

眩しくないプロジェクタシステムの提案

玉置 純也†, 村上 和人†

†: 愛知県立大学情報科学研究科

あらまし 学会発表や企業のプレゼンテーション、あるいは教育機関においてグラフィカルな授業を行う際、発表者がスクリーンの前面に出てプロジェクタの光を遮ると、プロジェクタからの光が目に入って眩惑を引き起こし、適切な発表を行うことができない。本稿では、顔領域検出と Windows のウインドウ制御機能を用いて、プロジェクタの前に立っても眩しくないようにプロジェクタの光を調節するソフトウェアシステムについて提案する。

A Proposal of Non-Dazzling Projector System

Junya Tamaki†, Kazuhito Murakami†

†: Graduate School of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

Abstract It is dazzling when a presentor stands in front of a projector in a presentation. This paper proposes a software system which solves this kind of situation by adjusting the light of the projector. The proposed system consists of PC, web-camera and face detection software using Harr-like features. Experimental result shows the effectiveness of the proposed system.

1. はじめに

企業や学会でのプレゼンテーション等でプロジェクタは広く利用されている。しかし、プロジェクタは強い光を出力し投影しているため、スクリーンの前に立つとプロジェクタの光が目に入つて眩惑する。すぐに立ち退いたとしても、暫くの間、眩惑状態は続き、発表に支障が出てしまう。そこで、本研究ではプロジェクタの前に立っても眩惑されない新たなシステムを提案する。

これまでに報告されているプロジェクタによる眩惑を防ぐシステムや手法には、例えば、プロジェクタからの光を物理的シャッターで抑え眩惑を防ぐものや[1]、少し異なるが ITS 分野で赤外線センサーを用いて歩行者を検出し、車のライトを切り替える眩惑防止システムなどがある[2]。これらはプロジェクタから出る全体の光量を眩惑を引き起さない程度の光量に抑えるため、投影された映像が見えにくくなる欠点を持っている。

投影された映像に影響を与えることなく眩惑を防ぐためには、人の目に入るプロジェクタの光を出力しないようにすればよい。人とその影によりその後ろにある映像は既に見えなく、人の領域内にある目の部分に出力される一部の光量を変化させたとしても映像に影響はないからである。全体の光量と一部の光量を変えて眩惑回避する手法の利点・欠点の比較を表 1 に示す。

そこで本稿では、人が遮った部分のプロジェクタの光のみを調節することにより、スクリーンの前に立って話す人(話者)と見ている人(聴衆)の双方に影響がないようなプロジェクタシステムについて提案する。以下、2 章で眩惑を回避するシステムの基本アイディアとシステム構成について述べる。次いで 3 章で提案手法の有効性を検証するための実験結果について示し、4 章で提案手法の精度を考察する。

表 1 プロジェクタの全体／一部の光量を調整する手法の利点・欠点の比較

	利点	欠点
全体	処理が簡単である	スクリーンが見にくい
一部	スクリーンに影響しない	領域検出を行うため処理が困難である

2. システム構成

2.1. システム概要

本システムでは、話者がプロジェクタの光を遮った場合、話者の目に位置する部分を求め、黒マスク画像をデスクトップ画面上のその位置に重畳表示することによって、プロジェクタの前に立っても眩しくないようにしている。本システムでは、

やや広めの顔程度の大きさの黒マスク画像を重畳することによって顔検出位置のずれや、表示上のタイムラグを吸収するようにしている。

顔領域を検出するため、本システムでは一般的な PC + プロジェクタの発表環境にカメラを加えている。カメラは入手が容易な web カメラを使用している。システムの構成の概要を模式的に図 1 に示す。また、スクリーンの前に話者が立った場合に黒マスク画像を重畳させて投影している様子を図 2 に示す。図 2(a)はスクリーンに投影されたときの様子であり、同図(b)はプロジェクタから投影される画像だけを示したものである。

