

講義情報のデジタル化と配信を行なう教育支援システム - 導入を想定したテストから見る問題と展望 -

角 真 慈[†] 笠 原 千 秋[†] 川 村 若 菜[†]
雑 賀 裕 子[†] 佐 藤 禎 昌^{††} 水 出 勉[†]
小 山 博 史^{†††} 平 岡 信 之[†] 和 田 勉[†]

我々は、従来の講義形態にデジタル技術を用いることで、教室環境の制約緩和、講義情報の補充が可能になると考え、2000年から、教育支援システム LESS の研究に取り組んできた。

今回は、実際の導入を想定したテストを行なった。このテストから、今後に向けての機能の再検討と問題の整理を行い、当面、講義内容の情報を配信する機能の実現に焦点を置くことにし、板書・映像・文字情報を学生側で受信できるようにした。

そして、リアルタイム配信機能を実際の教室環境に導入できるようにするため、動作確認の実験を行い、ユーザの要求をどれだけ実現できたかを検討した。本稿では、これまでの経緯と、テストから得られた改良すべき点、リアルタイム配信機能の概要、そして実験を通して新たに挙げられた問題点と展望について述べる。

The Education Support System to Transport The Lecture in Digital - problems and prospects observed through a test operation

SHINJI SUMI,[†] CHIAKI KASAHARA,[†] WAKANA KAWAMURA,[†]
YUKO SAIGA,[†] YOSHIAKI SATOU,^{††} TSUTOMU MIZUIDE,[†]
HIROSHI KOYAMA,^{†††} NOBUYUKI HIRAOKA[†] and BEN T.WADA[†]

We've been working on an education support system named "LESS" since 2000, expecting that by applying digital technologies to the classroom environment, we can remove the inconvenience of conventional style classroom and make up for the dropped information of the lecture

For the starting of the next phase, we at first made a test operation of the former LESS system in a pseudo classroom to list up the problems for reconsideration of the specifications. Then we decided to tentatively focus on realizing limited functions of the system such as real-time transporting, with which students can remotely get the lecture information in the forms of audio, video and hand-drawing on the whiteboard. And some of them are implemented and now under the evaluation. Then, to make the function work as the realtime transporting and make the system applicable to the real classroom, we had a system test to check if we fulfilled the user requirements.

In this paper we describe the history of our research, problems pointed out at the first trial, the overview of the realtime transporting function,

and problems newly found through the system test, and discuss on our plan to solve them..

1. はじめに

1.1 研究目的

いま大学で行われている講義のスタイルは受講環境や学生によって制限を受ける事に問題があると考えた。制限とは受講する際に席の位置によって板書情報や講師の声が遮られたり、聴覚障害者が受講する際

本稿中では、聴覚に障害を持つ学生とする。

[†] 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

^{††} 長野大学産業社会学部社会福祉学科

Department of Social Science, Nagano University Division of Social Welfare

^{†††} 長野県工科短期大学校

Computer and Systems Engineering, Nagano Prefectural Institute of Technology

にノートテイク という補助が必要になるという事である。ノートテイクによって得られる情報量にも格差が生じる事があり、情報量としては不十分だということになる。そこで本研究ではこういった制限の緩和と学生の負担を軽減することを目的に、従来の講義スタイルに大きな変更を加えることなく講義情報をデジタル化することにした。

1.2 経緯

我々は、2000年度から「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」¹⁾の構想を元に、これまで研究を進めてきた。そして、この教育支援システムをLESSと命名し、LESSが実装された際には、完全にフリーで提供することを目標としている。以下に研究の経緯を述べる。

1.2.1 構 想

研究目的に沿って、遠隔地からでも受講できるようリアルタイム配信機能と、過去の講義内容をいつでも閲覧できるようなライブラリ化機能を実装したいと考えた。それぞれの機能から期待した効果は、以下の通りである。

