

화상처리를 응용한 직물결점 검출 시스템에 관한 기초연구

최형택, 정성훈
한양대학교 섬유공학과

1. 서론

현대 섬유산업은 높은 생산성과 고품질 제품 생산 환경조성에 힘쓰고 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해 전 섬유공정에서 on-line 및 동적관리를 지향하고 있으나 품질관리를 위한 중요한 공정인 직물검사를 포함한 몇몇 공정은 off-line 및 수작업으로 진행되고 있다. 이로 인한 문제점으로는 주관적 검사로 인한 객관성 결여, 공기지연 및 인건비 상승에 따른 제조원가의 상승 등이 있으며 공정 전반에 걸쳐 부정적 영향을 주고 있다. 최근 영상기술이 발달함에 따라 저비용, 고속으로 영상획득이 가능하게 되었고 computer 등 전자기술의 발달에 따라 신속하고 정확한 영상분석 및 패턴 인식이 가능하게 되었다. 이러한 하드웨어 및 소프트웨어의 발전에 힘입어 화상분석을 응용한 검사가 수작업으로 진행되는 직물검사의 대안으로 제시되고 있다.

직물결함의 객관적 검출에 관한 연구로는 1995년 Zang 과 Bresee에 의한 직물결점을 찾고 분류하는 연구¹와 Jasper 와 Potlapalli에 의한 wavelet을 이용한 위사미입에 관한 화상분석연구² 등이 있다. 그러나 이러한 방법들은 검출, 분류된 결점을 정량화 하는데 목시적 방법을 사용하고 응용 범위가 패턴이 없는 평직물에 한정된다는 단점이 있었다.

본 연구에서는 이러한 단점들을 보완하고 CCD(Charge Couple Device)를 사용한 실시간 직물 결점 검출의 전단계로서 스캐너를 이용하여 실시간으로 영상정보를 수집하고 이를 화상처리를 거쳐 matching template 방법을 이용하여 결점에 점수를 부여, 패턴이 있는 직물과 패턴이 없는 직물에 적용해서 그 타당성을 평가하고자 했다.

2. 이론

본 연구에서 사용된 화상분석 기술은 Median Filtering, Wiener Filtering, Thinning, Template Matching 등의 방법을 사용하였다.

2.1 Median Filter

Median Filter는 화상의 소금이나 후추와 같은 형태의 잡음을 제거하기 위한 일종의 low-pass filter 이다. 각각의 화소에 그 이웃하는 값들의 중앙값을 할당함으로써 효과적으로 소금이나 후추와 같은 형태의 잡음을 제거한다.

$$P_{i,j} = \text{수열}[P_{n,m}] \text{의 중앙값}$$

N차 Median Filter는 Median Filter와 유사하나 이웃값들의 N번째 값을 할당한다는 점이 틀리다. N값은 filter 차수를 정의하며 낮은 차수에서는 어두운 영상변환을 하고 높은 차수에는 밝은 영상변환을 행한다.

$$P_{i,j} = \text{수열}[P_{n,m}] \text{의 N번째 값}$$

2.2 Wiener Filtering

Pattern이 없는 직물의 경우 획득된 영상의 정상부분을 제거하고 결점부분만을 분류하기 위해서 Median filter 대신 Wiener Filter를 사용하였다. Pattern이 없는 직물의 경우 정상부분

의 영상이 독립된 후추와 소금의 잡음이 아니라 Gaussian white 잡음과 같은 형태이기 때문에 이를 제거하는데 가장 적합한 Wiener Filter를 사용하였다.

2.3 Thinning

Thinning은 고립된 pixel이나 영상의 외곽선을 제거하기 위한 목적으로 실시된다. Thinning은 원 영상과 그것의 Hit-Miss Transform을 행한 후 변환된 영상사이의 교차점을 추출한다. Hit-Miss Transform: 만약 P_i 화소 값이 structuring element 값과 일치하면 P_o 값은 1, 그렇지 않으면 0을 반환한다. 그리고 Thinning 만약 I 가 원 화상이라면, $Thinning(I) = I - Hit-Miss(I) = XOR(I, Hit-Miss(I))$ 이다.

