

# 講義アーカイブシステムにおける ホワイトボード領域の抽出・鮮明化

## Whiteboard Extracting and Sharpening for Lecture Archiving System

小林 弘彬<sup>\*1</sup>, 長谷川 忍<sup>\*1,2</sup>

Hiroaki KOBAYASHI<sup>\*1</sup>, Shinobu HASEGAWA<sup>\*1,2</sup>

<sup>\*1</sup>北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

<sup>\*1</sup>School of Information Science, JAIST

<sup>\*2</sup>北陸先端科学技術大学院大学 情報社会基盤研究センター

<sup>\*2</sup>Research Center for Advanced Computing Infrastructure, JAIST

Email: s1510017@jaist.ac.jp

あらまし: JAISTでは2006年度より情報科学研究科において講義アーカイブシステムが導入されている。しかし、講義室後方のビデオカメラで撮影されているため、不鮮明であったり、見えない場所が発生したりする。そこで、ホワイトボード領域の画像を抽出する方法を検討すると共に、超解像技術を適用することによる鮮明化を図る。開発したシステムを用いたケーススタディにより、本手法の有効性が示唆された。  
キーワード: 講義アーカイブシステム, ホワイトボード領域抽出, 複数フレーム超解像技術

### 1. はじめに

北陸先端科学技術大学院大学（以下、JAIST）では 2006 年度より情報科学研究科に講義アーカイブシステムが導入され<sup>(1)</sup>、学生に広く利用されている。

本研究の目的は、講義アーカイブシステムにおけるホワイトボード領域の視認性の改善である。本手法では、講義アーカイブシステムによって自動的に生成された動画に対して、画像処理による鮮明化を図る。利用する画像処理技術としては、複数フレームを利用した超解像の処理を採用し、その適用を試みる。超解像度処理は長時間かかるため、超解像度の適用に適した画像を抽出することが重要である。よって、講義動画から適切にデータの抽出する方法を検討する。

### 2. 講義アーカイブシステムの特徴と課題

#### 2.1 講義アーカイブシステム

講義アーカイブシステムでは、講義の撮影から、動画の圧縮、システムによる配信まで全て自動化されており、少ない労力でこれらの対面講義の配信が実現されている。キャンパスネットワークからアクセスすることができ、研究室や学生寄宿舍など大学内で場所を問わず利用することができる。

#### 2.2 学生の評価

システムに対する学生の評価を調査するためにアンケートが行われている。2010 年から 2013 年に学生向けに行われたアンケート(n=18, 10, 15 名)では、視認性に関する 4 問の中で「ホワイトボードの読みやすさ」が他の項目に比べて低く、平均で「あまりあてはまらない」にあたる 2 ポイント以下に留まっている<sup>(2)</sup>。学生がシステムを利用する中で、ホワイトボードの視認性が課題となっていることが分かる。

### 3. 提案手法

#### 3.1 抽出処理

本手法では、超解像処理を適用することのできる適切な形に講義動画を変換する抽出処理が不可欠である。本処理は大きく分けると、動画から画像を切り出す処理、画像からホワイトボード領域を抽出する処理、ホワイトボードの領域の情報量を求める処理の 3 つからなる。

具体的な処理の流れは下図のようになる。

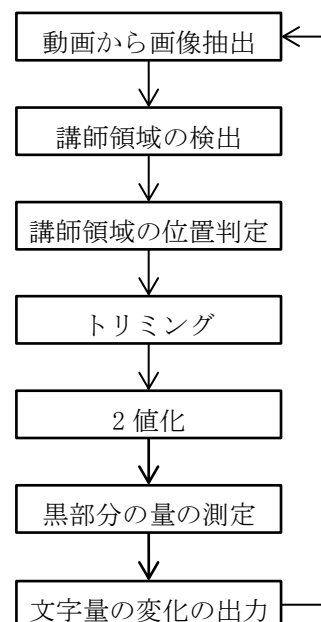


図 1 抽出処理の流れ

画像抽出は、本手法ではペンの追跡等を行わずフレーム単位や秒単位での変化がそれほど重要ではないため、今回は 1 分間隔とした。

講師領域の検出では、一定範囲毎の輝度情報を元

にした HOG 特徴量を用いて検出を行った。次に、ホワイトボードを左右に分割することで、講師位置の判定を行った。講師が左にいるときは右、講師が右にいるときは左の領域を抽出することで、講師がいないホワイトボード領域の画像を抽出した。その領域に対して、トリミングを行うとともに、適応的な閾値処理による 2 値化を行った。2 値化した画像に対して黒のピクセル数を数えることで、ホワイトボードにどれくらいの量が書かれているかを求めた。これらの処理を繰り返し、講義全体のホワイトボードに書かれた量の変化を抽出することができる。

