

색상 검사와 템플릿 매칭을 이용한 정선 박스 자동 시각 검사 시스템

박병준[†], 한광수^{**}, 이호준^{***}

요 약

자동차는 발명 초기 형태로 부터 많은 발전과 변형을 거듭하여 현재의 형태에 이르기 까지 인간의 활동 영역을 넓혀 주고 있다. 자동차의 전자 부품중 하나인 정선 박스를 종래에는 사람이 직접 육안으로 검사하여 오판을 하거나 검사의 속도가 느린 문제점이 있었다. 이를 보완하여 빠르고 정확하게 정선 박스 검사를 하기 위하여 비전 시스템(Vision System)을 이용하여 공정을 자동화 하는 방법을 제시하였다. 본 논문은 정선 박스에 삽입된 퓨즈(Fuse)와 릴레이(Relay)의 색상과 표면의 패턴을 검사하여 이상 유/무 및 결함을 자동으로 검사한다. 불량 검출의 성능을 평가하기 위하여 정선 박스를 가지고 시스템의 성능을 평가한 결과, 100%의 인식률을 나타내었고 이를 산업체에 적용하여 신속하고 정확한 검사가 가능함을 보였다.

Automated Visual Inspection System of Junction Box using Color Inspection and Template Matching

Byung-Joon Park[†], Kwang-Soo Hahn^{**}, Ho-Jun Lee^{***}

ABSTRACT

The Automobile has developed and changed through the years from the invention and increased human-being's scope of activity. Junction Box, one of the part of automobile, is inspected by human eyes which caused mistakes and slow progress. To achieve the speed and accuracy the system was compensated by vision system which is inspecting automatically. This paper is automatic inspection of fuse and relay which is inserted in the junction box by checking the color and pattern of the cover. After checking the performance of the system by using the junction box, the result was 100 percent perception and open the possibility to inspect junction box fast and easy and accurate if it is applied to the industry.

Key words: Junction BOX(정선 박스), Color Inspection(컬러 검사), Template Matching(템플릿 매칭), Automated Visual Inspection(자동 시각 검사), Image Processing(영상 처리)

1. 서 론

반도체 기술이 급속도로 발전하면서 컴퓨터의 성능 또한 빠른 속도로 향상되었다. 컴퓨터의 가격이 저렴화 되면서 사회 전반에 컴퓨터의 사용이 일반화

되었고 많은 업무가 컴퓨터를 이용하여 처리될 수 있도록 사회구조가 개선되어가고 있다. 또한, 장비의 고가 문제로 접근하기 어려웠던 영상처리 분야에도 많은 관심을 갖게 되었다. 인체의 단층 사진을 찍는 CT, 핵자기 공명 장치(MRI), 우편번호의 자동식별,

※ 교신저자(Corresponding Author): 박병준, 주소: 서울특별시 성북구 정릉동 861-1(136-702), 전화: 02)910-5104, FAX: 02)910-4868, E-mail: romad38@hanmail.net
접수일: 2009년 7월 1일, 수정일: 2009년 9월 23일
완료일: 2009년 11월 24일

[†] 정회원, 국민대학교 컴퓨터학부 박사과정수료
^{**} 정회원, 국민대학교 컴퓨터학부 교수
(E-mail: kshahn@kookmin.ac.kr)
^{***} 정회원, VS-TECH 연구원
(E-mail: stone78s@origo.net)

서명 인식기, 문자 인식기, 자동판매기의 지폐 판별 등 여러 분야에서 영상처리가 응용되고 있으며, 생산 공정의 자동화에도 제품의 품질과 생산성을 향상시키고 공정의 유연성을 확보하기 위하여 머신 비전이 응용되고 있다.

산업 현장에서 시각적인 검사 작업은 중요한 생산 활동 중의 하나이다. 이러한 작업을 인간이 수행하는 경우 시간이 경과함에 따라 피로가 누적되어 검사 오류를 일으키며 생산성과 제품의 품질에 많은 영향을 끼친다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 산업용 로봇에 시각 시스템과 자동 인식 시스템을 응용하여 활용하고 있다.