- リアルタイム配信機能
遠隔地からでも受講でき、また、教室で受講している学生が手元のノートパソコンから講義の内容を得ること。
- ライブラリ化機能
欠席の際などに他者から伝え聞くなどの方法では、補完に限界のある講義内容を再現することによって、予習や復習がより有用なものにすること。

1.2.2 試 作

2001年度には、構想時に挙げた2つの機能のうち、リアルタイム配信機能の実装を試みた。リアルタイム配信機能に必要な情報は、板書された文字(以下、板書情報)や講師の姿(映像情報)と声(以下、音声情報)、そして声を文字にした情報(以下、文字情報)である。それぞれの情報を配信するため以下の技術を導入した。我々は、新たな技術の開発が目的ではないため、既存技術をできるだけ流用する方針で技術の選択をした²⁾。

¹⁾ 講師が話している内容を要約して書き記すこと。ノートテイクをする人の事をノートテイクと呼ぶ。

- 板書情報
板書ストロークのキャプチャには mimio を使用。PC への転送、保存には mimioBoardCast を使用。
- 映像情報及び音声情報
エンコード、マルチキャスト配信、受信、閲覧には RealSystem⁴⁾を使用。複数の映像を Web 上で同時再生する技術には、SMIL⁵⁾を使用。
- 文字情報
音声から文字に変換する作業は音声認識エンジンを想定していたが、思うように変換されなかったため、手動で行なった。配信には、v2t システムを使用。

v2t システムとは、less.v2t.writer・less.v2t.server・less.v2t.reader の3つからなるシステムで、JAVA 言語を使用している。less.v2t.writer では講師の声をスタッフが文字入力し、ユニキャスト方式で less.v2t.server に送信する。less.v2t.server では受信した文字情報を UDP マルチキャスト方式で less.v2t.reader に配信する。less.v2t.reader では文字情報を受信して表示する。

以上の技術を組み合わせた結果、映像情報には、約20秒のタイムラグが生じたが、板書情報と文字情報は、ほとんどタイムラグがなく配信できた。しかし、音声から文字への変換を手動で行なったこと。板書・映像(音声を含む)・文字情報を別々に配信していたため同期がとれなかったこと。それぞれの情報を別々のアプリケーションでしか閲覧できなかったこと。以上の3つの問題点からリアルタイム配信機能を実用化するまでには至らなかった。

また、ライブラリ化の機能に関しても、2001年度の時点で独自のプログラムの検討をしていたが、実用化するまでには至らなかった。

白板に書かれた文字をキャプチャする専用機器 mimio プラグインの1つ。mimio から送られてきた情報を音声情報と同期を取った状態で、保存、配信できる。

⁴⁾ 「RealSystemTM、RealPlayerTM、RealMediaTM」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。

⁵⁾ Synchronized Multimedia Integration Language

1.2.3 実証実験

2002年度には、学生がLESSシステムをどのように受け止め、実際にはどのような内容を要求しているのかを抽出するために機能を限定しての実験をし、アンケートをとった。対象者は、健常者23人、障害者7人の計30人の学生である³⁾。

この実験は、ユーザインターフェイスに重点を置いたもので、デモンストレーション用のシステムは、事前に用意したものを使用し、リアルタイム配信は行なわなかった。

デモンストレーション用のシステムは、配置や画像サイズの異なるレイアウトを7種類用意して、対象者に動かしてもらった。システムの閲覧にはWebブラウザを使用し、リンクを貼った文字をクリックするだけで、開始できる設計にした。

この実験結果は以下の通りである。

映像について

学生から要求される必要最低限の映像は、板書情報と文字に変換した音声情報。レイアウトは、画像が大きく余白が少ないものがよい。(図1参照) 字幕の表示位置は黒板の下または講師の下が望ましい。

