

TFT-LCD 자동 수선시스템에서 결함이 있는 셀을 자동으로 추출하는 방법

Defect Cell Extraction for TFT-LCD Auto-Repair System

조재수*, 하광성, 이진욱, 김동현, 전재웅
(Jae-Soo Cho, Gwang-Sung Ha, Jin-Wook Lee, Dong-Hyun Kim, and Edward Jeon)

Abstract : This paper proposes a defect cell extraction algorithm for TFT-LCD auto-repair system. Auto defect search algorithm and automatic defect cell extraction method are very important for TFT-LCD auto repair system. In the previous literature[1], we proposed an automatic visual inspection algorithm of TFT-LCD. Based on the inspected information(defect size and defect axis, if defect exists) by the automatic search algorithm, defect cells should be extracted from the input image for the auto repair system. For automatic extraction of defect cells, we used a novel block matching algorithm and a simple filtering process in order to find a given reference point in the LCD cell. The proposed defect cell extraction algorithm can be used in all kinds of TFT-LCD devices by changing a stored template which includes a given reference point. Various experimental results show the effectiveness of the proposed method.

Keywords : auto-repair system, TFT-LCD defect inspection, defect cell extraction

I. 서론

TFT-LCD 제조과정에 사용되는 자동 수선 시스템(auto-repair system)은 TFT-LCD 생산 공정 과정 중, 기 제작된 LCD 제품에 대하여 결함위치 및 크기 등을 자동으로 검색하여, 검색된 결함유형과 등록된 결함코드(defect code)분류 등의 데이터베이스 자료를 바탕으로 자동으로 결함코드를 판별하고, 수선처리(repair)를 하는 시스템을 말한다. 자동 수선 시스템의 첫 번째 단계인 결함 자동검색(defect auto-search) 단계는 카메라를 통해 얻은 규칙적인 LCD 영상 패턴 중에 결함위치를 판별하고, 오퍼레이터가 결함종류를 판별하기 쉽도록 화면상에 결함크기 및 결함위치를 표시해주는 기능이다. 이러한 자동검색 기능은 화면상에 보이는 LCD 영상을 바탕으로 이미지 상에서의 결함위치 및 크기를 정확히 판별하여야 한다.

LCD 결함을 자동으로 검사하는 영상처리 알고리즘은 지금까지 많이 연구가 되어왔으며, 이미 자동 수선시스템을 위해 이전 연구에서[1] TFT-LCD 자동 결함검출 알고리즘을 개발하였고, 실제 TFT-LCD 제조공정에 구현되어 활용되고 있다. 본 논문에서는 이전에 개발한 자동 결함검출 알고리즘을 통하여 검출된 결함을 포함하는 LCD 패턴을 정확하게 자동적으로 추출하는 영상처리 알고리즘을 제안하고자 한다. 이러한 결함을 포함하는 LCD 패턴을 자동적으로 추출하는 영상처리 알고리즘도 이전 연구[2]에서 제안한 바가

있지만, 이 방법은 특정한 LCD 디바이스에서만 사용가능한 알고리즘이라는 한계가 있었다.

수십여 종류의 LCD 디바이스에 공통적으로 적용할 수 있는 LCD 패턴 추출알고리즘이 필요하다. 그래서, 본 논문에서는 모든 LCD 디바이스에 적용할 수 있는 범용적인 결함패턴 추출 알고리즘을 제안한다.

2장에서는 TFT-LCD 결함검출 알고리즘[1]을 간단하게 정리하였고, 3장에서는 모든 LCD 디바이스에 적용가능한 범용적인 결함 패턴셀 추출방법을 자세하게 기술한다. 그리고 4장에서는 실제 여러 테스트 영상을 이용한 실험결과들을 제시하고, 끝으로 5장에서는 결론을 맺는다.

II. TFT-LCD 결함검출 방법

LCD 결함검출 방법은 이전연구[1]에서 자세하게 기술하였다. 일정한 패턴을 갖는 LCD 영상의 불량 검출을 위한 전체 알고리즘 순서도는 그림 1에 자세하게 나타내었다.

