

# リアルタイム遠隔講義における デジタルコンテンツ自動生成システムの開発と実践

## Automatic Digital Content Generation System for Real-Time Distance Lectures

岩月正見\* 竹内則雄\*\* 小林尚登\*\*\* 八名和夫\*\*\*\*

武田 洋\*\*\* 柳沼 寿\*\*\*\*\* 清原 孟\*\*\*\*\*

法政大学 \*工学部 \*\*総合情報センター \*\*\*IT研究センター

\*\*\*\*アメリカ研究所 \*\*\*\*\*経営学部 \*\*\*\*\*経済学部

Abstract: This paper describes a new automatic digital content generation system we have developed. Recently some universities, including Hosei University, have been offering students opportunities to take distance interactive classes over the Internet from overseas. When such distance lectures are delivered in English to Japanese students, there is a pressing need to provide materials for review after class, e.g. video content on a CD-ROM media or on a Web site. To meet this need, we have developed a new automatic content generation system, which enables the complete archiving of lectures including video/audio content, synchronized presentation materials, and handwritten traces on virtual whiteboards. The content is generated in real time and is immediately available at the end of the class. In addition, this system incorporates a unique video search algorithm which adopts a phonetic-based search technology. This enables quick review of the video content by typed-in keywords. The system can automatically create a vast amount of digital content and provide students with an efficient learning tool.

Keywords: digital content archiving, automatic content generation, distance learning, hand written trace archiving, phonetic-based searching

### 1. はじめに

法政大学では、米国カリフォルニア州に設立した「法政大学アメリカ研究所」からの遠隔講義として、多数の講義や講演会を開講している。このような海外とを結んで行われる講義は英語で行われるため、語学力が十分でない日本人学生にとっては、講義映像・音声や資料等を即時にコンテンツ化して復習教材として提供することが強く望まれている。リアルタイムで遠隔講義を行うだけであれば、市販システムを組み合わせることにより、映像・音声やスライド資料に加え、手書きデータも同時に提示することが可能である。しか

しながら、手書きデータを含む講義の提示情報を、映像と同期をとりながら自動的にデジタルコンテンツ化するためには、講師用PC以外にデータ蓄積用サーバなどが別途必要となり<sup>[1][2]</sup>、PCとビデオカメラのみで利用可能な可搬性に優れたシステムはこれまでなかった。また、毎週開講される多数の講義の収録情報は、膨大な量のコンテンツとなって蓄積されるため、復習したい箇所を映像を再生しながら見つけ出さなければならぬとしたら、受講生に無駄な時間と労力を強いることになってしまう。このような映像検索を的確に行うためには、従来のスライドタイトルによるインデックスからの映像検索機能に加えて講義音声をキーワードとした検索が必要となる。音声キーワード検索機能実現するためには、講義後に音声をテキストに変換し、各

Masami Iwatsuki\*, Norio Takeuchi, Hisato Kobayashi, Kazuo Yana, Hiroshi Takeda, Hisashi Yaginuma and Takeshi Kiyohara  
Hosei University  
\*E-mail:iwatsuki@k.hosei.ac.jp

単語あるいは文節ごとに時間情報を手作業で追加・編集する必要があり，実現が困難なほどの時間とコストがかかるとこれまで考えられていた．

そこで本論文では，法政大学におけるこれまでの遠隔講義の実践的経験に基づいて<sup>[3]</sup>，開発・改良を行ってきた手書きデータの取り込みと音声キーワード検索が可能な講義のデジタルコンテンツ自動生成システムについて報告する．本システムにより，講義終了後まったく編集作業を行うことなく，即座に手書きデータを含む講義の収録情報をデジタル的に再現して配信できるので，学生は，理解が不十分な箇所を何度でも再生して徹底した事後学習を行うことができる．さらに，まだ試作段階ではあるが，音声データをキーワードとして該当箇所を検索できる機能も自動的に付加されるので，長時間の講義の中から，瞬時に復習したい箇所を頭出しして再生できる．

## 2．リアルタイム遠隔講義システム

法政大学では，2002年4月より，最短1年間の現地留学によりMBAを取得するためのプレMBA講座を開講している．この講座では，米国カリフォルニア州に設立した「法政大学アメリカ研究所」からの遠隔講義により，MBA認定科目の一部をあらかじめ市ヶ谷キャンパスの九段校舎で受講できるサービスを提供している．また，2003年4月からは，法政大学市ヶ谷，多摩および小金井キャンパスに対して，米国，韓国および本学講師による「福祉工学」に関する国際遠隔講義を学部横断的な科目として開講している．図1に，その講義風景の一つを示す．これらの遠隔講義は，インターネットを介したテレビ会議システムを用いて米国と市ヶ谷キャンパスを結んで行われる．また，各キャンパスへは，全学



