

## 피혁 자동 등급 선별에 관한 연구(II)

이명수\* · 권장우\*

\*동명정보대학교 컴퓨터공학과

## A Study of Leather Quality Inspection (II)

Myung-soo Lee\* · Jang-woo Kwon\*

\*Dept. of Computer Eng., Tongmyung University of Information Technology

### 요 약

피혁 제품의 품질을 결정함에 있어 가장 중요한 부분은 눈에 보이는 표면상태이다. 지금까지 피혁제조업체에서 대부분의 피혁을 육안으로 선별하여 오고 있는데, 이러한 방법은 등급을 구분하는데 있어 일관성이 부족할 뿐만 아니라, 많은 노동력과 시간이 소모되고 또한 미세한 결함이나 정밀한 치수를 감지할 수가 없어, 등급의 품질에 많은 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하고자 본 논문에서는 실시간 영상처리와 A.I를 접목하여 피혁 자동 등급 선별 시스템을 제안하고자 한다. 우선 피혁 자동 등급 선별 시스템에서 가장 중요한 실시간 영상처리를 이용하여 A.I에 적용될 수 있는 벡터의 추출 및 판정결과를 제시하여 본 논문의 정확성을 확인하고자 한다. 피혁 시스템의 설계는 세계 피혁업체와 차별을 기하고 검사시간을 단축하여 생산 효율성을 증대하며, 등급의 표준화 및 품질의 고급화를 도모할 수 있다.

### 1. 서론

피혁은 어느 제품보다 부가가치가 높은 천연자원이다. 세계 피혁 중심이 이태리나 남미에서 아시아로 이동 형성될 것으로 보여지고 있지만, 우리나라의 피혁 산업은 양적인 성장에 비해 기술적인 면에서 정체되고 있는 현상에 직면해 있다. 이러한 상황에서 우리가 경쟁력을 가지기 위해서는 보다 나은 품질의 생산을 요하게 된다. 피혁 제품의 품질을 결정함에 있어 가장 중요한 부분은 눈에 보이는 표면 상태이다. 지금까지는 피혁공장에서 대부분의 피혁을 육안으로 선별하여 오고 있는데 이러한 방법은 등급을 구분하는데 일관성이 결여될 뿐만 아니라, 많은 노동력과 시간이 소모되고 또한 미세한 결함이나 정밀한 치수를 감지할 수가 없어 그 등급의 품질에 문제가 발생한다.

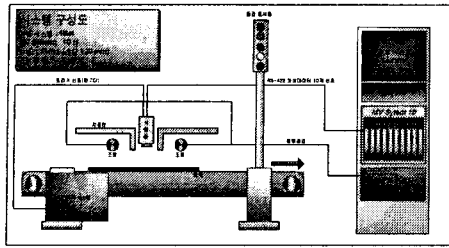
이런 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 실시간 영상처리와 A.I를 이용하여 피혁 자동 등급 선별 시스템을 설계하고자 한다. 제안한 선별 시스템의 설계는 세계 피혁업체와 차별을 기하고 검사시간을 단축하여 생산 효율성을 증대하며, 등급의 표준화 및 품질의 고급화를 도모할 수 있다. 본 논문에서는 2. 시스템 구성에 대한 언급과 3장에서는 등급 판정 알고리즘 및 실험 방법에 대해 설명하고 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시하고자 한다.

템 구성에 대한 언급과 3장에서는 등급 판정 알고리즘 및 실험 방법에 대해 설명하고 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시하고자 한다.

### 2. 시스템 구성

본 연구에서 상기의 목적을 달성하기 위한 시스템은 품질검사 시스템을 제어하는 제어부, 검사대상을 촬상하기 위한 비전부, 검사대상을 운반하기 위한 운반부 및 등급을 표시하기 위한 표시부로 구성되며, 피혁을 운반하는 피혁 운반 단계와, 운반한 피혁을 촬상하는 촬상 단계와, 촬상된 영상을 처리하는 단계, 영상의 처리한 결과를 전송하는 단계 및 전송된 결과를 토대로 인공지능 기법을 이용하여 피혁의 품질을 평가하는 단계로 구성되어 있다. 그림1.은 피혁 품질 검사 시스템의 전체 구성도 및 시스템을 보이고 있다.

