

## 遠隔教育システム VIEW Classroom における質問に対する回答機能

香川 修見, 今井 裕之, 神谷 泰宏, 上林 彌彦

京都大学工学部

遠隔教育システム (VIEW Classroom) は、ネットワーク上で時間的・地理的に分散した教師と学生の教育学習活動を協調ハイパーメディアで支援するシステムである。遠隔教育の性質上、学生数が非常に多くなる可能性が高く、それに伴い教師の作業量は必然的に多くなる。

VIEW Classroom では教師のもとに送られてくる多くの質問の中から、教師が回答すべき質問、重要な質問を抽出するためのサポートを考えている。オンライン回答とオフライン回答とで回答の形式を分類し、オンラインの場合は対話回答の相手 (質問者) を効率良く抽出して回答する。オフラインの場合は、キーフレーズごとに質問回答が分類された質問回答データベースを用いて、回答作業を再利用するなど回答作業の効率化を目指す。本稿では回答機能の機能仕様とデータベースの構造設計について述べる。

## Query Answering Support for Distance Education System:VIEW Classroom

O. Kagawa, H. Imai, Y. Kamiya and Y. Kambayashi

Faculty of Engineering, Kyoto University

VIEW Classroom is a distance education system. It supports activities of teachers and students who are distributed in wide area, by cooperative hypermedia system. Due to the characteristics of distance education, it is possible that a large number of students can participate in VIEW Classroom. Thus the teacher will become very busy to answer student's questions. Authors considerate the query answering support, using the answer-query database. It extracts important queries among many ones. This paper describes the facilities of answering query and its architecture.

## 1 はじめに

遠隔教育システム：VIEW Classroom は、地域的、時間的分散環境にある教師と学生をコンピュータネットワークで結合して、教育活動を支援していくシステムである。従来の遠隔教育支援システムの中には、テレビ技術を用いたものが多く、教師と学生間の対話環境は一方通行的で対話自身にも限界があり、学生間の対話など皆無に近い。一方、遠隔教育ではないが学習機会の拡大と学習順序の柔軟性を実現してきたものに、CAI (Computer Aided Instruction) システムがある。語学教育や技術習得などで成果をあげているが、教材の作成負担が大きいこと、現実の教室とは異なる対話形態であることから適用範囲に限界がある。

教師と学生の対話の代表的な役割の一つに質問と回答がある。学生は講義中に様々な質問を教師にもちかける。それらは主に教師に対するものであるが、他学生に対するものもある。ネットワークを介した仮想教室では、現実の教室と違い、学生が躊躇なく質問できること、学生数に対する制限が緩やかであること、さらに質問作成機能の利用も可能であるため、質問数が莫大になる可能性がある。それらの質問の中には類似した質問や、重要でない質問が多数含まれている可能性もある。

質問を受ける側の教師は基本的に講義を進行させ、それと並行して学生の反応に注意しながら質問に回答していかなければならず、多忙を極める。

教師の作業効率を向上させ、作業負担を軽減させるために、質問を内容別に類別して重要な質問に効率良く回答できるような操作性に優れた質問回答機能が要求される。さらにリアルタイムで受講不可能な時間的分散環境にある学生の質問処理も考慮に入れる必要がある。本稿では、VIEW Classroom における質問回答機能、主に回答機能、主に回答機能の仕様、構造について述べる。

## 2 VIEW Classroom の概要

VIEW Classroom はマイクとビデオカメラを備えた計算機をネットワークに接続することにより、地域的に分散した教師、学生が遠隔地で行なわれる講義に参加することを可能にし、「仮想教室」を提供する遠隔教育システムである。例えば、自宅から大学の講義に参加したり、他の大学の講義に参加したりすることを可能とする。

また、データベース技術を採用することにより時間的に分散した教師、学生の参加をも可能にしている。例えば講義に遅刻したり、海外からの受講者の参加を可能にする。「講義データベース」の再生で講義内容の追跡が容易となる。

教師と学生の画面上にはハイパーメディアによって作成された教材が用意され、教師はこれを用いて講義を進め、学生はこれに追記(ノート、アンダーライン、リンク)をしながらの受講となる。画面の個別化を考慮に入れ、講義参加者は自分の意志で、文字の大きさ、色、画面の大きさ、配置を決定することができる。

