

# マルチメディア講義支援システム実現のための 動的構成法的设计

石井弘行 柴田義孝

東洋大学工学部 情報工学科

{hiro,shibata}@yosemite.sb.cs.toyo.ac.jp

近年のコンピュータネットワーク及びマルチメディア技術の発達により、遠隔講義支援が可能となってきた。しかし、大学における講義は目的、例えば一般的講義、グループ学習などにより様々な形式をとり、加えて講義の進行に伴って講義形式及びグループ構成はしばしば変更される。多目的にシステムを使用するためには、動的にそれらの形式及びグループ構成に対応しコネクションを再構成する機能を必要とする。本稿では、必要となる動的構成法機能及びそれを可能とする通信アーキテクチャの設計を行なったのでこれを報告する。

## The Design of Dynamic Reconstruction Method for Multimedia Lecturing Support System

Hiroyuki Ishii, Yoshitaka Shibata

Department of Information and Computer Sciences

Toyo University

As the computer network and multimedia technologies has been developed, distributed remote lecturing system can be realized where various types of lectures including multicasting lectures, group discussions, and pannel discussions are supported.

In this paper, we developed a dynamic lecturing support system which can provide flexible connection capabilities, and grouping functions among lecturers based on the characteristics of the desired lecture. The system architecture and connection protocols for the remote lecturing system are precisely specified.

### 1. はじめに

現在、実社会と遊離しがちな学校教育と社会を結び付けるために生涯教育が関心を集めている。特に、従来の教育が学校から社会へという方向で行なわれていたのに対して、一度社会にでた社会人・職業人が新たな知識・技術を習得したり、陳腐化していく知識を再生するために、大学院や大学に再び戻るといふ人々の社会と教育機関間での循環が望まれている。このような生涯学習の必要性から開かれた大学としてテレビ・ラジオの放送による公開講座が用意され、人々は、地理的・時間的制約に関わらず学習の機会を得ることができた。しかし、講師から学生への一方向の通信であるため、講義の形式は一

方向に限られ、学生は受動的な学習とならざるを得ない。

一方、現在の大学キャンパスは分散化が進み、キャンパス間が地理的に離れている大学が多い。学生・講師ともに複数キャンパスで、受講・教授することは容易ではないので、大学全体として多様なカリキュラムおよび教授陣を有していても、それらが有効に利用されていない状況である。

近年、B-ISDN、FDDIなどの光ファイバを用いた超高速ネットワークの出現及びワークステーションの高速・高機能化に伴い、ビデオ・音声・イメージ・テキストなどに代表されるマルチメディアの双方向通信が可能となり、講師から学生への一方向の

教授だけでなく講師・学生間、学生・学生間の相互作用を必要とするグループ学習・演習など、目的に合わせ多様な講義が可能となってきた。また、地理的制約に関わらず複数のキャンパスで受講および教授ができ、カリキュラムを有効に利用することも考えられる。また大学・学科ごとに共通の講義が独立して行なわれているが、このような講義を一括しておこなうパネルディスカッションや合同講義・演習もその教育的効果は高くなる。

しかし、大学における講義は目的、例えば一般的講義、グループ演習などにより様々な形式をとり、各々の形式毎に異なるコネクション制御が必要となる。加えて講義の進行に伴い講義形式の変更、およびグループ学習や講師、ティーチング・アシスタント (TA) によるグループ指導などにより、グループの再構成が行なわれる。限られた計算機資源を多目的講義に利用するためには、それら形式およびグループ構成に対応しコネクション状態を動的に変更できる機能を必要とする。

そこで本研究では、自宅・企業からの講義への参加、複数の講義による地理的透過性を持つ合同講義、一般的講義・グループ演習等の多目的講義への動的な対応、及び学生による講義・講師の評価を可能とする遠隔講義支援システムが必要と考え、その実現を可能とするアーキテクチャ及びコネクションプロトコルについての基本的考察及びその設計仕様を検討した。

## 2. 関連研究

講義支援及び学習支援の関連研究として、VIEW Classroom[3]、及び仮想大学 FUN[4] などがあり、又、コネクション管理制御技術の関連研究として、文献 [1] 及び [2] がある。