文字について

ノートテイカーの負担を軽減するという見方から、講師の声を文字にすることの有効性が証明された。文字の大きさは12ポイント以上が適当。

ユーザインターフェイスについて

デモンストレーション用のシステムの使い勝手が良いと答えたのは約8割。操作が簡単なものを用意したが、約2割は、使い勝手が悪いと答えた。操作性が直接システムの使い勝手につながると判断。

改善すべき点について

音声から文字に変換する時間と労力の削減。

新たな提案

画面選択機能の追加。

双方向機能の追加。

その他、リアルタイム配信機能は、聴覚障害者のサポートとノートテイカーの負担軽減という観点から必要とされ、ライブラリ化機能も予習や復習に活用した

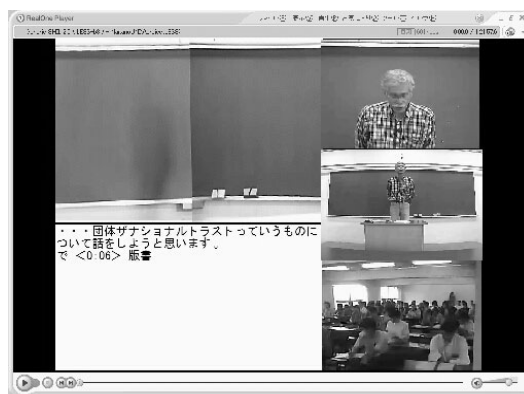


図1 見やすいレイアウト

いという観点から必要とされていることがわかった。この2つの機能は、我々の期待している効果を出せるという確証が得られ、LESSシステムで実現すべき機能であることが確認できた。

1.3 運用テスト/実装

今年度の研究は、どの機能も実現できていないのは、どこに原因があり、どんな問題を抱えているのかを整理するため、運用テストを行なった。このテストによって、実現すべき機能を再検討することができ、当面はリアルタイム配信機能に焦点を置いた研究を進めることにした。

運用テストでは、2つの映像情報の同期と合成に時間がかかる問題と、文字情報が映像と同期がとれた状態で合成するのに時間がかかる問題を解決することで、リアルタイム配信が可能になることを確認できた。

そこで、リアルタイム配信機能の実装のため、映像情報と文字情報の同期と配信をプログラムで処理することに成功した。

さらに、2001年度の試作段階では、映像情報の制御をRealSystemで行い、文字情報の制御をv2tシステムで行っていたものを、今年度は1つのプログラムで制御することができ、映像情報と文字情報を手動で合成する必要がなくなった。また、音声情報から文字情報へ変換する技術も音声認識エンジンの利用によって実現された。そして、板書・映像・文字情報の閲覧にはそれぞれ1つずつのアプリケーションを必要としていたが、これも1つのアプリケーションで閲覧できるようになった。文字を閲覧する際のレイアウトに関しては、2002年度の実証実験を参考にしている。

運用テストに関しては第2章、リアルタイム配信機能の実装に関しては第3章で詳しく説明する。

2. LESS の導入を想定した運用テスト

2.1 動 機

LESS に関する研究は、今年で 4 年に渡り取り組んでいる。2002 年度までで構想、試作、実験が終わり、研究として 1 つのサイクルが一巡したことになる。これまでの経緯を経て、今回は今後の方向性を定めるために、現時点での問題を整理し、実現すべき機能の再検討をする必要があると考えた。そこで LESS の導入を想定し、実際の講義に環境を似せた模擬講義を行い、講義の内容を記録する運用テストを行なった。

2.2 テスト概要

模擬講義とは、約 10 分間の講義で、教室に mimio とカメラ、PC、音声をきれいに記録するためのミキサーなどを持ち込んで行なった。教科書やレジュメは使用せず、講師には、mimio ペンで板書してもらった。機材を多く使用したため、受講する学生は入れずに行なった。この環境で板書・映像・音声情報を記録した。それぞれの記録方法は、以下の通りである。

