

LCD모듈의 측면검사 알고리즘의 개발

Development of Automatic Side-View Inspection Algorithm for LCD Modules

이재혁* (Lee Jae-Hyeok)

* 한국외국어대학교 전자정보공학부 교수, 공학박사

Abstract - In this paper, an automatic side-view inspection algorithm for LCD modules is proposed. Until now, most parts of inspection is performed by human inspectors, which means very high product costs. So inspection automation is the very hot issue in the LCD industries. However, it is not easy problem to replace the human by computer vision system. In the many inspections which are based on the human eyes, side-view inspection is most hard problem to solve. In this paper, an image morphing algorithm is developed, which will help to enable the automation of the side-view inspection process.

Key Words : LCD모듈, 자동검사, 비전시스템, 시야각, 알고리즘

1. 장 서 론

LCD 산업은 국가 기간 산업으로 수출을 통하여 국가발전 에 지대한 공헌을 하고 있다. 하지만 최근 들어 일본, 대만, 중국 등에서 막대한 투자를 통하여 한국의 LCD산업을 추격 하여 오고 있다. 아직까진 생산기술이나 품질 면에서 국내 LCD산업이 우위에 있는 것으로 분석되고 있지만 지속적인 경쟁력 우위를 확보하기 위해선 LCD 생산 공정의 여러 분야 에서 개선을 지속적으로 이루어야 한다. 즉 생산 공정에서는 생산단가를 낮추고 새로운 기술로 품질을 개선해야 한다. 하지만 후공정 분야에선 품질검사의 100% 자동화가 이루어져 야 한다. 간단한 픽셀이나 라인 수준의 품질 검사는 현재도 자동화되어 있으나 마치 과거 텔레비전 브라운관 검사를 하 기 위해 등근 원, 막대 바 등 복잡한 테스트 패턴에 대해 검 사를 한 것처럼 현재 LCD에 대해서도 수많은 검사자에 의해 육안으로 복잡한 패턴에 대한 검사가 수행되고 있다.[1] 이와 같이 사람의 눈으로 처리하는 방법은 여러 가지 문제점을 가 지고 있는데 먼저 산업체해 문제이다. LCD 백라이트가 너무 밝아서 검사자의 눈에 지속적인 충격이 가해져서 결국 산업 체해로 연결 된다는 것이다. 다음으로는 품질검사가 오전과 오후가 다르고 오늘과 내일이 달라지는 비일관성이다. 이는 사람인 이상 당일의 신체 컨디션에 따라 검사 결과가 들쭉날 쭉해져서 제품의 품질이 일관적이지 않게 되는 문제가 있다. 또한 LCD 생산량이 많고 사람의 검사 속도는 느리므로 엄청 나게 많은 검사요원이 필요하게 되고 높은 인건비 비중으로 인해 결국 생산 단가를 높여 경쟁력을 약화시키는 문제가 있 다. 특히 중국 같은 저임금 국가와의 경쟁에서 크게 불리해 지는 요소이다. 마지막으로 최근 들어 LCD TV 등에서 점점 더 LCD 크기가 증가하게 되는데 크기가 증가할 수록 밝기가 증가하여 더 이상 사람의 눈으로 검사할 수 없게 된다. 따라

서 최근 LCD 업계는 공급 부족에 따른 생산라인 증설과 함 께 품질검사 자동화에 많은 관심을 갖게 되었다. 이와 같이 LCD 모듈 자동 검사기의 필요성이 급격히 증대됨에 따라 여 러 업체들이 자동화를 시도하고 있으나 아직 부분적인 기능 에 그치고 있다. 미국의 Photon dynamics, 일본의 Minato 등 이 검사기를 개발하고 있고, 국내에서는 LG 생산기술원, 삼 성 생산 기술 센터 등에서 자동 검사기를 개발하고 있으나 아직 초보 단계이다. LCD 모듈을 완전 자동으로 검사하기 위해서는 인간이 검사하는 방법을 대체할 수 있어야 하는데 이를 위해서는 정면 검사, 측면 시야각 검사, uniform 패턴 검사, nonuniform 패턴 검사[1], pixel 불량 검사, line 불량 검사, 얼룩 불량 검사[2] 등을 행할 수 있어야 한다. 그렇지만 현재 자동 검사기가 할 수 있는 영역은 패턴을 정면으로 검 사하는 방법이며, 불량항목으로는 pixel, line 불량을 잡을 수 있는 정도이다. 따라서 인간의 시각기능을 완전 대체하기 위 해서는 시야각에서 보이는 얼룩의 검사 자동화에 대한 연구 가 이루어져야 한다. 특히 시야각 검사는 얼룩 검사가 주요 검사 대상인데 정면 검사에서 나타나지 않는 얼룩이 측면에 서 보면 나타나는 경우도 있기 때문에 시야각 검사까지 이루 어져야 완전한 검사가 되었다고 볼 수 있는 중요한 검사 공 정 의 하나이다.

