

측면조명을 이용한 LCD 백라이트 불량검출 시스템

문 창 배[†] · 박 지 웅^{**} · 이 해 연^{***} · 김 병 만^{***} · 신 윤 식^{****}

요 약

LCD 모니터의 백라이트로 CCFL 형광체를 많이 사용하고 있으나 그 불량여부는 육안에 의존하고 있다. 육안 검사를 함으로써 부품에 대한 일관성 있는 검사가 결여되고, 노동집약적인 검사로 인해 산업적 재해가 발생할 수 있다. 따라서, CCFL 불량유무를 자동으로 판별하기 위해서 물리적 촬영 환경과 영상처리 알고리즘은 중요하다. 본 논문에서는 CCFL 형광체를 자동으로 검사하기 위한 촬영환경 중 다섯 가지 조건과 세 가지조건 중 두 조건모두에서 사용되는 측면 촬영환경에서 획득한 영상을 이용하여 불량을 판별하기 위한 알고리즘을 제시하였다. 불량을 포함한 CCFL 형광체와 정상시료를 사용하여 영상 획득 및 실험을 수행하였고, 그 결과 제안한 촬영환경과 알고리즘은 과검출 4.65 %와 유출률 5.37 %의 성능을 보인다.

키워드 : CCFL 형광체, 물리적 촬영환경, 불량판별 알고리즘

LCD BLU Defects Detection System with Sidelight

Chang Bae Moon[†] · Jee Woong Bark^{**} · Hae-Yeoun Lee^{***} · Byeong Man Kim^{***} · Yoon Sik Shin^{****}

ABSTRACT

A Cold Cathode Fluorescent Lamp(CCFL) is used as a LCD Monitor's backlight widely. The most common way to check CCFL's defects is an examination with the naked eye. This naked eye examination can cause examination inconsistencies and industrial disasters. A shooting environment and detection algorithms are important for finding CCFL defects automatically. This paper presents CCFL defect detection algorithms using images captured under the shooting environment with sidelight which is one of the shooting environment we have suggested. The experimental result shows 4.65% of over-detection and 5.37% of unsuccessful defect detection of CCFL.

Keywords : CCFL Fluorescent Substance, Shooting Environment, Defects Detection Algorithm

1. 서 론

백라이트는 Monitor, TV, Notebook, TFT-LCD 등의 광원으로 사용되고 백라이트의 종류는 EEFL, CCFL, LED의 세 가지로 나뉜다. 이중 현재 가장 많이 사용되고 생산되는 백라이트는 CCFL이다. 그 이유는 EEFL 보다 제작 과정이 단순화 되어 있고, 가격적인 측면에서도 LED보다 저렴하기 때문이다. 또한 CCFL은 가전제품 이외 전광판과 같이 광원이 필요한 제품에서도 이용되어지고 있다.

완제품에 불량 부품을 사용하면 부품의 불량률이 아닌 완제품의 불량으로 판정된다. 능숙한 검사자가 검사한 부품을 사용한다면 완제품의 불량률이 감소하지만 모든 검사자는 능

숙하지 않다. 또한 A라는 형태의 불량을 잘 검출하는 검사자가 있는 반면 B라는 형태의 불량을 잘 검출하는 검사자가 있다. 이렇게 검사 능력의 차이가 발생하는 이유는 육안 검사로 인해 시각적 차이가 발생하며 이로 인하여 검사의 일관성이 결여되기 때문이다. 또한 육안 검사는 눈에 대한 피로를 증가시켜 검출 오류를 유발 시킨다. 이처럼 검사자에 따른 검출 능력의 차이와 눈의 피로에 따른 오류증가의 문제점을 해결하기 위해서는 CCFL 백라이트 불량판별 자동화 검사가 필요하다.

CCFL은 불을 이용하여 제작되기 때문에 제작 시 발생 가능한 불량항목은 총 41가지이다. 불량을 촬영하기 위해 적절한 조명조건은 필수인데, 본 논문에서는 물리적 환경으로 유리관 내부에 위치한 금속부분 불량을 촬영하기 위해 돔조명, 코바르에 위치한 불량을 촬영하기 위한 근거리조명, 유리관의 형태를 관측할 수 있는 원거리조명, 유리관 시료의 끝단 불량을 촬영할 수 있는 점광원조명 그리고 유리관 표면의 미세 불량들을 촬영할 수 있는 측면조명등을 이용한 다섯 가지 촬영조건들을 소개한다. 이러한 조명 방법들을

※ 본 연구는 금오공과대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음
† 준 회원 : 금오공과대학교 컴퓨터공학부 소프트웨어공학과 박사과정
** 준 회원 : (주)유비전 장비사업부
*** 정 회원 : 국립금오공과대학교 컴퓨터공학부 교수
**** 정 회원 : 국립금오공과대학교 컴퓨터공학부 교수(교신저자)
논문접수: 2010년 5월 7일
수정일: 1차 2010년 9월 17일, 2차 2010년 10월 19일
심사완료: 2010년 10월 20일

조합하여 촬영 조건을 축소시킨 돛근거리 조합조명과 점광원 원거리 조합조명 그리고 측면조명등 세 가지 촬영환경들도 소개한다. 그리고 세 가지 촬영환경 중 측면조명이 가장 까다로운 불량을 검출 할 수 있는데 이 조명을 사용하여 획득한 영상의 전처리 방법, 불량 유무를 자동으로 판별하기 위한 자동검출 알고리즘 및 이의 성능도 비교 분석 한다.

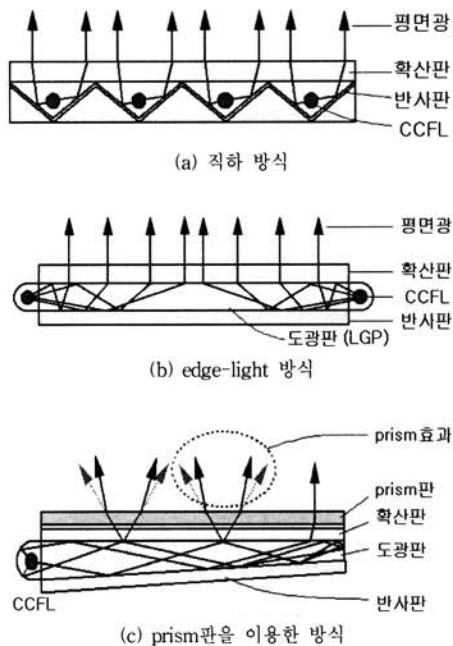
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 CCFL 백라이트 구조 및 불량항목, 3장에서는 CCFL 백라이트 불량 촬영을 위한 촬영조건 연구, 4장에서는 CCFL 불량검출 알고리즘, 5장에서는 실험 및 성능을 평가하고 양품 시료를 분석 한다. 마지막으로 6장에서는 본 논문을 결론짓도록 한다.

2. CCFL BLU의 구조 및 불량 항목

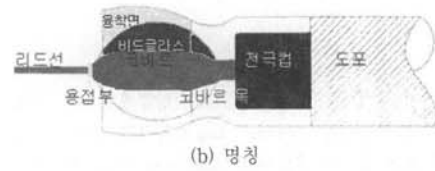
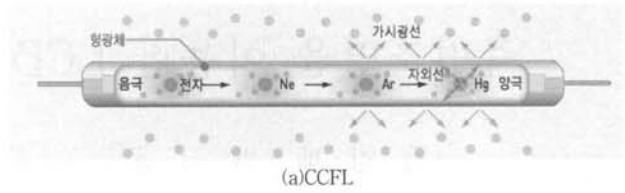
CCFL은 LCD모니터 등과 같은 Display 장치의 광원으로 사용되고, (그림 1)과 같은 BLU에 내장 되어있다. CCFL의 위치는 광원을 반사하기 위해 반사판 상단, 빛을 확산시키기 위한 확산판 하단에 위치한다. 이때 사용되는 CCFL은 빛의 광원의 역할을 하는데 광원의 위치에 따라 직하방식, edge-light 방식, prism판을 이용한 방식으로 세 가지가 존재하고, 이 세 가지 방식모두 광원을 사용하는데 광원의 위치에 따라, 사용되는 패널 종류에 따라 방식이 나뉜다.

CCFL 백라이트 구조는 (그림 2-a)에서 보는 것과 같이 음극에서 전자를 방전시켜 가시광선을 발생시키는데 이 가시광선을 LCD 백라이트의 광원으로 사용한다. CCFL에서 불량이 주로 발생하는 부분은 양끝 부분이며 그 부분의 세부 명칭은 (그림 2-b)와 같다[1].

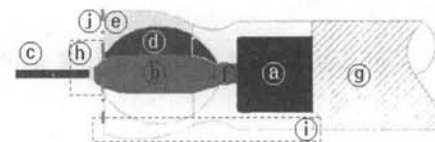
본 논문에서 물리적 실험으로 다루고 있는 불량 항목은 <표 1>과 같고, (그림 3)에 불량이 발생하는 위치를 표기



(그림 1) Back Light Unit 구조



(그림 2) CCFL 구조



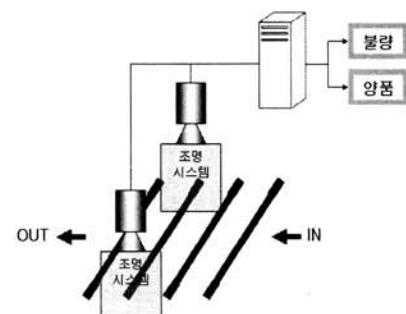
(그림 3) CCFL 불량 발생위치

<표 1> CCFL 불량항목 및 불량 발생위치

불량 위치	불량 명
ⓐ	전극캡검은띠, 전극캡푸른띠, 전극산화, 전극캡적힘
ⓑ	코바르벗겨짐, 산화(코바르), 홈집(코바르), 푸른색(코바르)
ⓒ	미납
ⓓ	기포A, 기포B, 크랙A_B, 크랙_B, 비드깨짐B, 비드깨짐A
ⓔ	친밀성부족A, 친밀성부족B, 깨짐A, 깨짐B, 도포기포A, 도포기포B, 주름기포A, 실링기포B, 붉은점A, 이물A, 이물B, 크랙A_B, 크랙_B, 붉은점B, 홈집, 용착면좁음B, 형광체 입자 잔존A, 형광체 입자 잔존B, 크랙(A)코바르A
ⓕ	목붙음A, 목붙음B
ⓖ	도포치수
ⓗ	머리형상A, 머리형상B, 봉지부버A
Ⓢ	형태A, 형태B, 크랙(B)글라스판A
Ⓣ	절단크랙A

하였다.