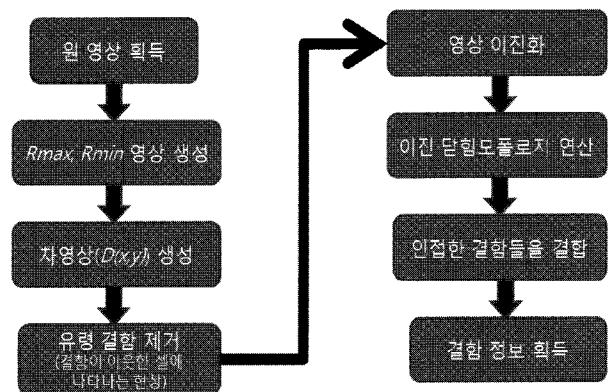


그림 1. LCD 결함검출을 위한 자동검색(auto-search) 알고리즘.
Fig. 1. Auto search algorithm for LCD defect.

* 책임저자(Corresponding Author)
논문접수 : 2008. 1. 31., 채택확정 : 2008. 2. 24.
조재수, 하광성 : 한국기술교육대학교 멀티미디어공학
(jaesoo27@kut.ac.kr/ssam83@kut.ac.kr)
이진욱 : 한국기술교육대학교 정보미디어대학원(shinjae@kut.ac.kr)
김동현, 전재웅 : (주)DE&T
(irehyun@i-det.com/jeonjw@i-det.com)
※ 본 논문은 (주)DE&T에서 지원하여 연구하였음.

영상의 에지부분에서 존재할 수 있는 샘플링에러 (sampling error) 보정을 위해 명암 형태학적 처리(gray-scale morphological processing)를 이용하여 아래 식과 같은 R_{max} 와 R_{min} 영상을 생성한다[3].

$$R_{max}(x,y) = R(x,y) + \rho \{ \max_{p,q} (R(x-p,y-q)) - R(x,y) \}$$

$$R_{min}(x,y) = R(x,y) - \rho \{ R(x,y) - \min_{p,q} (R(x-p,y-q)) \}$$

여기서 R_{max} 는 명암 형태학적 처리 중 팽창(dilation)연산을 통하여 생성되고, R_{min} 은 명암 형태학적 처리 중 침식연산을 통하여 생성된다. 그리고 $R(x,y)$ 는 기준영상을 의미한다. p와 q는 -1에서 +1 값을 갖는 정수값이고, ρ 는 에지보정파라미터(edge tolerance parameter)로 0.0에서 1.0 사이의 실수값을 갖는 변수이다.

위와 같이 생성된 R_{max} , R_{min} 이미지와 결합 검사이미지($I(x,y)$)를 이용하여 다음 식과 같은 차영상 $D(x,y)$ 를 계산한다.

$$\text{If } (I(x,y) < R_{min}(x,y)),$$

$$D(x,y) = R_{min}(x,y) - I(x,y)$$

$$\text{Else if } (I(x,y) > R_{max}(x,y)),$$

$$D(x,y) = I(x,y) - R_{max}(x,y)$$

$$\text{Else,}$$

$$D(x,y) = 0$$

기준영상과 검사영상이 흑백영상이면 $D(x,y)$ 도 흑백영상이고, 기준영상과 검사영상이 칼라영상이면 $D(x,y)$ 도 칼라영상이다. 이러한 $D(x,y)$ 영상에서 결함이 있는 부분은 비교적 큰 값을 가지게 되고, 결함이 없는 부분은 0에 가까운 값을 가지게 된다. 일반적으로 한 영상내에서 조명균일도 문제가 있을 수 있다. 하지만 본 논문에서 제안된 결합 검출 방법[1]은 기준영상과 검사영상이 인접한 LCD 셀이므로 기준영상과 검사영상과는 조명균일도 문제가 발생하지 않는다.

III. LCD 결합 패턴 추출 방법

자동 수선 시스템을 위해서는 결함이 있는 패턴 셀을 정확하게 추출하는 영상처리 알고리즘이 필요하다. 그림 2(a)의 LCD 샘플영상처럼 반복되는 패턴셀에서 결함이 있는 패턴셀을 정확하게 추출하는 것이 필요하다. 자동 수선 시스템에서 사용된 카메라는 고배율, 고해상도 카메라로 촬영되며, 그림 2(a) 영상은 5배율 영상이다. 모든 LCD 디바이스에 범용적으로 사용할 수 있는 결합패턴 추출 알고리즘을 위해 본 논문에서는 블록정합 알고리즘(BMA, Block Matching Algorithm)을 이용하여 LCD 패턴의 한 패턴을 추출할 수 있는 알고리즘을 개발하였다. 그림 2(b)는 블록정합법을 이용한 범용적인 LCD 패턴추출 알고리즘에 대한 전체적인 순서도를 보여주고 있다.