### 3.2 超解像処理

講義動画の 2 つのフレームの差分には、実際には変化していないホワイトボードの文字にも微細な変化が見られる。この複数のフレームに含まれる情報を組み合わせることにより、ホワイトボード領域の超解像化が実現されると考えられる。本手法では、3.1 節で抽出したホワイトボード画像に対して、超解像処理を適用することにより鮮明化を図る。

### 3.3 システムの開発

本システムの開発ではコンピュータビジョンライブラリ OpenCV (Open Source Computer Vision Library)<sup>3)</sup> の 3 系を利用した。OpenCV のモジュールには、超解像技術を実現する SuperResolution クラスが含まれる。また、開発には C++ 言語を使用した。

## 4. ケーススタディ

### 4.1 ケーススタディ 1

講義動画に対して提案した抽出処理を適用し、講師がいない領域を正確に判定し、ホワイトボードが消されたタイミングや書き換わったタイミングを抽出できているかを評価した。左側についての例を図 2 に示す。局所的な変動がみられるものの、図中に示したようにホワイトボードの消されたタイミングについては正しく検出できた。

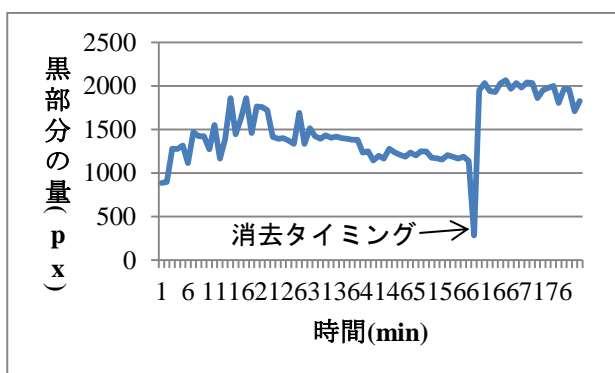


図 2 出力結果 (左側)

### 4.2 ケーススタディ 2

まず、講義動画のホワイトボード領域を抽出した画像に対して、超解像処理を適用した画像を生成し、その画像中の文字や図を選択し、これらの文字や図

を正確に読み取れるか、4 名の被験者を対象にテストを行った。また、被験者が超解像処理を行ったものと一般的なアルゴリズム (最近傍補間法) によって拡大された画像とどちらが読み取りやすいか調査した。表 1 に結果を示す。

表 1 読み取り評価の結果

	文字列 A	文字列 B	数式
超解像	83%	73%	60%
最近傍	100%	6%	19%

文字列 A は、カタカナの画像である。文字列 B はアルファベットや漢字で構成される画像である。文字列 B と数式においては超解像処理を適用した画像の再現率が高い一方で、文字列 A では通常の拡大処理のほうがやや高い再現率を示した。

一方、読みやすさの評価にあたっては超解像処理を適用した画像と通常の拡大処理を適用した画像を用意し、それぞれをランダム並べ A と B という名前を振り分けた上で、一対比較を行った。

アルファベットにおいては、4 名中 3 名が超解像処理を読みやすいと回答した。一方で数式や図を含む結果では、超解像処理を読みやすいと評価したのは 1 名に留まり、2 名は通常の拡大処理を読みやすいと評価する結果となった。

## 5. おわりに

ホワイトボード領域の抽出及び超解像処理による鮮明化を行うシステムを開発し、小規模ながらケーススタディを行った。これにより、本手法の有効性が示唆された。

しかし、抽出では部分的な書き換えなど検出できない変化もみられた。また、超解像処理後も読み取ることが困難な場合もみられた。さらに、文字の再現率と読みやすさが一致しない場合もみられた。

今回のケーススタディを踏まえ、ホワイトボード領域の抽出・鮮明化が、学習やノートテイキングにどのような効果があるかについて、講義動画のみの条件との比較を行うことで、本手法のさらなる有効性を評価することを検討したい。また、提案手法の一定の有効性が示されたことにより、講義アーカイブシステムの撮影から配信までの自動化された流れに組み込んでいくことが期待される。

### 参考文献

- (1) 長谷川忍, 辻誠樹, 但馬陽一, 宮下和子, 安藤敏也: “学習支援や授業ふり返りのための板書レクチャーの簡易コンテンツ化”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.110, No.85, pp.25-30 (2010)
- (2) 吉良元, 長谷川忍: “大学院生の補完的学習環境としての講義アーカイブシステムの運用と分析”, 教育システム情報学会誌, Vol.32, No.1, pp.98-110 (2015)
- (3) OpenCV <http://opencv.org/>