

# 컴퓨터비전을 이용한 백라이트 표면결함 검사시스템 개발에 관한 연구

(A Study on the Development of Backlight Surface  
Defect Inspection System using Computer Vision)

조영창\*, 최병진\*, 윤정오\*

(Young-Chang Cho\*, Byung-Jin Choi, Jeong-Oh Yoon)

**요 약** 평판 디스플레이 부품시장 및 관련 개발장비 시장의 확대에 따른 백라이트 생산업체들의 수가 크게 증가했음에도 불구하고 LCD부품의 색재현에 좋지 못한 영향을 끼치는 백라이트 표면의 이물이나 백점, 스크래치와 같은 결함검사는 여전히 작업자의 육안에 의존하고 있는 실정이다. 그러나 육안검사에서는 작업자의 신체상태나 작업능력에 따라 검사정밀도와 검사속도 등이 달라질 수 있기 때문에 검사품질의 일관성을 유지시키기 어려울 뿐만 아니라 전체 공정의 효율도 저하시킨다. 본 연구에서는 백라이트 표시면의 육안 결함검사를 자동화할 수 있는 백라이트 표면결함 검사시스템 개발에 관해 연구하였으며, 이를 위해 컴퓨터비전시스템을 구성하고 검사공정을 위한 응용프로그램과 검사작업에 필요한 작업자 인터페이스 그리고 결함정보 추출을 위한 영상처리모듈을 구현하였다. 또한, 이진화된 결함화소들 간의 연결구조로부터 고립된 결함영역을 추출하기 위해 레이블 테이블과 결함 인덱스를 사용한 레이블링 알고리즘을 고안하였다. 본 검사시스템의 검사성능을 평가하기 위한 실험결과, 시각적으로 식별가능한 모든 결함영역이 검사시스템에 의해 검출됨에 따라 본 연구의 검사시스템이 작업자의 육안검사를 대체하기에 만족할만한 성능을 보임을 확인할 수 있었다.

**핵심주제어** : 백라이트검사, 컴퓨터비전, 표면결함, 이물, 백점, 스크래치

**Abstract** Despite the number of backlight manufacturer is increased as the market of flat panel display equipments and related development devices is enlarged, the inspection based on the human eye is still used in many backlight production lines. The defects such as particle, spot and scratch on the light emitting surface of the backlight prevent the LCD device from displaying the colors correctly. From that manual inspection it is difficult to maintain the quality of backlight consistently because the accuracy and the speed of the inspection may change with the physical condition of the operator. In this paper we studied on the development of automatic backlight surface defect inspection system. For this, we made up of the computer vision system and we developed the main program with various user interfaces to operate the inspection system effectively. And we developed the image processing module to extract the defect information. Furthermore, we presented the labeling process to reconstruct defect regions using the labeling table and the defect index. From the experimental results, we found that our system can detect all defect regions identified from human eye and it is sufficient to substitute for the conventional surface inspection.

**Key Words** : Backlight, Computer Vision, Surface Defect, Particle, Spot, Scratch

\* 경운대학교 정보통신공학과

## 1. 연구 배경

정보통신산업이 발전함에 따라 LCD(liquid crystal display)는 디지털 카메라, CNS(car navigation system), 휴대용 게임기, 휴대폰, PDA에 장착된 소형 LCD 제품에서부터 컴퓨터용 모니터, LCD TV 등에 장착된 대형 LCD 제품에 이르기까지 핵심 디스플레이 장치로서 자리매김하고 있으며, 그 응용 범위도 점차 확대되고 있다. 또한, LCD의 채용으로 배면조명인 백라이트의 수요가 급증함에 따라 LCD 배면조명 모듈인 백라이트 생산을 위한 중소 제조업체들의 수도 크게 증가해 왔다. 백라이트는 LCD의 후면부를 비추는 광원으로서 백라이트 발광면의 이물이나 스크래치 그리고 백점과 같은 결함은 LCD 화소의 색상재현에 직접적인 악영향을 끼치기 때문에 백라이트 발광면의 상태는 LCD 품질과 직결된다. 백라이트의 표면결함은 제조공정상에서 발생할 수 있는 작업자의 부주의나 실내 오염, 불량 자재 등의 요인으로 인해 야기된다. LCD 검사와는 달리, 백라이트 표면검사에서는 백라이트의 구조상 검사패턴의 입력이 불가능하여 검사목적의 검사패턴을 사용할 수 없기 때문에 백라이트 제조업체에서는 주로 육안검사에 의존하고 있다. 그러나 육안검사에서는 작업자의 신체상태나 작업능력에 따라 검사정밀도와 검사속도 등이 달라지기 때문에 검사품질의 일관성이 유지되기 어려울 뿐만 아니라 전체 공정상의 효율도 저하된다. 그러므로 백라이트 표면검사에 대한 일관된 검사 정확성의 보장과 신뢰성 확보, 나아가 생산성 향상에 필요한 자동화된 해결책이 요구된다.

