

# プロジェクタを使用した紙面のみを照らすタスクライトシステムの提案

豊島 隆司

Takashi TOYOSHIMA

## 1 はじめに

近年、知的生産性の向上やストレスの軽減、快適性の向上などの観点からオフィス環境の改善に注目が集まっている。光環境に着目した研究では、作業領域の照度と比べ周辺領域の照度の比率が低い場合に、執務時に集中度が高くなる効果が報告されている<sup>1)</sup>。そこで、紙面という限られた領域を照らし、作業領域と周辺領域の照度比を大きくすることで集中力向上の効果が得られると考えられる。しかし、通常の照明を用いる場合、紙面のみを照らすことは難しい上、紙面が移動するとタスクライトも移動させなければならないという問題がある。そのため、紙面のみを照らす機能の実現手法として、本研究では、プロジェクタを使用した紙面のみを照らすタスクライトシステムを提案する。

## 2 プロジェクタを使用した紙面のみを照らすタスクライトシステム

### 2.1 システムの構成

本システムは、プロジェクタから映像を投影し、机上の紙面のみを照らす照明を実現するシステムである。本システムの概要図を Fig. 1 に示す。システムは、画像を投影するプロジェクタ、投影範囲の状態を取得する Web カメラ、投影画像の生成処理を行う処理用 PC で構成する。紙面に対して映像を投影するためには、カメラの撮影画像を用いて、プロジェクタの投影範囲内のどの位置に紙面が存在するかを判断する必要がある。カメラから画像を読み取り、プロジェクタから画像を投影するまでの処理は、Fig. 1 示す順に実行する。

### 2.2 カメラ画像の射影変換

カメラ画像上の紙面の座標を、プロジェクタから投影する画像（以後、プロジェクタ画像）の作成に用いるためには、カメラ画像上の座標からプロジェクタ画像上の座標への変換が必要である。そのため、カメラ画像の撮影後、射影変換を用いて画像の変形を行う。実際に本システムを用いて、カメラ画像上の領域に対して射影変換を行った画像を Fig. 2 に示す。

### 2.3 紙面の検出および出力画像の作成

射影変換によるプロジェクタ投影範囲の画像の取得後、取得した画像上における紙面の領域の検出を行う。処理の初めに射影変換後の画像にエッジ検出を行い、画

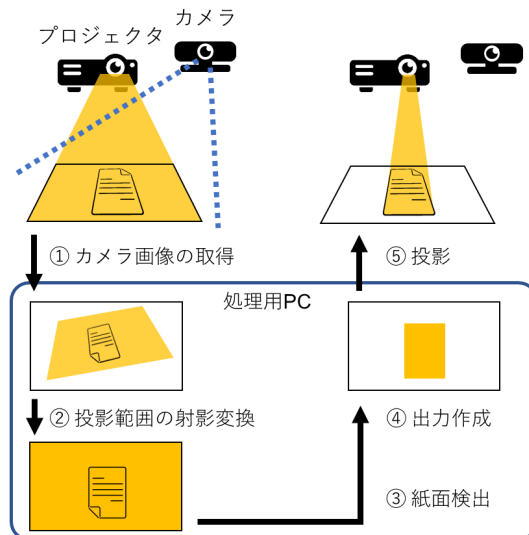


Fig. 1 システムの概要図

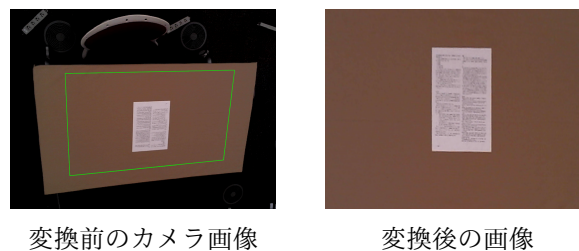


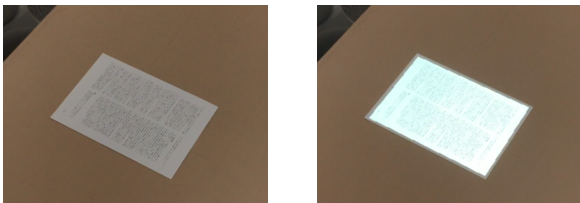
Fig. 2 プロジェクタ投影範囲の射影変換

像に映る物体の輪郭線を抽出する。次に輪郭線を平滑化によって多角形に近似し、頂点数が4である多角形領域を紙面として検出する。

プロジェクタ画像は全画素を黒に塗りつぶした画像を土台とし、取得した紙面の領域に明度の高い色を描画することで作成する。作成した画像を投影することにより、プロジェクタは投影範囲内の紙面のみを照らす。