LCD 디바이스별로 새로운 특징점을 찾는 것이 아니라, 디바이스별로 다른 특징패턴(템플릿)을 이용하면, 블록정합 알고리즘을 활용하여 모든 디바이스에 범용적으로 적용할

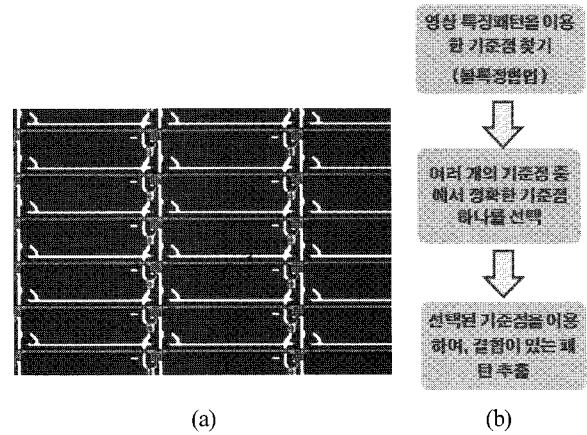


그림 2. (a) LCD 샘플영상, (b) 블록정합법을 이용한 LCD 결합 패턴 추출 알고리즘.

Fig. 2. (a) LCD sample image, (b) LCD defect pattern extraction algorithm using block matching algorithm.

수 있는 기준점을 찾을 수 있다. 모든 LCD 디바이스에 적용하기 위해서는 찾고자 하는 기준점을 포함한 템플릿 패턴을 디바이스별로 변경만 하면 임의의 아무 디바이스에 적용할 수 있는 범용적인 패턴추출 알고리즘이 될 수 있다.

1. 영상특징 패턴을 이용한 기준점 찾기

블록 정합 알고리즘(block matching algorithm)은 검사할 영상이 주어졌을 때 미리 등록된 LCD 디바이스의 특징 템플릿(template) 영상(검사할 영상 내에서 찾고자 하는 특징점을 포함한 블록패턴)을 이용하여 검사할 영상 내부에 있는 유사한 영상패턴을 찾아낼 수 있다. 블록정합 기준 함수 중에서 대표적인 블록정합 기준치 함수로는 MAD(Mean Absolute Difference), MSE(Mean Square Error) 등이 있다. 하지만 본 논문에서는 이러한 MAD와 MSE를 사용하지 않고 이진영상에 사용할 수 있는 강인한 외곽선 정합 기준치 (robust shape matching criterion, AND 연산)[4]를 사용하였다. MAD와 MSE 등은 그레이영상에 적용되는 비교 기준치이지만, AND 기준치를 적용하기 위해서는 먼저 모든 영상을 이진화하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 단순히 이진화가 아닌 참고문헌 [4]와 같이 입력영상의 에지부분만으로 이진화하였다. 그 이유는 참고문헌 [4]에서 자세하게 기술하였다. 블록정합 알고리즘을 사용하기 위해서는 먼저 찾아내고자 하는 기준점을 포함한 블록패턴(템플릿)을 선정하고, 이를 등록해야만 한다. 기준점 선정 기준은 한 셀 내에 단 하나만 존재하면서, 다른 영역과 확실히 구분되면 된다. 이러한 기준에 따라 선정된 기준점 패턴의 예를 그림 3에 나타내었다. 기준점 패턴 추출은 모든 디바이스에 대하여 오퍼레이터가 직접 마우스를 이용하여 1개씩만 추출하여 등록하면 된다.

그림 3에서와 같이 기준점을 포함하는 템플릿 영상은 LCD 셀의 컨택트 부를 포함하고 있으며, 이러한 컨택트 부는 한 셀에 단 한 개만 존재한다. 전반적으로 수평, 수직 성분이 강한 영상 내에서 곡선 성분을 갖고 있으므로 다른 영역과 뚜렷하게 구별되어 검출이 용이함을 알 수 있다.

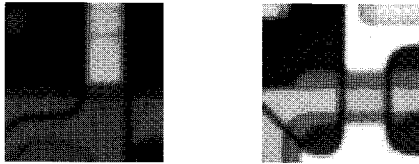


그림 3. 디바이스별 선정된 기준점 패턴 영상.
Fig. 3. Reference template images for different LCD devices.

