

# 텍스처 분석에 의한 피혁 등급 판정 및 자동 선별시스템에의 응용

권장우\*, 김명재\*\*, 길경석\*\*\*

## 요 약

육안에 의한 피혁의 등급 판정 과정은 장시간 시 피로에 의한 일관성 결여로 인해 판정 결과에 대한 신뢰성을 주지 못한다. 따라서 피혁의 품질을 결정하기 위한 객관적인 지표와 이를 기준으로 등급 판정 과정의 자동화가 필요하다. 본 논문에서 적용된 피혁 자동 선별 시스템은 피혁에 대한 정보를 취득하는 과정과 이들로 부터 등급을 판정하는 과정으로 구성된다. 피혁의 품질은 조밀도와 결함의 종류 및 분포도와 같은 피혁의 특성에 의해 결정된다. 본 논문에서는 디지털 카메라에 의해 획득된 흑백 영상으로부터 피혁의 조밀도 및 결함을 추출하여 피혁의 등급을 판정하는 알고리즘을 제안한다. 조밀도는 푸리에 스펙트럼이 존재하는 영역의 넓이 및 가로, 세로 비율로서 계산된다. 그리고 결함은 전처리 과정을 거친 영상으로부터 검색 윈도우를 사용하여 윈도우에 해당하는 픽셀들의 히스토그램 분포의 특징에 의해서 검출된다. 피혁 전체에 대한 특성들은 피혁의 등급을 판정하는 지표로 사용되며 다른 분야에서의 인간의 시각 검사를 대체 할 수 있으리라 판단된다.

## Automatic Leather Quality Inspection and Grading System by Leather Texture Analysis

Jang-Woo Kwon<sup>\*</sup>, Myung-Jae Kim<sup>\*\*</sup>, Gyung-Suk Kil<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

A leather quality inspection by naked eyes has known as unreliable because of its biological characteristics like accumulated fatigue caused from an optical illusion and biological phenomenon. Therefore it is necessary to automate the leather quality inspection by computer vision technique. In this paper, we present automatic leather quality classification system get information from leather surface. Leather is usually graded by its information such as texture density, types and distribution of defects. The presented algorithm explain how we analyze leather information like texture density and defects from the gray-level images obtained by digital camera. The density data is computed by its ratio of distribution area, width, and height of Fourier spectrum magnitude. And the defect information of leather surface can be obtained by histogram distribution of pixels which is Windowed from preprocessed images. The information for entire leather could be a standard for grading leather quality. The proposed leather inspection system using machine vision can also be applied to another field to substitute human eye inspection.

**Key words:** Texture Analysis(조직분석), Defect Detection(결함검출), Density Extraction(조밀도 검출), Fourier Transform(푸리에 변환)

\* 교신저자(Corresponding Author) : 권장우, 주소 : 부산광역시 남구 용당동 535번지(608-711), 전화 : 051)610-8394, FAX : 051)610-8847, E-mail : jwkwon@tit.ac.kr  
접수일 : 2002년 10월 9일, 완료일 : 2003년 6월 22일

\* 중신회원, 동명정보대학교 컴퓨터공학과

\*\* 하이테크 시스템

(E-mail : koongs@hitcom.co.kr)

\*\*\* 한국해양대학교 전기전자공학부 부교수

(E-mail : kilgs@hhu.ac.kr)

\* 본 연구는 2002년도 동명정보대학교 교내 학술비 지원사업에 의해 수행되었음.

### 1. 서 론

현재 피혁 가공의 최종 단계인 품질 판정은 사람의 육안에 의해 결정되어진다. 품질 판정 과정은 사람마다의 주관적인 기준이 개입될 수 있으며 반복적인 과정을 거치면서 일관성 또한 결여될 수 있다. 따라서 피혁의 품질을 판정하기 위한 객관적인 기준이 정의되어야 하며 일관된 판정 결과를 얻기 위해 정의된 기준에 의한 판정 자동화 시스템이 필요하다.

