめ、資源管理機能についても詳細設計を行っていく。さらに、FMS の組織化や QoS 保証を実現するために必要となる知識を明確化するために、プロトタイプを構築し、機能および性能評価を行う予定である。

## 参考文献

- [1] Koji Hashimoto, Jun Sato, Yukiharu Kohsaka and Yoshitaka Shibata.: *End-to-End QoS Architecture Considering Dynamic Rate Control Methods*, Proc. of DMS'98, pp.82-89, 1998.
- [2] 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.
- [3] 野村 尚央, 柴田 義孝, 白鳥 則郎.: やわらかいマルチメディア会議システムの設計と実装, 情処研報 DPS-86-32, pp.183-188, 1998.
- [4] 橋本 浩二, 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のためのエージェントの組織化について, 情処研報 DPS-89, Vol.98, No.55, pp.73-78, 1998.
- [5] Yoshitaka Shibata, Naoya Seta and Syougo Shimizu.: *Media Synchronization Protocols*

*for Packet Audio/Video System on Multimedia Information Networks*, Proc. of HICSS-28, pp.594-601, 1995.

- [6] 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, 情処ワークショップ論文集, Vol.96, No.1, pp.67-72, 1996.
- [7] Jun SATO, Koji Hashimoto, Yoshitaka Shibata.: *Dynamic Rate Control for Continuous Media Transmission*, IPSJ SIG-Notes, DPS-85, Vol.97, pp.85-90, 1997.
- [8] 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.
- [9] 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, 情処研報 DPS-72, pp.55-60, 1995.
- [10] 橋本浩二, 柴田義孝, 白鳥則郎.: やわらかいマルチメディアシステムにおける QoS 保証について, 情処研報 DPS-90, pp.81-86, 1998.