教師から学生への一方通行的な教育を防止するために、学生側に質問機能を持たせている。学生は教師以外にも他の学生に相談(質問)できる。

VIEW Classroom システムのオブジェクト構成は図1のようになっている。オブジェクト(モジュール)間でメッセージの送受信を行なって、メッセージ解析部(カーネル部)が各機能オブジェクトを制御する。

## 3 VIEW Classroom 質問機能

回答機能のことを述べる前に、簡単に質問機能について説明する。

### 3.1 質問作成補助システム

これまでの教育方式では、学生の「なんとなく分からない」という状況に対する支援はなかったが、VIEW Classroom では学生ができる限り問題解決にたどり着けるような質問作成システムを提案する [3]。

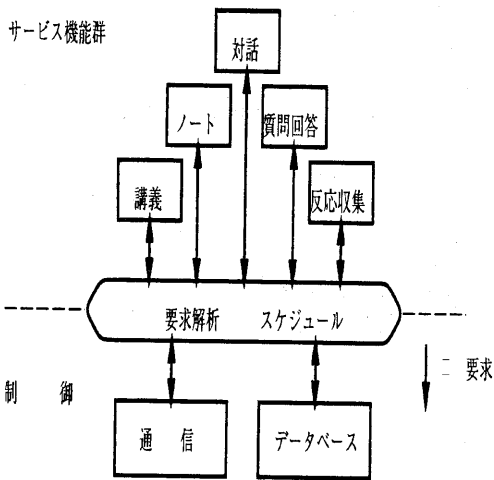


図 1: 機能オブジェクトの構成

図 2 は、VIEW Classroom において学生が実際に質問を作成する過程を示したフロー図である。

### 3.2 キー領域指定による質問作成

VIEW Classroom では、教材の類似した部分に関する質問を分類し易くするためにキーフレーズを利用している。

学生は提示された教材中の疑問に思う部分をマウスでドラッグし、その領域をキー領域（キーフレーズを含む）とする。これは文章に限らず、図や動画の一部であって良い。学生は大雑把なキー領域指定により、過去にその領域内で行なわれた質問に含まれるキーフレーズを知り、その質問の回答を得たり、自分の質問のキーフレーズとして再利用することができる。

### 3.3 キー領域のデータ構造

キー領域として具体的に領域情報を与えるデータは以下のとおりである。

文章中の文字列 … その部分の最初と最後の文字の論理的位

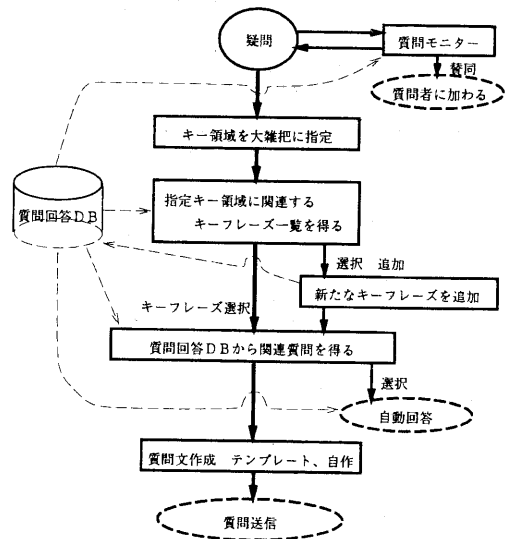


図 2: 質問作成フロー図

グラフや写真などの図 … マウスドラッグによって長方形領域を指定し、その図の ID、および指定範囲の長方形の左上、右下の 2 点の座標

動画 … 図の場合の各情報に加えて、開始時刻、終了時刻とする。

### 3.4 質問文作成

キー領域を指定すると質問回答データベース（以後、質問回答 DB と記述）からそれに関連した質問の一覧が表示される。そこで求める質問が見つからない場合は、あらたに質問文を作成し送信して教師の回答を待つことになる。ここでは、典型的な質問文のテンプレートを用意しており、それを利用することもできる。

