

TalkCast: モバイル学習用動画コンテンツの作成 および視聴システム

梶山 拓哉^{†1} 提 箸 浩 志^{†1}
福井 登志也^{†1} 市 村 哲^{†1}

電子プレゼンテーションが普及した現在でも、大学などの教育機関において黒板を用いた講義は根強い支持を得ている。また、忙しい現代人にとって通勤や通学時間を有意義に使えるモバイル学習のニーズが高まっている。筆者らは、板書を利用した講義映像からインタラクティブなモバイル学習用動画コンテンツを容易に作成し、ポッドキャスト配信する TalkCast システムを構築した。さらに、配信された動画コンテンツをモバイル端末で視聴できるプレイヤーの開発を行った。プレイヤーでは、講義動画の再生とともに、講師の姿を消去した板書画像の表示や、演習問題に対する解答をインタラクティブに行うことができる。本論文では、システム概要、実装、および、評価について述べる。

TalkCast: Creating and Playing Video-contents for Mobile Learning

TAKUYA KAJIYAMA,^{†1} HIROSHI SAGEHASHI,^{†1}
TOSHIYA FUKUI^{†1} and SATOSHI ICHIMURA^{†1}

Although lectures and seminars using presentation software became popular, a chalk-talk is still commonly used among education institutions such as schools and universities. Learning-style using mobile devices such as a portable movie player and gaming console on a commuter's train has got quite popular these days because modern people, who are busy at work, sometimes have no time to study at workplace or at home. We developed TalkCast, a mobile learning system which allows content creators to easily generate interactive video contents from recorded chalk-talk lecture, and lets people download the contents from the Internet as Podcast. And we developed a movie-player that can play the Podcast contents on mobile devices. This player can play the lecture-video, and show blackboard images in which lecture's appearance is deleted. In this paper, the outline of the system, implementation, and the evaluation issues are described.

1. はじめに

電子プレゼンテーションが普及した現在でも、大学や企業教育機関などにおいて黒板を用いた講義は根強い支持を得ている。たとえば、電子プレゼンテーションの講義であっても、重要箇所の説明の際や受講者の理解ペースに合わせて説明する必要がある際には板書が頻繁に用いられている。また、大学や予備校において、数学や英語ではほとんどが黒板を用いて授業が行われているのが現状である。これらに対し、筆者らは過去に、黒板の板書を用いた講義を E-ラーニング教材として PC ユーザに提供する講義自動収録システム「ChalkTalk」の研究を行ってきた^{1),2)}。

一方、近年「脳ゲー」と呼ばれる「脳の鍛錬・活性化」を目的とするモバイルゲームソフトや、TOEIC 試験対策などの学習を意識したモバイルゲームソフトが流行している³⁾。それにともない、今まであまりゲームをする機会がなかった大人までもが電車内でモバイルゲーム機を使って学習している光景をよく見かけるようになった。ほかにも、ポッドキャスト配信されたラジオや動画を iPod やモバイルゲーム機を用いて視聴する人が増加している^{4),5)}。これらは、少しでも空いた時間を有効活用したいという人や自由な時間は通勤の電車内だけという社会人によるものであると考えられる。

以上のような背景から、時間や場所に左右されないモバイル学習の需要が高まっていると考えた。そこで今回、忙しい社会人や時間を有効活用したい学生に対して、インタラクティブな講義コンテンツを容易に作成してポッドキャスト配信し、PSP[®] (PlayStation[®] Portable)^{*1}で視聴できる「TalkCast」システムを開発した。TalkCast システムでは、Chalk-Talk をモバイル向けに拡張し、さらに、講師が板書をしながら黒板の前を歩き回るような映像からポッドキャスト用学習映像を自動作成する機能、作成された映像に対して演習問題などのスライドを容易に挿入できる機能、および、このインタラクティブ講義コンテンツをポッドキャストとして送受信できる機能を追加している。また、新たにポッドキャスト配信されたコンテンツを PSP[®] 上で利用するための PSP[®] 用ソフトウェアを開発した。評価実験を行い、コンテンツ作成者は容易にインタラクティブなコンテンツの作成・配信が行え、学習者はモバイル端末を使い効率的に学習できることが分かった。

^{†1} 東京工科大学

Tokyo University of Technology

*1 “PlayStation” および “PSP” は株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメントの登録商標。

2. 従来技術と問題点

著者らが過去に開発した ChalkTalk システムでは、講師が講義前に民生用ハイビジョンカメラ (HDV カメラ) を 1 台設置しておくだけで講義を自動収録することができる。また、講義映像をインターネットでストリーミング配信することを考慮し、講師近辺の映像は動画として配信し、板書全体は静止画アニメーションとして配信する。講師動画は、講師の歩き回る姿を自動追尾した動画である。板書静止画は、画像処理で講師の姿を消去することにより、本来、講師の陰になって見えない内容も見ることができる。くわえて、板書内容に変化があったときのみ静止画を作成して Web ブラウザに配信するため、ハイビジョン画質でも必要なネットワーク帯域が少なく済むという利点がある。これにより、講義映像の収録や編集に膨大な時間やコストがかかるといった問題を解決してきた。ChalkTalk はシステム検証として著者らの大学で複数回使用されたほか、オープンソースとして OSCJ (OpenSource Collaboration Joint Network) で公開し普及を目指している⁶⁾。

