

## 講師動画と板書画像を含むモバイル学習用 コンテンツ様式の検討

市村 哲<sup>†1</sup> 中村 亮太<sup>†1</sup> 梶 並知 記<sup>†1</sup>

筆者らが開発した ChalkTalk Producer は講義映像から講師の追尾動画と黒板全体の静止画を自動作成する講義収録ツールである。本論文では、ChalkTalk Producer が作成した講師動画と板書画像を、スマートフォンのようなモバイル機器で表示するための方法について検討する。Android スマートフォン上で稼動する 2 種類の評価用ソフトウェアを構築し、これらを用いて表示様式についての検証を行った。評価の結果、現状では講師の位置のみを参照してカメラワークを決定しているが、講師が書いている板書を参照したり、講師が板書中か否かを判定したりしてカメラワークを決める必要があるというような改善策の知見が得られた。

### A Consideration of Display Style to Show Lecturer's Video and Blackboard's Image on Mobile Device

SATOSHI ICHIMURA<sup>†1</sup> RYOTA NAKAMURA<sup>†1</sup>  
and TOMOKI KAJINAMI<sup>†1</sup>

We developed ChalkTalk Producer, which automatically produces E-learning materials including a lecturer-tracking video and entire blackboard image from videotaped chalk talks. In this paper, how lecturer's video and blackboard produced by ChalkTalk Producer should be displayed on mobile devices like Smartphones is discussed. Two prototype software for Android Smartphones were built for the evaluation. As a result of the evaluation, it was found that what is written on the blackboard and whether the lecturer is writing or not have to be considered in order to determine camera work.

### 1. はじめに

近年、「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 試験対策等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。それに伴い、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スマートフォンや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。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。

モバイル環境での講義受講システムとしては iPod(iPhone を含む) 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<sup>1)2)</sup> が存在する。専属カメラマンが講師をビデオ撮影するものや、固定カメラを用いて板書全体を撮影するもの<sup>3)</sup> がある。撮影した動画を 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 等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、通学中等の空いた時間に視聴する。しかし、使用するモバイル端末のディスプレイが PC のディスプレイに比べ極めて小さく、そのため、黒板全体を撮影すると板書の文字が小さくなり読み取れないという問題や、講師を中心にズームして撮影すると講師付近の板書しか見えないという問題がある<sup>3)</sup>。

これらの問題に対し筆者らは、過去の研究において、講師が板書をしながら黒板の前を歩き回るような映像をハイビジョン撮影し、ハイビジョン撮影した講義映像から講師の追尾動画と黒板全体の静止画アニメーションを自動作成する「ChalkTalk Producer」<sup>3)4)</sup> の開発を行った。ChalkTalk Producer が作成したコンテンツを Web サーバに配置することで、Web ブラウザでこれらコンテンツを視聴できる。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等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、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を行っているのが現状である。

本論文では、ChalkTalk Producer が作成した講師動画と板書画像を、スマートフォンのようなモバイル機器で表示するための方法について検討する。前記 iPod を利用した講義映像視聴システムを利用する場合や、旧来行なわれてきた DVD ビデオに収録した講義映像を利用する場合は、モバイル機器で行なえるのは、早送り、まき戻し、シーク、一時停止等の一般的な動画再生操作のみであることから、その再生表示様式について特に検討は行なわれてこなかった。一方、ChalkTalk Producer が作成したコンテンツは講師動画と板書画像とが複合化されたコンテンツであることから、再生表示様式に対する検討が必要となる。

<sup>†1</sup> 東京工科大学 コンピュータサイエンス学部  
School of Computer Science, Tokyo University of Technology

今回、Android スマートフォン上で稼動する 2 種類の評価用ソフトウェアを構築し、これらを用いて 2 つの評価実験を行った。

1 つ目の評価実験は、受講者が講義映像の中で何を見たがっているのかを調べる実験である。この実験のためにハイビジョン映像を横方向にスクロールすることができる動画プレーヤー (Android アプリケーション) を構築して実験に用いた。黒板全体が映っているハイビジョン映像を H264 形式に圧縮した動画を再生するソフトウェアである。視聴者が画面を指で横方向になぞると、なぞった方向にハイビジョン映像が横スクロールし、必要な部分を選んで表示できる。ユーザの横スクロール操作の観察とインタビューによって調査を行った。