## 4 回答機能の構成

本章では VIEW Classroom における回答機能に関する構造設計について述べる。主にオンライ

ン（同期型）回答機能について触れる。図3は質問処理構造のフローチャート図である。

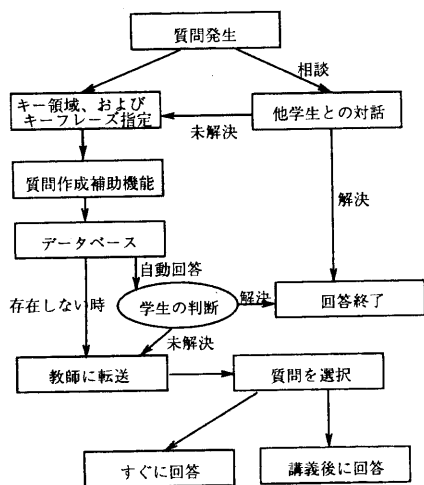


図 3: 質問処理構造図

質問の中には教材の中のかなり大きな範囲に関する漠然としたものや、些細な疑問のようなものである。そういった質問に対しては相談（質問・回答とは呼べない）といった形で、他学生に質問することが可能である。相談が受理されると、1対1の対話状態で相談がなされる。そこで疑問（質問）が解決されなければ、学生（質問者）は前述のキーフレーズ、キー領域を指定し、改めて質問をする。

そこで前述の質問作成機能によって作成された質問が質問回答DBに存在するものならば、自動回答される。自動回答には次のような利点がある。

- 教師の回答時間の短縮
- 質問者の待ち時間の短縮
- 教師と質問者の労力の削減
- 回答数が質問回答DBに蓄えられる（→学生のよくする質問の発見 → 教材改良へフィードバック）

もし質問回答DBの回答に満足できない場合や、質問回答DBに質問・回答が存在しないときは、その質問を教師に転送することができる。教師は質問が転送されてきたことを自分の画面上の質問モニター（図4）の領域内で認識する。

New Arrived Question		Priority
		Number of Questioners
		Selected Key-Phrase
Key	Question	Sum
Smalltalk	Who made Smalltalk ?	8
	What is the difference between Lisp and Smalltalk ?	1
message	What does this mean ?	7
Answer	Questioners	Key Region

図 4: 教師の質問モニターの例

質問モニターは講義参加者全員の画面に表示される。質問モニターには転送されてきた質問の一覧、各々の質問の件数、キーフレーズ、質問者が表示される。質問者以外の学生でも他人の質問に賛同することによって、その質問は当然教師に選択されやすくなる。教師は重要であると思われる質問を優先的に選択する。ここでいう重要な質問とは次のようなものである。

- 頻繁にされている質問
- 現在進行中の講義内容に適している（キーフレーズを含む）質問
- 特定の質問者からの質問

講義中に回答される場合と講義後にオフラインで回答される場合があるが、それは教師の判断に委ねられる。

#### 4.1 オンライン回答機能

教師の回答作業はまず回答する質問と質問者（学生）を選択することから始まり、その質問者と対話することで終了する。。質問者の選択を補助するために、学生の反応・質問記録など学生に

関するデータが格納された学生データベースをつかうこともある。

#### 4.1.1 反応の収集

教師による説明や指示に対して学生は様々な反応を見ながら次の講義内容を考える。

現実の教室では教師は学生の視線・表情・動作から状況を把握することは経験的に容易であるが、ネットワークを介した遠隔教育においては必ずしも容易とはいえない。

VIEW Classroom で収集される反応は2種類に分類される。一つは、講義中に「難しい」や「早い」などの信号を教師に送信する直接的な反応である。他の一つは、講義中の学生の画面操作・アンダーライン・ノートなどの作業内容や出席状況、表情といった、間接的な反応である。作業内容データを収集し学生データベースに格納し、教師が質問者を選択する際の補助とする。