VIEW Classroom では、講義・演習・ゼミナールなどの講師から学生へのハイパーメディアの教材を用いた教授を中心とした講義支援をサポートしている。教材を中心とした1対Nの対話が中心である。

仮想大学 FUN[4] では、現在の在宅学習である通信教育・放送大学では不可能である学生同士のコミュニケーションを可能としている。学生のレポート作成に着目し自発的にグループを作成する手法の検討が中心であり、実際のコネクション管理制御について触れていない。

一方、文献 [1] でコネクション管理について、複

数のユーザによるマルチメディアを使用したインタラクションのための一般的なコネクションモデルを示した。本研究の講義操作関数は、この論文により示された会議操作関数を参考にしている。

文献 [2] では、複数のユーザによるインタラクティブなマルチメディアアプリケーションを可能とするためのプログラミング概念、システムサポート、及び通信サービスの検討をしている。この論文では、一つの送信元から複数の受信先への一本のストリームであるマルチパーティストリームの提案をしている。しかし、講義支援におけるグループ通信では、発言権制御を考慮したM対Nの通信が必要となり、不十分である。

本稿では、遠隔講義において目的に合わせた講義形式への動的な対応を可能とする講義形式変更機能、講義内の学生のグループ化及びそのグループに対する途中参加・退席、グループ併合・分割による動的なグループ構成を可能とするグルーピング機能、及び複数の講義を合同で行なうことによりパネルディスカッションや合同講義を可能とする合同講義機能の3機能から成る遠隔講義の動的構成法の提案を行なう。講義形式変更機能により、グループ演習を行なう協調作業型からグループ指導を行なう一般的講義型への講義形式の変更などのように、講義進行に伴い動的に変化する目的に合った講義形式への対応を可能とし、グルーピング機能により動的にグループを構成し生徒間でのグループ協調学習及び講師、TAによるグループ指導が容易に可能となり学習効果の向上が期待され、合同講義機能により、キャンパス間や国際間での地理的透過性を持つ合同講義を可能としシステムの有効的利用、および他分野との学際・国際的交流を容易に可能とし教育的効果の向上が期待される。後述の教務エージェントによる講義情報管理は、講師及び学生が固定のユーザステーションからではなく、毎回の講義毎にユーザステーションを変更することを可能とし、これにより、講師及び学生はネットワークに接続されたユーザステーションさえあればどこからでも講義に参加することが可能となる。

遠隔講義支援システムにより、人々はキャンパスに出向くことなく講義に参加することが可能となる。そのため学生の出席の確認や学生の認証は困難であり、履修資格の確認や試験などの際には問題となると考えられる。また、サークル・部活動など

の学生間のインフォーマルなコミュニケーションが支援されていないため、それらを可能とする学生交流の場の支援が望まれる。この関連研究として文献 [4] があげられる。

### 3. マルチメディア講義支援システム

マルチメディア講義支援システム [図 1] における講義は、複数のユーザ (講師、TA 及び学生) 間で、ビデオ・音声の交換、及び手書き図形・イメージ・テキストの共有を可能とするホワイトボードアプリケーション及び共有描画ツールなどのグループウェアアプリケーションによる相互作用により行なわれる。

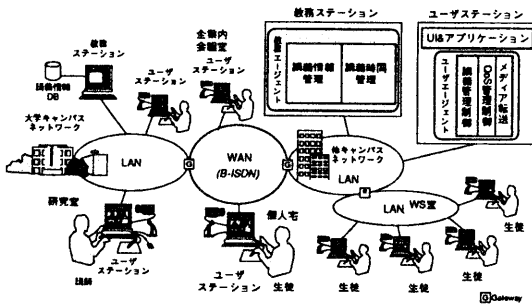


図 1: マルチメディア講義支援システム

ネットワーク環境は、複数の大学キャンパス内 LAN 及び企業内 LAN を B-ISDN などの WAN により相互接続したものである。ユーザは講義へ参加する際に、大学キャンパス内のワークステーション室や企業内、もしくは個人宅などのユーザステーション上でユーザエージェント (User Agent:UA) を使用し参加する。UA を動かすユーザステーションは、特定のユーザに固定的に利用されるのではなく、例えば、通常、講師は研究室から講義を行ない、他キャンパスに出張中には、そのキャンパスの WS から講義を行なうということが可能である。また講義情報 (例:担当講師、履修者名簿、時間割など) は教務エージェントにより、大学・キャンパスなどのドメインもしくは学部・学科などのサブドメイン毎を管理単位とし管理が行なわれる。