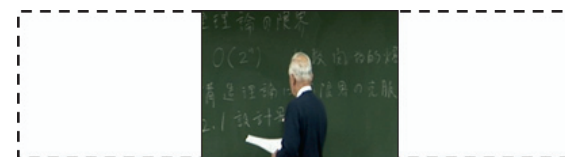
近年、ChalkTalk のほかにも E-ラーニング教材の作成や配信方法に関する研究が数多く行われており⁷⁾⁻¹⁰⁾、それらの中には、首振りカメラを用いて講義を自動収録するものがある⁸⁾。また、講義動画の配信・視聴にはストリーミング配信された動画を Web ブラウザで視聴するもの⁹⁾ や、Windows Media Player を内蔵した専用ソフトで視聴するもの¹⁰⁾ などがある。しかし、これらはすべて、PC での使用を前提としているため、広帯域の常時接続ネットワークや大きなディスプレイが自由に使える環境でしか使用できないという問題がある。

一方、モバイル環境での学習方法としては iPod とポッドキャストを利用した大学の講義映像視聴システム¹¹⁾⁻¹⁴⁾ や、携帯電話や PDA のブラウザを利用するシステム¹⁵⁾⁻¹⁷⁾、携帯ゲーム機のソフトを用いる例が存在する。

iPod とポッドキャストを利用した類似システムでは専属カメラマンが講師をビデオ撮影するもの¹¹⁾ や、固定カメラを用いて板書全体を撮影するもの¹²⁾ がある。撮影された動画は iPod 向けにエンコードし、ポッドキャストコンテンツとして Web サーバに配置している。学生は iTunes などのポッドキャスト受信ツールにコンテンツを登録することで、講義映像を自動的に iPod にダウンロードし、通学中などの空いた時間に視聴する。ポッドキャストはストリーミングサーバなどの専用サーバが必要ないため、コンテンツ配信側にもメリットがある。しかし、これらのシステムで利用されるコンテンツは単なる動画であるため、インタラクティブ性がなく学習者の意欲低下や、記憶に残りにくいという問題があげられる。



図 1 黒板全体を撮影した場合
Fig. 1 Recorded whole blackboard area.



----- 板書領域
図 2 講師を中心に撮影した場合
Fig. 2 Recorded lecture's area.

また、モバイル学習特有の問題として、使用するモバイル端末のディスプレイ面積が小さい点があげられる。PC のディスプレイに比べきわめて小さいのが現実であり、そのため、単に講義を撮影した動画をモバイル端末で再生すると以下の問題がおこる。

- (1) 黒板全体を撮影した場合、板書の文字が小さくなり読み取れない (図 1)。
- (2) 講師を中心にパンして撮影した場合、講師付近の板書しか見えないうえ、講師に重なって見えない箇所も存在する (図 2)。

一方、携帯電話のブラウザを使用するシステム¹⁵⁾ の多くはコンテンツ作成者がテキストベースの問題 Web ページを作成し、学習者は携帯電話から Web ページにアクセスして表示された問題に答えるという形式である。しかし、これらのシステムでは動画や板書が表示されないため、解説や講義の必要な学習には利用することができない、または、実際の講義の補足としての利用に限られてしまうという問題がある。また、文献 16) で述べられている取り組みでは講義映像の配信だけでなく、授業登録や出席確認、シラバス閲覧など、PC

に近い環境を PDA 上で実現している。しかし、講義を収録するスタッフを備える必要があるなど手軽に運用することが難しい。

また、ゲームソフトを用いた学習方法では脳の鍛錬や TOEIC 試験対策を題材としたものがあり、ゲーム機を使用して学習を行うため、インタラクティブな操作や演習問題といった学習者を飽きさせない要素を含ませることができる。しかし、ゲームソフトはゲーム会社が企画したコンテンツに限られるため、内容がきわめて限定的になってしまう。よって、ゲームソフトは十分な販売数が見込める一般的な題材で作成され、最新の情報を含んだコンテンツや、専門分野に特化したコンテンツは作成されないという問題がある。

3. システム概要

以上で述べた問題点をふまえ、黒板を利用したモバイル講義コンテンツの作成・視聴時において、以下の特徴を有する TalkCast システムを構築した。

- コンテンツの作成・配信が容易。

コンテンツの作成・配信を容易にすることで講師 1 人によるコンテンツ（動画や演習問題を含む）の作成から配信までを可能にし、最新の内容や専門分野といった一般的ではない題材もコンテンツにすることを可能にした。

- 学習時にネットワーク環境が必要ない。

ポッドキャストを利用することで学習時にネットワーク環境を必要としない。そのため、ネットワークにつながらない場所や、移動中であっても学習することが可能である。

- カメラワークや講師の姿に影響されずに板書の内容が確認できる。

ChalkTalk を拡張し、さらにコンテンツの表示方法を工夫したことで、モバイル端末であってもカメラワークや講師の姿に影響されずに板書の内容を確認することを可能にした。

- コンテンツにインタラクティブ性がある。

コンテンツに演習問題を含めて学習者に解答させる機能や、板書画像の表示・非表示、または板書の見たい箇所を自由に選択できる機能などを持たせることにより、学習者を飽きさせない工夫をした。