- 板書情報...mimio
- 映像情報...カメラ 2 台 (位置を固定するカメラ、手動で講師を追尾するカメラ)
- 音声情報...mimio、カメラ、MD、テープレコーダ

これらの情報を合成させ、1 つの画面で講義の内容を再生できる LESS のイメージ映像を作成した。そのイメージ映像ができるまでには、映像情報と音声情報を加工する必要があった。この加工とは、まず 2 台のカメラから記録した 2 つの映像情報の同期を取ってから合成し、次に音声情報から手動で文字を起し字幕を作成した。そして、映像情報と音声情報と文字情報を 1 つに統合した。

2.3 テスト結果

模擬講義から必要な講義の情報を記録し加工する一連の動きを通し、リアルタイム配信機能の実現ができていないのは、配信するまでに同期と合成などの加工が必要であるため、この加工をいまままで手動で行い、配信するまでに時間がかかっていたことが大きな問題だと確認した。そして、講義の内容を記録するのに大がかりな機材を必要とすることから、実際の教室環境に LESS を導入するためには、機材を最小限に減らす必要があることも確認できた。また、研究メンバー全

員で運用テストを行なったことで、LESS とは何のためのシステムであるか、LESS の完成形のイメージはどのような形であるかの意識確認と、これまでの研究の進行状況も把握できた。

以上のように問題整理した結果、配信する情報の同期と合成を自動化することに焦点を置き、リアルタイム配信機能の実現を目指すことにした。

3. リアルタイム配信機能について

模擬講義から確認できた問題から考えると、リアルタイム配信機能の課題は板書・映像・文字情報の同期と合成である。この課題に対し、映像情報と文字情報の制御には、マルチメディアを統合的に扱うことができるフレームワーク、Java Media Framework(以下 JMF) の使用を試みた。今回は、2001 年度に使用した v2t システムを流用し、基本機能はそのままに映像の配信にも利用できるように JMF で拡張した(以下、拡張した v2t システムをソフトウェア LESS とする)。これにより、自動で映像情報と文字情報の同期がとれ、共に配信することが可能になった。

また、音声情報に関しては、IBM 製の音声認識エンジン ViaVoice ver.10 とジャストシステム製の日本語入力システム ATOK 16 を組み合わせることによって、比較的スムーズに音声を文字に変換できた。

板書情報に関しては、映像情報・文字情報と共に配信はできず、HelixServer で配信を行なったが、各情報を閲覧するアプリケーションに RealOnePlayer を利用することで、ユーザは 1 つのアプリケーションで板書・映像・文字情報が受信できるようになった。

ソフトウェア LESS は、Writer と Transmitter と Receiver からなる。Writer では、ViaVoice によって音声情報から変換された文字情報を入力し、Transmitter ヘユニキャスト方式で送信する。Transmitter では、Writer から受信した文字情報と、映像情報をマルチキャスト方式で配信する。Receiver は、Transmitter から配信された、文字情報と映像情報を受信する。ユーザが各情報を受信するためには、Receiver 配布用 Web サーバ(以下 LESS サーバ)から Receiver をダウンロードする必要がある。(図 3 参照)

これらの技術を使うと板書・映像・文字情報の加工

Real Media、Windows Media、QuickTime などのさまざまなメディアフォーマットのストリーミング配信をサポートしている。

を手動で行なう部分がなく、各情報の記録から合成、配信を自動で行なうことができ、ほぼリアルタイムに近い形で配信ができた。ただし、各情報を保存することは考えていない。

