||||| 論 文 |||||

コンピュータ画像解析による織物欠点検出機構 及び欠点処理

(第1報) 透過光によるパイル織物の入力画像

三重県工業技術センター 西 松 豊 典(会員)
東京工業大学工学部 酒 井 哲 也()

Detection Mechanism and Processing of Fabric Defects by Computer Image Analyzer Part 1 ; Input Image of Pile Fabric Illuminated by Transmitted Light

Toyonori Nishimatsu*, Tetsuya Sakai**

**Department of Textile, Mie Prefectural Industrial Research
Institute, Tsu-City, Mie,*

***Department of Textile and Polymeric Materials, Tokyo Institute
of Technology, O-okayama, Meguro-ku, Tokyo.*

Abstract

This is paper concerned with investigating and discussing how fabric defects are detected by the experimental fabric defect detection system using the computer image processing technique.

Results obtained are as follows.

(1) After the analogue image of pile fabric defect photographed by CCD camera changed the digital image at A/D converter of the experimental image processing unit and the smoothing processing and the pseudo color processing were done about the digital image using the experimental fabric defect detection system, two fabric defects of pile fabrics were detected clearly.

(2) Using the mosaic image processing method, it is found that the noise of normal fabric, whose maximum size was 7×7 pixels, was separated from the fabric image when the filter size of the image processing was more than twice as large as the maximum size of the noise.

(3) When the filter size was smaller, the fabric defect was detected clearer by the averaging image processing than by the median image processing. But, the broken pick was detected clearer by the median image processing than by the averaging image processing when the filter size was bigger.

(Received April 5, 1989)

摘 要

目的 イメージセンサーである CCD カメラ及びコンピュータ画像処理装置を用いることによって、凹凸感のある織物（本研究ではパイル織物を用いた）の織物欠点を検出する織物欠点検出システムの試作を行った。そして、このシステムを用いて織物欠点の有無状態を検出する方法について考察を試みた。

成果 (1) イメージセンサーである CCD カメラによって織物欠点を撮像されたアナログ画像は画像処理部でデジタル画像に

A/D 変換されたのち、そのデジタル画像について平滑フィルター化処理、疑似カラー表現を行うことによって、織物正常部分と欠点部分とを明確に分離できることが明らかになった。

(2) 本研究で用いた織物正常像上の雑音(たて及びよこ方向の最大画像素値が 7×7 画素で、最大画素が画像全体に占める割合が0.02%)についてモザイク処理を行った場合、フィルター領域が雑音の最大画素値の2倍以上になると全ての雑音が除去できた。

(3) 織物正常像についてはメディアン処理より平均化処理の方が小さいフィルター領域並びに少ない繰り返し処理回数によって雑音が除去できる、織物欠点像の場合、小さいフィルター領域並びに少ない繰り返し処理回数においては平均化処理の方が有効であるが、大きいフィルター領域ではメディアン処理の方が帯状分布の欠点検出に有効であることが明らかになった。

(平成元年4月5日受理)

1. 緒言

繊維工業では多品種少量及び短サイクル生産化傾向に伴って省力化及び省人化が重要視されているが、労働集約型産業であるため各工程の自動化が遅れている。特に、繊維製品の検査工程においては、織物の種類、染色及び仕上げ加工条件の違いによって多種多様な織物欠点が見受けられる。しかし、その検査が熟練検査員の高度な織物欠点検出及び認識能力に依存しているため、長時間の織物欠点検出作業は検査員に疲労を生じさせると共に、疲労による織物欠点検出及び認識能力を著しく低下させている。

そのため、織物欠点検出機能及び認識能力を持った自動織物欠点検出システムが多数試作され、その検出方法及び能力について考察を行った結果が数多く報告されている。

久世らは円形の光点を一定速度で織物面に走査する光電走査法^{1,2)}、光の回折³⁾、ホログラフィー⁴⁾を応用して織物構造と欠点構造の特徴を抽出するための光情報処理の研究を行い、たて糸抜け、穴きずに関する自動システムの試作を行っている⁵⁻⁷⁾。太田らはデジタル画像入力機器(ドラムスキャナ、フライングスポットスキャナ)を用いて、2次元配列画像の各格子点における濃度について2値化及び細線化処理を行って密度むらの欠点を検知する試みを行っている⁸⁾。又、秋山らはフーリエ変換ができる光の回折を用いて雨垂れ状の織りむらを定量的に検知している⁹⁾。