본 논문에서 사용하는 시스템은 [1-3]에서 사용한 시스템과 유사하고, 구조도는 (그림 4)와 같다. 최초 시료가 입력되면 조명시스템(검사위치)이 위치한 지점으로 이동되고, 시



(그림 4) 불량 판별 시스템 구조도

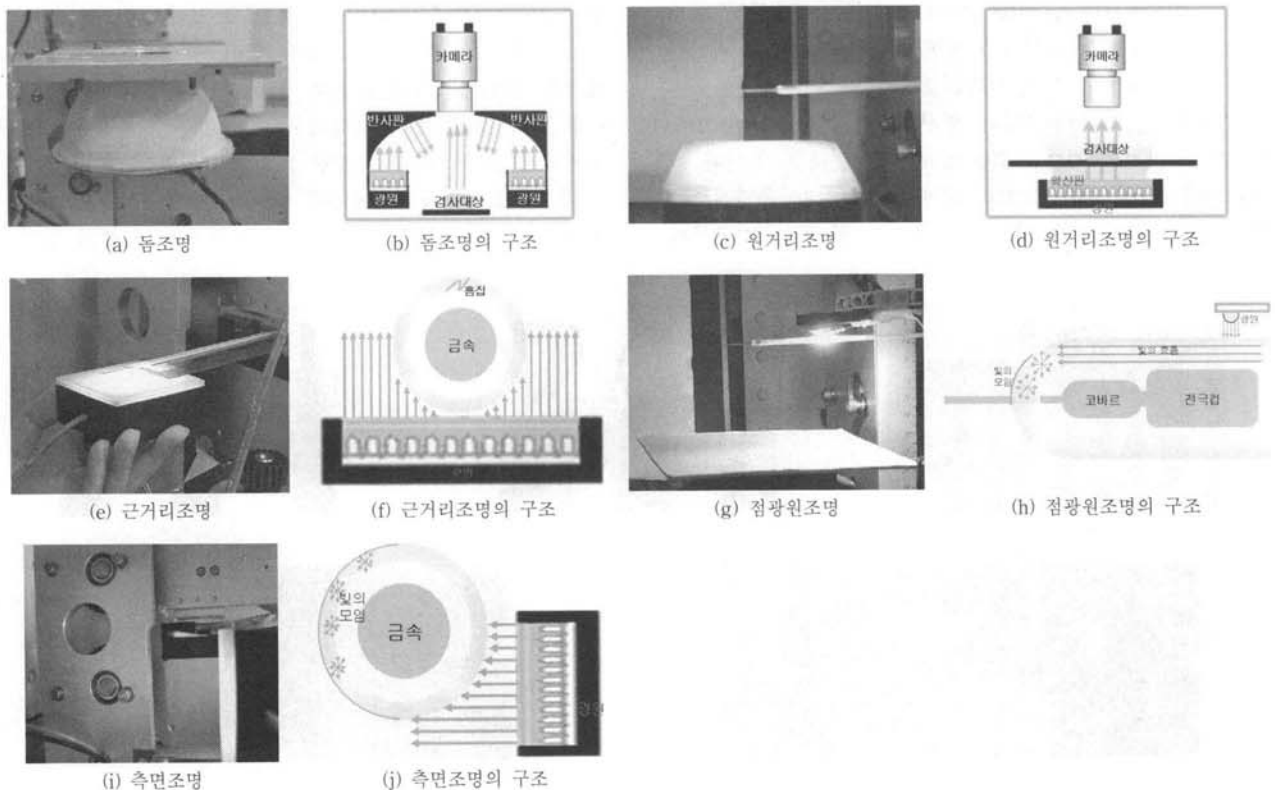
료를 회전시키기 위해 시료를 하단에서 상단으로 들어 올려 시료를 회전시키는 구조로 작동된다. 시료가 회전되면 시료를 촬영하고 영상을 획득한다. 카메라는 조명시스템 상단에 위치한다.

3. 불량촬영을 위한 촬영조건 연구

본 논문에서 영상을 획득하기 위하여 실험한 촬영방법은 약 71가지이고 71가지 중 영상처리에 가장 좋은 촬영조건은 다섯 가지로 축약할 수 있다. 유리 내부에 위치한 금속을 촬영하기에 적절한 돔조명, 유리 끝단에 발생되어지는 불량을 촬영하기에 적절한 점광원조명, 형태등과 같은 불량을 촬영하기에 적절한 원거리조명, 유리에 발생되어지는 불량을 촬영하기에 적절한 근거리조명, 미세 불량을 촬영하기에 적절한 측면조명등으로 (그림 5)와 같다.

- 돔조명은 금속과 관련 있는 불량을 촬영할 수 있고, (그림 5-a)와 같다. 돔조명은 빛을 산란시켜 유리의 내부를 촬영하기에 좋은 조명이다. 돔조명을 이용하여 불량을 검출하기 위한 물리적 환경의 구성은 카메라와 시료(CCFL백라이트) 사이에 돔조명이 위치한다. 돔조명의 내부구조는 (그림 5-b)와 같이 조명 내부에 광원이 존재하고, 광원은 상단을 향한 구조이다. 하단에서 LED가 광원을 만들면 상단 돔 형태의 반사판이 광원을 산란시켜 시료를 촬영할 수 있도록 한다[4].

- 원거리 촬영조건(그림 5-c)은 시료의 하단에 사각모양의 판조명이 위치하고, 원거리조명은 유리 부분을 어둡게 만들기 때문에 유리의 외형과 관련 있는 불량을 촬영하기에 좋은 조명이다. 원거리조명의 내부 구조는 (그림 5-d)와 같이 검사대상의 하단에 광원이 존재하고, 광원 상단에 확산판이 존재한다. LED에서 광원을 만들면 광원은 확산판을 통하여 검사대상을 촬영할 수 있도록 역광의 효과를 이용한 방법이다.
- 근거리 촬영조건(그림 5-e)은 사각 모양의 판조명이 시료와 근접한 것이다. CCFL 불량 중 유리에 흠집이나 깨진 것을 촬영하기에 좋은 조명이다. 근거리조명 내부 구조도 원거리조명과 마찬가지로 (그림 5-d)와 같은 내부구조이고, 단지 조명과 시료의 거리만 차이가 있다. 근거리조명의 원리는 (그림 5-f)와 같이 유리에 직접적으로 빛을 투과시키기 때문에 유리 내부에 흠집이 있는 경우 그 곳에 빛이 모이는 방법을 이용한 방식이다.
- 점광원조명은 (그림 5-g)와 같고, 유리에 빛을 비추면 유리판을 통과하여 유리의 끝부분에 빛이 모이는 특징을 이용한 방법으로 시료의 끝단에 발생하는 머리형상이나 버 불량을 검출하기에 적절한 조명이다. 점광원조명의 내부구조는 근거리조명, 원거리조명, 돔조명, 측면조명과는 달리 (그림 5-h)와 같이 광원은 1개만 존재하고, 1개의 광원을 통하여 유리에 직접 비추어 유리표면을 통한 빛이 유리 표면에서 확산되어 유리판의 끝단에 빛이 모이 특징을 이용하는 것이다.



(그림 5) CCFL불량을 촬영하기 위한 다섯 가지 조명조건 및 구조

• 측면조명은 미세 불량을 촬영할 수 있고, 측면조명의 촬영 조건은 (그림 5-i)와 같다. 측면조명은 (그림 5-j)와 같이 시료의 중심으로 판조명을 측면에 위치하여 촬영하는 형태이다. 측면조명으로 획득한 이미지는 시료의 중심을 기점으로 광원이 위치한곳의 융착면과 비드글라스의 밝기는 어둡고, 불량이 발생한 위치는 빛이 모이는 특징이 발생한다. 반면 광원 반대쪽의 융착면과 비드글라스의 밝기가 밝은 반면 불량 위치는 어둡게 나타난다.

각 조명조건을 이용하여 촬영한 영상은 (그림 6)과 같다. (그림 6-a)는 산화 불량을 돛조명에서 촬영한 영상이고, (그림 6-b)는 목불음과 형태불량을 원거리조명을 이용하여 촬영한 영상이다. (그림 6-c)는 기포와 깨짐 불량을 근거리조명을 이용하여 촬영한 영상이고, (그림 6-d)는 머리형상 불량을 점광원조명을 이용하여 촬영한 영상이며 마지막으로 (그림 6-e)는 측면조명에서 나지미 불량을 촬영한 영상이다. (그림 6-b)~(그림 6-e)에 표기된 적색박스는 각 불량 위치를 표기한 것이다.