현재 급부상하는 기술인 머신 비전 시스템은 영상 처리와 영상 분석을 함께 처리 하는 산업 기술이다. 영상 처리 기술을 산업 자동화 환경에서 도입한 가장 성공한 어플리케이션은 전자회로 기판의 인쇄 회로를 검사하는 시스템이었으며, 오늘날에는 처리 공정에서 철저한 검사를 요하는 반도체 검사에까지 이용되고 있다. 영상 처리를 이용한 머신 비전은 많은 조립 라인들을 컴퓨터에 의해 조정하는 생산 공정에만 한정되지 않는다. 정밀도는 물론 반복되는 작업으로 작업자의 피로를 가중시키는 검사 분야 및 작업자의 안전이 요구되는 분야인 자동차 휠 용접부위 검사, 유리병 검사, 제품 포장검사, 콘덴서 외관 검사 등에 도 응용되고 있다.

본 논문에서는 자동차의 전기 또는 전자적 제어를 위해 수많은 배선과 퓨즈와 릴레이를 하나의 박스 안에 회로로 만들어 자동차의 설계 및 제작을 간편하게 하도록 한 정선 박스를 검사한다. 정선 박스에 삽입된 각종 퓨즈와 릴레이들의 미 결합 및 오 결합을 색상과 표면의 패턴을 검사하고 판정하여 작업자에게 통보하는 자동 시각 검사 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템을 산업현장에 적용한 결과 검사의 정확성을 높여 제품의 신뢰도를 향상시키고, 검사 속도를 단축 하여 생산성을 증가 시킬 수 있음을 보였다.

본 논문의 구성은 2장에서는 관련 연구에 관하여 알아보고 3장에서는 시스템의 구현에 대하여 서술하고 4장에서는 검사 결과 및 분석 5장에서는 결론 및 향후 과제에 대하여 서술하였다.

2. 관련 연구

자동차 부품의 검사는실린더 내면검사에서 측면

육안검사, 원통형 구조물 검사, 금속의 광택면 검사, 도장면 검사, 라디에이터 관련 검사, 전조등 검사, 거울면 관련 검사, 연료전지 및 태양전지 관련 검사 등이 있다.

정선 박스는 자동차의 전기 또는 전자적 제어를 위해 필요한 수많은 배선과 퓨즈, 소형 릴레이들을 하나의 박스 안에 회로로 만들어 자동차의 설계 및 제작을 간편하게 하도록 한 것이다. 기존에는 많은 부품의 최종 품질확인을 위해 육안검사를 실시할 때 사람의 육안으로만 검사를 하였다. 하지만 자동차의 발전으로 한정된 공간 안에 많은 부품들을 포함하여 정선 박스가 점점 복잡하고 정교해져서 제품의 신뢰성을 높이기 위해 모든 제품에 대한 전수 검사가 종종 요구되어 사람의 육안에 의한 검사 보다는 자동 시각 검사 기술이 요구되고 있다[1]. 그림 1은 검사 대상 정선 박스의 모델이다.

2.1 색상 변환

칼라 영상에서는 색상 데이터(R,G,B)가 추출된다. RGB방식은 인간이 인식하는 빛의 본질에 가까운 방식이다. 인간의 눈은 빨강(R), 녹색(G), 파랑(B)색 파장에 민감한데 이 3가지 색을 조합하면 모든 가시광선의 색을 나타낼 수 있다. 수많은 표시장치(CRT, PDP, LCD)들은 RGB방식에 기반을 두고 있다. 이러한 RGB방식으로 부터 직접 검사에 필요한 판단의 과정을 수행할 수도 있으나, 적용 대상에 따라 다른 값으로 변형하여 사용하는 것이 우수한 성능을 나타낼 수 있다[2].

HSI방식은 색상 모형을 이루는 3요소인 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(Intensity)의 약자로

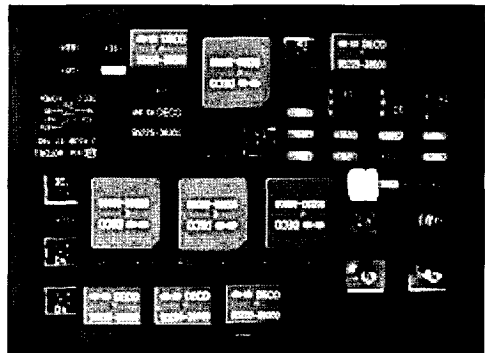


그림 1. 정선 박스

“색상의 3요소”의 특성으로 표시된다. HSI는 영상의 밝기변화에 대해 강한 내성이 있어서 설계한 엔진이 주변 빛의 밝기에 민감하지 않고도 처리를 할 수 있도록 한다. 그리하여 포토샵을 비롯한 대부분의 영상 처리 엔진들이 HSI에 적합하게 만들어져 있다..

