

遠隔教育システム VIEW Classroom における動的演習機構

対馬 英樹* 畠中 晃弘* 百合山まどか** 片山 薫*** 香川 修見**** 上林彌彦*

* 京都大学 情報学研究科 社会情報学専攻

** 京都大学 工学部 情報学科

*** 京都大学 工学研究科 情報工学専攻

**** 広島電機大学 工学部 情報工学科

概要

遠隔教育システムにおいて、教師が学生の到達状況をいかに把握するかは重要な問題である。本稿では、まず我々が開発中の遠隔教育システム VIEW Classroom (VIEW は、Virtual Interactive Environment for Workgroups の略) のプロトタイプシステムの概要について述べ、次にこのシステム上に構築された問題演習機構について述べる。このシステムでは、教師はデータベースに記録された講義の教材から状況に応じて動的に問題を作成することができ、遠隔地にいる学生の回答状況を知ることができる。

Dynamic Exercise Generation for Distance Education System:VIEW Classroom

Hideki Tsushima* Akihiro Hatanaka* Madoka Yuryiyama**
Kaoru Katayama *** Osami Kagawa**** Yahiko Kambayashi*

*Department of Social Informatics, Graduate School of Informatics, Kyoto University

**Computer Science Course, Faculty of Engineering, Kyoto University

***Department of Information Science, Graduate School of Engineering, Kyoto University

****Department of Computer Science, Faculty of Engineering,
Hiroshima Denki Institute of Technology

Abstract

In a distance education system, it is very important for a teacher to know students' achievement. In this paper, we introduce facilities to give students exercises in distance education system VIEW Classroom. Using these facilities, a teacher can dynamically generate exercises from teaching materials recorded in databases and grasp students' status easily.

1 はじめに

近年の計算機、ネットワークの発達により、地理的に離れた部分からでも、教育を受けるこ

とを可能にした遠隔教育システムの試みが多くなされている。我々の研究室では遠隔教育システム VIEW Classroom の設計を行い、現在その

プロトタイプを開発中である。

遠隔教育システムでは、ただ単に遠隔地から教育を受けることができるというだけでなく、計算機を介して教育がなされるということにより、通常の教育にはない利点を生かすことができる。しかし、分散した環境にあることにより、教師にとって学生の達成度を把握することが困難になることもある。

本稿では、まず我々が開発中の遠隔教育システムVIEW Classroomについて説明し、次にその上で動作する問題演習機構について述べる。この動的な問題演習機構により、VIEW Classroom上で必要に応じた内容の問題を作成しその演習を行うことが可能となる。教師には学生の回答状況、理解状況が提示され、これにより、VIEW Classroom上で教師は学生の達成度を把握することが容易になり、教師による一方的な講義を避けることができる。また、VIEW Classroomでは、教育場面における様々な情報がデータベースに記録されており、その情報を用いて生徒のレベルに応じた演習問題作成を支援している。また、学生の回答内容も記録され、教材改善に用いることができる。

2 VIEW Classroom の概要

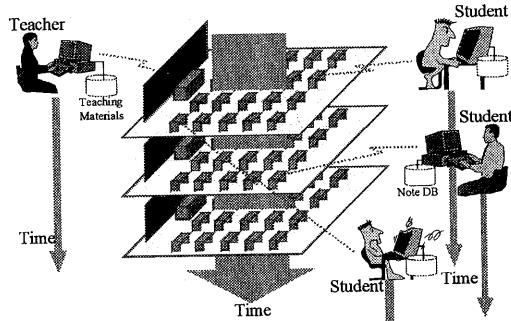


図 1: VIEW Classroom の概念図

まず最初に、VIEW Classroom の概要について説明する [1]。図 1 は VIEW Classroom の概念図を表している。教師と各々の学生は別々の場所にいて、コンピュータネットワークを介

