

LCD모듈의 얼룩검사에 관한 연구

A Study on the Spot Inspection for LCD Modules.

이재혁(Jae-Hyeok Lee)*

* 한국의국어대학교 전자정보공학부 교수, 공학박사

Abstract - This paper suggests an automatic spot-inspection algorithm for LCD modules. Usually, LCD module testing is classified by two categories. One is for uniform pattern testing and the other is Non-uniform testing. The uniform pattern testing is well defined and also fully automated in the factory. However non-uniform pattern testing is not defined well yet, so non-uniform testing is conducted by human operators. In this paper a spot-pattern, which is one of non-uniform pattern, inspection algorithms are proposed. The performance of the proposed algorithm is tested by extensive simulations using artificial spot-patterns and real ones in the LCD modules.

Key Words : LCD모듈, 자동검사, 얼룩검사, 비전시스템, 검사알고리즘

1. 장 서 론

국가 기간산업으로서의 LCD 산업은 과감한 투자와 지속적인 기술 개발로 국제적으로 비교 우위에 있는 몇 개 안되는 경쟁력이 확보된 주요 산업이다. 주로 수출을 통하여 해외에서 외화를 벌어들임으로 해서 국가적인 부를 이룩하는데 지대한 공헌을 해온 효자 사업이다. 하지만 최근 들어 막대한 자금력을 바탕으로 중국, 일본 등에서 대규모 투자가 이루어지고 있으며 튼튼한 기술력을 바탕으로 대만에서 급격히 추격하고 있는 양상이다. 국내 LCD산업이 아직까지는 우위에 있는 것으로 분석되고 있지만 기술 개발 뿐만 아니라 원가절감을 통한 지속적인 경쟁력 강화만이 현재의 주도적 위치를 유지할 수 있을 것이다. 이를 위해선 생산 공정에서의 경비절감도 중요하지만 현재 수 많은 검사인원으로 이루어지고 있는 LCD 모듈에 대한 자동화가 시급한 상황이다[1]. 현재 가장 기본적인 품질 검사는 컴퓨터에 의해 자동으로 수행되고 있지만 다양한 패턴에 대한 검사는 지금도 육안으로 수행되고 있다. 이처럼 사람의 육안에 의해 품질검사가 이루어지는 방식은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다. 먼저 경제적인 문제이다. 대량생산 기술로 인해 LCD 생산량이 많지만 육안으로 수행하는 사람의 검사 속도는 느리므로 지금 현장에는 엄청나게 많은 검사요원이 투입되어 3교대로 근무하고 있다. 이는 결국 인건비 비율을 증가시켜 생산 단가를 높이게 되어 경쟁력을 약화시키는 문제가 있다. 특히 중국 같은 저임금 국가와의 경쟁에서 크게 불리해지는 요소이다. 다음으로는 일관성에 대한 문제이다. 검사자가 사람이기 때문에 그날의 컨디션에 따라 검사 결과가 차이가 있으며 불량품을 검출해 내기 못하는 위험성도 항상 존재하게 된다. 다음으로는 산업 재해 문제이다. LCD 백라이트가 매우 밝아서 장시간 지속적으로 눈이 노출되는 경우 검사자의 몸에 이상이 생길 수도 있다. 이 경우 소송 등으로 비용이 들 뿐만 아

니라 작업기피 현상까지 발생할 수 있다. 마지막으로 육안으로 불가능한 검사가 발생한다. 최근 들어 LCD TV 등에서 점점 더 LCD 크기가 증가하였는데 사람의 눈으로 검사할 수 있는 크기의 한계가 있으므로 어느 이상의 크기에 대해선 검사가 불가능해지게 된다. 따라서 컴퓨터와 카메라를 이용한 자동 검사 시스템 구축은 필수적인 경향으로 판단된다. 본 논문에서는 자동화되지 못하고 사람의 눈으로 행하여지는 다양한 테스트 중에서 얼룩에 대한 검사를, 카메라를 이용하여 자동으로 수행하는 검사 시스템 및 검사 알고리즘을 제안한다. 그 외 여러 가지 패턴에 대한 연구 결과는 [1]에서 찾을 수 있다. 본 논문에서는 여러 가지 영상처리 알고리즘[2-5]을 적용하여 얼룩을 검출하는 자동 검사 알고리즘을 구현하였고 실제 LCD 실험과 많은 시뮬레이션을 병행하여 LCD 생산 공장에서도 직접 적용 가능성을 확인하였다.