これらの欠点検出システムでは表面が比較的平滑な織物の欠点を対象としている。従って、織物表面のパイルの存在で照明光が散乱され織物欠点の検出が困難とみられる凹凸感のある織物については考察が試みられていない。又、特に欠点の抽出にとって重要と考えられる欠点のみられない織物について透過光によって生じる雑音を欠点と差別化して除去す

る方法も未だ考察されていない。

そこで、本研究ではイメージセンサーである CCD カメラ及びコンピュータ画像処理装置を用いることによって、凹凸感のある織物の織物欠点を検出する織物欠点検出システムの試作を行った。そして、この試作システムを用いて CCD カメラで撮影された織物像に含まれる雑音の除去と織物欠点部の明確化を図る方法について考察を試みた。

2. 試料及び実験方法

2.1 試料

実験に用いた試料は織物表面に存在するパイル糸によって凹凸形状を呈していることで、織物画像入力装置である CCD カメラの焦点距離の設定が難しいと考えられるパイル織物であり、その糸番手数及び織物密度は、たて糸 20 s、よこ糸 20 s、パイル糸 20 s、たて密度 28 本/in、よこ密度 47 本/in、パイル倍率 4.3 倍、素材は全て綿である。

又、織物欠点はパイル織物において代表的な欠点であるよこ糸切れ及びよこ糸異常(糸内にネップが存在)を選択し、それらの欠点が存在する試料を図 1 に示す。なお、よこ糸切れの大きさの最大値はた

Fig. 1 Photographed defect image of pile fabric.

て方向 2 mm, よこ方向 130 mm, よこ糸異常の大きさの最大値はたて方向 1 mm, よこ方向 12 mm である。

2.2 織物欠点像の画像処理方法

試作した織物欠点検出システムは、図 2 に示されるようにイメージセンサー (CCD カメラ), 画像処理装置, 16 bit パーソナル・コンピュータ, モニター 2 台 (画像処理プログラム表示用及び処理画像表示用 RGB モニター), 巻き取り装置及び照明装置より構成されている。なお, 巻き取り装置は一定範囲 (130 × 130 mm) ごとの試料を CCD カメラで撮影する際に, カメラの視野内に移動させるために用いた。

Fig. 2 Experimental fabric defects detection system.

1; CCD camera, 2; Sample, 3; Lighting apparatus, 4; Winding apparatus, 5; Image analyzer, 6; Video input unit, 7; Digital image memory, 8; Video output unit, 9; Personal computer, 10; Monitor for image processing program, 11; RGB Monitor for image indication, 12; Printer for measured value indication, 13; Printer for image indication.

CCD カメラの撮像素子はインターライン方式 CCD 固体撮像素子であり, 画素数は 510 画素 (H) × 492 画素 (V) である。CCD カメラの視野は 130 × 130 mm である。織物欠点を検出する照明方法は透過光方式で, 透過光の光源は 20 W カラービューアー用純正色蛍光灯で色温度は 5000 K である。なお, CCD カメラと照明装置間の距離は 530 mm と設定した。

織物欠点検出方法のアルゴリズムは次のとおりである。図 2 に示されるように, 透過光を試料に対して垂直方向に照射して得られた織物欠点像は CCD カメラで撮影されアナログ画像となる。この光学的なアナログ画像は画像処理装置内に入力された後, デジタル画像へ A/D 変換される。そして, 変換されたデジタル画像は各画素ごとに 64 階調の輝度及び位置 (x, y 座標) 情報が計測され各々が画像処理装置内のメモリーに記録される。なお, CCD カメラで撮像する画像は 1/30 秒静止した画像である。

しかし, このデジタル画像には画像計測の障害となっている雑音が多く含まれているので, これらの雑音を除去しなければならない。そこで, デジタル画像 $g(i, j)$ ((i, j) は画素の x, y 座標) の雑音除去を図るために次のような原理に基づく線形フィルタ及び非線形フィルタを用いた平滑化処理, 並びに領域内平均輝度処理を行う。