図1 「福祉工学」講義風景  
(韓国科学技術院 - 多摩キャンパス)

LAN上の多地点テレビ会議システムにより配信される．講義で用いられるスライド資料は，「デジタルボード」の機能を使って，講師と受講者双方に提示している．この「デジタルボード」上へ表示された資料への書き込みや消去は，インターネット経由でリアルタイムに同期して行うことができる．さらに，市ヶ谷側に設置された「EZプレゼンター(EZP)」により，これらの講義情報はデジタル化されて蓄積され，Webコンテンツとして，受講者は講義終了後すぐに参照することができる<sup>[3]</sup>．

しかしながら，これまでは，スライド資料やデジタルボード上への書き込み情報を講義映像と同期を取りながら，直接デジタルデータとして蓄積し，自動的にコンテンツ化することができなかつたため，講義中に提示されたすべての情報を復習教材として受講者に提供できないという問題があった．そこで筆者らは，まず手書きデータを含めた講義情報を蓄積するために，デジタルボードとEZPを連携させるためのソフトウェアを開発することにした．

一方，半期で約15回分の講義をコンテンツ化した場合，1科目当たり20時間以上の膨大な講義データが蓄積されることになるため，映像や資料を再生しながら復習したい箇所を

見つけ出すことはほとんど不可能に近い。これを克服しなければ、受講生に無駄な時間と労力を強いることになり、復習意欲を削ぐことにもなりかねない。従来のコンテンツ自動生成システムでは、スライド資料のタイトルがインデックスとして付加されるので、スライド単位での映像検索が可能になっている。しかし、スライドを準備せずに板書だけで講義する場合は、スライドインデックスによる検索はまったく役に立たない。また、長時間に及ぶ講義やディスカッションの多い講義では、1枚のスライドを10分以上にわたって提示し続ける場合も珍しくないため、スライドインデックスだけでは、大雑把な検索しかできない。したがって、よりの確な映像検索機能をコンテンツにもたせるためには、スライドインデックスに加え、講義音声キーワードとして検索できる機能を付加することが不可欠となる。しかしながら、音声テキスト化して検索できるようにすることは、その労力とコストから考えて不可能に近い。そこで、音声データの音素分解に基づく技術を採用することにより、編集作業なしで音声キーワードによる瞬時検索が可能になることに着目し<sup>[4][5]</sup>、この機能をデジタルコンテンツ自動生成システムに付加することにした。

### 3. デジタルコンテンツ自動生成システム

本章では、これまでの遠隔講義の実践的経験に基づいて、開発・改良を行ってきた手書きデータの取り込みと音声キーワード検索が可能な講義のデジタルコンテンツ自動生成システムについて述べる。