実際に動かす時、使用した機材はマシン 5 台とカメラ 1 台 mimio1 台である。次に各マシンの役割と構成を詳しく説明する。

3.1 マシン構成

システムに使用したマシンの役割は以下のとおりである。また、マシンのスペックとソフトウェア構成は表 1 にまとめた。

板書キャプチャマシン

板書情報の取得と記録を行い、板書配信マシンに送信する。

板書配信マシン

板書キャプチャマシンからの板書情報をストリーミング配信する。

映像配信マシン

映像情報と文字情報をマルチキャストする。

文字配信マシン

音声情報を文字情報に変換し、映像配信マシンに送信する。

情報閲覧マシン

板書情報を RealOnePlayer のプレゼンテーション領域で閲覧し、映像情報と文字情報を RealOnePlayer の Web ブラウザで閲覧する。

以上のマシンを、表 2 にあるように接続し、100Mbps のネットワーク環境で動作させた。

3.2 動作確認

板書・映像・音声・文字情報がそれぞれどのような経過を経て、ユーザのもとで閲覧可能になるかをまとめた。

板書情報は板書キャプチャマシンに接続した mimio から取得し、Boardcast プラグインによって板書配信マシンで動いている HelixServer へ送られる。HelixServer が板書情報のストリーミング配信を行うことで、情報閲覧マシンで動く RealOnePlayer のプレゼンテーション領域で閲覧可能になる。

映像情報は映像配信マシンに接続したカメラから取得し、文字情報は文字配信マシンに入力された音声情報から ViaVoice によって生成され、Writer によって、

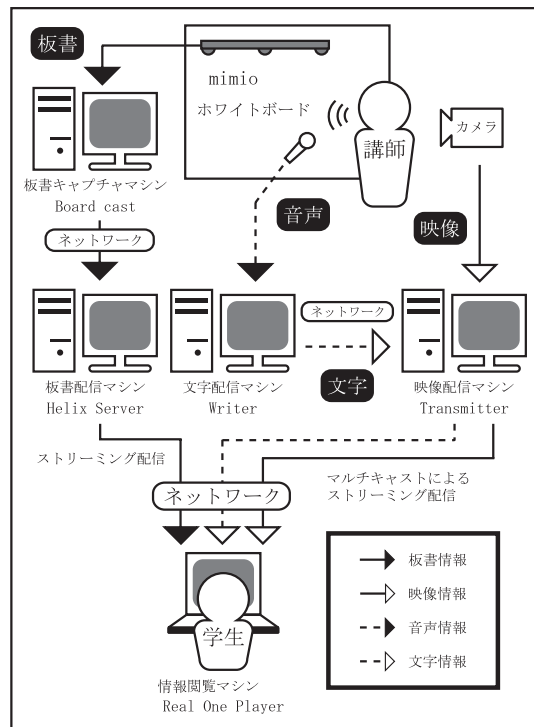


図 2 配信できるまで

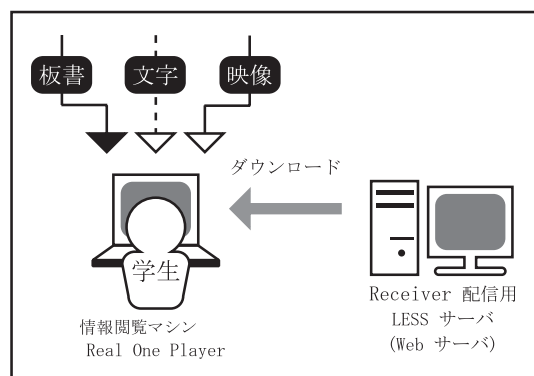


図 3 受信できるまで

映像配信マシンに送られる。

映像配信マシンでは、マルチキャストサーバの機能を持つ Transmitter が、映像情報と文字情報のマルチキャストを行う。

映像配信マシンから配信された映像情報と文字情報は、情報閲覧マシンが LESS サーバから Receiver をダウンロードすることで、RealOnePlayer の Web ブラウザで閲覧可能になる。

