

## LED 프레임 검사 시스템 설계 및 구현

박병준\*, 김선집\*\*

### LED frame inspection system design and implementation

Byung-Joon Park\*, Sun-jib Kim\*\*

**요약** LED(Liquid Emitting Diode)프레임 장치는 한국을 대표하는 디스플레이 분야에서 큰 비중을 차지하고 있다. LED는 TV나 모니터, 노트북, 핸드폰 등 에 필수적인 부품이다. 일본이나 대만, 중국 등에서 LED에 대한 투자를 강화하면서 생산성 향상이 중요한 사항이 되고 있다. 하지만 부품의 크기가 점점 작아지면서, 사람의 눈에 의한 일관적이지 못한 검사는 신뢰성이 문제가 되어 LED 모듈 검사 분야에서 자동 검사 공정은 필수적인 사항이 되고 있다. 본 논문에서는 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 시각 검사 공정의 결함을 검사한다. LED 프레임에 대한 검사를 신속하고 정확하게 함으로써 공정상의 효율을 높이고 검사시간을 단축하였다. 검사 시스템을 현장에 적용한 결과 빠르고 정확하게 검사가 가능함을 확인하였다.

**Abstract** The LED (Liquid Emitting Diode) frame device is a big part of the representative display industry in Korea. LED is an essential part for TV, monitor, notebook, and mobile phone. In Japan, Taiwan, China and other countries, investment in LEDs has been strengthened, and productivity has become an important issue. However, as the size of the parts becomes smaller, the inconsistent inspection by the human eye becomes a problem of reliability, so that the automatic inspection process becomes an essential issue in the field of LED module inspection. In this paper, we investigate defects in visual inspection process using computer vision technology. The inspection of the LED frame is made quickly and accurately, thereby improving the efficiency of the process and shortening the inspection time. As a result of applying the inspection system to the field, we confirmed that it is possible to inspect quickly and accurately.

**Key Words** : Inspection, Vision Machine, LED Frame, Feature extraction, Matching measurement

#### 1. 서론

시각 검사 시스템은 카메라 센서를 이용하여 검사 할 제품에 비 접촉한 상태에서 검사 제품의 영상을 획득하고 영상을 처리 분석하여 학습 및 검사의 기능을 수행한다.

LED 프레임 검사 시스템은 화면의 크기가 나날이 커지면서 액정의 형상 유지를 위해 꼭 필요한 시스템이 되었다. 액정과 액정 주위의 부품들은 맞물리는 지점이 꼭 맞아야 하며 부품의 크기도 점

점 작아지므로 공정상 100% 전수검사가 요구된다. 검사공정은 작업자 각각의 판단 유무와 경험에 의존하는 육안 판별에 의해 공정이 이루어져 개인의 경험과 기량 차이에 따라 측정이 일관적이지 못하여 검사 결과의 판정기준이 서로 달라 신뢰성의 문제가 야기 되었다. 이러한 특성으로 인하여 검사 공정에서 정량화 및 표준화가 힘들다[1, 2]. 이로 인하여 LED 모듈 검사 분야에서 자동 검사 공정은 필수적인 사항이 되고 있다.

\*Corresponding Author : Department of Software Engineering, Seoul University (20130029@seoil.ac.kr)

\*\*Department of ICT Device, Hansei University

Received July 17, 2017

Revised August 25, 2017

Accepted August 29, 2017

검사 대상 LED는 크기별로 여러 가지 유형이 있으나 본 실험에서는 24인치 프레임 제품을 검사한다. 본 시스템을 이용하여 검사를 할 경우 프레임에 대한 정확한 전수 검사가 가능하여 공정의 효율성을 높이고 신속하게 문제점의 파악과 조치가 가능하다.

논문의 구성은 2장에서는 LED 시각 검사 시스템 설계 3장에서는 검사결과, 마지막으로 4장에서는 결론에 대하여 서술 하였다. 그림 1은 검사대상 프레임이다.



그림 1. LED 프레임  
Fig. 1. LED Frame

## 2. 시스템 설계

논문의 검사 시스템은 기존의 사람의 육안 검사를 자동화 시스템으로 구축함으로써, 제품 검사 시간을 단축하고, 불량 자료를 누적하여 분석함으로써 연속적인 불량 발생 문제를 찾아 조치할 수 있어 신뢰도 향상 및 불량률 감소뿐 아니라 생산 비용 절감 및 생산성 증대의 효과까지 얻을 수 있다 [3].

