

講義者の位置情報を利用した板書自動保存システムの開発

土江田織枝*, 松井李璃乃**, 山田昌尚*, 林 裕樹*

Development of a Automatic Board-content Recording System using Lecture's Location

Orie DOEDA*, Ririno MATSUI**, Masanao YAMADA*, Hiroki HAYASHI *

Abstract

Each student has a different writing speed when taking notes in the class. Sometimes, the lecturer may erase writings on the board before some students finish taking their notes. Besides, in the event that students are absent from class, especially when it is a long period of time, it is often necessary to record the contents of the board and offer the students the records later. Thus, we are developing a system that automatically saves the contents of the board according to the lecturer's position. In this paper, we describe the specifications of the system under development and some issues we found from the experimental results.

Key word: Image processing , lecturer's position , whiteboard

1. はじめに

板書を行う授業の際には、講義者は板書のスペースが無くなると、既に書いてある板書内容を消しながら書き進めることになる。学生が板書内容をノートへ書き写す速さは、講義者の授業の進め方や学生の授業の受け方によっても異なるが個人差がある。講義者の多くは、殆どの学生が書き終えたところを見計らって板書内容を消すが、授業のように時間が限られている状況においては、全ての学生が書き終えるのを待つことは難しい。そのため、書き写しの遅い学生は、全ての板書内容を書き終える前に消されてしまうことが有り得る。そのようなときには、写しきれなかった部分を後から見せてもらってノートを完成させるか、そのまま放置して未完成のままにしておくかが学生に委ねられることになる。また、授業を欠席した場合には、なんらかの手段で板書内容の確保が必要となるが、長期間の欠席などでは学生の負担も大きい。このような背景から、板書内容を容易に保存しておけば、それを必要としている学生へ提供できるのではないかと考えた。

そこで筆者らは、板書を行う講義者の位置によって板書内容を自動で撮影し、その内容を保存するシステムの開発を行っている。授業中に利用するシステムなので、操作の仕様や設置については、講義者が困難を感じないような配慮が必要となる。また、板書を写している学生の邪魔にならないことも重要となる。本稿では、現在開発中のシステムの構成や基本的な仕様、

システムの動作実験の結果について述べる。

2. 関連研究

板書内容の記録を行うシステムとして、遠隔講義やWBT(Web Based Training)での教材への利用を目的とした森田らのシステム [1] がある。このシステムは、ハイビジョンカメラを教室の後ろに設置し、授業を撮影する。そして、後に撮影した映像から講義者の映像と板書の静止画を別々に発信するシステムとなっている。本研究のシステムでは、講義者の写っていない板書内容のみをリアルタイムに保存することで板書内容のデータを作成しているため、扱うデータが異なっている。

また、板書の見出しや強調したい重要箇所にカラーマグネットを貼って強調し、講義者が板書の強調を利用した講義動画のインデックスを自動生成する井上らのシステム [2] がある。このシステムは、操作の際に講義者に特別な負担をかけることなく板書内容を自動生成できるところが本研究システムと同様の目的となっているが、動画を扱ったシステムという点で異なっている。

3. システムの概要

本システムは、黒板ではなくホワイトボードでの板書の際の使用を想定して開発を行った。使用するホワイトボードの大きさには、特に指定はない。本システムの主な処理はPython3で開発し、画像処理はOpenCV3

* 釧路工業高等専門学校創造工学科

** 株式会社 JAL エンジニアリング

で行った。これらが使える環境であれば、OS に関係なく本システムを使うことが可能である。今回は、Raspberry Pi 3 ModelB+と、Mac に実装した。板書内容は、Raspberry Pi ではウェブカメラを使用し、Mac ではパソコンの内蔵カメラで撮影した。実験にはウェブカメラとして BUFFALO 社の BSW20KM11 を使用したが、それ以外のウェブカメラを使用した際も問題はなかった。

システムの構成は、パソコンとカメラのみとなっている。システムを起動後に、パソコンのディスプレイにカメラ画像が表示されるので、それを見ながらホワイトボードの板書に使う部分が全て納まるようにカメラの位置を調整し設置する。設置後に、「s」キーを入力すると自動保存が開始される。システムを終了するときには、「q」キーを入力する。本システムでは、使用の際にこれ以外の入力はいらない。

4. 自動撮影の処理

本システムは、板書内容を自動撮影する。撮影を行う条件を以下に示す。

1. ホワイトボード前の講義者は保存しない
2. 板書内容で変化のないものは保存しない

上記 1 については、本システムではカメラ画像から講義者のみを削除するなどの処理は行わない。そのため、講義者がホワイトボードの前に居るのかどうかの判断を行い、講義者が居ないときのみ板書内容のカメラ画像を保存することとしている。2 については、同じ板書内容のファイルが複数存在すると、必要なファイルを検索するために時間が掛かることや、保存にかかる容量が無駄となるため、保存した板書の内容に重複がないようにする。

これらの条件を満たすために、ホワイトボード前の講義者と板書内容の変化について一定間隔で確認する必要がある。本システムでは、確認処理を 5 秒間隔で行っている。

5. 画像の定義

自動保存の処理で使用する画像の定義について説明する。定義した画像はそれぞれ、「first_image」、「capture_image」、「hold_image」などのファイル名で示す。