색상이란 관측자가 느끼는 칼라의 정도로서 앞에서 살펴보았던 파장의 길이에 관련된 칼라 값의 정도를 나타낸다. 색상은 0도에서 360도 범위(0도 Red, 120도 Green, 240도 Blue, 360도)를 가지고 있다. 채도란 칼라의 투명 정도를 나타내는데 흰색의 빛이 얼마나 더 섞였느냐에 따라 전혀 섞이지 않은 원색의 경우를 완전한 순도(Saturation)되었다고 한다. 채도는 0에서 1까지 범위의 반지름을 이다. 명도란 색의 밝고 어두운 정도를 의미한다. 빨간색에 흰색을 섞으면 색상이 밝아져 명도가 올라가고 반대로 검정색을 섞으면 어두워져 명도는 내려간다. 명도는 Z축(0일 때 black, 1일 때 흰색) 이다. RGB와 HSI의 변환 공식은 식 (1)과 같다.

$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 & \text{if } B \geq G \end{cases} \quad \text{식 (1)}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{1/2[(R-G)+(R-G)]}{[(R-G)^2+(R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\}$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)]$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B)$$

정선 박스 내부 부품인 퓨즈는 각각의 고유의 색과 번호를 가지고 있다. 퓨즈에서 획득된 RGB의 값을 HSI 값으로 변환하여 학습 시 검출한 색의 값과 비교하여 이상 유/무를 검출한다.

2.2 템플릿 매칭 (Template Matching)

템플릿 매칭은 특징 공간에서 주어진 템플릿과 영상 사이의 유사도를 계산하는 방법으로, 주로 영상의 단일 특징에 대해 수행된다. 미리 학습된 템플릿(Template) 영상을 기준으로 검사할 영상 내부에 있는 유사한 패턴을 찾아내는 것이다. 이때 템플릿은 일종의 모델(Model) 영상이다.

검사할 영상에서 비교 기준치를 지정해야 하는데 이때 주의하여 고려해야 할 사항으로 노이즈에 영향을 최소로 받고 조명의 변화에 둔감하며 과도

표 1. 퓨즈 색의 값

퓨즈 값	Color	R, G, B			H, S, I		
1 A	Black	0,	0,	0	0,	0,	0
2 A	Gray	128,	128,	128	0,	0,	128
3 A	Violet	238,	130,	238	300,	90,	202
4 A	Pink	255,	192,	203	351,	28,	216
5 A	Tan	210,	180,	140	34,	52,	176
7.5 A	Brown	165,	42,	42	0,	125,	83
10 A	Red	255,	0,	0	0,	255,	85
15 A	Blue	0,	0,	255	240,	255,	85
20 A	Yellow	255,	255,	0	60,	255,	170
30 A	Green	0,	128,	0	120,	255,	42
35 A	lue-Green	0,	151,	112	165,	255,	87

한 연산 량이 요구되지 않는 기준치가 좋은 기준이 된다. 템플릿 매칭의 공식은 식 (2)와 같다[3].

$$MAD = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N |T(x_i, y_j) - I(x_i, y_j)| \quad \text{식 (2)}$$

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N [T(x_i, y_j) - I(x_i, y_j)]^2$$

검사 할 영상과 템플릿 영상을 비교할 때 사용하는 기준치를 수식으로 살펴보면 템플릿 T와 검사할 영상의 겹쳐진 영상 부분 I를 서로 겹쳐놓고 대응되는 화소의 밝기 값을 서로 빼서 차이 값을 더하는 것이다. M과 N은 템플릿의 가로와 세로의 크기이다. MAD(Mean Absolute Difference)는 차이의 절대 값을 더하고 MSE(Mean Square Error)는 차이의 제곱 값을 더하는 것이다. 템플릿과 겹쳐진 부분의 영상 밝기 값이 서로 비슷하다면 0에 가까운 값이 나오고 서로 다르다면 두 값은 커질 것이다.

본 논문에서는 MAD 공식을 이용하여 템플릿 매칭을 하였다. 원본 영상에서 템플릿 영상을 지정하고 검사할 영상의 각 화소를 비교 하면서 두 영상이 얼마나 유사한지를 측정하는 검사 방법이다.

