

평면 디스플레이 패널 외관 검사 영역 설정 알고리즘

신진웅*

*LG Display

e-mail : jwshin@lgdisplay.com

A Inspection Region Calculating Algorithm of Flat Display Panel

Jin-Woong Shin *

*LG Display

요 약

본 논문은 평면 디스플레이 패널 외관 검사의 무인 자동화를 위한 전처리 단계의 알고리즘으로 패널 외관 검사 영역의 적합성 향상 및 자동 설정하는 알고리즘 기술에 관한 것이다.

평면디스플레이 패널의 제조 공정 중, 점등 검사 공정 단계에서는 Line 불량, Point 불량, 얼룩 불량, 외관 불량, Pol 불량 등 다양한 불량들을 검출한다. 이중 외관 불량 검사를 자동화하기 위한 전처리 단계로서 획득한 영상 내에서의 검사 영역을 설정함에 있어서 영상에서의 패널 위치의 변화, 패널의 Rotation/tilt, 패널 에지에 불량이 결부될 경우에도 실제 절단면을 정확하게 추출하여 불량 측정 오차를 최소화하는 알고리즘 을 제안한다.

1. 서론

최근 평면 디스플레이 검사에 대한 자동화 요구가 증가함으로 인해 평면 디스플레이 패널의 점등 검사 공정 단계에서 Line 불량, Point 불량, 얼룩 불량, 외관 불량, Pol 불량 등 다양한 불량들을 검출하기 위해 고해상도 영상을 획득하고 이를 처리하는 알고리즘을 개발하여 검사에 적용함으로써 기존 육안검사를 대신하는 검사 자동화 시스템을 구축하는 것이 이슈가 되고 있다. 검사 자동화 시스템에서의 기본인 검사 영상 내에서의 검사 대상의 영역, 즉 패널의 위치를 파악하여 검사 영역을 설정해야 한다. 이를 위해 Line 불량, Point 불량을 검사할 경우, 패널이 점등된 상태에서 최 외곽의 RGB Sub Pixel 의 위치를 찾고 이를 기준으로 패널 내 전체 Sub Pixel 의 중심 좌표를 추출하여 검사 대상의 위치를 파악하게 된다. 이와 마찬가지로 패널을 점등하지 않고 외부 조명을 이용하여 패널의 외관을 검사할 경우 패널 전체의 최 외곽영역을 파악하고 설정해야 한다. 이를 위해 기존에는 패널의 상하좌우 위치에 대해 고정 값으로 설정하는 방법, 상하좌우 위치에서의 패널 에지들의 평균 값 등으로 영역을 설정하는 방법을 사용해 왔다. 하지만 이러한 방법들은 실제 검사 시 영상 내에서의 패널의 위치 변화, 패널 테두리에 불량이 결부될 경우 등 다양한 변화 상황에 대하여 적응적으로 대응하지 못하여 실제 패널 에지 보다 바깥쪽으로 검사 영역이 설정될 경우, 불량이 아닌데 불량으로 검출하는 과 검출이 발생하고 패널 에지 보다 안쪽으로 검사 영역을 설정할 경우 불량을 검출하지 못하는 미 검출이 발생하는 문제점이 있어 본 논문에서는 실제 검사 상황에서 발생하는 여러 가지 변화에 대하여 오차를 최소화하는 패널의 외관 검사 영역을 설정하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

2. 일반적인 외관 검사 영역 설정 알고리즘

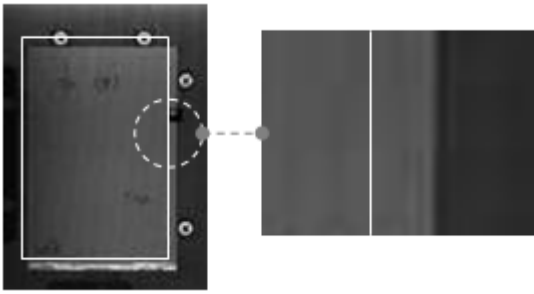
2.1 패널 상하좌우의 고정 값으로 설정하는 방법

패널 외관 검사 설정 방법에 있어서 가장 일반적인 방법으로는 패널의 상하좌우 위치에 대해 고정 값으로 검사 영역을 설정하는 방법이 있다.

이 방법은 검사 영상 내에서 검사 대상이 항상 동일 위치에 획득이 될 경우에 큰 오차 없이 사용할 수 있지만 매 패널 검사 시 패널의 위치가 영상 내에서 변화할 경우 배경에 해당하는 영역을 검사하거나 패널의 일부분이 검사 영역에서 제외되는 경우가 발생한다.



