

論文99-36T-12-2

# EUT 오동작 판정 자동화를 위한 영상인식 알고리즘의 구현

## (Realization of the Image Recognition Algorithm for Automatic Decision of EUT Malfunction)

尹基邦\*, 李昌福\*\*, 柳在千\*\*\*, 金基斗\*\*\*

(Kee-Bang Yun, Jae-Chun Ryu, Chang-Bok Lee and Ki-Doo Kim)

### 요약

본 논문에서는 복사 전자기장 내성 시험 시스템 내에서 컴퓨터 비전을 이용한 EUT(Equipment Under Test) 오동작 판정 자동화를 위한 영상인식 알고리즘을 제안한다. 전자계측장비와 의료기기 등의 계수표시창의 수치변화나, PC 모니터 장비에서의 영상변화를 통해서 복사 전자기장 내에서의 EUT 오동작을 모니터링 및 분석한다. 즉, 비디오 카메라의 모니터상에 나타난 계수표시창의 수치를 인식하거나 기준영상과 챔버 내에 전자기장에서의 대상영상과를 비교함으로써 오동작 여부를 판정한다. 제안된 영상인식 알고리즘을 사용함으로써 EUT 오동작 판정 여부의 근거를 제시할 수 있으며, 내성검사에서의 오동작 판정의 번거로움을 방지할 수 있다.

### Abstract

We suggest the image recognition algorithm for automatic decision of EUT malfunction using computer vision in the radiant electromagnetic field. We monitor and analyze the EUT malfunction through the numerical value change of electro-measurement and medical instruments, or the image distortion of PC monitor. We could decide EUT malfunction by comparing the object image in the electromagnetic field with the reference image or by recognizing the numerical value change on the video camera monitor. We can show the evidence of EUT malfunction decision and reduce the possibility of malfunction in the tolerance test.

### 1. 서론

전자산업의 발달과 함께 각종 전기·전자기기가 고

성능·다기능화 함에 따라 우리의 생활이 편리해진 것은 사실이나 그만큼 전자기적 환경이 의미를 갖게 되고 그에 따른 문제점이 출현하고 있다. EMI란 통상적으로 전자파 신호가 전자기적 간섭에 의하여 훼손되는 것으로서, 이는 간섭을 일으키는 장비나 우리가 이용하는 장비 모두 전자파의 특성에 의한 것으로 오히려 자연스러운 현상이라고 볼 수 있다. 따라서 이러한 EMI 문제는 우리가 전자파를 이용한 기술을 사용하는 한 계속해서 갖게 되는 문제이며 해결해 나가야 할 과제이다. 따라서 전자기기마다 사용 목적과 사용되어지는 환경에 맞는 전자기기의 내성 테스트가 이루어져야 한다.

현재 전자기 내성 규제에 대한 국제 규격은 국제전기기술회(IEC)에서 제정하며, 복사 전자기장 내성

\* 正會員, 仁川專門大學 電子科

(Dept. of Electronics Engineering, Junior College of Incheon)

\*\* 正會員, 韓國標準科學研究院 時間周波數室

(Korea Research Institute of Standards and Science, Time and Frequency Lab.)

\*\*\* 正會員, 國民大學校 電子工學部

(Dept. of Electronics Engineering, Kook-Min Univ.)

接受日字:1999年8月30日, 수정완료일:1999年11月26日

규격은 IEC 1000 4 3이다<sup>[1]</sup>. 복사전자기장 내성시험 시스템은 이러한 규격에 맞추어 구축되어 있으며, 시스템 내에는 전자 장비의 오동작 여부를 모니터링하기 위한 밀폐된 전자기 내성 챔버(chamber)가 구축되어 있다. 이러한 챔버 내에 있는 전자기기의 오동작을 판정하는 방법으로는 비디오 카메라를 이용하는 방법과, 전자기기에서 나오는 아날로그와 디지털 신호를 일단 광신호로 변환하고 이를 외부에서 가지적인 전기적 신호로 역 변환하는 방법 등이 사용되고 있다<sup>[11]</sup>.

본 논문에서는 전자기기의 오동작을 모니터링하기 위하여 비디오 카메라 감시시스템 자동화를 연구하였다. VDT 장비와 같이 영상을 관찰할 수 있는 장비나, 디지털 계측기와 같이 계수표시창이 있는 전자기기들은 비디오 카메라 감시시스템에 의해 내성 테스트가 이루어진다.