2. 장 검사시스템 하드웨어 구성

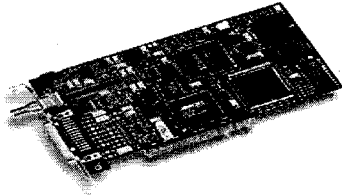
전체 검사시스템의 하드웨어 구성은 다음과 같다. 해상도 카메라를 프레임 그래버를 이용하여 PC와 연결하고 카메라 물 그림3과 같이 기계장치에 부착한다.

- (1) High-resolution Camera (칼라)
-총 픽셀 : 2048*1024 픽셀



<그림1> 카메라

(2) 이미지 그래버 : Matrox 사 제품

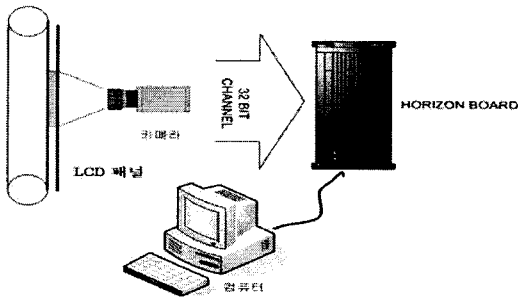


<그림2> 프레임 그래버

(3) 전체 시스템 구성 및 환경

CPU : Pentium IV 2.40GHz RAM : 512MB

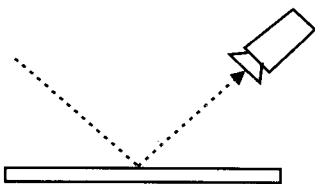
프로그램 개발 환경 : Microsoft Visual C++ 6.0,



<그림 3> 전체 검사 시스템 구성

3. 장 측면 시야각 검사

본 논문에서는 연구 대상으로 한 측면 시야각은 그림4와 같이 LCD 패널을 측면에서 비스듬히 보는 것을 말한다. 주로 각도는 45도를 사용한다.



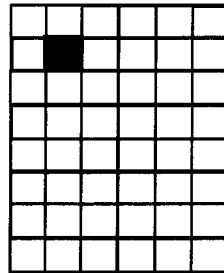
<그림 4> 시야각 검사

검사 패턴은 보통 2가지로 그림4와 같이 LCD 패널에 Black 패턴과 Gray 패턴을 띄운 후 정해진 각도의 시야각에서 영상을 취득하고 자동으로 불량률 검출한다.

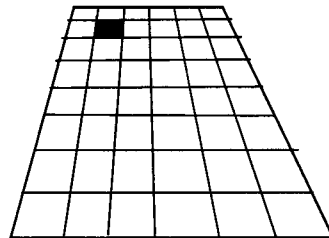
1) Black 패턴 : Black 패턴을 띄우고 45도의 시야각에서 영상을 취득하고 일정 Gray level 이상 밝기가 차이나는 얼룩을 검출한다. 또한 시야각에서 뭉으로써 찌그러지는 기하학적 왜곡을 보정하여 정확한 불량 위치를 출력한다.

2) Gray 패턴 : Gray 패턴을 띄우고 45도의 시야각에서 영상을 취득하고 일정 Gray level 이상 어둡거나 밝은 정도가 차이나는 얼룩을 검출한다. 또한 시야각에서 뭉으로써 찌그러지는 기하학적 왜곡을 보정하여 정확한 불량 위치를 출력한다.

이때 영상은 정면에서 보는 것과 달리 시야각 각도 및 LCD의 크기에 따라 그림5와 같이 기하학적으로 왜곡되게 된다.



<그림 5> 정면에서 본 패턴



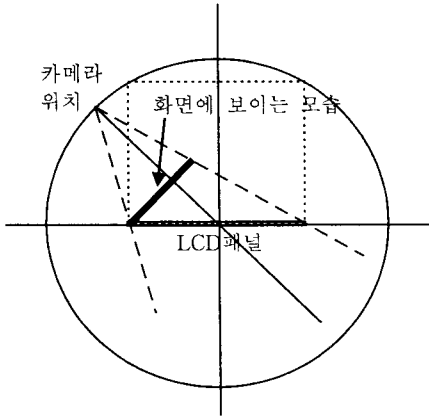
<그림 6> 측면 시야각에서 본 패턴

따라서 시야각 검사에서는 [2]에서 개발한 얼룩 검사 알고리즘을 적용하여 그림6과 같이 측면 시야각에서 얻은 왜곡된 영상에서 얼룩을 검출해 낸 후 다시 영상 변환을 통해 그림5와 같이 실제 위치에 대한 정보를 제공하여야 한다.

