

## やわらかいマルチメディア遠隔講義支援システムのための 感性/要求を考慮した共有空間の設計

高坂 幸春† 勝本 道哲§ 橋本 浩二†  
森 秀樹† 柴田 義孝†

†東洋大学 工学部 情報工学科  
‡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  
§郵政省 通信総合研究所

現在、マルチメディア遠隔講義支援システムが実現されつつあるが、必ずしも臨場感が十分とはいえ、学習効果も期待できない場合もある。一方、生涯教育のニーズの増加に伴い、利用者に対応したより自由な学習空間の提供が必要である。これまで、筆者らはやわらかいマルチメディア遠隔講義支援システムの研究を行っている。本稿ではこのシステムに基づいて、Virtual Reality 技術を用いて上記の要求を満たすための個人の感性や要求を考慮した共有空間である拡張仮想現実空間の概念を提案し、その実現方法について述べる。

## Design of the Sharing Space that Considered feeling/demand for Flexible Multimedia Remote Lecturing Support System

Yukiharu Kohsaka†, Michiaki Katsumoto§, Koji Hashimoto†  
Hideki Mori† and Yoshitaka Shibata†

†Department of Information and Computer Sciences, Toyo University  
‡Department of Software Engineering, Iwate Prefectural University  
§Communication Research Laboratory, MPT

At present, Multimedia Lecturing Support System is being realized. However, educational effects can not be necessarily expected, because reality of the lecture is not sufficient. On the other hand, more free educational spaces for life-time educations are required. So far, we have researched Flexible Multimedia Lecturing Support System. In this paper, based on the concept of "Flexible System", we propose Extended Virtual Reality Space which enables us to share the lecturing space considering users' feeling/demand, and explains how to realize this system.

### 1 はじめに

近年の高学歴化に伴う進学率の増加により質の高い教育が望まれており、大学における講義は多様化している。例えば、衛星放送を用いた複数のキャンパス間での合同講義があげられる。このような背景から遠隔地間の講師や学生が効果的、効率的な指導・学習が行えるマルチメディアを用いた遠隔講義支援システムが望まれている。

しかしながら、実際に講師や学生がこのようなシステムを使用し、その機能を有効に活かすためには複雑

な操作方法や専門的な知識が必要となる。また、既存の多くの遠隔講義支援システムにおいては、臨場感が薄く、講義に参加する利用者の存在や状況を把握するのが困難なため、講師と学生、学生間のインタラクションが不十分である。

一方で、現在の大学や高校等の教育においては、学校を学生の創造性や自主性を育てるための豊かで美しく楽しい生活の空間にするための「多目的スペース」という共有空間が導入されており [6]、さらに個々の学生毎にこのような空間が必要であると考えられる。

筆者らは、これまで利用者の要求及び計算機/ネット

ワーク資源環境を考慮し、安定したマルチメディア情報の提供が行なえるやわらかいマルチメディアシステムの研究を行ってきた [1]。そして、このシステムの概念を遠隔講義支援システムに拡張し、講義の目的/内容の変化に応じて動的に利用者間の接続を変え、講義に参加する利用者毎に異なる QoS(Quality of Service) や環境の違いを考慮し、講義で提供するマルチメディアサービスの QoS を決定可能なやわらかいマルチメディア遠隔講義支援システムの検討を行ってきた [2]。また、筆者らは人間の感性を検索に反映する感性検索法の研究も行ってきた [3]。画像の持つ特徴と印象を形容する言葉により、画像の検索を可能とし、さらにユーザモデルを用いることにより個人の感性に合った検索を可能としている。

本稿では、さらにやわらかいマルチメディア遠隔講義支援システムに基づき、利用者にとって容易な操作方法を提供し、個人の感性/要求に応じた自由な講義空間の共有が行なえる拡張仮想現実空間インターフェイスを提案する。そして、近年、活発な研究がなされている VR(Virtual Reality) 技術及びエージェント技術を用いた、拡張仮想現実空間インターフェイスの構築のための実現方法について述べる。

## 2 やわらかいマルチメディア遠隔講義支援システム の概念

本稿で提案するやわらかいマルチメディア遠隔講義支援システムは、以下の機能を有する。

1. 利用者 QoS 要求及び計算機/ネットワーク資源環境に応じたマルチメディア情報の提供
2. 言語、学習能力や操作知識等の個人の背景を考慮した教育/マルチメディア情報の提供
3. 多様な講義の形式を実現するための機能の提供
  - 知識習得型 (1:N)、協調作業型 (M:N) 等
  - 動的グループ構成/講義間の合併/分割
4. 臨場感のある教育環境の提供
  - 参加者間の講義空間の共有
  - 参加者間相互の存在感の意識