#### (1) 手書きデータ同時蓄積機能

講義を自動的にWebコンテンツ化するソフトウェアとして、現在数種類が市販されてい

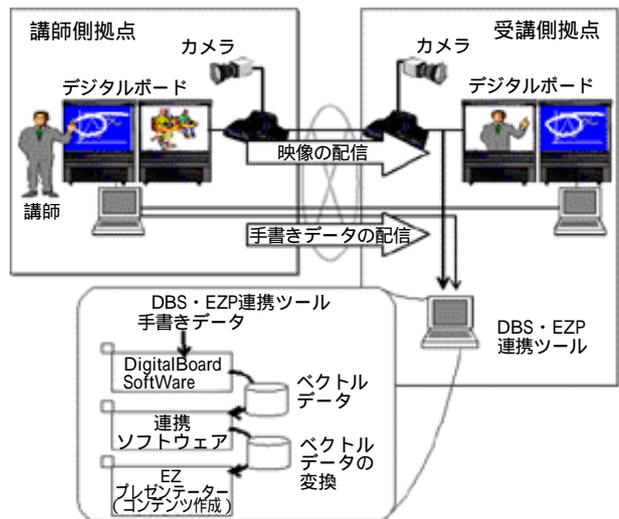


図2 手書きデータ同時蓄積機能

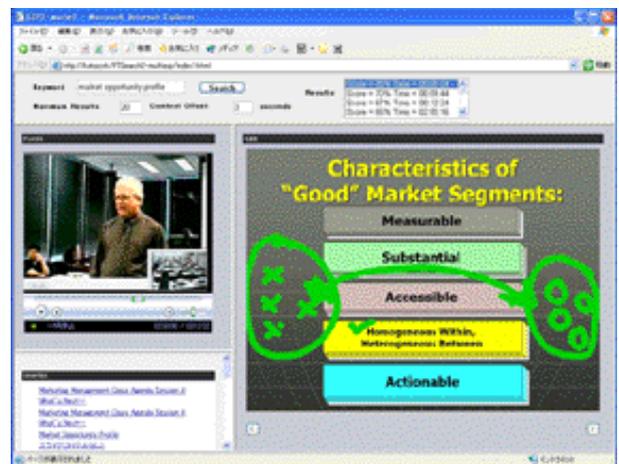


図3 講義コンテンツ提示画面

るが、法政大学ではPCとビデオカメラのみの最小限のシステム構成で実現できる「EZプレゼンター（EZP）」を採用している。しかし、現行のEZPは手書きデータを取り込むことができない。そこで、これを改良して、デジタルボードやスライド資料の上書き込まれた手書き情報をベクトルデータとして、映像と同期を取りながら蓄積するために、「DigitalBoard Software（DBS）」とEZPとの連携機能を付加した。図2に示すように、まず、DBSが手書きデータをベクトルデータとして抽出する。次に、連携ソフトウェアが、このベクトルデータをEZPで読み込み可能な形式に変換した後、EZPが映像と同期させてコンテンツを自動生成する。図3に、プレMBA

講座の講義コンテンツを提示した画面を示す。この図の右フレームのスライド画面に講師が直接書き込んだ手書きデータが表示されていることがわかる。

## (2) 音声キーワード検索機能

Fast-Talk Communications社<sup>[4]</sup>が開発した「Fast-Talk Phonetic-based Searching」は、言語の音声を構成する最小単位である「音素」から検索インデックスを作成し、高速で不特定話者の音声データ検索を可能にする<sup>[5]</sup>。従来、映像や音声ファイルから語句により検索する場合、いったん音声を前処理によりテキストに変換してから、そのテキストに対して検索をかけるという方法が一般的であった。しかし、不特定話者の音声を正確にテキストへ変換することはまだ難しく、精度の高い検索を行うことができなかった。Fast-Talk Phonetic-based Searchingは、音声データの「音素」パターンをインデックス化して照合・検索するため、認識率98%という高い精度を実現できる。あらかじめPAT (Phonetic Search Track) ファイルと呼ばれるインデックスを作成するという前処理は、市販のPCでも、講義時間の約3分の1の処理時間で済む。また、高性能なサーバを用意すれば、リアルタイム処理も可能であり、講義終了後即座に音声キーワード検索可能なWebコンテンツとして公開できる。EZPで生成されたコンテンツに、この音声キーワード検索機能を新たに付加した。図3の最上部のフレームに示されているように、講義コンテンツの提示画面には、音声キーワード入力のためのテキストボックスと検索結果を表示するリストボックスがある。リストボックスには、照合評価結果の高い順に該当箇所の時刻が列挙され、その一つをクリックすることにより、見たい箇所へ瞬時にジャンプすることができる。

## 4. 受講生の評価

第2章で紹介した「福祉工学」の最終授業終了後、受講生に対して、遠隔講義とそのコンテンツ利用に関するアンケート調査を行った。

まず、図4に、遠隔講義に関する結果を示す。

この図からわかるように、ほぼ6割の受講生が映像と音声に関して好意的な評価を示している。また、今後も同様の遠隔講義を受講してもよいと考えている受講生は8割近くにのぼり、良好な結果が得られていることがわかる。しかしながら、双方向性に関して好意的なのは4割に留まっている。プレMBA講座のような1対1地点で行う少人数の講義の場合は、コミュニケーションをとりやすいので、双方向性に関して好意的な結果が得られているが、「福祉工学」のように、遠隔講義を大人数に対して多地点に配信した場合、お互いのコミュニケーションがとりづらいため、双方向性に欠けるという問題が生じたと思われる。この点については、講師が学生に対して積極的に質問や反応を見るための呼びかけを行うというような工夫が必要になると思われる。

一連の講義は、EZPによりデジタルコンテンツ化し、講義終了後にWebサーバ上に公開した。ただし、公開したWebコンテンツには、音声キーワード検索機能は、まだ試作段階であったため、含まれていない。図5に示すよ