TalkCast システムはコンテンツの作成、配信・受信、視聴の 3 工程に分けることができ、5 つのツールで構成される。各ツールの概要とシステムの概要図（図 3）を示す。

(1) コンテンツ作成

[TalkCast Producer]

ハイビジョン講義映像から、講師映像と板書アニメーションを含むポッドキャスト用コン

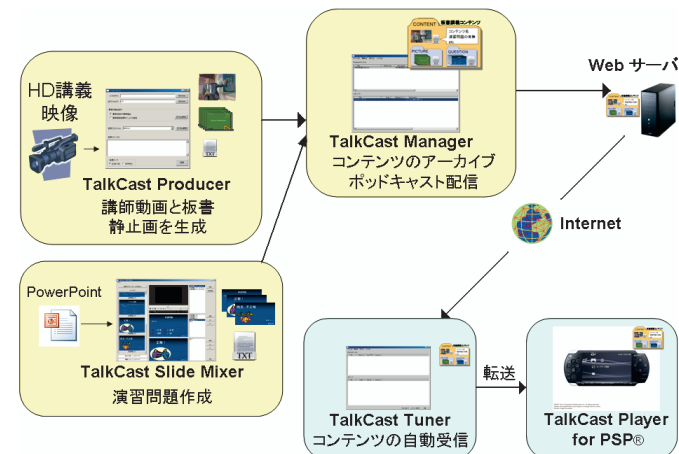


図 3 TalkCast システム概要図
Fig.3 Outline of TalkCast system.

テンツ素材を自動作成するコンテンツ作成用 PC ソフト。

[TalkCast Slide Mixer]

演習問題などのインタラクティブ性を持つスライド素材を作るためのコンテンツ作成用 PC ソフト。

(2) コンテンツ配信・受信

[TalkCast Manager]

Web サーバに配置する RSS フィードおよび素材のアーカイブ（動画、静止画、演習問題を含む）を行い、TalkCast コンテンツとしてポッドキャスト配信するためのコンテンツ配信用 PC ソフト。

[TalkCast Tuner for PSP[®]]

Web サーバからポッドキャストを受信し、素材のアーカイブを自動解凍して、USB ケーブルで接続した PSP[®] にコンテンツを転送するコンテンツ受信用 PC ソフト。

(3) コンテンツ視聴

[TalkCast Player for PSP[®]]

講義コンテンツを PSP[®] で視聴するためのコンテンツ視聴用 PSP[®] ソフト。

TalkCast の典型的な使用手順について述べる。講義コンテンツ作成者である講師は、講義

開始前に教室の後方にハイビジョンカメラ 1 台を設置し、黒板全体を撮影できるように画角を調整して撮影を開始する。講義終了後、ハイビジョンカメラと PC をつなぎ、MPEG2-TS 形式でビデオキャプチャを行う。取り込んだ動画ファイルを入力ファイルとして Producer を実行する。次に、あらかじめ PowerPoint で作成した演習問題のスライドファイルを Slide Mixer に読み込み、出題タイミングやボタンアクション（各ボタンに対する正解・不正解）として認識させるための設定を行う。以上の操作でコンテンツの素材が揃う。これらの素材は、Manager を用いて TalkCast コンテンツとしてアーカイブし、ポッドキャスト配信できる。コンテンツ視聴者は Tuner を用いて TalkCast コンテンツの配信エピソード（RSS フィード）を登録する。すると、自動的に未読コンテンツがダウンロードされ、PSP[®] に転送される。これにより、モバイル学習が可能になる。

また、システムとして作成した PC ソフトは wxWidgets で実装しており、Windows OS 以外への移植を容易にしている。コンテンツを視聴するモバイル端末の選定には、PDA に比べすでに広く一般に普及しており、PC からのデータの受け渡しが可能かつ、インタラクティブな操作が可能な PSP[®] を選定した^{18),19)}。

以下、本論文ではコンテンツ作成ツールと視聴用プレイヤーを中心に実装と評価を示す。

4. コンテンツ作成ツール

4.1 TalkCast Producer

Producer はハイビジョン撮影した講義映像から講師の自動追尾動画と黒板全体の静止画アニメーションを出力するツールである。

まず、ハイビジョン撮影^{*1}した講義動画から黒板の色（HSV 表色系）を基に黒板領域を特定する。次に、黒板領域内の移動物体を検出し講師領域とする。その際、移動物体の検出にはフレーム間差分法を用い、移動物体領域として特定されたマクロブロックの数を黒板の横軸座標で整理してヒストグラム化し、以下のルールに従って講師領域を特定している。

- (1) 移動物体領域が横方向に最も広い範囲で存在する領域を講師の胴体部分と見なす。
- (2) 講師の胴体部分から左右に特定のピクセル以内に存在する動きの大きい移動物体領域は講師の手部分と見なして、胴体部分と領域をつなげて講師領域とし、講師領域の中心付近を撮影の中心点とする。

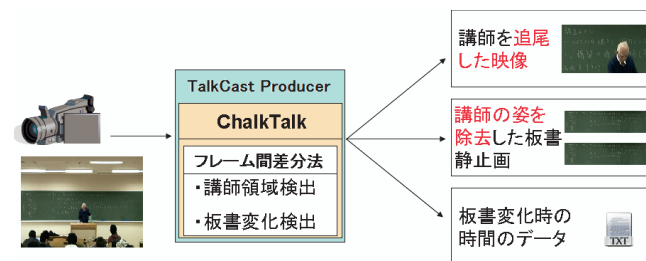


図 4 TalkCast Producer の処理
Fig. 4 Processing in TalkCast Producer.