제품에 삽입된 퓨즈와 릴레이는 조명의 밝기와 위치에 따라 다르게 보일 수 있기 때문에 각각의 위치에서의 퓨즈와 릴레이를 템플릿으로 등록하여 학습함으로써 정확하고 신뢰성 있는 검사 결과를 얻을 수 있도록 하였다. 그림 2는 등록된 마스터 영상이다.

구분	마스터 항목	10 A	20 A	40 A	Relay	...
정상 삽입		10	20	40	RELAY MOTOR 0 K338 87 740	...
역 삽입		11	21	41	SEC0 1-08A	...

그림 2. 등록된 마스터 영상

3. 시스템 구현

본 논문은 시스템의 검사 과정을 다섯 단계로 나누어 결함을 검사한다. 첫 번째는 정선 박스의 영상을 획득, 두 번째는 정선 박스 안에 장착된 퓨즈와 릴레이의 색상 검사와 템플릿 매칭을 하기 위한 부분 이미지의 등록, 세 번째는 퓨즈와 릴레이의 미 결합 검사, 네 번째는 퓨즈의 색상정보를 이용한 검사, 다섯 번째는 등록된 영상을 이용한 퓨즈와 릴레이의 템플릿 검사 과정이다.

검사 하고자 하는 정선 박스는 180mm × 120mm 크기의 부품 삽입이 완료된 제품으로 영상의 전체 크기는 1200 × 900 화소이다. 검출하는 결함은 퓨즈와 릴레이의 미 결합과 오 결합이다. 그림 3은 정선 박스 자동 시각 검사 시스템 외관이다.

3.1 영상 획득 부 설계

영상 처리 시스템은 처리해야 하는 데이터가 많기

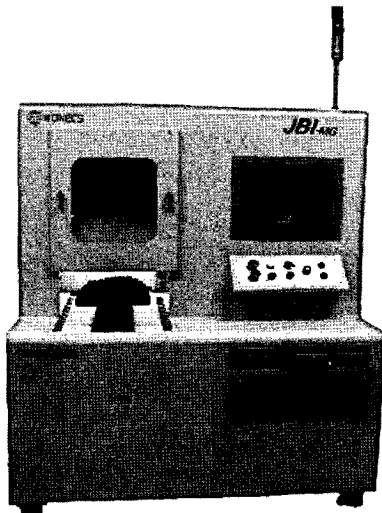


그림 3. 정선 박스 자동 시각 검사 시스템 외관

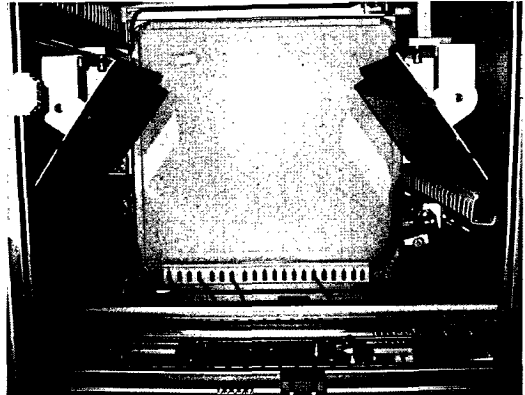


그림 4. 고 휘도 LED 조명

때문에 입력 영상이 좋으면 더욱 정확한 검사가 가능하고 영상 처리 알고리즘이 간단해지며 시스템의 제작비용도 낮출 수 있다. 그러므로 입력 영상의 질을 좌우하는 시각 인식부의 설계는 매우 중요하다. 영상의 획득은 대상 물체의 제한 조건에 알맞게 설계되어야 한다.

본 논문에서 사용된 검사 시스템의 구성은 전체적인 검사 대상 영역을 촬영하는 1392 X 1040(SXGA) 해상도를 갖는 NTSC급 PROGRESSIVE 방식의 RGB 카메라로 16MM 산업용 렌즈를 사용하였고 획득된 영상을 소프트웨어에 전달하는 프레임 그래버는 Matrox사의 Meteor II/MC를 사용하였다. 이때 사용되는 조명 장치는 그림 4와 같이 검사 면적 전체에 걸쳐 고르게 빛이 퍼질 수 있게 조명의 균일성을 좋게 하고 경계의 방향에 의한 영향을 줄이기 위하여 여러 개의 LED를 조명 가이드에 균일하게 배치하였다. 2개의 고 휘도 LED 조명을 사용하여 빛이 한곳에 집중되거나 확산되지 않고 그림자가 적게 발생하게 하였다[4].

