

## 고감성 패턴 제조를 위한 반자동 검단기의 개발

Development of a Semi-automatic Cloth Inspection Machine for High-quality  
Fabric Patterns

김주용\*† · 김기태\*

Jooyong Kim\*† · and Kitai Kim\*

숭실대학교 유기신소재·파이버공학과\*

Department of Organic Materials and Fiber Engineering, Soongsil University\*

**Abstracts :** The inspection processing is for reducing loss which occurs fault because of fabric appearance. Up to now inspection machine which is used from inspection process is classified with the macrography inspection machine and the full automatic inspection machine. The macrography inspection machine is low price and efficient equipment but does not record information of fault. On the other side, the automatic inspection machine is high price, also the detection rate of one changes with effect of environment variable but able to record information of fault. It developed semi-automatic cloth inspection machine with the weak point of the macrography inspection machine and the automatic inspection machine was complemented. And when it uses information which was collected by semi-automatic cloth inspection machine, the loss rate of original fabric is able to calculate. So sewing factories will be able to predict fabric consuming quantity.

**Keywords :** inspection system, sawing, yard meter, laser grid

**요약 :** 직물의 결점은 원단손실을 가중시키기 때문에, 검단공정에서 결점부위를 제거한다. 실제공장에서 이뤄지는 검단공정은 육안판정방식과 전자동 방식 중 하나를 선택하는데, 두 방식 나름대로 장단점이 있다. 본 연구에서는 육안판정과 전자동 방식의 장점만을 모아 검출은 사람이 하지만, 결점위치 정보 제공 및 결점정보 기록을 컴퓨터가 하도록 반자동 검단기를 개발하였다. 본 연구에서 개발한 레이저 그리드는 결점의 위치를 검단자가 쉽게 파악하도록 돋는 역할을 하며, 야드미터는 자동으로 결점의 위치를 측정하는 역할을 한다. 컴퓨터는 야드미터로 측정된 직물의 길이와 사람이 검출한 결점의 위치정보를 받아들여 저장하고 직물의 결점정보를 한눈에 보여주는 역할을 한다. 실제 사용되는 직물을 대상으로 특정 패턴으로 재단했을 때의 손실률을 계산하여 개발된 시스템의

---

\* 교신저자 : 김주용(숭실대학교 유기신소재·파이버공학과)

E-mail : jykim@ssu.ac.kr

TEL : 02-820-0631

FAX : 02-817-8346

성능을 객관적으로 평가하였다.

**주제어** : 검단기, 봉제, 야드미터, 레이저 그리드

## 1. 서론

원단에 존재하는 결점은 봉제 시 원단손실을 발생시키며 발생한 손실은 봉제업체에 원단 재고관리에 문제를 일으키게 되고 이 문제는 고스란히 봉제업체의 부담으로 이어진다. 봉제업체는 대부분 OEM방식의 생산을 하는데 하청을 맡긴 업체에서는 직물에 존재하는 결점으로 인해 발생한 손해비용을 책임지지 않으며 직물제조업체에 직물에 존재하는 결점으로 인한 손해에 대한 책임을 물을 수는 있으나 정확한 손실양을 측정할 방법이 없기 때문이다. 봉제업체는 직물에 존재하는 결점으로 인한 손실을 줄이기 위해 봉제 전에 검단 공정을 통해 직물에 존재하는 결점을 검출한다. 현재 검단공정에서 사용되는 검단기는 크게 육안판정검단기와 자동검단기 두 가지로 나눌 수 있는데, 육안판정검단기는 결점검출률이 높은 반면 원단에 존재하는 결점의 유무만 판단할 수 있고 그 외의 결점의 위치, 개수, 형태 등 결점에 관련된 정보는 얻을 수 없으며, 자동 검단기는 고속으로 결점에 관련된 모든 정보를 얻을 수 있으나, 250,000달러 정도의 고가이고 직물의 색이나 패턴 등에 따라 결점검출률이 변한다는 단점이 있다. 직물결점 추출에 관한 연구는 CCD카메라를 사용해 직물 외관 이미지를 얻고 통계적 분석, 영상 분석 등을 이용한 전자동 검단 시스템의 개발이 주를 이루고 있다[1-8]. 하지만 국내 봉제 업체는 대부분이 영세업체라 고가의 자동검단기를 구비하는데 어려움이 있어 육안판정 검단기를 사용하고 있으므로 기존 육안판정 검단기에 추가 모듈