して仮想的な教室 (VIEW Classroom) と結ばれている。教師と学生はそれぞれ、ビデオカメラとマイクが利用できるパーソナルコンピュータやワークステーションを所有している。教師は学生に教材を提示し、ポインターで教材の一部を指示したり、ペンを使って教材に含まれていない情報 (図や文) を書き込んだり、アンダーラインを引いたりしながら講義を進めしていく。教師と学生の間や学生同士の間で対話するような場合、ある教材を共有しながら各自のポインターとペンを使って議論をすることができる。学生は講義を聞きながら教材にメモを加えたり、講義資料の他の場所を参照したりすることができます。また、学生は途中から講義に参加したり、途中で講義を抜けたりすることも可能である。

このような講義環境を支援するため、VIEW Classroom は上記の様な基本的な機能に加え、以下の機能を提供している。

● 講義の記録機能

教師や学生の身振りなどが写った映像と説明や対話の声、説明に合わせた教材 (スライド) の動き、教師と学生のポインター、ペンの動きなど講義に関するデータは全て記録される。記録された講義は、後で再生してみることで、学生は講義の内容を復習したり、講義を欠席した学生が後で自習したり、教師が教材や講義内容を改善したりすることに利用される。

● 講義の検索再生機能

講義を再生する時により適切な部分を選択できるよう以下のような検索機能を提供している。

1. あるキーワードを含む教材とそれに対する説明を検索する。
2. 図を含んでいる教材とそれに対する説明を検索する。
3. 教師が長い時間かけて説明した教材とそれに対する説明を検索する。

4. 教師がポインタを使って教材のある位置を指している部分の説明を検索する。
5. 教師とある学生が議論している部分の講義を検索する。

● 質問回答機能

講義中の質問とそれに対する回答においては以下のようないわゆる問題がある。遠隔講義特有の問題と従来の講義においても同様に存在する問題が含まれている。

1. 教師が従来の教室のように学生が手を上げるのを見て質問があることを知るのは難しい。
2. 講義に参加する学生の数が多くなるにつれて教師が全ての学生の質問に答えることも難しくなる。
3. 学生は自分に必要な時に質問を出して回答を得たい。
4. 教師は良い質問に回答したいと考えているが、学生を指名して質問内容を聞くまでその判断ができない。

VIEW Classroom ではこのような問題に対処するため、教師と学生に対し質問回答機能を提供している。VIEW Classroom における基本的な質問は、まず教材の中からキーフレーズ選択し、次にそれによって表示された質問メニューから質問内容を選択することによって行われる。質問メニューには、選択されたキーフレーズに対する一般的な質問や過去の講義で出された質問、予想される質問などが含まれている。学生から出された質問は集計され、教師が指定した基準に合わせて優先度が高いものから教師に提示される。さらに、質問に対する教師の回答は全て記録され、類似した質問が出された時にはそれを利用して学生に自動的に回答を提供する。

質問はテキスト形式でキーフレーズ、教材中のキーワードの位置、質問内容から構成

される。質問をテキスト形式とすることで、教師は一目で質問の概要を把握することができる。さらにキーフレーズの選択と質問メニューの提供で質問を内容をできるだけ定型化し、内容の類似度を測りやすくすることによって、集計したり自動的な回答の提供を容易にしている。教材中のキーワードの位置も質問の類似度を測るために用いられる。

● 学生の状況の抽象的な表示

講義中教師は学生の様子を見て、説明の速度や内容を柔軟に調整している。遠隔講義ではこれまでの講義のように学生の様子を把握することが難しい。また学生の数が多くなると全体を把握することも難しくなる。VIEW Classroom では、キーボードからの入力やポインター、ペンの動きなど学生の操作を監視し集計して抽象的に表示することで、教師が学生の状態を把握できるよう支援する。

このように、VIEW Classroom では、ネットワークを用いて教育が行われ、様々な情報がデータベースに記録されるため、過去の情報を用いて講義を行ったり教材を改善したりすることが非常に容易になっている。