피혁의 품질은 조밀도 및 결함들에 의해 결정된다. 즉, 판정 기준을 정하기 위해 조밀도 추출 그리고 결함 검출과 같은 텍스처 분석 과정이 필요하다. 이러한 텍스처 분석[1]이란 텍스처의 물리적인 변화 정도를 모델링하는 과정을 말하며 크게 구조적 방법[2], 통계적인 방법[3], 신호처리 방법[4]으로 구분된다. 구조적 방법은 인공 섬유와 같은 규칙적인 패턴이 반복되는 구조에서 적용이 가능하지만 천연 섬유와 같이 불규칙적인 구조에는 적용하기 어렵다. 그레이 영상의 공간적인 의존성을 이용하는 통계적인 방법과 주파수 영역에서의 스펙트럼 분석에 의한 신호처리 방법은 기하학적 규칙성이 없는 구조에도 적용이 용이하다.

본 논문에서는 피혁을 대상으로 신호처리 방법을 이용하여 주파수 영역에서의 푸리에 스펙트럼의 분포 특성과 조밀도의 관계를 규명하여 피혁의 조밀도를 모델링하는 방법의 적합성을 연구하였고 피혁 조직의 히스토그램 분포의 특징을 분석하여 구조적인 결함의 종류를 판별하고 검출하는 알고리즘을 제안한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 피혁의 조밀도를 추출하는 알고리즘을 설명하고, 3장에서 피혁에 존재하는 결함들을 검출하는 알고리즘을 설명하고, 4장에서 이들 알고리즘에 대한 실험 및 결과에 대해 설명하고, 마지막으로 5장에서 결론에 대해 기술한다.

### 2. 피혁의 조밀도 추출 알고리즘

피혁의 조밀도는 표피 조직의 크기에 의해 결정된다. 조직의 모양은 불규칙적이지만 전체적으로는 일정한 면적과 간격으로 구성되어 있다. 따라서 부분적으로는 불규칙적이지만 전체적으로 주위 픽셀의 상관관계에 따른 규칙성을 모델링하여 조밀도를 계산

하고자 한다. 본 논문에서는 이러한 규칙성을 찾기 위해 그레이 영상을 주파수 영역으로 변환하여 푸리에 스펙트럼의 분포를 분석하였다.

조밀도 추출 과정은 그림 2.1과 같이 256×256(픽셀) 크기의 그레이 영상에 대해 적용된다. 먼저 전처리 과정으로서 히스토그램 평활화 과정을 거친다. 이때 영상 전체에 대해서 히스토그램 평활화를 적용할 경우 조명의 불균일한 분포가 두드러지므로 영상의 가로 방향 및 세로 방향으로 각 줄마다 독립적으로 히스토그램 평활화를 적용함으로써 조명의 영향을 제외시킬 수 있다. 다음으로 FFT를 이용하여 주파수 영역으로 변환하여 푸리에 스펙트럼의 크기 값에 대하여 이진화한 후 스펙트럼의 분포되어진 정도를 정량화하여 조밀도를 계산한다.

그림 2.2는 조밀도에 따른 스펙트럼 분포를 설명하기 위한 샘플 영상이다. 그림 2.2의 (a.1),(b.1)의 영상을 주파수 영역으로 변환한 결과 점들이 조밀하게 분포할수록 스펙트럼의 분포 영역이 넓어지는 것을 확인할 수 있다.

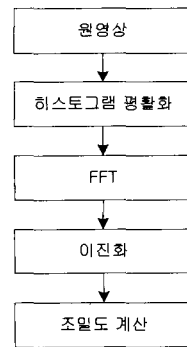


그림 2.1 조밀도 추출 과정

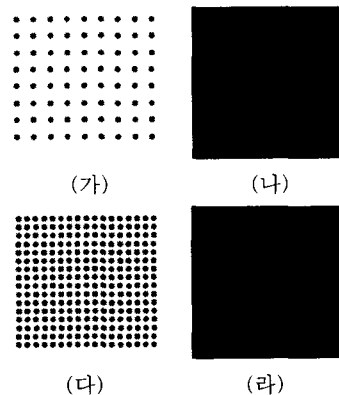


그림 2.2 조밀도와 스펙트럼 분포와의 관계

다음은 그림 2.2의 (나),(라)를 이진화한 후 스펙트럼이 존재하는 영역을 포함하도록 사각형을 결정하여 그림 2.3과 같이 표시하였다.