LED 검사 시스템은 학습과정과 검사과정으로 나뉜다. 학습과정에서는 카메라 및 조명 장치로부터 입력받은 영상에서 학습할 패턴의 특징을 추출하여 학습하는 과정이고 검사과정은 학습된 특징 값과 대상 프레임을 비교 분석하여 결함을 검사하는 과정이다. 개발 언어는 MFC 언어를 이용하였다. 영상처리의 검사 시스템 구현 흐름 도는 그림 2와 같다.

### 2.1 영상 획득

프레임 영상 획득은 프레임의 제한 조건에 맞게 설계를 하기 위해 한 개의 카메라의 시각으로 전체

프레임을 검사하기에 제품의 크기가 맞지 않기에 검사할 수 있는 영역을 나눈다. 각각의 영상을 검사할 때 이동 단계 별로 나누어 영역 별로 검사를 한다. 컨베이어가 흘러가는 도중 카메라에 영상을 획득하기 위해 프레임이 순간적으로 멈추면서 프레임 그레버를 이용하여 순간 포착 방식으로 영상을 획득하였다. 또한 각각의 영역을 10% 겹쳐놓아 누락되는 이미지가 없도록 하였다.

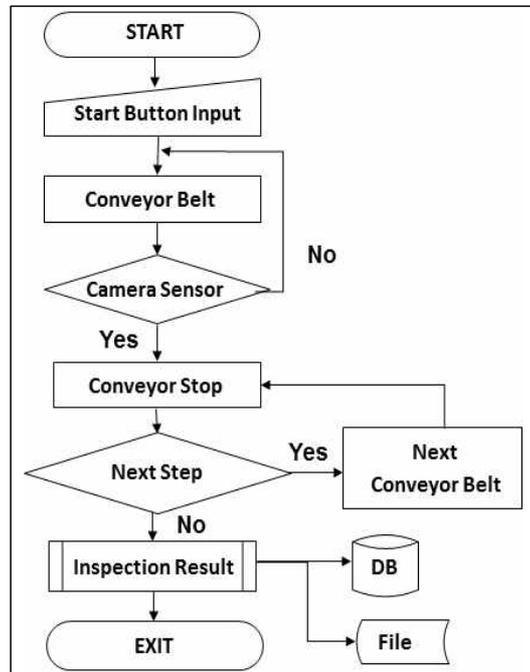


그림 2. 시스템 흐름도  
Fig. 2. System Flow

영상획득에 이용된 장치는 CCD 카메라는 1024 x 768의 해상도를 가진 카메라 5대를 사용하였다. 조명은 번쩍임이 없이 밝기가 일정해야 하므로 빛의 반사가 없도록 LED 적색 조명을 사용 하였다.

카메라는 비전 검사 시스템에서 영상을 획득하는 핵심 요소로 그림 3과 같이 6대의 카메라를 사용하여 제품의 4면을 촬영하여 비전 검사를 수행한다[4, 5].

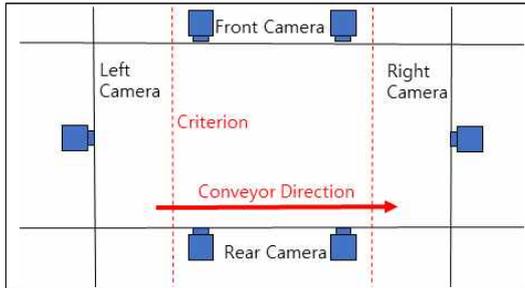


그림 3. 카메라 위치도  
Fig. 3. Camera Position

자동 시각 검사 방법 중 특징 비교법으로 두 영상간의 특징을 비교하여 결함을 검출하였다. 특징 비교법은 데이터 크기를 감소시키며 잡음의 민감도를 줄일 수 있어 처리 속도가 빠른 장점이 있지만 단점으로는 특징 선정이 어렵다는 문제점을 가지고 있다.

비교할 특징으로는 길이나 거리, 폭, 홀, 지름 등이 있다. 영상에서 판별한 특징의 차이를 측정한 뒤 설정된 기준치와 비교해 결함을 추출한다.

