

同期・非同期融合型遠隔教育におけるリアルタイム教材編集方式

ディリムラット・ティリワルディ[†] 高柳 俊多[†] 三島 雄一郎[†] 高橋 稔哉[†] 小泉 寿男[‡]

[†]{murat, shunta, mishima, toshiya_t}@itlab.k.dendai.ac.jp, [‡]koizumi@k.dendai.ac.jp

本稿では、TV 会議形態の同期型遠隔授業と WBT 形態の非同期教育とを融合した遠隔教育方式におけるリアルタイム教材編集方式を提案する。本方式では、先ず教師は、教材を構成するコンテンツ要素を授業科目ごとに分類、登録した教材ファイルを作成しておく。次に、授業中にインターネット上で編集コマンドを入力し、編集ソフトウェアによって教材をリアルタイムに編集して学習者に送信する。教師は、非同期形態での学習者の質問状況および授業中の学習者の反応を教材編集におりこむことが可能になる。また、教材ファイルを予め学習者側に送っておき、教材編集ソフトウェアを学習者側で実行させることにより、低速回線下でも教師からのコマンド入力のみで学習者側での教材表示が可能になる。本稿では、本方式の内容と一部評価結果、課題、今後の計画について述べる。

A Real-time Editing Method of Teaching Materials in the Unified Synchronous/Asynchronous Distance Learning

Dilmurat Tilwaldi[†] Shunta Takayanagi[†] Yuichiro Mishima[†] Toshiya Takahashi[†] Hisao Koizumi[‡]

In this paper, we propose a real-time editing method of teaching materials in the distance learning system which unites a synchronous remote lesson of the TV meeting form, and an asynchronous learning of the WBT form. In this method, teachers first create teaching-material files to which the content elements, which constitute teaching materials for every lesson subject, are classified and registered. Next, teachers input editing commands on the internet during classes and edit teaching materials on real time with editing software, and transmit them to students. In this way, teachers are able to reflect students' questions of an asynchronous manner and reactions during classes into editing of teaching materials. By sending the teaching material files to the student side beforehand, and performing teaching-materials editing software on the student side, it becomes possible to display teaching materials on the student side only by the command input from the teacher in the low speed network. In this paper, we describe details of the proposed method, the results of partial evaluation, remaining issues and the future schedule.

1. はじめに

遠隔教育に関しては各種の方式が研究され、実用化されている[1][2][3][4]。遠隔教育の使用形態を大別すると、学習者がインターネットを經由して教材にアクセスして学習する形態と教師と学習者が TV 会議機能を経由して直接的に遠隔地との授業を行う形態の 2 つに分けられる。前者は、WBT(Web Based Training)の形態であり、教師側は学習者からの質問や問い合わせに対し、インターネットで回答やアドバイスを行うので、教師と学習者は非同期型と言え、後者、教師と学習者が同一時間帯で授業を行うので同期型と言える。非同期型と同期型の遠隔教育は、通常、独立して活用されているが、両者の有機的な融合によって学習者の理解度を深める遠隔教育の可能性がありうると考える[5][6][7]。

一方、遠隔教育における主要な課題には、通信回線速度と教材作成の問題がある。WBT の形態

である非同期型では、インターネットが実用的に使える環境であれば、通信回線については殆んど問題ないが、同期型の形態ではコンテンツに画像を含むため、TV 会議レベルの高速性が必要となり、遠隔授業実現の制限の 1 つとなっている。更に、同期型形態における教材作成に関しては、通常、パワーポイントのようなツールで作成したコンテンツや板書の内容が学習者側に伝送されることが多く、遠隔地の学習者にとって臨場感が薄い授業になりがちである。また、学習者の関心事項を反映し、変化に富んだ教材を作成することは教材作成の負荷が大きくなり、実際にはなかなか困難である。