표 1. 블록정합 정합기준.

Table 1. Block matching criterion.

| 등록 패턴 | 검색영상 (입력영상) | 정합기준 (AND) |
|-------|-------------|------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

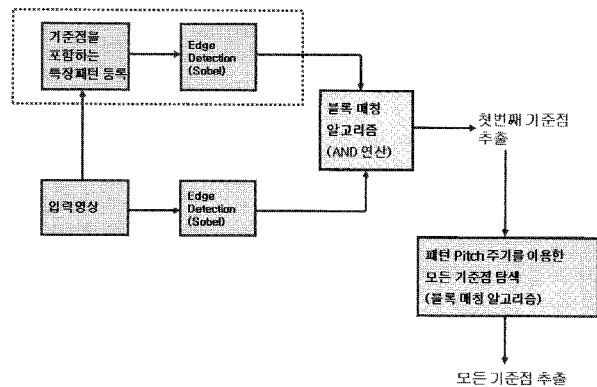


그림 4. 블록정합을 이용한 기준점 추출 과정 흐름도.
Fig. 4. Reference point extraction using BMA.

영상 잡음에 둔감하면서, 밝기 변화에도 둔감하며, 계산량이 적은 정합기준을 위해 영상의 에지(edge)를 추출한 후 에지요소들이 일치하는 화소의 수를 비교 기준치로 선정하게 된다. 영상의 에지(edge) 요소를 비교함으로써 밝기 변화에 둔감하며 에지 강도를 조절하여 잡음을 조절할 수 있고 경계로 추출된 영역들의 일치 여부만을 검사하므로 계산량도 비교적 적다고 할 수 있다. 블록정합에 사용된 정합기준은 표 1과 같은 AND 연산을 이용하였다[4]. 영상 내에서 블록 정합 알고리즘을 통해 기준점을 추출하는 전체 과정은 그림 4에 자세하게 나타내었다.

블록 정합 알고리즘의 수행 속도를 줄이기 위하여 기준점을 찾는 검색영역을 잘 관리함으로써 수행속도를 줄일 수 있다. 그림 5는 첫 번째 기준점의 후보를 추출하기 위한 검색영역을 잘 보여주고 있다. 첫 번째 기준점의 검색영역은 셀의 가로크기와 세로크기를 고려하여 양쪽으로 추가적으로 20화소 정도까지만 검색하면 첫 번째 기준점을 찾을 수 있다.

그림 5에서 박스 친 영역이 첫 번째 기준점 후보를 추출하기 위해 블록 정합 알고리즘을 수행하는 검색영역이다. 검색 영역 내에서 최고 높은 매칭율을 보이는 검색영역 좌

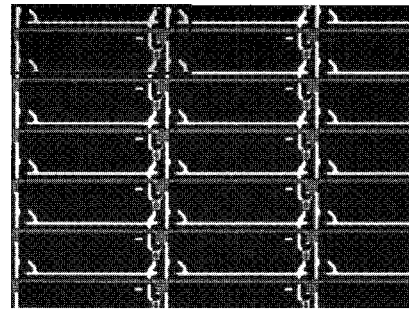


그림 5. 첫 번째 기준점의 후보를 추출하기 위한 검색 영역(셀 가로크기+20, 셀 세로크기+20).

Fig. 5. Search range for first reference point extraction (cell_x+20, cell_y+20).

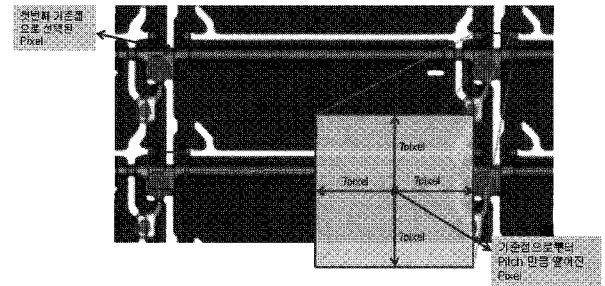


그림 6. 나머지 기준점을 찾기 위해 블록 정합을 수행할 검색 영역.

Fig. 6. Search range for other reference points.