2 つ目の評価実験は、ChalkTalk Producer が出力した講師映像と板書画像をどのような様式でモバイル端末に表示すべきかを検証する実験である。この実験のために講師映像ウィンドウと板書静止画ウィンドウを同期再生できるコンテンツプレーヤー (Android アプリケーション) を構築して実験に用いた。視線検出器による注目箇所の観察とインタビューによって調査を行った。

評価の結果、現状では講師の位置のみを参照してカメラワークを決定しているが、講師が書いている板書を参照したり、講師が板書中か否かを判定したりしてカメラワークを決める必要があるというような改善策の知見が得られた。

## 2. 従来研究

モバイル端末のディスプレイ面積が小さいため、講師が板書をしながら黒板の前を歩き回るといった映像を収録するためには、通常、専属カメラマンがビデオカメラを操作し、講師や板書を適宜ズームしながら撮影しなければならなかった。一方、専属カメラマンを導入しない場合には、黒板全体が映るようにビデオカメラを固定設置して撮影し、それをモバイル端末で表示することが考えられるが、板書の文字が小さくなり読み取れないという問題や、講師の表情がわからないという問題が生じる。

従来研究の中には、首振りカメラを用いて講義を自動収録するもの<sup>5)6)7)</sup>があるが、装置が大掛かりになるという問題の他に、常に講師を中心に自動ズーム撮影した場合には、講師付近の板書しか見えず、見たい時に見たい箇所を閲覧できないという問題が生じる。講義の場合は、少し前に説明された内容を参照しながら現在の内容を理解するということがしばしばあり、黒板全体を同時に見渡したいという要求が少なからず存在する。

前記従来システムの問題に対し、著者らが過去に開発した ChalkTalk Producer 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。専属のカメラマンは不要である。またこの自動収録時、講師近辺の映像は動画として記録し、板書全体は静止画アニメーションとして記録される。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、講師の影になって見えない内容も見ることができ、くわえて、板書内容に変化があった時のみ静止画を作成するため、ハイビジョン画質でも必要な記憶容量が少なく済むという利点がある。

ChalkTalk 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、ハイビジョン撮影した講義動画から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。
- (3) 映像酔いを防ぐため、講師領域の移動が少ない場合にはあえてカメラワークを行わず、講師の胴体や手が画面からはみ出しそうになったらパンをする。
- (4) 人間が行なうカメラワークに似せるため、講師が移動したタイミングから意図的に 0.5 秒間遅らせてパンをする。

これらの処理を経て、講師近傍領域の小さな動画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。

## 3. 研究の目的

本論文では、スマートフォン等を用いてモバイル学習する場合において、講師動画と板書画像を含む学習用コンテンツの適切な表示様式を検討する。

従来、講師映像と板書映像が同時に表示されるシステムとしては、著者らが過去に開発した ChalkTalk が存在する。Web ブラウザを使用して講義を受講させるシステムであり、講義映像と板書静止画アニメーションとが同期再生されるものであった。講師映像ウィンドウと板書静止画ウィンドウを任意のレイアウトで配置することができた。デスクトップ PC またはノート PC で視聴されることが想定されており、画面サイズが十分大きいことから、講師映像ウィンドウと板書静止画ウィンドウとを画面上に一旦配置したら、原則、その後は

ウィンドウの縮小や移動を行なう必要はなかった。よって、表示様式についての検討は行なわれてこなかった。

また、従来のスマートフォン等が搭載する動画プレーヤーは、動画コンテンツ以外の情報を同時表示する必要がなかったことから、動画を画面サイズいっぱいに表示するのが普通であった。例えば前述した iPod を利用した大学の講義映像視聴システムにおいても、撮影した動画をエンコードしてそれを iPod 標準の動画プレーヤーでフルスクリーン再生するものであった。よって、複数ウィンドウを操作して講義を受講するという状況を想定した表示様式の検討は行なわれてこなかった。

一方、本論文の研究対象はスマートフォン等の画面サイズが限られたモバイル端末で講師動画と板書画像とを同時に視聴させるシステムであるが、このようなシステムを想定した場合、小さな画面にこれら講師映像と板書映像を同時表示する場合の表示様式を検討する必要がある。特に、近年普及が進んでいるマルチタッチ対応のスマートフォンにおいては、指先のピンチ操作でウィンドウの拡大・縮小やウィンドウ表示位置の変更が容易に行なえるため操作の自由度が高い。著者らは、この操作性の高さが有効に活用できる動画再生機能および板書再生機能を提供すべきであると考えている。

