

生産現場の自動化

大高 理秀* 新井 貞男**

1. はじめに

共同研究先のムサシ化工(株)は、エアコンフィルタ等の製造加工を行っている。織機で織った連続加工織物を一旦折り重ね、次に折り重ねた状態から伸ばしてテンター（図 1）と呼ばれる幅出し整理機を通し加工を行っている。このテンターに送り込む部分（図 2）で連続加工織物が大きく目曲がりしていないか、作業者が目視で確認し、目曲り調整モータを操作している。現在、生産効率が求められる中で、この目視による目曲り調整作業の自動化が求められている。



図 1 テンター

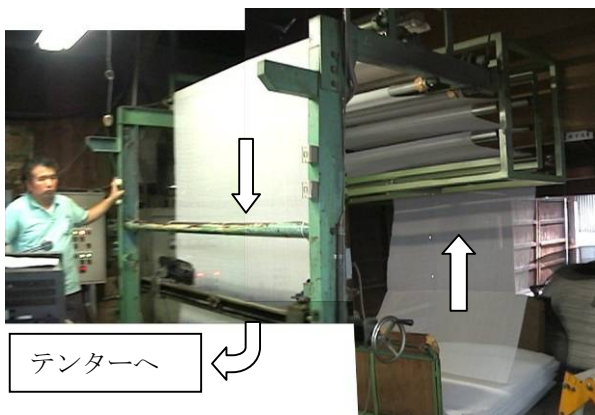


図 2 送り込み装置

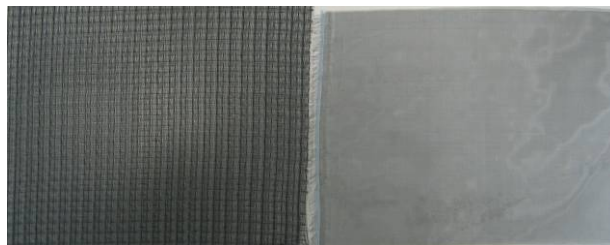
2. 目的

作業者の目視による目曲り調整作業を自動化することを目的とした。まず、画像処理にて連続加工織物の目曲がりを検出し、テンター送り込み部分の目曲り調整モータを制御するシステムを開発する。市販の画像処理システムは、高機能であるため高価であり、中小企業がなかなか導入することが難しい。そこで、ノートパソコンと USB カメラを利用した安価（単機能）の画像処理システムを開発する。画像処理部分は無償で利用可能な画像処理ライブラリー OpenCV（オープンソース）を利用して開発する。（OpenCV は、Intel が開発公開した画像処理ライブラリーである。現在は、Willow Garage が開発・サポートを行っている。）

3. 結果

3.1 画像処理（静止画による目曲り検出）

連続加工織物は、大きく分類して目の粗い物と細かい物がある（図 3）。今回の共同研究では、横方向繊維の検出しやすい目の粗い物を実験対象とした。



目の粗い物 目の細かい物

図 3 連続加工織物

画像処理による横方向繊維の抽出アルゴリズムを以下に示す。

- ① USB カメラでキャプチャー画像を取得する。
- ② グレイ画像に変換する。
- ③ エッジ抽出 (Sobel) する。
- ④ 2 値化処理を行う（図 4）。
- ⑤ ハフ変換にて 2 値画像中の直線を抽出する（図 5）。
- ⑥ 抽出した直線から傾きを求めることで、目曲がりを検出する。