그림 2.4는 피혁 영상에 대해 전처리 과정을 거친 영상과 이를 주파수 영역으로 변환한 결과 영상이다.

고주파 성분이 증가함으로써 각 방향의 성분이 동일하게 존재 할수록 조밀도가 높음을 확인할 수 있다. 따라서 사각형의 넓이는 사각형의 대각선 길이에 비례하고 길이와 가로, 세로에 대한 비율이 1에 가까울수록 정사각형 모양을 나타내므로 식(2.1)과 같이 조밀도를 계산할 수 있다.

$$Density = diag / (ratio \times a)$$

$$where, ratio = \begin{cases} W/H, W > H \\ H/W, W < H \end{cases} \quad (2.1)$$

$$, diag = \sqrt{W^2 + H^2}$$

식(2.1)에서 W와 H는 스펙트럼이 분포하는 영역을 포함하는 사각형의 가로 및 세로 길이이고, a는 10인 값을 사용하였다.

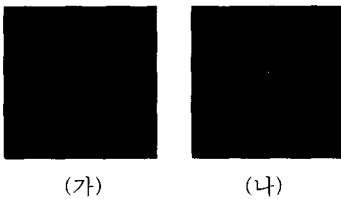


그림 2.3 이진화된 푸리에 스펙트럼

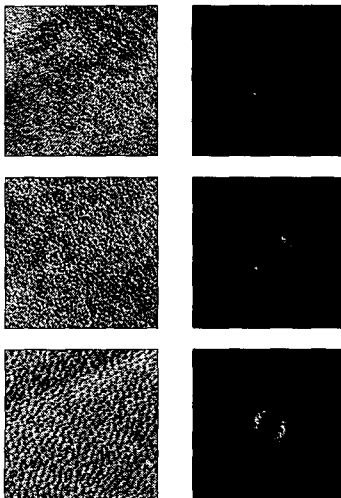


그림 2.4 피혁 영상의 스펙트럼 분포

### 3. 피혁의 구조적 결함 검출 알고리즘

제안하는 결함 검출 방법은 결함들이 갖는 히스토그램 분포의 특징을 분석하여 계산된 특징 값을 기준으로 이진화를 위한 임계값 및 결함의 종류를 결정한다. 피혁에 존재하는 결함들은 구멍, 편홀, 흠집, 주름으로 구분되며 이들 결함을 검출하기 위한 전체 과정은 그림 3.1과 같다.

피혁 결함 조직의 특징을 부각시키기 위해 히스토그램 평활화를 적용한다. 그리고 노이즈 성분을 제거하고 피혁의 정상적인 조직의 모양을 약화시키기 위해 가우시안 블러링 처리를 한다. 이와 같은 전처리 과정은 구멍 결함을 제외한 나머지 결함을 검출할 경우에 대해서만 적용된다. 결함 검출 과정에서 1304 × 980 픽셀 크기의 전체 영상을 50 × 50 픽셀 단위로 분할하고 분할된 영상 단위로 제안하는 알고리즘을 적용하여 결함의 종류, 존재 비율, 그리고 근사적인 존재 위치를 계산한다.

다음 그림 3.2은 정상 조직 및 결함이 존재하는 조직의 히스토그램 분포를 나타낸다. 정상 조직의 경우 히스토그램은 정규분포를 나타낸다. 구멍과 같은 결함은 정상 조직의 평균 밝기 값보다 밝은 값을 가지므로 레벨 255에 가까운 값을 갖는 픽셀들에 의해 그림 3.2의 (나)와 같은 히스토그램 분포를 갖는다. 검은 점들로 표현되는 편홀은 정상조직의 밝기 보다 어두운 값을 갖으며 빈도수가 낮은 픽셀들로 표현이 되므로 그림 3.2의 (다)와 같은 히스토그램 분포를 갖는다. 그리고 편홀보다 큰 결함인 흠집은 결함으로 표현되는 픽셀들의 빈도수가 높으며 정상 조직의 픽