3.2 학습 과정

학습은 새로운 모델을 학습 하거나, 이미 만들어진 학습 모델을 수정하는 것이다. 학습을 잘못 하게 되면 검사 오류의 원인이 될 수 있다. 학습 과정에서는 검사할 모델에 대한 정보를 입력 한다[5].

학습에 필요한 정보는 정선 박스의 형태와 부품의 배열, 그리고 퓨즈의 색상 정보(H,S,I)와 부품 판별을 위한 퓨즈와 릴레이의 이미지를 등록한 템플릿 정보가 있다.

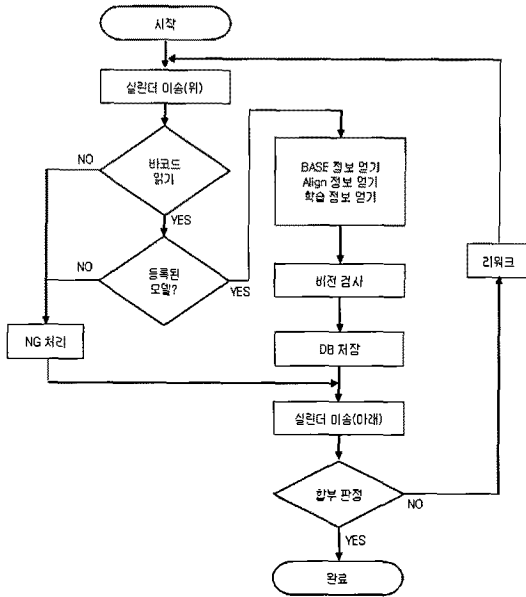


그림 5. 시스템 구성도

퓨즈의 표준색상인 표 1의 색상을 검사의 기준으로 하여 검사를 하면 조명의 밝기와 위치 차이로 인하여 색상의 값이 달라질 수가 있다. 이러한 문제를 해결하기 템플릿 등록을 할 때 같은 값의 부품이더라도 각 위치에 따른 부품의 이미지를 모두 등록하여 검사를 함으로써 문제를 해결 하였다. 그림 5는 시스템 구성도 이다.

3.3 검사 과정

검사 과정은 이미 학습되어 있는 제품 모델에 따라 퓨즈와 릴레이의 미 결합과 오 결합을 검출하기 위해 색상 검사와 표면 검사를 한다.

검사할 정션 박스 모델을 인식하고 학습 파일로부터 검사에 필요한 정보를 읽어 들인 다음 각 부품에 대한 검사가 시작된다. 색상 검사 방식 과 마스터 영상 검사 방식의 두 가지 검사 방법을 적용하여 신뢰성 높은 검사가 가능하도록 하였다[6,7]. 색상 검사 방식은 부품의 색상을 검출하여 검사를 하는 방식이고 마스터 영상에 의한 학습 방식은 직접 영상을 등록하여 검사를 하는 방식이다. 검사가 끝난 제품은 자동으로 공급 위치로 이동 되며 검사 결과는 컴퓨터의 검사창과 조작 명판의 램프를 통해 알려준다.

제품의 검사 진행 상황과 현재 장비의 상태 및 검사 결과는 그림 6과 같은 검사 창에 표시된다. 작업

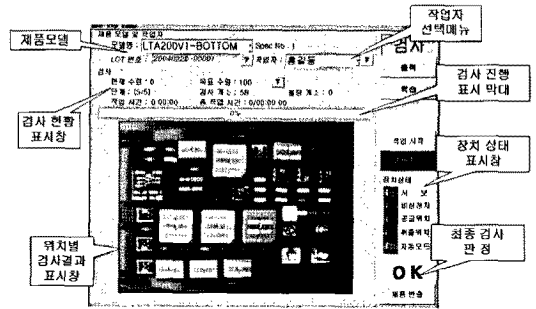


그림 6. 검사 시스템

자는 검사 창을 통하여 불량인 부품의 위치와 현재 상태, 수정해야 할 내용을 확인할 수 있다.