線形フィルタを用いた平滑化処理は近傍平均処理を行う手法である^{10, 11)}。即ち, 画像 $g(i, j)$ に対するコンボリューションフィルタの出力 $\bar{g}(i, j)$ は

$$\bar{g}(i, j) = 1/n \cdot \sum_{(k, l) \in R} w(k, l) \cdot g(k, l) \quad (1)$$

となる。なお, $w(k, l)$ は加重関数であり, 本研究においては $w(k, l) = 1$ である。

(1) 式で, R は画素 (i, j) とその近傍画素の集合であり, n は R に属する画素の個数である。デジタル画像に対して近傍領域 R は画素 (i, j) を中心とするたて 3 画素 × よこ 3 画素の領域, あるいはそれ以上の領域とすることが多い (以後 R をフィルタ領域と呼ぶことにする)。本実験では, 3 × 3, 5 × 5, 7 × 7, 9 × 9, 11 × 11 画素の領域の輝度の平均を出力する単純平滑化フィルタを用いた。そして, $g(i, j)$ が領域の中心画素 (i, j) に出力された後, 1 画素平行移動し同様の平均化処理を行う (以後この処理を平均化処理と呼ぶことにする)。

一方, 非線形フィルタを用いた平滑化処理の代表的な方法としてはメディアンフィルタ平滑化処

理がある（以後この処理をメディアン処理と呼ぶことにする）。この方法は、平滑化する領域 R 内の各画素の輝度についてそのメディアン（標本中央値）を求めることにより行われる。本実験では領域 R の大きさを 3×3 , 5×5 , 7×7 , 9×9 , 11×11 画素とした。即ち、画像 $f(i, j)$ に対するメディアンフィルターの出力 $g(i, j)$ は、

$$g(i, j) = \text{med}_{(k, l) \in R} \{f(k, l)\} \quad (2)$$

となる。そして、 $g(i, j)$ が領域の中心画素 (i, j) に出力されたのち、1画素平行移動し同様のメディアン処理を行う。

このフィルターを用いることによって胡麻塩雑音（入力した画像上で輝度とその近傍と比較して際立って高い箇所、あるいは低い箇所が点状に散らばっている状態）は効果的に除去できる。しかし、欠点としては小さな対象物あるいは細い線などは雑音として除去され易いのでフィルターの大きさ（ R ）を考慮しなければならない。

領域内平均輝度処理は分割した領域 $R(k, l)$ 内全体をその領域内の平均輝度でもってペイントする処理である。この処理は1画素ごと移動する平均化及びメディアン処理と異なり、 k 画素移動した後、同様の処理を行う。よって、処理後の画像がモザイク形状を示すので、この処理をモザイク処理と呼ぶことにする。本実験ではフィルター領域 R の大きさを 2×2 , 3×3 , 4×4 , 5×5 , 6×6 , 7×7 , 8×8 , 9×9 , 10×10 , 11×11 画素とした。

上記の手法を用いて平滑化処理されたデジタル平滑化画像について、各画素ごとに64階調の濃淡輝度（最低輝度0（黒）～最高輝度63（白））に応じた疑似カラー表現処理が実行され、織物欠点画像が疑似カラーで強調表現される。

なお、疑似カラー表現処理法には1つの濃淡画像を色彩画像として表現できるシェードカラー法¹¹⁾を用いた。この手法は画像の濃度範囲を N 個の区間に分割し、各区間に対応させる色をカラーテーブルの形でコンピュータメモリーに記録していく。更に、各画素の濃度がどの濃度区間に対応するかを計測したのち、カラーテーブルを8区間に分割すると共に、各区間の疑似カラーを次のように設定した。設定した疑似カラーは、輝度領域0～7が黒、8～15が青、16～23が赤、24～31がマゼンタ、32～39が緑、40～47がシアン、48～55が黄、56～63が白である。これら8色を選定したのは現状のカラープリン