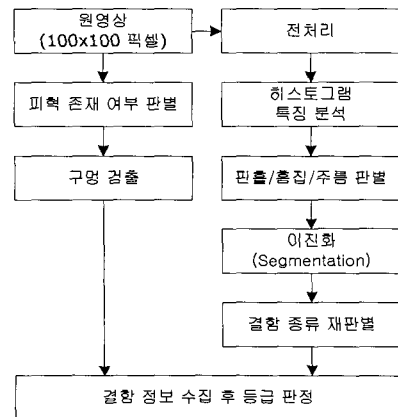


그림 3.1 결함 검출 전체 흐름도

셀들의 분포와 뚜렷히 구분되어 표현되어 질 수 있으므로 그림 3.2의 (라)또는 (마)의 히스토그램 분포를 가질 수 있다. 또한, 주름의 경우 픽셀들의 밝기 변화가 크므로 분산값이 높은 그림 3.2의 (바)와 같은 히스토그램 모양을 갖는다.

그림 3.2에서 분류된 히스토그램은 평균, 분산, 평평한 영역(점선 박스로 표시된 영역), 그리고 극점들에 의해 특징지어진다. 히스토그램의 특징 정보들은 표 3.1에 표시되었다.

결합 검출 과정은 구멍, 핀홀, 흠집, 주름 순서로 수행되며 결합 종류를 판별하는 과정을 step1에서 step6까지 나열하였다.

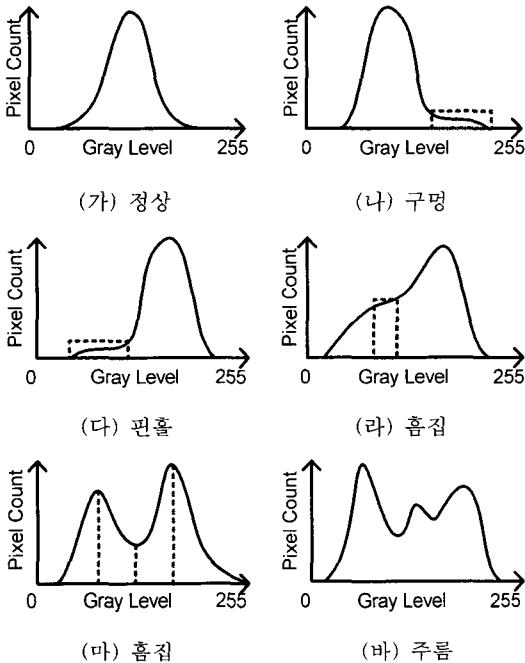


그림 3.2 결합 종류에 대한 히스토그램 분포

표 3.1 히스토그램 특징 정보

특징	설명
Mean	평균
Var	분산
FlatStart, FlatEnd	평평한 영역의 시작과 끝점
FlatWidth	평평한 영역의 너비
FlatHeight	평평한 영역의 높이
nFlat	평평한 영역의 개수
PeakPos	극점의 위치

**step1. 구멍 결합 검출 (그림3.2(나))**

원 영상에 대한 Mean이 100 이상이거나, FlatStart가 Mean보다 크면서, FlatWidth가 30이상 인 경우 구멍이 존재한다.

**step2. 전처리 및 특징 추출**

step1의 조건을 만족하지 않는 경우 원 영상에 대해 전처리 과정을 거친 후 분할 영역의 히스토그램 특징 정보를 계산한다. 이때 nFlat의 값이 10이하가 될 때까지 히스토그램 분포에 대해 이동 평균을 반복 수행한다.

**step3. 핀홀 결합 검출 (그림3.2(다))**

FlatWidth가 25보가 큰 경우 핀홀이 존재한다. 임계값은 FlatEnd로 결정한다. 조건을 만족하지 않는 경우 step4를 수행한다.

**step4. 흠집 결합 검출 (그림3.2(라))**

FlatWidth가 5보가 크고 25보다 작으면서 FlatHeight가 10과 50 사의 값을 갖는 경우 흠집이 존재한다. 임계값은 FlatEnd로 결정한다. 조건을 만족하지 않는 경우 step5를 수행한다.

**step5. 흠집 결합 검출 (그림3.2(마))**

계산된 극대/극소점이 그림3.1(마)와 같이 위치할 경우 흠집이 존재한다. 조건을 만족하지 않는 경우 step6을 수행한다.