기존의 비디오 카메라 감시시스템은 사람이 계속해서 모니터링하면서 전자기기의 오동작을 판정한다. 이러한 테스트는 사람이 계속 주시해야 하는 번거로움이 있고 눈의 피로에 의한 오판 가능성이 있으며 오동작 판정에 있어서도 오판의 결과를 초래할 수 있다. 또한 오판이 아니라도 VDT 장비와 같이 영상의 변화를 통해 판정이 이루어지는 장비들은 그 판정이 오판인지 아닌지를 나타낼 수 있는 근거가 없다. 따라서 비디오 카메라 감시시스템의 자동화가 필요하고 또한 판정에 있어서 판정의 근거를 보여줄 수 있는 연구가 필요하다.

비디오 카메라 감시시스템으로 내성 테스트를 받는 전자기기들은 7-세그먼트에 의한 숫자로써 전자기기의 정보를 나타내는 전자장치와 모니터와 같이 영상 정보를 나타내는 전자 장기로 구분할 수 있다. 숫자로 정보를 나타내는 전자기기들은 비디오 카메라로부터 받은 화면 내의 숫자열이 나타내는 값의 변화를 인식하여, 그 크기가 설정한 범위를 벗어나는지를 판정하여 이루어진다. 7-세그먼트 값을 인식하는 방법으로서 인식 속도를 빠르게 하기 위해 영역을 분할하여 그 분할된 영역 내에서의 선분의 유무를 검색하여 숫자 값을 인식한다. 모니터와 같은 전자기기들의 테스트에서는 우선 기준영상을 설정하고, 설정된 기준영상과 테스트 중에 비디오 카메라로부터 입력된 대상영상의 유사도를 비교하여 판단을 한다<sup>[6][7]</sup>. 유사도의 측정 방법으로는 Hue 성분에 의한 컬러 히스토그램을 이용하는 방법과 명암도에 의한 픽셀 단위의 비교 방법을 사용하여 영상의 국부적 특징과 전체적 특징을 모두 고려하는 방

법을 사용하였다<sup>[7]</sup>.

## II. 비디오 카메라를 이용한 감시 시스템

비디오 카메라를 이용하여 시각적 정보를 나타내기 위해 사용되는 EUT 감시 시스템은 그림 1과 같이 복사 전자기장 내성시험 시스템의 일부로서 비디오 카메라와 카메라 제어기 그리고 모니터링 컴퓨터로 구성되어 있다. 챔버 내부의 비디오 카메라로 시험 전자기기를 촬영하고, 카메라 제어기로는 카메라의 위치와 확대, 축소 기능을 원격으로 조정한다. 그리고 모니터링 컴퓨터를 통하여 비디오 카메라로부터 입력받은 영상을 분석하여 전자기기의 오동작 여부를 판정한다. 챔버 내에는 강한 전계가 가해지기 때문에 전자기 내성시험에 사용되는 카메라는 강한 전계에도 견딜 수 있도록 차폐가 가능해야 하고, 챔버 외부에서 카메라의 상태를 조정할 수 있어야 한다. 챔버 내부의 카메라 제어기 선은 전계의 누출을 방지하기 위해 광케이블을 사용한다<sup>[2]</sup>.

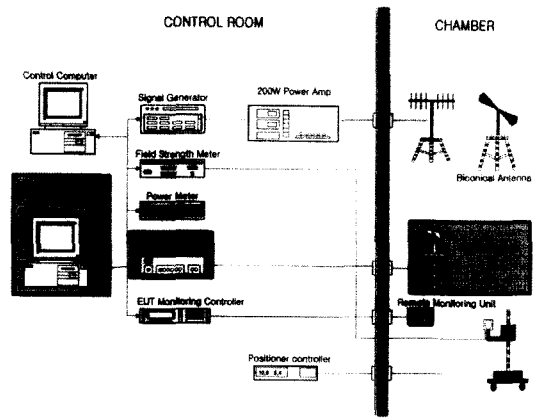


그림 1. 복사 전자기장 내성 시험 시스템

Fig. 1. Resistant test system in radiant electromagnetic field.