本稿では、以上のような課題に対応して、同期・非同期融合型遠隔教育におけるリアルタイム教材編集方式を提案する。本方式は、教材を構成するコンテンツ要素を授業科目ごとに分類、登録した教材ファイルを作成しておき、授業中に教師がインターネット上で編集コマンドを入力し、教材をリアルタイムに編集してそれを学習者側に送信する方法である。コンテンツ要素は、講義の目的、内容に応じて、文字データ、表、グラフ、

東京電機大学大学院 理工学研究科
情報システム工学専攻[†]
Graduate School of Tokyo Denki
University System Engineering[†]

静止画、動画から構成される。教師はインターネット上で学習者と音声で交信しながら、学習者側への送信を行う。教材ファイルを予め学習者側に送信しておき、教師は編集コマンドのみを送ってリアルタイム教材編集自身を学習者側で実行させることにより、低速回線上でも、見かけ上高速の教材送信と同等となりうる。

本稿では、本方式の提案内容と評価システムの構築の状況と評価の1部、課題、今後の計画について述べる。2で同期・非同期融合型の遠隔教育の概要を述べ、3でWBTベースの非同期型形態における学習者からのFAQ対応を述べる。4で同期・非同期形態を融合した遠隔教育におけるリアルタイム教材編集方式を提案する。5でシステム構築の状況と評価の1部を論じ、6で今後の計画を述べる。

なお、筆者の1人は、海外からの大学院留学生であり、将来、本方式研究の成果を活用して低速回線環境下での一部実用化をしたいとの希望をもっている。6には、このための実験構想に関する考えを述べる。

2. 同期・非同期融合型教育方式

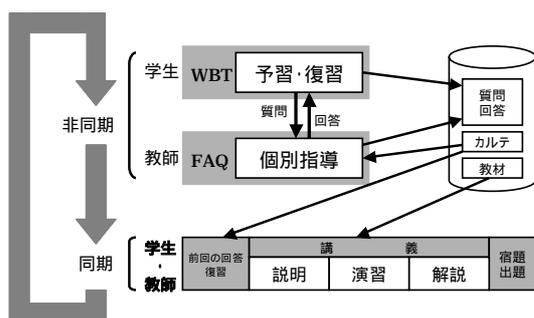


図1 同期・非同期融合型構成図

図1に同期・非同期融合型遠隔教育方式の構成図を示す。学生は教師と時間が同期しない非同期の環境で予習を行い、同期形態の遠隔講義に臨む。講義が終了後は再び非同期の環境にて復習と次の講義の予習を行う。

(1) 予習段階

予習の段階では、図1のWBTを使用する。学生はWBTサーバにアクセスして、講義に関する資料を参照して自主学習する。予習の段階では、学生が多くの疑問点を持つ。学生からの疑問を受付けるためのシステムとしてFAQシステムを使用する。FAQシステムでは、学生からの質問をコンピュータが即座に回答する場合と教師が回答を行う場合の2通りを考える。学生からの質問を履歴情報として管理し、更に統計情報を整理して教師に対して提示する。教師は統計情報を基にして講義でどこを重点的に行うべきかを判断して講義を行う。

(2) 講義段階

図1のリアルタイム教材編集方式を利用

して同期型の遠隔講義を進める。教師はリアルタイム教材編集方式を利用してコマンドを学生側のコンピュータに送り教材を表示させて、音声により解説をして講義を進める。音声はVoIP技術を利用して送信する。予習段階での学生の理解度の統計情報と現在の状況を踏まえた上で、教師は動的に教材を組み替えて講義を進める。通信回線の帯域が狭い場合には、教材コンテンツを講義前に送信しておき、授業中にはコマンドのみを送信する。

講義では、非同期の環境でのFAQシステムにより示された多くの学生が疑問を持っているところを解説し、その後で講義に入る。講義には、教師が説明するところと、WBT等を利用した演習を取り入れて行っていく。最後に宿題を与えて終了する。