본 논문에서는 백라이트 육안검사를 대체할 수 있는 자동화된 검사시스템 개발을 위해 검사시스템의 구성과 결함정보 추출과정 그리고 검사작업에 필요한 사용자 인터페이스(UI)에 대해 다루었으며, 이를 윈도우 기반의 비전시스템으로 구현하였다[1],[2]. 또한, 결함정보 추출을 위해 고립된 결함영역을 얻기 위한 레이블링 과정을 고안하였다.

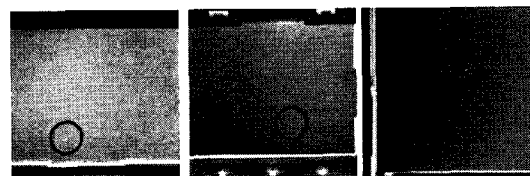
본 논문에서 구현한 검사시스템은 작업자가 검사기준을 관리할 수 있게 하며, 특정의 검사기준에 대해 일정한 검사품질과 검사속도를 유지할 수 있다. 이로써 작업 능률을 향상시키고 육안검사에 의

한 불량률을 최소화함으로써 공정의 신뢰성과 영업적인 효과를 획득할 수 있게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 백라이트 표면결함 검사의 개요에 대해 다루고, 3장에서는 표면결함 검사를 위한 결함정보 추출 과정에 대해 다룬다. 4장에서는 연구결과로서 검사기 주화면과 백라이트 표면 검사시스템에서 구현한 사용자 인터페이스 그리고 표본 백라이트 모듈의 표면결함 검사에 대한 검사결과를 기술한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

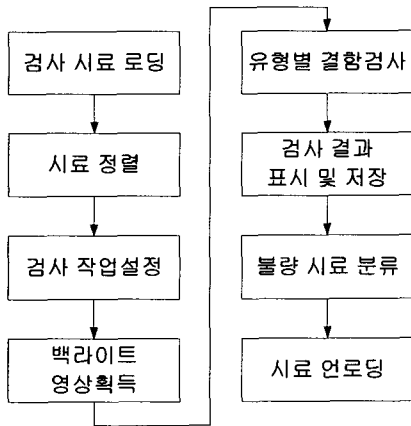
## 2. 백라이트 표면결함 검사의 개요

본 검사시스템에서 백라이트 표면결함은 CCD 카메라로부터 읽어들이는 백라이트 영상의 휘도분석을 통해 검출된다. 주 검사대상이 되고 있는 결함으로는 이물(particles), 스크래치(scratch), 백점(spot)이 있다. <그림1>은 세 가지 유형의 결함을 포착한 영상을 나타낸 것이다. 이러한 결함들은 휘도적인 측면에서 주변의 휘도와는 확연한 차이를 보이며, 결함 간에도 형태적인 측면에서 차이를 보인다. 스크래치의 경우는 주로 물리적인 접촉에 의해 발생되기 때문에 <그림1>(b)에서와 같이 결함의 형태가 특정 방향으로 가늘고 길게 나타나는 것이 일반적이다. 이물에 있어서 백라이트 표시면의 색상과 결함 원인물질의 컬러정보가 유사한 경우에는 백라이트 영상에서 결함에 대해 휘도 분별이 난해하게 된다. 이러한 문제로 인해 본 연구의 백라이트 표면결함 검사는 휘도특성이 각기 다른 RGB 각 채널에 대해 채널별로 결함검사가 선택적으로 이루어진다. <그림2>는 검사시료 로딩에서부터 검사가 이루어지기까지의 전체 검사공정에 대한 작업 흐름도를 나타낸 것이다.