을 장착한 반자동검단기 개발이 최선의 문제 해결책이라 할 수 있다. 본 연구는 육안판정 검단기와 자동검단기의 장점을 보완한 반자동 검단기를 개발함으로써 국내 영세 봉제업체가 경제적 부담을 줄일 수 있고, 자동검단기의 기능처럼 결점의 위치와 그 형태를 실시간으로 수집하고, 육안판정 검단기처럼 결점검출률이 높은 검단기를 개발하며, 직물의 손실을 예측할 수 있는 반자동 검단기 시스템 개발에 목표를 둔다.

## 2. 검단기의 구조 설계

### 2.1. 전체 시스템 구성

전자동 검단기는 CCD나 CMOS 같은 광학센서를 이용하여 직물의 외관을 검사 및 기록하고 프로세싱 컴퓨터가 판단하여 직물상의 결점 존재여부를 밝혀낸다. 컴퓨터의 판단력은 소프트웨어가 얼마나 사람의 인지능력을 닮았느냐에 달려있는데 아직까지 그리고 앞으로 단기간 내에 사람의 인지능력에 가까운 판단을 내릴 수 있는 소프트웨어는 없다고 볼 수 있다. 즉, 전자동 검단기는 다양한 환경변수의 영향을 받아 결점검출률이 변한다는 단점을 가지고 있다. 육안판정은 전자동 검단기의 이러한 단점을 보완할 수 있다. 사람의 결점 검출능력은 피로도에 영향을 받기는 하지만 검단을 하는 동안은 피로도가 크게 작용하지 않음을 한 선행연구에서 밝힌 바 있으며 그림 1에서 나타내었다 [1].

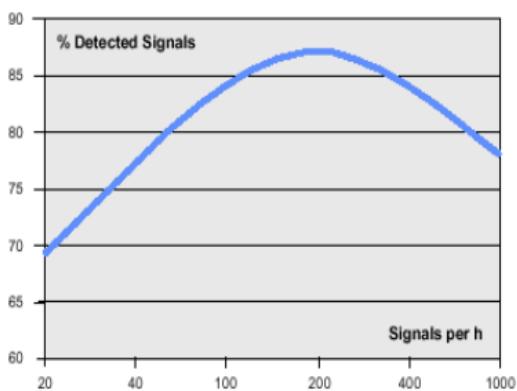


그림 1. The detection rate of macrography from literature

육안판정 검단기는 검출률은 높지만 결점의 정보를 기록할 수 없다는 단점을 가지고 있는데 반자동 검단기는 키보드, 디지털 야드미터, 프로세싱 컴퓨터 등을 육안 판정 검단기에 장착하여 구성함으로써 기록을 할 수 없는 단점을 보완하며 검단grid를 부착하여 육안판정으로 결점을 검출하는 것을 보다 용이하게 한다.

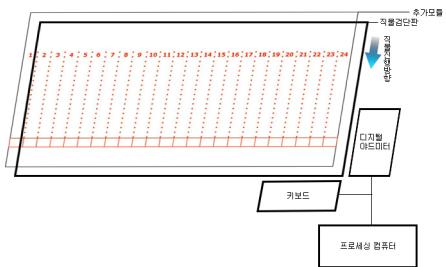


그림 2. The inspection system developed

### 2.1.1. 검단 grid

검단 grid는 육안판정 검단기에서 검단부를 덮을 수 있는 크기로 laser diode를 이용해 제작하였다. 일반 검단공장에서 사용하는 검단기의 검단부 크기가 가로 200cm, 세로 160cm 가량이므로 검단grid의 크기 역시 이

에 맞추었다. 3 laser technology®에서 제조한 Line laser(P16-655-2.5-L45)와 pointor(P16-655-1-DOT)를 이용해 직물 위에 그리드를 투영하였다. 검단 grid의 한 칸의 폭은 10cm로 1~20의 값을 가지며 이 값은 검출자가 결점의 X좌표를 쉽게 인식할 수 있도록 돋는 역할을 한다.