#### 4. 評価実験 1

1つ目の実験は、ハイビジョン映像を横方向にスクロールすることができる動画プレーヤーを用いた実験である。受講者が、講義映像の中で何を見たがっているのかを調べることが目的であり、ユーザの横スクロール操作（指先のタッチ操作）の観察とインタビューによって調査を行った。

被験者に提供したソフトウェアは、黒板全体が映っているハイビジョン映像を H264 形式に圧縮した動画を再生する Android アプリである（ChalkTalk Producer が作成したコンテンツを再生するものではない）。視聴者が画面を指で横方向になぞると、なぞった方向にハイビジョン映像が横スクロールさせることが可能である。講義映像の縦方向はスマートフォンの画面いっぱいに表示されるが、講義映像の横方向は画面からはみ出ており、はみ出ている部分は非表示となっている。通常の動画プレーヤーでは、黒板全体が映っている映像をモバイル端末上で再生すると板書の文字が小さくなり読み取れないという問題や、講師の表情がわからないという問題が生じるが、本ソフトウェアでは、横スクロールにより必要な部分を大きく表示して見ることができる。

なお、本評価用ソフトウェアの設計においては、ChalkTalk Producer が出力する講師

動画と似た映像を画面に表示できるようにすることを目指した。具体的には、ChalkTalk Producer が出力する講師動画と同じ画角の講師動画をスマートフォン画面上に表示できるようにした。また、板書画像の鮮明度に関し、ChalkTalk Producer が出力する板書静止画と同じ程度となるように動画圧縮率を調整した。

##### 4.1 実験条件

被験者は情報系大学生 6 名 (A-F) である。講義映像を横方向にスクロールすることができる動画プレーヤーを被験者に提供し、使用している様子をビデオ撮影した。各被験者には、プログラミング講義と統計学の 2 つの模擬講義をそれぞれ受講させた。模擬講義を行ったのは、それぞれの授業を本学で講義担当している大学教員である。

プログラミング講義の動画は約 3 分であり、黒板にソースコードを示して Java クラスの定義方法を説明する動画である。統計学の動画も約 3 分であり、黒板に数式および公式を示して統計的推定方法を説明する動画である。実験開始前に、横方向に映像をスクロールできることを被験者に動作確認させたのち、動画講義を視聴させた。実験の目的については一切説明を行わず、横スクロール操作を観察することも伝えなかった。被験者をグループ X とグループ Y に分け、グループ X にはプログラミング講義、統計学の順で視聴させ、グループ Y には統計学、プログラミング講義の順で視聴させた。グループ X に属する被験者は A,B,C であり、グループ Y に属する被験者は D,E,F である。

実験終了後直ぐに、被験者が横スクロール操作を行ったタイミングを被験者に口頭で説明して、横スクロールした理由（講師を見たくてスクロールしたのか、板書を見たくてスクロールをしたのか等）をインタビューした。このインタビューの様子をビデオ撮影し、後日、主要部分を書き起こして分析に使用した。

##### 4.2 実験結果

###### 4.2.1 スクロール操作回数と講師が消えた回数

実験結果を表 1 に示す。まず、被験者が何を見たがっているのかを調べることが本実験の目的であることから、見たいものを見るために行った「スクロール操作回数」と、見たいものが講師映像であったかどうかを知る手がかりとなる「講師が消えた回数」をビデオ映像を見てカウントした。表 1 に記載されている回数は、プログラミング講義と統計学を視聴した際の合計回数である

「スクロール操作回数」については、見たい箇所を表示させるまでに 2 回以上続けてスクロールした場合は、スクロール回数 1 回としてカウントすることとした。「講師が消えた回数」については、消えた時間の長短に関わらず、姿が完全に消えた瞬間に 1 回とカウントし

表 1 スクロール操作回数と講師が消えた回数  
Table 1 The number of scroll and lecturer's disappearance