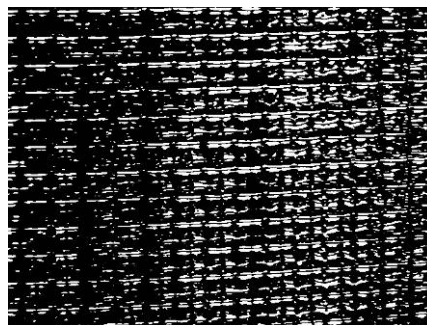


図 4 エッジ処理 + 2 値化

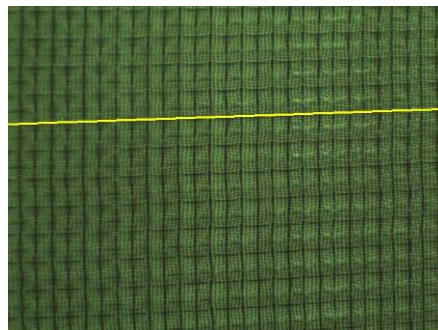


図 5 直線描画

3.2 画像処理（動体撮影による目曲り検出）

動体を撮影する上でカメラのシャッター方式とシャッタースピードが重要になる。シャッター方式には、全てのピクセルを同時に読み込むグローバルシャッター

一を選択し、動体の速度にあわせてシャッタースピードを変更できるものにした。このような条件から、以下のUSBカメラを選定した。

- メーカー：(株)アルゴ製
- 型式：DFK21AUC03
- 解像度：35万画素 744×480@60fps
- センサー：CMOS プログレッシブスキャン
- シャッター方式：グローバルシャッター
- シャッター：1/10000～1/4 (マニュアル or オート)

照明条件は、バックライトにして繊維の陰を撮影する(図6)。これにより、繊維の色に左右されない安定した画像を撮影することができる。

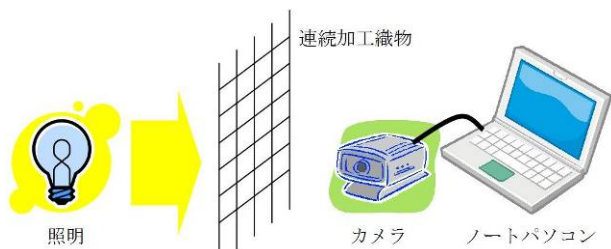


図6 照明条件

センターに送り込まれている連続加工織物にて画像処理実験を行った。画像処理により横方向繊維を数本抽出し、傾きの平均を計算する。この傾きにより目曲がり調整モータへの指示を左上に表示する。傾きが指定範囲に入れば「ok」とする(図7)。指定範囲よりマイナスなら左側を下げる必要があるので「down」とする(図8)。指定範囲よりプラスなら左側を上げる必要があるので「up」とする(図9)。この実験により画像処理が正常に動作することを確認した。

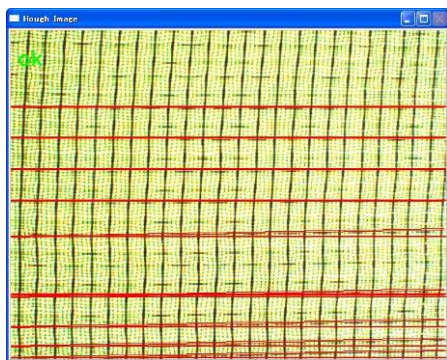


図7 正常画像



図8 左上がり画像

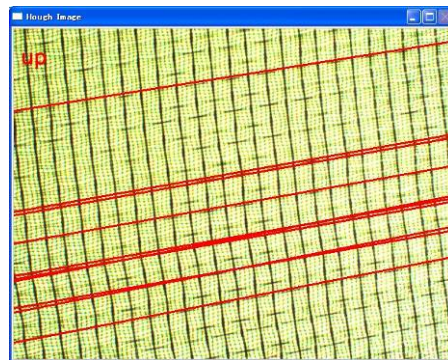


図9 左下がり画像

3.3 実装システムの開発と実証実験

画像処理の結果を NI 製のデバイスを介してデジタル出力する。このデジタル出力は出力が小さいことからムサシ化工(株)にて設計・製作したモータ制御回路(図10)に接続する。この回路は、デジタル出力から目曲がり調整モータの制御を行い、手動スイッチと併用が可能な回路である。

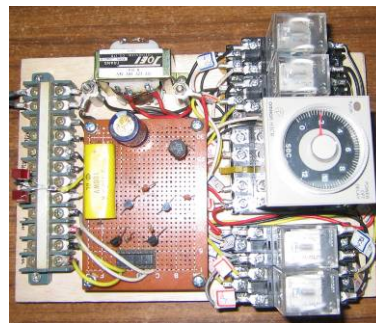


図10 モータ制御回路

実際にセンターの送り込み装置にノートパソコン・カメラ・照明・モータ制御回路を設置し(図11)、実証実験を行った。この結果、画像処理により目曲がりを検出して、調整できることを確認した。



図11 送り込み装置に実装

4. まとめ

今回、目の粗い連続加工織物において画像処理を用いて目曲がり検出と調整が可能なことを確認した。今後、目の細かい連続加工織物についてもパラメータの調整を行い、目曲り調整作業の自動化を行う予定である。