始動するまでの手順とそれぞれにかかる所要時間は表 2 のようになる。ただし、5 台の PC には、各情報

スペック					
	板書キャプチャマシン	板書配信マシン	映像配信マシン	文字配信マシン	情報閲覧マシン
CPU	Celeron 500Mhz	Celeron 500Mhz	Celeron 800Mhz	Celeron 500Mhz	Pentium -M 1.4Ghz
Memory	256MByte	256MByte	384MByte	256MByte	256MByte
ソフトウェア					
OS	Windows XP Professional				
JRE			1.4.1.0	1.4.1.0	1.4.1.0
JMF			Studio2.1.1e	Studio2.1.1e	Studio2.1.1e
LESS			Transmitter	Writer	Receiver
その他	mimioBoardcast	HelixServer		ViaVoice	RealOnePlayer

表 1 マシン構成

を記録、配信、閲覧できる状態に設定した状態で、起動も完了している状態から測ったものを基準にしている。

手順	内容	始動時間
1	PC 起動	—
2	HelixSever 起動	約 16 秒
3	mimio 起動	約 41 秒
4	Transmitter 起動	約 18 秒
5	Writer 起動	約 29 秒
6	RealOnePlayer 起動	約 18 秒
7	mimio にアクセス	約 34 秒
8	LESS サーバにアクセス	約 11 秒
9	動画受信	約 17 秒
Total		約 3 分 04 秒

表 2 始動手順・時間

手順 6 は、RealOnePlayer を起動する度に変動する。手順 7 は、RealOnePlayer のプレゼンテーション領域で行い、mimio の画面を受信するためのアドレスを指定してから受信するまでの時間を表記した。手順 8 は、RealOnePlayer の Web ブラウザで行い、アドレスを指定してから動画情報と文字情報を受信する画面が起動するまでの時間を表記した。手順 9 は、動画の受信を要求してから受信するまでの時間である。

手順 2～5 は、講師など LESS を運用する側の手順であり、1 つの手順につき、1 台のマシンを操作する必要がある。手順 6～9 は、学生側の手順であり、この 4 つの手順は、1 台のマシンで動く RealOnePlayer の操作過程となる。

このことから、学生側は、閲覧に必要な環境を整えることを除けば、指定のアドレスにアクセスするだけで講義の情報が得られるため、2001 年度の試作から比較して確実に使いやすくなったと言える。

実際に情報閲覧マシンの RealOnePlayer から板書情報と映像・文字情報を受信し、閲覧してみた。板書情報の遅延は約 30 秒、映像情報と文字情報の遅延は 1 秒以下であることを確認した。遅延をなくすか、各情報の同期がとれた状態で共に遅延を起こすようにしたらどうかという提案があった。

その他、動作の確認を行ないながらマシンのプロセスを監視していたところ、映像配信マシンの CPU 使用率と情報閲覧マシンのメモリ使用率、そして板書情報の遅延の 3 点が問題としてあがった。この問題点の詳細は以下で述べる。

3.3 負荷について

映像配信マシンで CPU 使用率が Transmitter 使用中に 100% をマークしている事をタスクマネージャーで確認した。そのため映像配信マシンの適正スペックの検証をすることにした。

マシンの適正スペックは、スペックの異なるマシンを用意し、同じ動作をさせた時の CPU 使用率を測る事で検証する。用意したマシンは CPU が celeron800、メモリが 384MByte のマシン (以下低スペックのマシン) と、CPU が Pentium4 2.4Ghz、メモリが 1GByte のマシン (以下高スペックのマシン) である。高スペックのマシンは、CPU 環境は CPU 本来の性能のみで比較するために Pentium4 の追加機能である Hyper-Thread の機能をオフでシステムを稼働させた。測定方法は Windows の機能でありパフォーマンスを監視する機能をもったパフォーマンスモニタツールを使った。記録内容は CPU 使用率とメモリのページアウトした回数のログをとった。

その結果、映像配信マシンでは低スペックのマシンを使用した際に CPU 使用率が Transmitter 使用時に 100% まで上がっていたものが、高スペックのマシンを使用すると図 4 のように 50% くらいまで下がった。