被験者	スクロール操作回数	講師が消えた回数	インタビューに対する回答
A	10	5	講師は体の一部分が見えていれば良い 講師が板書する一筆目が見えていると安心する 講師が板書している瞬間を見たい
B	16	9	前に書かれた板書を見ることができるのが良い 講師が書き始めたら手元が見たい 講師が書き始めたら自動的にスクロールして欲しい
C	16	11	ノートをとるなら、スクロール操作は難しいだろう ノートをとるなら、講師をすぐには追従したくない たまに黒板を見わたしたい
D	25	4	講師が話している姿は極力見たい ノートをとりながらだと忙しそう しゃべっている人が映っていないと落ち着かない
E	9	11	板書位置を追跡するオートモードが欲しい 講師は最低限位置がわかればよい 全体を見わたす機能が欲しい
F	8	13	講師の姿が消えると、どこで何をしているか不安になる 板書を重視している 板書内容を覚えるために講師はあまり追跡しない

た。また、被験者へのインタビューを撮影した映像を観察し、それぞれの実験後に得られたユーザの回答を表 1 に併せて記載した。

「スクロール操作回数」の結果について考察する。回数が目立って多い被験者 D (25 回) と、回数が少ない被験者 A (10 回)、E (9 回)、F (8 回) を比較した場合、各被験者のインタビュー回答内容から、講師が話している姿を見ることを重視する D と、講師の姿を見ることよりも板書を見ることを重視する A、E、F とで結果が分かれたことがわかった。A、E、F の回答には、講師の体の一部分が映っていればよいという意見や、講師の位置がわかればよいという意見があった。F からは、「板書内容を覚える時間を確保するために講師はあまり追跡しない」という意見が得られた。

他方、スクロール回数が 13 回の被験者 B と C からは、「講師が書き始めたら手元が見たい」、「講師が書き始めたら自動的にスクロールして欲しい」という意見や、「ノートをとる場合は、講師をすぐには追従したくない」という意見が得られた。B と C には共通して、「普段は講師映像を重視していないが、講師が板書を開始したらその手元に着目したい」という意図があり、被験者 A、E、F に近い意見を持っていると考察された。

なお、ビデオ映像を分析すると、A、E、F および B、C であっても、講師の姿が完全に見えなくなった場合には（身体の一部さえも見えなくなった場合には）、その直後または数秒後には必ず講師の姿を見るためにスクロールを行っていた。F からは、「講師の姿が消えると、どこで何をしているか不安になる」という意見が得られた。

次に、「講師が消えた回数」の結果について考察する。実験開始前には、「スクロール操作回数」が多いと「講師が消えた回数」が少なくなると予測していた。スクロール回数が多い人は、講師が画面の端から消えないうちにスクロールをする人であると推測したからである。しかしながら、実験結果からは一概にそのような傾向があるとは見受けられなかった。

そこでビデオ映像を改めて分析したところ、D の行動は、予測したとおり講師が画面の端から消えないうちにスクロールをするというものであったが、他の被験者の行動からは「講師が消えた回数」が増減する原因が他にあることがわかった。C の行動に顕著であったが、板書表示量を極力多くするためにスクロール操作をした際に講師を画面左端ぎりぎりに表示する回数が多く、そのため講師が左方向に少し動くだけで画面から頻繁に消えてしまう結果となった。

一方、A の場合、スクロール操作をした際に講師を画面中央に表示する傾向があり、横スクロール回数が 10 回と少ないにも関わらず、講師が消えた回数が 5 回と少なかった。単純に講師が画面の端から離れていたことで、画面内に留まることが多かったと考察された。

#### 4.2.2 被験者が頻繁に行った行動

次に、実験中に撮影したビデオ映像の全てを詳細に観察し、被験者が頻繁行った行動を書き出した。書き出された行動は以下のようなものである。

- 行動 1 講師が板書を書き始める時、1 文字目が画面の左端になるようにスクロールした
- 行動 2 講師が板書が書き終えて横に移動した時、講師を直ぐには追わなかった
- 行動 3 講師の姿が完全に消えた場合に、講師の移動方向にスクロールした

上記 3 つの行動に関し、各被験者がその行動を頻繁に行う人であったかどうかをまとめて表 2 に示した。

行動 1 と行動 2 については、横スクロール操作において、当該行動がほぼ毎回あてはまる場合を◎、比較的多くあてはまる場合を○、あてはまらないまたはほとんどあてはまらない場合を×として表記した。行動 3 については、全ての被験者にあてはまった。行動 3 に関する表記としては、講師の姿が完全に消えた時点から 1 秒経たずにスクロールすることが多かった場合を◎、1 秒以上 3 秒未満経ってからスクロールすることが多かった場合を○、3 秒以上経ってスクロールすることが多かった場合を△として示した。