ターが最大出力できる色数だからである。

3. 実験結果及び考察

図3は、透過光を試料に対して垂直方向に照射して得られた織物欠点を含む画像（以後織物欠点像と呼ぶことにする）及び欠点がない織物像（以後織物正常像と呼ぶことにする）をCCDカメラで撮像し、そのアナログ入力画像を画像処理装置内のA/Dコンバーターで変換されたデジタル画像である。図3において、図(a)は織物欠点像、図(b)は織物正常像である。又、図4は図3について疑似カラー表現処理を行った結果である。

このデジタル画像について各画素単位ごとに64階調の輝度及び画素位置が計測され、それぞれのデータがメモリーに記録される。そこで、図4について各画素の濃度を順次計測し、そのヒストグラムを図5に示す。図5において、縦軸は0～63階調の輝度、横軸は各輝度に占める画素数を画像全体の画素数 510×492 個で除算した割合を示している。又、各画像についてガウス分布を実線にて示した。なお、図5において各輝度に占める画素割合が0.25%以下は省略した。

Fig. 3 Photographing digital monochrome image of sample by CCD camera.
(a) Defect fabric, (b) Normal fabric.

Fig. 4 Pseudo color processing image of defect fabric and normal fabric as shown in Fig. 3.

Fig. 5 Gray level histogram before smoothing processing. X axis shows gray level and Y axis shows pixel number percentage.
(a) Defect fabric, (b) Normal fabric.

図5に示されるように、織物欠点像及び正常像についてデジタル画像の各画素における各輝度の分布は広い範囲（織物欠点像の輝度分布範囲は12～47、画像全体の平均輝度は24.9、織物正常像の輝度分布範囲は14～42、画像全体の平均輝度は25.5）に分布している。織物正常像の画像全体の平均輝度が織物欠点像より高いのは、試料に対する照明装置の照度むら、CCDカメラのシェーディングの影響がないことを確認しているので、織物正常像がよこ糸異常を示す低輝度部分を含んでいないからと考えられる。又、両者の輝度分布はガウス分布に類似しているが、平均値とメディアン値は一致せずメディアン値が平均値より低輝度部にみられる。

織物欠点像及び正常像にみられる緑色点状は照明装置の透過光がパイル織物の表面に存在するパイルによって散乱されたり、たて糸とよこ糸が交絡してできる大小の間隙から透過する光によって生じる雑音の影響と考えられる。

そこで、これらの雑音を除去すると共に雑音と欠点部分を明確化するために図4に示す織物欠点像及び正常像についてモザイク処理を行った結果を表1に示す。表1において、Pは各フィルター領域Rに

Table.1 Mosaic image processing result
(a) Defect fabric image

R	P (%)	Mean	S. D.
2 × 2	4.4	24.8	3.8
3 × 3	3.4	24.9	3.5
4 × 4	2.4	24.9	3.2
5 × 5	2.2	24.9	3.0
6 × 6	1.9	24.9	2.9
7 × 7	1.8	24.9	2.8
8 × 8	1.7	24.9	2.7
9 × 9	1.3	24.9	2.6
10 × 10	1.4	24.9	2.5
11 × 11	1.3	24.9	2.4

(b) Normal fabric image

R	P (%)	Mean	S. D.
2 × 2	5.6	25.4	3.6
3 × 3	3.8	25.5	3.2
4 × 4	2.3	25.5	2.8
5 × 5	1.3	25.5	2.6
6 × 6	0.8	25.5	2.4
7 × 7	0.6	25.5	2.3
8 × 8	0.4	25.5	2.2
9 × 9	0.1	25.5	2.1
10 × 10	0.08	25.5	2.0
11 × 11	0.05	25.5	2.0
12 × 12	0.08	25.5	1.9
13 × 13	0	25.5	1.9
14 × 14	0.08	25.5	1.8
15 × 15	0	25.5	1.8
16 × 16	0	25.5	1.7
17 × 17	0	25.5	1.7

における雑音及び欠点部分の輝度が全体画素数に占める割合、Meanは画像全体の平均輝度、S. D.は標準偏差を示している。

表1より、織物正常像についてはフィルター領域Rが15×15画素以上になると雑音が除去できることが分かる。これは、織物正常像に関する雑音の大きさの最大値がたて方向、よこ方向それぞれ7画素であるため、フィルター領域内の平均輝度を出力するモザイク処理では15×15画素以上の領域であれば雑音を除去できるからである。織物欠点像についてはRが8×8画素において2種類の欠点であるよこ糸異常及びよこ糸切れが検出できるが、それ以上になるとよこ糸切れは検出可能であるがよこ糸異常の検出は不可能となる。