**step6. 주름 판정 (그림3.2(바))**

Var이 40보다 큰 경우 주름으로 판별한다. 조건을 만족하지 않는 경우 정상으로 판별한다.

히스토그램의 특징에 의해 결합의 종류를 판별할 경우 핀홀과 흠집에 대한 판별의 구분이 명확하지 않다. 따라서 위의 과정을 거쳐서 결정된 임계값으로 이진화를 수행하고 결합의 크기를 계산하여 결합의 종류를 다시 판정한다.

**4. 실험 및 결과**

다음은 제안하는 방법에 의해 계산된 조밀도에 의한 피혁 샘플 분류의 신뢰성과 제안하는 방법에 의해 피혁에서 나타나는 결합들의 검출 정확성이 테스트 되었다. 실험은 Intel Pentium 466MHz, RAM 64Mbyte, QNX Real-Time OS에서 수행되었다. 피혁의 텍스처를 이용하여 분류를 수행하는 연구논문 [4,5]들이 발표되어 있으나 본 연구에서 제시한 방식과는 실험 환경 및 접근방식이 상이하므로 직접적인

결과 비교에는 무리가 있다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 제안한 방식의 타당성을 실험을 통하여 통계적 자료를 가지고 입증하였다. 실험에는 시리아 산 원피를 15장 사용하였으며 원피를 우선 시스템에 입력하여 결함 검출을 실시한 후 사람이 다시 육안으로 원피의 상태를 검사하여 제안한 시스템의 검출 결과와 일치 하는지를 수행하도록 하였다. 다음실험 결과에서 나타 나듯이 구멍의 검출율이 가장 우수하며 다음으로 결함, 주름, 핀홀 순으로의 결함 검출율이 나타 났다. 핀홀의 경우는 상대적으로 적은 검출율을 나타 내었는데 이는 조명과 핀홀의 상태가 원피의 상태에 따라 식별하기 어렵기 때문으로 판단된다. 구멍의 경우 총 15장의 원피에서 73개의 구멍이 조사 되었으며 이들 중 71개가 Mean이 100 이상이거나, FlatStart가 Mean보다 크면서, FlatWidth가 30인 조건을 만족하여 97.3%의 만족율을 보였다. 핀홀의 경우 총 15장의 원피에서 389개의 핀홀이 육안으로 검출되었으며 이중 FlatWidth가 25보다 큰 경우는 331개로 조사 되어 85%의 만족율을 보였으며 흠집의 경우 총 15장의 원피에서 112개의 흠집구멍이 조사 되었으며 이중 FlatWidth가 5보다 크고 25보다 작으면서 FlatHeight가 10과 50 사의 값을 갖는 경우는 총 106개가 검출되어 94.6%의 만족율을 보였다. 주름의 경우(길이 1cm이상) 총 15장의 원피에서 54개가 육안으로 검출되었으며 이중 제안한 방식으로 검출가능한 것은 50개로 92.6%의 만족율을 보였다.

본 연구에서는 조밀도 추출 알고리즘 테스트를 위한 샘플은 육안에 의해 A, B, C 3가지 등급으로 분류 되었고 영상 크기는 256×256 픽셀로 정하여 조밀도를 계산하였다. 식(2.1)에 의해 조밀도를 계산한 결과는 표 4.1에 나타내었고 그 결과 값을 기준으로 등급을 부여하였다. 표 4.1의 결과에서 *diag*가 클수록 그리고 *ratio*가 작을수록 조밀도가 높게 결정되며 이 결과 값에 의해 육안에 의한 등급과 유사한 결과를 나타냄을 확인할 수 있었다.

다음은 제안하는 결함 검출 알고리즘이 테스트되었다. 그림 4.1, 그림 4.2, 그림 4.3은 50×50 픽셀 영역에 존재하는 결함 종류에 따른 히스토그램 분포 특성 및 결함 검출 결과이다.