표를 첫 번째 기준점 후보로 추출한다. 첫 번째 기준점을 찾은 후, 나머지 기준점은 LCD 패턴셀의 주기를 이용하여 그림 6과 같이 검색영역을 패턴셀의 주기만큼 옮겨가면서 작은 검색영역부분만 검색하면 모든 패턴셀의 기준점을 추출할 수 있고, 검색시간도 많이 줄일 수 있다.

첫 번째 기준점 후보를 찾은 후에는 패턴 주기(셀의 크기) 정보를 이용하여 블록 정합 검색 영역을 최소화 할 수 있다. 블록 정합 알고리즘은 많은 수행시간을 요구하는 작업이므로 그림 6과 같이 기준점이 존재할 것이라고 예상되는 화소의 주변 영역(15x15 또는 20x20, 그림에서 파란색 영역)만을 제한적으로 검색함으로써 수행시간을 최소화한다. 해당 영역에서 최고의 매칭율을 보이는 점들을 기준점 후보로 추출함으로써 영상 내의 모든 기준점 후보를 추출해내는 과정을 마친다.

2. 여러 기준점에서 한 개의 기준점 선택하기

그림 5와 같이 한 영상내에서 LCD 화소패턴이 많이 존재하기 때문에 앞 단계에서 추출된 각 화소패턴의 여러 기준점들 중 최종적으로 에러가 없는 한 개의 기준점을 선택하기 위해서 필터링과정이 필요하다. 이러한 필터링 과정을 통하여 결함이 있는 LCD 화소 패턴추출의 정확도를 더 높일 수 있다. 그림 7과 같이 추출된 많은 기준점들에서 가장 정확한 한 개의 기준점을 골라내는 검증 과정이 필요하다.

LCD 디바이스 패턴의 간격이 일정하다는 점과 패턴의 간격을 미리 알 수 있다는 점을 이용하여 가장 적합한 하

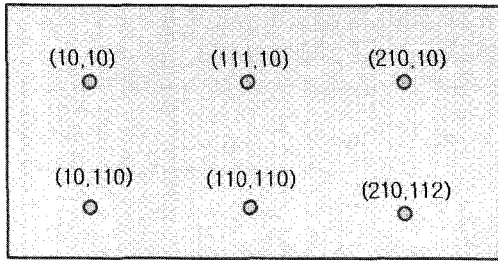


그림 7. 필터링과정을 설명하기 위한 예제(Pattern Cell width = 100, Pattern Cell Height= 100).

Fig. 7. Example of filtering process for an exact reference point extraction.

나의 기준점을 찾아내고 그 기준점을 이용해서 결합이 있는 패턴의 기준점 위치를 계산해내는 방식을 이용할 수 있다. 모든 기준점들에 대하여 자신과 다른 기준점과의 거리 차를 계산하여 그 거리 차가 패턴 간격의 배수와 일치하는 기준점의 갯수를 이용하여, 일치하는 개수가 가장 많은 기준점이 다른 기준점들에 비하여 그 정확도가 높다고 할 수 있다. 이 과정에서 선택된 한 개의 정확한 최종 기준점을 이용하여, 마지막 과정에서는 결합정보를 활용하여 결합이 포함된 LCD 패턴을 추출하게 된다.

그림 7에서 첫 번째 기준점(10,10)을 예로 들면, 첫 번째 기준점과 두 번째 기준점(111,10)의 x좌표의 차이가 101이고, Cell width(100)의 배수가 아니므로 카운트를 증가하지 않는다. 첫 번째 기준점과 세 번째 기준점(210,10)은 x좌표의 차가 200이므로 Cell Width(100)의 배수이고, y좌표의 차도 0이므로, Cell height(100)의 배수이므로 카운트를 증가한다. 동일한 방식으로 모든 기준점에 대하여 비교를 한 후 일치하는 수를 세어 가장 일치하는 수가 많은 기준점을 정확한 한 개의 기준점으로 선택하게 된다.