(3) 復習段階

復習の段階では、予習の段階と同様に図1のWBTを使用する。学生はWBTサーバにアクセスして、講義に関する資料を参照して自主学習を進め、質問がある場合にはFAQシステムを使用する。FAQシステムでは、復習段階でも履歴情報と統計情報を管理して次の講義に役立てると同時に、各学生の指導にも利用する。

3 FAQシステム

FAQシステムは予習と復習の段階で学生からの質問を受付け、一部自動で回答をするためのシステムである。各学生、FAQシステム、WBTシステムを含めた関連を示す図を図2に示す。

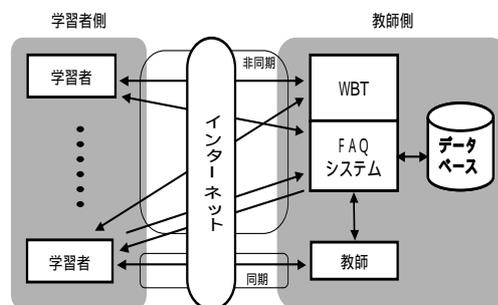


図2 FAQシステム

FAQシステムは以下の流れで質問に対応する。

WBTで学習中の学習者に疑問が生じた時、学習者は形式に従い質問をシステムに送る。FAQシステムでは、送られてきた質問に対する回答をデータベースから検索をする。回答がある場合には質問者に即座に回答を与える。この時点で質問者が納得した場合、指導終了とする。回答が無い場合には、FAQシステムから担当の教師に質問に対する回答を作成するように促す。

教師は回答を作成しFAQシステムを経て、質問者に回答を与える。作成した回答はデータベースに格納し、再利用する。受け取った回答で納得した場合、指導終了とする。

質問回答で決着しない場合は、同期形態で教師が対応する。

本方式では、FAQシステムと連携させて履歴情報とスケジュール管理を行う。

1) 履歴管理

学習者ごとの質問の履歴を管理し、教師に対して質問の履歴を提示することにより、状況把握の支援をする。また、各学生の履歴情報を基にして全体の状況の分析を行い、教師が講義を行う際にどの部分を重点的に指導すべきなのかを把握するのを支援する。

2) スケジュール管理

同期的な指導が必要になった場合、教師と質問者の日程を調整する必要がある。スケジュール管理では、教師の空き時間を示すことにより、教師と質問者のすれ違いを軽減する。

4 リアルタイム教材編集方式

4.1 リアルタイム教材編集方式

リアルタイム教材編集方式の流れを図3に示す。

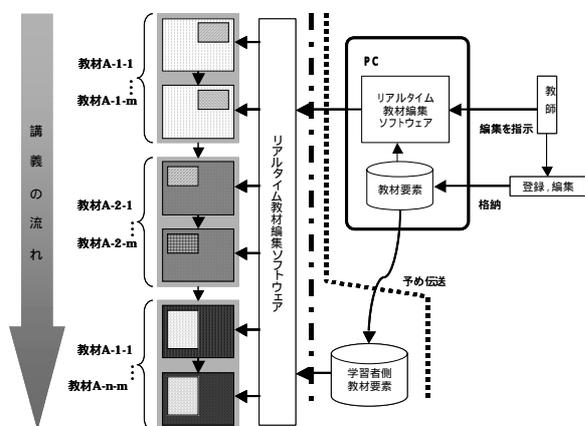


図3 リアルタイム教材編集方式

本方式では、教材を構成するコンテンツ要素を授業科目ごとに分類、登録した教材ファイルを作成する。コンテンツ要素は、講義の目的、内容に応じて文字データ、表、グラフ、静止画、動画から構成される。

これらのコンテンツ要素は、リアルタイム教材編集ソフトウェア（以下、R編集SWと略称する）によって画面一枚ごとの教材に組立て編集され、出力される。教師は、遠隔授業時にインターネット上でR編集SWを操作し、音声説明を加えながら一枚一枚、教材を送信しつつ授業を進める。