비디오 카메라 감시 시스템으로 내성 테스트를 하는 전자기기들은 7-세그먼트에 의한 숫자로써 정보를 나타내는 전자장치와 실제 영상 정보를 보여주는 전자기기로 분류할 수 있다. 7-세그먼트에 의하여 정보를 나타내는 전자기기들은 7-세그먼트에 표시되는 값으로 정보를 나타내므로 카메라 입력으로부터 들어온 영상에서 7-세그먼트의 수를 인식하고, 그 숫자가 나타내는 값을 검사하여 오동작 여부를 판단한다. 즉, 전자기장의 강도에 따른 숫자의 변화를 검사하는 방법이다. 그리고

영상정보를 나타내는 전자기기들은 정지영상에 대해서 챔버 내의 전자기장에 의한 영상의 변화가 나타났을 때 오동작이 발생하였다고 판단하게 된다.

1. 감시 시스템에서의 숫자 인식

7-세그먼트 표시창의 값으로써 정보를 나타내는 전자기기들의 오동작 여부는 표시하는 값의 변화를 검출함으로써 판정할 수 있다. 그림 2는 7-세그먼트의 인식을 위한 비디오 카메라 감시 시스템의 기능 블록도이다.

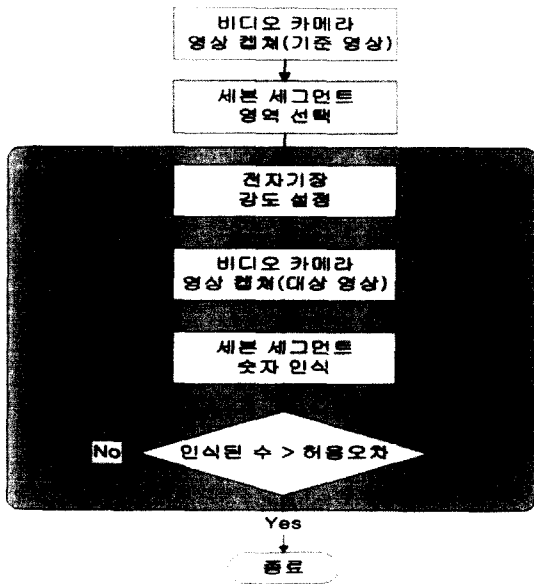


그림 2. 7-세그먼트 인식 비디오 카메라 감시 시스템의 기능 블록도

Fig 2. Block diagram of the video camera watch system using a 7-segment recognition.

전체 영상의 일부분에 위치한 7-세그먼트는 먼저 초기 상태에서 7-세그먼트 열이 위치한 영역을 선택한다. 선택된 영역에서의 숫자를 인식하여 오동작을 판정하게 된다. 비디오 카메라 영상으로부터 선택된 영역의 숫자는 전처리 과정을 거쳐 인식된다.

1) 전처리

비디오 카메라의 입력영상에서 필요로 하는 정보는 배경과 숫자부분으로 구분된다. 이러한 정보는 컬러영상으로부터 2진화가 필요하고 이를 위해 그레이영상으로의 변환과 영상내의 잡음을 제거함으로써 보다 나은 2진화영상을 얻어낼 수 있다. 변환된 그레이영상에는 불필요한 잡음이 섞여 있고 이러한 잡음을 제거하기 위하여 영상 평활화 기법 중 공간 영역적 방법에 속하

는 중위수 선택(Median Filtering)방법을 사용하였다<sup>[3][4]</sup>. 이 방법은 급격한 증감으로 나타나는 잡음 제거와 물체의 테두리에서 관측되는 명암도 변화의 보존에 매우 효과적이다<sup>[3]</sup>. 잡음이 제거된 그레이영상에서의 2진화는 간단히 히스토그램을 사용하여 배경 부분으로부터 7-세그먼트 선분을 분리한다.

2) 숫자 인식 영역의 크기 및 위치

선택된 7-세그먼트 열에서 개개의 7-세그먼트의 갯수와 7-세그먼트가 위치한 영역을 검색한다. 그림 3과 같이 위에서 아래로 y 값을 증가시키면서 수평투영했을 때 화소의 값이 처음으로 1이 나타나는 위치와, 아래에서 위로 y 값을 감소시키면서 수평투영했을 때 화소의 값이 처음으로 1이 나타나는 위치를 찾아내어 7-세그먼트의 높이를 구한다.