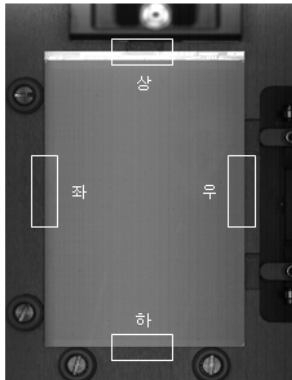
(그림 1) 패널 상하좌우 고정 값 설정 방법



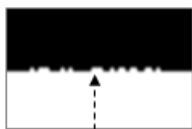
(그림 2) 검사 영상 내 패널 획득 위치 변화할 경우

2.2 패널 상하좌우 샘플 영역에서의 에지 평균값으로 설정하는 방법

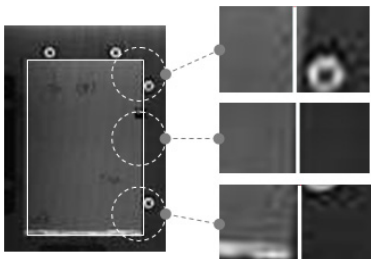
위의 고정값 설정 방법의 패널 위치 변화에 대한 보완 방법으로 패널의 상하좌우 샘플 영역에서의 에지들의 평균값으로 검사 영역을 설정하는 방법으로 패널의 위치가 수평, 수직으로만 변화하고 패널 공정상에서 에지의 기울기가 없을 경우에 안정된 검사 영역 설정이 가능하여 2.1 방법 보다는 안정적이지만 패널의 Rotation, Tilt, 공정상의 패널 에지의 기울기가 있을 경우 오차가 발생하여 2.1 방법과 동일한 문제점이 발생한다.



(그림 3) 상하좌우 샘플 영역 에지 평균값 설정 방법



(그림 4) 패널 상하좌우 중 하 영역의 에지 추출 및 평균값 계산

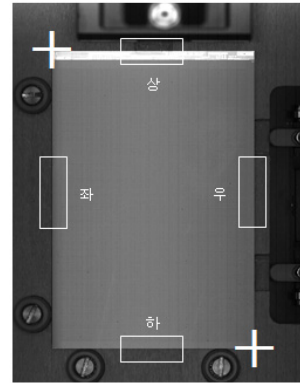


(그림 5) 패널의 Rotation이 발생한 경우

3. 제안 외관 검사 영역 설정 알고리즘

3.1 패널 상하좌우 샘플 영역 설정

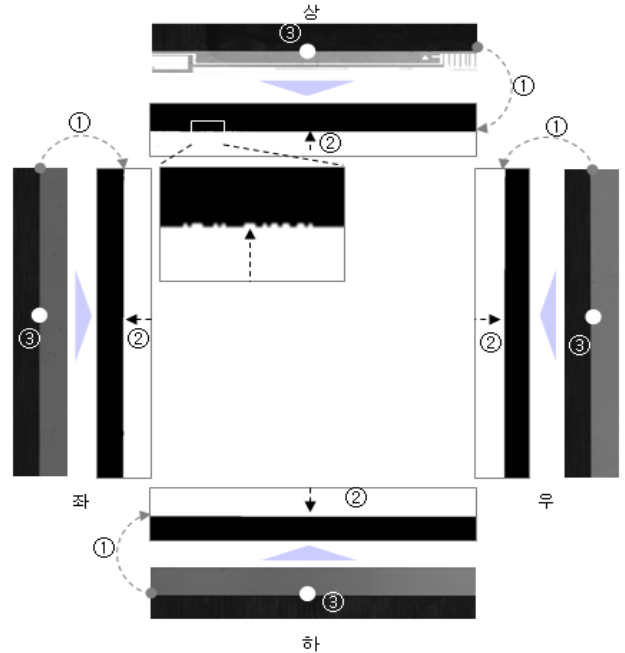
본 논문 제안 알고리즘의 첫 단계로써 패널의 위치가 영상 내에서 변화가 발생하더라도 패널의 상하좌우 위치가 포함될 수 있는 영역을 설정하여 패널 에지 영역의 대략의 위치를 파악하는데 이용한다.



(그림 6) 패널 상하좌우 샘플 영역 설정

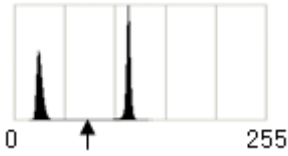
3.2 패널 상하좌우 샘플 영역 기반 1차 에지 추출

3.1 단계에서 설정한 샘플 영역에서의 에지들을 구하고 이 에지들의 평균값으로 상하좌우 각 위치의 1차 검사 영역을 설정한다. 각 영역에서의 에지 추출은 영역 별로 히스토그램을 분석하여 적응적으로 이진화 Threshold 를 계산하여 이진화를 수행하고 그림에서의 화살표 방향으로 스캔하면서 0 에서 255 로 변하는 점을 에지로 추출한다.



(그림 7) 패널 상하좌우 영역 1차 에지 위치 추출

① 히스토그램을 분석하여 가장 최적의 임계값을 찾아 이진화(MI1)한다.



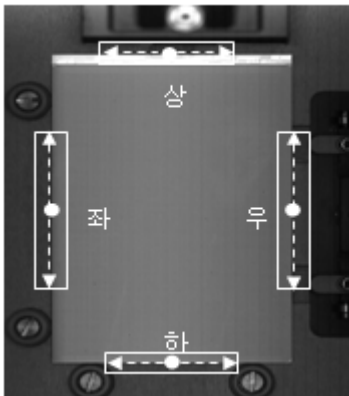
(그림 8) 패널 상하좌우 샘플 영역 히스토그램

② 화살표(-->) 방향으로 스캔하면서 흰색과 검은색이 만나는 지점을 Edge 로 추출한다.