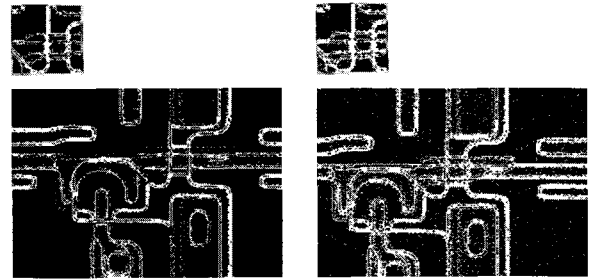
3. 선택된 기준점을 이용하여 결합이 있는 패턴 추출

가장 적합한 하나의 기준점을 선정하고 나면 자동 검색 과정(auto-search)에서 획득된 결합 정보를 이용하여 결합이 존재하는 셀의 기준점을 간단하게 계산할 수 있고, 이 기준점으로부터 알고 있는 패턴 셀의 크기만큼의 영역을 추출함으로써 결합이 존재하는 셀의 전체영역을 정확하게 추출할 수 있다.

IV. 컴퓨터 시뮬레이션

2장과 3장에서 제안된 LCD 결합패턴 추출알고리즘의 성능을 검증하기 위해 다양한 실험을 수행하였다. 먼저 그림 8과 9는 에지검출을 위해 각각 Laplacian 에지검출기와 Sobel 에지검출기에 대한 실험 결과영상을 보여주고 있다. 실험결과에서와 같이 Sobel 연산자가 Laplacian 에지검출기 보다는 에지강도와 상관없이 노이즈가 적음을 알 수 있다.

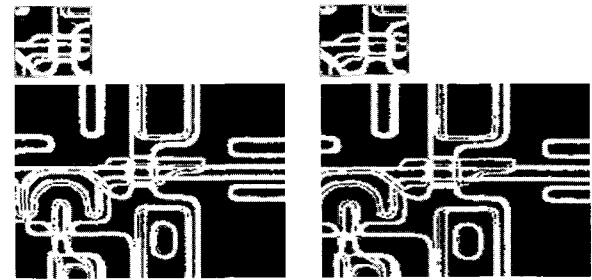
영상의 특징을 이용하여 한 화면에 보이는 LCD 한 패턴에 대한 기준점을 모두 찾은 후, 많은 기준점 중에서 좀 더 정확한 하나의 기준점을 최종적으로 선택하기 위한 필터링 과정이 필요한 이유를 그림 10에서 잘 보여주고 있다. 최종 기준점을 선택하기 위해서 필터링 과정을 거치는 이유는



(a) 에지강도 30으로 이진화 (b) 에지강도 50으로 이진화

그림 8. Laplacian 에지 검출기를 이용한 에지검출 결과(상: 등 록패턴, 하: 입력영상).

Fig. 8. Edge detection by Laplacian operator.



(a) 에지강도 50으로 이진화 (b) 에지강도 70으로 이진화

그림 9. Sobel 에지 검출기를 이용한 에지검출 결과.

Fig. 9. Edge detection by sobel operator.

표 2. Laplacian 에지검출기와 블록정합을 활용한 결합패턴 검출 실험결과.

Table 2. Experimental results for Laplacian edge detector.

| 에지강도 | 수행시간 (sec/image) | 평균 매칭율 | 검출 성공율 |
|------|------------------|--------|---------------|
| 30 | 1.28 | 0.26 | 27/58 (46.6%) |
| 50 | 0.99 | 0.29 | 32/58 (55.2%) |

| 영상1 | 영상2 | 영상3 | 영상4 |
|----------|----------|----------|----------|
| 24,76 | 19,80 | 15,86 | 25,74 |
| 24,246 | 19,250 | 15,256 | 25,244 |
| 23,415 | 19,420 | 15,426 | 25,414 |
| 23,585 | 19,589 | 15,595 | 25,584 |
| 23,755 | 19,759 | 15,765 | 25,754 |
| 23,925 | 19,929 | 15,935 | 25,923 |
| 533,76 | 528,80 | 524,86 | 534,75 |
| 533,246 | 528,250 | 524,256 | 534,244 |
| 533,416 | 528,420 | 524,426 | 534,414 |
| 533,586 | 528,590 | 524,596 | 534,584 |
| 533,756 | 529,760 | 524,766 | 534,754 |
| 533,926 | 528,930 | 524,936 | 534,924 |
| 1042,76 | 1038,80 | 1033,86 | 1043,74 |
| 1042,246 | 1038,250 | 1033,256 | 1043,244 |
| 1042,416 | 1037,420 | 1033,426 | 1043,414 |
| 1042,586 | 1037,590 | 1033,596 | 1043,584 |
| 1042,756 | 1038,760 | 1033,766 | 1043,754 |
| 1042,926 | 1038,930 | 1034,936 | 1043,924 |

그림 10. 테스트 영상에서 추출된 많은 기준점들.

