

# 高速画像処理手法による織物検反システムの開発

藤原 久永・章 忠・三輪 昭生・八田 浩之<sup>1</sup>・田中 宏幸<sup>2</sup>

Hisanaga FUJIWARA, Zhong ZHANG, Akio MIWA, Hiroyuki HATTA, Hiroyuki TANAKA

キーワード 繊維表面検査／テクスチャ解析／ウェーブレット変換

KEY WORDS Textile Surface Inspection / Texture Analysis / Wavelet Transform

## 1 はじめに

画像処理による織物表面の欠陥検査(検反)の自動化を実現すべく、一連の研究を行なっている<sup>1)2)</sup>。本年度は、前年度までに開発したウェーブレット変換を用いた織物表面検査手法の改良と、検反装置プロトタイプを試作。さらに織物表面欠陥サンプルの収集と、それを用いた精度面を中心とした実用評価実験を行なった。

## 2 ウェーブレット変換を用いた検査手法

本研究では、一貫してウェーブレット変換を用いた織物表面検査方法の追求を行なっている<sup>1)</sup>。その理由は、2次元ウェーブレット変換はそれ自体高速な計算が可能である上に、専用チップを作成することによりさらに高速な計算が可能であるためである。ウェーブレット変換を利用した検査手法により十分な検査精度が得ることができれば、検査速度の問題は専用チップ作成により改善させることが可能である。しかしながら、ウェーブレット変換をテクスチャ解析に応用する場合には、テクスチャに対してウェーブレット変換を行った結果が推移不変(translation invariant)にならないという問題がある。この問題に対し、対称なスプラインウェーブレットと反対称なスプラインウェーブレットを組み合わせることにより、推移不変な結果を得ることのできるRI-Splineウェーブレットを2次元に拡張した。そして、2次元RI-Splineウェーブレットを用いて織物表面のテクスチャを選択的に除去する方法を提案した。一度繊維テクスチャが除去できれば、後の欠陥検出処理は文献<sup>1)</sup>と同じである。本検査方法については文献<sup>3)</sup>にまとめてあるので、詳細はこちらを参照されたい。

<sup>1)</sup>(株) 英田エンジニアリング

<sup>2)</sup>堀江染工(株)

## 3 検反装置プロトタイプの試作

検反装置プロトタイプの設計と作成を行った。本研究開発におけるプラットフォームとして、反物を搬送する機構とその制御部分からなり、複数台のカメラおよび各カメラ毎に画像処理部を接続し、横幅の広い布の検査も行うことができるようにしている。布の搬送速度は毎分0mから80mまで変えられるようにしている。照明には高周波点灯蛍光灯を使用した。カメラは、織物表面の細かなテクスチャを捉えられるよう、デジタル入力およびデジタル伝送を行うIEEE 1394カメラを使用した。画像処理はPentium-IV 2.0GHzのパソコンを用いており、現在の検査速度は毎分約1mである。

## 4 欠陥サンプル収集と実用評価実験

実用評価実験を効率的に行うための欠陥サンプルをデジタルデータとして収集した。データ収集に当たっては、今回用いる欠陥検出手法が想定しているような欠陥だけでなく、現場で遭遇する欠陥を幅広く収集した。サンプルの撮影は、3節で試作した検反装置ではなく、デジタル一眼レフカメラを使用してオフラインで行ったが、撮影条件は検反装置プロトタイプで画像入力を行った場合と等しくなるようにした。

現在収集した欠陥サンプルは28種類である。各サンプル画像は織物表面の14.5cm四方の大きさの領域に対応する。収集した28種のサンプルすべてについて、2節で述べた欠陥検出方法による精度面を中心とした評価実験を行なった。

図1~2に実験結果の一例を示す。図1上段は糸違い欠陥を含む繊維表面の画像を示し、同図下段は欠陥検出結果を示す。なお、図1に示す元画像は14.5cm四方の大きさの領域を撮影した512×512画素の画