**3.1 ユーザエージェント** UA はユーザステーション内のユーザインターフェイス及び App. tool の下に位置し [図 2]、3 つの部分、講義管理制御部、メディア転送部、QoS 管理制御部から成る。ユーザステーションは、論理ディスプレイ装置 (例:ウインド

ウシステム)、ビデオ入力装置 (例:ビデオカメラ及びキャプチャーボード)、音声入出力装置 (例:マイク、スピーカ及び音声入力ボード)、及びキーボード、マウス、手書き入力装置 (例:タッチパネル) から構成される。以下に UA の各部分の説明を示す。

**講義管理制御部:** メディア転送部におけるコネクションの管理制御を行ない、コネクションの動的構成を可能とする。

**メディア転送部:** ビデオ・音声データの同期・データ変換・フロー制御を伴ったネットワーク転送を可能とする。

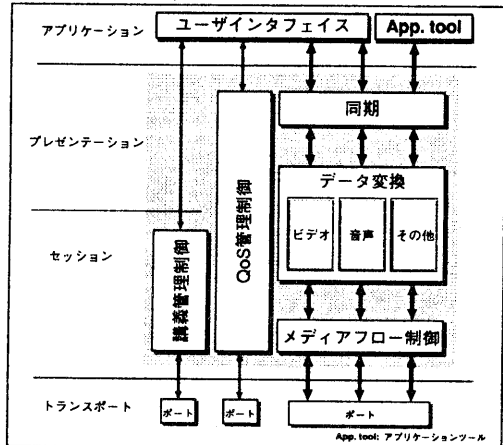


図 2: ユーザステーション層構造

**QoS 管理制御部:** ユーザステーション及びネットワークの負荷変動に関わらずビデオ・音声の QoS 保証、及び複数の異種ユーザステーションの参加により必要となる QoS 交渉を可能とする。

アプリケーション層におけるユーザインターフェイスでは、コネクション構成を容易に把握及び操作することを可能とする GUI、及びメディア転送部から送られてくるビデオ・イメージの表示を行なう。App. tool は、共有描画ツール、ホワイトボードアプリケーション及び協同執筆ツールなどのグループウェアアプリケーションである。

**3.2 教務エージェント** 教務エージェント (Administrative Agent:AdmA) は、各講義毎の講義情報 (担当講師、履修者、時間割など)、状態 (e.g. 講義中、休講・変更など)、及び講師 UA アドレスの管理・提供を行なう。またレポート提出の揭示や、過去の講義を録画したビデオや資料などのハイパーメディアを学生に獲得する手段を提供する。

講義情報の担当講師、履修者及び時間割は、AdminA に登録され、講義状態は、講義進行中に逐次講義形式やグループ構成などが講師 UA により記録される。講師 UA アドレスは、講師の使用ユーザーステーションアドレスが講義の度に変わる可能性があるため、講義開始の前に講師 UA により登録される。

#### 4. 講義の形式化

本研究では、講義を目的により5つの形式、1) 一般的講義型 2) 協調作業型 3) 自由討論型 4) 討論型 5) LL 教室型に大別した。

**一般的講義型：** 黒板、OHP 及びポインティングデバイスを使用した講師からの教授が主要となる講義である。メディアデータは講師から全学生への1対Nストリームとして流れる。質問の際には、講師により指名された生徒が、講師及び全生徒に向けてメディアデータを流すことが許される。

