

## 板書内容の遮蔽を改善する板書支援システム

## Development of a Board Document Display System to avoid Visual Blockage

土江田 織枝<sup>†</sup> 杉田 侑彌<sup>†</sup> 林 裕樹<sup>†</sup> 山田 昌尚<sup>†</sup> 香山 瑞恵<sup>‡</sup>  
 Orie Doeda Yuya Sugita Hiroki Hayashi Masanao Yamada Mizue Kayama

## 1. はじめに

黒板やホワイトボードは授業内容を視覚的に伝えることができるため、教育的効果が高く現在でも主流の教具として使用されている。しかし、記述や説明のために講義者が板書の前に立つことで、板書内容が見えずにノートへの書き写しに支障が生じることがある。このような講義者による板書の遮蔽問題を解決する研究では、講義者を半透明化、または薄い色付きのシルエットとした映像とし、講義者の動きもわかるようなシステムが提案されている[1][2]。

本研究では、自動的に遮蔽がない状態の板書を受講生に提示することで、板書内容をノートに写す際の遮蔽によるストレスを軽減するようなシステムの構築を目的としている。また、本システムは、容易に準備できる物品だけで構築できるようにし、操作についてもできるだけ簡単に行えるようにした。本稿では、開発中のシステムの仕様について述べる。

## 2. システムの概要

本システムでは、ホワイトボードで板書を行うことを想定している。システムの導入が容易となるように、小型コンピュータの Raspberry Pi3 Model B+ で構築した。また、ホワイトボードや講義者の画像の取得は、Raspberry Pi に接続した Web カメラにより行う。Web カメラのスペックには特に制約はないが、本システムでは 1280×720 画素で総画素数が 120 万画素程度の USB 接続のカメラを使用した。システムの構成物品を図 1 に示す。板書内容は、Raspberry Pi に 프로젝タを接続してスクリーン上へ投影することで受講生へ提示する。本システムの処理は Python3 により実装し、画像処理は OpenCv3 により行った。

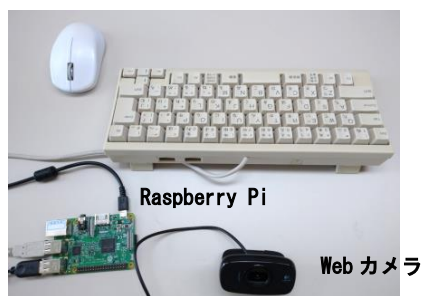


図 1 本システムを構成する物品

本システムを使用する際に必要な準備は、ホワイトボードの板書に使う部分である板書範囲全体が撮影できる位置に、使用中に動かないように Web カメラを固定して設置するだけである。図 2 に、本システムを使用している様子を示す。図 2 の環境では 프로젝タは天井に設置され、スクリーンも固定されており、ホワイトボードはスクリーンと重ならないような縦 86cm×横 115cm 程度の小型のものをスクリーンの右側に置いて使用した。大型のホワイトボードを使用する際は、ホワイトボード全体を板書範囲とすると、カメラで撮るホワイトボード上の範囲が広がるので、スクリーンに提示する板書内容が小さくなり見難くなる。このような場合には、板書範囲をある程度制限して使用するか、板書した位置に合わせて、Web カメラの位置を移動することで対応できる。

## 3. 遮蔽がない板書内容の提示方法

## 3.1 提示する板書の選択

スクリーンへ投影している板書内容は、ホワイトボード上の板書に遮蔽がないタイミングで更新する。受講生に提示する板書内容は明確で見やすいものが望ましいので、講義者がホワイトボード上の板書範囲外に移動して遮蔽がなくなった保存可能状態で保存した板書内容を用いる。そのため、講義者は板書をある程度終えたら、遮蔽がなくなるように板書範囲外まで移動する必要がある。

## 3.2 保存可能状態の判定

本システムでは、Web カメラで取得した画像を 2 値化し、その画像の黒画素の割合があらかじめ定めた固定値である判定値以下のときに板書範囲内に講義者が居ないと判断し、



図 2 システムを使用している様子

<sup>†</sup> 釧路工業高等専門学校, National Institute of Technology, Kushiro College

<sup>‡</sup> 信州大学工学部, Faculty of Engineering, Shinshu University

その画像を保存する。しかし、システムを使用する室内環境によって、ホワイトボード周辺の明るさが異なるので、システムを使用するたびにその環境に適した判定値を決める必要がある。図 3 に、室内環境を変えたときのホワイトボードの画像について、左側に撮影したホワイトボードの様子、右側にその画像を 2 値化したものを並べた画像の組みを 6 組示す。図 3 の右上は、室内が最も暗い時の画像となっており、2 値化画像においても黒画素の割合が多い。また、図 3 の右下の画像は最も明るい時の室内の状態となっており、黒色の割合が少ない。このように室内環境によって、ホワイトボードの画像は大きく異なる。