これらの処理を経て、講師近傍領域の小さな動画と黒板全体の静止画アニメーションを出力すると同時に H.264/MPEG4 AVC 技術を用いた動画圧縮を行うことで元動画（mpeg2 ハイビジョン）に比べ約 1/20 にコンテンツサイズを縮小している。また、板書静止画アニメーションについては、映像中の黒板の変化をとらえ、板書が追記・削除されたタイミングでのみ黒板全体を画像ファイルとして出力する。このとき、出力時の再生時間をテキストファイル（板書切換えタイミングファイル）に書き込む。このファイルは Player で動画と静止画アニメーションを同期再生させるために用いられる。さらに、出力される板書静止画については講義動画から講師位置を検出した後、その領域の画像を講師が存在しなかった時点の画像によって置き換えている。これによって、あたかもその時点で講師が存在しなかったかのような画像を作成し、つねに板書全体が見渡せるようになっている（評価の詳細、出力例は文献 1), 2) を参照）。Producer では ChalkTalk を拡張することで、これらの処理をマウス操作のみで行うことができるほか、携帯電話や iPod といった PSP[®] 以外の端末用の出力も選択可能である（PSP[®] 以外の場合、各端末に合わせて圧縮を施した講師動画のみ出力し、板書画像の表示や演習問題の表示は行えない）。TalkCast Producer の処理を図 4 に示す。

4.2 TalkCast Slide Mixer

4.2.1 概要

Slide Mixer は画像ファイルを読み込み、コンテンツに演習問題などのインタラクティブ性を持たせるツールである。また、PowerPoint ファイルを読み込むことができ、豊富なスライドデザインや画像素材を使用することが可能である（図 5）。

なお演習問題は以下の要件を満たすものとした。

*1 Sony Handycam - HDR-HC1
<http://www.sony.jp/products/Consumer/handycam/PRODUCTS/HDR-HC1/>



図 5 演習問題の例
Fig. 5 Example of questions.

- Player で講義を視聴中に、問題作成者が指定した再生位置で演習問題が表示される。
- 表示される問題は選択式で、PSP® のボタン操作によって自由に選択肢を選ぶ。
- 選んだ選択肢によって異なる画面が表示される。

実際の使用手順を図 6 を用いて示す。あらかじめ、PowerPoint で問題や正解・不正解などのスライドを作成する。この段階では単なる画像であるため、出題タイミングや各選択肢に対する答えの対応付けなどの情報は持っていない。そこで、Slide Mixer を用いてインタラクティブな動作情報を設定する必要がある。まず、Slide Mixer を起動して PowerPoint ファイルと講義動画を読み込む (PowerPoint ファイルからのスライド画像抽出には Windows の OLE オートメーションの仕組みを利用している) (図中 A)。読み込んだ動画を問題出題タイミングまで進め、問題画像を動画画面にドラック&ドロップして登録する。次に、登録した問題スライドの選択肢に対応する正解および不正解のスライドを問題画像上にドラック&ドロップする。これにより、Player で選択肢ボタンとして認識される位置の登録と対応する解答画面の登録が行われる (図中 B)。また、解答画面 (図中 C) には、動画の続きから再生、問題に戻るといったアクションをドラック&ドロップで登録することができる (図中 D)。これらの操作を問題の数だけ繰り返す、演習問題を作成する。

一般的にコンピュータ上でインタラクティブ性を持つコンテンツを作るには専門技術と多くの時間が必要であるが、使用手順で示したように、Slide Mixer ではすべての操作をドラック&ドロップのみで行うことができる。これにより、複雑なプログラムなどを書く必要



図 6 Slide Mixer
Fig. 6 Slide Mixer.

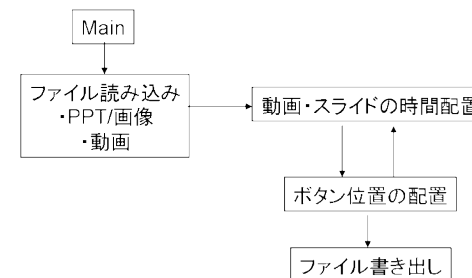


図 7 SlideMixer のモジュール構成
Fig. 7 Module of SlideMixer.

がなく、専門知識を必要としない。

4.2.2 実装

モジュール構成を図 7 を用いて示す。SlideMixer では PowerPoint ファイルから読み込んだスライドを動画の時間軸に対して配置し、ボタンはスライド画像の X-Y 座標に対して

```

Q1,1720,QUESTION01 BMP,4
(1) (2) (3) (4)
C1,0.650000,-0.882353,NEXT,0
(5) (6) (7) (8) (9)
C2,-0.750000,-0.676471,ANSWER_OK BMP,1,0.633333,-0.872549,NEXT
(5) (6) (7) (8) (9) (10)
C3,-0.744444,-0.372549,ANSWER_NG BMP,2,0.633333,-0.852941,NEXT,0.522222,-
0.568627,BACK
(5) (6) (7) (8) (9) (10)
C4,-0.011111,-0.382353,ANSWER_NG BMP,2,0.633333,-0.892157,NEXT,0.522222,-
0.568627,BACK
(5) (6) (7) (8) (9) (10)

```

図 8 インタラクティブデータファイル
Fig. 8 File of interactive data.