**協調作業型：** グループウェアを用いた協調作業を行なう形式の講義に対応する。グループ学習、演習及び実験などに使用され、TA による援助が行なわれる。メディアデータの送信及びグループウェアアプリケーションの操作は、全員が自由に行なうことができる。

**自由討論型：** 大学院での講義に代表される少人数による密なインタラクションを行なう形式の講義に対応する。各自で持ち寄った資料をもとに、生徒及び講師の区別なく意見が交換される。

**討論型：** ある論題にそって討論を行なう形式の講義に対応する。議長(講師)によって発言権の制御が行なわれる。

**LL 教室型：** LL 教室による自己学習を中心とした学習に対応する。講師及びTA による指導や学生間のインタラクションも行なえ、自発的なグループ学習を可能とする。

**4.1 講義概念モデル** 講義は、複数の UA 及びグループコネクション(GC)により構成される[図3]。GC は、複数の UA 間に張られる M 対 N コネクションであり、複数の1対Nメディアストリームを一括管理制御することにより、複数の UA 間での発言権管理制御を容易にする。また、発言権制御使用時にメディアストリーム間での受信部及びネットワーク帯域幅の共有を可能としユーザーステーション及びネットワーク資源の有効利用を可能とする。

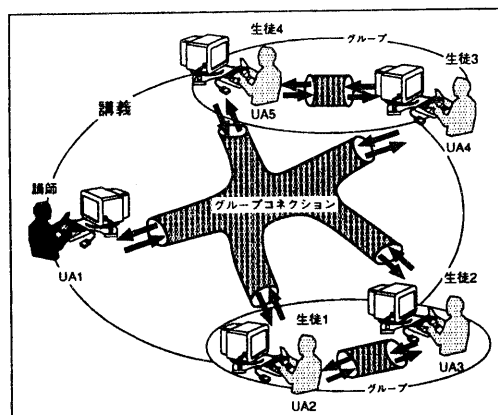


図3: 講義概念モデル

#### 5. 講義の流れ

講義は、開始から終了までに開始、接続、講義及び終了の4つのフェーズ[図4]により構成される。

##### 1. 開始フェーズ

講義を履修している学生は、講義開始時刻以前に AdmA から講義情報(担当講師、開始時刻・休講など)を獲得し、講義開始時刻に講師に参加の意志を伝えることにより、講義は開始される。

##### 2. 接続フェーズ

グループコネクションの接続及び制御を行なう。4つのサブフェーズ、要求、グループコネクション、コネクション制御、及び完了報告サブフェーズからなり、それぞれ要求の発行・配布、コネクション構成操作、コネクション制御方式設定、コネクション操作完了の報告を行なう。

##### 3. 講義フェーズ

グループコネクションを介し講義を行なう。そして動的構成関数を使用することにより、接続フェーズ中のグループコネクションサブフェーズもしくはコネクション制御サブフェーズに戻り、コネクションの再構成及び制御を行なう。

##### 4. 終了フェーズ

全てのグループコネクションを閉じ、講義の終了処理を行なう。

#### 6. 遠隔講義の動的構成法

遠隔講義の動的構成法は、講義の目的に合わせ講義形式を変更する講義形式変更機能、講義に参加している生徒をグループ化するグルーピング機能、及び複数の講義の合同化を可能とする合同講義機能、及び個人の途中参加・退席機能からなる。

遠隔講義の動的構成の必要性を説明するために典型的なプログラミング演習の例を以下に示す。講師は初めに一般講義型で全員に対してプログラミングに関する講義を行ない、次にグルーピング機能によりグループ化及び協調作業型への変更を行ない、グループ毎のプログラミング演習を行なわせる。そして、各グループを巡回するためにグループ間を移動する。あるグループでグループ指導を行なう際には、講義形式変更機能により、対象となるグループを一般講義型に変更しグループ指導を行なう。このように講義形式及びグループ構成は、動的に変更する必要がある。