4. 장 측면 시야각 검사 알고리즘

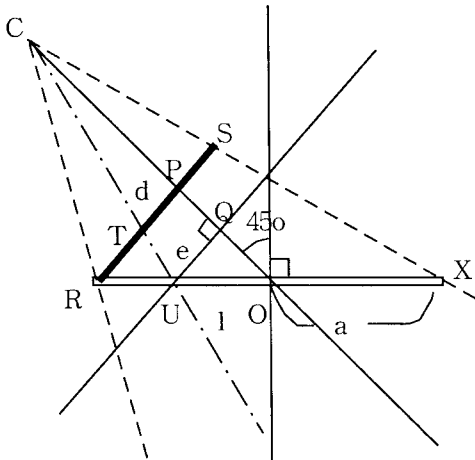
그림7은 길이가 2a 인 LCD 패널을 45도 각도에서 본 모습을 도식으로 나타내었다. 그림에서 보듯이 실제 2a

길이의 LCD가 화면에는 짧은 직선 모양으로 짧아진 모습으로 나타나게 된다.



<그림 7> 45도 각도에서 본 LCD패널

위 그림에서 화면에 나타난 점을 실제 LCD에서의 위치로 계산해 내어야 한다. 카메라는 원 위에 놓이게 되므로 점선의 정사각형(한변길이 2a)을 참조하면 반지름, 즉 카메라에서 LCD 중심까지의 거리는 $\sqrt{5a}$ 이다.



<그림 8> 그림7의 확대

그림8에서 화면상의 PT간의 거리 d를 가지고 실제 OU 간의 거리 l을 구하여야 한다. $\triangle CPT$ 와 $\triangle CQU$ 가 직각삼각형이므로 다음과 같은 식이 성립한다.

$$e : d = CQ : CP = (\sqrt{5a} - e) : (\sqrt{5a} - \frac{a}{\sqrt{2}})$$

정리하면

$$e = (\sqrt{5a} - \frac{a}{\sqrt{2}} + d)^{-1} \sqrt{5ad}$$

한편 $l = \sqrt{2}e$ 이므로

$$l = (\sqrt{5a} - \frac{a}{\sqrt{2}} + d)^{-1} \sqrt{10ad}$$

비슷한 방법으로 PS 사이의 점 d' 을 OX 사이의 점 l' 으로 매핑시키는 식을 구하면 다음과 같다.

$$l' = (\sqrt{5a} - \frac{a}{\sqrt{2}} - d')^{-1} \sqrt{10ad'}$$

5. 장 결론

현재 LCD 생산업체에서는 LCD 패널 검사를 위하여 대규모의 검사 인원을 투입하여 수동으로 검사를 수행하고 있다. 하지만 이는 결국 인건비 부담으로 경제적인 면에서 불리하게 되고 또한 육안으로 수행되는 검사는 결과가 일관성이 결여되며 매우 밝은 조명으로 인해 검사자의 눈이나 신체에 이상이 발생하여 많은 산업 재해가 유발되고 있다. 또한 LCD 크기가 점점 커지면서 사람의 눈에 의한 검사는 이제 한계에 이르렀다고 볼 수 있다. 따라서 고해상도의 카메라를 이용한 자동 검사 시스템의 필요성이 점점 더 중요하게 인식되고 있는 것이다. 본 논문에서는 여러 가지 자동화되지 못한 불량 패턴 검사 중에서 육안으로 수행하기 어려운 측면 시야각 얼룩 검사를 자동화하는 방안을 제시하였다. 다른 패턴과는 달리 얼룩 패턴의 경우 아주 희미한 영상으로 나타나므로 [2]에서 제시한 알고리즘으로 얼룩 영상을 뽑아내고 이를 다시 시야각을 정면 영상으로 변화하는 영상변환 과정을 거쳐 정확한 위치를 찾아내는 알고리즘을 제시하였다. 본 논문의 결과를 [1][2]의 결과와 결합하면 현재 육안으로 이루어지고 있는 복잡한 패턴에 대한 LCD 검사가 완전히 자동화 될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] 이재혁, "LCD모듈 품질의 자동검사 알고리즘의 개발", 2005년도 정보및제어학술대회논문집, 대한전기학회, 대한 전자공학회공동, pp.64-66, 2005년 10월.
- [2] 이재혁, "LCD모듈의 얼룩 검사에 대한 연구", 2006년도 정보및제어학술대회논문집, 대한전기학회, 대한 전자공학회공동, 2006년 10월.
- [3] 장동혁, "Visual C++을 이용한 디지털 영상처리의 구현", 1판, 2002년 8월.
- [4] 강동중, 하종은, "Visual C++을 이용한 디지털 영상처리", 1판, 2003년 4월.
- [5] Gonzalez & Woods, *Digital Image Processing* second edition 2001.
- [6] W. K. Pratt, *Digital Image Processing* second edition 1991.
- [7] D. H. Ballard and C. M Brown, *Computer Vision*, 1982.
- [8] L. G. Shapiro and G. C. Stockman, *Computer Vision*, 2001.