다섯 가지 조명조건에 의하여 모든 불량을 촬영할 수 있지만 모두 사용할 경우 개발비용이 증가하는 문제가 있다. 다섯 가지 조명을 조합하여 조명 조건을 줄이는 실험을 하였다. 조합조명은 두 개의 조명을 하나의 케이스로 사용하기 때문에 빛의 간섭이 발생하고, 조명의 성능이 저하되어 상단의 다섯 가지 조명조건에서 촬영 가능한 불량 위치 조합조명에서는 촬영이 불가능 할 수 있다. <표 2>는 조합조명의 성능을 표기한 것이고, 돛형, 근거리, 원거리, 점광원, 측면의 의미는 각 조명에서 촬영이 가능한 불량들의 집합을 의미한다. 근거리조명과 돛조명, 원거리조명과 돛조명, 점광원조명과 근거리조명, 점광원조명과 원거리조명의 경우는 조합조명으로 두 가지의 집합을 100 % 촬영 가능하고, 측면과 돛형의 경우 돛형시료는 100% 촬영 가능하지만 측면시료는 50% 이하를 촬영할 수 있는 조명이다. 또한 돛형, 점광원의

<표 2> 조합조명 실험 결과

	돛형	근거리	원거리	점광	측면
돛형	X	100%	100%	H/W 불가능	50%이하 100%
근거리	100%	X	H/W 불가능	100%	불가능 50%이하
원거리	100%	H/W 불가능	X	100%	불가능 50%이하
점광원	H/W 불가능	100%	100%	X	50%이하 100%
측면	50%이하 100%	불가능 50%이하	불가능 50%이하	50%이하 100%	X

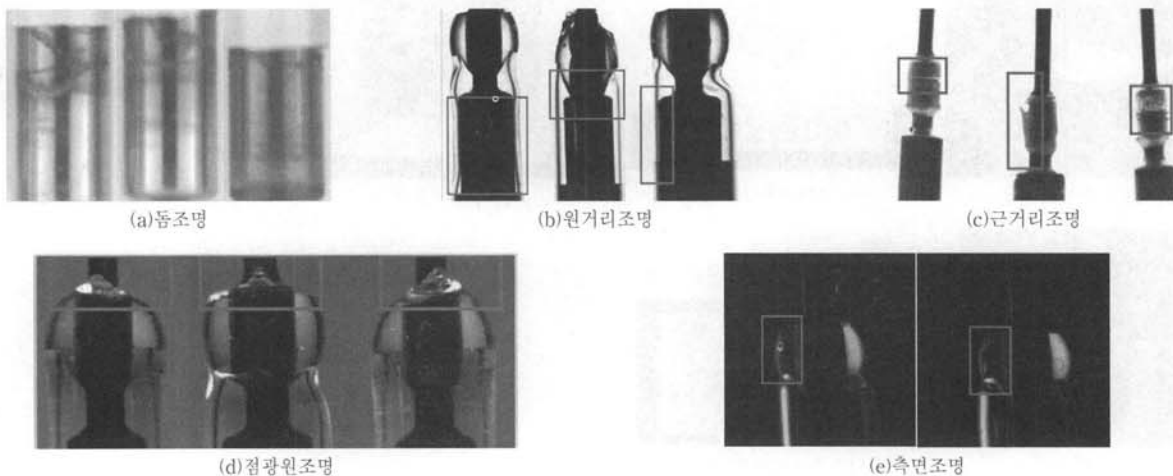
경우와 근거리, 원거리의 경우 하드웨어적 조합이 불가능하다. 결론적으로 <표 2>로부터 아래의 두 가지 조합조명을 이끌어낼 수 있는데, 본 논문에서는 이중 첫 번째 조합조명 즉 돛형과 근거리조명을 조합한 돛근거리조명, 점광원과 원거리를 조합한 점원거리조명, 그리고 측면조명을 사용하여 불량판별 성능을 실험하였다.

- 돛근거리, 점원거리, 측면 선택
- 돛원거리, 점근거리, 측면 선택

돛근거리조명은 (그림 7-a)와 같이 돛형조명과 근거리조명을 합하여 (그림 7-b)와 같이 만들어진다. 이 조명은 <표 2>와 같이 돛조명에서 촬영 가능한 불량과 근거리조명에서 촬영 가능한 불량을 100 % 촬영할 수 있다.

점원거리조명은 (그림 8-a)와 같이 점광원조명과 원거리조명을 합하여 (그림 8-b)와 같이 만들어진다. 이 조명은 <표 2>와 같이 점광원조명에서 촬영 가능한 불량과 원거리조명에서 촬영 가능한 불량을 100 % 촬영할 수 있다.

마지막으로 측면조명조건은 어떠한 조명조건과도 조합이 불가능하므로 단독으로 사용한다. 돛근거리조명에서 촬영이

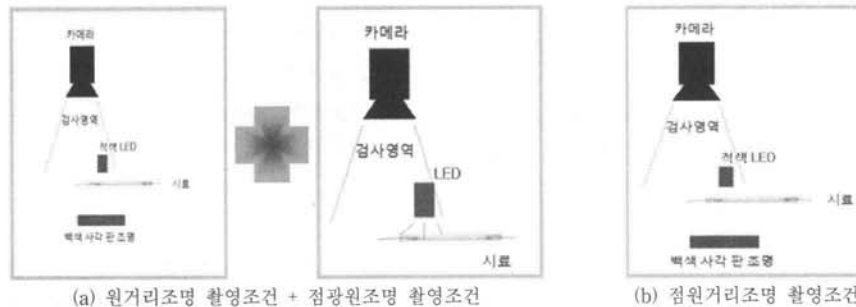


(그림 6) 다섯 가지 조명조건으로 촬영한 이미지



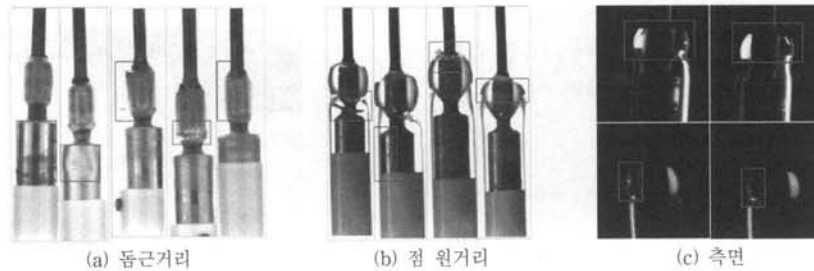
(a) 돔조명 촬영조건 + 근거리조명 촬영조건 (b) 돔근거리조명 촬영조건

(그림 7) 돔근거리조명 촬영조건



(a) 원거리조명 촬영조건 + 점광원조명 촬영조건 (b) 점원거리조명 촬영조건

(그림 8) 점원거리조명 촬영조건



(a) 돔근거리 (b) 점 원거리 (c) 측면

(그림 9) 각 조합조명에서 촬영한 이미지

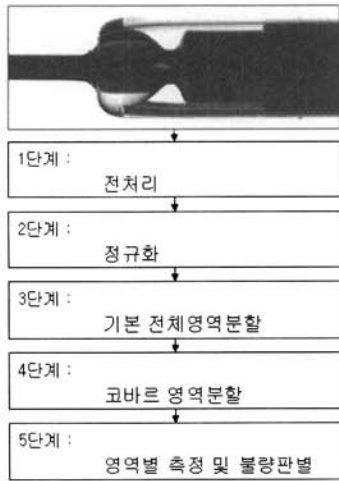
가능한 불량과 점원거리조명에서 촬영 가능한 불량, 그리고 측면에서 촬영 가능한 불량을 정리하면 <표 3>과 같다. (그림 9)는 각 조합조명조건에서 촬영한 이미지이고, 붉은색 박스는 불량 위치를 표기한 것이다.

4. CCFL 불량검출 알고리즘

CCFL 백라이트의 불량의 종류가 다양하고 이에 따른 검출방법도 다양하다. 돔근거리와 원거리조명을 이용한 불량은 [3]에서 다루었기 때문에 본 논문에서는 측면조명에서 활

<표 3> 각 조합조명에서 촬영 가능한 불량

돔 근거리		점 원거리		측면	
이물B	크랙A_B	형광체 입자잔존B	봉지부버A	기포A	주름기포A
깨짐A	도포기포A	크랙(A)코바르A	형태A	기포B	도포기포B
기포A	주름기포A	형광체 입자잔존A	머리형상A	이물B	실링기포B
전극산화	붉은점A	전극킵검은띠	목불름A	붉은점A	붉은점B
붉은점B	도포기포B	전극킵푸른띠	형태B	이물A	도포기포A
푸른색	전극킵찍힘	친밀성부족B	머리형상B	깨짐B	형광체 입자잔존B
산화	비드깨짐A	실링기포B	움착면좁음B	깨짐A	형광체 입자잔존A
깨짐B	비드깨짐B	이물A	목불름B	크랙A_B	크랙(A)코바르A
기포B				비드깨짐A	친밀성부족B
				비드깨짐B	

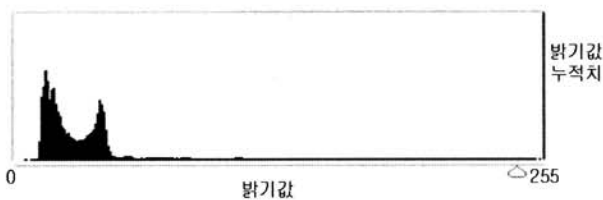


(그림 10) 자동 불량검출을 위한 알고리즘 흐름도

영 가능한 불량에 대해서만 살펴본다. CCFL 백라이트 불량을 검사하기 위한 방법은 (그림 10)에서 보는 것과 같이 5 단계로 구성되며 각 단계별 과정은 다음과 같다.