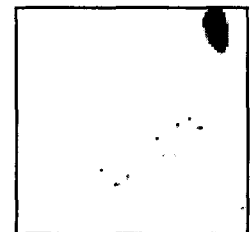
그림 4.1은 50×50 검사 영역내의 평균 밝기값보다 큰 레벨 값을 갖는 픽셀들이 존재하고 이와 같은 픽셀들이 표현하는 레벨의 범위인 FlatWidth가 30이상이므로 구멍으로 판별된다. 그림 4.1의 (나)는 결함

표 4.1 조밀도 알고리즘 테스트

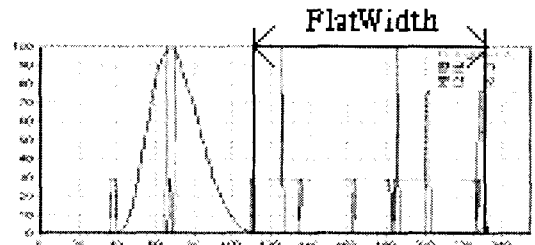
등급	<i>diag</i>	<i>ratio</i>	density	분류
A(1)	145.67	1.019	14.28	A
A(2)	142.84	1.020	14.00	A
A(3)	154.40	1.347	11.45	B
A(4)	126.06	1.119	11.26	B
B(1)	131.52	1.021	12.87	B
B(2)	128.70	1.022	12.59	B
B(3)	124.45	1	12.44	B
B(4)	126.06	1.119	11.26	B
C(1)	144.01	1.939	7.42	C
C(2)	122.80	1.324	9.27	C
C(3)	111.60	1.363	8.18	C



(가)원영상



(나)결과영상

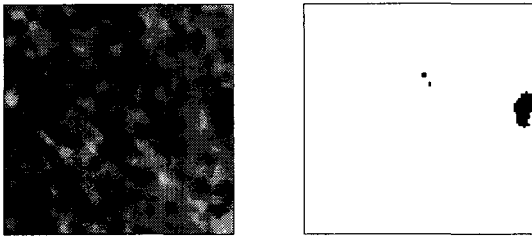


(다)히스토그램 분포

그림 4.1 구멍 결함 테스트 결과

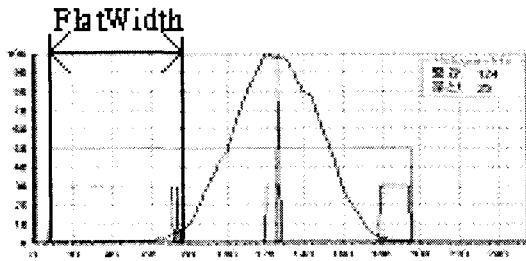
을 표현하는 픽셀들중 가장 작은 레벨 값을 기준으로 이진화한 결과이다. 그림 4.2는 구멍과 비슷한 모양의 히스토그램 분포를 나타내는 핀홀의 경우이고 핀홀을 표현하는 픽셀들 중 가장 밝은 레벨 값을 기준으로 이진화하여 결함을 구분할 수 있다. 흠집에 해당하는 픽셀들은 핀홀에 비해 빈도수가 높으므로 그림 4.3의 (다)와 같은 히스토그램 분포를 갖는다.

전체적인 시스템은 촬영부, 영상처리부 그리고 판제 시스템으로 구성된다(그림 4.4). 촬영부는 해상도 130만 화소의 디지털 카메라 6대를 사용하여 컨베이어 벨트 위로 운반되는 피혁의 표면을 일정간격으로