(a) 이물 (b) 스크래치 (c) 백점

<그림1> 백라이트 표면 결함의 유형



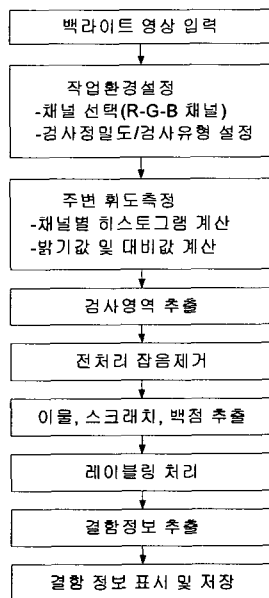
<그림2> 백라이트 표면결함 검사 작업흐름도

### 3. 표면결합정보 추출과정

본 연구의 백라이트 표면결합 검사는 <그림3>의 결합정보 추출과정을 통해 이루어진다. 식(1)은 본 검사시스템에서의 검사대상 영상을 나타낸 것이다.

$$I_{RCB}(m,n) = [R(m,n) \ G(m,n) \ B(m,n)]^T \quad (1)$$

식(1)에서  $m, n$ 은 화소의 위치를 나타내는 인덱스이며,  $R(m,n)$ ,  $G(m,n)$ ,  $B(m,n)$ 는 각 컬러성분에 대한 채널영상을 나타낸다.



<그림3> 결합정보 추출과정

각 채널성분의 사용여부는 메인 프로그램의 채널선택설정에 따라 결정된다.

<그림3>에서 채널별 히스토그램과 밝기값 및 대비값은 주변의 휘도상태를 점검하기 위한 것이며, 백라이트 영상으로부터 결함을 정상적으로 검출해 내기 위해서는 작업자에 의해 주변 조명이 의한 휘도상태가 적절히 조절되어야 한다.

### 3.1 검사영역 추출과정

검사영역 추출과정은 백라이트 입력영상에서 패널영역만을 추출하는 과정이다. 본 연구에서는 입력영상의 잡음에 의한 영향을 최소화하기 위해 수평과 수직방향으로 투영된 화소값들의 평균치로부터 검사영역을 추출한다. 식(2)와 식(3)은  $m$ 번째 행과  $n$ 번째 열에 대해 수평 및 수직방향으로 투영된 화소값들의 평균치를 각각 나타낸다.

$$H_h(m) = [R_h(m) \ G_h(m) \ B_h(m)] \\ = \left[ \sum_{i=0}^{N-1} \frac{R(m,i)}{N} \ \sum_{i=0}^N \frac{G(m,i)}{N} \ \sum_{i=0}^N \frac{B(m,i)}{N} \right] \quad (2)$$

$$H_v(n) = [R_v(n) \ G_v(n) \ B_v(n)] \\ = \left[ \sum_{j=0}^{M-1} \frac{R(j,n)}{M} \ \sum_{j=0}^M \frac{G(j,n)}{M} \ \sum_{j=0}^M \frac{B(j,n)}{M} \right] \quad (3)$$

식(2)와 식(3)에서  $N$ 과  $M$ 은 각각 입력영상의 열과 행의 수를 나타낸다.

<그림4>는 검사영상에 대해 수평 및 수직방향으로 투영된 화소값들의 평균치에 대한 프로파일과 추출된 검사영역을 보인 것이다. 본 연구의 검사 시스템에서 CCD 카메라의 피사각은 검사시료가 놓일 트레이의 중앙에 맞춰지기 때문에 검사영상의 배경영역은 어렵게 나타난다. 이러한 이유로 <그림4>에서 패널영역의 우측단과 하단에 표시된 프로파일과 같이 식(2)와 식(3)의 평균치는 패널영역의 경계부근에서 급격히 줄어든다. 본 연구에서는 식(2)와 식(3)의 평균치 프로파일을 중앙부에서 양쪽 가장자리 방향으로 스캔하여 평균치의 변화분을 구하고 이 값이 각 방향에 대해 최초로 문턱치  $T_H$  이상인 지점을 패널영역의 경계지점으로 정한다. 식(4)와 식(5)는 각각 수평방향과 수직방향의 평균치 프로파일에서  $l_h$  지점과  $l_v$  지점에서의 변

화분을 구하는 식을 나타낸 것이다.

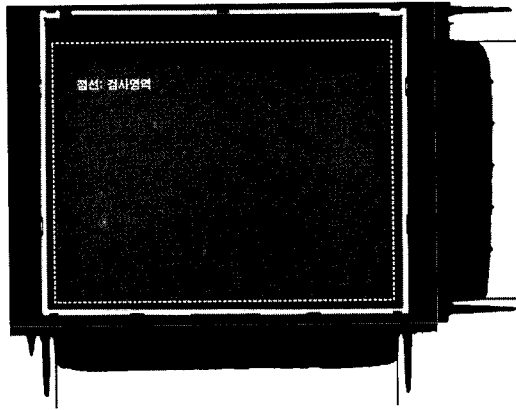
$$\Delta H_h(l_h) = H_h(l_h+1) - H_h(l_h-1) \quad (4)$$

$$, 0 < l_h \leq M/2$$

$$\Delta H_v(l_v) = H_v(l_v+1) - H_v(l_v-1) \quad (5)$$

$$, 0 < l_v \leq N/2$$

본 연구에서  $T_H$ 는 주변의 휘도상태에 따라 설정되며, <그림4>에서 표시된 검사영역은  $T_H$ 를 10으로 설정하여 추출한 것이다.



