

画像処理による繊維付着汚れの鮮明化装置の開発 (IV)

桶谷新也^{*1}

中西望^{*2}

藤田和弘^{*3}

中森伸行^{*4}

森本一成^{*4}

土本孝則^{*5}

伊藤明博^{*6}

[要 旨]

繊維に付着した汚れの検出は、熟練技能者が目視により行っており、高い熟練技術と膨大な処理時間を要しているのが現状である。本研究では、近紫外 LED 光源と新たな画像処理アルゴリズムを組み合わせ、汚れの鮮明化装置の試作開発に取り組み、小型の画像鮮明化装置を開発した。

1 はじめに

着物や衣服に付着する汚れやシミは、見えにくいものや小さなものが数多く点在することが多い。京都の西陣織などの高級な着物では、小さな汚れやシミの見落としが、着物の価値を下げるだけでなく、寿命を短くしてしまう。現在では熟練技能者が目視で検査を行っているが、淡くまた小さな汚れやシミを完全に検出すること不可能である。この作業の見落としを避けるため、近紫外 LED 光源を用いて画像データを取得し、パーソナルコンピュータ（以下、PC）で画像処理を行い、汚れ部分を鮮明化した画像を、リアルタイムでモニタリングできる小型の試作装置を開発したので報告する。

2 実験方法

2.1 装置の概要

図1に今回開発した装置の外観写真を示す。画像入力部は、白色 LED と近紫外 LED の2種類の光源を有し、USB 経由で PC にカラー画像データを転送する。PC では、新たに開発した画像アルゴリズムを用いた汚れ部分の鮮明化画像処理を行い、モニター上に、処理前の画像（原画像）と画像処理結果が表示される。

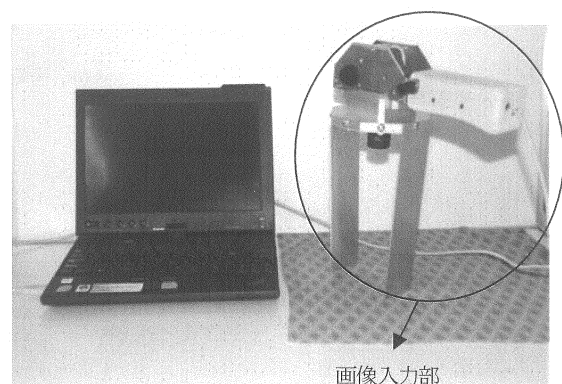


図1 装置の外観写真

*1 応用技術課 主任研究員

*2 基盤技術課 副主査

*3 龍谷大学 准教授

*4 京都工芸繊維大学 教授

*5 有限会社 土本

*6 アキ製作所

2. 2 画像処理アルゴリズム

筆者らは、繊維に付着した汚れ部分の画像の鮮明化について、統計的手法を用いた新しい画像処理アルゴリズムを報告している^{1) 2)}。今回は、処理結果をリアルタイムで表示させる目的のため、演算負荷の軽い手法（画像の色成分に対する主成分分析）を用いた。さらに、開発したアルゴリズムを、数値演算ソフト（ScilabやMATLAB等）でプログラミングを行うことで、繰り返し演算等の処理負荷を低減させ、ほぼリアルタイムで処理結果をモニター上に表示させることができた。

2. 3 画像入力部

画像入力部の外観写真を図2に示す。装置を携行できるように、画像入力部の大きさ：横24cm×縦12cm×高さ10cm、重さ：約1.2kgと設計した。カメラ機能としては、汎用インターフェイス（USB）接続可能なカメラを選択（WDM規格準拠）し、レンズ交換が可能ないようにCマウントを採用した。カメラの画素数については、処理速度と処理精度の両面を考慮し、145万画素と設計した。また、レンズは、近接撮影（撮影距離10cm）が可能となるようにレンズ焦点距離を16mmとし、撮影距離を一定とするため、定寸（3種類：5cm、13cm、23cm）のリフレクタを採用した。

光源部については、白色LEDと近紫外LEDの2種類を用いた。白色LEDについては、照度：30cm直下にて2000Lx以上と設定し、8個のLEDを均等に配置した。また、近紫外LEDについては、人体に影響のないように、ピーク波長365nmのLEDを用いるとともに、汚れ部分の蛍光強度を確保するため、30cm直下にて $840\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以上と設定し、ハイパワー型LED4個を均等に配置した。