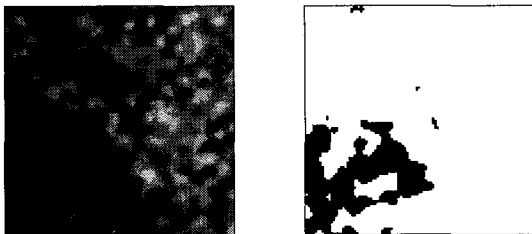
(가)원영상

(나)결과영상



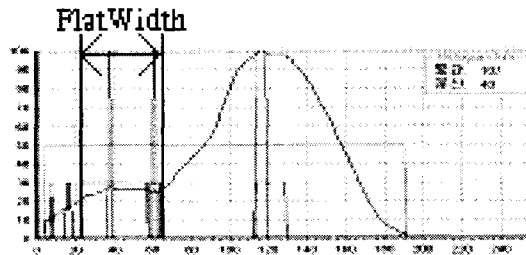
(다)히스토그램 분포

그림 4.2 핀홀 결함 테스트 결과



(가)원영상

(나)결과영상



(다)히스토그램 분포

그림 4.3 흠집 결함 테스트 결과

촬영하여 영상처리부로 전송된다. 영상처리부는 6대의 임베디드 시스템으로 구성되며 카메라와 일대일로 통신하여 독립적으로 영상처리가 이루어진다. 영상처리부에서 추출된 조밀도 및 결함 정보들은 관제 시스템으로 전송되어 최종 피혁의 등급이 판정된다.

그림 4.5는 6대의 카메라로 이동중인 피혁물을 6

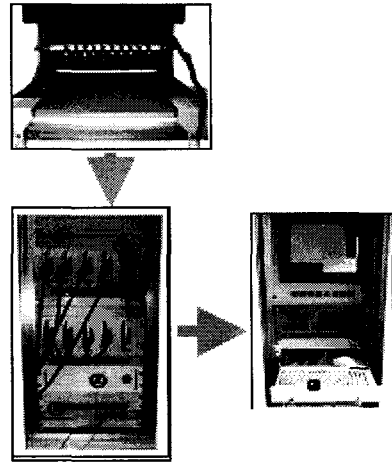


그림 4.4 피혁 자동 선별 시스템  
(상단: 촬영부, 하단 왼편: 영상처리부, 하단 오른편: 관제시스템)

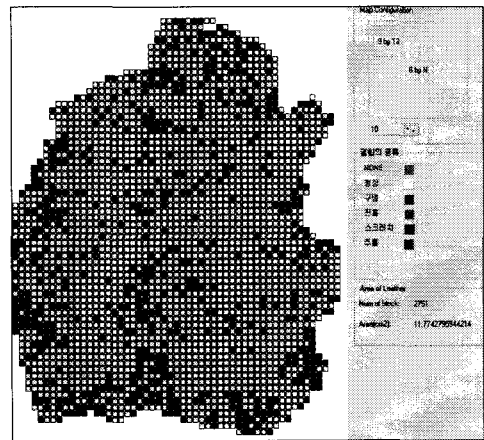


그림 4.5 피혁 결함 검출 결과

회 촬영하여 전체 표면 영상을 획득한 후 결함을 추출한 결과이다. 작은 블록은 50×50 픽셀 크기의 영상에 해당하며 결함 정보를 갖게 된다.

제안하는 방법에 의해 조밀도 및 결함에 대한 피혁의 정보를 추출하여 이들 정보를 종합하여 피혁 전체의 등급을 판정한다. 실제 육안에 의한 피혁의 등급 판정은 먼저 피혁의 전체적인 조밀도에 의해 1차 등급을 결정하고 결함의 종류 및 그 위치에 의해 2차 등급을 결정하는 순서로 이루어진다. 등급 판정 시스템은 육안 검사를 바탕으로 모델링 되었고 전체 흐름도는 그림 4.6과 같다.

등급을 정량화하기 위해 필요한 가중치 테이블은 피혁의 전체 크기를 고려하여 작성된다. 조밀도에 대

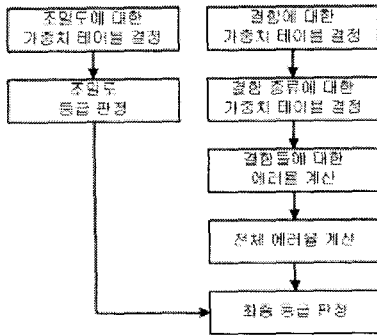


그림 4.6 피혁 등급 판정 전체 흐름도

한 위치에 따른 가중치 테이블이 결정되면 먼저 조밀도에 대한 등급을 계산하여 A,B,C 3등급으로 분류한다. 다음으로 결합의 종류와 위치에 대한 각각의 가중치 테이블을 작성하여 결합에 대한 에러율을 계산한다. 이미 결정된 조밀도에 의한 등급으로부터 결합에 대한 에러율을 고려하여 등급을 하향 조정함으로써 최종 등급을 결정한다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 피혁의 조밀도를 모델링하는 방법과 검색 윈도우를 사용하여 결합을 검출하는 방법을 제안하였다. 일반적으로 규칙성을 예측하기 어려운 피혁과 같은 텍스처의 경우 주파수 영역에서의 스펙트럼 분포로부터 규칙성을 찾을 수 있었다. 하지만 퓨리에 변환 시 소모되는 시간적 제약으로 인해 1304×980에 해당하는 전체 피혁영상에 대해서 적용하지 못하여 전체 피혁물의 정확한 조밀도 계산이 어렵다.