低速回線の環境下では、教材の送信に時間がかかり授業が成り立たないような場合には、教材要素

ファイルから授業に必要な部分を学習者側教材要素として予め学習者側に送信しておき、R編集SWを学習者側にて実行させる。

本方式では、教師は、遠隔の学習者の反応を音声による質問への反応、学習者側のインターネット経由による反応回答によって知ることを可能にする。教師は、これらの反応結果により、繰返し説明すべき事項、詳しく説明すべき事項を把握し、対応する出力が得られるようなコマンドをリアルタイム教材編集ソフトウェアに与える。なお、教師は、学習者がWBTで行ったFAQの質問履歴を把握し、学習者の理解を深めるための教材編集をリアルタイム編集コマンドに反映させることができる。

リアルタイム編集のコード構成を図4に示す。科目コードは講義課目のコードを示し、親画面コード

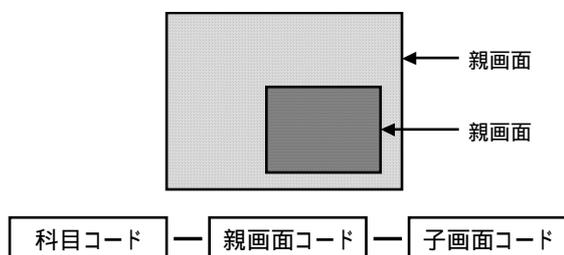


図4 リアルタイム教材編集のコード構成

は科目における一枚一枚の画面を示す。子画面コードは親画面に挿入される子画面のコードを示す。の例では、科目AにおけるA-1-1~A-1-m, A-2-1~A-2-m, A-n-1~A-n-mの画面の流れを示す。

4.2 リアルタイム教材方式の構成

リアルタイム教材編集方式の構成を図5に示す。

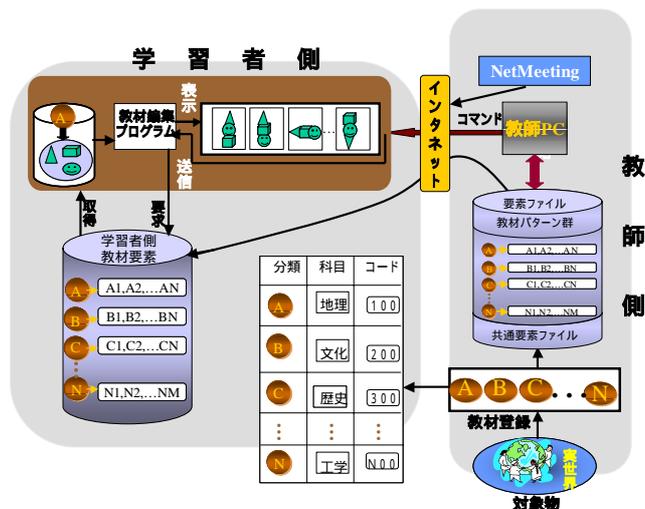


図5 リアルタイム教材編集方式の構成図

教材要素ファイルは、科目ごとに親画面群、子

画面群から構成される。共通要素ファイルは、科目に共通な画面要素群から構成され、各科目の親画面、子画面の生成に用いられる。更に、教材要素ファイルには教材パターン群が登録される。教材パターンは、授業における送信画面出力がパターン化され、画面の出力シーケンスが設定されている。講義時には、next、next の指示のみでシーケンスが実行される。

実行時に一部の画面を変更したい場合、またはシーケンスの一部を変更したい場合(条件つきスキップ、ジャンプ)には、パターン登録の際に該当するコマンドを挿入しておき、実行時には変更条件のみを与えるようにする。

4.3 遠隔教育の授業形態の例

図 6 に遠隔授業形態の例を示す。

教師は授業の始めに音声と顔表示により講義の説明を行い(トーク)画面出力に移り、R 編集 SW のコマンドを操作しながら音声を交えつつ説明を進め、一定の時間後に再びトークのモードに移る。これを講義の終わるまで繰り返す。学習者は、教師の説明を聞きながら、教師の問いかけに口頭で反応する。また、教師からの理解度問いかけに対し、キーボード入力により反応する。学習者側は、受講者サーバの表示出力のプロジェクタ投影を活用するかまたは各学習者 PC への同時表示を活用する。