又、織物正常像及び欠点像においてモザイク処理のフィルター領域が大きくなるにつれてヒストグラムの標準偏差が小さくなり、雑音部分が除去されることが分かる。

次に、織物欠点像及び正常像について 3×3 画素の処理領域で平均化処理を1, 3, 5, 7回繰り返した結果を図6に示す。

Fig. 6 Averaging image processing results of defect fabric (shown in Fig. (a)) and normal fabric (shown in Fig. (b)). Filter size is 3×3 pixels and repeat processing number is 1 (shown in Fig. s (a-1) and (b-1)), 3 (shown in Fig. (a-2) and (b-2)), 5 (shown in Fig. s (a-3) and (b-3)) and 7 (shown in Fig. s (a-4) and (b-4)).

図6に示されるように、織物欠点像及び正常像について平均化処理を繰り返すほど雑音が除去されると共に雑音と欠点部分が明確化されることが分かる。

そこで、各フィルター領域で平均化及びメディアン処理されたのち雑音及び欠点部分の画素が全体数に占める割合を表2及び表3に示す。なお、表2及び表3における数字1, 3, 5, 7は平均化及びメディアン処理を繰り返し行った回数、*印は欠点像においてよこ糸異常のみ、**印はよこ糸切れのみ、***印はよこ糸異常及びよこ糸切れが明確化されたことを示す。

又、平均化及びメディアン処理をそれぞれ1, 3, 5, 7回繰り返し処理した後の画像全体の平均輝度及び標準偏差を表4に示す。なお、括弧内の数値は処理画像全体のメディアン値を示す。

表2及び表3に示されるように、織物正常像についてはメディアン処理より平均化処理の方がフィルター領域 R の画素数及び処理の繰り返し回数の小さい値によって雑音が除去されることが分かる。

表4(b)に示されるように、織物正常像について平均化処理を繰り返すほど画像全体の平均値及び標準偏差が小さくなる。一方、メディアン処理の場合 R が 7×7 画素以上では繰り返し処理回数に関係なく平均値及びメディアン値が殆ど変化せずに標準偏差だけが変動する傾向がみられる。更に、繰り返し処理後の平均値とメディアン値を比較すると、平均化処理の場合平均値とメディアン値はほとんど一致しているが、メディアン処理の場合両値間に差がみられメディアン値が高い値を示している。

よって、雑音の大きさの最大値がたて方向、よこ方向それぞれ7画素である織物正常像について、 5×5 画素以上のフィルターで処理を行う場合画像全体の平均輝度とメディアン値が同値で、織物正常部を表す輝度範囲の中心輝度23, 24へ速く低下する平均化処理を用いた方が雑音が除去され易いと考えられる。

即ち、織物正常像のように雑音が点状に分布している場合は処理を繰り返すにつれて画像全体の平均輝度を低下させる平均化処理が有効である。

次に、織物欠点像の場合表2及び表3よりメディアン処理と比較して平均化処理は小さいフィルター領域によって織物欠点像の雑音が除去されると共に雑音と欠点部が明確化される。しかし、 9×9 画素以上の場合繰り返し処理回数が増加するにつれて雑

Table.2 Averaging image processing result

(a) Defect fabric image

(%)

R \ Number	1	3	5	7
3 × 3	2.8	1.4	1.1	0.8
5 × 5	1.8	1.2 ...	0.7 ...	0.3 ...
7 × 7	1.8	0.9 ...	0.3 ...	0.02
9 × 9	1.5	0.6 ..	0.03	0.02
11 × 11	1.4 ...	0.2	0.04	0.04

(b) Normal fabric image

(%)

R \ Number	1	3	5	7
3 × 3	3.0	0.5	0.04	0.02
5 × 5	0.9	0.1	0	0
7 × 7	0.3	0	0	0
9 × 9	0.2	0	0	0
11 × 11	0.1	0	0	0

Table.3 Median image processing result

(a) Defect fabric image

(%)

R \ Number	1	3	5	7
3 × 3	3.4	2.2	1.9	1.8
5 × 5	2.0	1.6	1.5	1.4
7 × 7	1.6	1.4	1.3 ..	1.2 ..
9 × 9	1.5	1.3 ...	1.1 ..	1.0 ..
11 × 11	1.3	1.1 ..	1.0 ..	0.9 ..