#### 4.1.2 対話機構

普段の講義中は勿論、質問回答作業においても「対話」は重要な位置を占める。対話環境を実現させるには、同一画面共有による会議システムに代表されるような同期型コミュニケーションツールがある。しかし多数の学生が個別的に様々な作業を行なう遠隔教育においては同一の画面を共有する方法は十分であるとは言い切れない。VIEW Classroom 質問回答機能に必要な対話機構の特徴を説明する。

- 対象の選択…対話する学生を適切に選択することは講義を進めていく上で非常に重要である。理解度が進んでいる学生・成績優秀な学生を対象にして対話による回答作業を進めていくと、高水準の講義が実現されるだろう。同時に多数の学生を未消化のままの放置してしまう恐れもある。また水準が低い学生を選ぶと、多数の学生が興味を失うこともあり得る。遠隔教育では学生数が多数になる可能性が高いので、その中から最も適した対

話相手（質問者）を選択できる機構が必要である。今まで選ばれたことの無い人・対話を希望する人・頻繁に質問する人・無作為になど、講義内容やクラス構成によって選択の条件は変化する。上記の反応収集データを格納した学生データベースがこの特徴においては重要な役割を果たす。

- 放送…教師が提示する教材や対象学生の顔などの対話中の内容は、全ての学生に放送することができる。回答機能においては、教師が重要だと判断した質問や質問者数が多い質問に対して全員に回答内容（対話内容）を放送する。その内容は質問回答 DB に記録されて再生に利用される。ただし学生同士の相談は放送されない。基本的に質問回答 DB にも記録されない。

#### 4.1.3 オンライン回答機能

回答作業は基本的に教師と学生の間におけるオンライン通信（音声、ビデオ画像、共有テキスト画面）による。回答作業中は講義の進行は停止してしまうが、教師は重要な質問を選択し、回答内容を全学生にオンライン放送しているので、その間、他学生にとって無駄な時間にはならない。その回答内容はデータベースに格納されて、実時間で講義に参加していない時間的な分散環境にある質問者に再利用される。（図5）

講義に参加している全学生は各自の質問モニターを通して他人の質問を見ることが可能で、その回答もオンラインで見ることができる。

#### 4.2 オフライン回答機能

時間的に分散した環境にある学生や遅刻した学生は実時間で質問することや回答を受けることが不可能である。そういった学生の質問回答作業を支援しなくてはならない。また、実時間の講義中に出た質問でも講義中に回答されなかったものがある。オフライン質問もオンライン質問同様、キーワードを指定し質問作成処理を受け質問回

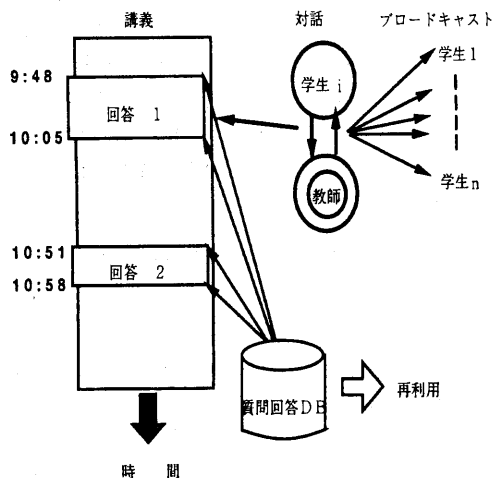


図 5: オンライン回答イメージ

答 DB に格納されると同時に教師の質問モニターに表示される。

オフライン回答は非対話型回答、つまりテキスト中心の回答となる。回答はされ次第、質問者のもとへ送られる。しかし、表やグラフ、動画に関する詳細な部分が回答に必要とされる場合、事前の告知（電子メール等）でオンライン対話型の回答作業が実現する。結果内容は回答データベースに格納されて再利用される。

## 5 質問回答データベース

質問作成補助システムによって作成された質問（未回答のものも含む）は、キーフレーズ、キー領域別に分類され、回答とセットで格納される。未回答の質問は質問メニューに反映される。格納される内容は、教師と質問者との対話内容（テキスト、音声）である。学生どうしの対話内容は基本的に、回答とはみなさず格納されない。質問回答 DB は学生はもちろん、教師もアクセスでき、質問と回答を教材作成、変更などに反映することができる。