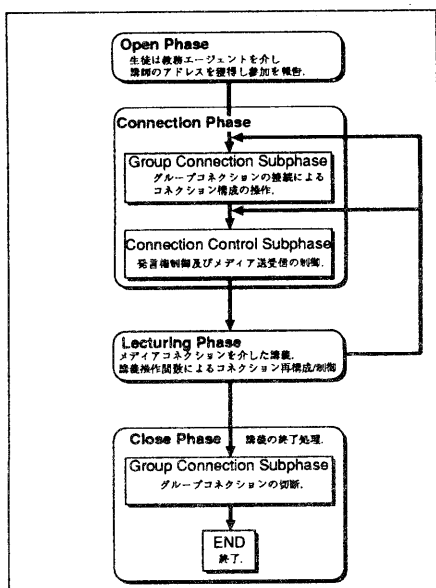


図 4: 講義 4 フェーズ

**6.1 講義形式変更機能** 講義形式は、グループ毎に設定することができ、グループコネクションに発言権制御方式を設定することにより行なわれる。講義形式の変更は、講師もしくはTAにより Set lecture type のプリミティブが使用される。

**6.2 グルーピング機能** 講義のグループ化を可能とし、グループ操作関数としてグループ分割・併合 (Split group・Merge groups)、UA の途中参加・退席 (Join group・Leave group)、グループ間移動 (Move group) を提供する。講師及びTAは、同時に複数のグループに属することが可能であるが、生徒は、同時にただ一つのグループにだけ属する。

**6.3 合同講義機能** 複数の講義を併合し一つの講義とすることによりパネルディスカッション、フォーラム、合同セミナー・演習などを可能とし学習効果の高い合同講義を可能とする。合同講義中には複数の講師が存在する。講師によるメディアデータの送信や動的構成法の使用は、トークン方式及び同時方式があり、トークン方式ではトークンを所有した講師のみ、そして同時方式では同時に複数の講師が動的構成法の使用が可能である。一般的講義型、討論型では、トークン方式が使用され、協調作業型、自由討論型及びLL教室型などでは、同時方式が使用される。講義の併合及び合同講義の終了は、それぞれ Merge lectures 及び Terminate merged lectures のプリミティブを講師が発行することにより行なわれる。

## 7. 動的構成プロトコル

ここでは動的構成法のプロトコルを説明するために典型的な講義の例として、2 キャンパス  $C_A$  及び  $C_B$  でそれぞれ行なわれる講義  $L_A$  及び  $L_B$  による合同プログラミング演習の流れに沿いながら説明を行なう。そして特に合同講義を行なうための講義併合 [図 5]、講義形式変更を伴ったグルーピング [図 6]、及び発言権制御のメッセージフローを詳しく説明する。

各キャンパスでは各々の講師が講義を一般的講義型で開始する。そして合同講義を行なう際に講師  $I_A$  は、教務エージェント  $Adm_{AB}$  から講義  $L_B$  の担当講師  $I_B$  の情報を得て、合同講義を講師  $I_B$  に要求する。そして講義併合 [図 5] を行ない、講師  $I_A$  によるプログラミングに関する講義が行なわれる。ここでは講師は、トークン方式により制御されトークンは講師  $I_A$  が所有する。引き続き講師  $I_A$  はグループプログラミング演習を行なうためにグルーピング機能を用いる。各グループメンバーは、講師  $I_A$  によって指定される。各講師は、グループ間を移動しグループ指導を行なうために、対象となるグループの講義形式を一般講義型に変更する。そこで生徒に質問がある場合、その生徒は発言権要求をグループ内にいる講師に行ない、それを受けた講師は発言権をその生徒に与える。そして最後に、合同講義を終了し、各講義を終了する。