3.4 색상 검사

템플릿 등록에서 획득된 퓨즈의 영상에서 RGB의 색상 값을 HSI값으로 변환하여 검사를 한다. 퓨즈의 색상 검사는 학습된 각 HSI값과 검사 대상의 HSI값을 비교하여 각 색상의 Min값과 Max값을 설정하고 퓨즈의 색이 Min값과 Max값 사이에 있으면 정상으로 인식한다. 검사 과정의 신뢰성을 높이기 위해 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(Intensity)의 3가지 데이터를 각각 비교하여 하나라도 잘못된 색상이 있을 경우 결함으로 판정한다. Min값과 Max값은 ±5로 설정하며 직접 Min값과 Max값을 조정할 수 있다. 그림 7은 퓨즈의 미 결합 검사와 색상과 표면 패턴 검사 과정이고 그림 8은 릴레이의 미 결합 검사와 표면 패턴 검사 과정이다.

3.5 표면 패턴 검사

퓨즈와 릴레이의 템플릿 매칭을 위한 전처리 단계로 분리된 영상에서 문자와 바탕색의 차를 이용하여 문자의 영역을 추출하여 검사의 기준을 정하였다.

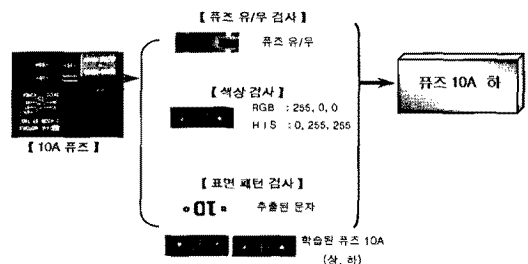


그림 7. 퓨즈 검사 과정

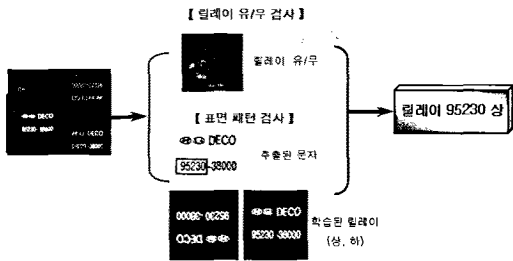


그림 8. 릴레이 검사 과정

퓨즈는 그림 9와 같이 퓨즈 값에 대한 고유의 색과 흰색의 문자의 색으로 구성되어 있으며 릴레이는 회색 바탕색에 흰색 문자 색으로 구성되어 있다. 빠른 검사를 위하여 문자 영역을 따로 분리하여 템플릿 검사를 실시하였다. 기존의 문자 영역을 분리하기 위한 방법으로 수평 방향과 수직 방향으로 대상 블록의 화소의 개수를 파악하여 영역화 하는 투영을 이용하여 분리하는 방법과 대상의 사전 지식을 이용하여 분리하는 방법이 있다[8]. 투영에 의한 방법은 잡음에 매우 민감하고, 주변의 블록에 대한 영향을 많이 받아 문자가 오 분리 될 경우가 있다. 또한 사전 지식을 이용하여 분리하는 방식은 계산 량이 많아 처리 속도가 매우 느려져서 전체 시스템의 속도 저하의 원인이 되고 있다.

본 논문에서는 퓨즈와 릴레이의 특성인 고정된 문자의 색과 바탕색의 차를 이용하여 비교적 간단하게 색에 의한 문자 영역의 추출이 가능 하므로 사전 지식에 의한 문자 영역의 분리 방식을 이용하였다. 문자의 색을 기준으로 임계 치를 정하여 이진화를 하여 계산 량을 줄이면서 추출된 문자를 영역화 하여 검사의 정확도를 높였다.

그림 9, 그림 10의 (a) (b)의 그림은 검사를 하기 위하여 등록된 퓨즈와 릴레이 이고 그림 9, 그림 10의 (c) (d)는 퓨즈와 릴레이에서 추출된 문자 영역이다. 검사의 시간을 줄이기 위하여 템플릿 검사 영역을 네모 칸과 같이 영역 처리하여 계산의 양을 줄여서 빠르고 정확한 검사가 이루어지도록 하였다.



