

遠隔受講と講義ライブラリ化の機能を持つ 教育支援システムの試作

池田久範[†] 古川将範[†] 角 真慈[†]
 笠原千秋[†] 小山博史^{††}
 和田 勉[†] 平岡信之[†]

我々は、これまで遠隔受講および講義記録のライブラリ化のできる教育支援システムの提案をしてきた(構想は発表済み)。そこで、次の段階として、従来の講義スタイルを大幅に変更しないと言う前提はそのままに、新たな技術と既存技術を組み合わせた手早い開発も考慮した、試作を行った。試作内容は、講義室の環境や講師の姿と声、板書などの情報をデジタル化した上での記録と、リアルタイムでの伝送である。本稿では、その過程で得られた成果と、新たな問題と展望について報告する。

Prototype of an education support system with remote learning and lecture recording-archiving feature

HISANORI IKEDA,[†] MASANORI FURUKAWA,[†] SHINJI SUMI,[†]
 CHIAKI KASAHARA,[†] HIROSHI KOYAMA,^{††} BEN T. WADA[†]
 and NOBUYUKI HIRAOKA[†]

We've been planning an education support system with remote learning and lecture recording-archiving feature. According to the concept reported last year, we made a prototype system in precondition that the system can be easily built into traditional style classroom. For rapid prototyping, we combined existing technology, but some softwares are newly developed. The feature of our system consist of recording the information from the lecture in several form such as (moving) images of and the lecturer, the classroom environment, the lecturer's voice and drawings on the board as a set of raw digital data, and simultaneously transmitting through the network to the remote attendants terminals. This paper describes the result of developing and evaluating the prototype and problems for the next step.

1. はじめに

1.1 背景

現在学校で行われている講義スタイルでは、受講環境や受講者によって様々な制限を受けることになる。その制限としては、後ろの席に座った受講者が講義の情報(白板的板書や教師の声など)を得づらくなってしまふことや、身体障害者が受講するには、その補助として数人が必要になってしまうことである。さらに、障害者が受け取る情報には、補助者が講義の情報を自

分に解釈してしまうため、誤差が生じることがある。本研究は、上記のような制限を減少する事で受講しやすい環境を作り、講義の時間以外でも記録した情報を用いて復習しやすくすることが目的である。そのためにネットワークを介し配信及び記録し、その情報を公開できる環境の構築を行うことが本研究の構想である。また、従来の講義スタイルを大きく変更せずに受講生を支援することも考慮している。構想段階のシステムが提供するサービスについて図1のサービスAに示す。

1.2 構想から実装へ

1.1の目的をもとに講義情報を配信し閲覧できるシステムの構築を目指した。構築にあたって必要な情報とは受講時の講師の姿と声、白板的板書、講義室の

[†] 長野大学産業社会学部産業情報学科
 Department of Social Science, Nagano University, Division
 of Industry and Information Science

^{††} 長野県工科短期大学校
 Computer and Systems Engineering, Nagano Prefec-
 tural Institute of Technology

本稿では白板と黒板を同義語として扱う

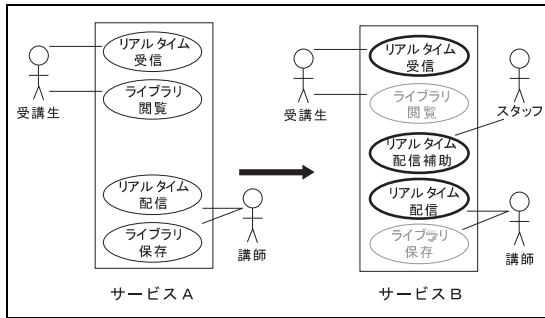


図 1 LESS サービス図

風景である。そして講師の話す内容を文字に変換した視覚的情報である。

受講時に講義情報をリアルタイムで配信するための「リアルタイム配信部」と復習時に閲覧するために講義情報をファイル化し、保存するための「ライブラリ部」に分け研究を行ってきた。今年度はリアルタイム配信部に関して図 1 サービス B のように講師の話をテキスト化するサービス(リアルタイム配信補助)を追加しプロトタイプを製作した。本稿ではリアルタイム配信部の詳細と制作を通して判明した問題と展望について述べる。