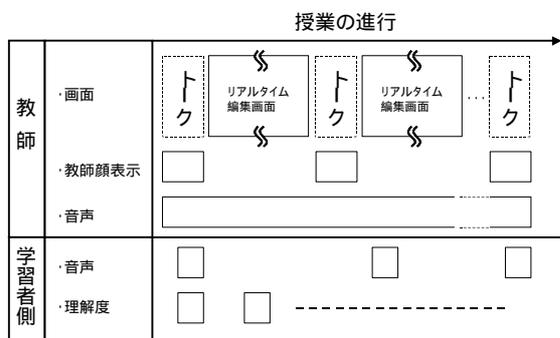


図 6 遠隔授業形態の例

5 システム構築と評価

以上、提案した方式を評価するためのシステム構築の状況と評価の 1 部を述べる。

5.1 FAQ システム

(1) システム構築

構築中の環境は次の通りである。

OS : Windows2000

開発言語 : Java2 (JDK1.3)

サーブレット実行環境 : Jakarta Tomcat4.0.6

データベース : MySQL3.23.47

図 7 に構築した FAQ システムの学習者に対する画面例を示す。学習者は最初にキーワードによ

り質問を検索し質問リストを得る。

質問リストに自分と同じ質問が無い場合は、質問入力画面に従い、質問を送り、回答を待つ。

質問リストに自分と同じ質問が無い場合は、質問入力画面に従い、質問を送り、回答を待つ。

一連の流れは履歴情報として保存して、教師に対して質問の履歴等の情報をカルテとして提供を行うこととした。

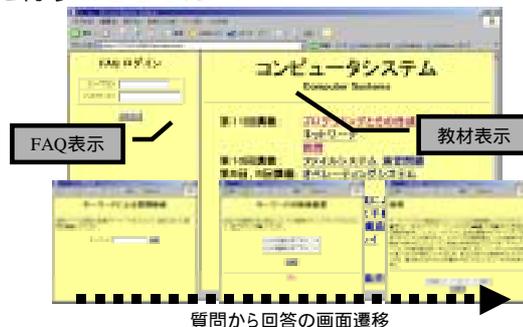


図 7 画面例

(2) 評価

学生と教師が非同期で行う、各学生の予習復習を行うための環境として、WBT の環境と FAQ システムを使用した。FAQ システムには、学生ごとの質問履歴情報を保持し、学生の予習段階での理解度を教師に提供し、教師がより効果的な効果的な講義を行えるように支援を行った。現時点ではシステムの構築中であるためコンピュータによる回答は行っていない。

FAQ システムで対応できる可能性について評価を行った。東京電機大学理工学部情報システム工学科の 1 年生後期のコンピュータシステムを対象とした。この講義では、資料や補助教材の配信に Web サーバを利用して、学生からの質問の窓口として e-mail を利用している。学生からの質問として届いたメールを後から分析を行ってどの程度コード化して分類できるのかということ調べた。分析に使用したメールは 2003 年 1 月 8 日から 1 月 18 日までに到着したものを利用した。この期間に届いたメールの質問内容は、「オペレーティングシステム」、「ファイルシステム」、「ネットワーク」、「プログラミングとその作成」となる。質問の総数は 66 件であった。コード化可能となる質問は 65.2%あり、不可能なものは 34.8%であった。

コード化可能とは、用意した疑問詞、汎用キーワード、キーワードを追加することによりコード化可能となるものも含む。コード化不可能とは、疑問詞、汎用キーワード、キーワードの追加ではコード化困難なものである。

65.2%の質問の多くは、用語に関する事、他の技術と比較や違いについて、技術の役割を尋ねる質問である。このような質問は、比較的想定しやすい。34.8%の質問の内容は、講義で取り上げた技術に関して更に発展をさせる内容や講義の内容の詳細を尋ねる質問、講義で説明した技術を