さらに自動回答の時に、ある質問が質問作成補助機能によって作成され質問回答 DB には直接

の回答は存在しないが、図 6 の様にキーフレーズの論理集合をみることによって、複数の回答を組み合わせ、その質問の回答が得られるような複雑な質問の場合、その複数の回答をまとめて表示する。

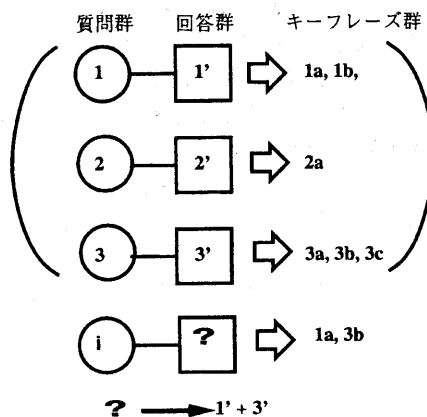


図 6: 組み合わせ回答生成

### 5.1 回答データベースのオブジェクトデータ構造の概要

下記の図 7 は質問回答 DB における質問回答データ構造を示した図である。質問と回答のセットを一つのクラスとみなし、「A」を教材中のキーフレーズとする。四角形はそれぞれクラス（ノード）を表しており、図中の一番上のノードが super class に相当する。それから木構造的に subclass（子ノード）が広がっていく。「A 1」「A 2」「A 3」…はそれぞれキーフレーズ A に関する質問を表していて、「A」とその他のキーワード、キーフレーズから構成される。ここでいう「キーワード」とは、その質問の特徴をとらえた単語、またはその集合である。super class のノード以外の各ノードにはデータとして回答が記述されている。super class にはデータ（回答）の操作に関するメソッドが記述されている。

（例）「A」 = 「Small Talk」とする。「A 1」

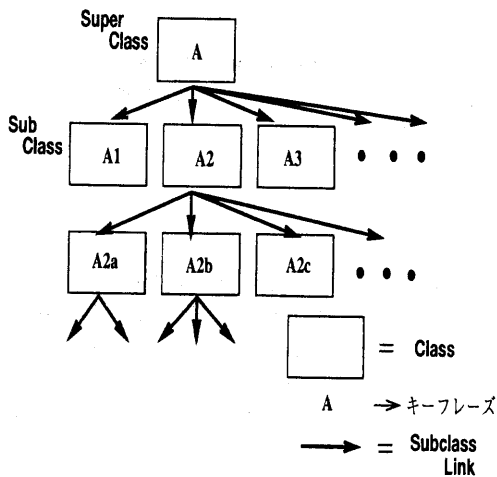


図 7: 回答オブジェクトデータ構造

は、「Small Talk」と「who」というキーフレーズとキーワードから構成され、「Small Talkは誰が作ったのか?」という質問のノードに相当する。また「A 2」は「Small Talk」と「Lisp」というキーフレーズとキーワードから構成され、「Small TalkとLispの違いは?」という質問のクラスに相当する。「A2a」「A2b」「A2c」…はさらに、他のキーワードが加わり、Small TalkとLispの違いに関するさらに細かな内容の質問クラスとなる。

各クラスにはそのクラスの質問に対する回答がデータとして記述されており、上のクラスの回答データを継承する。

### 5.1.1 質問回答オブジェクトの属性

質問回答データベースを構成する質問回答オブジェクトの属性は次の4つになる。(図5参照)

- 講義ID…VIEW Classroomでは時間的分散環境にある学生のために講義全体の記録を講義データベースに格納している。その質問回答がどの講義で行なわれたものかを識別するための識別子。

- 時間帯…その質問回答が、ある講義のどの時間帯に行なわれたものか、開始時刻と終了時刻を記述する。

- キーフレーズ…前述のとおり。

- キー領域…ハイパーメディア教材の中にある図や表の場合、その図のIDとマウスドラッグで指定した長方形の左上、右下の座標情報が属性値となる。

動画の場合は図や表の場合の情報と開始時刻と終了時刻が属性値となる。

## 6 Ode [5]

ハイパーメディアデータの管理に、AT&T Bell 研究所によって開発された Ode(Object Database & Environment)を取り入れる予定である。