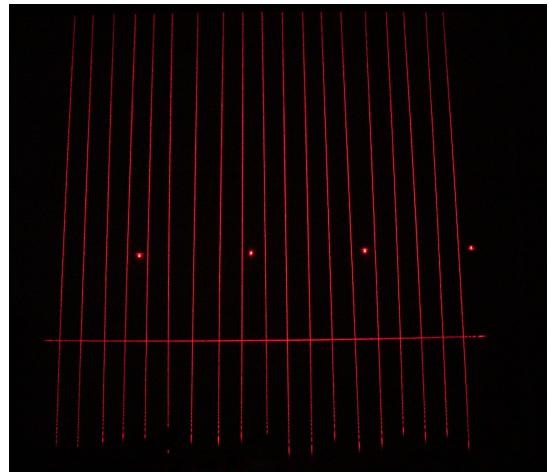


그림 3. The laser inspection grid used

### 2.1.2. 디지털 야드미터(야드 카운터)

원판의 회전수로 길이를 측정하는 디지털 야드미터는 결점의 Y좌표를 인식하는 역할을 한다. 디지털 야드미터는 일종의 센서로 Data acquisition을 통해 그 정보를 수집 한다. 디지털 야드미터는 TAKANOKEIKI®사의 PG3:1(그림 4)을 사용하였으며 Data acquisition은 National Instrument® PCI-6024E Data acquisition board를 활용하여 얻었다.



그림 4. The digital yard-meter used

그림 5에서 보는 것과 같이 디지털 야드미터는 야드미터의 드럼의 중심이 Y좌표 검출부에 수직으로 아래 방향에 위치하도록 하여 부품의 위치로 인한 실험오차를 최소화하였다.

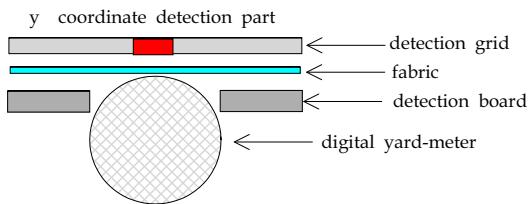


그림 5. Positioning of the yard-meter

### 2.1.3. 키보드

일반 컴퓨터 키보드를 이용하여 개발하였다. Mathworks®의 Matlab을 이용하여 결점 입력 소프트웨어를 제작하고 일반 키보드의 키에 그림 6에서 보인 기능을 부여하여 결점의 정보를 입력받았다. 키보드를 통해 얻는 정보는 결점의 위치와 형태 정보이다. 숫자가 적혀있는 키는 결점의 종류와 X좌표를 지정하는 키이다. 엔터키는 결점의 입력에 사용된다.

### 2.2. 결점분류 및 재현원리

직물 외관에서 발생하는 결점의 종류가 다양하지만 실제 공정에서 결점을 제거할 때 형태에 무관하게 결점의 주변을 사각형 형태로 제거 한다. 이러한 실제 공정을 고려하여 결

점을 5종류로 단순화하여 점, 수직선, 수평선, 대각선, 다각형 등 5종류로 분류하였고 각각의 결점을 재현하기 위해 입력받아야 할 좌표를 그림 7과 표 1에서 보였다.