自分で使ってみたときに起きた問題に関すること、自分の身の回りにある製品にどのように使われているのかという質問である。このような質問は範囲が広く深いため想定することが困難である。しかし、34.8%も対応不可能となってしまうことから、コード化の手法を工夫して、より多くの質問に対応することができるようにする必要がある。

5.2 リアルタイム教材編集方式

(1) システム構築

リアルタイム教材編集方式を構築するためには、教師と学生間でコマンドの送受信を行い、教材の表示制御を行うことが基礎となる。現段階では、コマンド伝送による親画面教材の表示制御のみを行うプログラムを作成した。構築に使用した環境は、Windows2000、マイクロソフト社 Visual Basic を使用して構築を行った。また、音声を送信するために、マイクロソフト社の NetMeeting を使用した。

(2) 評価

はじめの段階として、リアルタイム教材編集方式における、コマンド伝送による教材表示制御を行う方式について評価を行った。評価は、全ての教材要素をリアルタイムで送信する場合と予め教材要素を送信しておきコマンドのみを送る場合とで比較を行った。比較を行う環境として、教師側のコンピュータを研究室に配置し、学生側のコンピュータを携帯電話とノート型コンピュータを利用した。携帯電話の通信速度は、9600bps である。教材の容量と伝送時間をもとにして比較したグラフを図 8 に示す。

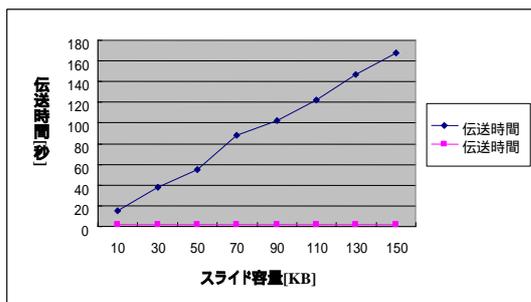


図 8 伝送時間検証グラフ

検証の結果より、スライドを画像データとしてそのまま伝送した場合、スライドの容量によって伝送時間には差が生じ容量の大きいものほど伝送時間がかかることがわかる。一方コマンド伝送方式では、画像データとは異なりコマンドだけを伝送した結果、スライドの容量に関わらず、伝送時間はほぼ一定して約 1.3 - 1.4 秒の範囲で伝送が行えた。今後、システムの構築と合わせ、評価の範囲を広げていく予定である。

6 今後の計画

6.1 システム設計と構築

今後、次のような事項について詳細設計とシステム構築を行っていく。

- 教材要素の分類と登録、変更方法
- 教材コマンド入力形式と処理方法
- 遠隔授業中に学習者の反応を教材コマンドに反映させる方法

6.2 評価・実験に関する計画

6.2.1 基本事項の評価実験

本方式においては、次のような基本事項の評価実験を行っていく。

- 遠隔授業、環境条件の評価
- インターネット上の音声、カメラ画像（顔表示）の実用性
- リアルタイム編集を教師側（送信側）と学習者側（受信側）で行う場合の回線速度の影響度、特に、教師側で編集して送信する場合の画像品質と回線速度との関連性
- 通常授業と遠隔授業との臨場感比較
- リアルタイム編集の操作性の評価
- コマンド機能の効果 / 非効果
- 教師の負荷
- 受信者の理解度反応の確保方法の評価
- 教材作成負荷への影響
- 教材要素ファイルの登録、変更方法の評価

以上のような基本事項の評価をもとに、遠隔模擬講義をいくつか実施し、データの統計的評価、学習者・教師のアンケートによる評価、教育効果の比較を進めていく予定である。模擬講義には、当面、現在一部の評価を行っている大学一年の少人数（約 10 名）ゼミにて進めていき、対象を高校生レベルに広げることを検討中である。