2.4 Template Matching

직물의 한 단위 조직을 Template($T(i,j)$)라하고 이를 이용하여 원 영상($I(i,j)$)과의 상관관계를 점수로 나타냈다. 자세한 Algorithm은 다음과 같다.

```
If T(i,j) And I(i,j) = 1 then Score_Index(i,j) = 0
    Elseif T(i,j) = I(i,j) Then Score_Index(i,j) = 1
    Else
        Score_Index(i,j) = -1
End If
```

3. 실험결과 및 고찰

3.1 실험재료

직물시료로는 2-by-2 check(패턴이 있는 직물)와 평직(패턴이 없는 직물)의 2종을 사용하였다. 패턴이 있는 직물에서의 결점은 ASTM D3990-933을 참고 해서 삼각형태의 구멍인 Hang Pick를 직물 상단부에 부여하였다. 패턴이 없는 직물의 결점은 위경사에 slub를 임의로 발생시킨 평직을 사용하였다. Epson GT-9500 기종의 스캐너를 사용하여 영상을 획득하였으며 해상도는 300 dpi이고 영상의 크기는 200 200 화소이다(Fig. 1).

3.2 직물 결점 검출을 위한 화상처리

획득한 원화상에 대해 Fig. 2와 같은 과정을 사용하여 직물상의 결점정보를 획득하기 위해 패턴 유무에 따라 서로 다른 화상조작 및 분석을 시도하였다. Fig. 3은 패턴이 있는 직물 영상정보에 대해 이진화, Median filtering, Thinning후의 결과를 보여주고 있다.

패턴이 없는 평직은 이진화 후 정상적인 부분과 비정상적인 부분을 구분하는 방향으로 화상처리를 하였다. Thinning과 Wiener filtering을 통하여 정상적인 사의 영상을 제거하고 slub 영상만이 남도록 처리하였다. 다음으로 고립된 잡음을 제거하기 위하여 Median filtering을 사용하였다. Median filtering을 패턴 직물의 경우에서처럼 처음에 사용하지 않고 Thinning 과 Wiener filtering 이후에 사용한 이유는 median filtering을 먼저 수행하면 slub의 영상이 끊어진 형태로 나타나는데 이를 방지하고 연속된 slub 영상을 얻기위함이다. Fig. 4는 패턴이 없는 직물 영상정보에 대해 이진화, Thinning, Wiener filtering, Median filtering이후의 결과를 보여주고 있다.

3.3 직물결점 검출결과

각각의 영상에 대해 화상처리후 단위조직을 template로 분리했다. Fig. 5 a)는 패턴이 있는 직물영상의 template로 25 23 화소 이다. 이를 화상처리된 원영상과 좌에서 우측으로 위에서 아래로 template 크기만큼 중복되지않게 이동하면서 계산해서 수치화한 값을 행렬화한 결과로 나타냈다. (Fig. 6,7)

Fig. 6은 패턴이 있는 직물의 결점 검출 결과를 보여주고 있다. 임의의 결점을 부여하였던 지점인 상단부의 값이 현저하게 떨어지고 있음을 보여주고 있다. 이를 토대로 이 부근에서 기본 직물 조직과 상이한 부분이 존재하고 있음을 알 수 있었다. Fig. 7은 패턴이 없는 직물의 결점 검출 결과를 보여주고 있다. 3열과 8열의 가로 방향으로 길게 값들이 현저하게 낮아지는 것을 볼 수 있는데 이는 정상 위사와는 다른 형태의 위사가 위입되었음을 보여주고 있다. 3열의 값 중 3행과 4행의 값은 216과 109로 급격한 차이를 보여주고 있는데 이는 좁은 구간에서의 급격한 변동을 보여주는 nep의 존재 가능성을 보여준다. 5행의 값들은 3열에서 9열까지 세로 방향으로 낮은 값을 보여주고 있는데 이는 세로방향으로의 결점의 존재를 보여주고 있다. 결과는 결점의 존재뿐 아니라 결점의 방향성도 보여주고 있다.

4. 결론

본 연구는 CCD를 이용한 실시간 직물결점 시스템을 위한 전단계로서 스캐너를 이용하여 영상을 획득하고 화상처리 및 분석을 통하여 객관적인 방법으로 결점을 검출할 수 있도록 결점정보를 수치화하였다.