X coordinate detecting  
coordinate inputting



그림 6. The keyboard device for detection

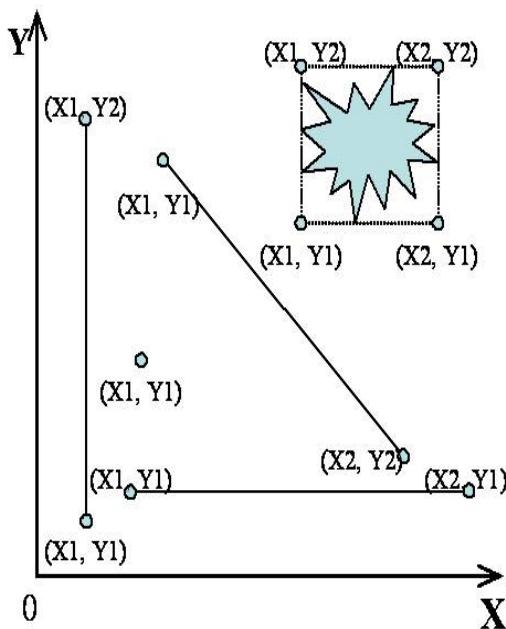


그림 7. Graphical representation of the method developed

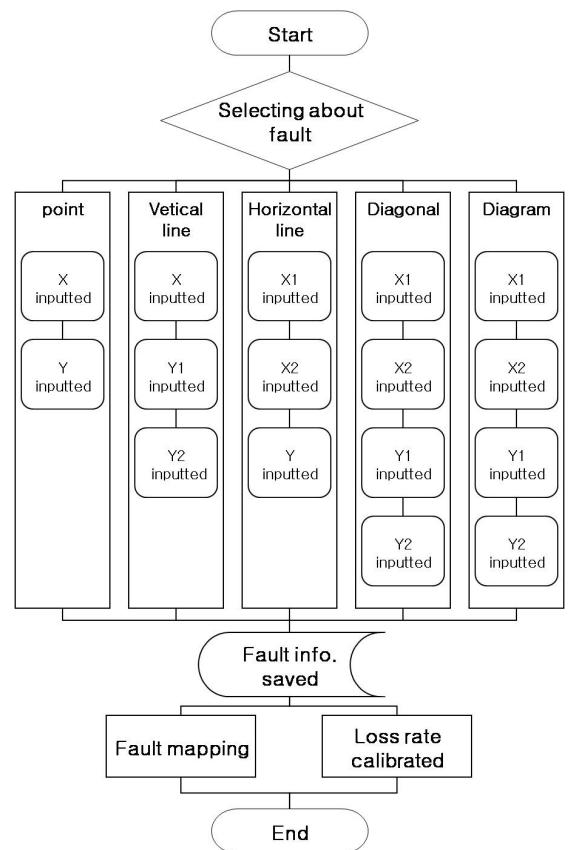


그림 8. The inspection algorithm used

표 1. Positioning method according to defects' geometry

Kind of defect	Essential coordinate			
	X1	Y1	X2	Y2
point	○	○	×	×
vertical	○	○	×	○
horizontal	○	○	○	×
diagonal	○	○	○	○
polygon	○	○	○	○

### 2.3. 작동원리

일반 육안판정검단기를 작동하면 Feed roller에 감겨있던 직물이 풀리면서 검단판을 지나 Wind roller에 다시 감기게 되는데 검단판에 앞서 설명한 검단grid, 디지털 야드미터 등을 설치하여 검단자에게 직물의 X좌표 정보, Y좌표 정보 등을 입력할 수 있도록 한다. 검단이 실행되는 동안 디지털 야드미터는 직물의 길이를 재고 있으며 그 정보가 Data acquisition board를 통해 컴퓨터로 입력된다. 검사 중 결점이 나타난다면 관찰자는 키보드를 이용해 우선 결점의 모양을 선택하여 입력하고 X좌표를 입력하면 결점이

## 212 김주용 · 김기태

검단grid의 Y좌표 검출부를 지날 때 키보드의 엔터키를 이용하여 Y좌표를 입력한다. Y좌표 입력을 뜻하는 엔터키가 눌리는 순간 디지털 야드미터에서 측정되어 Data acquisition board를 통해 입력된 직물의 길이가 결점의 Y좌표로 입력되며 사용자가 입력한 X좌표가 결점의 X좌표로 입력된다. 결점의 종류에 따라 입력받아야 할 좌표는 컴퓨터에 자동으로 입력될 수 있도록 알고리듬을 구성하였다. 알고리듬은 Mathworks®의 Matlab을 이용하여 작성하였다.

