

표면의 굴곡 특징을 이용한 피혁 자동 등급 선별에 관한 연구(I)

°이명수· 이규동[°] · 김광섭[°] · 길경석[°] · 권장우[°]

[°]동명정보대학교 컴퓨터공학과 · [°]인하대학교 전자공학과 ·

[°]하이테크 시스템(주) · [°]한국해양대학교 전기공학과

A Study of Leather Quality Discrimination Using a Surface Curvature Image(I)

°Myung-soo Lee[°] · Gyu-dong Lee[°] · Kwang-sub Kim[°] · Gyung-suk Kil[°] · Jang-woo Kwon[°]

[°]Dept. of Computer Eng., Tongmyung University of Information Technology ·

[°]Dept. of Electronic Eng., Inha University · [°]Hitecom system Inc. Technology ·

[°]Dept. of Electronic Eng., Korea Maritime University

E-mail : jwkwon@tmic.tit.ac.kr

요 약

피혁 제품의 품질을 결정함에 있어 제일 중요한 요인은 눈에 보이는 표면상태이다. 지금까지는 피혁공장에서 대부분의 피혁을 육안으로 선별하여 오고 있는데 이러한 방법은 등급을 구분하는데 많은 노동력과 시간이 소모되고, 일관성이 부족할 뿐만 아니라 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.

ABSTRACT

One of the most important factors for a leather quality inspection is its surface condition. So far, a leather quality level has been discriminated by human's eye inspection. But, these kinds of method needs a lot of labor time and cause decision mistakes from an optical illusion. It means leather quality inspection is very subjective and there is no consistency. In this study, we present computer vision based a leather quality inspection system using an Artificial intelligence. Suggested system can give standard spec for a leather quality and take human inspection duty place.

1. 서 론

피혁은 어느 제품보다 부가가치가 높은 천연자원이다. 세계 피혁 중심국이 이태리나 남미에서 아시아로 이동 형성될 것으로 보여지고 있지만, 우리 나라의 피혁 산업은 양적인 성장에 비해 기술적인 면에서 정체되고 있는 현상에 직면해 있다. 피혁 제품의 품질을 결정함에 있어 제일 중요한 요인은 눈에 보이는 표면상태이다. 지금까지는 피혁공장에서 대부분의 피혁을 육안으로 선별하여 오고 있는데 이러한 방법은 등급을 구분하는데 많은 노동력과 시간이 소모되고, 일관성이 부족할 뿐만 아니라 미세한 결함이나 정밀한 치수

를 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 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 피혁 자동 등급 선별 시스템 설계에 대해 설명하고 3장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시하고자 한다.

II. 피혁 자동 등급 선별 시스템

본 논문에서 상기의 목적을 달성하기 위한 본 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. 그림 1은 본 시스템의 지능형 피혁 품질검사 시스템의 전체 구성도이다.

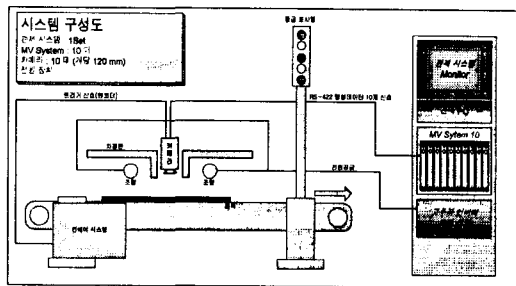


그림 1 시스템의 전체 구성도

관제시스템부는 관제시스템 PC와 관제시스템 모니터로 구성되어 있으며, 관제시스템에서 검사 대상인 피혁의 공급가능 신호를 내보내면 작업자가 피혁을 운반부에 공급한다. 운반부는 컨베이어 벨트를 이용하여 피혁을 운반하며, 이때 운반부에 설치되어 있는 근접센서를 이용하여 피혁이 일정한 거리 이동할 때마다 트리거신호를 영상처리 모듈에 출력하며 영상처리 모듈은 매 트리거 신호마다 비전부의 카메라를 구동시켜 근접센서로부터 좌표를 받아 그 위치를 보정하여 검사 대상인 피혁을 일정간격씩 촬상하게 된다. 촬상된 영상은 영상처리모듈로 전송되고 영상처리모듈은 영상처리 결과를 관제시스템에 전송하게 된다. 전송된 영상처리 결과를 이용하여 관제시스템은 검사결과를 표시부로 전송하도록 되어 있다.