3 プロトタイプのユーザーインターフェース

我々は、VIEW Classroom のプロトタイプシステムの実装を行った。このプロトタイプシステムでは、VIEW Classroom の豊富な機能をすべて忠実に実装することはせず、講義のプレゼンテーション機構、講義後の検索機構に重点を置いて実装した。

このプロトタイプシステムでは、

- 教師は講義の前にパワーポイント等を用いて、スライド教材を用意する
- 教師はこのスライドを用いて講義を行う

- 講義の内容はすべて記録され、その内容は講義後に参照することができる
- 講義内容として記録されるものには、教師の画面の映像および声の音声、教師の動かしたピントや引いた線などの動作履歴などがある

という方針で実装を行った。

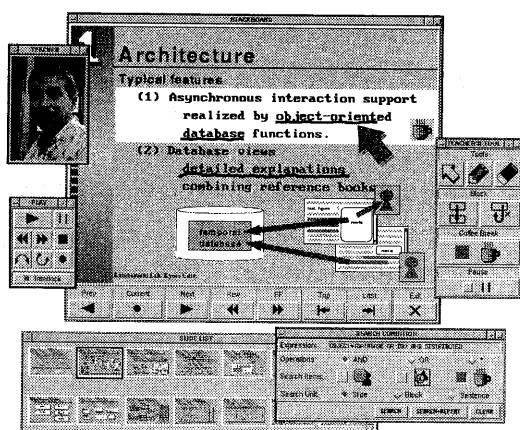


図2: プロトタイプのユーザーインターフェース

図2は教師用のユーザーインターフェースを示している。講義前に教師は教材としてスライドを作成しておく。VIEW Classroomシステムが起動されると、BLACK BOARD ウィンドウ、SLIDE LIST ウィンドウと教師の映像が、教師と学生のディスプレイに表示される。教師のディスプレイにはさらに、TEACHER'S TOOL ウィンドウも表示される。

講義中、教師はスライドを順番に BLACK-BOARD 上に提示し、ピントを使ったり、ペンを使って下線を引いてある文を強調したり、誤りを訂正したりしながら、各スライドを説明していく。教師の映像はピントの動きなどの他のデータと合わせて学生へ送られる。学生は教師の声を聞いたり、スライドを見たりしながら勉強する。教師は講義の都合や時間の問題などのために、いくつかのスライドを飛ばしたり、前のスライドに戻ったりする。

従来のシステムではスライドを単位としていたが、スライドは複数のトピックを含んでいることが多い。VIEW Classroom では意味的な単位としてブロックを用いる。各スライドは一つ以上のブロックを含んでいる。

講義中教師は、以下の方法で次に学生に提示するスライド(教材)を選択することができる。

1. ビデオライクな操作の利用

Prev ボタンを選択すると、前のスライドに戻ることができる。Next ボタンでは、予め決められた順序に従って次のスライドが選択される。講義中、同じスライドが2回以上利用されることもある。

2. 縮小して表示されるスライド列からの選択

SLIDE LIST として、講義で使用されるスライドは縮小されたイメージで一覧表示される。現在説明中の(選択されている)スライドは、SLIDE LIST 中で強調して示される。

3. 検索機能の利用

SEARCH CONDITION ウィンドウでキーワードを指定することで、適切なスライドを選択することができる。検索結果は、SLIDE LIST 中で強調して示される。

SLIDE LIST ウィンドウ

SLIDE LIST ウィンドウには、縮小された講義で用いる全てのスライドが表示される。講義を再生する時は、スライドは講義で説明された順番に表示される。もし同じスライドが三回用いられたら、そのスライドは SLIDE LIST の中に三回現れる。検索結果は強調されたスライドで表示される。SLIDE LIST からあるスライドを選択すると、それが BLACKBOARD ウィンドウに表示される。

TOOLS ウィンドウ

前に述べたように、ブロックを説明の単位としている。一枚のスライドには一つ以上のブロッ

クが含まれる。教師が複数のブロックを含むスライドを説明している時、説明中のブロックの背景の色を変えてそれを強調する。教師が次のブロックに進む時は、Change Block ボタンを選択することにより、強調されるブロックが次へ移動する。