그림 9. (a) 검사를 위해 등록된 10A 퓨즈, (b) 검사를 위해 등록된 30A 퓨즈, (c) 추출된 10A 문자영역, (d)추출된 30A 문자영역

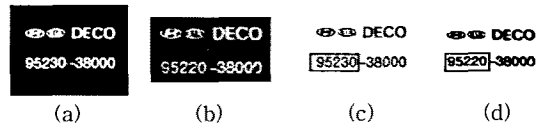


그림 10. (a)(b) 검사를 위해 등록된 릴레이, (c)(d) 추출된 문자 영역

4. 검사결과 및 분석

한 제품의 검사가 끝나면 각 영상에 대한 검사 결과가 출력된다. 본 시스템에서는 한 제품에 대해 단 한 개의 불량만 있어도 사용자에게 이 제품은 불량품이라고 경고음과 함께 모니터 화면으로 알려주게 된다. 사용자는 불량인 제품을 따로 분리하게 되고 양품인 제품은 다음 공정으로 이동한다.

제품 검사가 끝나게 되면 검사 결과는 자동으로 데이터베이스에 저장하며 검사 결과를 확인하고 출력하기 위한 출력 창을 그림 11과 같이 구현 하였다. 출력 창에서는 특정기간 또는 특정 모델의 검사 결과를 확인하고 엑셀 파일로 출력하는 기능을 제공한다.

작업자는 출력을 원하는 모델명 또는 바코드 범위를 입력 하거나 검사 기간, 검사 시간을 입력하여 해당되는 데이터를 확인할 수 있다. 검색 리스트에서 검사 결과가 불량인 제품을 선택하여 결함 명 및 현재 상태, 수정 요청 정보를 다시 확인할 수 있도록 하였다. 검사 결과 검토 및 검사 성적서 등의 보고서 작성을 위하여 검사 결과를 데이터베이스로 부터 다양한 방법으로 획득할 수 있도록 하였다.

숙련공이 육안으로 직접 검사를 하였을 경우 한 개당 5초정도 걸리던 제품 검사의 시간을 자동 검사 시스템을 이용하여 2초 이내로 단축하여 육안 검사에 비하여 빠른 검사 속도를 보장하며 신속하고 정확한 전수 검사를 함으로써 공정에 효율성을 높이고 검사 결과를 데이터베이스화 하여 신속하게 문제점

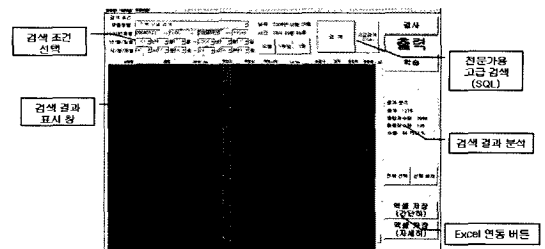


그림 11. 출력 창

표 2. 정선 박스 검사 시간 (단위: sec)

정선 박스 검사 시간											
결함 번호	1 회	2 회	3 회	4 회	5 회	6 회	7 회	8 회	9 회	10 회	평균
시간	1.73	1.72	1.78	1.74	1.83	1.72	1.68	1.73	1.74	1.85	1.75

표 3. PCB의 결함 검출률

정선 박스 결함 검출률				
결함	푸즈 미 결함	릴레이 미 결함	푸즈 오 결함	릴레이 오 결함
결함 검출률	100%	100%	100%	100%

의 파악과 조치가 가능하도록 하였다. 또한 결함 발견 시 결함의 종류와 그에 따른 수정 사항을 검사창을 통해 바로 표시하고 모든 검사 결과를 자동으로 데이터베이스에 저장하기 때문에 신속한 결함 원인의 파악과 조치가 가능하다.

실제 공정에서 만들어진 제품에서 정상제품과 불량품을 올바르게 판단해 내는지를 알아보기 위해 각 모델 별로 정상제품 100개, 불량품 100개씩을(푸즈와 릴레이 미 결함 50개, 푸즈와 릴레이 오 결함 50개) 임의로 추출하여 실험을 하였다. 모두 200개의 제품의 판정을 한 결과 정상제품을 100개, 불량품을 100개로 분류하였고 결함의 원인도 정확히 검출 하였다.