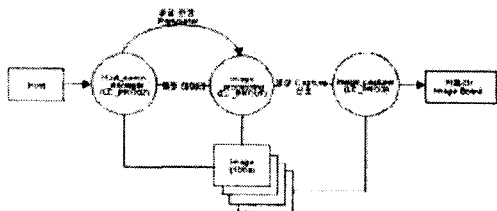


그림 2 시스템의 전체 DFD

그림 2에서 Host라고 함은 관제시스템을 의미하며 Camera는 비전부를 총칭한다. 그림 3에서 보는 바와 같이 비전부의 Camera는 총 10EA이다. 각각의 Camera에서는 1280×1024의 영상을 DSP로 보내어지면 DSP에서는 그림 4와 같이 학습 특징을 추출하여 TCP/IP를 이용하여 관제시스템부로 데이터를 전송한다.

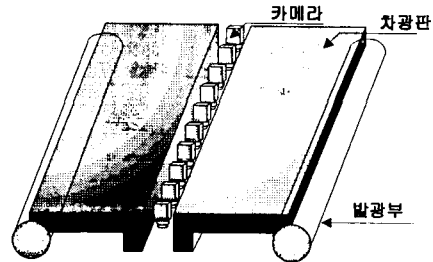


그림 3 비전부 시스템 구성도

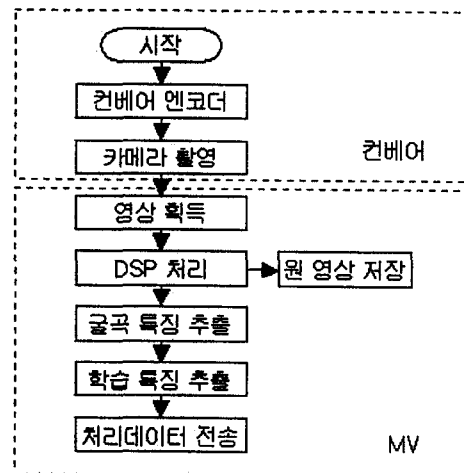


그림 4 비전부 데이터 처리과정

비전부에서 피혁의 자동 등급을 위해서는 그 표면 패턴(이하 texture)이 정의되고 그에 관련된 특징들을 정의하여야 한다. Texture에 대한 명확한 정의는 없으나 피혁의 표면 패턴을 고려하여 "상당히 규칙적인 작은 폐곡면들의 집합"이라고 정의하여 등급 판정을 위한 영상처리에 적용하였다. Texture에 관한 연구는 전 세계적으로 약 30년 전부터 지속적으로 되고 있으며 최초의 texture에 관한 정의 및 언급은 Haralick에 의해 되었으며 그의 논문에는 14가지의 texture feature들에 대해 서술되어 있다. 그 외에 texture의 특징 추출을 위한 표현으로 texture energy, GMRF, Gavor filter, co-occurrence matrix, fractal dimension, wavelet descriptor등이 있다. 여기에서 본 연구에서는 영상에 mean, variance 그리고 surface curvature를 이용하였다[1]~[4].