3 実験結果及び考察

3. 1 処理結果

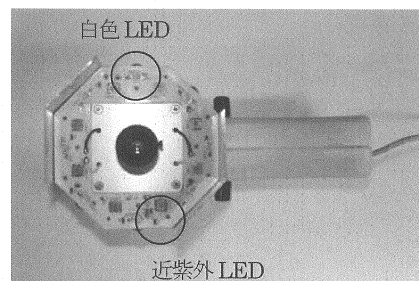
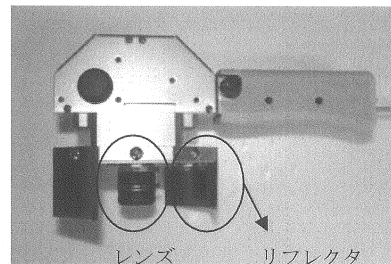
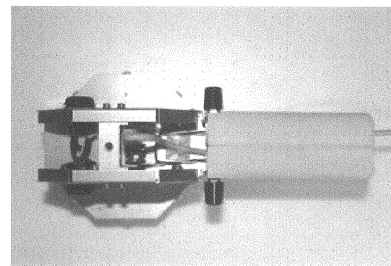


図2 画像入力部（上、横、下から撮影）

3. 1. 1 原画像と処理結果

図3～5（最終ページに記載）に、今回開発した装置による処理結果を示す。各図(a)は、画像入力部より転送された処理前の画像（原画像）であり、各図(b)～(d)は、主成分分析による画像処理結果である。これまでの研究成果から、各図(b)の第1成分画像には、主に画像の輝度情報が現れ、各図(c)の第2成分画像および各図(d)の第3成分画像には、画像における色差情報が現れ、結果として、繊維に付着した汚れは、第2成分画像または第3成分画像で強調されて現れることがわかっている。

3. 1. 2 白色LED光源のみの処理結果

図3は、光源として白色LEDのみを用いた処理結果であり、通常の検査現場（明るい場所での環

境下)での結果を示している。この画像からは、図3(c)の第2成分画像において、汚れ箇所の一部が強調されているが、視覚的に汚れ部分全体を特定することは困難である。

3. 1. 3 近紫外LED光源のみの処理結果

図4は、光源として近紫外LED光源のみを用いた処理結果を示しており、暗室での環境下に近い状況での結果を示している。汗ジミや食べ物の汚れは、近紫外線を照射により蛍光を発することを確認しており³⁾、図4(a)の原画像をみると、近紫外線を照射することで、汚れ箇所が弱い蛍光を発している。この画像(「図4(a)」)に対して画像鮮明化処理を行うことで、汚れ箇所を強調した画像(図4(c))が得られた。しかし、通常の明るい検査場所から暗室への移動(または照明器具の消灯)等を行う必要があり、検査作業に時間と労力が必要となる。また、近紫外LED光源のみの画像では、図4(a)に示すように可視光量が少ないため、画像全体が暗く汚れ箇所の位置を特定することが困難な場合がある。

3. 1. 4 白色LEDと近紫外LED両光源を用いた処理結果

図5は、白色近紫外LEDと近紫外LEDの2種類の光源を用いた処理結果を示しており、通常の明るい検査現場で、近紫外線の照射による蛍光観察を行う作業環境下の状況である。汚れ箇所が僅かに蛍光を発しているが、汚れ箇所を視覚的に捉えることは困難である。この画像(「図5(a)」)に対して画像鮮明化処理を行うことで、汚れ箇所を強調した画像(図5(c))が得られた。この結果から、本開発装置を用いることで、明るい検査現場でも、近紫外線を用いた汚れ箇所の検出が可能であることがわかった。検査作業者は、暗室への移動や照明器具の消灯等の動作を行うことなく、

近紫外線による汚れの検出を行うことが可能となった。

4 まとめ

これまでは、繊維に付着した汚れの検出は、熟練技能者が目視により行っていたが、高い熟練技術と膨大な処理時間を要していた。本開発装置を用いることで、汚れの見落としを防止できるだけでなく、検査時間を短縮し短納期対応が可能となる。また、検査経験の少ない技能者でも微細な汚れを精度良く検出することができた。さらに、着物のリフォームを行う染色補正業者は、遠隔地の顧客からの受注に対し、汚れを鮮明化した画像データを提示することで、汚れ除去を行う箇所について、事前に顧客からの承知を得ることができ、受発注時のトラブルを回避することが可能となる。

本開発装置は、携行可能で、省電力LEDを使用した小型装置であり、暗い場所で検査しなければならないような場合(夜間の屋外撮影等)でも、白色LEDで対象物を照らしながら、近紫外線を用いた蛍光観察を行い、汚れやシミの鮮明化処理が可能であるため、法科学技術分野やクリーニング業界等への展開が期待される。

(参考文献)

