

LCD 모듈 품질의 자동검사 알고리즘의 개발

Automatic Inspection Algorithm for LCD Module

이재혁* (Lee Jae-Hyeok)

* 한국외국어대학교 전자정보공학부 부교수, 공학박사

Abstract - In this paper, some automatic inspection algorithms for LCD module are suggested. Human eyes are very good for the inspection in many industrial areas. However, very bright LCD back lighting may cause permanent damage to the human eyes. Also, the growing size of the LCD make it more difficult for the human inspectors. Therefore, using camera set, automatic inspection process becomes very essential for the future LCD industry.

Key Words : LCD 모듈, 자동검사, 영상처리, 자동화

1. 서론

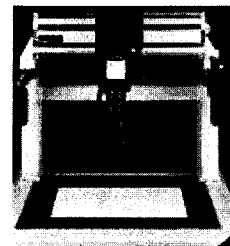
현재 한국을 대표하는 기술 분야라고 하면 누구나 핸드폰과 반도체, 디스플레이 분야라고 대답할 것이다. 이 중에서 디스플레이 분야에서 큰 비중을 차지하고 있는 것은 특히 LCD 분야이다. LCD는 디지털 TV나 노트북, 데스크탑용 모니터 등에서 강점을 가지고 있다. 하지만 최근에는 일본이나 대만 등에서 LCD 분야에 대한 투자를 강화하면서 한국을 따라잡기 위해 노력하고 있다. 그럴수록 국내 LCD 산업의 생산성 향상이 중요한 이슈가 되고 있다. 그중에서 LCD 모듈에 대한 자동 검사 분야의 개발이 시급하다. 지금까지는 LCD 후공정에 대해 사람이 일일이 육안으로 품질 검사를 하고 있지만 밝은 백라이트 조명으로 계속적으로 노출됨으로 인해 눈의 피로 및 산업 재해 발생이 문제가 된다. 게다가 최근에는 LCD제품의 대형화에 따라 기존에 인간의 눈을 이용한 외관 검사가 점차 어려워지고 있다. 기존 LCD 모니터에 비해 대형 LCD TV 제품을 검사하기 위해서는 두 배 이상의 시간이 걸리게 되고 밝기도 두 배 이상이 되어 인간의 시각으로 검사하는 방식이 점차 한계에 다다르고 있다. 따라서 카메라를 이용한 자동 검사의 필요성은 급격히 증가하고 있다.

LCD 모듈 자동 검사기의 필요성이 증대됨에 따라 여러 업체들이 자동화를 시도하고 있으나 아직 부분적인 기능에 그치고 있다. 미국의 Photon dynamics, 일본의 Minato 등이 검사기를 개발하고 있고, 국내에서는 LG 생산기술원, 삼성 생산 기술 센터 등에서 자동 검사기를 개발하고 있으나 아직 초보 단계이다. LCD 모듈을 완전 자동으로 검사하기 위해서는 인간이 검사하는 방법을 대체할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 정면 검사, 시야각 검사, UNIFORM 패턴 검사, NONUNIFORM 패턴 검사, Pixel 불량 검사, Line 불량 검사, 얼룩 불량 검사 등을 행할 수 있어야 한다. 그렇지만, 현재까

지 산업체에서 자동 검사기가 할 수 있는 영역은 UNIFORM 패턴을 정면으로 검사하는 방법뿐이며, 불량항목으로 Pixel, Line 불량을 잡을 수 있는 정도다. 따라서 인간의 시각기능을 완전 대체하기 위해서는 다양한 영상처리 알고리즘을 개발하는 등 보다 많은 연구가 이루어져야 한다.[1-3]

2. LCD 모듈 검사

LCD 모듈 제품을 최종적으로 검사하기 위해서는 각종 패턴을 제품 화면에 띄워 결함들을 검출하게 된다. 이들 패턴들은 크게 UNIFORM한 패턴과 NONUNIFORM한 패턴으로 나뉘며 UNIFORM 패턴으로는 백색, 회색, 흑색, 적색, 녹색, 청색 패턴 등이 있고 NONUNIFORM 패턴으로는 잔상, CROSS TALK, FLICKER, 계단 패턴 등이 있다. 현재의 자동 검사기들이 주로 검사하는 패턴들은 UNIFORM 패턴들이며 자동화가 어려운 NONUNIFORM 패턴들은 인간의 시각에 의존하고 있다. 향후 완전 자동 검사기를 구현하기 위해서는 NONUNIFORM 패턴들을 자동으로 검사할 수 있어야 한다. 그중에서 본 연구에서는 CROSS TALK, 계단 패턴에 대하여 보다 효율적으로 검사하고 판단하는 방법을 제안한다. 전체 하드웨어구성은 다음 그림과 같다.