上記の 2 及び 4 を考慮した拡張仮想現実空間を実現するために VR(Virtual Reality) 技術及びエージェント技術を用いる。これにより、実空間及び仮想空間を融合し臨場感のある利用者インターフェイスを構築可能とする [4]。エージェント技術によりは、知識を用いた自律的な動作により利用者の代行を果たし、利用者の要求/環境の変化に応じた適切な機能の提供が可能となる [5]。また、空間が個人の感性に与える影

響は視覚的な情報が多く、空間を構成する机や椅子等のオブジェクトの配置場所、またその配置されたオブジェクトを装飾する色やパターンが個人の感性に大きく影響を与えると仮定し、感性検索法を応用することにより個人の感性に合わせた空間の構築を行なう。

## 3 システム構成

筆者らが想定するやわらかいマルチメディア遠隔講義支援システムとは図 1 に示すように、講師や学生は、オフィス、自宅、そして異なる大学キャンパスなどの遠隔地から講義の提供や受講ができ、利用者はディスプレイや VR 空間の入出力デバイスである HMD(Head Mounted Display) 等を用いて講義空間を共有し、かつ利用者毎の感性に応じた講義空間 (拡張仮想現実空間) を構築する。利用者はこれらのデバイスを入出力インターフェイスとして、マルチメディア及び共有ウインドウ、ホワイトボードなどのグループウェアを用いて、リアルタイムに質疑応答等の双方向のコミュニケーションを行うことが可能になる。

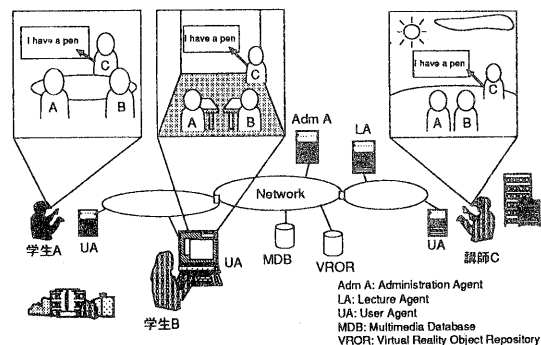


図 1: システム構成図

また、講義目的や進行状況に応じて、マルチメディア情報に対する講師や学生の多様な QoS 要求、計算機の処理能力やネットワークの帯域幅などの資源の違いを考慮し、例えば、一般講義においては講師からのメディアストリームを優先し、協調作業形式における学生間のメディアストリームは均一の品質、などといった講義の目的や内容を考慮した適切な QoS を提供するための交渉機能を有する。

本システムは利用者エージェント (UA)、講義エージェント (LA)、教務エージェント (Adm A)、Virtual Reality Object Repository (VROR)、そしてマルチメディアデータベース (MDB) により構成される。UA は利用者の操作や学習/指導を支援するための機能を

提供し、計算機・ネットワーク資源を考慮した適切なマルチメディアの送受信を行う。LA は 1 つの講義内のグループ構成を管理し、動的構成機能及び QoS 交渉機能を提供する。Adm A は大学、学部、学科などを管理ドメインとし、学生や講師へ講義案内/登録機能を提供し、大学における教務的役割を果たす。VROR には空間を構築するための教室、机、椅子等の素材が格納される。MDB には教材用及び空間を装飾するためのマルチメディアデータが格納される。

### 3.1 利用者エージェント (UA)

UA ステーションの処理能力、ビデオや音声デバイスの有無、アプリケーションレベルの QoS 要求の差を吸収するための合意・交渉を行ない、マルチメディアデータの適切な送受信を行なう。また、VR による知的ヒューマンインターフェイスを提供する。