### 2.4. 결점 재현 및 손실률 계산

검단을 마치면 컴퓨터에는 검단을 마친 직물의 결점 정보가 저장되어 있으며, 이 정보를 바탕으로 결점지도를 재현하며, 아래 식을 통해 손실률을 계산한다.

$$\text{loss fabric rate} = \frac{\text{loss fabric area}(yd^2)}{\text{original fabric area}(yd^2)} \times 100(\%)$$

본 실험에 사용한 직물의 면적은 120000cm<sup>2</sup>이며, 이 직물에 그림 11과 같은 패턴을 적용할 경우 손실되는 패턴의 면적은 16556.55cm<sup>2</sup>로 그림 9와 같은 직물을 사용하여 그림 11에 나타낸 패턴을 적용하면 약 14%의 직물 손실이 발생함을 예상할 수 있다.



그림 9. The fabric used for experiment

### 3. 실행 사례 및 검출률 계산

그림 9과 같이 직물에 개발한 반자동 검단기로 검출할 수 있는 5가지 결점을 무작위로 표시하였다. 개발한 검단기를 이용하여 이 직물을 검단하는데, 마지막 결점이 있는 위치까지 검사하였다. 그림 10은 검사결과로 만들어진 그래프로 직물에 존재하는 결점의 위치정보를 표시한 결점지도이다. 이 결점지도를 실제 패턴에 적용하여 손실 면적을 계산할 수 있는 근거로 사용한다. 그림 11은 그림 10에 나타낸 결점지도를 실제 의류 제작을 위한 패턴에 적용한 것으로 이를 바탕으로 손실되는 패턴을 찾았다. 손실되는 패턴의 면적을 구하여 손실률을 계산하였다.