6.2.2 海外との実験計画

東京電機大学鳩山キャンパスと海外の大学間でインターネットを活用したリアルタイム教材編集方式を利用した遠隔講義の評価実験を行う計画を進めつつある。

東京電機大学側教師側に、海外の大学を学習者側とした場合の構成を図 9 に示す。学生用のコンピュータには、スピーカとプロジェクタを接続し、画像はスクリーンに投影して、音声は教室内に聞こえるようにして評価講義を進める。

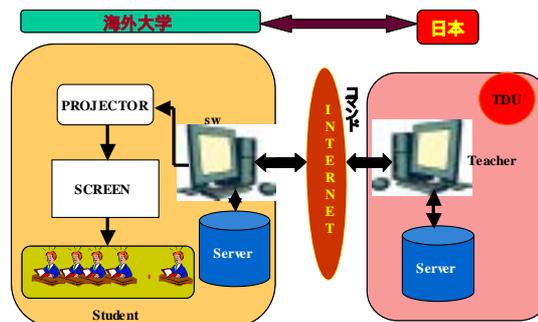


図 9 評価実験構成

教師は、講義の内容を決定し計画を立て、教材要素を作成、収集する。講義で使用する教材を構築するのに必要となる教材要素を組み立てるためのコマンドリストを作成する。必要となる教材要素を学習者側のコンピュータ側に伝送しておく。リアルタイム教材編集ソフトウェアも学習者側で実行可能にしておく。

講義が開始したら、教師はコマンド伝送により教材の切り替えや学生の理解度に合わせた再編集を行い、音声により説明をしながら講義を進める。教材としては、コンピュータシステムの講義と地理の講義を予定している。

7 まとめ

本稿では、同期・非同期融合型遠隔教育におけるリアルタイム教材編集方式を提案した。本方式は、WBT と FAQ システムを利用した非同期型遠隔教育システムと、リアルタイム教材編集方式を利用した同期型遠隔教育システムを融合したて、遠隔教育を効果的に行うことを目的としている。遠隔教育には、高速通信回線や大型高性能映像装置を活用して臨場感を充実し、教室内の映像・音声を交信する形態と、インターネット上でコンピュータ処理出力をもとに交信を行う形態とにわけられる。本稿で提案した形態は後者に属するものであり、通信回線の環境による影響度をできるだけ回避することを狙いの一つにしている。一方、この形態においては、コンテンツの作成負荷という課題、および授業中の遠隔学習者への興味度を如何に維持するかの課題がある。本稿の公式は、これらの課題への対応を目指したものである。今後、システムの構築を充実させ、6章で述べた計画により各項の評価実験結果をふまえ、必要な方式の再検討、構築したシステムの変更等を進めていく予定である。

参考文献

- [1]先進学習基盤協議会 (ALIC)(編), `教育サービスベンダ`, eラーニング白書 2001/2002年度版, PP116-121, オーム社, 東京, 2001.
- [2]守一雄他, “画像情報ネットワークシステムを用いた学部間遠隔講義の評価”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J75-A, No.2, pp244-255, 1992.
- [3]Ohtake, Y. and Matsushita, S., “NESPAC: A Two-way Satellite Education Network”, Proc. of 12th Annual Conference of Pacific Telecommunications Council (PTC'90).
- [4]阿部博他, “ナビゲーション機能を有する学習管理システムに関する研究”, 信学技報, ET2002-85, PP 7-12, 2003.
- [5]ディリムラット・ティリワルディ他, `遠隔教育におけるリアルタイム教材編集方式の提案`, 情報処理学会第 65 回全国大会講演論文集, PP385-386, 2003/3/26.

[6]高柳俊多他, `WBT における FAQ システムの検討`, 情報処理学会第 65 回全国大会講演論文集, PP357-358, 2003/3/26.

[7]三島雄一郎他, `遠隔教育における協調学習支援システムの一提案`, 情報処理学会第 65 回全国大会講演論文集, PP349-350, 2003/3/26.