한국정밀공학회 2006년도 춘계학술대회논문집 pp. 59~60 KSPE 06S107

LCD Panel 불량 검사를 위한 영상처리 알고리즘 연구

조수용*(선문대학교 제어 계측공학과), 고국원(선문대학교 제어 계측공학과),
고경철(선문대학교 기계공학과)

A Study on Image Processing Algorithm for Inspection of LCD Panel

S. Y. Cho(Control & Measurement Eng. Sunmoon Univ.), K.W.Ko(Control & Measurement Eng. Sunmoon Univ.), K. C .KO (Control & Measurement Eng. Sunmoon Univ.)

ABSTRACT

It is bringing out the importance of automated LCD testing equipment that satisfy a definite quality, confidence and testing speed, as LCD enterprises are recently expanding the production and facility investment in proportion to the sudden increase of LCD demand. So far, LCD inspection is however conducted by manual, or the confidence of existing testing equipment falls short of LCD enterprises's standard. It is therefore important to develop the testing equipment that determines the quality of product for produvtion of an excellent LCD.

Key Words : LCD surface defects

1. 서론

LCD 산업은 한국이 세계에 자랑할 만한 주요 산업 기술 가운데 하나다. 세계 LCD 시장을 선도하는 두 개의 업체를 갖고 있는 한국은 현재 경기 파주와충남 탕정에 대규모 LCD 단지를 건설 중으로 앞으로도 꾸준히 LCD 시장을 지배할 것으로 전망되고 있다. LCD의 수요가급격하게 증가하고 이에 맞춰 LCD 업체의 생산이 가속화 되고 설비 투자가 확대되고 있어 일정한 품질과 신뢰성 및 검사 속도를 만족하는 자동화된 LCD검사 장비의 중요성이 크게 부각되고 있다. 하지만 아직까지 LCD검사는 매뉴얼에 의존하여 검사가 이루어지거나, 기존 검사장비의 신뢰성이 LCD업체에서 요구하는 기준에 미치지못하는 실정이다. 그러기 때문에 우수한 품질의 LCD 제품 생산을 위해 생산되는 제품의 품질을 결정하는 검사장치의 개발이 중요한 과제로 부각 된다.

2. LCD 불량 종류

본 논문에서는 LCD Panel 검사 중 화질 검사에 해당하는 불량 중 가장 대표적인 불량인 High성 Defect, OFF성 Defect, Line Defect의 불량을 검출하기 위한 알고리즘을 제안하고자 한다.

3 LCD Defect 검사

3.1.1 밝기 해석에 의한 방법

모든 패턴에서는 그림 1과 같이 일정한 주기로 BM(Black Matrix)이 형성되어 있고, BM과 BM 사이에는 sub-pixel이 있다. 하나의 sub-pixel은 LCD 화면은 구성하는 요소이자 검출하고자 하는 결점을 포함하는 특징영역이라 할 수 있고, BM은 특징 추출과 무관한 배경(Background) 영역으로 볼 수 있다. BM이 sub-pixel보다 Gray level이 낮으므로 Projection 결과 값을 이용하여 sub-pixel과 BM을 분리 할 수 있다. BM과 분리된 sub-pixel의 밝기 값을 임의의 임계 치와 비교하여 Defect를 검출하였다. 본 논문에서

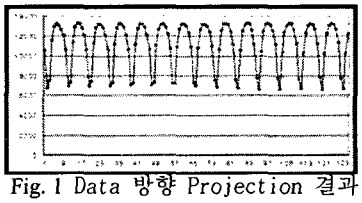

Fig. 1 Data 방향 Projection 결과

사용된 임계 값을 결정하기 위한 방법으로 다음 식 2-1과 같다. 표준 편차(σ)를 기준으로 임계 치를 부여하고 sub-pixel의 밝기 값이 임계 치를 벗어나는 경우 Defect로 판별한다.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i,j=0}^{N}(x_{ij}-m)^2}{N^2}}$$ 식 1-1

여기서 x_{ij}는 (i,j)의 픽셀 값이고, m은 검사하고자 하는Line의 평균 픽셀 값이다.

3.1.2 LCD의 주기성을 이용한 방법

본 논문에서는 LCD Panel의 고유한 특징인 주기성을 고려한 Mask를 이용한 검출 방법을 제안한다.
LCD Panel의 주기성을 이용하기 위해 주기를 예측해야 되는데 주기를 예측하는 방법으로 검사 전에 LCD 기판 샘플을 Camera로 측정하여 반복되는 패턴의 실제 길이를 측정하고 Camera의 해상도와의 상관 관계를 계산하여 입력 영상 내에 반복되는 주기를 예측한다. 주기를 예측/확정하기 위한 판별 기준으로 다음과 같은 방법이 있다.
평균 절대값 차(MAD : Mean Absolute Difference)
이것은 가장 많이 사용되고 있는 블록매칭 기준이다. 각각의 블록내의 Pixel 값이 서로 비교되고, 그것들의 차이 값을 합산한다. 이것을 식으로 표현하면 식 1-2과 같다.