判定値の決定は、まず、ホワイトボードに何も書かれていない状態で、その前に誰も居ないことを確認してから、システムを起動する。システムは起動後に、1. Web カメラでホワイトボードの画像を取得、2. 取得した画像を 2 値化、3. 2 値化画像の黒画素の割合を取得、という一連の処理を 20 回繰り返し行う。このように取得した 20 個の値からホワイトボード上の黒色の割合の平均値を求め、その値に 5 を加えた値を保存可能状態の判定値とする。この決定方法で求めた判定値を用いて 100 回程度保存可能状態を正しく判定できるかどうかテストを行ったところ、適切に判定できていたため、本システムで用いることとした。

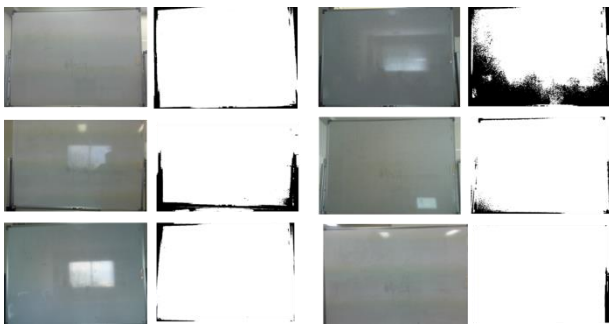


図 3 室内環境の比較

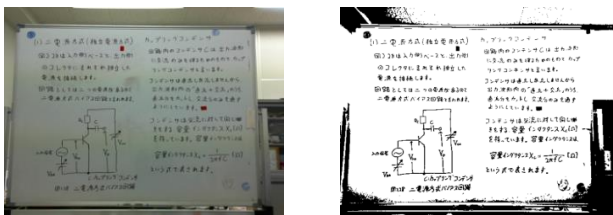


図 4 板書内容を保存する画像



図 5 板書内容を保存しない画像

また、判定値を決めるための画像取得の回数については、取得回数を 50 回と 100 回とした場合と比較しても精度に違いがなかったため、処理時間を短くできる 20 回とした。この判定値を決定する処理はシステムの起動と同時に自動で行うので、システムの利用者が特別な操作をする必要はない。

### 3.3 板書画像の保存処理

Web カメラで取得した現在のホワイトボード画像を 2 値化した画像の黒画素の割合が判定値よりも小さい場合は、保存可能状態と判断し、ホワイトボードの画像を板書データとして保存する。図 4 は、板書範囲内に講義者がおらず保存可能状態と判断した際の撮影画像と 2 値化画像の例である。また、図 5 は、講義者が板書範囲内にいて保存可能と判断されなかった例である。表 1 に、2 値化画像の総画素における黒画素の割合の 5 回分のデータを示す。表 1 から、講義者の状態によって黒画素の割合に大きな違いがあることがわかる。

## 4. おわりに

Web カメラを板書範囲に合わせて設置し、システムを起動するだけで、板書内容をスクリーン上へ提示する動作を実現するシステムの開発を行った。提示する板書内容の保存のためには、講義者は板書範囲外へ移動する必要がある。しかし、本システムの試行実験の際は、板書を書き終えて受講生の様子を見ながら、多少の移動をするだけなので、あまり気にならないとのコメントが多かった。本システムは、システムの使用環境に合わせて保存の判断の基準となる判定値を自動で決定できるようにしたため、システムを使用中に使用環境に変化があった場合にも、容易に対応が可能となった。現時点では、図 5 のように講義者が色の濃い服装であれば、ほぼ間違えずに保存の判断ができていたが、白色系の服装のときには、正しく判断できない場合がある。今後は、講義者の服装の色に関わらず、正確に処理を行えるように改善を進める予定である。

表 1 保存の判断時の総画素における黒画素の割合

回数	保存可能の状態のときの割合(%)	保存不可能の状態のときの割合(%)
1	37.017	17.003
2	37.155	18.708
3	37.181	18.480
4	37.216	18.124
5	37.431	17.770
平均	37.200	18.017

### 参考文献

- [1] 山根恵和,岡部正幸,梅村恭司,“講義中の板書を支援する人物半透明化カメラの実装”,インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集,pp.203-204(2013).
- [2] 奥本隼,山根恵和,吉田光男,岡部正幸,梅村恭司,“講師のシルエットを透過表示した板書映像の生成とライブビューシステム”,日本教育工学会論文誌 41(2),pp.177-186(2017).