5.1 初期画像

図 1 に示すように、ホワイトボード上に何も書いておらず、講義者もホワイトボード前に居ない状態の画像を初期画像とし、ファイル名を「first_image」とする。first_image の内容は上書きせず、システムが終了するまで内容の変更はない。

5.2 講義者が居ない画像

ホワイトボード上に板書内容が書かれていて、ホワイトボード前に講義者が居ないときの画像のファイル名を「capture_image」とする。図 2 に capture_image の画像の一例を示す。capture_image は、必要に応じて上書きされ、内容が更新される。

5.3 板書内容に変化があり講義者が居ない画像

ホワイトボードの前に講義者がいない状態で、板書内容に変化があった時の画像のファイル名を「hold_image」とする。図 3 に hold_image の画像の一例を示す。hold_image も、capture_image と同様に、必要に応じて内容が更新される。

6. 講義者の在否確認

本システムの自動保存の処理に必要な、ホワイトボード前の講義者の在否確認の処理について説明する。まず、現在の取得画像(図 4(a))に 2 値化処理を行う。図 4(b) は、図 4(a) を 2 値化した画像である。2 値化した first_image(図 1)を背景画像として、図 4(b)の画像とで背景差分による比較を行う。

first_image と現在の画像の対応する画素同士で画素

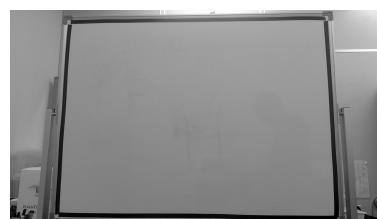


図 1: first_image

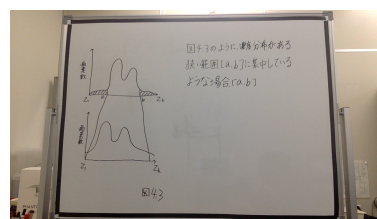


図 2: capture_image

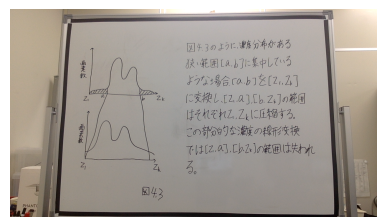


図 3: hold_image

値が異なるものの総数を分子とし、`first_image` の全画素数を分母として相違度を求める。本システムでは相違度が 1% 以上であれば、ホワイトボード前に講義者が居ると判断し、1% 未満であれば講義者は居ないと判断する。講義者が居ないと判断したときには、現在のカメラ画像をファイル名「`capture_image`」で上書き保存し、内容を更新する。

7. 板書内容の変化の確認

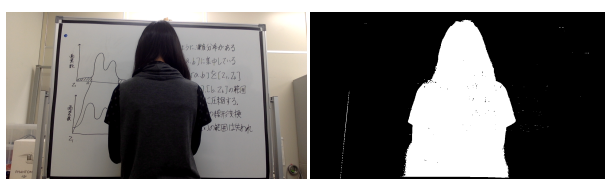
本システムでは、重複する板書内容の保存を避けたいので、板書内容に変化があった時だけ `hold_image`(図 3) の内容を更新する。板書内容の変化の有無の確認処理は、講義者が映っていない板書内容の画像 (`hold_image`) を背景画像とし、`capture_image`(図 2) と共に 2 値化し、その二つの画像の背景差分で確認する。図 5 は `capture_image` の 2 値化画像である。

6 章と同様の方法でこれらの画像から求めた相違度が、0.1% 以上であれば、ホワイトボードに書かれた内容に変化があったと判断し、`hold_image` を、`capture_image` の内容に書き換える。判断とした相違度の値の範囲は、約 30 回実験を行った結果から適切と判断した値を使用した。

8. システムの動作実験

8.1 実験環境

実験は、横 367cm・縦 86cm の大型のホワイトボードを使用した際の、板書内容の自動保存の状態について実験を行った。ホワイトボードは中央で上下に分か



(a) 現在の画像

(b) 2 値化の画像

図 4: 講義者の在否確認に用いる画像

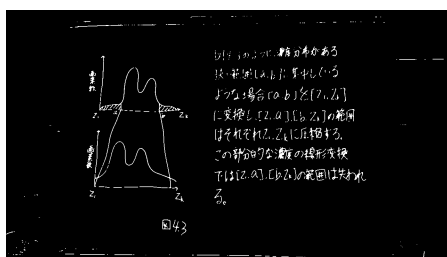


図 5: 板書内容の変化の確認に用いる画像

れており、スライドして使用できる仕様となっている。実験では、カメラはノートパソコンに内蔵のものを使用し、ホワイトボードから約 240cm の位置で板書内容が明確に映るように位置を調整した。実験の様子を図 6 に示す。ノートパソコンは、左側の教卓の上に置いてあるため、学生が板書を写す際の邪魔にはならない。室内灯は点けた状態とし、ホワイトボードの内容が見やすいように、窓のカーテンは閉めた状態とした。