また、本研究では、講義(Lecture)・教育(Education)・補助(Support)・システム(System)の4つを統合することを念頭において、本システムをLESSと命名した。

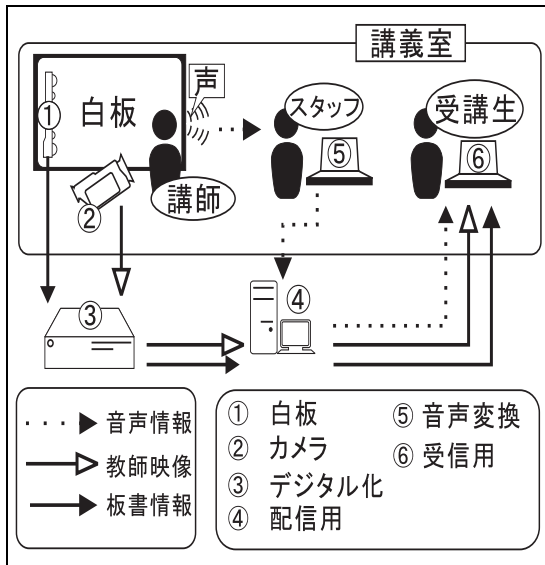


図 2 LESS イメージ図

図 2 は、本システムのリアルタイム配信部を実装す

る時のイメージを表している。

2. 実装にあたって

リアルタイム配信とリアルタイム受信の実装を試作した。これにあたり導入した技術について説明する。本システムは Web をベースとして構築することを前提に、技術の選択をした。講師の声に関しては、自動的にテキストへ変換する機能の実現が困難であったために、我々が独自に作成したプログラムを使用し、スタッフが音声変換することにした。白板の板書(以降、板書情報)では mimio を使用することにした。講師の姿(以降、映像情報)では、RealSystem を使用することにした。それぞれの特徴と、本システムにおける有効性に基づいた利用動機を以下に示す。

2.1 音声変換

本システムの音声変換の部分では、以下の3つの機能が必要となる。

- 講師の声をテキストに変換する機能
- 変換されたテキストを配信する機能
- 受講生がリアルタイムに配信されたテキストを受信できる機能

当初は、講師の声を自動的にテキストへ変換するような音声認識エンジンの採用を想定していたが、実際に使用してみたところ思うように変換されなかった。そのため、自動認識ではなく音声文字へ変換する人間(スタッフ)を補助として入れ、実現することにした。そこで、音声認識エンジンの代用として v2t システムを作成した。この v2t システムは、テキスト化された情報の配信に UDP/IP マルチキャストを使用することにした。テキスト化された情報の受信する受講生は、受信するためのアプリケーションを WebServer からダウンロードする必要がある。受信用アプリケーションを実装するため、特定の OS などに依存することのない Java を使用した。

Java, JavaServer Pages(JSP) およびロゴは米国および、その他の国(あるいはその両方)における米国 Sun Microsystems, Inc. の商標です。その他の会社名、製品名、およびサービス名はそれぞれ各社の商標または登録商標です。

「RealSystem™, RealServer™, RealPlayer™, RealAudio®, RealVideo®, RealEncoder™, RealAudio®Encoder, RealVideo®Encoder, RealNetworks™」は、米国また諸各国において、米国 RealNetworks, Inc. 社の登録商標あるいは登録申請中の商標です。

Portions copyright (c) 1996-2000, PostgreSQL, Inc
Portions Copyright (c) 1994-6 Regents of the University of California

2.2 板書情報

本システムの板書情報の部分では、以下の3つの機能が必要となる。

- 講師の板書を記録する機能
- 板書情報を配信する機能
- 受講生がリアルタイムに配信された板書情報を受信できる機能

そこで、利用する技術の選択肢に mimio と電子コピーボードが挙がった。mimio とは、白板 に書いた内容を PC に転送し、保存、加工、印刷するシステムである。電子コピーボードとは、白板に書いた内容を印刷する機器である。両者のうち、mimio を利用することにした。その選択理由は、次の4点である。

- 従来と同じ操作性で板書できるため
- 板書内容がリアルタイムで記録されるため
- Servlet/JSP アプリケーションがあり、Web Browser で受信できるため
- 遠隔地のパソコンとも白板の内容を共有できるため