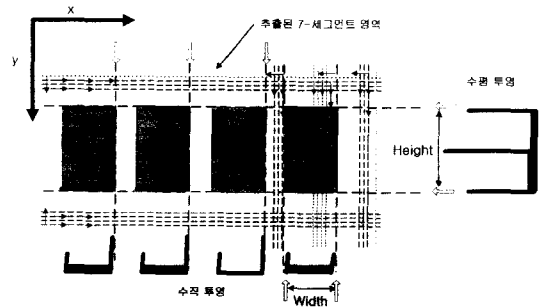


그림 3. 7-세그먼트 영역의 검색  
Fig. 3. Scan of 7-segment block.

그리고 오른쪽에서 왼쪽으로 x 값을 감소시키면서 수직투영했을 때 화소의 값이 처음으로 1이 나타나는 위치와, 계속해서 x 값을 감소시켜 다시 0이 나타나는 위치를 찾아내어 7-세그먼트의 너비를 구한다. 이렇게 얻어낸 7-세그먼트의 높이와 너비에 해당하는 사각형을 x 값을 변화시켜 가며 모든 7-세그먼트의 위치에 맞춰 줌으로써 7-세그먼트 열에서 각각의 숫자를 인식한다. 얻어낸 영역을 7-세그먼트에 맞추는 방법은 그림 4와 같이 오른쪽에서 왼쪽으로 x 값을 감소시키면서 수직 투영했을 때 화소의 값이 1이 나타나는 위치에 사각형 영역의 오른쪽 끝을 맞춰 주면 된다.

본 논문에서는 7-세그먼트 선들의 기하학적인 특징이 매우 단순하기 때문에 전체 영역을 여러 개의 영역으로 분할하여 위치에 따른 선분 유무를 판단함으로써 보다 빠르고 쉽게 구현할 수 있는 인식방법을 제안했다. 그림 4와 같이 7-세그먼트의 선을 분할하고 수평선

분을 그림 5와 같이 다시 3 개의 수평영역으로 분할하여 수평 투영 히스토그램을 구한 후 각각의 분할된 영역에 대한 선분의 유무를 판정하여 검출한다.

그리고 수직 선분은 그림 6과 같이 4개의 영역으로

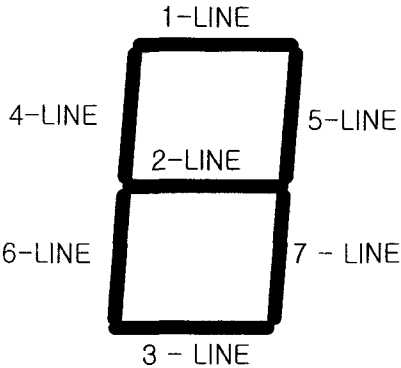


그림 4. 7-세그먼트 선 분할  
Fig. 4. Line division of 7-segment.

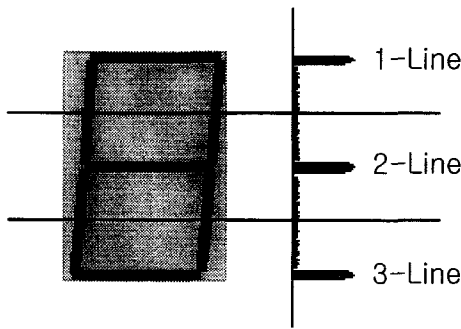


그림 5. 7-세그먼트의 수평 영역 분할에 의한 히스토그램  
그림  
Fig. 5. Histogram using horizontal division of 7-segment.

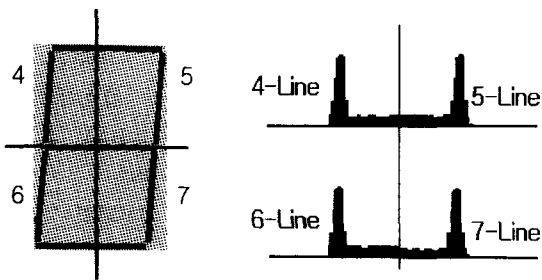


그림 6. 7-세그먼트 4개의 영역 분할에 의한 히스토그램  
Fig. 6. Histogram using horizontal and vertical division of 7-segment.

분할하고 수직 투영 히스토그램을 구한 후 각각의 분할된 영역에 대한 선분의 유무를 판정하여 검출한다.

### 2. 감시 시스템에서의 영상변화 검출

챔버 내의 전자기장의 세기에 따른 전자기장의 오동작 여부는 영상 변화의 검출을 통해서 이루어진다. 그림 7은 영상 변화 검출을 이용한 비디오 카메라 감시 시스템의 블럭도를 나타낸다.