(b) Normal fabric image

(%)

R \ Number	1	3	5	7
3 × 3	4.0	1.4	1.1	1.0
5 × 5	1.2	0.4	0.2	0.1
7 × 7	0.5	0.1	0	0
9 × 9	0.3	0	0	0
11 × 11	0.2	0	0	0

音と共に欠点部も除去する傾向がみられる。又、表4より平均化処理は織物正常像の処理結果と異なり繰り返し回数が増加するにつれて平均値とメディアン値間に差が生じているが、平均値とメディアン値がほぼ一致し標準偏差が2.2〜2.6の範囲である場合に欠点部が検出されている。

一方、メディアン処理については9×9画素のフィルター領域で3回繰り返し処理を行った場合を除いて、7×7画素以上の領域で8回以上(11×11画素の場合は3回以上)繰り返し処理を行うことによってよこ糸切れを明確化することができる。

又、表3よりメディアン処理の場合織物欠点像及

Table.4 Mean value and S. D. value of averaging image processing and median image processing results.

(a) Defect fabric image

R	Number	1		3		5		7	
		M.	S.D.	M.	S.D.	M.	S.D.	M.	S.D.
3×3	Averaging	24.4 (24)	3.5	23.6 (23)	3.0	22.7 (23)	2.8	21.9 (22)	2.7
	Median	24.7 (24)	3.6	24.6 (24)	3.2	24.6 (24)	3.1	24.6 (24)	3.0
5×5	Averaging	24.4 (24)	3.0	23.5 (24)	2.6	22.6 (23)	2.5	21.8 (22)	2.3
	Median	24.6 (24)	3.1	24.6 (24)	2.8	24.6 (24)	2.6	24.5 (24)	2.5
7×7	Averaging	24.4 (25)	2.8	23.5 (24)	2.4	22.6 (23)	2.2	21.8 (23)	2.1
	Median	24.6 (24)	2.8	24.6 (24)	2.5	24.6 (24)	2.4	24.6 (25)	2.4
9×9	Averaging	24.4 (25)	2.6	23.5 (24)	2.3	22.6 (23)	2.1	21.9 (23)	2.0
	Median	24.6 (24)	2.7	24.6 (25)	2.4	24.6 (26)	2.3	24.6 (26)	2.2
11×11	Averaging	24.4 (25)	2.5	23.5 (24)	2.2	22.7 (24)	2.0	22.0 (23)	1.9
	Median	24.6 (24)	2.5	24.6 (26)	2.3	24.6 (26)	2.2	24.6 (26)	2.2

び正常像について雑音と欠点部の明確化並びに雑音除去が可能なフィルター領域及び繰り返し回数を比較すると各々が一致していることが分かる。これは、平均化処理と異なりメディアン処理が平均輝度及びメディアン値をほぼ一定にして標準偏差を小さくすることによって正常部の輝度領域外の低・高輝度領域の雑音を除去できるからであると考えられる。

4. 結 言

織物欠点状態が複雑なパイル織物についてその織物欠点構造を検出するために、コンピュータ画像処理技術を用いた織物欠点検出システムの試作を行った。そして、この試作システムを用いて織物欠点の有無状態をパターン認識する方法について考察を試みた。

その結果、次のことが明らかになった。

- (1) 織物正常像及び欠点像の輝度分布はガウス分布に類似しているが、平均値とメディアン値は一致せずメディアン値が平均値より低輝度部にみられた。
- (2) 本研究で用いた織物正常像上の雑音（たて及びよこ方向の最大画素が7×7画素で、最大画素が画像全体に占める割合が0.02%）についてモザイク処理を行った場合、フィルター領域が雑音の最大画素値の2倍以上になると全ての雑音が除去できた。
- (3) メディアン処理は画像全体の平均輝度及びメディアン値をほぼ一定に保ちながら標準偏差を小さくし、織物正常像の輝度分布を中心極限定理に基づいてガウス分布へ近付けることによって雑音の除去を行っている。一方、平均化処理はメディアン値と一致した平均値、標準偏差を小さくすることによ