上記の機能を実現するため、Servlet と Java Server Pages(JSP) が必要になる。

Servlet とは、WebServer 上で実行されるモジュール (部品) 化された Java プログラムである。これを追加することにより、WebServer の機能を拡張することができる。Java 言語で記述されているため、特定の OS やハードウェアに依存することがない。

JSP とは、Java 言語を利用して WebServer で動的に Web ページを生成し、クライアントの要求に応じて HTML ファイルの中に埋め込んだ Java プログラムを実行、処理結果のみをクライアントに送信する技術である。WebBrowser に特殊な機能を組みこむことなく Web アプリケーションを構築できる。WebServer にも様々な実行環境が用意されている。

Servlet/JSP 技術の実装には、The Jakarta Project が開発している Tomcat を使用している。

2.3 映像情報

本システムの映像情報の部分では、以下の3つの機能が必要となる。

- 講師の映像を記録する機能
- 映像情報を配信する機能
- 受講生がリアルタイムに配信された映像情報を受信できる機能

そこで、利用する技術の選択肢に RealSystem と Windows Media Technologies が挙がった。RealSystem とは、ネットワークを通じて動画や音声、文字、静止画などを組み合わせたマルチメディアコンテンツを配信するシステムである。Windows Media Technologies とは、インターネットにおけるストリーミング配信技術の総称である。両者のうち、RealSystem を利用する事にした。選択理由は次の2点である。

- mimio との連携に必要な mimio boardCast に対応していること
- Web 上で複数の映像を同時に再生できる SMIL が RealPlayer で実装されていること

今回は mimio boardCast、SMIL ともに検討中で、今回の試作には直接使用していない。しかし、本システムにおける拡張性が高かったため、RealSystem を採用をした。配信には RealServer を、受信・再生には RealPlayer を使う。音声と動画の圧縮や配信・再生には、RealAudio、RealVideo がある。これらのシステムは圧縮率が高く、ストリーミング方式に対応している。ユーザのネットワークの通信速度に応じて自動的に最適なデータを送信することが可能で、様々な機種で受信できる。

3. システム構成

全体的な情報の流れ

以下にプロトタイプとして制作した情報の全体的な流れを示す。受講時に講師の話す声をスタッフが聞き取り、その内容をテキストに変換し Server へ送信する。受講生はテキスト情報を手元の PC で受信することができる。

白板情報は白板の側面に取り付けられた mimio より取得され、配信用の Server 内にある netShare に送信される。受講生は Java アプレットを netShare のある Server からダウンロードして閲覧する。

講師の映像と音声情報は RealProducer によって rm などの RealMedia 形式に変換・圧縮され、RealServer に送信される。受講生側では、RealPlayer で RealServer から配信されるストリーミング映像を受信する。(図3参照)