さらに、情報閲覧マシンのメモリの測定も行なった結果、図 5 にあるように、RealOnePlayer 起動時や映像、文字受信時にページアウトした回数が 100 回以上になる事から、閲覧マシンのメモリが不足しているという事が言える。このことから LESS システムを稼働するには最低限 WindowsXP が快適に動作する環境が必要である事が解った。しかし、測定方法や項目が不十分だったためマシンの適正スペックの割り出しには至らなかった。メモリ不足の面から見て適正スペックを割り出す必要はあり、今後も調査を進めていきたいと考えている。

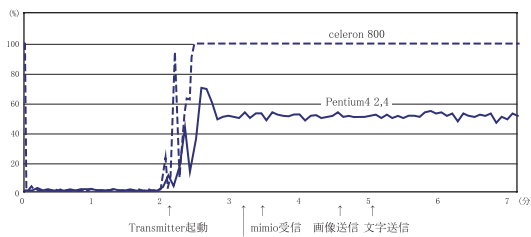


図 4 映像配信マシン:CPU 使用率

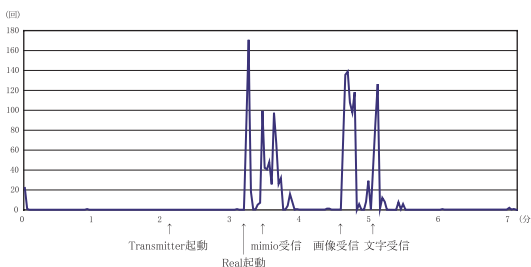


図 5 情報閲覧マシン:メモリ使用率

3.4 レイアウト

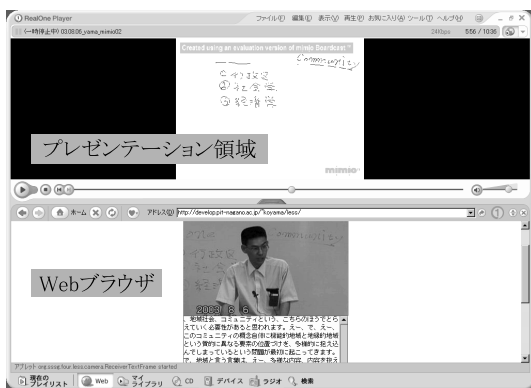


図 6 RealOnePlayer 画面 1

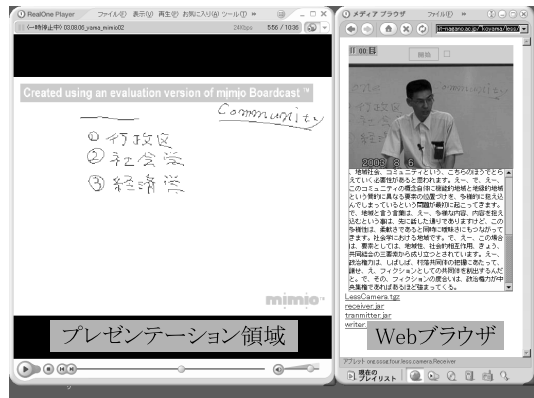


図 7 RealOnePlayer 画面 2

RealOnePlayer で板書・映像・文字情報を閲覧する際、RealOnePlayer のデフォルトのまま表示されると図 6 のようになる。

この状態では各情報の表示が縦ならびになり、板書情報を見るにも文字情報を見るにも使い辛く、板書情報はホワイトボードの文字がかすれる。

この問題を解消するため、プレゼンテーション領域と Web ブラウザ部分を切り離す RealOnePlayer の機能を使用し、図 7 のように変更した。この切り離す機能は簡単にでき、デフォルトの状態に戻すのも簡単にできる。