4.1 1단계 전처리

측면조명은 일정한 빛의 밝기를 가지고, 배경은 백색을 유지한다. 배경과 객체를 분할 하기위해 히스토그램을 분석하면 (그림 11)과 같이 바탕 영역 밝기값은 항상 1.0을 유지하기 때문에 0.5~0.98사이의 임계값을 이용하면 영상의 배경과 객체를 분리할 수 있다.



(그림 11) 히스토그램 분포

4.2 2단계 정규화

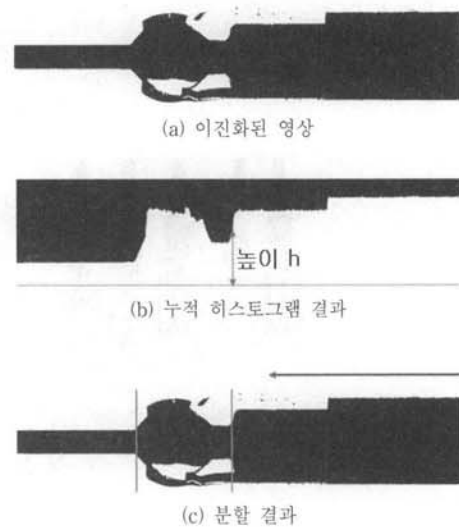
촬영 시 시료의 방향은 항상 일정하기 때문에 획득 되는 영상 또한 일정 방향으로 정렬되지만 시료의 수평은 보장을 하기 힘들다. 그 원인은 검사장비에 의하여 발생 할 수 있는데 검사 영역까지 운반을 하는 벨트가 존재하고 검사를 목적으로 회전하는 벨트가 존재 한다. 검사 영역까지 시료가 운반되면 검사를 목적으로 하는 벨트로 시료를 회전시키기 위하여 시료를 상단으로 올리는 과정에서 각도가 틀어질 수 있다. 검사 영역을 정확하게 분할하기 위하여 시료를 평형하게 유지하는 것이 중요하다. 정규화 과정은 [1]의 정규화 알고리즘을 사용한다.

[1]의 정규화 알고리즘은 간략히 기술하면 다음과 같다. 먼저 시료의 기울기를 측정하기 위해 시료의 상단에 가상의 라인을 생성한다. 가상의 라인과 영상의 수평인 x축의 라인에서 3개의 좌표를 획득한다. 첫 번째 좌표는 가상의 라인

과 x축의 라인이 교차되는 교차점의 좌표이고, 두 번째 좌표는 x축의 우측 좌표, 마지막 좌표는 가상의 라인의 우측 좌표이다. 3개의 좌표를 이용하여 2개의 거리를 계산한다. 첫 번째 거리는 교차점의 좌표와 가상라인 우측 좌표와의 거리이고, 두 번째 거리는 교차점의 좌표와 x축 라인의 좌표간의 거리이다. 두 개의 거리를 이용하여 교차점의 각도를 계산하여 영상을 회전 시킨다.

4.3 3단계 기본 전체 영역분할

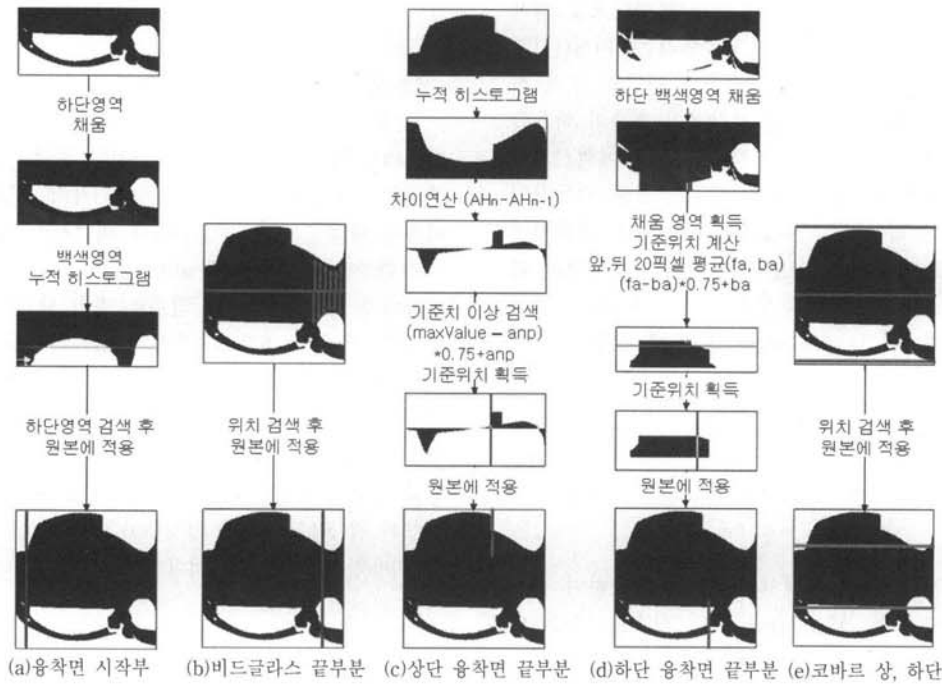
본 논문에서 사용한 영역구분 알고리즘은 [1]의 알고리즘을 이용하였는데 이를 도식화하면 (그림 12)과 같다. 영역구분 알고리즘은 불의 영향이 가장 적은 부분을 기준(높이 h)으로 누적 히스토그램으로부터 획득한다. 획득된 기준위치를 이용하여 코바르와 리드선의 경계를 고정 수치를 이용하여 획득하고, 도포와 전극캡의 경계를 [1]의 알고리즘을 이용하여 분리한다.



(그림 12) 기본 영역구분 알고리즘

4.4 4단계 코바르 영역분할

점 원거리 영상은 크랙이나 기포등과 같은 유리 내부에 발생하는 불량과는 관련 없는 불량을 검출하기 때문에 세부 영역분할이 필요하지 않고, 둠근거리 영상의 경우 코바르와 유리 외부의 경계가 확실하기 때문에 세부 영역분할이 필요하지 않지만 측면영상의 경우 유리 내부에 존재하는 불량을 검출하여야 하기 때문에 세부 영역 분할이 필요하다. 즉 유리 내부에 발생하는 불량은 둠근거리 영상과 측면영상에서만 불량검출이 가능하고, 둠근거리 영상의 경우 3단계에서 영역을 분할한 영상으로 충분히 불량검출이 가능하기 때문에 둠근거리 영상에서는 세부 분할의 필요성이 없다. 측면영상에서 세부 영역이 분할되는 부분은 (그림 13)과 같이 코바르가 포함된 부분이고, 영역분할을 위하여 아래의 5단계의 과정이 실행된다. 최종적으로 획득한 세부 영역 분할의 결과는 (그림 14)와 같다.



(그림 13) 측면조명조건 영역구분 2차 알고리즘

• 용착면 시작부 검색 (그림 13-a)

용착면의 시작부 검색은 (그림 13-a)와 같이 코바르가 포함되어 있는 영상의 Y 축을 기준으로 ((그림 13-a)의 첫 번째 영상) 객체를 1/2로 분리 후 용착면 하단영역(배경영역)을 검정색(본 논문에서는 청색으로 채웠음)으로 채운다((그림 13-a)의 두 번째 영상). 용착면 하단영역을 채운 영상을 이용하여 백색 영역의 누적 히스토그램을 구하고((그림 13-a)의 세 번째 영상), 누적 히스토그램 좌측으로부터 우측으로 검색하면서 최초 1이 되는 지점을 확보하여 용착면의 시작부로 설정한다.

• 비드글라스 끝부분 검색 (그림 13-b)

비드글라스 끝부분 검색은 (그림 13-b)와 같이 코바르 목을 검색한다. 코바르 목의 사이즈와 인덱스는 식(1)과 식(2)에 의하여 구하여지는데 h_i 는 코바르 중심으로부터 상하로 검색하면서 영상이 0에서 1로 변하는 상단 좌표와 하좌표의 거리이다. 이렇게 획득한 minValue에 상수 k를 더한 값 minkValue를 이용하여 $(kh_1, kh_2, kh_3, \dots, kh_n) = (h_1, h_2,$

$h_3, \dots, h_n) - \text{minkValue}$ 를 계산하고, minarg를 중심으로 좌측으로 검색하여 $kh_i > 0$ 값을 만족하는 최초 인덱스를 획득하여 획득한 인덱스의 위치를 비드글라스 끝부분으로 설정한다.

$$\text{minvalue} = \min(h_1, h_2, h_3, \dots, h_n) \quad (1)$$

$$\text{minarg} = \text{argmin}(h_1, h_2, h_3, \dots, h_n) \quad (2)$$

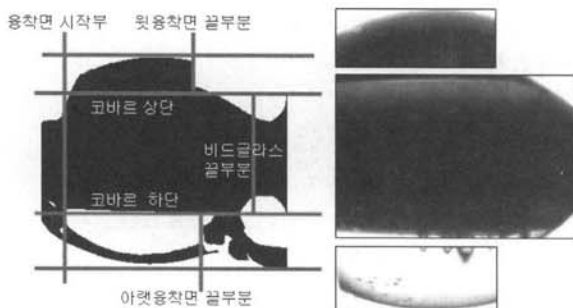
• 상단 용착면 끝부분 검색 (그림 13-c)

용착면의 시작부 검색은 (그림 13-c)와 같이 코바르가 포함되어 있는 영상의 Y 축을 기준으로 객체를 1/2로 분리 ((그림 13-c)의 첫 번째 영상) 후 상단영역 백색의 누적 히스토그램(Accumulate Histogram) AH를 획득한다((그림 13-c)의 두 번째 영상). 획득한 누적 히스토그램을 $AH_n - AH_{n-1}$ 의 계산으로 누적 히스토그램의 차이 값 벡터 DAH를 획득한다((그림 13-c)의 세 번째 영상). 벡터 DAH에서 Max값 maxValue를 획득하고, 벡터 DAH 중 양수의 값들이 평균 apn(average of positive number)을 획득한다. 최종적으로 식(3)을 이용하여 기준값 Standard Value를 획득하고, Standard Value 보다 큰 DAH의 인덱스를 상단 용착면 끝부분의 경계로 설정한다((그림 13-c)의 네 번째 영상).