コネクション制御サブフェーズにおいてストリームは講師から生徒の向きへ設定され、完了報告フェーズ

ズに移り講義併合は完了する。

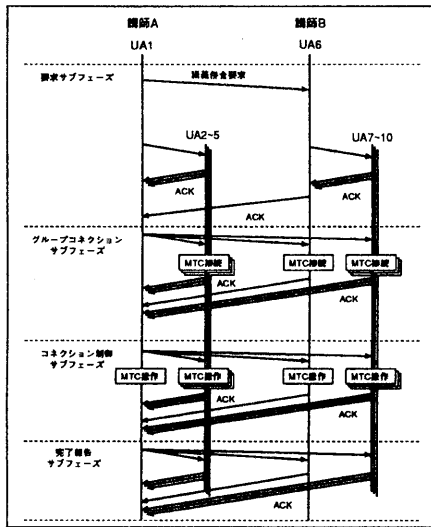


図 5: 講義併合

グループ協調作業型への変更 [図 6] は、講師  $I_A$  は各グループメンバを指定し、グループ分割要求を発行し、各生徒にグループメンバ構成を伝える。講師は各グループ内の一人に接続を行なうように要求する。そして各グループは、非同期にグループコネクションサブフェーズに入りグループコネクションを行なう。そしてコネクション制御フェーズにより各ストリームを全メンバへ流れるように設定し終了報告フェーズで各グループの接続終了と同期を取りグループ分割は終了する。

協調作業型から一般的講義型への変更の説明を行なう。講師は講義形式変更の対象となるグループメンバに一般的講義型に変更することを伝える。

最後に一般的講義における質問（発言権制御）要求の説明を行なう。一般的講義において質問する場合、生徒は講師に発言権の要求を行ないそして講師が発言権の制御を行なう。コネクション制御サブフェーズにより、講師は質問をする生徒にメディアストリームを講師及び他の生徒の受信部に流れるように制御する。

## 8. まとめ及び今後の課題

本稿では、動的構成を可能とする遠隔講義の支援を行なうマルチメディア講義支援システム、及び限られた計算機資源を多目的講義に有効利用可能とする動的構成法、及び M 対 N 通信における効率的なコネクション管理制御を可能とするグループコネク

ションの提案をした。

今後は、動的構成法の詳細設計、プロトタイプ構築及び機能評価を行ない、コネクション構成を容易に把握及び操作を可能とするためのヒューマンインターフェイス、及び講師が生徒による講義評価を迅速に把握可能とするための講義評価集計機能、及び複数の異種ユーザーステーション参加による処理能力及びユーザーステーション及びネットワークの負荷状況の変動に関わらず QoS 保証を可能とするための QoS 保証交渉機能の設計及び実装を行なう予定である。

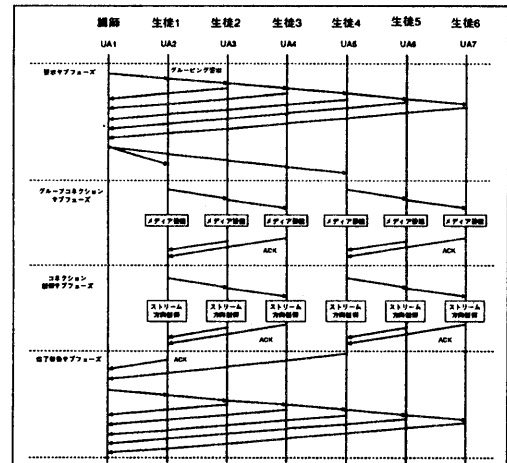


図 6: グループピン

## 参考文献

- [1] Rangan, P.V., and Vin, H.M., "Multimedia Conferencing as A Universal Paradigm for Collaboration," In Multimedia Systems, Applications, and Interaction, Chapter 14, Lars Kjell Dahl (editor), Springer-Verlag, Germany, April 1991.
- [2] Moran, M., and Gusella, R., "System Support for Efficient Dynamically-Configurable Multi-Party Interactive Multimedia Applications," In Proc. of 3rd Int. Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video, San Diego, CA, November 1992.
- [3] 香川 修美, 木實 新一, 上林 弥彦, "協調ハイパーメディアを利用した遠隔教育システムにおける講義機能," 情報処理学会第 50 回 全国大会, 3M-4, p6-145 ~6-146
- [4] 加藤 淳也, 金当 一臣, 清水 紀江, 金 寿美, 岡田 謙一, 松下 温, "仮想空間を用いたグループ学習の支援," 情報処理学会第 50 回 全国大会, 3M-7, p6-151 ~6-152