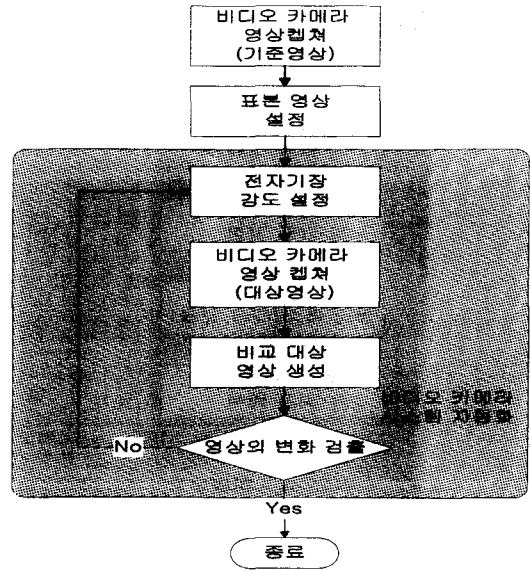


그림 7. 비디오 카메라 감시 시스템의 블럭도  
Fig 7. Block diagram of the camera test system.

영상 변화 검출은 기준 영상과 비디오 카메라로부터 연속적으로 입력되어지는 영상과의 유사도를 측정하여 그 크기에 따른 영상의 변화를 검출한다. 영상의 변화를 검출하기 위한 공간영역에서의 기법에는 두 영상 간의 같은 위치에 있는 픽셀 값의 차이를 이용하는 방법과 영상의 히스토그램 변화를 이용하는 방법이 있다.

본 논문에서는 영상의 국부적인 특징 변화와 전체적인 특징 변화를 모두 고려하는 방법을 제안하였다. 영상 변화의 검출 감도를 보다 높이기 위해 영상을 일정한 크기의 블록으로 나눈 뒤 기준영상과 대상영상의 같은 위치 블록간의 유사도를 비교하여 검출을 시도하였다. 블록내의 전체적인 특징과 국부적 특징을 모두 고려하는 방법으로서 각각 컬러 히스토그램 변화를 이용하는 방법과, 같은 위치에 있는 픽셀의 명암도 차이를 이용하는 방법으로 유사도를 구했다. 즉, 영상의 전체적인 특징 벡터로 영상의 컬러 정보를 이용하였고

국부적인 특징 벡터로 영상의 명암도를 이용하였다.

1) 기준영상의 설정

자기장을 전혀 주지 않았을 때의 변화가 없는 영상을 기준영상으로 한다. 그러나 챔버 내에 자기장을 만들지 않더라도 비디오 카메라로부터의 입력영상은 테스트 대상이 되는 전자기기의 특성이나 비디오 카메라의 특성에 의해 미소한 변화 값을 가지기 때문에 이를 고려해서 기준영상을 생성하여야 한다.

N개의 컬러영상  $f_0(x, y), f_1(x, y), f_2(x, y), \dots, f_{N-2}(x, y), f_{N-1}(x, y)$ 의 평균영상을  $avrf_N(x, y)$ 로 표기하고 식 (1)과 같이 정의한다.

$$avrf_N(x, y) = RGB(avrR_N(x, y), avrG_N(x, y), avrB_N(x, y)) \quad (1)$$

$$avrR_N(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} R_i(x, y)$$

$$avrG_N(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} G_i(x, y)$$

$$avrB_N(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} B_i(x, y)$$

2) 대상영상 생성

연속된 모든 비디오영상에서 영상변화를 검출하기 위해 변화를 측정하는 것은 많은 계산시간이 요구된다. 계산시간을 줄일 수 있는 방법은 비디오 데이터의 공간적 혹은 시간적 해상도를 줄이는 것이다.