配置される。それらの時間・位置情報はテキストファイル（インタラクティブデータファイル）（図 8）として出力される。

以下にインタラクティブデータファイルに書き込まれる内容と、図 5 下の演習問題を作成した際の出力を例とした構造について示す（図中の（N）は説明のための表記であり、実際のファイルには出力されない）。

- (1) スライド（演習問題）番号 Qn : $n = 1 \sim$
- (2) 表示（出題）開始時間：単位 ms
- (3) 表示される画像ファイル名
- (4) スライドに対する選択肢数
- (5) 選択肢番号 Cn : $n = 1 \sim$
- (6) ボタンとして認識される X 座標： $-1 \sim 1$
- (7) ボタンとして認識される Y 座標： $-1 \sim 1$
- (8) 選択時の動作：画像ファイル名（画像の表示）、または NEXT（続きから再生）
- (9) 選択後のスライドに対する選択肢数
- (10) 選択後スライドに対する選択肢の座標データおよび動作：選択肢数分記述する（BACK：前の画面に戻る）

これらの情報は問題の数だけ繰り返され、ファイルに出力される。また、Player ではこのファイルをもとに演習問題のデータが構成される。

4.2.3 評価

評価実験について述べる。演習問題の作成が容易であるかを検証するために、SlideMixer を用いた場合と、同様なコンテンツの作成が可能であり、PC 向けのインタラクティブなコ

ンテンツ作成ツールとして一般的な Adobe Flash を用いた場合とで演習問題の作成に要した時間を比較した（ただし、Flash を用いた場合は、PC の Flash Player 上で演習問題が出題されるものとする）。

実験方法

事前に被験者 5 名（大学生）に対し TalkCast のシステム概要を説明したうえで、SlideMixer を使用して演習問題の動作設定を行っている様子を見てもらい、同時に口頭での説明を 2 分行った。その後、図 5 下の例に示す演習問題の動作設定をしてもらい、設定に要した時間を測定した。使用する PowerPoint ファイルには問題、正解、不正解の 3 つのスライドが含まれており、事前に作成したものを提供した。さらに、動作設定として、問題スライドには解答選択肢に対応するボタン 3 つと動画の続きから再生するボタンを 1 つ配置させた。また正解スライドには続きから再生するボタンを 1 つ、不正解スライドには問題に戻るボタンと続きから再生するボタンを 1 つずつ配置させた。

次に、同じ 5 名の被験者に対し、Flash を用いて演習問題を作成している様子を見てもらい、同時に口頭での説明を 15 分行った。その後、SlideMixer で作成したものと同様の演習問題を作成してもらい、時間を測定した。講師動画はあらかじめ Flash エディタのタイムライン上に展開した状態で用意し、使用するボタン・問題画像は Flash オブジェクトとして登録を済ませた状態で実験を行った。被験者はタイムライン上の出題時間（フレーム）を選択し、ステージ（レイアウトを指定するパネル）上に問題画像・解答画像をドラッグ&ドロップで配置した。次に各ボタンを押したときの動作として、指定したフレームに移動して一時停止するコマンドや、動画の続きから再生に対応する短いコマンドを ActionScript^{*1}で記述してもらった（評価に用いた演習問題では 7 カ所に ActionScript の記述を行う必要があった。被験者にはそれぞれの箇所に ActionScript 1 文を記述させた）。さらに、作成中の被験者の質問に対し、口頭による助言を行った。

それぞれのツールを用いた際の所要時間を表 1 にしめす。

結果としては、Flash 使用時と比較して約 1/10 の時間で作業が完了する結果となった。また、対応のある場合の平均値の差の T 検定において P 値 = 0.00133 となり、有意水準 1% で有意差があることが分かった。

さらに、被験者からは「SlideMixer の場合、ドラッグ&ドロップのみで直感的に動作を設定できた」、「Flash の場合、ボタンに対する動作をプログラムで書く必要があるので面倒」

*1 インタラクティブ性を持つ Flash の作成に必要なプログラミング言語。

表 1 所要時間
Table 1 Needed time.

	SlideMixer	Flash
1	1分48秒	13分31秒
2	52秒	7分30秒
3	1分15秒	7分0秒
4	1分38秒	10分2秒
5	1分1秒	10分18秒
平均	1分19秒	9分40秒

という意見が得られた。これらのことから、SlideMixer を用いた場合、短時間かつ容易にインタラクティブなコンテンツの作成が可能であると考えられる。

5. TalkCast Player for PSP®

5.1 概 要

TalkCast Player は講義コンテンツを PSP® で視聴するための PSP® ソフトであり、コンテンツのインタラクティブな表示や操作が行える。また、ユーザの学習効率を上げるために通常の動画再生モードに加え、板書画像の表示を行う 2 つのモードと演習問題モードを搭載した。

[講師動画表示モード]

コンテンツに含まれる講師動画の再生を行う。

[縮小表示モード (板書表示)]