Fig. 10. Many reference points extracted in test images.

표 3. Sobel 에지검출기와 블록정합을 활용한 결함패턴 검출 실험결과.

Table 3. Experimental results for Sobel edge detector.

| 에지 강도 | 수행시간 (sec/image) | 평균 매칭율 | 검출 성공율 |
|-------|------------------|--------|--------------|
| 30 | 1.54 | 0.79 | 58/58(100%) |
| 50 | 1.37 | 0.71 | 58/58(100%) |
| 70 | 1.31 | 0.62 | 58/58(100%) |
| 120 | 1.03 | 0.54 | 57/58(98.3%) |

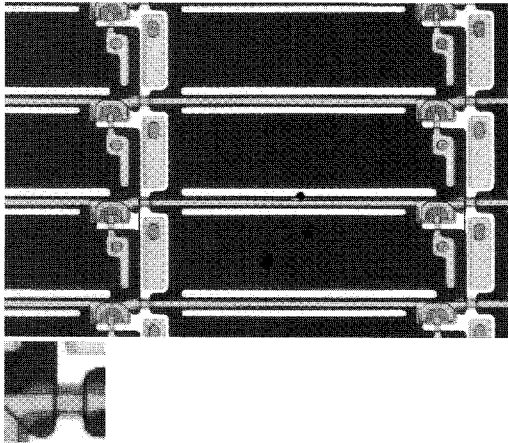


그림 10. Device 1의 기준점 등록패턴(좌)과 결함 패턴 추출 결과영상(위).

Fig. 10. Template image for Device 1(left) and extraction result of defect cell(upper).

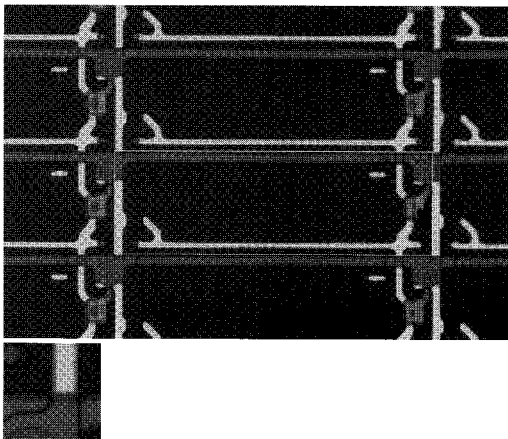


그림 11. Device 2의 기준점 등록패턴(좌)과 결함패턴 추출 후 영상(위).

Fig. 11. Template image for Device 2(left) and extraction result of defect cell(upper).

영상의 특징을 이용하여 찾은 기준점들 중 일부는 영상의 노이즈나 샘플링 에러 및 결함 등으로 인하여 기준점이 한, 두 화소씩이라도 잘못 선택되어질 수 있기 때문이다. 그림 10은 같은 LCD 디바이스에 대한 4개의 테스트 영상

에 대하여 기준점을 찾은 후 각 기준점들에 대한 좌표값들에 대한 리스트를 보여주고 있다.

제안된 방식으로 최종적인 실제 결함패턴을 추출한 결과는 표 2와 표 3에 정리하였다. 표 2와 표 3의 실험결과를 통하여 Sobel 에지검출기를 통한 결함패턴 검출이 Laplacian 에지검출기를 이용한 것보다 훨씬 좋은 성능을 보임을 알 수 있다. 그리고 Sobel 에지 검출기의 경우 이진화를 위한 에지강도 선택에 있어서도 크게 민감하지 않음을 알 수 있다. 그림 10과 11은 실제 패턴을 찾아내는 실험결과 영상들을 보여주고 있다. 다양한 실험결과들을 통하여 개발된 결함패턴 추출 알고리즘의 효용성을 충분히 검증하였다.

V. 결론 및 추후과제

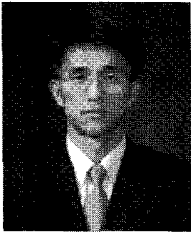
본 논문에서는 결함이 있는 LCD 패턴을 자동으로 수선하기 위한 자동 수선시스템에 반드시 필요한 결함 자동검색 알고리즘과 결함을 포함하고 있는 LCD 패턴 셀을 자동으로 추출하는 영상처리 알고리즘을 제안하였다. 제안된 결함패턴 셀 추출 알고리즘은 다양한 실험을 통하여 그 성능을 검증하였다. 실험결과 약 98% 이상의 추출 성공률을 보였으며, 추출시간은 영상 1장당 1초 정도 소요되었다. 하지만 추출시간은 검색영역과 매칭률을 이용하여 1초미만으로 충분히 줄일 수 있는 여지가 많이 있다.

