

板書情報の再提示や保存を目的とした授業支援システム Badge における保存範囲の指定方法の改善

Improvement of Recording Area Specification Method for Lecture Support Display System 'Badge'

土江田 織枝[†] 松田 智貴[†] 林 裕樹[†] 山田 昌尚[†] 宮尾 秀俊[‡]

Orie Doeda Tomoki Matsuda Hiroki Hayashi Masanao Yamada Hidetoshi Miyao

1. はじめに

授業の際、過去の板書内容を再提示して説明に使いたいことがある。しかし、電子的な機能を持たない黒板やホワイトボードでは、板書内容を保存する機能がないため、一度削除した内容を再提示して利用することはできない。板書内容を簡単に保存することができれば、板書記録を残しておけるので、それらを必要に応じて活用することもできる。筆者らは、通常のホワイトボードで板書した情報を保存し、使用者が必要ときにそれを再提示できる板書支援システム「Badge」(Board-writing Assistance Display for General Education)の開発を進めている[1][2]。Badge は、ホワイトボード上の板書内容の全てを保存するだけでなく、範囲を指定することで板書内容を部分的に保存することも可能である。しかし、保存操作はパソコンのディスプレイを見ながらマウス操作によって行うため、それらの操作の際には使用者はパソコンの近くに移動する必要があった。そこで本研究では、ホワイトボード上に、マーカーペン(以降、ペンと呼ぶ)でマーク(印)をつけるだけで、ホワイトボード上の情報が保存できる方法を導入し、Badge の使い難さの原因となっている操作の改善を行った。ホワイトボードに書いた内容の保存を実現した研究としては、塚田らが開発したシステム[3]があるが、保存する範囲の指定にはマグネットを使っている。本システムでは特別なものは使わずに、板書の際に使用するペンを使って保存範囲の指定を行えるようにしている。

2. システムの概要

本システムは、板書内容の保存には、パソコンと板書内容を撮影するウェブカメラを使用する。そして、保存した板書内容の提示はプロジェクタによって行う。システムを使用する際は、まず、ホワイトボードの全体が写る位置にカメラを設置する。本システムでは、保存条件が整っていることを調べ、条件が整っていることが確定すると板書内容を自動で保存する。これらの処理はリアルタイムに行っているため、システムの使用中はカメラは固定した状態とする。そのため、従来の Badge のように、タブレットやスマートフォンを手で持った状態[2]で撮影することはできない。また、ノートパソコンに内蔵のカメラでの撮影も行えるが、その際も、ノートパソコンは台などに置いて動かせないようにする。

保存ファイルを提示して使用する際には、図 1 に示すよ

うに、プロジェクタの位置を変えることで投影する位置や大きさの変更を行う。図 1 の左図が板書内容の一部を使用した例で、図 1 の右図が板書全体を使用した例となっている。投影に関する処理や操作については、従来の Badge の仕様で不具合がないため、本システムも同様の方法とした。

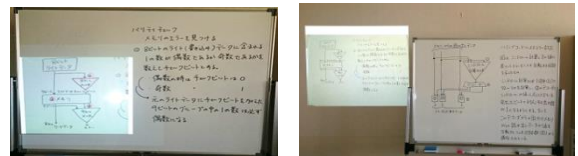


図 1 Badge で保存画面を投影した様子

3. 従来のシステムでの問題点

従来の Badge では、図 2 に示す、操作用のボタン画面からマウスにより各操作を行った。そのため、操作の際には、一旦パソコンのところに行き、操作用のボタンやディスプレイに表示されているカメラ画像を見ながら操作する必要があった。また、板書内容の一部だけを切り取って保存したい時には、既に保存してある画像ファイルを読み込み、それをパソコンのディスプレイに表示し、その画像上で保存範囲の指定をマウスにより行い、それから保存しなければならない。このように、いくつかの手順が必要となるため、複数の画像を同様の処理により作成するときには、時間が掛かり過ぎるので、Badge を使用している授業中に作業を行うことは難しかった。



図 2 従来の Badge の操作画面と部分保存の画面

4. 保存範囲の指定方法の変更

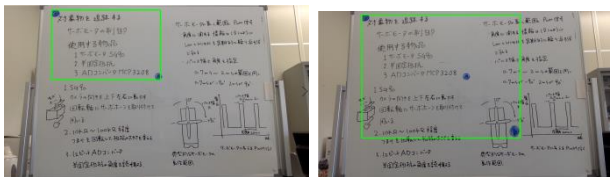
3 章に示したように Badge の使い難さの原因となっていた、板書内容の保存の処理について、本システムでは板書をしている途中でも保存操作を行える方法の検討を行った。

[†] 釧路工業高等専門学校, National Institute of Technology, Kushiro College

[‡] 信州大学工学部, Faculty of Engineering, Shinshu University

そこで、ホワイトボード上で、保存したい範囲の矩形の対角にマークを描くことで範囲の指定を行える方法(図 3(a))を導入した[4]。この方法では、マークは青色のペンで描くこととしており、ホワイトボード上のマークの検出には、カラー画像を色相、彩度、明度の成分に変換する HSV 形式を用いた。マークの判定に色情報を用いることで、使用するマークの形状を特定する必要がないので、使用者はマークの形状を覚えずに使うことができる。また、マークを描く位置についても、保存範囲が矩形となるように、その矩形の対角の位置に描くと良いため、マークは、指定したい範囲の上下の左右のどちら側に描いても支障なく範囲の指定を行える仕様となっている。