表 2 被験者が頻繁に行った行動  
Table 2 Subjects' frequent action

被験者	行動 1	行動 2	行動 3
A	×	◎	○
B	◎	○	○
C	◎	○	○
D	○	×	◎
E	◎	◎	△
F	◎	◎	△

実験結果から、行動 1 については、「しゃべっている人が映っていないと落ち着かない」という意見を持つ被験者 D を除いた全ての被験者にはほぼ毎回あてはまっていたことがわかった。行動 2 については、横スクロール回数が少なかった被験者 A,E,F によくあてはまっており、講師が板書が書き終えて横に移動しても板書を見続けようとしたことが、横スクロール回数が減少する原因になったと推測される。行動 3 についても、横スクロール回数が少なかった被験者 A,E,F とスクロール回数が多かった被験者 D で対照的であった。

続いて、撮影したビデオ映像を観察した中で、特定の被験者に限定して見られた行動について記す。被験者 C と E に共通に見られた行動として、「講師が板書を消している間に、スクロールして黒板全体を見わたした」というものがあった。受講者には、潜在的に黒板全体を見わたしたいという願望があるが、スクロール操作を課した場合には、黒板全体を見わたすという行為を実行に移さなくなるのではないかと推測された。

## 5. 評価実験 2

2 つ目の実験は、近年普及が進んでいるマルチタッチ対応のスマートフォンにおいて、ChalkTalk Producer が出力した講師映像と板書画像をどのような様式で表示すべきかを検証する実験である。ChalkTalk Producer が出力した講師映像と板書画像を表示する評価用ソフトウェアを構築し、Android スマートフォン上で動作させて評価実験を行った。

評価用ソフトウェアは、近年普及が進んでいるマルチタッチ対応のスマートフォンにおいて使用されることを想定したものであり、講師映像ウィンドウと板書静止画ウィンドウを配置した後、指先のピンチ操作でウィンドウの拡大・縮小や移動が行えるようになっている。

スマートフォン等の小さい画面に複数ウィンドウ表示させた場合、視聴者はそれらをどのように視聴するかを観察することが目的であり、視線検出器による注目箇所の観察とアンケートによって調査を行った。

## 5.1 実験条件

被験者は情報系大学生 5 名 (G-K) である (評価実験 1 とは異なる)。被験者らには評価実験 1 で用いた統計学の模擬講義を受講させた。実験では被験者間の視線データを統制するために講師映像ウィンドウと板書静止画ウィンドウの配置・サイズを固定にして被験者には画面を操作させないようにした。被験者には受講後直ぐに、注目箇所とその理由をアンケート用紙に記述させた。

## 5.2 実験結果

実験結果を表 3 に示す。

表 3 視線方向計測  
Table 3 Subjects' gaze direction

被験者	講師 (秒)	板書 (秒)	アンケート用紙に記述された回答
G	151	31	講師を中心に見ていた 説明をする講師と板書された数式を照らし合わせるように見た 講義資料がなかったので理解するために講師を見ることが多かった
H	129	53	基本的には講師を中心に見た 黒板が更新された時は視線を黒板に移動させた 講師が板書している時は、どこを見て良いのか分からないことがあった
I	96	86	講師を見るよりも数式を見ている方が多かったように感じる 板書された数式の中で分からない部分があったため、何度もその部分を見た
J	156	25	数式を板書しているときは、チョークの先端を見て数式を追っていた 講師が話をしているときは、講師の口元、目を見るようにしていた 板書内容が変化するとその箇所を何度か見る程度であった
K	144	38	講師が話しているときは、そちらを見ていた。特に講師の腕に注目した 黒板は、変化 (数式が現れる・消える) があつたときに見た
平均 (σ)	135.2 (21.6)	46.6 (21.8)	

まず、講師映像ウィンドウと板書静止画ウィンドウに視線を向けた総時間量 (秒) を計測した結果、板書に視線が向けられた時間よりも講師に向けられた時間の方が 2.9 倍長い結果となった。アンケートの回答においても「基本的に講師を中心に見ていた」「講師が説明している間は講師を見ていた」という意見が多くあり、講師映像が注目されやすい傾向にあることがわかった。

一方で被験者 I に関しては他の被験者に比べて講師映像を見ている時間が短く、また、被験者 I からの回答を確認しても「講師よりも数式を見ている方が多かったように感じる」「数