피혁의 등급을 판정하는 전체 시스템은 그림2.에서와 같이 Camera, Clients, Host 3가지 부분으로 나뉘어진다.



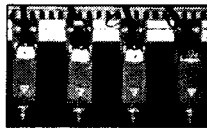
(a) 시스템의 전체 구성도



(b) 운반부



(c) 제어부 및 표시부



(d) 비전부

그림1. 시스템의 전체 구성도 및 시스템

각각의 Clients에서는 카메라로부터 얻어지는 각각의 영상에 대한 결함 정보 및 조밀도에 대한 정보를 계산하여 Host로 넘겨주며 Host에서는 이들 정보를 바탕으로 피혁물의 등급을 판정함과 동시에 각각의 피혁물을 구분하는 역할을 한다.

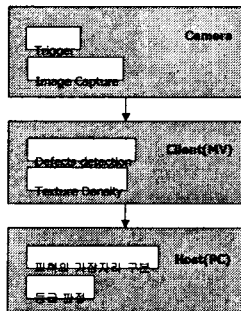


그림2. 피혁 등급 판정 시스템 전체 흐름도

아래의 그림3은 피혁 자동 등급 판정 시스템의 전체 흐름도이다. 크게 피혁의 경계 검출부, 피혁에 대한 결함 정보 추출부, 그리고 피혁의 등급 판정부로

나뉜다. 피혁의 경계는 원영상을 1/3 혹은 1/4로 축소하여 blurring 처리를 거친 후 이진화를 하여 검출하고자 한다.

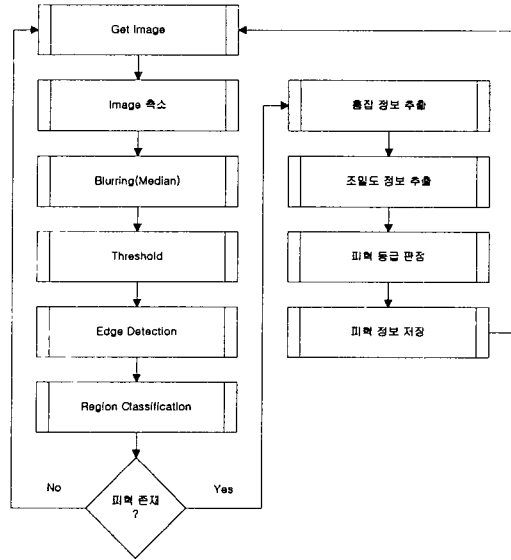


그림3. 전체 흐름도

### 3. 등급 판정 알고리즘 및 실험 방법

#### 3.1 Defects detection

결함을 찾는 알고리즘은 전처리부(preprocessing), defects detector, 후처리(postprocessing), defects selector와 같이 크게 4가지 부분으로 나뉘어 구성되어 있다. 알고리즘의 전체 흐름도는 그림4. 와 같다.

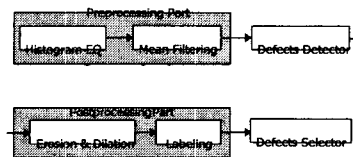


그림4. Defects detection algorithm 흐름도

그림4. 에서 나타낸 바와 같이 결함을 찾아내기 위한 알고리즘을 적용하기 전에 preprocessing과정으로 histogram equalization 과정을 거친 후 노이즈를 제거하기 위해 mean filter를 적용한다. 다음으로 결함을 찾아내기 위한 알고리즘을 적용한다. Defects selector부에서는 결함의 종류(hole, scratch, blur) 결함의 위치, 결함의 면적 등과 같은 결함에 대한 정보를 결정한다. 이때의 결과 영상은 결함이 아니지만 조직이 큰 영역도 검출이 되

기 때문에 이를 제거하기 위해 Dilation과 Erosion의 mask operation이 preprocessing 과정으로 수행된다. 마지막으로 labeling을 하여 흠집의 개수, 면적, 위치를 계산한다.