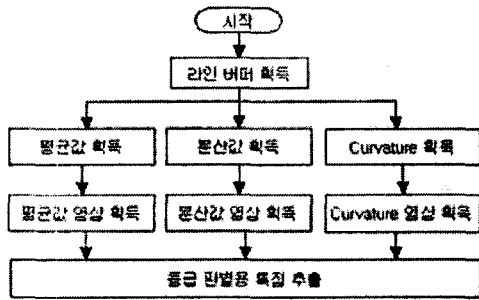
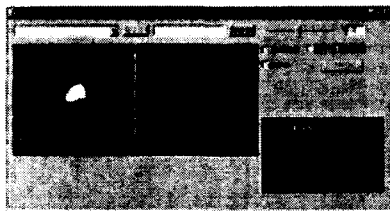
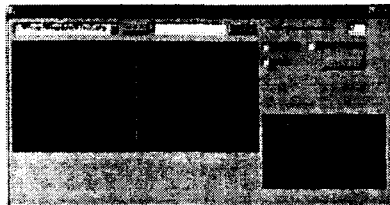


그림 5 비전부 품질 선별 흐름도

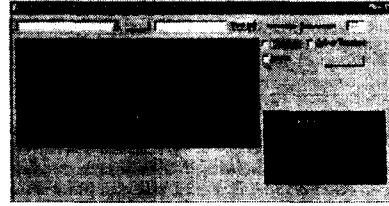
그림 5는 본 시스템에 의한 피혁 품질선별을 위해 획득한 영상으로부터 특징 벡터를 추출하는 과정을 나타내는 흐름도이다. 다시 말해서 그림 4에서 나타낸 것처럼 영상처리모듈의 DSP보드에서 전 처리된 영상에 대하여 영상처리모듈의 중앙처리 장치인 CPU가 굴곡특징추출을 하게 되는데 굴곡 특징 추출을 하기 위한 과정을 나타낸 것이 그림 5이다. 획득한 영상은 우선 라인 버퍼 획득 과정을 거쳐 분산값과 평균값 및 curvature를 구하는 과정을 거치게 된다. 이러한 과정을 거쳐 얻어진 분산 영상과 평균 영상인(Mean 영상) 및 curvature 영상이 얻어지고 이를 품질 판정을 위하여 관계 시스템부로 전송하게 된다. Surface curvature는 표면 조직의 조밀도를 찾아내는데 사용되었으며 Hole, Spot, Blur, Scratch, Wrinkle의 결함을 영상처리 모듈자체에서 별도로 처리하였다. 그림 6에서 피혁에 대한 영상처리 등급 판별용 특징 추출 결과를 나타내었다.



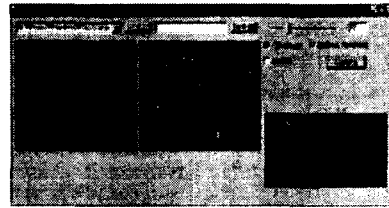
(a) Hole 결함



(b) Spot 결함



(c) Blur 결함



(d) scratch 결함

그림 6 피혁 영상들에 대한 결함검출 영상

관계시스템에서는 학습용 데이터 전송을 요구할 수 있으며 원 영상 데이터 전송을 요구할 수도 있다. 이를 위해서 관계시스템부는 클라이언트, 비전부는 서버의 역할을 하도록 클라이언트-서버 형태의 통신 모델을 이루며 관계시스템부와 비전부의 Message는 그림 7과 같이 정의하였다.

Header					Data
Origin Process ID	Destination Process ID	Function Code	Length	Reserved	Data
1 Byte	1 Byte	2 Byte	4 Byte	8 Byte	N Byte

- ◎ Origin Process ID : 전송하는 Process ID
- ◎ Destination Process ID : 수신 받는 Process ID
- ◎ Function Code : 전송하는 Message ID
- ◎ Length : 전송하는 Message 의 전체 크기
- ◎ Reserved : 예비 영역
- ◎ Data : 실제 데이터 영역

그림 7 Message 기본 구조

관계시스템부에서는 비동기적이고 병렬적인 작업과, 동시에 여러 번을 수행해야하며, 시스템 설계상 블록되는 함수를 자유롭게 호출할 수 있도록 멀티스레드를 이용하였다. 하지만 멀티스레딩 애플리케이션을 작성할 때 발생할 수 있는 데드락(Deadlock)을 방지하기 위해서 세마포어(Semaphores)도 함께 사용하였다.