mimio は黒板への対応が想定されていない。

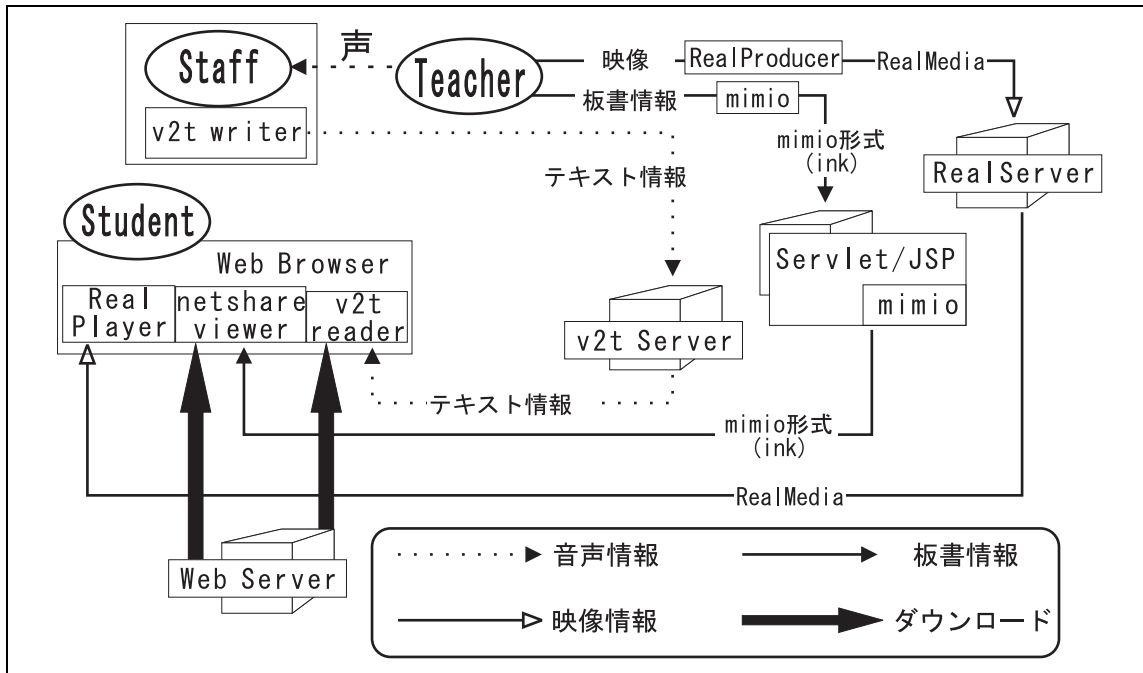


図 3 論理構成図

ただし各情報の受信には RealMedia を再生する RealPlayer と Java アプレットを使用するために JavaPlug-in を受講生側で用意する必要がある。

3.1 v2t システムの働き

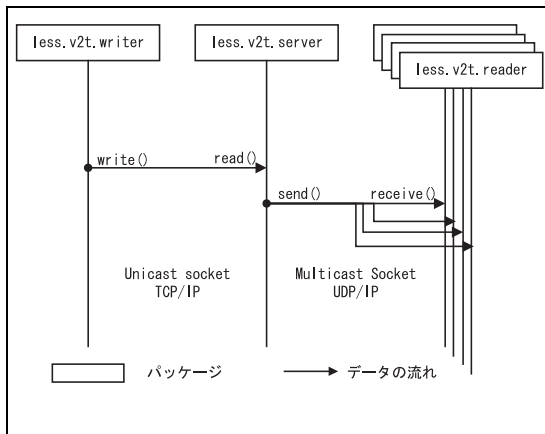


図 4 各パッケージの通信を受け持つクラス図

スタッフ側で講師の声を less.v2t.writer (Java アプリケーション) でテキストとして入力し、less.v2t.server へユニキャスト方式で送信する。less.v2t.server では受信したテキストをマルチキャスト方式で配信、受講生は WebBrowser で less.v2t.reader (Java アプレット) でテキストを受信できる。

3.2 mimio の働き

白板側に用意する機器には以下のものがある。

- スタイラス
- イレーザ
- キャプチャーバー

mimio は専用機器を取り付けたペン (スタイラス) や消去パッド (イレーザ) から送信される超音波または赤外線をも mimio 本体 (キャプチャーバー) が板書情報として読み取ることができる。講師側では板書情報を取り込むためのメディア変換を担当している PC で講義名、講師名、講義時間、パスワードを設定し送信を開始する。

メディア変換用 PC から送信された板書情報が Server に送られると、Server 内の netShare は、join、archive、schedule、modify と黒板情報を受信するための 5 つの HTML ファイルを作成する。これらの Web ページによりスケジュールやログインの管理、受信が可能となる。

受講生は join から目的の講義を探しログインすることにより Java アプレットをダウンロードし板書情報を受信することができる。

3.3 RealSystem の働き

RealProducer は講師の映像と声を RealMedia 形式に圧縮・変換し RealServer に送信する。RealServer はストリーム形式として受信した情報を配信する。受

講生側では RealPlayer でリンクを指定し配信される映像情報を視聴することができる。RealServer は2つのチャンネルを持っている。一つはクライアントからの再生・一時停止などの指示・操作の送信を行う TCP 回線と RealMedia をストリームする UDP 回線である。ユーザが RealMedia を指すリンクをクリックすると、RealPlayer は RealServer との間に TCP をつかって両者の間で情報をやり取りする。要求を許可したときストリーミング情報を一方向 UDP チャンネルを通して RealPlayer に送信される。

4. 動作検証

一連の流れを通した動作確認と、実用に耐えられるかの確認、実際の講義室へ導入する場合生じる問題点の抽出のため検証する。

4.1 音声変換

v2t システムを使用し、テキスト入力から出力されるまでを試験的に実装にした。実装の手順を以下にまとめた。ただし、less.v2t.server は起動されているものとする。