[단계 1.] Histogram Equalization

Histogram equalization을 수행하여 피혁의 무늬를 뚜렷하게 나타낸다.

[단계 2.] Mean Filtering

3×3 마스크를 이용하여 해당 픽셀들의 평균값을 현재의 픽셀 값으로 대체하여 노이즈를 제거한다.

[단계 3.] 흠집 검출

영상의 한 행마다 pixel value(intensity)의 분포를 조사하여 결함의 픽셀을 255, 나머지 픽셀은 0으로 이진화한다.

[단계 4.] Dilation & Erosion

morphology operation을 반복 수행하여 이진화된 영상에서 흠집이 아닌 부분을 제거한다.

[단계 5.] Labeling

흠집의 면적, 위치, 개수에 대한 정보를 얻는다. 위의 과정을 거쳐서 얻은 결함 정보는 각각이 Clients(MV)에서 계산되어 Host(PC)로 전송되어 Host는 결함의 정보를 바탕으로 피혁의 등급을 판정한다. 피혁의 결함 정보를 추출한 후 피혁의 조밀도를 계산한다.

3.2 Texture density calculation

Texture의 density는 camera에서 촬영된 하나의 영상에 대해 100×100 사이즈의 subwindow 6×4개를 선택하여 각각의 subwindow에 대한 density를 계산한다. 계산된 각각의 density들로부터 평균 density 또는 중간 density를 계산한다. 여기서, 흠집의 위치와 겹치는 subwindow는 density 계산에서 제외된다. 그림5. 은 texture density를 계산하는 전체 흐름도를 나타낸다.

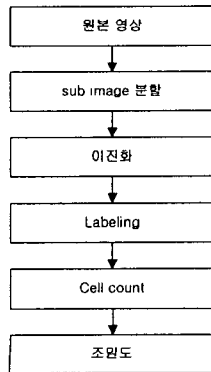


그림5. Texture density calculation 전체 흐름도

[단계 1.] Sub image 분할

원본 영상에 대해 균일한 간격으로 24개의 사이즈 100×100인 sub image를 선택한다. 이때 흠집이 있는 영역과 겹치는 sub image는 조밀도 계산에서 제외한다.

[단계 2.] 이진화

선택된 24개의 sub image들은 0과 255의 값으로 이진화 한다. 이때 255의 값을 갖는 픽셀들은 조밀도를 계산하기 위한 cell들로 간주한다.

[단계 3.] Labeling

이진화 된 영상을 labeling하여 255값을 갖고 단일 폐곡면을 갖는 cell들을 선택한다.

[단계 4.] Cell count

각각의 sub image에 대한 labeling된 cell들의 개수 count하여 평균값을 계산한다. 이 평균값을 조밀도로 결정한다.

4. 실험 결과

4.1 Defects detection의 알고리즘 적용 결과(그림6.)

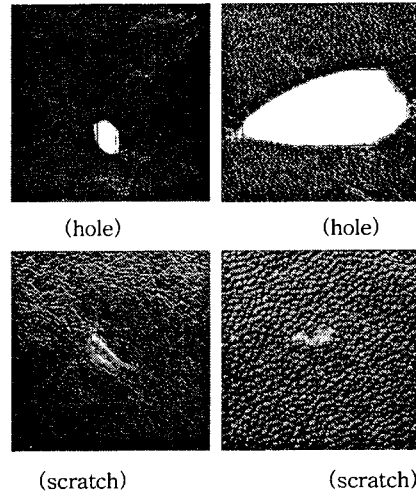


그림6. 흠집 검출 결과

4.2 Texture density calculation

테스트 영상은 흠집이 없는 피혁에 대한 영상 10개를 샘플로 선택하였다. 선택한 20개의 테스트 영상을 임의로 선정한 5명에게 모니터 상에서 보여주고 A, B, C 3가지 경우로 분류하도록 하였다. 여기서 A는 1등급, B는 2등급, C는 3등급으로 정하였다. 다음의 표 1. 은 위에서 사용된 동일한 영상들에 대해 제안한 방법에 의한 조밀도 값을 계산하여 일정 경계치를 기준

으로 3가지 경우로 분류하여 test에 의한 결과와 비교 되었다. 제안하는 방법으로 계산된 조밀도 값은 80이 상은 A등급, 70~80은 B등급, 70이하는 C등급으로 정 하였다.