그림 8은 비전부로부터 전송받은 특징벡터 영상을 이용하여 관계시스템이 품질판정을 수행하는 과정을 나타낸 것이다. 관계시스템에는 크게 품질 판정을 위한 신경망의 학습과정과 학습된 신경회로망을 이용한 품질판정과정으로 구성되어 있다. 본 시스템에서는 온라인 상의 피혁 품질판

정을 수행하기에 앞서서 사용자가 구성한 학습용 데이터를 이용하여 관제시스템에서 피혁 품질판정을 위하여 사용될 신경회로망을 학습시키게 된다. 학습용 데이터를 제작하기 위한 S/W를 그림 9처럼 제작하여 사용하였다. 마우스를 이용하여 원하는 픽셀의 크기를 추출할 수 있으며 보다 정확한 학습 데이터의 추출을 위해서 확대를 가능하게 하였다.

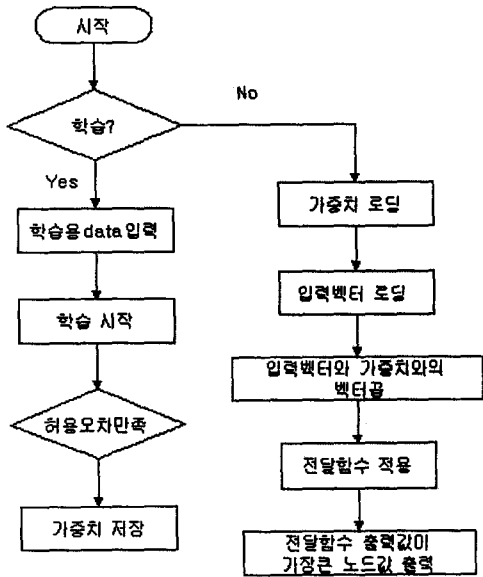


그림 8 관제시스템 품질판정 수행 과정

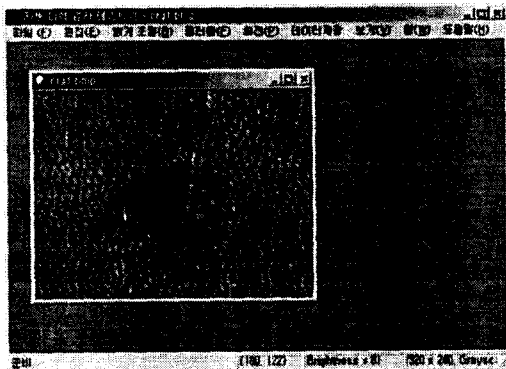


그림 9 학습용 데이터 추출 프로그램

학습이 진행되면 신경회로망은 사용자가 지정한 목표치와의 차이를 오차로 출력하게 되는데 오차가 사용자가 허용한 오차보다 작으면 학습이 완료된 것으로 간주하고 학습이 완료되는 시점에서 만들어진 가중치를 저장하게 된다. 한편 학습이 완료되면 온라인 피혁품질 판정을 하게 되는데 관제시스템은 학습이 아닌 온라인 품질판정 과정

이 시작되면 우선 학습 완료시 저장되어 있던 가중치를 로딩(loading)하게 된다. 가중치가 로딩되고 나면 비전부에서 전송한 특징벡터가 신경회로망의 입력벡터로 입력되게 된다. 입력된 특징벡터는 가중치와 벡터곱을 실시하게 되고 벡터곱의 결과는 신경회로망의 은닉층의 전달함수를 거쳐 출력값을 내게되고 이 출력값이 다시 신경회로망의 출력층과 은닉층 사이에 연결된 가중치와 벡터곱을 이루고 벡터곱의 결과는 출력층의 노드들의 전달함수를 거쳐 최종 출력값을 내게된다. 관제시스템에서는 출력층의 출력 노드중 가장 큰 값을 가지는 노드에 해당하는 품질 판정 결과를 그림 10과 같이 출력하고 이 출력값이 피혁 운반장치인 컨베이어 시스템에 부착된 등급 표시부로 전송되고 관제 시스템의 데이터 베이스에 저장된다.