2. 장 검사시스템 하드웨어 구성

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

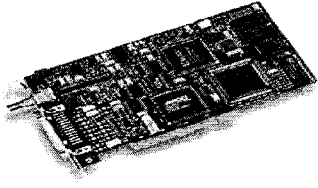
(1) High-resolution Camera

-총 픽셀 : 2048*1024 픽셀



<그림1> 고해상도 카메라

(2) 이미지 그래버 : Matrox 사 제품

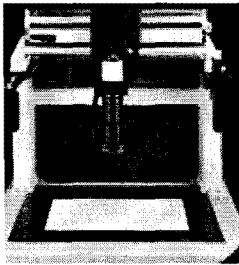


<그림2> 프레임 그래버

(3) 영상처리 컴퓨터 및 운용 소프트웨어

CPU : Pentium IV 2.4GHz RAM : 512MB
 프로그램 개발 환경 : Microsoft Visual C++ 6.0,
 IntelliCAM

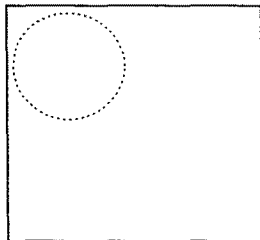
(4) 하드웨어 구성



<그림 3> 전체 검사 시스템 구성

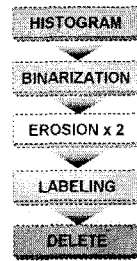
3. 장 얼룩 검사 알고리즘

LCD모듈에서 얼룩이 발생하게 되는 원인은 LCD 제조공정 중에 패널 사이에 이물질이 침투하는 경우나 액정 주입 공정에서 비균일한 주입 또는 액정 사이에 공기가 주입되는 경우 등이 있다. 어쨌든 사용자의 모니터에 마치 흰 종이에 회색 지문이 묻은 것 같은 패턴이 나타나는 불량이다. 사람의 눈으로 잘 보이지 않는 정도의 패턴이어도 얼룩의 크기나 빈도에 따라 그 등급을 나눌 수 있어야 한다. 그림4는 사람의 눈으로 잘 파악되지 않는 얼룩 패턴 예리이다. 점선으로 나타낸 부분에 얼룩이 발생하였다.



<그림 4> 실제 얼룩 패턴의 예

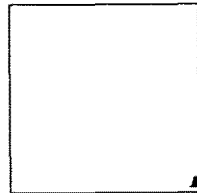
그림4에서와 같이 실제 얼룩 패턴은 육안으로 잘 구별이 되지 않을 정도로 희미하게 나타난다. 따라서 여러가지 영상 처리 알고리즘을 적용하여 영상의 특징이 잘 나타나도록 한 후에 추출된 특징을 중심으로 판단할 필요가 있다. 먼저 얼룩의 패턴에 대한 영향을 최소화하기 위하여 전체 이미지에 대한 히스토그램을 얻은 후 특정한 밝기 이하의 값에 대해 이진화를 수행한다. 이때 영상 획득 시 발생하는 잡음 때문에 실제 얼룩이 아닌 점들이 다량으로 발생하게 되므로 이 문제를 해결하기 위해 erosion 알고리즘과 labeling을 적용하여 어느 정도 이상의 크기에 대해서만 얼룩으로 인식하여 처리하였다. 이 과정을 그림5에 나타내었다.



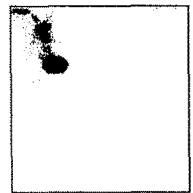
<그림5> 얼룩 추출을 위한 영상처리 절차

4. 장 실험 결과

그림4의 영상에 대한 이진화를 수행하기 위하여 히스토그램을 구한 결과 그림5와 같은 결과를 얻었다. 구해진 히스토그램을 기반으로 자동으로 이진화를 수행하도록 파라미터를 정하여 이진화를 수행한 결과가 그림6에 나타나 있다. 전체적으로 볼 때 실제 얼룩뿐만 아니라 잡음까지 포함되어 복잡한 형태의 영상을 보이고 있다. 구해진 영상을 기반으로 얼룩 불량에 대한 등급을 결정하기 힘들어 보인다. 따라서 불필요한 주변 영상들을 제거하기 위하여 erosion 알고리즘을 적용하였다. 그 결과가 그림7에 나타나 있다. 또한 좀 더 얼룩의 실체를 잘 구하기 위해 label을 수행하여 기준 이하 크기의 얼룩을 제거하였다.(그림8)