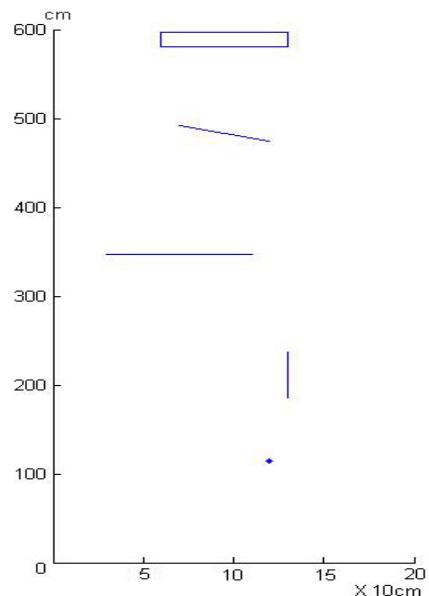


그림 10. Map of the faults detected

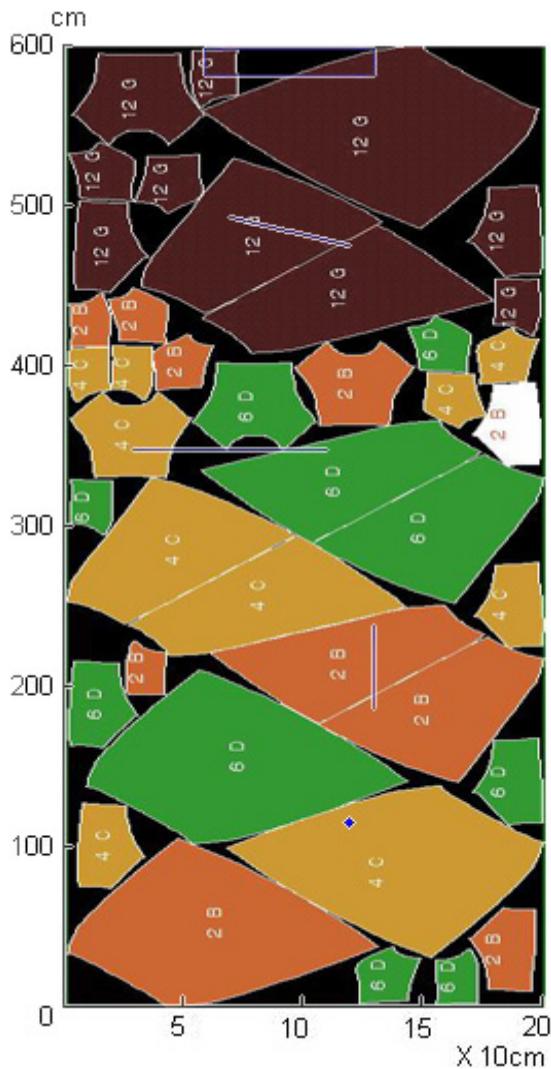


그림 11. A typical fault map for a specific fabric

#### 4. 결론

결점의 정보 기록이 불가능한 육안판정 검단기와 검출률이 저조한 전자동 검단기의 단점을 보완하여 높은 검출률과 결점의 정보를 모두 저장하여 정보를 제공할 수 있는 반자동 검단기를 개발하였다.

봉제업체가 기존에 갖고 있는 반자동 검단기에 추가 모듈을 설치하여 적은 비용에 최대

의 효율을 얻을 수 있다.

결점에 대한 정보를 이용해 봉제후 손실률과 결점 맵을 얻을 수 있게 되어, 원단의 입고 시 손실률을 미리 예측 할 수 있는 시스템이 가능하게 되었다.

개발한 알고리듬(결점검출, 결점재현, 손실률 계산)은 기존의 어페럴 CAD와 연동되어 손실률이 낮은 패턴의 제조에 적용 될 수 있다.

감사의 글: 본 연구는 숭실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음.

#### 참고문헌

- [1] M. K. Park and Y. Huh(1993). Transactions : Signal Analysis for the Automatic Error Detection in 2 - Dimensional Structural Textiles (1) -Construction of a Error Detection System and Data Processing -, J. Korean Fiber Soc., 30, 297-308.
- [2] C. H. Kim and T. J. Kang(1996). Transactions : A Study on the Atuomatic Recognition of Weave Pattern by Digital Image Analysis, J. Korean Fiber Soc., 33, 593~601.
- [3] S. H. Jeong, H. T. Choi and C. J. Hong(2000). Detecting Fabric Defects Using Image Processing (1), J. Korean Fiber Soc., 37, 34-43.
- [4] H. T. choi and S. H. Jeong. Identifying Fabric Defects Using Fuzzy Rule Generation, J. Korean Fiber Soc.
- [5] H. S. Kim, A. sakaguchi and K.

## 214 김주용 · 김기태

- Toriumi(2000). Inspection of Reed Mark and Yarn Interval on Woven Fabric Surface using Image Analysis and Fourier Transform, J. Korean Fiber Soc., 37, 352-357.
- [6] Y. J. Jeong and J. H. Jang(2000). Applying Image Analysis to Automatic Inspection of Fabric Density for Woven Fabrics, Fibers and Polymers., 6, 156-161.
- [7] C. F. J. Kuo and T. L. Su(2003). Gray Relational Analysis for Recognizing Fabric Defects, T.R.J, 73, 461-465.
- [8] C. F. J. Kuo, C. J. Lee and C. C. Tsai(2003), Using a Neural Network to Identify Fabric Defects in Dynamic Cloth Inspection, T.R.J, 73, 238-244.

원고접수 : 08/02/26

수정접수 : 08/04/14

게재확정 : 08/04/18