③ 추출된 Edge 의 Y 축 좌표평균으로 상하, X 축 평균으로 좌우 1차 ROI 위치로 설정한다.

3.3 상하좌우 2차 샘플 영역 설정

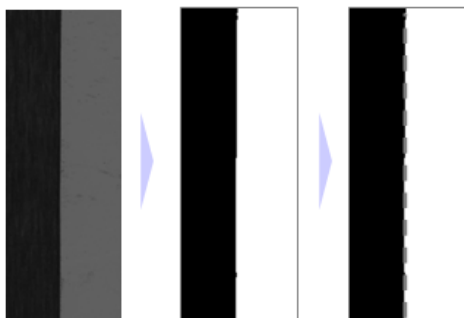
1차 ROI 위치를 기준으로 상하 영역은 수평 방향으로 좌우는 수직 방향으로 영역을 확장하여 세부 후보 영역을 설정한다.



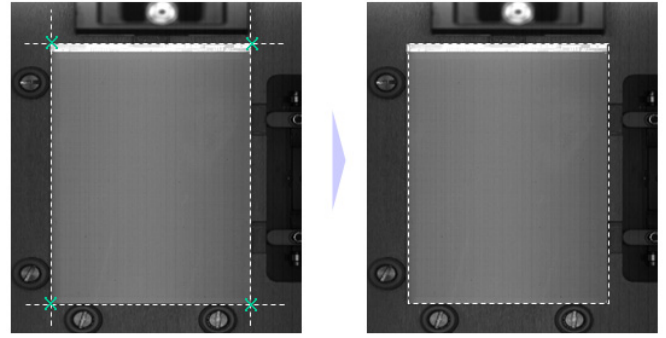
(그림 9) 상하좌우 2차 샘플 영역 설정

3.4 상하좌우 2차 샘플 영역 에지 및 대표 직선 계산

상하좌우 2차 샘플 영역에서의 패널 에지들을 추출하고 이 에지들의 대표 직선 및 대표 직선간의 교점을 계산하여 최종 검사영역을 설정한다.



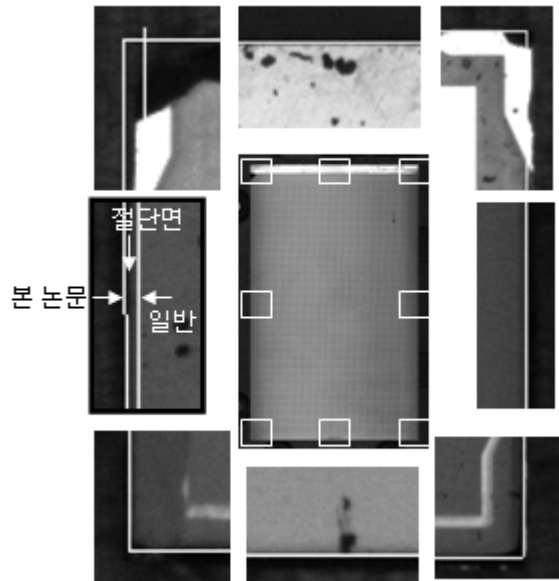
(그림 10) 상하좌우 2차 에지 및 대표 직선 계산



(그림 11) 대표 직선 교점 및 최종 검사 영역 계산


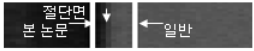






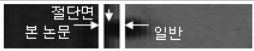

4. 실험 결과

패널 10ea 에 대한 상하좌우 네 영역 중 좌측 영역에 대해 실제 절단면, 일반적인 방법 결과, 본 논문 제안 방법의 결과를 비교한 결과로 일반적인 방법에 의한 평균 오차 5.7~6.7(ccd pixel) 대비 본 논문 제안 방법에 의한 평균 오차 1.5~2.5(ccd pixel)로 개선 효과를 확인할 수 있었다.



(그림 12) 실험 방법

<표 1> 10ea 패널에 대한 실험 결과

No.	검증 결과영상	일반 방법 추출 오차 (CCD Pixel)	본 논문 추출 오차 (CCD Pixel)
1		4~5	1~2
2		8~9	2~3
3		7~8	1~2
4		4~5	1~2
5		2~3	1~2
6		9~10	3~4
7		6~7	2~3
8		7~8	2~3
9		4~5	1~2
10		6~7	1~2
Ave.	-	5.7~6.7	1.5~2.5

참고문헌

[1] On the TFT-LCD Cell Defect Inspection Algorithm using Morphology, 2007.

[2] Automatic Inspection Algorithm for LCD Module, 2005.

[3] A Study on Image Processing Algorithm for Inspection of LCD Panel, 2006.

[4] System design for high-speed Inspection of Electronic elements, 2011.

[5] Development of Crack Examination Algorithm Using the Linearly Integrated Hall Sensor Array, 2012.

[6] Development of the Defect Inspection Equipment for Mobile TFT-LCD Modules, 2008.

[7] An Automatic Inspection of SMT Rectangular Chips based on PCA Algorithm, 2003.