직물에 발생한 결점의 객관적인 분석 방법인 화상처리 및 분석을 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 본 연구에서 제안한 방법을 이용한 화상처리 및 분석방법은 패턴이 있는 직물뿐만 아니라 패턴이 없는 직물에서도 결점 정보를 객관적이고 손쉽게 얻을 수 있음을 보여주고 있다.
- 2) 획득된 정보를 토대로 점수의 차이와 연속된 점수의 수로 결점의 종류의 예측이 가능하다. 좁은 구간에서 점수가 급격한 차이를 보이면 nep 형태의 결점이 존재한다고 판단할 수 있으며 비슷한 값이 연속되고 있으면 이는 slub와 같은 형태의 결점이 존재한다고 판단할 수 있다. 그러나 획득된 점수를 각 결점별로 분류하는 과정은 연구가 좀 더 진행되어야 한다.
- 3) 획득된 점수를 바탕으로 결점의 발생주기 및 방향성을 알 수 있었다. 직물에서 일정한 주기를 가지고 발생하는 결점이 발생할 때 목시적 검사로는 알기 힘들었으나 본 방법을 이용하면 쉽게 검출이 가능함을 예측할 수 있었다.

다음 연구에서는 스캐너를 이용하여 얻은 결과를 바탕으로 CCD를 이용 실시간 결점 검출 시스템에 대한 연구를 진행할 예정이며 결점을 점수별로 분류하는 연구가 수행할 것이다.

참고문헌

1. Y. F., Zang and R. R. Bresee, *Textile Res J.* 65, 1(1995)
2. W. J. Jasper and H. Potlapalli, *Textile Res J.* 65, 683(1995)
3. ASTM D 3990-93 Standard Terminology Relating to Fabric Defects.
4. IMAQ Vision for G reference Manual, National Instrument, 1996
5. J. R. Parker Practical Computer Vision Using C, John Wiley & Sons, 1994.
6. Thompson, C. M., and Shure, L., Image Processing Toolbox for use with Matlab, The Math Works, 1993.