표1. 조밀도 실험 결과

영상번호	제안 방법	Test1	Test2	Test3	Test4	Test5.
1	75.54(B)	A	A	A	B	B
2	81.70(A)	A	A	A	A	A
3	51.62(C)	C	C	C	C	C
4	69.16(C)	B	B	B	C	B
5	78.70(B)	B	B	A	A	B
6	81.45(A)	C	B	A	C	B
7	91.25(A)	B	A	B	A	B
8	77.08(B)	B	A	B	A	B
9	79.58(B)	B	A	B	A	A
10	63.41(C)	C	C	C	C	C

#### 4. 결론

본 연구는 전체 피혁 라인의 품질 향상과 생산의 관리를 목적으로 수행되었다. 이를 위하여 첫째, 자동 등급을 판정함으로써 품질의 객관화를 갖고 또한 면적을 자동 계산하여 생산량 등을 관리하는 기능을 갖고 둘째, 면적 정보를 이용하여 자동 절단함으로써 피혁제품의 품질 및 보다 효과 적인 절단을 하는 기능을 갖는다. 셋째, 위와 같은 기능에서 생성되는 데이터를 DB화 하여 피혁 공장의 생산량 및 품질 등을 관리함으로써 생산성의 향상을 주목적으로 하였다. 이러한 결과 피혁등급판정의 표준화를 이루어 고객 만족을 실현할 수 있으며 검사 속도를 개선하고 24시간 운영이 가능하게 되므로 생산량의 증가와 원가 절감을 실현할 수 있게 되었으며 피혁제품의 정밀 검사를 통하여 각 원단별로 품질 검사가 가능하게되어 향후 e-Market place를 대비한 B2B용 원자재 구입 정보로 활용할 수도 있다. 다음은 현재 연구결과 보유하고 있는 성능에 관한 표이다.

표2. 평가 항목과 현재 성능 및 목표치

평가항목 (주요 성능 Spec)	단위	현재 항목에서 차지하는 비중(%)	현재 성능		평가방법
			현재	최종	
측정 가능 등급		10	3등급 검사	5등급 검사	시료로 검사
검사 소요 시간	초	30	15초 이내	10초 이내	검사 시간 측정
결합 검사 정밀도	mm	30	Hole:0.2mm이상 얼룩:미적용 검사가능패턴 - 1mm이상	Hole:0.2mm이상 얼룩:2mm이상 검사가능패턴 - 1mm이상	결합 시료로 검사
결합 영역 추출 가능		20	90% 이상	95% 이상	결합 영역의 추출여부 검사
검사 영역	mm	10	폭: 1200mm 길이:1800mm	폭:1200mm 길이:1800mm	카메라촬영 가능영역 검사

위의 표에 나타난 것과 같이 실용화와 작업속도 개선을 위해서는 측정가능 등급의 세분화와 검사소요시간의 단축에 관한 연구가 진행되어야 하며 얼룩을 판정할 수 있는 알고리즘도 보강되어야 할 것이다.

#### [참고문헌]

- [1] Kimmo Valkealahti and Erkki Oja, "Reduced Multidimensional Co-Occurrence Histograms in Texture Classification", VOL. 20, No. 1, JANUARY 1998, IEEE
- [2] Jesse Bennett and Alireza Khotanzad, "Modeling Textured Images Using Generalized Long Correlation Models", VOL. 20, NO. 12, DECEMBER 1998, IEEE
- [3] J.R.Parker "Algorithms for Image Processing and Computer Vision"
- [4] Martin T. Hagan, Howard B. Demuth, Mark H. Beale, "Neural Network Design"
- [5] D.Chetverikov, "Structural Defects: General Approach and Application to Textile Inspection", Proc. 15th ICPR, Barcelona, 2000