講師動画と板書全体の画像を同時に表示する。

[拡大表示モード (板書表示)]

板書画像の一部を拡大して表示する。

[演習問題モード]

出題される演習問題に対し、解答選択や答えの表示を行う。

操作手順について示す。まず、Player を起動すると保存されているコンテンツの選択画面が表示され、下部にはコンテンツ名や演習問題の有無などが表示される。この画面では方向キーを用いてコンテンツを選択し、ボタンで決定するとコンテンツが再生される。

次に、コンテンツの再生が始まると講師動画表示モードとなり、講師を追尾してパンする

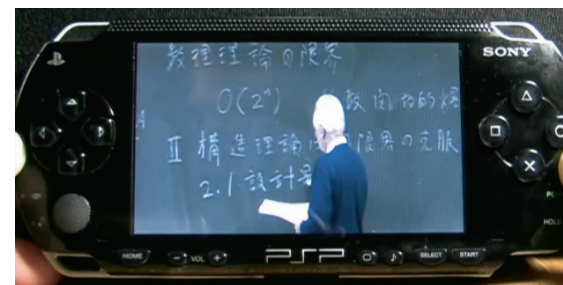


図 9 講師動画表示モード

Fig. 9 Mode of the lecture's video.

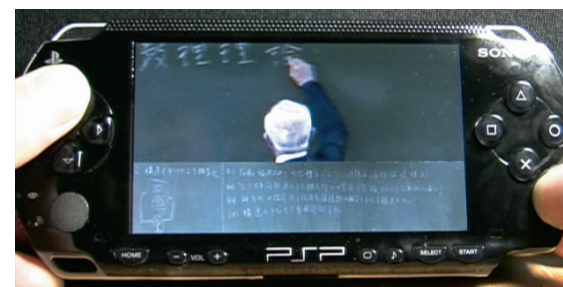


図 10 縮小表示モード

Fig. 10 Mode of whole blackboard.

動画が再生される (図 9)。

この状態で、ボタンを押すと縮小表示モードとなり、板書全体画像を方向キーで上下に移動させて (移動させる際の最大幅を縦移動可能幅とする)、講師の表情やジェスチャと同時に確認することができる (図 10)。

また、ボタンは板書表示モードの切換えが割り当てられていて、縮小表示モードと拡大表示モードの切換えを行うことができる。拡大表示モードでは板書の一部が拡大表示され、方向キーの左右で横スクロールし、詳細を確認することができる (図 11)。

このように、板書表示モードの切換えはボタン 1 つに統一されており、操作がスムーズに行える。

また、動画の再生位置が演習問題のタイミングになると、問題画面が表示され、方向キーで答えを選び、ボタンで決定することができる。その結果、選んだ選択肢に対応する解答

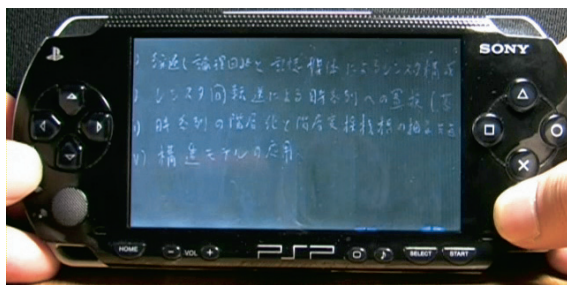


図 11 拡大表示モード

Fig. 11 Mode of enlarged blackboard.



不正解 正解

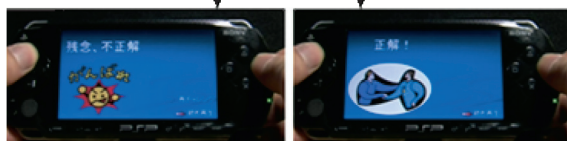


図 12 問題表示画面

Fig. 12 Mode of the question.

画面が表示される。解答画面では動画の続きから再生するか、問題をもう1度やり直すかを選択することができる(図12)。

さらに、Playerには早送りや巻き戻しなどの標準的な動画再生機能もあり、上記の操作と組み合わせることで効率的に学習することができる。

5.2 実装

モジュール構成を図13を用いて示す。Playerではコンテンツデータとして講師動画や板書画像データ(板書切換えタイミングファイルを含む)、演習問題データを読み込む。ま

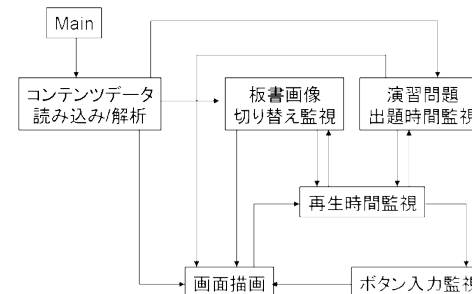


図 13 Playerのモジュール構成

Fig. 13 Module of Player.