<그림4> 수평 및 수직방향으로 투영된 화소값들의 평균치에 대한 프로파일 및 추출된 검사영역

### 3.2 전처리 과정

CCD 카메라를 통해 얻어진 입력영상에는 영상 획득과정에서 유입된 여러 잡음적인 요소가 내재하며, 이는 결함추출과정에서 예기치 못한 결과를 초래한다. 그러므로 전처리 과정에서의 잡음제거는 전체적인 검사성능을 유지하는데 있어 매우 중요한 부분을 담당한다. 본 연구에서는 표면결함에 의한 국부적인 휘도변화를 최대한 보존하면서 잡음 성분을 효과적으로 제거하기 위해  $\alpha$ -trimmed 평균치 필터를 사용하였다[3]. 매개변수가  $d$ 인  $\alpha$ -trimmed 평균치 필터는 크기가  $m_w \times n_w$ 인 윈도우에서  $d/2$ 개의 최대 밝기를 갖는 화소와  $d/2$ 개의 최소 밝기를 갖는 화소를 제외시킨 후, 식(6)과 같이 잔여 화소값들의 산술적 평균을 출력값으로 한다.

$$F_{RGB}(i,j) = \frac{1}{(m_w n_w - d)} \sum_{(k,l) \in W_{(i,j)}} I'_{RGB}(k,l) \quad (6)$$

식(6)에서  $W_{(i,j)}$ 은 필터의 윈도우 영역을 나타낸다. 본 연구에서는 윈도우의 크기를  $3 \times 3$ 로,  $d$ 는 2로 설정하였으며, 이는 결함정보를 최대한 보존하기 위해 윈도우 영역 내에서 최대값과 최소값을 갖는 화소만을 잡음으로 제거하기 위함이다.

### 3.3 백점결함 검사

백점결함영역은 다른 결함에 비해 적은 수의 화소로 이루어져 있으며, 임펄스성 잡음과 유사하게 인접화소들보다 현저히 큰 그레이레벨을 갖는 흰색의 반점형태로 나타난다. 본 검사시스템에서 백점결함영역은 식(7)에서 정의한 문턱치  $T_{spot}$  이상의 그레이레벨을 갖는 화소들로 추출된다.

$$T_{spot} = \mu_P + 2\sigma_P(1 + r_{spot}) \quad (7)$$

식(7)에서  $\mu_P$ 와  $\sigma_P$ 는 백라이트 전체 패널영역의 그레이레벨에 대한 평균치와 표준편차를 각각 나타낸다. 그리고  $r_{spot}$ 는 0에서 1사이의 값을 가지며, 1에 근접할수록 인접화소들보다 그레이레벨의 차가 큰 화소들만이 백점결함영역의 화소로 검출된다. 본 연구에서  $r_{spot}$  값은 메인 프로그램의 검사정밀도 설정창에서 작업자에 의해 설정된다.

### 3.4 이물 및 스크래치 결함 검사

이물로 인한 결함은 외적인 불순물의 유착으로 발생하며, 스크래치 결함은 주로 물리적인 접촉에 의해 발생한다. 이물과 스크래치에 대한 결함영역은 형태에 있어서는 서로 다른 특성을 갖지만 휘도에 있어서는 서로 유사한 특성을 보인다.

본 연구에서는 백라이트 표시면의 휘도변화에 의한 윤곽성분을 추출함으로써 이물과 스크래치에 대한 결함영역을 검출한다. 일반적으로 영상에서 윤곽성분은 미분연산자를 통해 추출되기 때문에 라플라시안 연산자와 같은 윤곽추출방법들은 잡음 성분에 민감하여 원하지 않는 윤곽성분을 추출할 수 있다[3]. 따라서 백라이트 표시면에서와 같이

결합에 의한 휘도변화와 잡음에 의한 휘도변화의 차이가 근소한 경우에는 잡음에 강한 윤곽추출 방법이 사용되어야 한다. 본 연구에서는 경험적으로 윤곽추출과정에서 잡음을 흡수하도록 고안된 윤곽추출 연산자를 사용하여 이물 및 스크래치에 대한 결합영역을 검출한다. <그림5>는 본 연구의 검사 시스템에서 수평과 수직방향 윤곽성분 추출을 위해 적용한 윤곽추출 연산자의 필터계수를 보인 것이다.