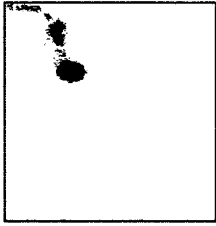


<그림5> 구해진 히스토그램

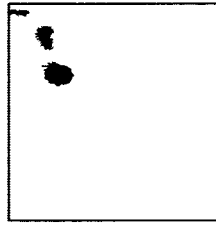


<그림 6> 이진화 영상

참고 문헌



<그림7> erosion 수행후



<그림8> label 처리후

그림8은 실제 LCD 모니터의 얼룩을 대상으로 구현된 알고리즘을 실행한 결과이다. 눈으로 구별이 힘들 정도의 희미한 얼룩이지만 히스토그램과 이진화 과정을 거쳐 얼룩의 영상을 정확하게 검출해 내었다. 추후 얻어진 얼룩의 중심 및 크기에 대한 정보를 바탕으로 얼룩 불량에 대한 등급을 결정할 수 있게 되었다.

5. 장 결론

LCD 산업은 국가의 핵심 기간산업의 하나이다. 계속되는 후발국들의 추격을 극복하기 위해선 품질 향상과 함께 경제성을 확보하는 생산성 향상 또한 중요한 이슈이다. 이를 위해선 현재 매우 많은 검사인원을 필요로 하는 LCD 모듈 검사 공정을 자동화 할 필요가 있다. 본 논문에서는 여러 가지 자동화되지 못한 불량 패턴 검사 중에서 육안으로 수행하기 어려운 얼룩 검사를 자동화하는 알고리즘을 제시하였다. 먼저 하드웨어적으로 고해상도의 2차원 카메라를 사용하여 LCD 화면의 영상을 획득하고 획득된 영상을 컴퓨터로 전송한 후 다양한 검사 알고리즘을 구현하여 LCD 불량을 검출한다. 다른 패턴과는 달리 얼룩 패턴의 경우 아주 희미한 영상으로 나타나므로 히스토그램을 기반으로 이진 영상화 하여 영상을 강화한 후 잡음 등의 영향을 배제하도록 구현하였다. 제안된 알고리즘의 결과는 실제 LCD 얼룩 패턴 영상에 대해 실험을 수행하여 매우 좋은 결과를 얻었으며 얻어진 결과를 바탕으로 불량에 대한 등급을 체계화하는 작업이 가능하게 되었다. 지금까지는 한국이 LCD 산업에서 세계적인 경쟁력을 가지고 있으나 일본 뿐만 아니라 대만, 중국과 같은 후발 국가의 도전이 점점 더 거세지고 있는 것이 현실이다. 따라서 지속적인 경쟁력 우위를 잡기 위해서는 현재 가장 취약한 자동 검사 공정을 강화할 필요가 있으며 이를 위해선 본 연구 결과가 큰 의미가 있다고 생각된다.

추후로는 지금까지 수행된 검사가 모두 정면에서 본 영상에 대한 검사인데 LCD를 옆면에서 본 영상(시야각)에 대한 검사 등을 계속할 필요가 있다.

- [1] 이재혁, "LCD모듈 품질의 자동검사 알고리즘의 개발", 2005년도 정보및제어학술대회논문집, 대한전기학회 대한 전자공학회공동, pp.64-66, 2005년 10월.
- [2] Gonzalez & Woods, *Digital Image Processing* second edition 2001.
- [3] W. K. Pratt, *Digital Image Processing* second edition 1991.
- [4] D. H. Ballard and C. M Brown, *Computer Vision*, 1982.
- [5] L. G. Shapiro and G. C. Stockman, *Computer Vision*, 2001.
- [6] 강동중, 하중은, "Visual C++을 이용한 디지털 영상처리", 1판, 2003년 4월.
- [7] 장동혁, "Visual C++을 이용한 디지털 영상처리의 구현", 1판, 2002년 8월.
- [8] 김기만, *Image Segmentation*, 2000, 기술자료.