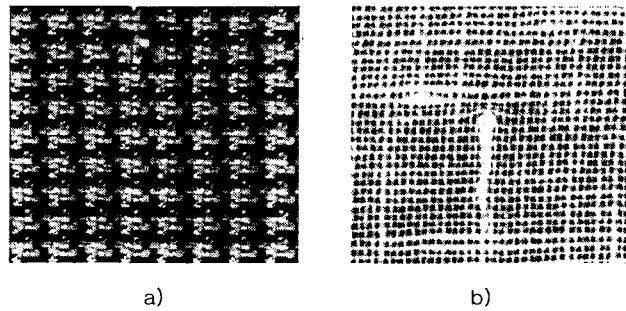


Fig. 1 Original image of fabrics
a) pattern fabric, b) unpattern fabric

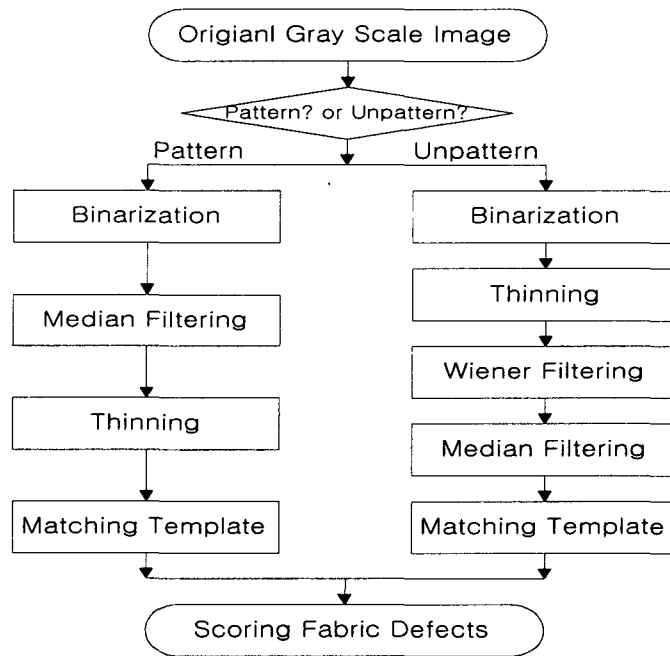


Fig. 2. Image processing flowchart

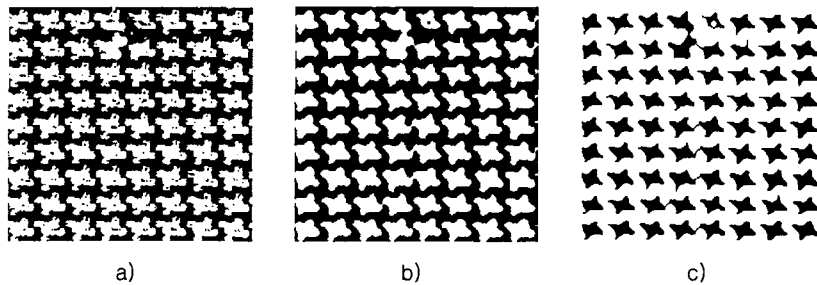


Fig. 3 Pattern fabric image of binarization, median filtering, and thinning
a) binarization, b) median filtering, c) thinning

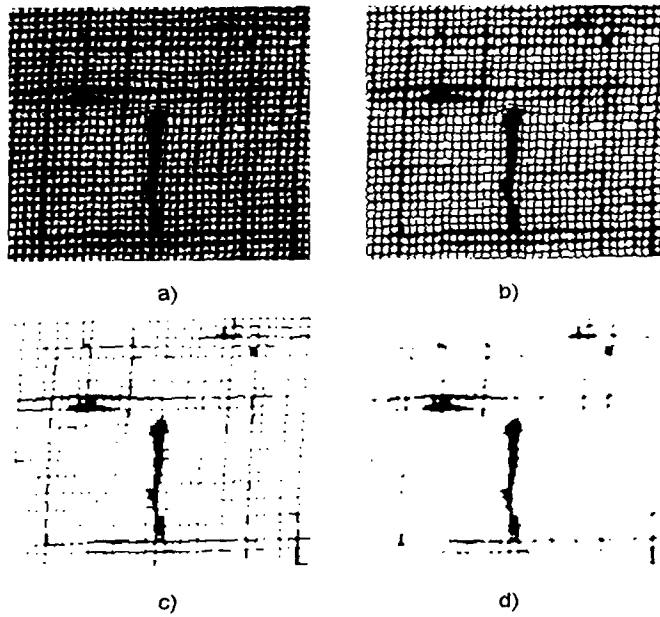


Fig. 4 Unpatterned fabric image of binarization, thinning, wiener filtering, and median filtering
 a)binarization, b)thinning, c)wiener filtering d)median filtering

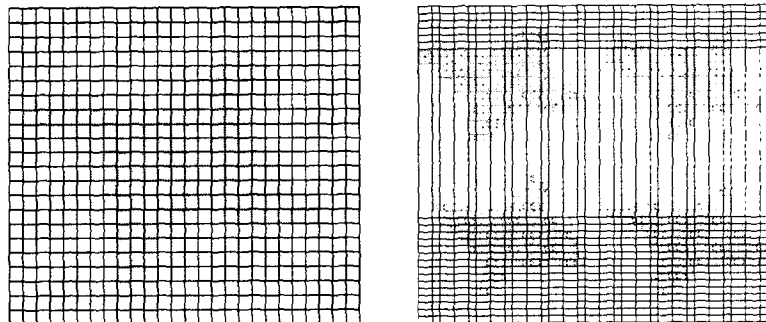


Fig. 5. Binary image of pattern fabric
 a)binary image of template, b)a part of original binary image

27	100	86	83	-14	113	134	116
10	68	67	1	4	31	61	71
26	76	75	82	56	49	93	80
42	88	93	72	55	84	50	77
36	90	92	85	69	74	93	81
74	126	110	60	29	105	55	85
35	72	74	54	13	43	28	35
57	77	56	52	21	73	41	43
72	105	84	69	32	77	73	70

Fig. 6. Results after template matching of patterned fabric

0	0	0	0	0	0	-16	-64	-11	-8
0	-6	-19	-6	-10	-2	0	-13	-24	0
0	0	-4	-7	0	0	0	-1	0	0
-17	-51	-216	-109	-32	-7	0	-17	-10	0
0	0	0	0	-115	-36	0	0	0	0
-1	0	0	0	-114	-6	0	0	0	0
0	-4	0	0	-87	0	0	0	0	0
0	-1	0	0	-85	0	0	0	0	-7
0	-14	-10	-37	-119	-30	-12	-9	-4	-13
0	-8	-2	-18	-23	-22	0	-1	0	-32

Fig. 7. Results after template matching of unpatterned fabric