0.802	0.836	0.000	-0.836	-0.802	0.802	0.845	0.870	0.845	0.802
0.845	0.897	0.000	-0.897	-0.845	0.836	0.897	1.000	0.897	0.836
0.870	1.000	0.000	-1.000	-0.870	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.845	0.897	0.000	-0.897	-0.845	-0.836	-0.897	-1.000	-0.897	-0.836
0.802	0.836	0.000	-0.836	-0.802	-0.802	-0.845	-0.870	-0.845	-0.802

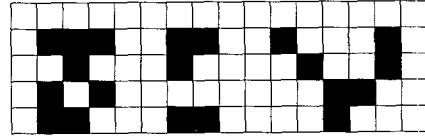
(a) 수평방향 통계 마스크 (b) 수직방향 통계 마스크

<그림5> 윤곽추출 연산자의 5×5 필터계수

### 3.5 레이블링 과정

본 연구에서 고안한 레이블링 과정은 고립된 결합영역을 얻기 위한 과정이다. 레이블링 과정에서는 레이블 테이블과 결합 인덱스를 사용하여 <그림3>의 이물, 스크래치, 백점 추출과정에서 추출된 이진화된 결합화소들을 서로간의 연결구조에 의해 고립된 결합영역으로 구성한다. <그림6>은 이진화된 결합화소에 대해 초기화된 레이블 테이블을 표시한 것이다.  $T_c$ 와  $T_b$ 는 결합화소와 배경화소에 대응되는 태그를 각각 나타내며, 초기 레이블은  $D_0$ 로 설정된다. 레이블 테이블은 결합 윈도우를 좌에서 우로, 위에서 아래로 이동시키면서  $T_c$  태그 셀을 만나면 결합 윈도우 내의 모든  $T_c$  태그를 초기 레이블인  $D_0$ 로 지정한다. 여기서, 결합 윈도우의 크기는 검사기준에서 설정한 값에 의해 결정되고 결합 윈도우의 크기가 클수록 검사는 보다 세밀해진다. <그림7>은 결합 윈도우의 처리과정을 나타낸 것이다. 현재 결합 윈도우 내의 레이블 테이블 셀이  $T_b$  태그나  $T_c$  태그만으로 설정되어 있지 않을 경우에는 모든  $T_c$  태그를 현재의 레이블로 설정한다. 결합 윈도우를 이동시키면서 새로운  $T_c$  태그가 표시된 셀을 만나면 현재 레이블을 새로운 레이블인  $D_1$ 으로 설정하고 결합 윈도우 내의 모든  $T_c$  태그를  $D_1$ 으로 지정한다. <그림8>은 <그림6>(b)의

레이블 테이블을 두 번째와 네 번째 행까지 처리한 결과를 각각 나타낸다.

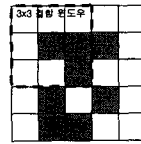


(a) 이진화된 결합화소

$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$
$T_b$	$T_c$	$T_c$	$T_c$	$T_b$	$T_c$	$T_c$	$T_b$	$T_c$	$T_b$
$T_b$	$T_c$	$T_c$	$T_b$	$T_b$	$T_c$	$T_b$	$T_b$	$T_c$	$T_b$
$T_b$	$T_c$	$T_b$	$T_c$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_c$	$T_c$
$T_b$	$T_c$	$T_c$	$T_b$	$T_b$	$T_c$	$T_c$	$T_b$	$T_c$	$T_b$

(b) 레이블 테이블의 초기화

<그림6> 레이블 테이블의 초기화



(a) 3×3 결합 윈도우

$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$
$T_b$	$T_c$	$T_c$	$T_c$	$T_b$
$T_b$	$T_b$	$T_c$	$T_b$	$T_b$
$T_b$	$T_c$	$T_b$	$T_c$	$T_b$
$T_b$	$T_c$	$T_c$	$T_b$	$T_b$

(b) 결합윈도우 적용 전

$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$
$T_b$	$D_0$	$D_0$	$T_c$	$T_b$
$T_b$	$T_b$	$D_0$	$T_b$	$T_b$
$T_b$	$T_c$	$T_b$	$T_c$	$T_b$
$T_b$	$T_c$	$T_c$	$T_b$	$T_b$

(c) 결합윈도우 적용 후

<그림7> 결합 윈도우의 처리과정

레이블링 과정에서 <그림8>(b)의 네 번째 행에서와 같이 서로 다른 결합영역인  $D_2$ 와  $D_3$ 가 공존할 경우에는 결합 인덱스 배열에서 다른 레이블을 갖는 인덱스를 찾아 이를 현재 레이블로 변경한다. <그림9>는 초기 결합 인덱스와 변경된 결합 인덱스 배열을 보인 것이며, <그림10>은 최종 인덱스 배열을 이용하여 재구성된 레이블 테이블을 나타낸 것이다.