教師の説明は講義中常に記録されている。もし説明を間違ったりした場合は、その部分に戻って説明をやり直したいことがある。Again ボタンを選択することによって、一つ前のブロックについての全ての記録が消去され、新たに教師の映像やポインタの動きなどの記録が開始される。

効率的に勉強したい学生にとって雑談はそれほど重要ではない。講義を再生する時、それを飛ばしたい学生がいる。一方、ある学生は教師の雑談から面白い内容を見つけようとするかもしれない。このような検索を実現するために、それが雑談かどうかを教師が Coffee Break ボタンを選択することによって明示的に与える。

教師が何かの理由で講義を中断したい時には、Pause ボタンを選択する。この時、講義の記録は次に Pause ボタンが選択されるまで中断される。

4 問題演習機構

4.1 目的

コンピュータを用いた教育としては、古くから研究開発が行われている CAI (Computer Assisted Instruction) がある。CAIとは、コンピュータに教授内容その教え方（学習の展開）に関する情報をプログラムで記憶しておき、学習者が自分のペースで学習できるようにしたシステムである。ここでは、遠隔教育と CAI の融合について考える [2, 3]。

遠隔教育システムは、多人数の学生が地理的に離れていようと同一の講義を受けることができるようになって開発されたものである。一方、CAIは、多人数での教育ではなく、個別の学習によって学習効果を高めることを目指したもの

である。

このように、遠隔教育システムと CAI システムは、異なる目的を持ったシステムであるが、両者を融合させることによる利点は大きいと思われる。主な利点としては、

- 教育場面において、教師の一方的な説明となることを避けるために、学生に問題演習を行わせることはよくあることである。そこで、遠隔教育システムにおいて、CAI 技術を用いることが有効となる。
- CAI の問題点として、教材の作成に非常に時間をとられることがある。つまり、大部分の学生にとっては不要であったとしても、少数の学生のために細かい部分まで教材を作成しなければならないのである。遠隔教育システムにおける質問回答などの機能を用いると、CAI のこのような教材作成の労力を軽減させることができる。
- 遠隔教育システムにおいて、教師が多数の学生の状況を把握できるようにすることは重要である。講義の中で CAI を用いて小テストなどを行うと、それを自動で採点、集計でき、教師はその結果から学生の理解状況を知ることができる。

というようなことが考えられる。

VIEW Classroom のプロトタイプシステムでは、教師はあらかじめスライドの教材を用意して講義を行う。通常、スライドを用いた教材では、講義が教師の一方的な説明になる可能性があり、そのため教師は学生を指名して発言させるなどしてこれを防ぐ。また、学生に演習問題をさせることもある。

我々は、今回実装を行った遠隔教育システム VIEW Classroom のプロトタイプシステムにおいて、学生に演習問題をさせるための機構を設計し、現在実装を行っている。ただし、このシステムではテスト問題により学習効果を高めることを目標としており、このシステム上での成績評価は考えていない。

本システムの特色をあげると、以下のようになる。

- 動的問題作成支援

データベースに記録されている教材、過去の講義データ、学生のデータなどから問題を動的に作成することができる。

- オンライン評価

学生の回答をオンラインで見ることができ、それを即座に講義に反映させることができる。

- 達成度別の問題

学生の達成度によって、異なった問題を与えることができる。

4.2 問題作成の機能

教師が問題作成を行う手順は、次のようになる。

1. スライドのどの部分で（何枚めのスライドを説明した後で）問題演習を行うかを決定
2. どのような種類の演習を行うかを決定
3. 問題を作成
4. 解答、説明を作成

講義前に、スライドの教材だけでなく、演習問題も準備するためには、教師にとって多くの時間が必要となる。そこで、我々は、穴埋め問題等を簡単に作れるような機能を提供している。