본 논문에서는 공간축 상의 해상도와 시간축 상의 해상도를 함께 줄이는 방법을 제안하였다. 공간축 상의 해상도를 줄이기 위해 픽셀을 표본화하는 방법을 사용하였고, 시간축 상의 해상도를 줄이기 위해서는 비디오 영상의 군집을 형성하여, 그 영상 군집의 대표영상을 비교 대상영상으로 설정하는 방법을 사용하였다.

n 번째 영상이  $f_n(x, y)$ 라 할 때 짝수 열만을 표본화한 영상을  $f_{e_n}(x, y)$ 라 하고, 홀수 열만을 표본화한 영상을  $f_{o_n}(x, y)$ 라 정의하면,  $f_{e_n}(x, y)$ 와  $f_{o_n}(x, y)$ 는 각각 식 (2a) 및 식 (2b)와 같다.

$$f_{e_n}(x, y) = \begin{cases} f_n(x, y), & \text{y가 짝수일 때} \\ 0, & \text{그 외} \end{cases} \quad (2a)$$

$$f_{o_n}(x, y) = \begin{cases} f_n(x, y), & \text{y가 홀수일 때} \\ 0, & \text{그 외} \end{cases} \quad (2b)$$

또한 짝수 영상들의 대표영상을  $D_e(x, y)$ 라 하고, 군집영상에서 홀수 영상들의 대표영상을  $D_o(x, y)$ 라 정의

하면 각각 식(3a)와 식(3b)로 표현할 수 있다.

$$D_e(x, y) = \frac{1}{K} \sum_{n=0}^{K-1} f_{e_n}(x, y) \quad (3a)$$

$$D_o(x, y) = \frac{1}{K} \sum_{n=0}^{K-1} f_{o_n}(x, y) \quad (3b)$$

여기서, K는 군집 내의 영상의 개수이다. 식 (3)에서 짝수영상의 대표영상  $D_e(x, y)$ 을 구할 때에는 영상의 짝수 열에 해당하는 픽셀만을 표본화한 영상  $f_{e_n}(x, y)$ 을 이용하고, 홀수영상의 대표영상  $D_o(x, y)$ 을 구할 때에는 홀수 열에 해당하는 픽셀만을 표본화한 영상  $f_{o_n}(x, y)$ 을 이용하여 실제 공간 축 상의 해상도를 줄일 수 있다. 실제 비교 대상영상이 되는 군집영상의 대표영상  $D(x, y)$ 는 식 (4)와 같다.

$$D(x, y) = D_e(x, y) + D_o(x, y) \quad (4)$$

$D_e(x, y)$ 와  $D_o(x, y)$ 는 서로 독립적인 화소 정보를 가지게 되므로 두 영상을 더해줌으로써  $D(x, y)$ 의 영상을 얻어낼 수 있다.  $D(x, y)$  영상은 영상 변화 검출의 대상영상이 된다. 이러한 방법은  $D(x, y)$ 가 연속된 8개의 비디오영상의 대표영상이기 때문에 시간축 상의 해상도가 줄어들음을 알 수 있다.

3) 컬러 특징 벡터와 명암도 벡터 추출

본 논문에서는 검색의 효율을 높이기 위해 컬러정보를 이용하여 영상의 전체적인 특징 벡터로 하였고, 명암도 정보를 이용하여 국부적인 특징 벡터로 하였다. 어떤 컬러와 다른 컬러들과의 관계를 표현하는 컬러 공간은 서로 다른 영상처리 시스템에서 서로 다른 컬러 모델을 사용한다.

본 논문에서는 컬러 모델로 HSI 컬러 모델을 사용하였으며, 컬러 정보는 HSI 컬러 모델에서의 컬러 성분인 Hue 성분 값을 사용하였다. HSI 컬러 모델에서는 Hue 성분 값만으로 컬러 정보를 표현할 수 있기 때문에 히스토그램 사용시 이점이 있다. RGB 컬러에서 명암도는 식 (5)로부터 구한다.

$$\text{명암도} = 0.288R + 0.587G + 0.114B \quad (5a)$$

$$\text{명암도} = 0.333R + 0.333G + 0.333B \quad (5b)$$

식 (5a)는 명도에 대한 NTSC 표준에서 나온 것이며, 일반적인 응용에서는 식 (5b)가 사용된다<sup>[4]</sup>. 식 (5b)는 RGB로부터 HSI 컬러 공간으로의 변환시 HSI 컬러 공

간에서의 Intensity 값이다.

4) 영상의 유사도 비교

기준영상에서의 컬러 특징 벡터와 대상영상의 컬러 특징 벡터는 각각의 컬러 값이 나타내는 히스토그램을 사용하여 비교한다.