- (1) less.v2t.writer を Java コマンドで起動
- (2) 入力欄にテキストを入力
- (3) SENT ボタンを押す (less.v2t.server に送信)
- (4) Browser を起動
- (5) 所定のリンクを指定 (テキストの表示)

実際の講義に導入する場合、スタッフは (1)~(3) の手順を踏み、受講生は (4)~(5) の手順を踏む。実装した結果、スタッフと受講生に手順の量と、テキストを入力してから出力されるまでのタイムラグは、ほとんどない事がわかった。

4.2 板書情報

mimio を使用し、板書情報をキャプチャー、加工、netShare で配信されるまでの内容を試験的に実装した。

実装の手順を以下にまとめた。ただし、mimio の設置と PC との接続はされているものとする。

- (1) mimio ソフトウェアを起動
- (2) netShare Plug-in を立ち上げ、設定
- (3) 板書開始
- (4) Browser を起動
- (5) 所定のリンクを指定
- (6) パスワード入力 (板書情報を受信)

実際の講義に導入する場合、講師は (1)~(3) の手順を踏み、受講生は (4)~(6) の手順を踏む。実装した結果、講師と受講生に手順の量と、白板に板書してから Browser に出力されるまでのタイムラグは、ほ

とどない事、文字は思いの他うまくキャプチャーされ、実際に白板へ書き込まれた内容と比べても十分見られる事がわかった。

4.3 映像情報

RealSystem を使用し、映像情報のを撮影し、加工、配信されるまでの内容を試験的に実装した。実装時の各マシンのスペックは、表 1 に、ソフトウェアの構成は、表 2 にそれぞれ示す。

マシンスペック			
	配信用	DATA 入力用	受信用
CPU	Celeron 800Mhz	Athlon 700Mhz	Pentium 450Mhz
メモリ	768MB	392MB	128M
HDD	40G	30G	9G
回線速度	100Mbps	100Mbps	100Mbps
使用カメラ	USB カメラ		

表 1 マシンスペック

ソフトウェア構成			
	配信用	DATA 入力用	受信用
OS	redhat Linux 7.0 FTP 版	WINDOWS 2000 Professional	WINDOWS 2000 Professional
Web サーバ	apache 1.3.20		
変換用		Real Producer Basic 8.5	
受信用			Real Player 8 Basic
その他	mimio netShare	mimio software	
	Java2 SDK 1.3.1		
	Tomcat 3.2.3		

表 2 ソフトウェア構成

実装の手順を以下にまとめた。ただし、RealServer は起動されているものとする。

- (1) RealProducer を起動
- (2) 配信する映像の細かい設定をする
- (3) 撮影、エンコード開始
- (4) RealPlayer を起動
- (5) RealPlayer から所定のリンクを指定 (映像情報を受信)

実際の講義に導入する場合、講師は (1)~(3) の手順を踏み、受講生は (4)~(5) の手順を踏む。実装した

結果、講師と受講生に手順の量と、カメラに被写体を写してから、RealPlayer の画面に出力されるまでのタイムラグが約 20 秒ある事、映像の質は良いとはいえず、被写体の動きがコマ送りの状態になる事が多かった。

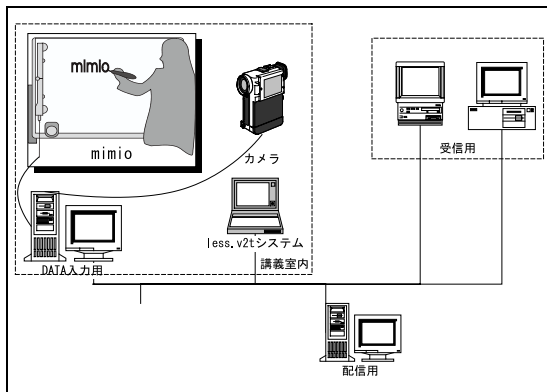


図 5 物理構成図



図 6 RealPlayer

以上の 4.1 の音声情報と 4.2 の板書情報、4.3 映像情報を組み込んだ物理構成図は図 5 に示す。物理構成図の受信用端末には、図 6 と図 7 の画面が表示される。