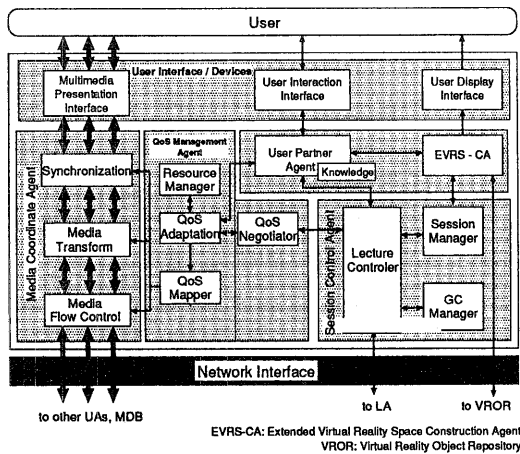


図 2: 利用者エージェントアーキテクチャ

UA は図 2 に示すように HMD やデータグローブ、キャプチャビデオ等の入出力インターフェイス、利用者要求の受け入れやアドバイス等のインタラクションを行ない、利用者の感性や要求に応じてシステムの機能を提供する User Partner Agent (UPA)、利用者に合わせた仮想空間の構築を行なう Extended Virtual Reality Space Construction Agent (EVRS-CA)、後述の LA の Session Management Agent に応じて UA の接続を管理する Session Control Agent (SCA)、マルチメディア通信時の QoS の管理を行なう QoS Management Agent、そして実際のマルチメディアデータの送受信を行なう Media Coordinate Agent により構成される。

### 3.2 講義エージェント (LA)

講義に参加するユーザの属性 (講師・学生) や場所などの情報の管理や複数の UA 間接続の動的変更を行う。これにより、講師から学生への指導が主となる一般講義形式から、学生同士の協調作業が主となる協調作業形式への変更といった講義形式変更機能、グループ学習や演習等における複数学生のグルーピング機能、そして遠隔地間の関連する講義の合同講義を可能とする合同講義機能等による動的構成機能を実現する。

LA は図 3 に示すように、講義参加者の名前や参加場所、学生/講師といった役割等の講義情報を管理する Lecture Information Management Agent、講義における発言権やグループ構成、各 UA の接続情報の一括管理を行なう Session Management Agent (SMA)、そして講義全体で利用可能リソースを管理し、また各 UA からの QoS 要求を集め一括して QoS 交渉を行なうための QoS Management Agent により構成される。

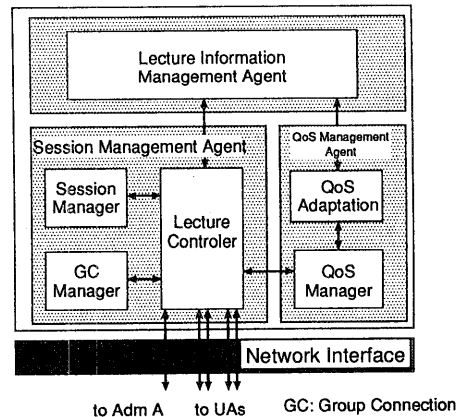


図 3: 講義エージェントアーキテクチャ

### 3.3 教務エージェント (Adm A)

大学における教務的役割であり、キャンパス・学部・学科といったドメイン内で行なわれている講義の情報 (講義名、担当講師、時間割など) や学生の成績や評価の管理を行なう。また、各利用者の感性/要求に合わせた空間を構築するための利用者知識が格納される。利用者 UA はこの利用者知識を講義参加時にダウンロードすることにより、位置透過的な講義の参加を可能とする。

### 3.4 Virtual Reality Object Repository

一般講義やグループ学習等の講義の形式に適した空間内における講師や学生の配置位置、空間内に配置される机や椅子等のオブジェクトそのものの空間的な構成等の個々利用者の感性/要求に合わせた空間を構築するための空間テンプレートが格納される。

### 3.5 Multimedia Database

既存の World Wide Web や電子博物館、VoD 等のサービスを実現するためのネットワーク上に分散した動画像・音声・静止画・テキスト等のマルチメディアデータを格納する DB である。

本システムでは、これらのマルチメディアデータを講義における教材、そして利用者の感性/要求に合わせた空間を構築する際の素材として利用される。

## 4 拡張仮想現実空間

利用者にとってマルチメディアサービスを含むシステムの機能を簡単に利用でき、また個人の感性/要求に応じた臨場感のある空間を構築するために拡張仮想現実空間 (EVRS: Extended Virtual Reality Space) は以下の様な特徴を有する。

#### 1) 仮想空間におけるマルチメディア情報の提供/取得が可能

従来の 3 次元 CG により構成された仮想空間に、さらに動画像・音声・イメージ・テキスト等のマルチメディア情報の取得/提供を可能とする。これらのマルチメディア情報は空間内のオブジェクトとして取り扱うことができる。