두 영상  $S(x, y)$ ,  $D(x, y)$ 에 대하여 Hue에 대한 히스토그램의 컬러 유사도( $S_H$ )의 계산은 식 (6)과 같다.

$$S_H(S, D) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^K |H_S(i) - H_D(i)|}{2 \times N \times M} \quad (6)$$

여기서,  $H_S(i)$ 와  $H_D(i)$ 는 각각 기준영상  $S(x, y)$ 와 대상영상  $D(x, y)$ 의 Hue 성분 히스토그램을 나타내고, M과 N는 각각 영상의 높이와 폭을 나타내며, K는 히스토그램에서 Hue 값의 분할 수를 나타낸다. 그리고 식 (7)은 두 영상  $S(x, y)$ ,  $D(x, y)$ 에 대한 픽셀의 명암도 정보의 유사도( $S_I$ )를 구하는 식이다.

$$S_I(S, D) = 1 - \frac{\sum_{y=0}^{M-1} \sum_{x=0}^{N-1} |I_S(x, y) - I_D(x, y)|}{256 \times M \times N} \quad (7)$$

여기서,  $I_S(x, y)$ 와  $I_D(x, y)$ 는 각각 기준영상  $S(x, y)$ 와 대상영상  $D(x, y)$ 의 명암도를 나타낸다. 전체 유사도( $S_T$ )의 결과는 식 (8)로 표현된다.

$$S_T(S, D) = \alpha \times S_H(S, D) + \beta \times S_I(S, D) \quad (8)$$

$0 \leq \alpha, \beta \leq 1, \quad \alpha + \beta = 1$

여기서,  $\alpha$ 와  $\beta$ 의 비율은 사용자의 요구에 따라 유연성 있게 설정할 수 있다. 반면 단순화된 영상 또는 그레이영상은 컬러정보가 무의미하기 때문에  $\alpha$ 를 0으로 두는 것이 검색효율을 높일 수 있다.

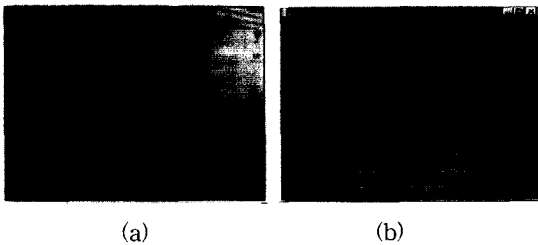


그림 8. 카메라영상과 영상의 Hue 히스토그램 (a) 카메라영상 (b) 카메라영상의 Hue 히스토그램  
Fig. 8. Camera image and hue histogram of image. (a) Camera Image. (b) Hue histogram of camera image.

그림 8(a)는 카메라영상이고 그림 8(b)는 카메라영상에 대한 Hue 히스토그램이다.

III. 실험 결과 및 고찰

본 시스템의 실험은 한국 표준과학 연구원 복사 전자기 내성 검사 시험장에서 이루어졌으며, 파워 서플라이와 컴퓨터 모니터를 대상으로 실험을 하였다. 영상의 크기는 320×240 크기로 capture(순간 포착) 되어진 동영상을 사용하였고, 윈도우 98 환경에서 Borland C++ Builder 3.0을 이용하여 구현하였다. 그림 9는 실험 시스템의 구성도이고, 표 1과 표 2는 각각 비디오 카메라 사양과 실험장치 사양이다.

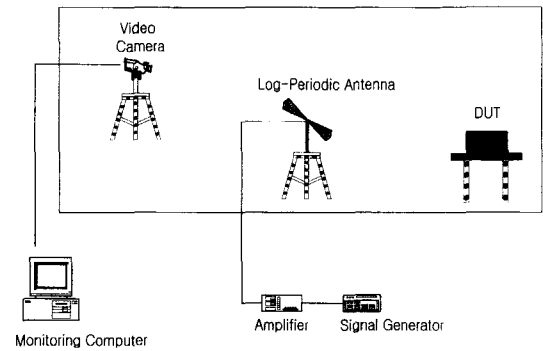


그림 9. 실험 시스템 구성도  
Fig. 9. Test system structure.

표 1. 비디오 카메라 시스템의 카메라 사양  
Table 1. Camera specification of video camera system.