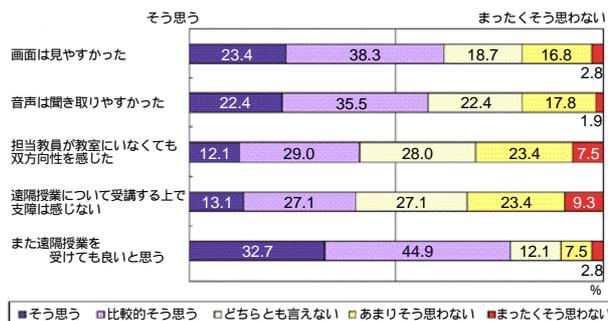
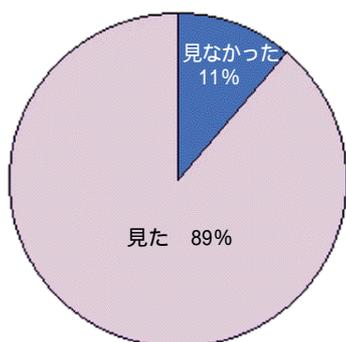
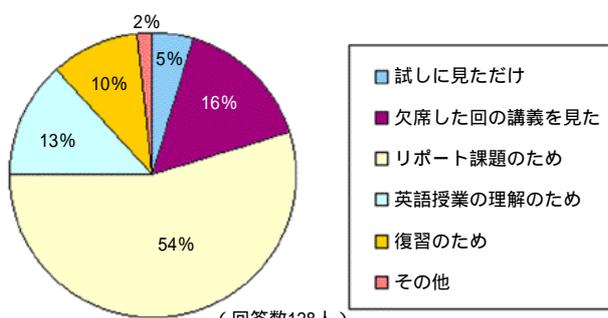


図4 遠隔講義に関する結果



(回答者数107人)

図5 コンテンツ利用者数に関する結果



(回答数128人)

図6 コンテンツ利用方法に関する結果

うに、ほぼ9割の受講生がコンテンツを参照しており、予想以上に多くの受講生が事後学習教材として利用していることがわかった。また、その利用形態に関する結果を図6に示す。この図から、半数以上の受講生がレポート課題作成のためにコンテンツを参照していることがわかる。「福祉工学」では、最新のトピックスを中心に講義が展開されるため、レポート作成にあたっては、参考文献を調べるよりも、講義内容から得られる知識に基づいて考察する必要がある。このことから、レポート作成のためにコンテンツを参照した受講生の割合が高くなったと考えられる。

## 5. おわりに

本論文では、法政大学における遠隔講義の実践的経験に基づいて、開発・改良を行ってきた講義のデジタルコンテンツ自動生成システムについて報告した。本システムを導入す

ることにより、講義終了後まったく編集作業を行うことなく、手書きデータを含む提示情報を再現できるだけでなく、音声キーワード検索により瞬時検索が可能なWebコンテンツを提供できる。ただし、音声キーワード検索インターフェースは、まだ試作段階であり、EZPで自動生成されたコンテンツに対して、手動で音声データを抽出した後、PATファイルを作成しているため、完全自動でコンテンツが生成されているわけではない。したがって、音声キーワード検索機能を含めたコンテンツを事後処理なしで自動生成できるシステムを完成させたいと考えている。

さらに今後は、通常教室における黒板上の板書データを映像から抽出し、ベクトルデータ化して蓄積できるシステムの開発や、音声キーワード検索の日本語への対応などを行う予定である。

本論文で提案したデジタルコンテンツ自動生成システムは、(株)日立製作所とネットワーク・ソリューションズ(株)との共同研究により開発されたものである。

## 参考文献および関連URL

- [1] [http://www.e3.panasonic.co.jp/el\\_product/model\\_p/](http://www.e3.panasonic.co.jp/el_product/model_p/)
- [2] <http://www.aslabo.co.jp/>
- [3] 林 公美: 法政大学におけるe-Learningの取り組み - リアルタイム型遠隔授業の事例 - .大学教育と情報, Vol.11, No.4, pp.16-18, 2003.
- [4] <http://www.fast-talk.com/>
- [5] M. Clements, S. Robertson and M. S. Miller: Phonetic Searching Applied to On-Line Distance Learning Modules, Proceedings of 2nd IEEE Signal Processing Education Workshop, 2002. [Online]. Available: <http://www.fast-talk.com/downloads/PSAODLM.pdf>

製品名および会社名は各社の商標または登録商標。