$$\text{Standard Value} = (\text{max Value} - \text{apn}) \times 0.75 + \text{apn} \quad (3)$$

• 하단 용착면 끝부분 검색 (그림 13-d)

하단 용착면 끝부분 검색은 (그림 13-d)와 같이 코바르가 포함되어 있는 영상의 Y 축을 기준으로 객체를 1/2로 분리 ((그림 13-c)의 첫 번째 영상) 후 하단영역을 획득한다((그



(그림 14) 세부영역 분할영상

림 13-d)의 첫 번째 영상). 영상의 상단에서 하단으로 검색하면서 흑색, 백색영역, 흑색영역으로 변하는 지점(그림 13-d)의 두 번째 영상)을 검색하고, 검색된 영역의 누적 히스토그램 AH를 계산하는데 용착면 시작부의 좌측과 비드글라스 끝부분 우측은 누적 히스토그램 계산 시 제외시킨다(그림 13-d)의 세 번째 영상). 용착면의 경계를 획득하기 위해 식 (4)를 이용하여 SV(Standard Value)를 획득하여 우측에서 좌측으로 검색 시 SV보다 누적 히스토그램의 값이 커지는 부분의 인덱스를 획득하고 그 지점을 하단 용착면 끝부분으로 설정한다(그림 13-d)의 네 번째 영상).

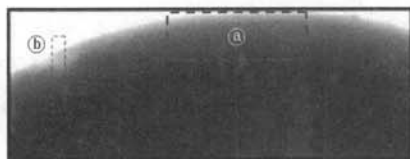
$$SV(Standard Value) = 1/n \times (k \times (\sum_{i=0}^n AH[i] - \sum_{i=MaxArg-n}^{MaxArg} AH[i]) + \sum_{i=MaxArg-n}^{MaxArg} AH[i]) \quad (5)$$

여기서, k는 상수로 본 논문에서는 0.75로 고정하여 사용하였으며, n은 픽셀 수를, MaxArg는 누적 히스토그램의 마지막 인덱스를 나타낸다.

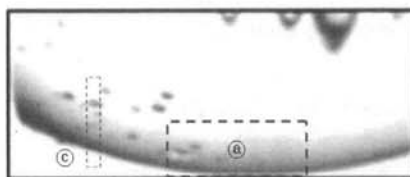
• 코바르 상, 하단 검색 (그림 13-e)

코바르 상단 y좌표 kty(Kovar top of y)와 하단 y좌표 cby(Kovar bottom of y) 검색 방법은 (그림 13-e)와 같이 객체의 상단 y축 좌표 tiy(top index of y)와 하단 y축 좌표 biy(bottom index of y)를 획득하고, (tiy-biy)/2 지점을 중심점 miy(middle index of y)로 설정한다. 상단 영역의 코바르와 유리의 경계점은 (tiy-miy)/2 로 설정하고, 하단 영역의 코바르와 유리의 경계점은 (biy-miy)/2 로 설정한다. 즉 코바르 상단영역 y좌표는 식(6)에 의하여 구하고, 코바르 하단영역 y좌표는 식(7)을 이용하여 획득 하여 코바르 상, 하단 경계를 설정한다.

$$kty = |tiy - miy|/2 + \min(tiy, miy) \quad (6)$$



(a) 원본 이미지



$$kby = |diy - miy|/2 + \min(diy, miy) \quad (7)$$

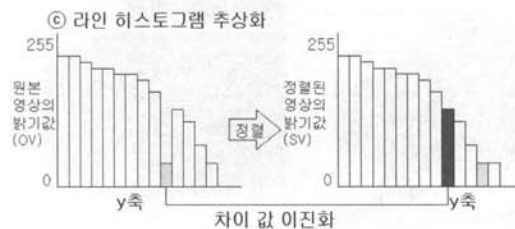
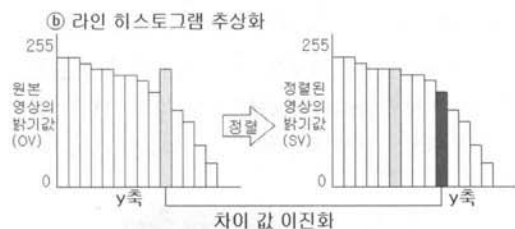
4.5 5단계 불량판별 알고리즘

앞에서 언급한 바와 같이 CCFL에 발생하는 불량 검출 알고리즘 중 둠근거리, 점 원거리의 불량은 [3]에 의하여 연구되었기 때문에 본 논문에서는 42가지 불량 중 측면영상을 이용한 불량을 검출 알고리즘에 대해서만 설명한다.

측면영상은 (그림 15-a)의 영역 @와 같이 빛의 밝기가 일정하지 않고 내부에서 외부로 빛의 밝기가 점차 감소하는 특징을 가지기 때문에 일반적으로 사용하는 이진화 방법(평균이진화, otsu이진화 등)을 사용할 경우 성능이 좋지 않다. 그래서 본 논문에서는 이러한 특징을 고려한 이진화 방법, 일명 Gradation 이진화 방법을 사용하였다. Gradation 이진화 방법은 Y축을 기준으로 밝기값을 추출 후 정렬 시킨다. 정렬된 값(SV)과 원본 영상(OV)의 밝기값을 식 |SV-OV|을 이용하여 차이값을 계산하고, 임계치를 이용하여 이진화 시킨다(그림 15-b).

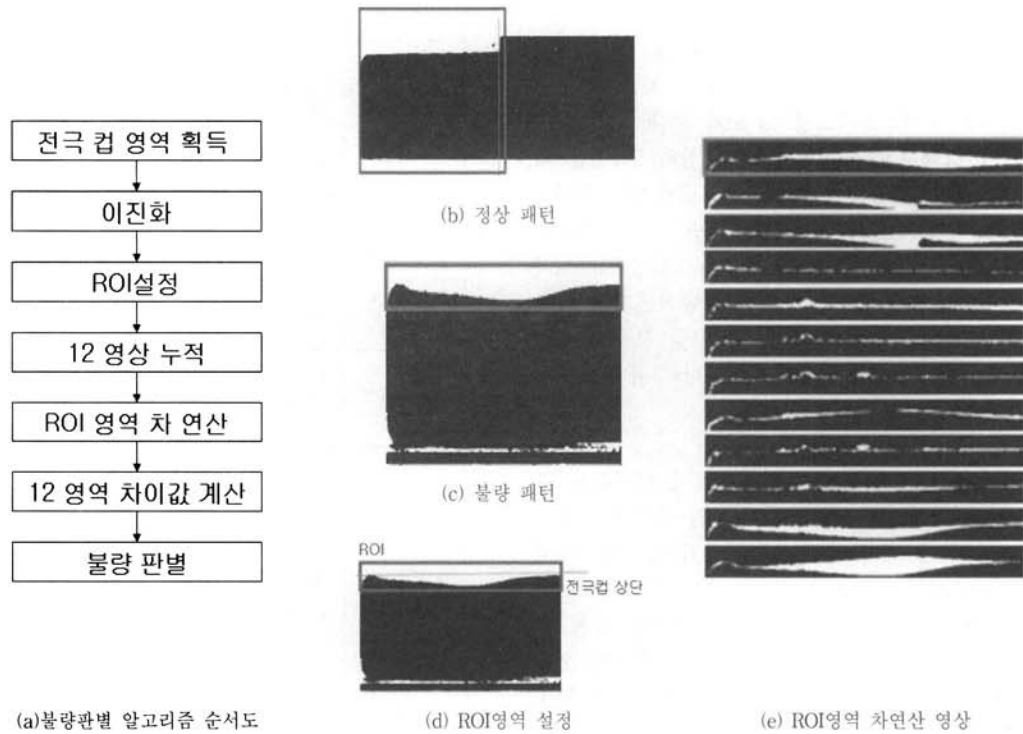
• 전극킵찍힘

전극킵찍힘의 알고리즘 순서도는 (그림 16-a)와 같고, 전극킵찍힘 불량은 전극킵이 찌그러져서 발생하는 불량으로 영상에서 관측되어지는 불량의 특징은 찌그러진 부분이 측면에 위치하는 경우 굴곡이 발생된다. (그림 16-b)는 이진화된 영상에서 정상패턴이고, (그림 16-c)는 불량패턴이다. 시료가 입력되면 회전하면서 촬영된 12장의 시료 영상을 모두 이용하여 불량 유무를 판별한다. (그림 16-d)와 같이 우선 전극킵 영역 내부에 ROI영역을 설정한다. 12장의 각각의 영상에 대해 ROI영역을 저장하고 연속적으로 획득된 이미지에 대해 이미지간의 차이값을 계산하고, 차이값을 이용하여 불량 유무를 판별한다. (그림 16-e)는 ROI영역에 대한 차연산에 대한 결과이다.