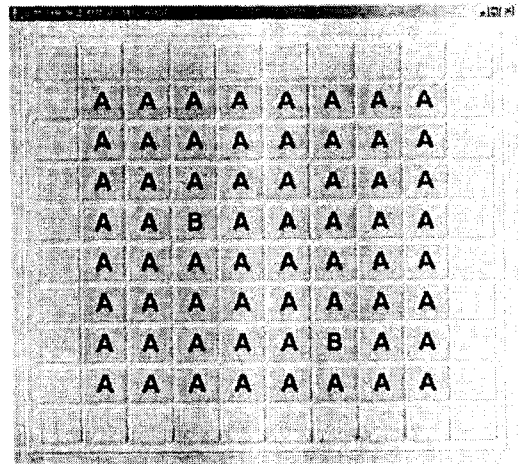


그림10. 관제시스템 등급판정 스크린

III. 결론

본 논문은 피혁의 품질에 따라서 texture가 다름을 평균, 분산 및 surface curvature를 이용하여 등급을 분류하는 시스템 구현에 대한 연구이다. 카메라로부터 획득된 데이터를 분석하고 처리하여 특징을 찾아내는 영상처리기술, 영상처리에 의하여 획득되는 측정을 사용하여 pattern을 인식하는 pattern recognition 기술, 품질 검사 방법 및 검사 결과의 처리 방법들을 결정하는 기술, 양질의 영상을 얻기위하여 사용되는 센서·조명·기구·광학 기술, 기존의 사람 육안 검사를 하는 것을 자동화 함으로써 기존의 전문가 기술을 본 논문이 설계한 시스템에 이식이 되는 것이다. 비전을 이용한 지능형 피혁 선별 장치 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 인공지능을 구비한 비전 시스템을 이용하여 피혁의 품질을 검사함으

로서 객관화된 품질등급을 구하고, 검사시간을 단축하여 생산 효율을 증대시킬 것이다. 지금까지 피혁공장에서 대부분의 피혁을 육안으로 검사해 나타나는 문제점을 본 시스템을 통해 해결할 수 있으며 나아가 본 시스템은 피혁의 품질을 검사함으로써 객관화된 품질등급을 구하여 등급의 표준화 및 품질의 고급화를 도모하고, 검사시간을 단축하여 생산 효율을 증대시킬 수 있는 시스템을 공급하리라 본다. 추후 연구 과제로는 다양한 실 공정의 환경이 본 시스템의 성능에 어떤 영향을 미치는지 알아보아야 할 것이다. 또한 원산지별로 피혁의 종류가 다양하므로 이 또한 정확한 선별을 할 수 있는 연구도 병행되어야 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] Krishnamoorthy Sivakumar and John Goutsias, "Morphologically Constrained GRFs: Applications to Texture Synthesis and Analysis", VOL. 21, NO. 2, FEBRUARY 1999, IEEE
- [4] J.R.Parker "Algorithms for Image Processing and Computer Vision"
- [5] Martin T. Hagan, Howard B. Demuth, Mark H. Beale, "Neural Network Design"
- [6] 허유, "2차원적 섬유구조물의 자동결합검출을 위한 신호해석", 64 p. 1991, 과학기술부
- [7] 황헌, "신경회로망 및 컴퓨터 영상처리 기술에 의거한 버섯류의 품위검색 효율화 및 선별작업 자동화 연구", 55 p., 1993, 과학기술부
- [8] 성시홍, "컴퓨터의 화상처리를 이용한 오이의 자동선별, 등급판정 및 포장시스템 개발", 96. 12, 1995, 농림부
- [9] 이용주, 이철희, "영역교차법, 왜곡각 분류자 및 명암도 상관행렬 특징자를 이용한 실시간 섬유 불량 검사 시스템", VOL.3, NO. 2, April 2000, 멀티미디어학회논문지