- 1) 桶谷新也, 画像処理による繊維付着汚れの鮮明化装置の開発(Ⅲ), 京都府中小企業技術センター技報, No. 39, 19-21, 2011
- 2) 桶谷新也, 藤田和弘, 中森伸行, 森本一成: 主成分分析を用いた繊維汚れの画像鮮明化処理, Journal_of_Textile_Engineering, Vol. 56, No.4, 107-115, 2010
- 3) 桶谷新也, 藤田和弘, 中森伸行, 森本一成: 近紫外LED光源を用いた独立成分分析による繊維汚れの画像鮮明化, 映像情報メディア学会誌, Vol. 64, No. 4, 1655-1662, 2010

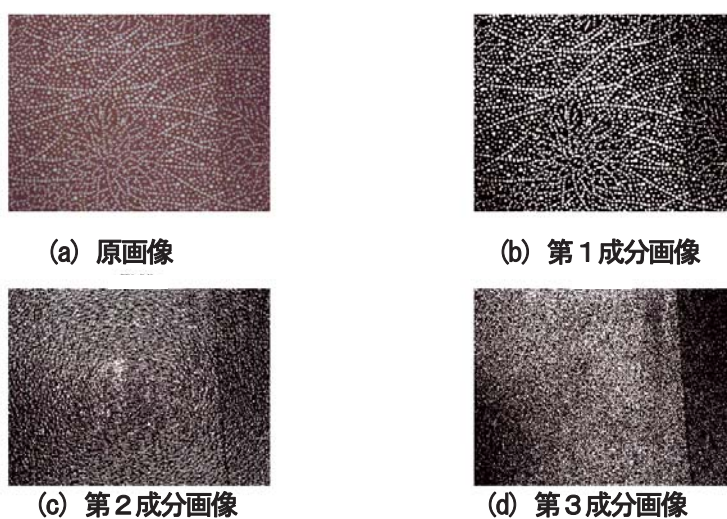


図3 処理結果（白色LED光源下）

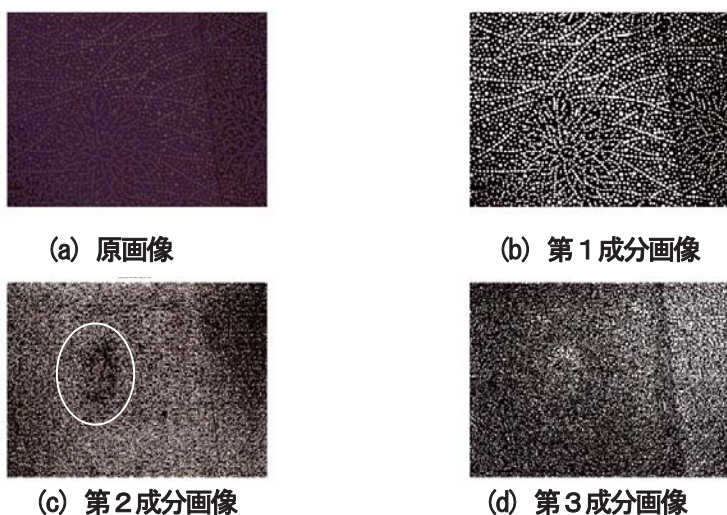


図4 処理結果（近紫外LED光源下，白丸印：汚れ箇所）

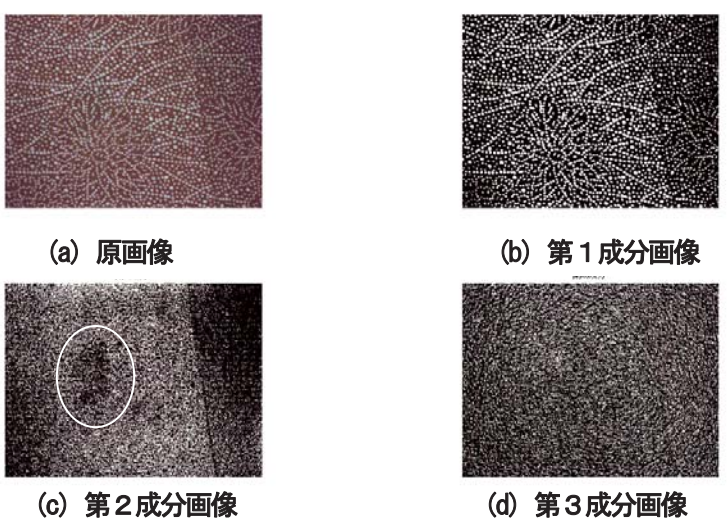


図5 処理結果（白色LEDと近紫外LED光源下，白丸印：汚れ箇所）