(b) Gradation 이진화

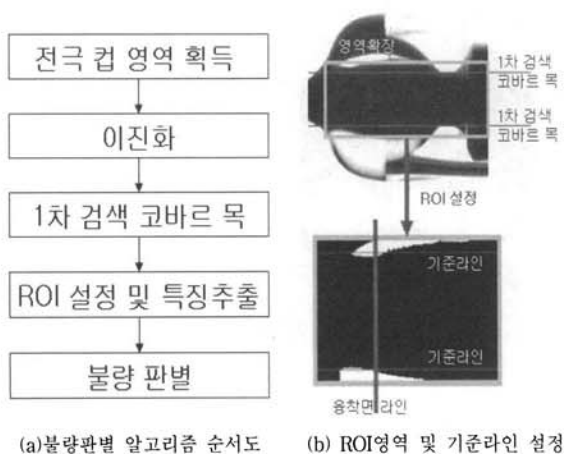
(그림 15) Gradation 이진화



(그림 16) 전극컵찍힘 불량판별 알고리즘 순서도 및 불량판별 기준

• 깨짐B

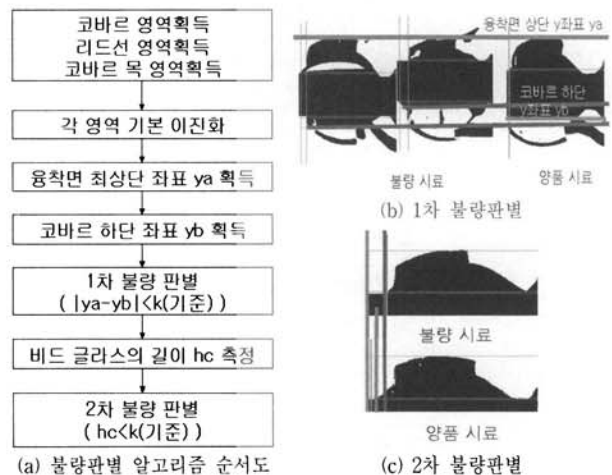
깨짐B 불량판별은 깨진 영역이 코바르 상단으로 위치하면 코바르의 패턴이 변하는 특징을 이용하며, 알고리즘 순서도는 (그림 17-a)와 같다. ROI 영역을 획득하기 위해 1차적으로 코바르목 부분을 검색 후 목의 위의 경계면 -20픽셀 부분과 아래쪽경계면 +20픽셀 부분을 이용하여 ROI 영역을 획득하고, 획득한 ROI 영역내부로 상, 하단으로 10픽셀을 기준 라인으로 (그림 17-b)와 같이 지정한다. 기준 라인을 이용하여 불량검출 라인을 획득하고, 획득한 불량검출라인과 전처리과정에서 미리 획득한 용착면의 길이를 이용하여 불량을 판별한다. 불량 검출 기준은 불량검출 라인이 용착면 길이의 30%가 이상일 경우 불량으로 처리한다.



(그림 17) 깨짐B 불량판별 알고리즘 순서도 및 불량판별 기준

• 비드깨짐A

비드깨짐A의 불량을 판별하기위한 불량판별 알고리즘은 (그림 18-a)과 같다. 비드깨짐의 1차적 불량특징은 시료가 회전할 때 비드글라스의 손상으로 비드글라스의 사이즈가 정상시료에 비해 급속도로 변화한다. 이것을 이용하여 용착면 최상단과 코바르 최 하단까지 거리를 이용하여 불량을 판별한다. 정상시료에 비해 길거나 짧은 상한, 하한을 두어 그 길이보다 길어지거나 짧아질 경우 1차 불량으로 판별한다(그림 18-b). 비드깨짐은 불량시료 앞쪽부터 x축 인덱스가 0인 지점까지의 거리가 정상시료의 길이에 비하여 긴 특징이 있다. 이것을 2차 특성으로 이용하여 영역의 길이가 일정 이상이면 불량으로 처리한다(그림 18-c).



(그림 18) 비드깨짐A 불량판별 알고리즘 순서도 및 불량판별 기준

• 비드깨짐B

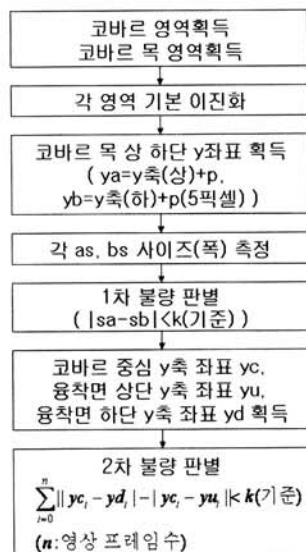
비드깨짐B 특징은 코바르의 중심을 기준으로 비드 글라스 상단 사이즈와 하단사이즈가 대칭적으로 차이가 있고, 불량판별 알고리즘 순서도는 (그림 19-a)과 같다. 코바르 중심에서 목부분을 검색하고, 코바르목 부분 상하 5픽셀을 외부 쪽으로 두어 관심영역으로 지정 후 비드글라스의 길이를 측정한다. 비드글라스 길이의 차이가 없다면 정상시료이고, 차이가 발생한다면 1차 불량으로 처리한다(그림 19-b). 2차 불량 처리는 회전하는 영상에서 상하단의 윤곽면의 높이를 측정하여 윤곽면 높이의 차이를 12장의 시료를 모두 합하여 그 차이값이 일정이상이면 불량으로 처리한다(그림 19-c).

• 깨짐A

깨짐A 불량은 앞쪽 코바르의 시작부분에서 발생하는 불량이다. Gradation 이진화를 이용하여 윤곽면 상단과 코바르 그리고 윤곽면 하단에 대해 각각 다른 임계치를 이용하여 이진화 한다. Gradation 이진화로 획득한 윤곽면 상단의 이진화 영상과 코바르, 윤곽면 하단 이진화 영상을 합친 후 깨짐A의 특징인 ①발생위치가 코바르의 시작부분이며 ②세로 : 가로의 비율이 1.3이상이며 ③높이가 4픽셀이상의 특징을 가지고 있는 영상을 모두 검색한다. 총 12장 영상에서 이와 같은 특징이 2장 이상 존재하면 깨짐A 불량으로 처리한다. (그림 20)은 불량 판별 알고리즘 순서도이고, 깨짐A의 알고리즘 순서도는 친밀성부족, 도포기포A, 도포기포B, 주름기포, 크랙A, 크랙B, 코바르 크랙, 기포1A, 기포1B, 이물 등의 불량 판별 알고리즘 순서도와 동일하고, 다만 특징 추출 부분과 불량 판별 기준만 다르다. <표 5>는 각 불량별 특징을 정의한 표이다.

<표 5> 불량 정의

불량	불량 특징
친밀성 부족	1) 폭 35이상, 높이 20이하 이고 비드 글라스 시작 부분 또는 끝부분에 걸쳐있는 경우 2) 폭/높이 > 2.0, 높이 20이상 이고 비드 글라스 시작 부분 또는 끝부분에 걸쳐있는 경우
도포기포A 도포기포B	레이블의 사이즈가 사각 영역의 사이즈의 20%인 경우
크랙A 크랙B	레이블의 사이즈로 판별
깨짐A	1) 코바르의 시작부분 2) 세로 : 가로의 비율 : 1.3이상 3) 높이 : 4픽셀이상
코바르 크랙	1) 가로 : 세로의 비율이 2.3인 경우 2) 무게중심의 위치가 너비의 1/4와 3/4 사이에 존재하는 경우 3) 불량 높이가 5픽셀 이상인 경우
수은이물	사각형 사이즈 : 가로 0.25mm이상 & 세로 0.14mm 이상
유리이물	사각형 사이즈 : 가로 0.25mm이상 & 세로 0.14mm 이상
실이물	1) 사각형 사이즈/레이블 사이즈 < k(상수 : 0.40) 2) 사각형 가로 0.25mm 이상 3) 세로 0.14mm 이상
기포1A 기포1B	레이블의 사이즈가 각 영역에 20%를 차지하는 경우
주름기포	1) 사각형의 사이즈 : 가로 34셀 이상 & 세로 5픽셀 이상 2) 사각형의 사이즈 : 가로 20셀 이상 & 세로 25픽셀 이상



(a) 불량판별 알고리즘 순서도

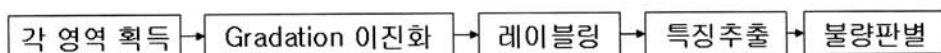


(b) 1차 불량판별



(c) 2차 불량판별

(그림 19) 비드깨짐A 불량판별 알고리즘 순서도 및 불량판별 기준



(그림 20) 불량판별 알고리즘 순서도

• 기포1A, B

기포1A와 기포1B는 동일한 알고리즘을 사용한다. Gradation 이진화를 이용하여 용착면 상단과 코바르 그리고 용착면 하단에 대해 각각 다른 임계치를 이용하여 이진화 한다. 레이블링 후 각 레이블의 중심값을 획득하여 일정 사이즈(0.38mm x 0.38mm)영역을 지정하고, 지정되어진 레이블을 기준으로 지정된 사이즈 영역 내에서 다른 레이블 값이 포함되면 기준 레이블에 포함되어진 레이블을 같은 레이블로 재구성한다. 재구성된 레이블의 면적과 영역의 면적이 20% 이상인 경우의 불량예상으로 설정하고, 불량예상이 12장의 이미지 중 5장 이상 발견되면 기포1 불량으로 판별한다. 불량이가 발생하는 위치가 시료의 A측이면 기포1A 불량으로 B측이면 기포1B 불량으로 처리한다. (그림 21-a)는 기포1A와 B 불량을 검출한 결과 영상이다.

• 크랙A

크랙A 불량은 용착면의 가운데에서만 발생하는 불량이다. 불량인 원인은 시료의 이동과정 중에 발생한다. Gradation 이진화로 용착면 상단과 코바르 그리고 용착면 하단에 대해 각각 다른 임계치를 이용하여 이진화 후 레이블링 한다. 레이블의 사이즈를 이용하여 크랙을 판별한다.