VIEW Classroom のプロトタイプシステムでは、教師が用意したスライドの教材から、テキスト部分を読み出しファイルに格納している。このテキスト部分から、穴埋め問題、正誤問題を簡単に作成することができる。

4.3 演習問題の構造

現在の我々のシステムでは、演習問題の教材構造は、

- 問題は、ブロックという単位で分けられている。
- 1つのブロックは、問題部分とそれに対する解答、解説部分からなる。
- 1つのブロックは1つのウィンドウに表示される。
- 学生は、ある時間においては1つのブロックを回答しており、複数のブロックを並行して回答することはできない。
- 誤った回答をした学生、理解ができなかつた学生には、正解とともに解説が表示される。
- 学生の達成度によって異なる問題も出せる。

という形である。ここでブロックは、3章で述べたスライドの意味単位のブロックと必ずしも一致していないくともよい。

また、現在は学生がどのブロックを通るかという順序があらかじめ完全に定められた直線型の教材構造（図3）しかサポートしていないが、これを学生によって異なるブロックを通れるような分岐型（図4）にも拡張することは容易であり、今後実装を進めていく予定である。



図3：直線型の教材構造

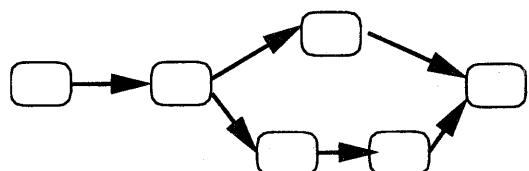


図4：分岐型の教材構造

また、解説画面には説明要求ボタンがあり、解説を見ても納得できない学生は、このボタンを押して自分が納得できていないことを教師に知らせる。

4.4 問題演習の実施

講義の途中で演習が必要と思われる部分において、問題演習が行われる。この際、教師は学生が回答に際して参照する資料の制限を例えば以下のように指定することができる。

- 問題画面以外は見てはいけない
- 指定された資料のみ見てもよい
- 何を見てもよい

4.5 学生の状態の表示

遠隔教育システムにおいては、教師がいかにして学生の状況を把握するかが問題となる。演習問題を行っているときには、

- どの学生がどの問題を解いているか
- 学生の正解率はどれくらいか
- 誤った部分を自分で理解できたのか

といったことを教師は知る必要がある。我々のシステムでは、こういった情報を表示するために、図5のようなウインドウを用いて表示している。

各問題の下に表示されている数字は、現在その問題を解いている学生の人数を示している。また、図のようにこの数字の部分をクリックすることにより、その問題を解いている学生の名前が表示される。その問題における学生全体の理解度は、その部分の色により表示される。理解が困難な学生が多いほど濃い赤色で表示されるので、教師はその問題の解説を行う必要があると判断できる。ここで、学生の理解度とは、前述の説明要求ボタンをどれくらいの学生が押したかにより決定される。

このように学生の状況を教師に提示してやることにより、教師は教材構造の中であるブロック

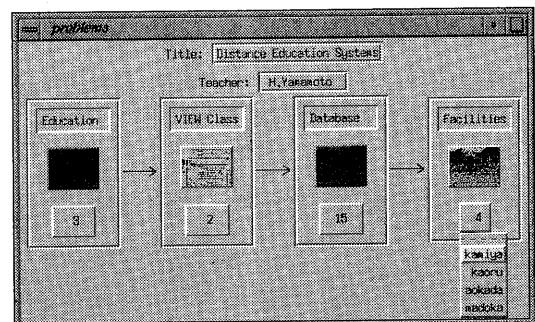


図 5: 学生状態の表示

クにどの学生がいるかを認識することができる。これにより、教師は問題のある学生を見つけることができ、そのような学生には個別に指導することができる。教師があるブロックに存在する学生に対して行うことができる操作は以下のようになっている。