검사 대상은 LED를 고정 시켜주는 27인치 프레임으로 학습 및 검사패턴은 그림 4와 같이 ① 리벳 ② 스톱트 ③ 탭홀 ④ 홀이 있다.

각각의 패턴은 제품의 앞면과 뒷면 그리고 옆면에 위치하여 세 방향에서 볼 수 있어야 한다.

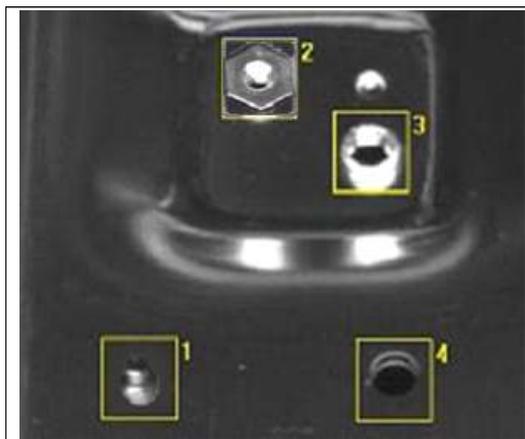


그림 4. 검사 패턴  
Fig. 4. Inspection Pattern

### 2.2 영상 정렬

컨베이어에 의해 프레임이 이동되다가 정확한 위치에 오면 영상을 획득 하지만 미세한 오차를 보정하기 위해 보정을 한다. 이때 다항식 보간 함수를 [식 1]과 같이 영상 전체에 적용시킨다.

$$x'(x, y) = X^T A Y$$

$$y'(x, y) = X^T B Y \tag{1}$$

$x'(x, y)$ 와  $y'(x, y)$  는 새롭게 움직임이 있는 픽셀의 좌표의 쌍  $(x, y)$  을 나타낸다. A와 B는 상관관계의 좌표로부터 파생된 다항식 이동 계수를 포함한다. 기준이 되는 윤곽선을 이루는 이동 값의 좌표 범위와 참조 영상과의 정합도를 계측한다. 계측된 값 중에서 가장 큰 값이 특징 임계치보다 클 경우  $(x, y)$  값을 이동 거리로 계산하며 값이 임계치보다 작을 때는 정렬이 되지 않은 것으로 처리하여 재 정렬을 한다[6, 7].

### 2.3 학습 및 검사과정

학습 과정에서는 컨베이어를 타고 오는 프레임의 영상을 획득할 위치를 지정하고 정렬을 하기 위해 영상의 특징이 되는 정보를 추출하여 데이터베이스에 저장한다. 그림 5는 학습 및 검사에 사용되는 창이다.



그림 5. 학습 및 검사 창  
Fig. 5. Learning and inspection windows

정렬 후 위치가 보정된 영상에서 검사 부분만 추출하여 현재 위치좌표와 픽셀의 수, 영상의 가로, 세로의 길이와 검사대상 좌표의 첫 시작 위치, 끝 마지막 위치, 픽셀의 값을 추출한다[8].

검사 대상의 직경, 진원도 등의 측정치와 분석된 검사 결과를 판정하여 측정된 값이 기준치를 90%로 설정하여 약10%이상 차이가 나면 부적합으로 판정한다. 그림 6은 90%로 설정한 가중치 설정 창이다.



그림 6. 가중치 설정 창  
Fig. 6. Weight setting window

### 3. 검사 결과

한 제품의 검사가 끝나면 영상에 대한 검사 결과를 출력한다. 프레임 전체에서 한 개의 불량만 있어도 불량 리스트를 사용자에게 알려준다. 27인치 프레임을 검사 하는 시간은 컨베이어 벨트가 지나가는 속도에 의하여 개당 15초정도의 속도로 시간당 약 200개 이상의 검사가 가능하였다. 숙련된 작업자는 2분에 1개정도 검사가 가능하므로 작업자에 비해 검사 시스템은 경제성이 있다고 입증되었다.

작업 현장에서 작업자가 분류한 정상 제품과 오인식된 불량 제품을 정확히 판단해 내는지 알아보기 위해 정상제품 50개, 불량품 20개를 실험 하였다.

70개의 제품을 판정한 결과 정상제품을 48개,

불량품을 22개로 분류하였다. 작업자의 눈으로 정상이라고 판정한 프레임 중에서 2개의 새로운 불량을 발견한 것이다. 그림 7은 숙련된 작업자와 검사 시스템간의 검사 시간이다.