• 크랙B

크랙B는 용착부 끝부분에서부터 램프부분에서 불량이 발생한다. 시료의 높이의 1/2 지점 상단영역을 획득하고, 이진화 및 레이블링을 한다. 시료의 금속 부분을 제외한 레이블

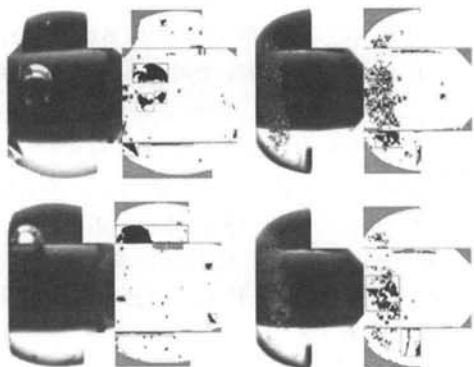
의 사이즈가 200픽셀 이상 존재하면 크랙B 불량으로 처리한다. (그림 21-b)는 크랙B 불량검출 알고리즘을 적용한 결과 영상이다.

• 친밀성부족

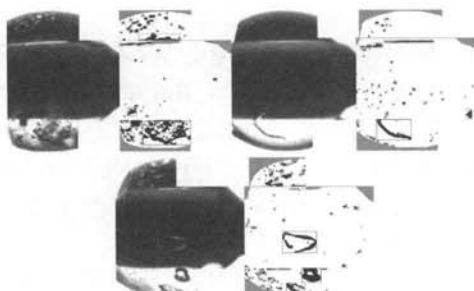
친밀성부족 불량은 불량인 위치가 용착면의 상단에 위치할 경우 나타나고, 비드글라스의 시작부분과 비드글라스의 끝부분에 걸쳐서 나타나는 특징이 있다. Gradation 이진화를 이용하여 상단과 코바르 그리고 용착면 하단에 대해 각각 다른 임계치를 이용하여 이진화 한다. 친밀성부족 불량인 특징인 너비가 35픽셀 이상이면서 너비가 20이하일 경우 또는 가로대비 세로의 비율이 2.0이상이며 높이가 20이상일 경우 그리고 위치가 비드글라스의 시작부에 걸쳐있거나 비드글라스의 끝부분에 걸쳐있을 경우 친밀성부족 불량으로 판단한다. 12장의 영상 중 이러한 특징이 1회 이상 발생되면 친밀성부족 불량으로 판별한다.

• 도포기포A, 도포기포B

도포기포A와 B는 불량판별 알고리즘이 동일하고, Gradation 이진화를 이용하여 용착면 상단과 코바르 그리고 용착면 하단에 대해 각각 임계치를 이용하여 이진화 한다. 레이블링 후 각 레이블의 중심값을 획득하여 일정 사이즈(0.38mm x 0.38mm)영역을 지정하고, 지정되어진 레이블을 기준으로 지정된 사이즈 영역 내에서 다른 레이블 값이 포함되면 기준 레이블에 포함되어진 레이블을 같은 레이블로 재설정한다. 재설정된 레이블의 면적과 영역의 면적이 20% 이상인 경우



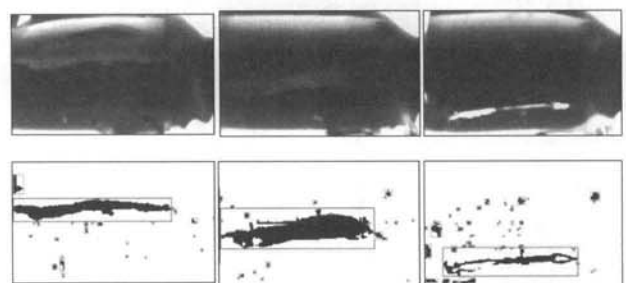
(a) 기포 1A, B 적용결과



(c) 코바르 크랙 적용결과



(b) 크랙B 적용결과



(d)수은, 실, 유리이물 적용결과

(그림 21) 불량판별 알고리즘 적용결과

불량 예상으로 설정한다. 불량 예상이 12장의 이미지 중 1장 이상 발견되면 불량으로 판별한다. 알고리즘 적용결과는 (그림 21-a)의 우측 이미지의 결과와 유사하다.

• 주름기포

Gradation 이진화를 이용하여 용착면 상단과 코바르 그리고 용착면 하단에 대해 각각 임계치를 이용하여 이진화 후 레이블링 한다. 레이블의 사이즈가 주름기포 불량 특징인 너비가 34픽셀 이상이면 높이가 5픽셀 이거나 높이가 25픽셀 이상이고 너비가 20픽셀이상일 경우 불량으로 처리한다.

• 이물

이물에는 세 가지가 종류(수은이물, 유리이물, 실이물)가 존재한다. Gradation 이진화를 이용하여 용착면 상단과 코바르 그리고 용착면 하단에 대해 각각 임계치를 이용하여 이진화 후 레이블링 한다. 레이블 크기가 수은이물과 유리 이물의 특징인 영역의 중심에서 가로가 0.25mm 이상이며 세로가 0.14mm이상일 경우 불량으로 처리한다. 그리고 실이물의 경우 불량영역의 사각영역 D와 레이블의 면적 S를 이용하고, S/D의 비율이 0.40 이하이며 가로는 최소 30픽셀이상 세로는 최소 18픽셀 이상일 경우 불량으로 처리한다. (그림 21-c) 좌측 상단영상부터 수은이물, 실이물, 유리이물을 적용한 결과 영상이다.

• 코바르크랙

Gradation 이진화를 이용하여 코바르 영역을 이진화 한다. 이진화된 코바르 부분의 영상에서 가로 : 세로의 비율이 2.3이상이며 중심점의 위치가 너비의 1/4 이상이면 3/4이하인 구간에 존재하며 불량 높이가 5픽셀이상인 부분이 존재하는지 검사한다. 이러한 부분이 3장의 영상에서 발견되면 코바르크랙 불량으로 처리 한다. (그림 21-d)는 코바르 크랙 불량 알고리즘을 적용한 영상이다.

• 실링기포

실링기포 불량 판별 알고리즘 순서도는 (그림 22-a)와 같고, Gradation 이진화를 이용하여 용착면 상단과 코바르 그리고 용착면 하단에 대해 각각 임계치를 이용하여 이진화

한다. 12장의 시료 이미지를 (그림 22-b)와 같이 세로로 모두 합치게 된다. 합쳐진 영상을 세로 누적 히스토그램을 구하고, 길이가 평균치를 제외한 누적의 값이 0이상인 구간의 수를 획득하고 세로누적의 수가 180개 이상이면 실링기포 불량으로 처리한다.

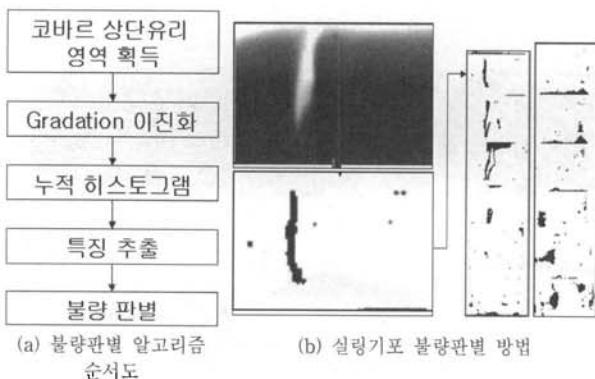
5. 실험 및 성능평가

본 논문에서는 PixeLink 흑백카메라와 55mm 렌즈를 이용하여 영상을 획득하였다. 성능을 분석하기 위해 정상시료 200개와 불량시료 354개를 사용하였다. 각 시료를 회전하면서 시료 당 12장의 영상을 획득하였다. 각 알고리즘을 검증하기 위해 랜덤으로 최소 70개, 최대 170개의 정상시료의 이미지를 사용하였고, 불량 시료는 불량 종류에 따라 최소 1개 최대 53개의 시료를 사용하였다. 시료의 수가 적은 불량 종류는 CCFL 공정 시 자주 발생하지 않는 불량이고, 몇 개월에 한 개정도 발견되기 때문에 확보가 어려워 적은 수의 시료를 사용하여 테스트를 하였다. 또한 본 논문에서 사용한 시료는 검사경력 5년 이상의 검사자가 분리한 시료를 이용하여 실험을 하였다.

본 논문에서 사용한 조명은 세 가지 조합조명 중 측면조명을 이용하였고, 본 논문에서 제시한 영상처리 알고리즘을 이용한 결과 <표 6>과 같이 총 1,785의 정상 시료와 354개의 불량 시료 중 검출 수량 418개로 4.65%의 과검출을 보이고, 불량 시료 중 19개의 시료를 검출하지 못하여 5.37%의 유출률을 보인다. <표 6>의 총 검출 수는 알고리즘을 테스트 하였을 때 불량과 양품을 검출한 총 개수이고, 정 검출 수는 총 검출 수에서 불량을 올바르게 검출한 수를 의미하고, 그리고 유출 수는 불량을 검출하지 못한 불량 수를 나타낸다. <표 6>에는 포함되어 있지만 4장의 불량 판별 알고리즘에서는 설명되지 않은 불량 중 기포2A와 기포2B가 존재하는데 이 불량은 기포1A와 기포1B에 속하는 불량으로 기포1과 기포2로 나눈 이유는 불량검출 성능을 세밀하게 파악하기 위해서 이다. 불량을 나눈 기준은 기포가 발생하는 위치에 따라 기포1과 기포2로 나누었다. 즉 기포가 유리 표면에 근접한 경우 기포1A와 B이고, 기포가 코바르에 근접한 경우 기포2A와 B이다.