### 2.4 提案システムの課題

Fig. 3 に構築したシステムを動作させた際に紙面を照らした様子を示す。提案システムを用いることで机上の紙面を照らすことができた。紙面を動かした際には、再度処理を実行することで紙面を再び照らすことができた。しかし、現状では、机上面が白色の場合に書類が認識できないという問題点がある。原因はカメラ画像上に



照射前の紙面 照射後の紙面

Fig. 3 システムにより紙面を照らした様子



Fig. 4 紙面検出に使用した独自マーカー

において、机上面と紙面が同じ明るさで映り、エッジ検出による判別が不可能になるためであると考えられる。そこで、エッジ検出を用いる手法に代わる紙面検出手法の検証を行った。

### 3 マーカーを用いた紙面認識

机上面の色や照明環境により紙面を検出できない問題を解決するため、紙面の四隅にマーカーを配置することで紙面を検出する機能を実装した。マーカーには、QRコードの位置検出パターン<sup>2)</sup>を基にした独自のマーカーを用いた。マーカーの画像を Fig. 4 に示す。マーカーを用いて紙面検出を行ったところ、白色の机上面においても安定して紙面を検出することができた。

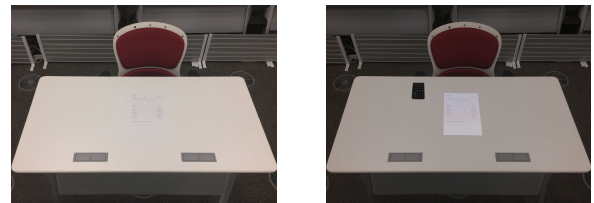
## 4 提案システムの評価実験

### 4.1 実験概要

構築した提案システムを使用した環境において、被験者実験による評価を行う。実験環境の写真を Fig. 5 に示す。被験者は机上面照度が 700 lx の通常環境と、机上面照度が 400 lx、紙面上照度が 450~800 lx の提案環境において、紙面作業を行った。提案環境において、被験者は紙面上の照度を 50 lx 毎に変更し、作業をしやすと感じた紙面照度を選択する。照明環境の変更を行った後、2分間の順応時間を過ごし、その後、2分間の紙面作業を行い、主観評価を行った。主観評価は6つの評価項目について、7段階の評価を行った。

### 4.2 実験結果と考察

主観評価の結果を Fig. 6 に示す。評価の結果、通常環境と比較し、提案環境においては作業の集中度および快適性、文字の視認性、紙面を暗く感じることに、改善の傾向が見られた。文字が見やすかったこと、および紙面を暗く感じなかったことについては統計的な有意差が見られた。そのため、提案システムを用いることに



通常環境 提案環境

Fig. 5 実験環境

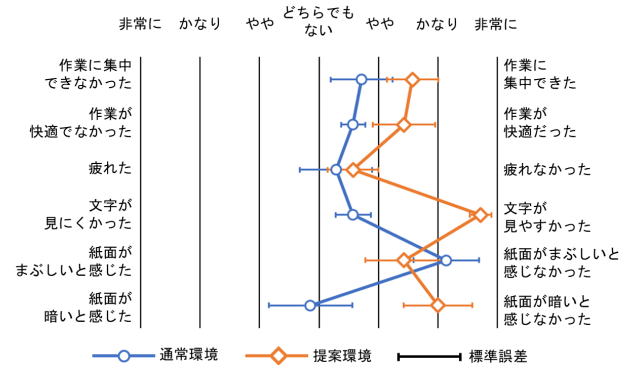


Fig. 6 主観評価の結果

より視認性および紙面の体感上の明るさが向上すると考えられる。集中度に関しては、紙面領域以外の周辺領域が相対的に暗く感じるために、周囲に気を散らさなくなり、向上したと考えられる。快適性に関しては、主に文字が見やすくなったことから作業を行いやすくなり、向上するものと考えられる。文字の視認性が向上したことに関しては、紙面上において、文字と紙面の体感上のコントラストが大きくなり、認識しやすくなったことが要因であると考えられる。

## 5 結論

本研究の提案システムを利用することで、紙面のみを照らす照明が実現できることがわかった。また、紙面検出にマーカーを用いることで、机上面の色に関わらず紙面検出を行うことが可能である。

評価実験の結果、提案システムを用いることで、紙面作業において文字の視認性や体感の紙面の明るさが向上し、集中度および快適性の向上に効果があると考えられる。

## 参考文献

- 1) 明石行生, 金谷末子, 八木昭宏. 作業者の集中度と周辺照度/作業面照度の比との関係. 照明学会誌, Vol. 80(8A), pp. 540-549, 1996.
- 2) JIS X 0510 : 2018. 情報技術—自動認識及びデータ取得技術—QRコード バーコードシンボル体系仕様.