- 解説画面に移動させる
- 無理やり違うブロックに移動させる
- スライド教材のどの部分を見るべきかを指示する

それでも学生の理解に改善が見られないときは、VIEW Classroom のコミュニケーション機能を用いて個別に対応することになる。

4.6 今後の改良点

演習問題機構の今後の課題としては、まず、演習問題の教材構造を多様なものにも対応できるようにすることがある。また、問題点として、教師に表示する学生の理解度を説明要求ボタンだけで判断している点に無理があるということも考えられる。回答にかかった時間や正答率を用いることよいと思われる。

さらに、教師が学生を他のブロックに移動させる時には、そのことを学生に表示してやる必要がある。これをどのように行うかも今後の課題である。

また、本システムの動的問題作成支援を用いても全く予測していなかった部分で演習の必要を感じる場合は効率が下がるため、これをいかに支援するかも今後の課題である。

5 VIEW Classroom における今回の実装

現在、VIEW Classroom とその上で動作する問題演習機構の実装を行っている。実装は SGI Indigo2 と INDY 上で、C 言語をベースに行っている。ユーザインターフェース部分の実装には Tcl/Tk、ビデオとオーディオ部分には SGI の Digital Media Libraries を用いている。また、これらを Java を用いてパーソナルコンピュータ上でも動くよう書き直す作業も行われている。

6まとめ

本稿では、現在開発中の遠隔教育システム VIEW Classroom のプロトタイプシステムにおける問題演習機構について述べた。このシステムでは、講義の教材から演習問題を作成することができ、教師は学生の回答状況を容易に把握することができる。今後は今回のシステムをさらに発展させ、実際の講義で利用してもらい、機能やユーザーインターフェースの評価を行うつもりである。

謝辞

本研究にあたり熱心に御討論いただき、多くの有益なご意見をいただいた上林研究室の皆様に感謝いたします。

参考文献

- [1] K.Katayama, O.Kagawa, Y.Kamiya, Y.Kambayashi. Flexible Play Back Facilities for Distance Education. In Proc. of International Symposium on Digital Media Information Base(DMIB'97),pages74-78,1997.
- [2] 池田克巳, 金子敬一, 伊藤英男," WWW を利用した個人適応型 CAI システム方式の提案", 電子情報通信学会技術研究報告 ET97-116, pp.25-31,1998.
- [3] 仲林清, 小池義昌, 丸山美奈, 東平洋史, 福原美三, 中村行宏, " WWW を用いた知的 CAI システム CALAT", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J80-D-II,No.4,pp.906-914, 1997.
- [4] 河村俊一, 浮貝雅裕, 三井田惇郎," WWW を用いた CAI システムにおける学習者モデルの一考察", 電子情報通信学会技術研究報告 ET97-118, pp.41-48,1998.
- [5] 中渡瀬秀一, 仲林清, 福原美三," 双方向マルチメディア通信可能な WWW 上での CAI システム", 教育システム情報学会研究会報告 Vol97 pp.63-68,1997.
- [6] 瀬下仁志, 星出高秀, 岩崎量, 仲林清, 福原美三," WWW を用いた教育システムにおけるシミュレーション環境の検討", 教育システム情報学会研究会報告 Vol97 pp.69-74,1997.
- [7] 宮地功," インターネットを利用した C 言語学習用 CAI の構築", 教育システム情報学会研究会報告 Vol97 pp.75-80,1997.
- [8] 津森伸一, 川口雄一, 石橋和子, 松岡誠, 吉田裕之," インターネットを用いた知的教育支援システムの構成", 人工知能学会研究会資料 知的教育システム研究会(第 19 回) pp.37-42,1997.
- [9] 林敏浩, 石内秀和, 林田行雄, 江藤博文," TA 付き演習形態を支援する CAI システム", 教育システム情報学会研究会報告 Vol96 第 5 回 CAI 研究部会 pp.47-52,1996.
- [10] 宇井修, 中山実, 清水康敬," 衛星通信講座における講義形態と学習評価の関係", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J80-D-II,No.4, pp.892-899, 1997.