5. 問題と展望

講義における講師からの情報を収集し、加工、配信、受講生が閲覧するまでの流れを通し、問題と展望について考えた。

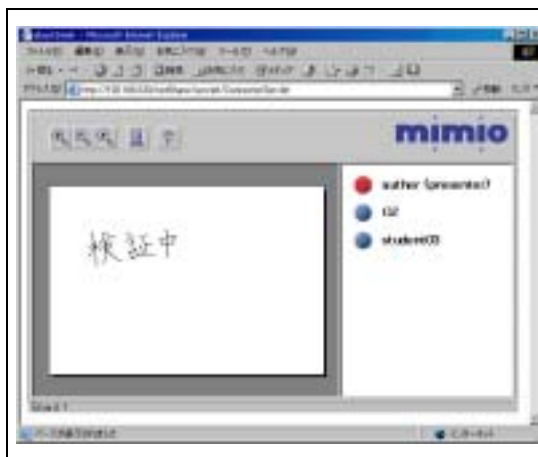


図 7 netShare

5.1 問題

LESS システムのリアルタイム配信部の実現にあたって、問題となる点を以下に記述する。

一つ目は、講師の声を文字に変換する機能と、その文字情報の配信である。今回の試作では、スタッフが音声を聞きそのまま文字への変換を手動的に行っている。これでは、人手が必要になるうえに、時間がかかるため、リアルタイムでの変換での正確性に不安が残る。文字入力から出力までのタイムラグはほとんどないものの、これでは実用的ではない。

また、実際の講義に導入する場合、音声情報・板書情報・映像情報の同期を取る事が困難で、音声をテキスト化した文字情報だけが独立してしまう。

これでは、本来想定していた、講師の声の聞こえ悪さを補う機能や、声を視覚情報へ変換して、受講生や聴覚障害者が受け取る機能が有意義に反映されない。

二つ目は、各情報を同期するのが困難になっていることである。これは、それぞれの情報の配信方法が違う為にタイムラグが発生してしまう。考えられる解決策の一つとして、音声情報・映像情報のデータ量を軽減することがあげられる。

5.2 展望

5.2.1 リアルタイム配信部

講師側の手順

現在のシステム構成では、各情報が別々に動作しているため、講師の手順が多くなっている。これは、各情報を統合し、手順を少なくすることで、改善されたいと考えている。

受講生側の手順

受講生が、情報を受信する際に、各情報を別々に受信しなければならない。これも、各情報を統合するこ

とにより、改善されると考えている。

情報の同期

板書情報と映像情報を同一画面に表示させることができる mimio boardCast と、音声情報まで含めたマルチメディアを統合的に制御できる言語である SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language) に RealPlayer が対応しているため、これらを使用することで情報の同期が取れると考えている。

音声変換

現在、音声変換はスタッフが行っているが、音声認識エンジンを導入することで文字をすばやく正確に記録する事ができるのではないかと考えている。

板書情報の記録

現在、mimio がキャプチャーできる内容は、白板に入力した板書情報であるが、キャプチャーバーの取り付け方とスタイラスによるチョークへの対応を考え、黒板への応用を考えている。

5.2.2 ライブラリ部

本稿で触れていないライブラリ保存・閲覧について。情報を保存するために、独自のプログラムを開発。現段階では、実装されていない。また、検索・閲覧に至る為には、保存されたデータベース(情報の集合)化することにより、より簡単に検索・閲覧できると考えている。

データベース化に関して

まず、データベースの種類として RDBMS(Relational Database Management System) の一つである PostgreSQL を使用しようと考えている。PostgreSQL を選んだ理由として、他の優良な SQLServer ほどの機能を要求しない為である。

データベースを構築する際に二つのテーブル(データの集合)を作成した。一つは、年間変わることの無い講義詳細(講義名や講師名等)のテーブル。もう一つは、講義の行われた日時や曜日、講義内容ファイル(各情報)の保存場所を示したテーブルの二つである。この二つを講義コードで関連付けることにより、講義コードが分かれば、データベース内のすべての情報が取り出せる。

データベース・情報の保存方法

データベースの保存方法として独自に保存用アプリケーションを作成した。このアプリケーションは、講義の時間や講師の名前等を収めた講義詳細データベースから情報を取得し、講義情報・講義内容ファイルの位置をほぼ自動で講義内容用のデータベースに保存するものである。