$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$
$T_b$	$D_0$	$D_0$	$D_0$	$T_b$	$T_b$	$D_1$	$D_1$	$T_b$	$T_b$
$T_b$	$T_b$	$D_0$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$D_1$	$T_b$	$T_b$	$D_2$
$T_b$	$T_c$	$T_b$	$T_c$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_c$	$T_c$
$T_b$	$T_c$	$T_c$	$T_b$	$T_b$	$T_c$	$T_c$	$T_b$	$T_c$	$T_b$

(a) 두 번째 행까지 처리결과

$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$
$T_b$	$D_0$	$D_0$	$D_0$	$T_b$	$T_b$	$D_1$	$D_1$	$T_b$	$T_b$
$T_b$	$T_b$	$D_0$	$T_b$	$T_b$	$D_1$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$D_2$
$T_b$	$D_0$	$T_c$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_b$	$T_c$	$T_c$
$T_b$	$D_0$	$D_0$	$T_b$	$T_b$	$T_c$	$T_c$	$T_b$	$T_b$	$T_b$

(b) 네 번째 행까지 처리결과

<그림8> 레이블 테이블의 처리결과

인덱스	0	1	2	3	4	5	인덱스	0	1	2	3	4	5
값	0	1	2	3	4	5	값	0	1	2	2	4	5

(a) 초기 결합 인덱스 (b) 변경된 결합 인덱스

<그림9> 결합 인덱스 배열

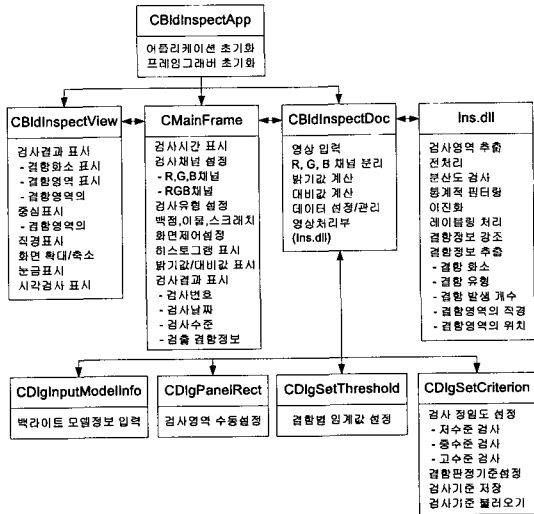
$T_E$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$	$T_F$
$T_F$	$D_0$	$D_0$	$D_0$	$T_E$	$T_E$	$D_1$	$T_E$	$T_E$	$D_2$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$D_3$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$
$T_E$	$T_E$	$D_0$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$D_1$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$D_2$	$T_E$	$T_E$	$D_3$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$
$T_E$	$D_0$	$T_E$	$D_0$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$D_1$	$T_E$	$T_E$	$D_2$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$
$T_E$	$D_0$	$D_0$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$D_1$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$D_2$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$	$T_E$

<그림10> 재구성된 레이블 테이블

여기서 결합영역은 레이블이  $D_0, D_1, D_2, D_3$ 인 4개 영역으로 얻어진다.

#### 4. 연구결과

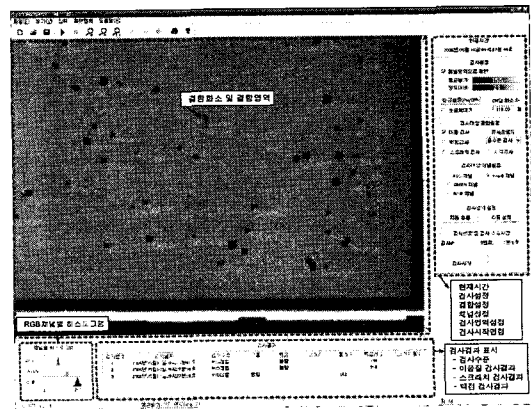
본 연구에서는 백라이트 표면결함 검사시스템을 개발하였으며, 검사시스템 운용을 위한 메인 프로그램, 검사환경 설정, 검사결과 표시 및 관리를 위한 사용자 인터페이스 그리고 결합정보 추출을 위한 영상처리모듈을 개발하였다. <그림11>은 검사시스템 운용 프로그램의 클래스 구성과 각 클래스에서 구현한 세부기능을 나타낸 것이다.