결함검출 알고리즘은 형태학적 처리와 AB Compare 알고리즘[1,2]을 통하여 영상의 잡음, 조도불균일성 및 샘플링 에러에 강인한 알고리즘이다. 그리고 제안된 결함 패턴 추출 알고리즘은 영상내에서 블록 정합 알고리즘을 이용하여 하나의 기준점을 찾아내고 이 기준점으로부터 이미 알고 있는 패턴의 크기 정보를 이용하여 하나의 셀을 추출해내는 알고리즘으로 모든 LCD 디바이스에서 사용가능한 범용 알고리즘이다.

최종적인 자동 수선 시스템을 위해서는 추출된 결함셀을 자동으로 수선하기 위해 결함종류를 자동으로 판별하는 방법과 판별된 결함을 자동으로 처리할 수 있는 자동 수선방법 그리고 수선 방법을 저장하고 관리하는 방법 등에 대한 연구가 추가적으로 필요하다.

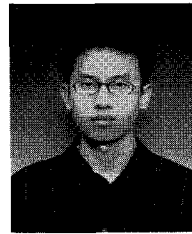
참고문헌

- [1] 조재수, 하광성, 이진욱, 홍석창, “영상 형태학적 처리를 이용한 TFT-LCD 불량검출에 관한 연구,” 제 20 회 신호처리합동학술대회, 경북대, 2007. 10.
- [2] 조재수, 하광성, 이진욱, 김동현, 전재웅, “TFT-LCD 결함 패턴 추출에 관한 연구,” 2007 정보제어 학술대회, 제천풍청, 2007. 10.
- [3] H. Onishi, etc, “A pattern defect inspection method by parallel grayscale image comparison without precise image alignment,” *IECON-PROCEEDINGS*, vol. 3, no. 2002.
- [4] J.-S. Cho and D.-J. Park, “Robust shape-matching criterion for precision tracking of moving objects in correlated image sequences,” *Electronics Letters*, vol. 40, no. 1, pp. 22-24, Jan. 2004.



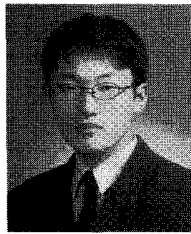
조 제 수

1993년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사). 1996년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공과(공학석사). 2001년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학(공학박사). 2001년 3월~2003년 7월 (주)삼성전자. 2003년 9월~현재 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 조교수. 관심분야는 Automatic Video Tracking, Visual Surveillance, Pattern Recognition, Machine Vision.



하 광 성

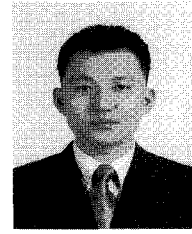
2002년 3월~현재 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 재학. 2008년 2월~현재 삼성소프트웨어멤버십 18기. 관심분야는 Problem Solving, Image Processing and Computer Vision.



이 진 옥

2008년 2월 한국 기술 교육대학교 멀티미디어 공학과(공학사). 2008년 3월~현재 한국 기술 교육대학교 정보미디어 공학과 공학석사 과정. 관심분야는 Intelligent Video System, Pattern Recognition, Automatic Video Tracking,

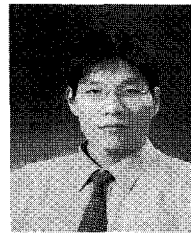
Image Processing.



김 동 현

1999년 2월 경성대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사). 2001년 2월 경성대학교 멀티미디어응용학과 졸업(공학석사). 2001년 1월~2005년 12월 (주)소프트디에스피 근무(연구소장). 2006년 4월~현재 (주)디이엔티 근무(과장). 관심분야는 시

스템 프로그래밍, S/W 개발방법론, 생체인식.



전 재 응

2005년 2월 선문대학교 제어계측학과(공학사). 2005년 2월~현재 (주)디이엔티 근무(주임). 관심분야 Digital Image Processing, 3D Vision Application, 무인 자동화시스템.