式を理解するために何度も見直した」と必ずしも講師を中心に視聴しているわけではないことがわかった。

次に、講師映像と板書静止画それぞれについて、被験者がどのようなタイミングで視線を移動するか分析を行った。視線データを観察すると、板書静止画においては、(1)文字が現れるまたは消える、というイベント発生時に視線が移動することが多いことがわかった。また、講師映像においては、(2)講師が板書する、(3)講師が正面を向いて説明する、というイベント発生時に視線が移動することが多かった。そこで、これら3つのイベント発生時に視線が移動した確率をそれぞれ求めた。なお、各イベントの発生回数は、(1)10回、(2)11回、(3)9回であり、視線移動の判定基準はイベント発生時に一度でも該当箇所へ視線を移動させた場合、1回とカウントすることとした。

分析の結果、(2)の「講師映像上で講師が板書した時」については全被験者が100%の確率で講師に視線を移動させており、被験者が最も見たいイベントの1つであると推測できる。次に確率が高かったイベントは、(1)の「板書静止画上で板書が更新された時」であり被験者間の平均値は94.0% ( $\sigma = 4.9$ )の確率であった。これは多くの被験者から回答された「黒板が更新されたときに黒板を見た」という意見に一致する結果となった。一方、(3)の「講師映像上で講師が正面を向いた時」では73.3% ( $\sigma = 16.6$ )と視線移動回数は比較的少なかった。

## 6. 考 察

2つの評価実験を通じて得た知見について考察する。評価実験1と2の結果から多くの改善策が示唆された。導出された改善策は、「講師が板書を書き始めるタイミングを認識し、講師を左側に移動させて右を板書表示のために空ける（横書き板書の場合）」、「講師が板書をしているときは、講師の身体がほとんど画面からはみ出しても問題がない」、「現在板書中の文があるとすると、その文全体が極力画面に納まるようにカメラワークを行う」、「講師が板書を書き終えて横に移動した場合でも、すぐに講師を追わずに数秒間カメラワークを停止する」等である。現状のChalkTalk Producerは、講師の位置のみを参照してカメラワークを決定しているが、評価実験の結果は主に、講師が書いている板書を参照したり、講師が板書中か否かを判定したりしてカメラワークを決める必要があるということを示唆している。

また、今までのChalkTalk Producerの設計は、講師動画は講師の姿を表示するものであって、板書については板書静止画で表示すればよいという方針であったが、今回の評価実験の結果から、板書についても極力講師動画で表示することが望ましいことがわかった。板

書静止画については講師動画を補助する目的で用い、講師動画で表示できない板書を板書静止画で見られるようにすることが望ましいことが示唆された。さらに評価実験1の結果から、講師の姿を重視している人は少ないが、講師が画面から消えた場合にどこにいるのかわからないという意見が極めて多いことがわかったが、これに対しては、黒板全体を映している板書静止画上に講師の現在位置をマーカーやアイコンで表示し、常に講師の現在位置が確認できるようにすること等が考えられる。

## 7. おわりに

2つの評価用ソフトウェアを構築し、これらを用いて講義映像と板書映像をAndroidスマートフォン上に表示して表示様式を検討した。ビデオ映像と視線データの分析と、被験者に対するインタビューを通して、多くの表示様式に対する改良案を得ることができた。なお、現状のChalkTalk Producerに対する改良案は、モバイル端末での使用に限定されるものではなく、PCのWebブラウザ等に表示する場合にも有効となると思われる。

## 参 考 文 献

- 1) Chandra,S.: Lecture video capture for the masses, Proc. of ACM ITiCSE'07, pp.276-280 (2007).
- 2) Hurst,W.,Welte,M.,Jung,S.: An evaluation of the mobile usage of e-lecture podcasts, Proc. of ACM Mobility'07, pp.16-23 (2007).
- 3) 市村, 井上, 宇田, 伊藤, 田胡, 松下: ChalkTalk: 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).
- 4) 市村, 福井, 井上, 松下: 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).
- 5) 大西, 泉, 福永: 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).
- 6) Liu, Q., Rui, Y., Gupta, A., Cadiz, J.: Automating Camera Management for Lecture Room Environments, Proc. Of ACM Conference on Human Factors in Computing System (CHI 2001), Vol.3, pp.442-449 (2001).
- 7) Zhang, C., Crawford, J., Rui, Y., He, L.: An Automated End-to-End Lecture Capturing and Broadcasting System, Proc. Of ACM Multimedia 05, pp.808-809 (2005).