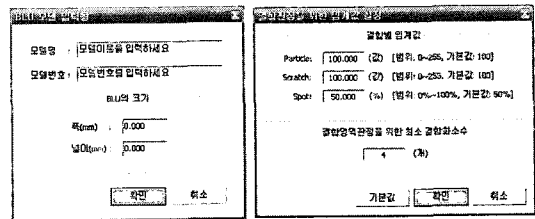
<그림11> 클래스 구성 및 세부기능

<그림12>는 검사시스템 운용 프로그램의 메인

화면과 화면구성을 표시한 것이다. 그림과 같이 전체 화면은 네 개의 부화면으로 구성되며, 부화면(1)에는 화면표시 설정에 따라 입력영상과 검출된 결합화소 및 결합영역의 직경과 중심좌표가 표시된다. 부화면(2)는 결합설정이나 채널설정 등의 작업자 명령을 입력하기 위한 부분이며, 시간 표시, 검사영역의 자동 및 수동 추출 명령 그리고 검사개시 명령이 입력된다. 부화면(3)은 작업자에게 검사기 주변의 휘도상태를 보여주기 위해 입력영상에 대한 채널별 히스토그램을 표시한다.

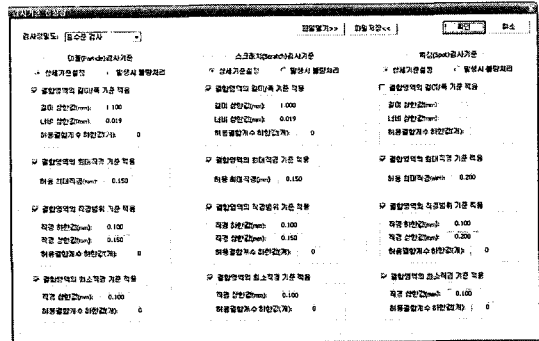


<그림12> 검사시스템 운용 프로그램의 메인화면과 화면구성



(a) 모델 입력용 (b) 결합판정임계값 설정용

<그림13> 사용자 인터페이스



<그림14> 검사기준 설정창

부화면(4)는 결함유형별 검사결과를 보여주며, 검사결과는 자동저장된다. <그림13>은 모델입력과 결함판정 임계값 설정을 위한 사용자 인터페이스를 나타낸 것이며, 결함판정 임계값 설정에서는 결함화소 판정을 위한 각 결함별 밝기값과 최소 결함화소수를 설정한다. <그림14>는 검사기준 설정

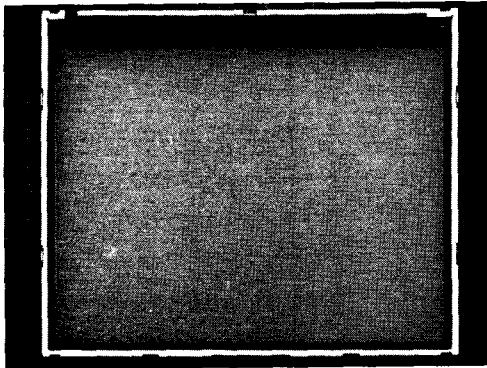
창을 나타낸 것이다. 검사기준은 크게 단계별 검사기준설정 항목과 결함 발생시 불량처리 항목으로 구분되어 설정되며, 단계별 검사기준설정은 수준별로 저, 중, 고수준으로 구분되어 설정된다.

본 연구의 검사시스템에 대한 성능을 평가하기 위해 <그림15>의 입력영상에 대해 백점검사와 이물 및 스크래치 검사를 실시하였으며, 입력영상에서 작업자의 육안으로 식별할 수 있는 결함영역과 본 검사시스템을 통해 검출된 결함영역을 비교하였다. <그림16>과 <그림17>은 백점검사와 이물 및 스크래치 검사에 의해 검출된 결함영역을 각각 나타낸 것으로 흑점으로 표시된 화소는 검출된 결함영역의 화소를 나타낸다. 백점검사에서는 <그림16>과 같이 주변화소에 비해 밝기차가 큰 화소들만이 결함화소로 검출된 반면, 이물 및 스크래치 검사에서는 <그림15>에서 시각적으로 식별가능한 모든 결함영역이 검출됨에 따라 본 연구에서 개발한 검사시스템이 작업자의 육안검사를 대체하기에 만족할만한 성능을 보임을 확인할 수 있었다.