ライブラリ用の情報を保存するのに、講師がするの

でなく、別にスタッフが必要となっている。原因として、リアルタイム配信された情報をうまく取り込むことができないからである。よって、現段階では、講義情報を主導でリネームし、ライブラリサーバーへ転送という形をとっている。

最終的には、これが講師用のインターフェースとなる。ライブラリ情報の保存方法として、講師がデータベースへ登録した際に、リアルタイム配信時に使われた情報をリネーム・転送をするようにしたいと考えている。

閲覧に関して

今後は、データベース化し保存した講義情報を、講義名や講師名、講義の行われた日時や曜日などのキーワードによって検索が行えるようにしたいと考えている。これにより、過去に行われた講義情報を比較的簡単に探し出す事が可能になる。受講生それぞれの要求にあわせ、任意の講義情報を提供し、時間に制限される事なく閲覧できるようにしたい。

6. おわりに

2000 年度に行った「遠隔受講と講義ライブラリ化の機能を持つ教育支援システムの構想」(発表済み)を元に、講義情報のリアルタイム配信のプロトタイプ製作を行った。その結果、音声情報と板書情報、映像情報を個別に配信できた。その一方、それら情報を統合し、同じ画面で同時に閲覧できないことが大きな問題点として残った。今後は、問題点の改善と、音声変換機能の自動化を課題としている。さらには、構想の一部で、検討中である講義情報のライブラリ化を加えることで、講義(Lecture)における教育(Education)をデジタル技術によって補助(Support)するシステム(System)を実現し、時間や場所による制限や個人による格差をより少なく(LESS)していくことを目指して行きたい。

謝辞

本研究は平成 13 年度科学研究費補助金(基盤研究(B)(1)) 研究課題「外国語教育のための Web-Server - / モバイル技術を活用した教育環境の基礎的研究」(課題番号 12480101)の研究の一部である。

参 考 文 献

- 1) 角 真慈, 笠原 千秋, 平岡 信之, 和田 勉「遠隔受講と講義ライブラリ化の機能を持つ教育支援システムの構想」情報処理学会研究報告,2000-CE-58,pp.77-84,(2000).
 - 2) 坂東 宏和, 根本 秀政, 澤田 伸一, 中川 正樹「白板の情報化による教育ソフトウェア」情報処理学会研究報告,2000-CE-56,pp.63-70,(2000).
 - 3) Virtual link Corporation 「mimio net Share installation and user's guide」,(2000)
 - 4) mimio「<http://www.mimio.com>」c 2000-2001, Virtual Ink Corporation
 - 5) KOKUYO「<http://www.kokuyomimio.com>」2000-2001 KOKUYO Co
 - 6) Server Side Java「<http://webcse.pit-nagano.ac.jp/people/staff/koyama/lesson/ServerSideJava/ServerSideJava.html>」
 - 7) jakarta「<http://jakarta.apache.org>」c 1999-2001, Apache Software Foundation
 - 8) SUN「<http://java.sun.com/j2se/1.3/ja/docs/ja/api/overview-summary.html>」1993-2000 Sun Microsystems, Inc.
 - 9) Microsoft「<http://www.microsoft.com/ms.htm>」c2001 Microsoft Corporation
 - 10) netShare「<http://docs.iplanet.com>」 c 2001 Sun Microsystems, Inc.
 - 11) Streaming & Digital Power Production Sound-memory「ストーリーミングでいこう」<http://www.smi.co.jp/>(1996-2001)
 - 12) RealNetworks「RealServer ガイド」<http://service.jp.real.com/help/library/guides/g270/realsrvr.htm> (2000)
 - 13) Real.com <http://www.real.com/>
 - 14) エーアイ出版株式会社「はじめてのストーリーミング Web で動画を見せよう」(2001)
 - 15) 日経 BP 社「日経 BP デジタル大辞典 2000-2001 年版」(2000)
 - 16) W3C「SMIL(同期マルチメディア統合言語)1.0仕様書」<http://www.doranekeo.org/misc/smil10/smil10.html>(1998)
 - 17) postgresSQL <http://www.jp.postgresql.org/>
-