<표 3>의 항목 중 실험에 포함하지 않은 항목으로 붉은 점이 있는데 붉은점 불량은 [3]의 연구의 돛근거리조명에서 검출 가능하며 또한 붉은색 색상을 이용하기 때문에 측면조명 보다는 돛근거리조명에서 불량을 검출하는 것이 더 효율적이다. 또한 개발 비용을 줄이기 위해 측면조명조건에서는 흑백 카메라를 사용하고, 돛근거리조명과 점원거리조명에서는 칼라 카메라를 사용하였다. 이러한 이유들 때문에 붉은점 불량은 실험에서 제외시켰다. 촬영조건 항목 중 형광체 입자잔존의 불량은 이물에 포함되어 있다.

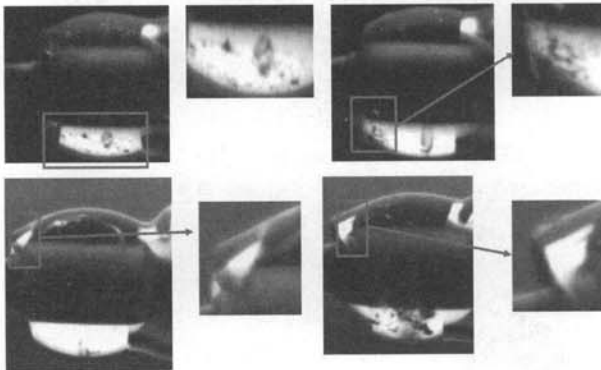
과검출이 발생하는 원인을 분석하기위해 양품시료를 분석하였다. 분석결과 양품시료에서도 불량시료와 유사한 특징이 발생하였다. (그림 23)은 모두 검사자가 정상으로 판단한



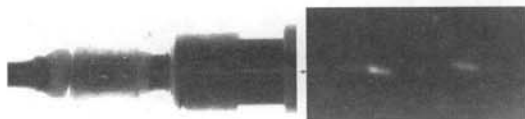
(그림 22) 비드캐짐A 불량판별 알고리즘 순서도 및 불량판별 기준

〈표 6〉 실험 결과

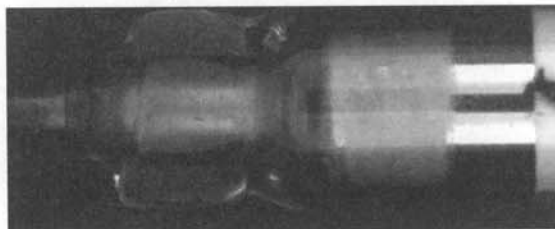
불량	정상 시료 수	불량 시료 수	총 검출 수	정 검출 수	과 검출 수	과검율(%)	유출 수	유출률(%)
기포1A	88	21	24	19	5	5.68	2	9.52
기포1B	85	17	20	17	3	3.53	0	0.00
기포2A	68	1	3	1	2	2.94	0	0.00
기포2B	72	3	3	3	0	0.00	0	0.00
깨짐A	99	32	39	30	9	9.09	2	6.25
깨짐B	84	16	15	15	0	0.00	1	6.25
도포기포A	70	3	6	2	4	5.71	1	33.33
도포기포B	119	51	48	48	0	0.00	3	5.88
비드깨짐A	78	11	11	11	0	0.00	0	0.00
비드깨짐B	93	25	23	23	0	0.00	2	8.00
수은이물	84	17	20	16	4	4.76	1	5.88
실링기포	121	53	55	53	2	1.65	0	0.00
실이물	70	3	5	3	2	2.86	0	0.00
유리이물	74	7	10	6	4	5.41	1	14.29
전극캡찌힘	170	15	23	15	8	4.71	0	0.00
주름기포	80	30	32	29	3	3.75	1	3.33
친밀성부족	83	9	27	9	18	21.69	0	0.00
코바르크랙	77	5	8	4	4	5.19	1	20.00
크랙A	97	30	39	26	13	13.40	4	13.33
크랙B	73	5	7	5	2	2.74	0	0.00
총 계	1,785	354	418	335	83	4.65	19	5.37



(그림 23) 제조과정에서 생기는 노이즈



(a) 근거리조명에서 촬영한 이미지



(b) 돛조명에서 촬영한 이미지

(그림 24) 유출의 원인 (코바르크랙)

시료이고, (그림 24)의 사각형 영역에서 불량과 유사한 특징을 가지기 때문에 과검이 발생한다. 양품시료에서도 기포 불량과 유사한 특징이 발생하는 이유는 환경과 기후변화, 온도변화에 민감한 불을 이용하여 제조하기 때문이다.

유출이 발생하는 원인 중 한 가지는 (그림 24)와 같이 어떠한 조명 조건에서도 촬영이 불가능한 시료가 존재한다. 즉 본 논문에서 실험한 71가지 조명조건에서 모두 촬영을 하여도 촬영이 불가능한 시료이고, 초급 검사자가 검사를 하여도 유출 가능한 시료 중 한가지 이다. 즉 현재 어떠한 물리적 조건에서도 검출하기 힘든 시료라 할 수 있다. 만약 (그림 24)의 시료를 검출하기 위한 알고리즘을 적용한다면 검출은 가능하지만 상대적으로 과검율이 높아진다. (그림 24-a)는 유리 내부에 발생하는 불량을 촬영하기에 가장 좋은 근거리조명만을 이용하여 촬영한 영상이고, (그림 24-b)는 돛조명만을 이용하여 촬영한 영상이다.

6. 결 론

완제품에 불량 부품을 사용하면 부품의 불량이 아닌 완제품의 불량으로 판정된다. 또한 육안검사의 경우 눈에 대한 피로를 증가시키고, 노동집약적이기 때문에 산업적 피해도 불가피 하다. 완제품의 신뢰성을 높이고, 산업적 피해를 줄이기 위해서 불량판별 자동화 검사가 필요하다.

본 논문에서는 CCFL 불량 항목을 검사하기 위한 물리적 환경으로 다섯 가지 조명에서 세 가지 조합 조명을 제시하

였고, 불량검출을 위한 전처리 알고리즘과 측면영상에서 영역을 세분화 시키는 세분화 알고리즘, 측면조명 조건에서 획득한 영상을 이용한 불량 검출 알고리즘도 제안 하였다. 대체적으로 알고리즘은 좋은 성능을 보였는데, CCFL공정과 공장의 청결상태 등 외부적 환경조건을 개선한다면 불량검출 성능이 더 좋아질 것이다.

본 논문의 실험결과는 모든 불량을 한 번에 검사하는 불량판별 알고리즘의 성능이 아니라 불량 항목별 불량검출 알고리즘 성능이다. 따라서 차후 모든 불량을 한 번에 검사하는 불량판별 알고리즘의 성능을 비교해볼 필요성이 있다. 또한 실제 산업현장에서 유출이 발생할 경우 재산적 피해가 크기 때문에 알고리즘을 개선시켜 유출률을 0%로 낮추어야 할 필요성도 있다.

참 고 문 헌

- [1] 정운국, 문창배, 이해연, 김병만, 양한석 "CCFL 불량 판별을 위한 전처리 알고리즘" 한국정보과학회 2009 가을학술발표논문집 제36권 제2호(C), 2009. 11, pp.359-362.
- [2] 최승태, 허운, 이준형, 최태호, 강진규, 최유화 "EEFL 불량검사를 위한 네트워크기반 멀티비전 통합시스템 구현" 제어로봇시스템학회지 Vol.14, No.2, 2008년, pp.21-25.
- [3] 문창배, 정운국, 이홍수, 이준영, 이해연, 김병만, 양한석, "CCFL 검사를 위한 촬영환경 및 불량판별 알고리즘", 제33회 한국정보처리학회 춘계학술발표대회논문집 제17권 제1호 (2010. 4)
- [4] Jaytech Vision Light, <http://www.jaytech.kr>



문 창 배

e-mail : moonyses@naver.com
 2007년 금오공과대학교 컴퓨터공학부 소프트웨어공학과 (학사)
 2010년 금오공과대학교 컴퓨터공학부 소프트웨어공학과 (석사)
 2010년~현 재 금오공과대학교 컴퓨터공학부 소프트웨어공학과 박사과정

관심분야: 패턴인식, 영상처리, 인공지능, 신호처리



박 지 웅

e-mail : parkzw@gmail.com
 2010년 금오공과대학교 컴퓨터공학부 소프트웨어공학과 (학사)
 2010년~현 재 (주)유비전 장비사업부
 관심분야: 영상처리, 패턴인식



이 해 연

e-mail : haeyeoun.lee@kumoh.ac.kr
 1997년 성균관대학교 정보공학과(학사)
 1999년 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
 2006년 한국과학기술원 전자전산학과 전산학전공(공학박사)
 2001년~2006년 (주)세트랙아이 선임연구원

2006년~2007년 코넬대학교 박사후연구원
 2008년~현 재 국립금오공과대학교 컴퓨터공학부 교수
 관심분야: 멀티미디어, 영상처리, 콘텐츠보안, 디지털위터마킹, 미디어포렌식 등



김 병 만

e-mail : bmkim@kumoh.ac.kr
 1987년 서울대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1989년 한국과학기술원 전산학과(석사)
 1992년 한국과학기술원 전산학과(박사)
 1992년~현 재 국립금오공과대학교 컴퓨터공학부 교수

1998년~1999년 미국 UC, Irvine 대학 방문교수
 2005년~2006년 미국 콜로라도 주립대학 방문교수
 관심분야: 인공지능, 정보검색, 정보보안



신 윤 식

e-mail : ysshin@kumoh.ac.kr
 1982년 경북대학교 (학사)
 1985년 한국과학기술원 전산학과(석사)
 1988년~현 재 국립금오공과대학교 컴퓨터공학부 교수

관심분야: 소프트웨어공학, 영상처리