処理手順の概要を以下に示す。本システムでは、Step-1 ~Step-4 の処理をビデオレートで繰り返し、話者が移動する場合でも十分に追従するようにしている。

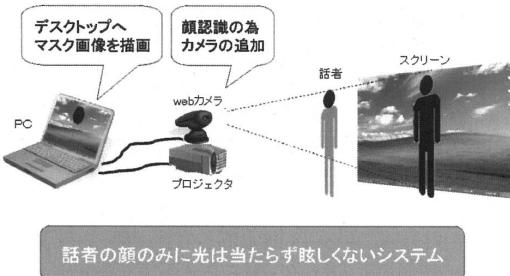


図 1 システム構成の概容

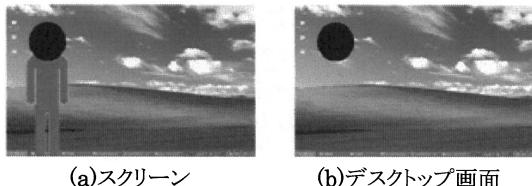


図 2 画面出力の様子

<<処理手順の概要>>

- Step-1 スクリーンと話者を含む画像をカメラから取得する。
- Step-2 話者の顔領域を検出する。
- Step-3 顔または頭部に相当する位置に黒い楕円を描いたマスク画像を生成する。
- Step-4 出力したい画像と Step-3 で生成したマスク画像を重畳出力(表示)する。

2.2. 顔領域検出手法

適切な顔の位置座標が取得できていない場合、黒マスク画像の重畳位置がずれてしまうため、顔領域検出はできるだけ正確に行う必要がある。本システムでは Haar-like 特徴を用いて顔領域検出を行っている[3]。また、本システムはリアルタイムで動作させる必要があるため、高速処理が可能である Haar-like 特徴を使用している。

Haar-like 特徴を利用した物体検出は Intel 社の画像処理ライブラリ OpenCV に実装事例が紹介されている[4]。本システムへの実装にあたっては、これらの状況、および、高速な処理が可能であるという理由を考慮して OpenCV の顔領域検出機能を使用している。

2.3. 座標変換手法

カメラから入力された画像から顔の位置座標を取得する際、カメラ画像とデスクトップ画像では解像度もサイズも異なるため、座標の位置合わせが必要となる。そこで、本システムでは射影変換を用いて座標変換を行う。

3 次元座標を $P(x, y, z)$ 、2 次元座標を $Q(X, Y)$ とし、射影変換行列を A とする。ここで、 A の要素を

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad (1)$$

とする。2 次元座標 X 、 Y は各々、

$$\begin{cases} X = (a_{11} * x + a_{12} * y + a_{13} * z) \\ \quad / (a_{31} * x + a_{32} * y + a_{33} * z) \\ Y = (a_{21} * x + a_{22} * y + a_{23} * z) \\ \quad / (a_{31} * x + a_{32} * y + a_{33} * z) \end{cases} \quad (2)$$

のように、3 次元座標を基に計算できる。

2.4. マスク画像の重畳手法

黒マスク画像の機能を有効とするためのデスクトップへの描画の必要条件は「常にデスクトップの最前面に表示される」ことである。本システムでは、Windows が標準で備えているウインドウに対して、

- ウィンドウの可視領域を円形とする
- 円形の可視領域を黒く塗りつぶす
- ウィンドウを常に最前面に表示する

という条件を付加することにより黒マスク画像の重畠を実現している。ウインドウに対して可視領域を作成する手法はリージョンと呼ばれ、例えばデスクトップ常駐型アプリケーションはこの手法を用いて作られている。

ウインドウの表示可能領域を円形にし、内部を黒く塗り黒マスク画像ができるまでの様子を図3に示す。

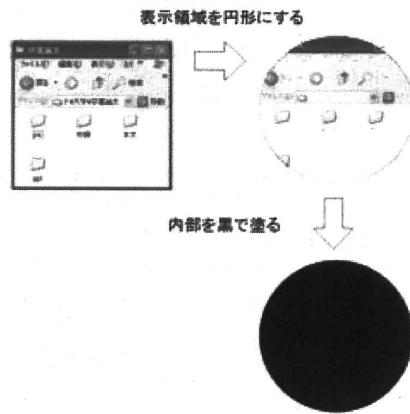


図3 黒マスク画像生成までの流れ

3. 暗ら下での顔領域検出実験

筆者の過去の論文[5]では顔領域検出精度は約90%、座標変換誤差は平均4pixelであり、スクリーンの前にいる話者の顔領域にマスクが行われ、眩しくないプロジェクタシステムとしての機能はある程度果たしていた。

明所でも鮮明に見える光量の高いプロジェクタも増えたが、周囲を暗くしないと鮮明に見えないものも依然としてよく使用されている。本稿では、様々な照度下において顔検出実験を行い、照度が顔検出に与える影響について実験した。

検出に用いた入力データは、カメラから解像度 640×480 の画像を30fpsの速度でキャプチャしたものを用いた。発表者は1人と仮定し、入力画像中には顔が1つのみ存在するという前提でキャプチャを行った。照明環境は、

- ① 通常の蛍光灯照明(24lx)
- ② 蛍光灯を消した外光のみ(370lx)
- ③ プロジェクタからの白い光(1200lx)