また、範囲の指定に使用したホワイトボード上のマークについては、必ずしも削除する必要はなく、マークが 3 個以上存在するときには、それらのマークを全て含んだ範囲、すなわち外接矩形を次の保存範囲とするため(図 3(b))、新たな範囲指定に支障とならない位置のマークは、消さずにそのまま残しておいても構わない。範囲の指定を表すマークを塗りつぶし円としたときに、正しく認識されるマークの大きさは、カメラからホワイトボードの距離が約 50~150cm のときには、直径が約 2.5cm 程度、約 150~200cm のときには約 3cm 程度、更に離れた場合には、3cm 以上だと確実に認識ができた。本実験では、92 万画素で画角が 68° のカメラを使用した結果となっている。また、ペンの濃さによっても認識に差が生じるため、マークはできるだけ濃く描くことが望ましい。



(a) 2箇所マークにより保存範囲を指定している

(b) 全てのマークを含んで保存範囲を指定している

図 3 保存範囲を指定した状態

5. 画像の重複保存を回避する処理

本システムでは、ホワイトボード上に 2 個以上の青色のマークを検出することで、画像を保存する条件が整ったと判断し、マークで指定している保存領域の部分を自動で保存している。そのため、マークを消さず残した状態では、保存条件が整ったままなので、何度でも同じ内容が保存される重複保存が行われる。本システムでは重複保存を回避する処理の検討を行った。

5.1. マークの座標による比較

マークの位置の座標の値(以降、マークの座標値と呼ぶ)を使った方法を検討した。この方法では、板書内容の保存を行った際に、マークの座標値を全て保存しておき、その値とカメラからの現在の取得画像のマークの座標値との比較を行う。その結果、マークの座標値に変化がないときには保存は行わないこととした。この方法により、重複保存を減らすことはできたが、マークを消さずに板書内容を書き換えた場合などにも保存がされないことが生じた。

5.2. 画像の比較

そこで、5.1 節のマークの座標値の比較結果から変化無しとの結果が得られたときには、その座標値とほぼ同じ値

の保存画像(画像 A とする)を背景画像として、カメラからの現在の取得画像(画像 B とする)とを背景差分を用いて比較を行った。その結果、画像 A の各画素について、画像 B の対応する画素の画素値が異なる画素の総数を分子とし、画像 A の全画素数を分母とする比(相違度)を求めた。本システムではその値が 3%以上であれば、画像 A と画像 B は異なる画像とみなし、保存処理を行うこととした。比較対象となる画像 A と画像 B は背景差分を行う前にグレースケール画像に変換後、適切な閾値で 2 値画像へ変換を行っている。図 4(a)は保存画像の一例である。図 4(a)の画像で背景差分を行った際の、図 4(b)は相違度が 2.6%、図 4(c)は 3.6%、図 4(d)は 6.5%の前景領域の画像となっている。

5.3. 実験結果

画像の重複保存について、本システムを起動して、ホワイトボード上に 2 つのマークを任意の位置に描いた状態で、5 分間放置したときの板書内容の保存状態について 5 回実験を行った。5.1 節、5.2 節のどちらの処理も行わなかった場合には実際なく保存がされた。5.1 節のみの処理の場合は、各 3~5 枚の重複保存となった。5.1 節と 5.2 節を組み合わせた処理では、各 0~1 枚となり重複保存は減少した。

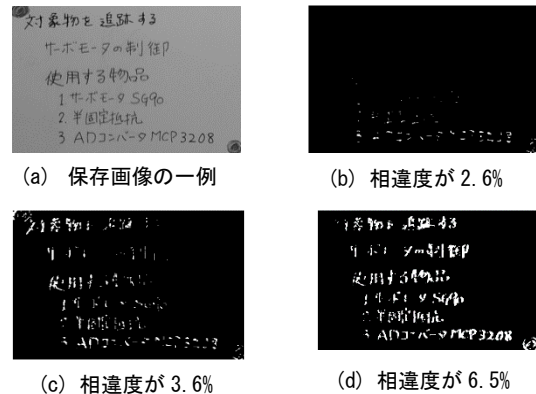


図 4 背景差分による比較の結果

6. おわりに

本研究では、保存したい範囲をホワイトボード上にマークを描くことで指定し、その範囲だけを自動で保存する方法の導入を行った。この方法では、同じ板書内容を重複して保存する問題が生じたため、その対処を検討し重複回避の処理を行った。しかし、減少させることはできたが、完全には解消できていない。今後は確実に重複保存をしない処理について検討を行う予定である。

参考文献

- [1] 土江田織枝,林裕樹,山田昌尚,飛世賢宏,宮尾秀俊,“授業補助のために板書の一部を提示し続ける支援表示システム Badge の提案”,第 16 回情報科学技術フォーラム第 4 分冊,pp.277-278(2017).
- [2] 土江田織枝,林裕樹,山田昌尚,宮尾秀俊,“板書情報を再提示できる授業支援システム Badge の操作性の改善”,第 17 回情報科学技術フォーラム第 4 分冊,pp.287-288(2018).
- [3] 塚田裕太,牛田啓太,鶴見智,“AR 白板:実空間情報のコピー&ペースト機能による拡張ホワイトボードの提案”,情報処理学会シンポジウム論文集,2011 巻 3 号,pp.443-446(2011).
- [4] 松田智貴,林裕樹,山田昌尚,土江田織枝,“手描きでの範囲指定機能を備えた板書保存システム”,第 44 回教育システム情報学会全国大会論文掲載予定(2019).