$$\frac{1}{mn}\sum_{p=0}^{m}\sum_{q=0}^{n}|A[p,q]-B[p,q]| \qquad \text{식 1-2}$$

MAD의 값이 작을수록 매칭 결과는 더 좋은 것이다.
평균 제곱 차(MSD : Mean Square Difference)
평균 제곱 차 방식은 픽셀간의 차이를 합산하기 전에 제곱하는 것을 빼고는 평균 절대 값 차 방식과 수식적인 측면에서 거의 유사하다.

$$\frac{1}{mn}\sum_{p=0}^{m}\sum_{q=0}^{n}(A[p,q]-B[p,q])^2 \qquad \text{식1-3}$$

평균 제곱 차는 일반적으로 평균제곱오차로 불린다. 그리고 이 값이 작으면 작을수록 블록간의 유사도가 높다고 판단한다. 이 판별 기준은 MAD와 비교했을 때 거의 차이는 없지만 MAD보다는 다소 나은 매칭 결과를 얻을 수 있다.

$$C_{(x,y)} = Df_{(x,y)} + (M_1 f_{(x+1,y)} + M_2 f_{(x+2,y)} + M_1 f_{(x-1,y)} + M_2 f_{(x-2,y)} + M_1 f_{(x,y+1)} + M_2 f_{(x,y+2)} + M_1 f_{(x,y-1)} + M_2 f_{(x,y-2)})$$

식 1-4

생성된 Cross-Mask를 이용하여 1차적으로 검출된 Defect에 적용하고, Convolution 결과 값을 이용하여 Defect와 Non-Defect를 구분하였다. 그림2 는 Defect를 포함하고 있는 이미지 이며 Defect가 포함된 Line을 Convolution한 결과 그래프이다. Defect가 있는 부분에서 결과 값이 증폭 되어 있다

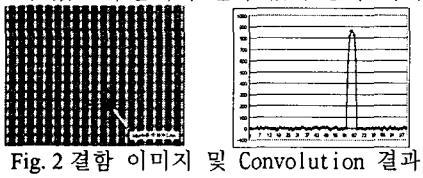
Fig. 2 결함 이미지 및 Convolution 결과

3.2 Line 계열의 Defect 검출 알고리즘

Line 계열의 Defect는 주위 Pixel보다 밝기 값이 현저히 높거나 낮은 값들의 Pixel들이 최소 10Pixel이상이 연속적으로 나타나는 경우를 말한다. Line Defect 검사는 윤곽선 검출을 이용하여 검사를 하였고, 대표적인 미분 연산자인 Prewitt 마스크를 응용하여 사용하였다.
ROI영역을 Data, Gate 방향으로 각각의 Projection을 한 후 각 결과 값에 Prewitt 마스크를 응용하여 미분 계산을 하고, 그 결과를 이용하여 Line Defect의 유무를 판별한다.

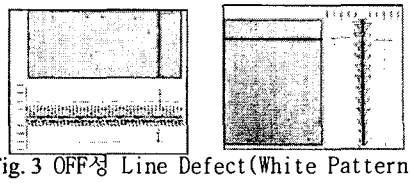
Fig. 3 OFF성 Line Defect(White Pattern)

4. 결론

본 논문에서는 LCD 제조공정 상에서 발생할 수 있는 결함을 검사하고 분류할 수 있는 LCD 표면 결함 검사 알고리즘을 제안하였다. 제안된 검사 알고리즘은 BM을 검출하여 Back ground와Active영역을 나누고 1차 검사로 일정 검사영역의 표준 편차(σ)를 기준으로 Defect를 검출하고, 일정 영역의 주기적으로 반복되는 패턴을 가지는 LCD 영상의 특성을 이용한 mask를 사용하여 검출된 결함 패턴에서의 노이즈를 제거하였다. Line Defect를 검사하기 위해서 Projection값의 미분 값을 이용하여 검출하였다. 또한, 검출된 결함 패턴에서 기하학적인 특징과 통계적 특징을 계산한 후 look-up table을 이용하여 여러 종류의 결함을 분류하였다. 최종적으로 본 논문에서 제안된 LCD 결함 검사 알고리즘을 이용하여 실험을 한 결과 91.5%의 결함 검출 율과 86.2%의 분류 율을 얻을 수 있었다.

후기

본 연구는 선문대학교 RRC 연구비지원으로 이루어졌으며, 이에 감사합니다

참고문헌

1."Line Defect Detection in Tft-Lcd Using Directional Filter Bank and Adaptive Multilevel Thresholding" Key Engineering Materials Vols. 270-273 (2004) pp. 233-238

2."Detection of Spot-Type Defects on Liquid Crystal Display Modules" Key Engineering Materials Vols. 270-273 (2004) pp. 808-813

3. 전유혁, 김규태, 김은수 "LCD 결함검사 알고리즘에 관한 연구

4. 김지홍 "인간의 시지각에 근거한 LCD의 밝기 분균일 결함의 검출