#### 2) 参加者の存在とその状況の認識

円滑なコミュニケーションを可能とするために、他の利用者の存在が認識でき、またその状況が認識できなければならない。仮想空間における利用者を認識するためにアバタ (Avatar) を用いる。例えば、ある利用者が発言権を要求する場合は、その利用者のアバタが拳手するといったように、その各利用者の状況が直感的に認識できなければならない。

#### 3) システムの機能や動作状況のメタ化

例えば、本棚に触れると必要とされる情報の DB 検索であったり、他の利用者のアバタに触れるとその利用者と会話が行なえるといったように利用者がシステムの機能を直感的かつ容易に利用できるように、システムの機能はメタ化される。また、例えば DB 検索を行なっている場合は本のページがめくられていく等のよ

うにシステムの動作状況をメタ化することにより、利用者がシステムを安心して利用できる。

#### 4) 自由な空間構築/再構築

例えば、学生の自宅に講師が来ているような学生にとって自由な講義空間の構築が可能である。講師においては、講義空間を講義の目的や内容に応じて自由に変更することが可能である。

#### 5) 参加者間での空間の共有

利用者間で各利用者の状況を容易に把握できるように、空間内における利用者の状況は参加者間で共有される。

利用者は EVRS において、他の講義参加者をアバタとして認識可能であり、利用者毎の状況を把握しながらコミュニケーションをとることが可能となる。空間内に存在するオブジェクトに触れることにより、直感的で容易な操作が可能となる。

また、やわらかいマルチメディア遠隔講義支援システムの機能である動的構成機能や QoS 合意交渉機能等のシステムの機能が複雑で空間内のオブジェクトに簡単にメタ化できない場合は、UA に存在する UPA (User Partner Agent) がその操作の代行を果たす。利用者は UPA アバタを空間内に呼び出し、インタラクションを行なうことにより、それらの機能を利用することができる。

このようによりマルチメディアサービスも含めたシステムの利用が容易になり、またシステムの動作状況も容易に把握できる。また、講師や学生が講義の内容に合わせた空間構築を行うことにより、空間そのものを教育に活用することができ、さらにこの空間内の参加者との円滑なコミュニケーションが可能となる。

## 5 EVRS テンプレート

個人に合わせて空間構築を行なう際に、利用者自身が全てを構築することは非常に負担が大きい。そこで、利用者にとって容易に空間構築が行なえるように EVRS テンプレートを定義する。EVRS テンプレートとは、各々の利用者に応じて空間を構築する際の基となる空間情報であり、仮想教室にどこに何を配置するかを示す配置テンプレートと、この配置テンプレートで表される空間内に配置される机や椅子等のオブジェクトの空間的な構成を示すオブジェクトテンプレートに分類される。これらのテンプレートは VROR に格納される。

## 5.1 配置テンプレート

配置テンプレートとは図4に示すように、講師は教室前方に座る、学生は机の前に座る等のオブジェクトのおおまかな配置場所である。

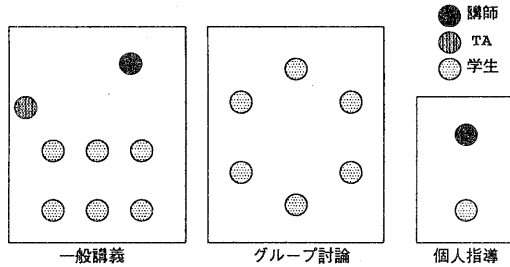


図4: 配置テンプレートの例

## 5.2 オブジェクトテンプレート

配置テンプレート上に配置されるオブジェクトの立体的な構造を表すモデルである。現在、以下のオブジェクトを定義している。

**机:** ノート及び参考資料の自由に配置を可能とするオブジェクトであり、利用者毎の空間記憶を用いて、多数のノートや参考資料を簡単に利用できる。

**ノート:** 利用者が個人的に講義内容やまとめを保存するためのオブジェクトである。

**本棚:** 多数の参考資料を格納するためのオブジェクトである。

**参考資料:** 講義で頻繁に参照する資料を、簡単かつ迅速に参照するためのショートカットを意味する。

**黒板:** 講義参加者間で教材等を共有するためのオブジェクトであり、本棚及び参考資料を、このオブジェクト上に置くことにより、その内容を共有できる。

## 5.3 EVRS におけるイベント

EVRS において、机の場所や講義に参加する各利用者アバタの場所等の空間内のオブジェクトの位置は利用者毎に大きく異なる場合が多い。そのため、例えば利用者 A が持つ EVRS において利用者アバタ X が利用者アバタ Y に近づくという講義上のイベントを座標系で処理してしまうと、ある利用者 B が持つ EVRS 上の利用者アバタ X は全く関係のない方向へ移動してしまうという矛盾が考えられる。そこで講義上のイベントは各利用者が持つ EVRS に応じて適切