그리고 결합은 히스토그램 분포의 특징을 추출하여 3가지 종류의 결합을 판별할 수 있었다. 그러나 결합을 검사하는 50×50 크기의 영역 내에 결합이 모두 해당될 경우 결합으로 판별하지 못하는 문제점이 있다.

향후 공장에 직접 적용시키기 위해서는 보다 신속한 처리속도와 판정이 불명확 경계치들의 데이터를 처리하기 위한 연구가 필요하다.

### 참 고 문 헌

- [1] Dmitry Chetverikov and Krisztian Gede, *Textures and Structural defects*, Computer Analysis fo Images and Patterns, Lecture Notes in Computer Science vol.1296, pp.167-174,1997.
- [2] Ahuja, N., Rocenfield, A., *Mosaic models for textures*, IEEE Transcations on Pattern Analysis and Mochine Intelligence PAM1-3 (1) 1-11, 1981.
- [3] Lin, H. C., Wang, L.L., Yang, S.N., *Extracting periodicity of a regular texture based on autocorrelation functions*, Pattern, Recognition Letters, 1997.
- [4] Qingyuan Wang, Hong Liu, Jiangqiu Liu, Tian Wu, *A new method for leather texture image classification*, Proceedings of the IEEE International Symposium on Industrial Electronics, Page(s): 304-307 vol.1, 1992.
- [5] Lovergine, F.P.; Branca, A.; Attolico, G.; Distanto, A., *Leather inspection by oriented texture analysis with a morphological approach*, Proceedings of International Conference on Image Processing, Page(s): 669-671 vol.2, 1997.
- [6] Mihran. Tuceryan and Anil. K. Jain, *Texture Segmentation Using Voronoi Polygons*, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PAMI-12, pp. 211-216, February, 1990.
- [7] Thomas P.Weldon, William E. Higgins, and Dennis F. Dunn, *Efficient Gabor Filter Design for Texture Segmentation*, Pattern Recognition, 1996.
- [8] S. Livens, P. Sceunders, G. Van de Wouwer, D. Van Dyck, *Wavelets for Texture Analysis*, 6th Int. Conf. on Image Processing and its Applications, vol.2, july, 1997.

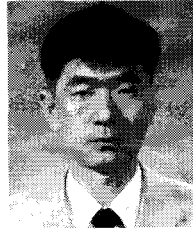


권 장 우

1990년 2월 인하대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
1992년 2월 인하대학원 전자공학과(정보공학전공) 공학석사  
1996년 8월 인하대학원 전자공학과(정보공학전공) 공학

박사

1996년 10월~1998년 2월 특허청 심사관  
2002년 2월~현재 동명정보대학교 컴퓨터공학과 조교수  
관심분야: 인공지능, 신호처리, 지능형 시스템

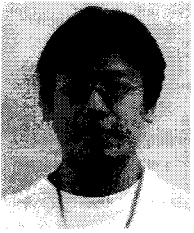


길 경 석

1984년 2월 인하대학교 전기공학과 졸업  
1987년 2월 인하대학교 전기공학과 공학석사  
1996년 2월 인하대학교 전기공학과 공학박사  
1996년~현재 한국해양대학교

전기전자공학부 부교수

2003년 2월~2004년 2월 영국 Cardiff 대학 방문교수  
관심분야: 설비진단 및 계측, 고전압 방



김 명 재

1976년 2월 26일생  
1999년 2월 인하대학교 전기공학과 졸업  
2001년 2월 인하대학교 전기공학과 대학원 전기공학과 졸업

현재 하이테크 시스템 근무

관심분야: 영상 처리 및 차량 번호 인식