た、コンテンツの再生中は動画の再生時間を監視するとともに、Producerが出力した板書切換えタイミングファイルを監視して、講師の追記・削除のタイミングで自動更新される板書静止画アニメーションの表示を行っている。加えて、画像からは講師の姿が除去されているため、カメラワークや講師の姿に影響されずに内容を確認できる。また、演習問題の出題はSlideMixerで出力された演習問題データファイルをもとに出題時間の監視や、選択肢の座標データに対するカーソルの表示などを行う。

5.3 評価実験

2つの板書表示モードの実装では以下の評価実験を行い、結果を反映させることで利便性を向上させた。

- (1) 縮小表示モードにおいて、講師の表情やジェスチャと板書画像を同時に表示する際に最適な板書画像の縦移動可能幅の評価。
- (2) 拡大表示モードにおいて、板書画像の最適な横スクロール速度の評価。
縮小表示モードにおける評価実験について示す。

実験方法

縮小表示モードでは板書画像を上下に移動した際、画像が上下のディスプレイ領域外(図14)にはみ出す。そこで、はみ出す面積の異なる4つの縦移動可能幅モデルを実装したプロトタイプを用意し(表2)、被験者大学生9名に板書画像を移動させる操作をしてもらい、それぞれを5段階で評価してもらった(5:見やすい~1:見にくい)。

結果として、板書画像を上下に最大幅移動させたとき、モデルCが一番使いやすいという結果が得られた(表3)。この理由として、移動可能幅が狭い場合、画像を移動させても

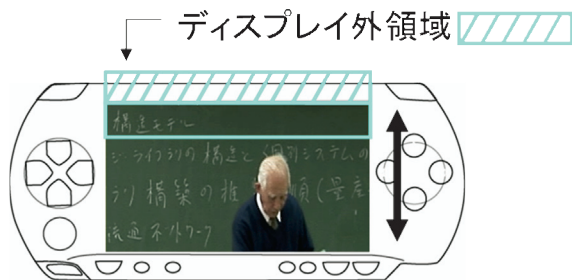


図 14 ディスプレイ領域外面積
Fig. 14 Outside display area.

表 2 縦移動可能幅
Table 2 Vertical moving range.

モデル	A	B	C	D
ディスプレイ領域外面積	0%	50%	80%	100%

講師の表情やジェスチャに重なってしまうということがあげられる。また、モデル D のようにディスプレイの外にすべて出せる場合、黒板を表示中であるかが分からなくなってしまうため、逆に使いにくいという結果が得られた。

次に、拡大表示モードにおける評価実験について示す。

実験方法

表 4 に示す 4 種類の横スクロール速度モデルを実装したプロトタイプを用意し、被験者である大学生 7 名に操作してもらい、それぞれを 5 段階評価してもらった (5: 見やすい~1: 見にくい)。

そして、板書の端から端までを横スクロールさせるためにかかる最適な時間長を求めた。

結果として、表 5 に示すように C または D モデルの速いスクロール速度が使用しやすいことが分かった。拡大表示モードで板書を見るときには、1 度に大きくスクロールさせるのではなく、小さいスクロールを繰り返して板書の更新箇所を追うことが多いため、素早く更新箇所へ移動できる速いスクロールが使いやすいという結果になったと考えられる。

本研究ではコンテンツの表示方法に関して上記 2 種類の評価実験を行い、得られた値の平均値を基にシステムを構築した。しかし、評価実験 1 における被験者 ③ (表 3 参照) の

表 3 最適な縦移動可能幅の結果
Table 3 Optimal vertical moving range.

被験者	縦移動可能幅			
	狭 ←			→ 広
ディスプレイ領域外率	A 0%	B 50%	C 80%	D 100%
①	3	4	5	4
②	3	5	5	2
③	5	2	2	5
④	1	2	5	4
⑤	2	3	5	1
⑥	2	4	5	1
⑦	1	3	4	2
⑧	3	4	4	2
⑨	3	4	5	5
平均値	2.56	3.44	4.44	2.89

表 4 拡大表示モードにおける横スクロール速度
Table 4 Horizontal moving speed.

モデル	A	B	C	D
時間	約 2 秒	約 1.5 秒	約 1 秒	約 0.5 秒

表 5 最適な横スクロール速度の結果
Table 5 Optimal horizontal moving speed.

被験者	横スクロール速度			
	遅い ←			→ 速い
時間	A 約 2 秒	B 約 1.5 秒	C 約 1 秒	D 約 0.5 秒
①	2	3	5	4
②	2	4	5	5
③	3	4	4	5
④	1	2	4	5
⑤	1	3	5	4
⑥	3	3	4	5
⑦	3	4	5	4
平均値	2.14	3.29	4.57	4.57

ように表示方法や操作性に関する評価はユーザの感性によって平均値から大きく外れる場合もあることが分かった。この対策としては、文献 20) で提案されているように、ユーザ自身がモバイルデバイスの小さな画面に何をどのように表示するかをカスタマイズできる機能を追加するなどが考えられる。

そのほか、評価実験を行った被験者からは以下の自由意見が得られた。

- iPod で講義動画を見たことがあるが、途中で飽きて眠くなってしまった。しかし、Talk-Cast の場合は板書のスクロールや演習問題などができるので楽しい。
- 板書画像には講師が映っていないのに、内容が書き換わるのが面白い。
- PSP[®] の操作に慣れているので、すぐに操作方法が分かった。

6. おわりに

本研究では、板書を使用した講義映像から、インタラクティブなモバイル学習コンテンツを容易に作成しポッドキャスト配信するツールと、コンテンツを PSP[®] で視聴するためのプレイヤソフトを開発し評価実験を行った。結果として、コンテンツ作成者、コンテンツ利用者(学習者)の両方から使いやすいシステムであるという評価が得られた。