5. 결론

본 논문에서 정선 박스 자동 시각 검사 시스템을 구현함으로써 검사 시간을 단축하여 생산성을 높이고, 정확한 검사를 통하여 제품의 신뢰성을 향상시킬 수 있음을 보였다. 결함 발견 시 그림 12와 같이 결함의 종류와 그에 따른 수정 사항을 알려주고, 모든 검사 결과를 자동으로 데이터베이스에 저장하기 때문

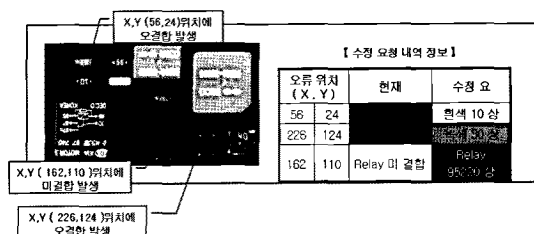


그림 12. 수정요청 내역 정보 창

에 신속한 결함 원인 파악과 조치가 가능하다. 새로운 정선 박스를 검사해야 할 경우에도 학습 기능을 이용하여 시스템 교체 없이 새 모델의 검사가 가능하여 그에 따른 추가 비용을 최소화 하여 준다.

정선 박스 한 개를 검사하는데 소요되는 시간은 2초 이내로 육안 검사에 비하여 빠른 검사 속도를 보장하여 생산성을 향상시킬 수 있다. 또한 결함의 이상 유/무만 아니라 유형도 판별하여 보다 효율적인 공정 관리가 가능하며 향후 결함 및 공정 관련 지식을 축적해 갈 수 있는 지식기반 시스템으로 발전시킬 수 있을 것이다[9].

참고 문헌

[1] R. T. Chin, and C. A. Harlow, "Automated Visual Inspection: A Survey," IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.PAMI-4, No.6, pp. 557-573, Nov. 1982.

[2] Y. Cai, and C. Chen, "The Artificial Neural Network Method for Tea Classification" Proceeding of 1993 International Joint Conference on Neural Network, Nagoya, pp. 975-978, 1993.

[3] 강동중, 하중은, "Visual C++을 이용한 디지털 영상 처리, 사이텍미디어," chap 12, 2003.

[4] 나현찬, 노병옥, 유영기, 조형석, "인쇄회로기판의 패턴 검사용 조명장치설계," 대한기계학회논문집(A), 제21권 1호, pp. 1-11, 1997.

[5] K. W. Tobin, S. S. Gleason, F. Lakhani, and M. H. Bennett, "Automated Analysis for Rapid Defect Sourcing and Yield Learning," Future Fab International, Vol.4, Technology Publishing Ltd., London, pp. 313-327, 1997.

[6] A. Goshtasby, "Template matching in rotated images," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, pp. 338-344, May 1985.

[7] R. K. Jr. McConnell, and H.H. Jr. Blau, "A powerful, inexpensive approach to real-time color classification," Proceedings Soc. Mfg. Eng. Applied Machine Vision Conference '92,

June 1-4, 1992, Atlanta, SME Technical Paper MS92-164, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, Michigan, 1992.

- [8] 서창진, 육창근, 강명호, 차의영, "자동차 번호판 영역에서의 문자추출과 신경회로망을 이용한 문자인식," 한국정보처리 학회 춘계 학술발표 논문집, pp. 1101-1104, 1997.
- [9] L. D. Stefano, A. Bulgarelli, "A Simple and Efficient Connected Components Labeling Algorithm," *iciap*, pp.322, 10th International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP'99), 1999.



박 병 준

2000년 고려대학교 전자정보공학부 졸업 (학사)
 2002년 고려대학교 대학원 의료정보기기학과 졸업 (석사)
 2005년 국민대학교 대학원 전산과학과 박사과정 (수료)

관심분야 : 컴퓨터비전, 영상처리, 패턴인식, etc.



한 광 수

1978년 서울대학교 공업교육과 졸업 (학사)
 1986년 Texas Tech University 대학원 전산학과 졸업 (석사)
 1989년 Texas Tech University 대학원 전산학과 졸업 (박사)

1990년~1992년 현대전자 산업전자연구소 수석연구원
 1992년~1993년 수원대학교 전임강사
 2004년~현재 국민대학교 컴퓨터학부 교수
 관심분야 : 컴퓨터비전, 영상처리, 패턴인식, etc.



이 호 준

1997년~2003년 국민대학교 컴퓨터 응용학과 졸업
 2003년~2004년 국민대학교 대학원 전산과학과 졸업 (석사)
 2003년~현재 VS-TECH 연구원 근무

관심분야 : 컴퓨터비전, 영상처리, 패턴인식, etc.