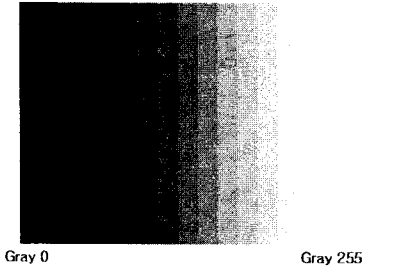


<그림 1> LCD 검사 장비 구성

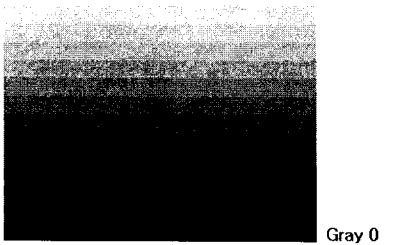
3. 검사 알고리즘 구현

3.1 수직패턴과 수평패턴

위와 같이 화면에 그레이 0부터 그레이 255까지 4씩의 명암 차를 가지는 패턴을 디스플레이 하여서 그 값이 모니터 상에서 왜곡 없이 디스플레이 되는지를 알아보는 검사 방법이다. 일반적으로 모듈 이상이 발생하면 그레이 영상이 점진적 을 증가하는 모습을 보여주지 않고 어느 한부분이 급격히 떨어지거나 올라가기도 하고 어떤 경우에는 변화를 보여주지 않기도 한다. 이러한 문제가 발생시에 이를 불량으로 판별이 가능하다.



<그림 2> 수직 계단 패턴



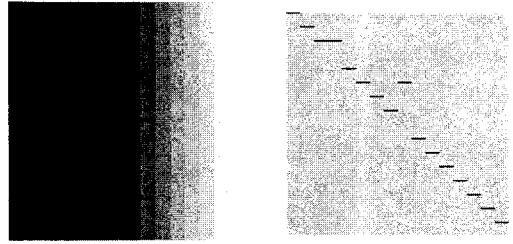
<그림 3> 수평 계단 패턴



<그림 4> 수직 수평 계단 패턴

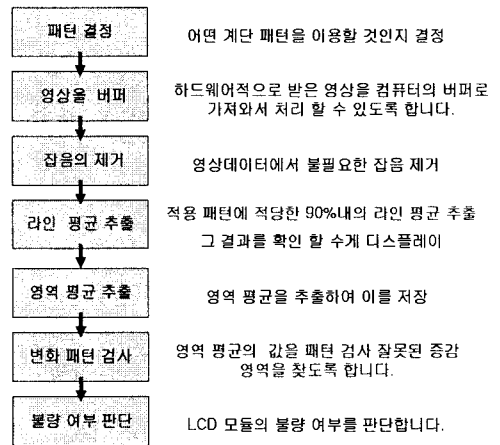
계단 패턴을 이용한 불량품 검출의 예들 보면 그림 5와 같다. 즉 정상 모듈의 경우에는 일정하게 증가하는 모습을 보여주지만, 비정상 모듈의 경우에는 일부분이 갑자기 증가하기

나 변화하지 않는 것을 볼 수 있다.



<그림 5> 계단 패턴 불량 분석 결과

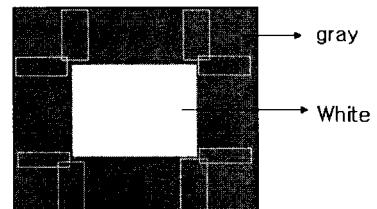
계단 패턴을 이용한 제안된 불량 검사 알고리즘은 다음과 같다.



<그림 6> 계단 패턴을 이용한 검사 과정

3.2 CROSS-TALK

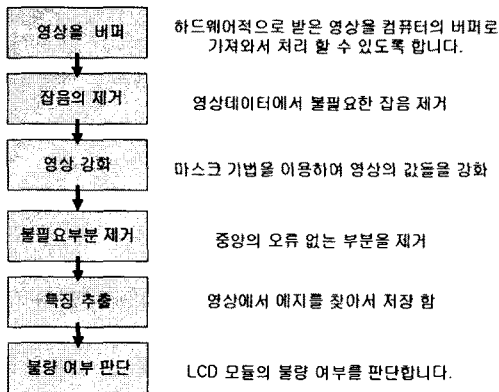
CROSS-TALK 불량은 그림5 와 같이 전체 중 일부 최대의 명도로 할 경우 그 영향을 받아 주변의 회색부의 일부분이 명도가 변하는 것을 말하며 주로 흰색부위의 코너점 주변에 발생하게 된다. 일반적으로 사람의 눈으로는 잘 인식되지 않을 정도의 약한 변화가 발생하므로 영상처리 기법을 적용하여 윤곽선 검출을 시행한다.