この状態にすると、板書情報だけの表示もでき、サイズの変更が可能になるなど、使いやすくなる。映像情報と文字情報の表示も、余分なスペースを省くことができる。

そして、映像情報の大きさは HTML のソースを書き換えることで変更でき、文字情報は、文字の大きさを 12pt、18pt、26pt、32pt のサイズの中から自由に選択できるようになった。

以上のことから今回のレイアウトは、理想に近く、かなり自由度が高まったと言える。

4. 問題と対策

4.1 問題

今回は、LESS の導入を想定したテストを経て、リアルタイム配信の機能に大きな進展が見られたが、新たな問題も 3 点あったため、以下にまとめた。

板書情報の遅延

映像情報と文字情報はほとんど遅延なく配信できた分、板書情報の約 30 秒の遅延に違和感を感じる。極力、板書情報の遅延を縮めたい。

インターフェイス

講師側が各情報を配信するまでには、作業手順が多く操作するマシンも多い。学生側は各情報を閲覧する環境を整えることに時間を要するため、今後も使いやすさの追求をしたい。

文字情報の送信量

文字情報は、音声認識エンジンが自動で挿入する句読点をきっかけに送信される。これでは、大量の文字情報が一度に表示され読み辛いので、一文ずつ送信し見やすい表示にしたい。

4.2 対策

以上の問題の対策を以下のように考えた。

板書情報の遅延

遅延の原因を追求することである。遅延の原因が RealOnePlayer にあるのであれば、RealOnePlayer 以外でも情報の閲覧ができる設計にする。

インターフェイス

LESS の導入にかかる手間をできる限りにおさえ、機材の軽量化をすすめるため、情報を 1 台で制御できるようにすること、インストーラーを用意することである。そして、ユーザの要求を把握するための調査は欠かせない。

文字情報の送信量

文字の送信方法の検討をし、許容できる文字量の調査と分析も必要になる。

4.3 今後の計画

今後、板書情報の遅延がおこる原因の追求と、それぞれのマシンの役割に適したスペックの検証のため、マシンの CPU やメモリの負荷測定を引き続き行なう予定である。負荷の測定によって、板書情報の遅延の短縮には、ハードウェアの増強が必要なのか、ソフトウェアの改良が必要なのかを明確にできると考えている。また、この負荷測定で適正スペックの検証ができれば、最低限必要なマシンの台数が分かり、機材の軽量化にもつながると考えている。そして、実現できたりアルタイム配信機能の使い勝手や、問題点を抽出するための調査も行ないたい。

5. おわりに

今年度は研究メンバーが大幅に変わったことで、これまでの経緯と研究の進捗状況などを把握し、共有するまでに多くの時間を費やした。LESS の目的や完成形のイメージなど意識の統一をするのも難しかった。しかし、研究に関する情報を共有する過程で、LESS の位置づけの再認識でき、これまで視野を広げつつ取

り組んできた研究を、基本となる機能を 1 つ 1 つ実現していく方針に改めた。そこで、リアルタイム配信機能の実現に焦点を当てて取り組んできた。その結果、板書・情報・文字情報が、ほぼリアルタイムで配信できたことは、LESS にとって大きな進展である。

6. 謝 辞

長野大学の石原剛史先生には実験に協力していただきこの場をお借りして感謝の意を表します。また山岸周作さんには実験ならびに助言をしていただきこの場をお借りして感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 2000 年: 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) 2001 年: 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, 「遠隔受講と講義のライブラリ化の機能を持つ教育支援システムの試作」 情報処理学会研究報告,2001-CE-62,pp.41-48,(2001).
- 3) 2003 年: 角 真慈, 齋藤 敦, 小山 博史, 和田 勉, 平岡 信之, 「遠隔受講用教育支援システムの実証実験」 情報処理学会研究報告,2003-CE-68,pp.81-88,(2003)
- 4) 佐藤 めぐみ:Helix Universal Server Advanced Book (株式会社ビー・エヌ・エヌ新社) 2003
- 5) Microsoft:<http://www.microsoft.com/>