像の一部を表し、横方向一辺が7.3cmの大きさ(ほぼ原寸大)に対応する。図2上段は同じくブルースバックと呼ばれる欠陥を含む画像で、同図下段は欠陥検出結果である。

2節で述べた欠陥検出方法は、図1~2に示したようなポツポツと現れるような欠陥の検出に対しては、微細な欠陥まで検出に成功しており、現場のニーズを満たす実用レベルにまでほぼ達していると言える。一方、染めむらや広い範囲に付着した汚れなど、なだらかな明るさ変化を示す欠陥の検出に関しては難が見られる。これは欠陥検出処理過程で照明むらを除く処理を加えているために、なだらかな明るさ変化が照明むらとともに除かれてしまうためである。

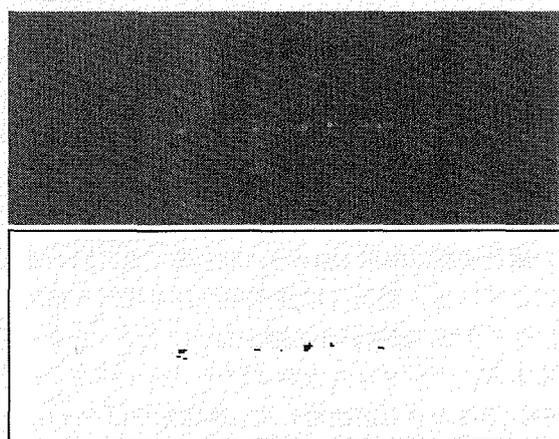


図1 糸違い欠陥画像

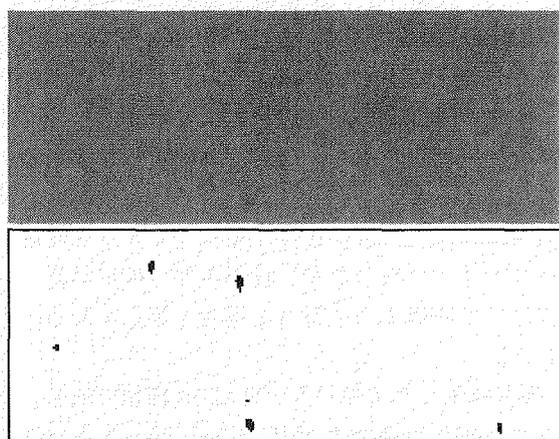


図2 ブルースバック欠陥画像

## 5 まとめ

本研究で開発した欠陥検出手法により、ポツポツと現れる欠陥に関してはほぼ実用レベルの欠陥検出精度で欠陥検出が行えるようになった。今後、実用化に向けて取り組むべき問題が2点ある。

一つは処理速度の問題である。試作した検反装置の現在の検査速度は毎分約1mとなっている。目視による検査では毎分50m~70mの検査が行なわれており、これに比べるとかなり遅いものである。しかし、本研究で用いた欠陥検出手法は並列に処理できる部分が多い2次元ウェーブレット変換を用いたものであるため、この部分を専用チップ化することで処理速度を向上させることができることが分かっている。今後は2次元ウェーブレット変換を実行する専用チップを作成し、検反速度の高速化を実現していく予定である。

取り組むべき問題点の二点目としては、染めむら等なだらかな明るさ変化を示す欠陥の検出の問題がある。本研究で用いた欠陥検出手法では、処理の途中で照明むらを除くことにより欠陥検出精度を向上させる処理を加えているが、この処理過程で染めむらなどなだらかな明るさ変化も一緒に除かれてしまうため、織物表面の染めむら等の欠陥判別ができなくなっている。染めむら等の検出は現場からも強く要望されていることであり、実用化を行う際には避けては通れないものである。染めむら等の検出を実現していくことは今後の課題である。

## 謝辞

本研究は、平成13年度補正予算、経済産業省地域新生コンソーシアム研究開発事業「高速画像処理手法による織物検反システムの開発」の研究成果の一部である。

## 参考文献

- 1) 藤原久永、章忠: 岡山県工業技術センター報告、27(2001)
- 2) 藤原久永、八田浩之: 岡山県工業技術センター報告、28(2002)
- 3) H.Fujiwara, Z.Zhang, H.Toda and H.Kawabata: *Proc. IEEE Int. Sympo. on Computational Intelligence in Robotics and Automation (CIRA2003)*, (to appear)