<그림 7> CROSS-TALK 검사 패턴

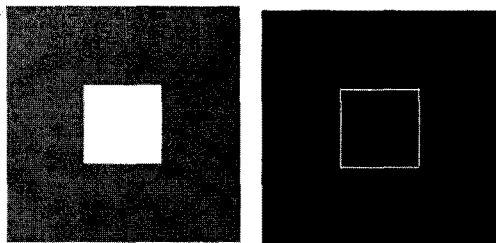
구현된 검사 알고리즘은 다음과 같다. 중앙의 흰색 사각형

을 기준으로 9등분의 구역으로 나누어 보면 모듈의 이상이 생기면 구역마다 조금씩 다른 값을 나타나게 된다. 이러한 점을 착안하여 밝기 1정도의 값의 변화에도 감지 가능한 영상 장치를 위해서 라플라시안 마스크를 이용하여 경계를 찾아내는 방식으로 불량률 찾도록 하였다. 첫 번째 영상을 강화하기 위하여 3*3의 3으로 모두 정의된 마스크를 이용하여 값을 좀더 키우고 에지를 찾아서 우리 알고자 하는 데이터가 있는 영역을 제외한 다른 영역의 값은 제거하여 잘못이 생기는 부분을 찾는 방식으로 불량 여부를 검사한다. 제안된 알고리즘을 도식으로 과정을 나타내면 다음과 같다.



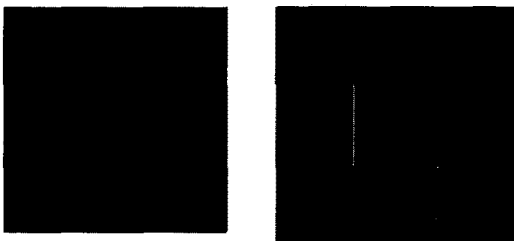
<그림 8> CROSS-TALK 검사 과정

눈에 잘 보이지 않는 명암도 1차이에 대해 알고리즘을 적용한 결과를 다음 그림에 나타내었다.



<명암도 1차이 영상>

<영상 강화>



<불필요 부분 제거>

<윤곽선 검출>

<그림 9> CROSS-TALK 검사 결과

4. 결론 및 향후 연구 과제

LCD 산업은 국가 기간 산업으로 경쟁력 유지가 매우 중요한 사업이다. 따라서 전 공정에 걸쳐 자동화가 필수적이라고 할 수 있지만 현재 후 공정의 대부분 검사가 사람의 눈을 통하여 이루어지고 있다. 따라서 카메라를 이용한 자동 검사 시스템 구현이 국가적 큰 이슈라고 할 수 있다. 본 논문에서는 LCD 모듈을 검사하는 방법 중에서 NONUNIFORM 패턴을 이용하여 모듈의 불량 여부를 확인하는 알고리즘에 대해 제안하였다. NONUNIFORM 패턴에는 여러 가지가 있을 수 있지만 계단형 패턴과 CROSS-TALK 패턴에 대해 알고리즘과 결과를 제시하였다. 계단형 패턴은 일정한 명도 변화 패턴을 가한 후 LCD 상으로 나타나는 패턴을 확인하는 방법이며 CROSS-TALK 패턴은 회색영상의 가운데 부위에 백색영상을 띄운 후 그 영향으로 주변부 회색 영상부위가 명도가 변하는 것을 찾아내는 방법이다. 제안된 방식에 의해 두 가지 검사 방법의 가능성을 확인하였다.

본 논문의 추후 연구 과제로 LCD 화면에 지문 자국과 같은 얼룩이 생기는 에러에 대해 계속 연구 중이다. 얼룩의 크기나 위치가 일정하지 않으며 명도 변화도 다양하게 일어나는 얼룩 에러에 대해 효과적으로 빠르게 검출하는 방법을 연구 중인데 이런 얼룩 에러를 처리하게 되면 NONUNIFORM 패턴 검사가 완성되게 된다. 그 외에도 여러 가지 인간의 검사 알고리즘을 모두 구현하여 완전한 LCD 자동 검사 시스템 구현을 목표로 하고 있다.

참고 문헌 (Reference)

- [1] 장동혁, "Visual C++을 이용한 디지털 영상처리의 구현", 1판, 2002년 8월.
- [2] Gonzalez & Woods, "Digital Image Processing" second edition 2001.
- [3] 강동중, 하종은, "Visual C++을 이용한 디지털 영상처리", 1판, 2003년 4월.
- [4] 인천대학교 비전 홈페이지 <http://vision.inchon.ac.kr>
- [5] 아주대학교 비전 홈페이지 <http://robot.ajou.ac.kr>
- [6] 경희대학교 컴퓨터 공학과 자료 <http://ssl.kyunghee.ac.kr>
- [7] 나노시스 홈페이지 비전 자료실 <http://nanosys.co.kr>
- [8] William A. Barrett Homepage <http://python.cs.bvu.edu>
- [9] University of Calgary Homepage <http://www.spsc.ucalgary.ca>
- [10] 경북대학교 전자공학과 홈페이지 <http://mir.knu.ac.kr>