なアバタのアクションとして反映させる必要がある。現在、以下の利用者イベントを定義している。

**講義へ参加:** 利用者アバタが入室し、着席する。  
**講義から離れる:** 利用者アバタが席を立ち、退出する。  
**発言要求:** 利用者アバタが挙手する。  
**発言中:** 利用者アバタの唇が上下する。

## 6 EVRS 構築の流れ

ここでは、EVRS が実際にどのように実現されるかを説明するために、利用者の感性/要求に応じて空間が構築されるまでの例を図5に示す。この例では、複数の利用者が既に講義に参加していることを想定している。また、各利用者の感性に合わせて空間構築を行なうための知識は、各利用者が使用する UA の UPA により Adm A からダウンロードされている。

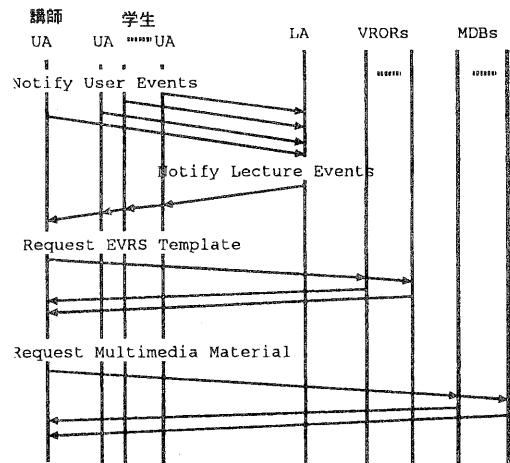


図5: EVRS 構築までの流れ

各利用者の講義参加、発言権の要求等の利用者からのイベントは、一貫性を保つために一度 LA へ集められる。LA では、このイベント情報にさらに「一般講義」「グループ学習」等の講義の形式や構成等の講義情報を付加した講義イベントを全ての UA に対して通知する。次に、各 UA は VROR の EVRS テンプレートから利用者の感性/要求に応じて空間を構成し、この空間で利用される教材用のイメージやテキスト等のマルチメディア素材を MDB から取得し、空間内のオブジェクトにマッピングすることにより、EVRS が実現される。また、各 UA は LA から受けた講義イベントを EVRS に反映する。

## 7 まとめ及び今後の課題

本稿では、やわらかいマルチメディア遠隔講義支援システム の概念を述べた。また、エージェント技術及び VR 技術を用いて利用者間で講義空間を共有し、かつ個々の利用者の要求/感性を考慮した空間を拡張仮想現実空間インターフェイスを提案し、その方法論を述べた。

現在、郵政省通信総合研究所及び実際の教育環境である岩手県立大学において、Java 及び VRML 言語、そして仮想空間内のオブジェクトを動的に制御するために EAI[7] を用いている。今後は、実際の講義等で本システムを利用し、評価を行なう予定である。

## 参考文献

- [1] 野村 尚央, 柴田 義孝, 白鳥 則郎: エージェント指向アーキテクチャを用いたやわらかいマルチメディア情報提供システム, DiCoMo ワークショップ, pp.395-400, 1997.
- [2] 高坂 幸春, 野村 尚央, 柴田 義孝: やわらかいマルチメディア遠隔講義支援システムの設計及び評価, 情報処理学会 DPS-82, Apr. 1997
- [3] Yoshitaka Shibata, Manabu Fukuda and Michiaki Katsumoto: "Hypermedia-based Design Image Database System Utilizing Perceptual Link Method," IEEE Proc.of The 11th International Conference on Information Networking(ICOIN-11), Vol.1, 2D-1, Jan.1997.
- [4] Michitaka Hirose: "Information Transfer with Realistic Sensation: Virtual Reality," 電子情報通信学会誌 Vol.77, No.1, pp.31-35, Jan.1994
- [5] 木下哲男, 菅原健次: エージェント指向コンピューティング, 株式会社ソフト・リサーチ・センター, 1995
- [6] 山本 泰四郎: 学校の多目的スペース—計画と設計, 株式会社 彰国社, 1989
- [7] Chris Marrin: "Proposal for VRML2.0 Informative Annex, External Authoring Interface Reference," <http://www.cosmosoftware.com/developer/moving-worlds/spec/ExternalInterface.html>, Jan. 1997