(b) Normal fabric image

R	Number	1		3		5		7	
		M.	S.D.	M.	S.D.	M.	S.D.	M.	S.D.
3×3	Averaging	25.1 (25)	3.2	24.2 (24)	2.6	23.3 (23)	2.4	22.5 (22)	2.2
	Median	25.3 (24)	3.3	25.1 (24)	2.7	25.1 (24)	2.6	25.1 (24)	2.5
5×5	Averaging	25.0 (25)	2.6	24.1 (24)	2.1	23.2 (23)	2.0	22.4 (23)	1.8
	Median	25.1 (24)	2.6	25.1 (26)	2.2	25.0 (26)	2.1	25.0 (26)	2.0
7×7	Averaging	25.0 (25)	2.3	24.1 (24)	1.9	23.2 (23)	1.8	22.5 (23)	1.7
	Median	25.1 (26)	2.3	25.1 (26)	2.0	25.1 (26)	1.9	25.1 (26)	1.8
9×9	Averaging	25.0 (25)	2.2	24.1 (24)	1.8	23.2 (23)	1.7	22.6 (22)	1.6
	Median	25.1 (26)	2.2	25.1 (26)	1.9	25.1 (26)	1.8	25.1 (26)	1.8
11×11	Averaging	25.0 (25)	2.0	24.1 (24)	1.8	23.3 (23)	1.6	22.7 (23)	1.6
	Median	25.1 (26)	2.1	25.1 (26)	1.8	25.1 (26)	1.8	25.1 (26)	1.7

Where M. is mean value and S.D. is standard deviation.

て中心極限定理に基づいて織物正常像の雑音を除去している。

(4) 織物正常像については平均化処理の方が小さいフィルター領域並びに少ない繰り返し処理回数によって雑音が除去できる。織物欠点像の場合、小さいフィルター領域（5×5画素，7×7画素）並びに少ない繰り返し処理回数においては平均化処理の方が有効であるが、大きいフィルター領域（9×9画素，11×11画素）ではメディアン処理の方が帯状分布の欠点検出に有効であることが明らかになった。これは、雑音の大きさの最大画素数がたて及びよこ方向で7画素，帯状分布がたて方向7～15画素，よこ方向510画素で両者の画素数に差があるため，フィルター領域内の特徴を表現するメディアン処理では両者の画素数分岐点である9×9画素以上のフィルターによって雑音だけを除去することができるからである。しかし，フィルター領域が小さいと雑音も領域内の特徴として表現するため雑音だけを除去することができないと考えられる。

本研究の一部は第39回及び第41回日本繊維機械学会年次大会で発表を行った。

終わりに、本研究は日本繊維機械学会学術奨励金の助成を受けたことを記し、感謝の意を表します。又、本システムを試作するに当たり協力して頂いたテグー電子(株)に感謝の意を表します。

参考文献

1) 古田好治，久世栄一；織学誌，**29**，T 224 (1973)

2) 久世栄一，西出照雄；織学誌，**32**，T 178 (1976)

3) 秋山隆一，久世栄一；織学誌，**33**，T 439 (1977)

4) 秋山隆一，久世栄一；織学誌，**35**，T 202 (1979)

5) 頼鋳平，畝迫宗能，久世栄一；織学誌，**38**，T 438 (1982)

6) 頼鋳平，畝迫宗能，久世栄一；織学誌，**39**，T 75 (1983)

7) 頼鋳平，畝迫宗能，三重野博司，久世栄一；織学誌，**39**，T 252 (1983)

8) 太田健一，坂上勝彦，田村秀行；織機誌，**36**，P 459 (1983)

9) 秋山隆一，木下瑞穂，高見直久，内山生；織機誌，**41**，P 140 (1988)

10) 長尾真，“画像認識論”，P 17，コロナ社 (1983)

11) 手塚慶一，北橋忠宏，小川秀夫；“デジタル画像処理工学”，P 45，日刊工業新聞社 (1985)