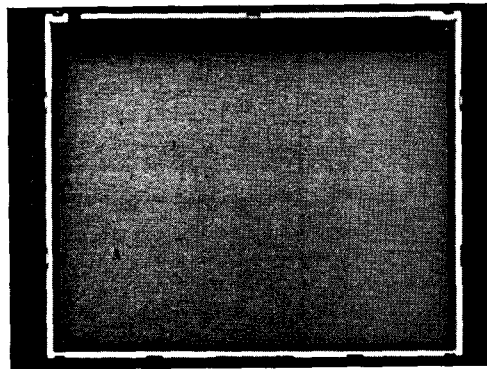
본 검사시스템의 검사성능은 검사영상의 휘도상태와 결함정보의 명료도에 따라 영향을 받지만 적절한 검사조명과 본 검사시스템에서 구현한 여러 검사설정을 통해 육안검사에 의해 검출된 결함이 누락되지 않는 정도의 검사 정밀도는 유지할 수 있다.

## 5. 결 론

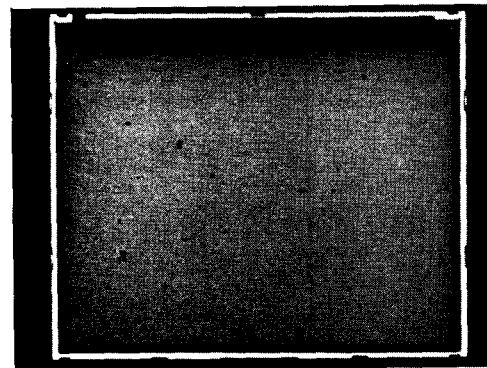
본 연구에서는 백라이트 표면결함에 대한 육안검사의 문제점을 개선하기 위해 백라이트 표시면의 결함검사를 자동화할 수 있는 백라이트 표면결함 검사시스템 개발에 관해 연구하였으며, 이를 위해 컴퓨터 비전 시스템을 구성하고 검사공정을 위한 메인 운용 프로그램, 검사환경 설정, 검사기준 설정, 검사결과 표시 등을 위한 사용자 인터페이스 그리고 결함정보 추출을 위한 영상처리모듈을 개발하였다. 또한, 이진화된 결함화소들간의 연결구조로부터 결함영역을 추출하기 위해 레이블테이블과 결함 인덱스를 사용한 레이블링 과정을 고안하였다. 또한, 본 연구에서 개발된 검사시스템의 결함검출 성능을 확인하기 위해 표본시료에 대



<그림15> 입력영상

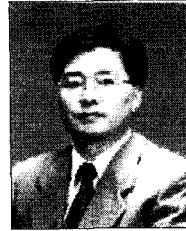


<그림16> 백점검사에서 검출된 결함영역



<그림17> 이물 및 스크래치 검사에서 검출된 결함영역

한 검사를 실시한 결과, 작업자의 육안에 의해 식별가능한 모든 결함영역이 본 검사시스템으로 검출됨을 알 수 있었다. 끝으로, 본 연구의 백라이트 표면결합 검사시스템은 현재의 육안검사 공정을 대체하여 백라이트 모듈 검사에 대한 신뢰성 확보 및 공정 자동화, 나아가 백라이트 생산성 향상의 토대 마련에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.



윤 정 오 (Jeong-Oh Yoon)

- 1989년 경북대학교 전자공학과 졸업
- 1991년 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1998년 경북대학교 대학원 전자공학과 박사수료
- 1997년~현재 경운대학교 정보통신공학과 부교수

### 참 고 문 헌

- [1] Linda G. Shapiro and George C. Stockman, Computer Vision, Prentice-Hall, pp.548-561, 2001.
- [2] Haralick, R., and L. Shapiro, Computer and Robot Vision, Volumes I and II, Addison-Wesley, New York, pp.5-8, 1992.
- [3] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Digital Image Processing, 2nd ed. Prentice-Hall, pp.230-243, 2002.



조 영 창 (Young-Chang Cho)

- 1994년 영남대학교 전기공학과 졸업
- 1996년 영남대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2001년 영남대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1999년~현재 경운대학교 정보통신공학과 조교수



최 병 진 (Byung-Jin Choi)

- 1990년 경북대학교 전자공학과 졸업
- 1992년 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1997년 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1998년~현재 경운대학교 정보통신공학과 부교수