검수가 끝난 후 라인에서 천개의 제품을 실제 테스트 한 결과 문제가 있다고 판단된 제품을 정상 제품으로 오 인식 하는 경우는 없으나, 정상적인 제품을 불량으로 오 인식한 경우는 수는 23개로 2.3 %를 오 인식 하였다.



그림 7. 검사 시간  
Fig. 7. Inspection Time

공정에서 불량품이 정상제품으로 잘못 판별할 경우 문제가 되지만 정상 제품을 불량으로 잘못 분류하는 것은 정밀하게 검사 한 것이므로 약간의 오차는 허용되며 불량품을 정상제품으로 인식하지 않았으므로 안정화 된 시스템이라 할 수 있다.

### 4. 결론

본 논문은 LED 프레임 시각검사 시스템을 설계 하여, 빠르고 정확하게 검사가 되는 것을 실험 하였고 산업체에 적용하였다. 검사 결과를 리포트 하여 신속하게 결함의 원인과 문제를 파악할 수 있게 되었다.

본 논문의 향후 과제는 가중치 설정 알고리즘의 성능을 향상하여 양품을 불량품으로 인식하는 문제의 비율을 줄여 나가야 한다. 또한 제품의 재질이 다양하여 제품의 유형이 틀려질 경우 올바르게 인식하지 않는 경우가 발생한다. 즉 일정한 조명에서 밝은 재질의 제품을 검사할 경우 검사 영역이

커 보여 판별이 어려워 다시 학습을 해야 할 경우가 발생한다.

이는 재질에 따른 대조 비 문제로 제품의 밝기에 따른 조명 값을 자동으로 조절을 하게 하여 해결 할 것이다.

또한 결함의 유무뿐만 아니라 결함의 유형도 자동으로 판별 하여 보다 효율적인 공정 관리와 결함 및 공정 관련 지식을 축적해 갈 수 있는 시스템으로 발전시켜야 할 것이다.

## REFERENCES

- [1] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing, 2nd Ed., Prentice-Hall, 2002.
- [2] Milan Sonka, Vaclav Hlavac, and Roger Boyle, Image Processing Analysis and Machine Vision, International Thomson Publishing Inc. 1998.
- [3] K. Hendengren, "Methodology for Automatic image-based inspection of industrial objects," in *Advances in Machine Vision*, Sanz J. ed, Springer-Verlag, 1988.
- [4] Masakazu Eijiri, "Machin Vision A Practical Technology for Advanced Image Processing," *Japanese Technology Reviews, Computers and Communications*, Vol. 10, Grodon and Breach Science Publishers, pp. 116-119, 1989.
- [5] 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.
- [6] K. W. Tobin, "Inspection in Semiconductor Manufacturing," *Webster's Encyclopedia of Electrical and Electronic Engineering*, Vol. 10, pp. 242-263, Wiley & Sons, NY, 1999.
- [7] L D Stefano, A Bulgarelli, "A Simple and Efficient Connected Components Labeling Algorithm," *Image Analysis and Processing*, 1999.
- [8] K. W. Tobin, S. S. Gleason, F. Lakhani, and M. H. Bennett, "Automated Analysis for Rapid Defect Sourcing and Yield Learning," *Future Fab International*, Issue 4, Vol. 1, 1997, p.313.

## 저자약력

### 박 병 준(Byung-Joon Park) [중심회원]



- 2000년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학부 (공학사)
- 2002년 8월 : 고려대학교 의료정보기기학과 (공학석사)
- 2010년 2월: 국민대학교 전산학과 (이학박사)
- 2013년 3월~현재 : 서일대학교 소프트웨어공학과 교수

<관심분야> 영상처리, 패턴인식, 인공지능, 신경망

### 김 선 집 (Sun-Jib Kim) [정회원]



- 1999년 2월 강남대학교 전자계산학과 공학사
- 2001년 2월 숭실대학교 컴퓨터학과 공학석사
- 2010년 2월 한세대학교 IT학과 공학박사
- 2012년 9월 ~ 현재 : 한세대학교 IT학부 ICT디바이스학과 교수

<관심분야> 네트워크, IoT, 정보보안, 영상처리