の3パターンとし、各パターンにおいて200件のデータを用意し顔領域検出手法を行った。図4に③のプロジェクタからの白い光が当たっている状況での実験の様子を示す。

照明環境を変化させて顔領域検出手法を行った結果を表2に示す。①、②の環境下では検出率がおよそ90%と高い値を示しているが、③では61%と他と比べると低い値となっている。

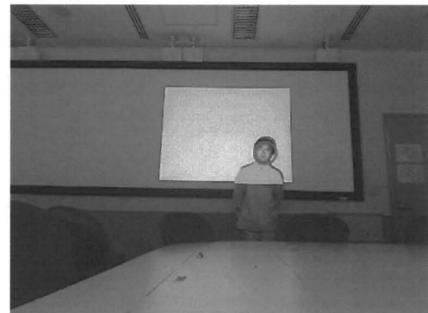


図4 ③プロジェクタの光の実験環境

表2 顔領域検出率

条件	検出回数(回)	検出割合(%)
①蛍光灯	181	90.5
②外光	178	89.0
③プロジェクタ光	122	61.0

4. 考察

実験結果より、通常の照明や外光のみの少し暗い①、②の環境において顔領域検出が90%と高いが、顔にプロジェクタの光が当たる③の状況では検出率が下がっている。

そこで、誤検出となったケースにおける入力のグレースケール画像を確認したところ、図5に示すような画像となっていた。Haar-like特徴により顔検出手法を行う本システムでは、強過ぎる光の場合は十分に機能しないことが確認できた。顔の特徴が消されてしまう図5のような状況も考慮して、顔領域検出手法を改善する必要がある。

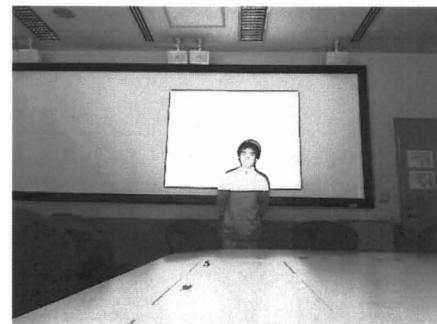


図5 誤検出時の入力画像

また、図 4 のようにプロジェクタからの光が均等な状況下で、光が弱い場合には比較的顔領域はよく検出できるが、例えば、画像や文字が多用されるプレゼンテーション等では、それらが顔にかぶった場合に顔の陰影が変化し、さらに検出が困難になると考えられる。これらにも対処できるように顔検出手法の改善が必要である。

5. おわりに

プロジェクタを使用して発表を行う際、スクリーンの前に立つとプロジェクタの光が目に入りて眩しいため、適切なプレゼンテーションを行うことができないという事実を踏まえ、顔領域検出とウインドウ制御機能を用いて、スクリーンの前に立った場合でも眩しくないようにプロジェクタの光を制御するソフトウェアシステムについて紹介した。精度的にはほぼ要求を満たしているが、プロジェクタは様々な照明環境で使用されるため、異なる環境における顔領域検出精度を調べた。本稿では、3 パターンの照明下において顔検出実験を行い、プロジェクタからの強い光が当たる環境では顔の陰影が消えてしまう場合があり、Haar-like 特徴での検出は万全でないことを確認した。

今回の実験では、プロジェクタからの光は均等なものを使用したが、プレゼンテーション等では画像や文字を使うため、それが顔と重なった場合に顔の陰影に影響を与えることを考えると、顔領域検出手法に関しては Haar-like 特徴を用いたものとは別の手法を適用する必要がある。今後は、他の顔領域検出手法を検討し、眩しくないプロジェクタシステムの精度向上を図っていく予定である。

参考文献

- [1] 松下電器：“アドバンスドシャッターシステム”，
<http://panasonic.co.jp>
- [2] H.Shadeed, J.Wallaschek, S.Mojrzisch：“On Intelligent Adaptive Vehicle Front-Lighting Assistance System”，Proceedings of the 2007 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, pp.503–507 (2007).
- [3] Rainer Lienhart and Jochen Maydt：“An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection”，Proceedings of the 2002 IEEE

International Conference on Image Processing, Vol.1, pp.900–903 (2002).

- [4] Intel 社：“画像処理ライブラリ OpenCV”，
<http://opencv.jp>
- [5] 玉置純也, 村上和人：“眩しくないプレゼンテーションシステム”，第 9 回動的画像処理実用化ワークショップ 2008 講演論文集, pp.286–289 (2008).