実験では、システムを起動後に板書を行う前の何も書いてない状態のホワイトボードの撮影を行い、`first_image` として保存した後に通常の板書を行った。この処理はシステムを起動後に自動で行われるので、システムを起動するときには、ホワイトボードに何も書かないで講義者はホワイトボード前に居ないようにする。

講義者には、板書内容を保存するため、板書の途中で数回、ホワイトボードの前から居なくなる動作を行ってもらった。実験は、同じ講義者によって 5 回行った。

8.2 実験結果と考察

実験で自動保存した板書画面を、図 7 から図 12 に示す。実験では、図 7 から順番に自動保存された。図 7 は、板書内容として初めに保存された板書画面である。図 8 は、図 7 から板書内容が変化しているため、正しく保存されたことがわかる。また、図 9 についても、図 8 から更に板書内容が増えているので、正しい保存だったことがわかる。しかし、図 10 は、図 9 から板書内容に変化がないため、本来は保存すべきではなかったがことがわかる。図 11 は、画面右端に講義者が映っており、この状態では本来は保存は行われないはずであるにも関わらず保存されたことがわかる。図 12 は、板書内容に変化があるので、正しい保存だったことがわかる。このように、正しく自動保存が行われるときと、本来であれば保存を行ってはいけないときにも保存してしまうなど、5 回の実験でも自動保存の動作は不安定だった。



図 6: 実験の様子



図 7: 自動保存 1

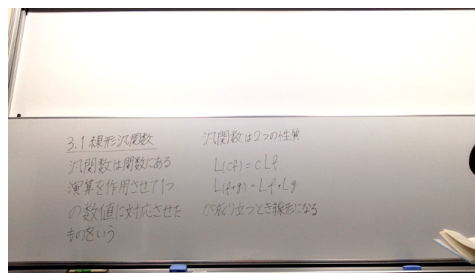


図 11: 自動保存 5

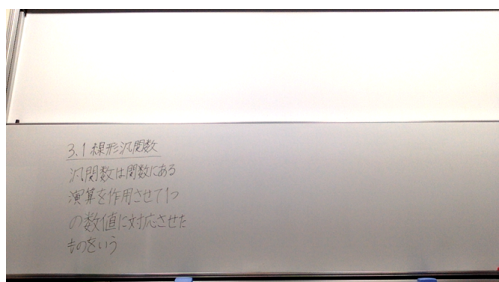


図 8: 自動保存 2

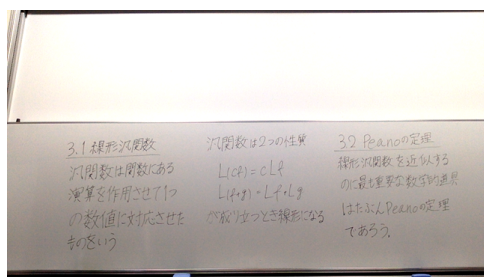


図 12: 自動保存 6

9. おわりに

実験結果から、自動保存の動作が不安定なことがわかった。これは、板書内容の変化の確認やホワイトボード前の講義者の在否確認に用いている判断方法が、システムを使用する環境に影響を受けたためであると思われる。例えば、ホワイトボードは表面は光沢があるため、教室の照明のあたり具合によって、背景差分では板書内容に変化がない画像でも、違う画像と見なされるのではないかと推測される。また、講義者が映っている画像を保存したことについては、背景差分の相違度が1%以内であれば講義者はいないと判断しているが、その判断基準が適切ではないと思われるため、検討を行い正しく動作が行えるように改善する必要がある。また、現状では板書内容を保存している `hold.image` から任意のファイルへの保存を実装していないため、これらの機能についても実装を行う。

参考文献

- [1] 森田達也, 市村哲, 松下温, 講義自動収録システムにおける板書静止画記録法, 情報処理学会第 67 回全国大会論文集, pp.297-298(2005).
- [2] 井上亮文, 品田良太, 市村哲, 星徹, 板書の意識的な強調を利用した復習用コンテンツ自動生成システム, 情報処理学会論文誌 Vol.53, pp.49-60(2012).

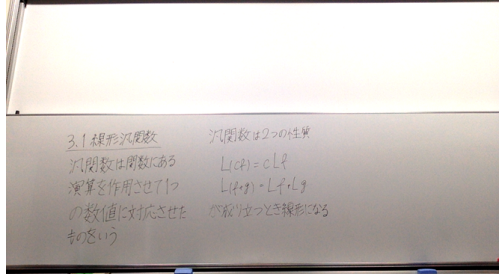


図 9: 自動保存 3

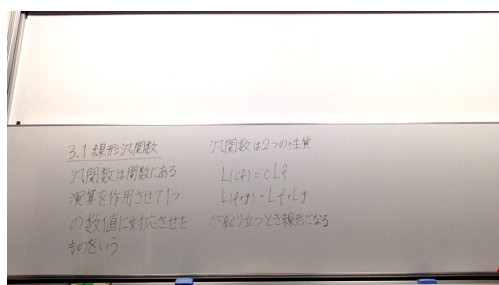


図 10: 自動保存 4