OdeはO++(データベースプログラミング言語)コンパイラとオブジェクトマネージャライブラリから構成されている。(図8)

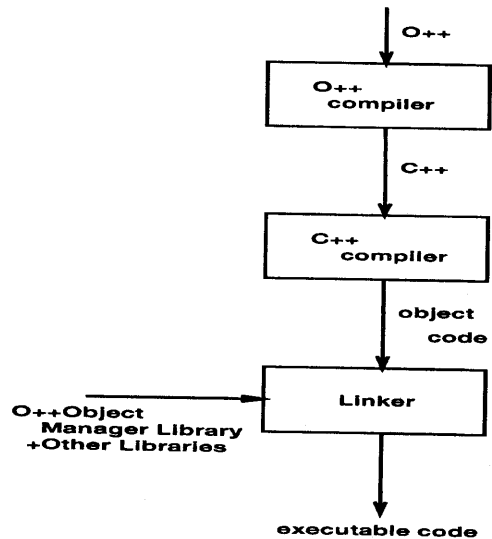


図 8: Ode 構成図

Odeはクライアント・サーバアーキテクチャの上で動く。各アプリケーションはOdeサーバの

クライアントとして動く。

表、グラフ、動画像等のマルチメディアデータが記録される質問回答データベースに用いる。

## 7 マルチメディア回答機能

質問および自動回答は文字を基礎としたものが中心であったが、実際の講義では時間の関係もあり、直接声やビデオ画像を用いて説明することがある。このようなマルチメディアを扱えると実用性が大幅に向上する。

現在、我々のグループはイーサネットで接続されたSGI(Silicon Graphics Interface)ワークステーション上で研究開発を行なっている。ビデオカメラと音声マイク等の周辺機器は、SGI仕様のものを使用する。

- IndyCam...SGIの開発したデジタルカラービデオカメラである。SGI デジタル入力ポートを利用して、最大640×480ピクセルの解像度で、デジタル画像として直接画面に取り込むことができる。
- Audio I/O(3.5 ミリステレオミニピン) ... 4チャンネルアナログ入出力に加え、2チャンネルのデジタル入出力対応。

## 8 おわりに

VIEW Classroom の質問回答機能、主に回答機能の基本的な機能、仕様について述べてきた。これ以外にも質問モニターの質問者の名前を出ささないなどのプライバシーに関わる問題や学生同士の対話をデータベースに反映させるか、どうかなどの問題もある。

現在、質問回答データベース Ode の解析と、ワークステーションと C、C++ を使ったプロトタイプ作成と同時に詳細部分の構造の検討を行なっている。今後、対話支援機構の研究にも力を入れていく。

## 謝辞

本研究について御討論頂いた上林研究室の皆様  
に感謝致します。なお、本研究は文部省科学研究  
費一般研究 (A) の援助を受けている。

## 参考文献

- [1] Kagawa O., Katayama K., Konomi S., Kambayashi Y.; "Capturing Essential Questions Using Question Support Facilities in the VIEW Classroom" 6th International Conference, DEXA '95 London, United Kingdom, September 1995, pp.114-123
- [2] 香川 修見、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学生反応の収集機構の設計" 情報処理学会第51回全国大会 September 1995 1-203
- [3] 香川 修見、神谷 泰宏、上林 弥彦、今井 裕之;" 遠隔教育システム VIEW Classroom における質問作成補助機能の実現" 情報処理学会第52回全国大会 March 1996 1-283
- [4] 永田 元康;" オブジェクト指向データベースシステム" 森北出版株式会社
- [5] R.arlein, J.Gava, N.Gehani, D.Lieuwen; "Ode 4.0(Ode-EOS) User Manual" AT&T Bell Laboratories
- [6] 香川 修見、上林 弥彦;" 遠隔教育システムにおける1対多の対話支援機構の設計" 第17回グループウェア研究会 平成8年4月26日
- [7] 香川 修見、神谷 泰宏、今井 裕之、上林 弥彦;" 遠隔教育システムにおける効率的な質問作成の支援" 第17回グループウェア研究会 平成8年4月26日