今後の課題としては、学習状況を管理する LMS (学習管理システム) を Web アプリケーションとして構築することや、モバイル端末から解答内容や学習進行状況をアップロードできる機能を開発したいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 市村 哲, 福井登志也, 井上亮文, 伊藤雅仁, 宇田隆哉, 田胡和哉, 松下 温: Chalk-Talk : 講師動画と板書静止画の同時記録が可能な講義自動収録システム, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.3, pp.924-931 (2006).
- 2) 市村 哲, 福井登志也, 井上亮文, 伊藤雅仁, 宇田隆哉, 田胡和哉, 松下 温: Web 学習用講義コンテンツを自動作成する板書講義収録システム, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.10, pp.2938-2946 (2006).
- 3) 任天堂株式会社: 任天堂株式会社 2007 年 3 月期決算説明会参考資料, p.5. <http://www.nintendo.co.jp/ir/pdf/2007/070427.pdf>
- 4) Apple Inc.: News Release. <http://www.apple.com/jp/news/2007/apr/10ipod.html>
- 5) アイティメディア株式会社: ポッドキャスト急成長の兆し ニフティ「配信数、想定の数十倍」. <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0508/22/news030.html>
- 6) OSCJ.net: chalktalk-project. <http://chalktalk-project.oscj.net/>
- 7) 板宮朋基, 林 佑樹, 千代倉弘明: ワンマン録画可能な講義ビデオ作成システム, 情

- 報処理学会コンピュータと教育研究報告, No.70, pp.17-20 (2003).
- 8) 大西正輝, 泉 正夫, 福永邦雄: 講義映像における板書領域のブロック分割とその応用, 電子情報通信学会論文誌 (D-I), Vol.J83-D-1, No.11, pp.1187-1195 (2000).
 - 9) Liu, Q., Rui, Y., Gupta, A. and Cadiz, J.: Automating Camera Management for Lecture Room Environments, *Proc. ACM Conference on Human Factors in Computing System (CHI 2001)*, Vol.3, pp.442-449 (2001).
 - 10) Zhang, C., Crawford, J., Rui, Y. and He, L.: An Automated End-to-End Lecture Capturing and Broadcasting System, *Proc. ACM Multimedia 05*, pp.808-809 (2005).
 - 11) 東京大学: UTOpenCourseWare Podcast. <http://ocw.u-tokyo.ac.jp/podcasts/>
 - 12) Chandra, S.: Lecture video capture for the masses, *Proc. ACM ITiCSE'07*, pp.276-280 (2007).
 - 13) Hurst, W., Welte, M. and Jung, S.: An evaluation of the mobile usage of e-lecture podcasts, *Proc. ACM Mobility'07*, pp.16-23 (2007).
 - 14) Malan, D.J.: Podcasting computer science E-1, *Proc. ACM SIGCSE'07*, pp.389-393 (2007).
 - 15) 株式会社モバキッズ: モバ勉. <http://www.mben.jp/index.php>
 - 16) 緒方広明, 矢野米雄: 徳島大学におけるユビキタスラーニング (u-Learning) の取り組み, *メディア研究教育*, Vol.2, No.2, pp.19-17 (2006).
 - 17) Buyukkokten, O., Garcia-Molina, H., Paepcke, A. and Winograd, T.: Power browser: Efficient Web browsing for PDAs, *Proc. ACM CHI 2000*, pp.430-437 (2000).
 - 18) 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント: プレスリリース. <http://www.scei.co.jp/corporate/release/080715.html>
 - 19) 総務省: 通信産業基本調査平成 19 年度調査報告書. http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/statistics/pdf/HR200700_001.pdf
 - 20) Lee, K.B. and Grice, R.A.: An adaptive viewing application for the web on personal digital assistants, *Proc. ACM SIGDOC'03*, pp.125-132 (2003).

(平成 20 年 4 月 11 日受付)

(平成 20 年 10 月 7 日採録)



梶山 拓哉 (学生会員)

2008年東京工科大学コンピュータサイエンス学部卒業。現在、東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科博士前期課程に在学。



提箸 浩志 (学生会員)

2008年東京工科大学コンピュータサイエンス学部卒業。現在、東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科博士前期課程に在学。



福井登志也

1989年日立製作所半導体事業部入社。1992年日立茨城工業専門学院管理工学科卒業。1997年東京ソフト販売入社。1997～2003年富士ゼロックスに派遣、ソフトウェア開発業務に従事。2003～2005年蝶理情報システムに派遣、官公庁システムの開発業務に従事。2005年より東京工科大学Linuxオープンソースソフトウェアセンターにてソフトウェアの研究開発業務に従事、現在に至る。



市村 哲 (正会員)

1989年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業。1994年同大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。同年富士ゼロックス(株)入社。1997～1999年富士ゼロックスパロアルト研究所(FXPAL)駐在。2002年東京工科大学助教授。2007年より同大学准教授。グループウェア、ネットワークサービス、生体情報活用等の研究に従事。『IT TEXT 基礎Web技術』、『IT TEXT 応用Web技術』(オーム社)。DICOMO 2003 & DICOMO 2005優秀論文賞受賞。ACM、電子情報通信学会各会員。