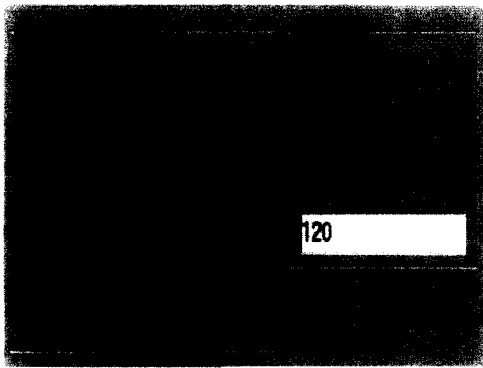
Focal length	10 - 100 mm
Aperture	1 : 1.4
Iris	f1.4 - 1200
Image format	8.8 × 6.6 mm
Minimum object distance	1.2 m
Fiber-optic cable	200 mm glass fiber
Image	single line transfer CCD with matrix filter
Active picture elements	768 (H) × 494 (V)
Resolution	450 (H) TV lines × 480 (V)
Power requirements	12 Vdc, 4.5 W
Weight	5.6 kg with pan/tilt unit

표 2. 실험 장치

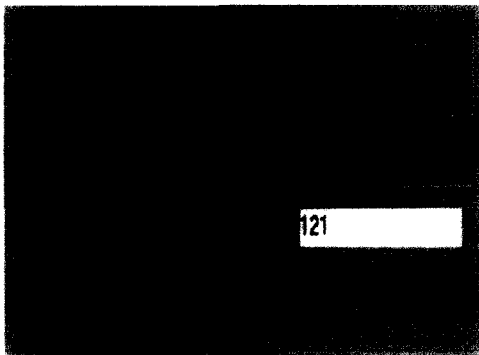
Table 2. Used instrument.

Amplifier	Amplifier Research 200W1000M7A
Log-Periodic antenna	AH Systems SAS-200/514
Signal generator	Phode & Schwartz SMY01
Video camera system	EMC Automation Video Camera System

그림 10(a)는 전자기장 영향을 받기 전의 변화가 없는 영상에서의 7-세그먼트를 인식한 영상이고, 그림 10(b)는 전자기장의 영향에 의해 변화가 검출되었을 때의 영상으로서 실험 결과 그림 10(a)의 숫자 120이 그림 10(b)와 같이 121로 나타나 오동작임을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 10. 숫자 인식을 이용한 오동작 판정 결과  
(a) 변화 검출 전의 숫자인식 영상  
(b) 변화 검출 후의 숫자인식 영상

Fig. 10. Malfunction decision result using number recognition.

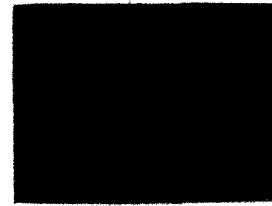
- (a) Number recognition image before change detection.
- (b) Number recognition image after change detection.

그림 11은 영상의 변화 검출에 의한 테스트 그림이다. 비교 블록의 크기는  $32 \times 24$ 로 설정하였고, 유사도 비교를 위한 식 (8)에서의  $\alpha$ 와  $\beta$ 는 각각  $\alpha = 5/14$ ,  $\beta = 9/14$ 로 하고 경계값은 0.8689로 하였다. 경계값의 설정은 전자기장 생성 전의 준비 과정에서의 유사도의 최소 값으로 하고,  $\alpha$ 와  $\beta$ 는 이러한 유사도의 변화 폭이 가장 크게 변화되었을 때의 값으로 하였다. 그림 11(a)는 실험에서의 기준영상이고 그림 11(b)는 변화되기 전의 영상이며 그림 11(c)는 변화된 후의 영상이다. 그림 11(c)에서 적색으로 나타난 부분이 변화가 검출된 블록이다.



(a)

(b)



(c)

그림 11. 영상변화 검출을 이용한 오동작 판정 결과  
(a) 기준영상 (b) 변화 검출 전의 대상영상  
(c) 변화 검출 후의 대상영상

Fig. 11. Malfunction decision result using image change detection.

- (a) Reference image.
- (b) Compared image before change detection
- (c) Compared image after change detection

## VI. 결 론

본 논문에서는 컴퓨터비전을 이용하여 전자기기의 계수표시창의 숫자를 인식하는 방법과, 기준영상과 챔버 내의 전자기장에서의 대상영상을 비교하는 방법으로서 EUT의 오동작 여부를 판정하도록 하였다. 계수표시창의 7-세그먼트 인식 방법은 기하학적인 선분의 특징을 이용한 것으로서 숫자인식을 빠르게 할 수 있고, 영상의 변화 검출에 의한 방법으로 영상 변화를 검출

하는데 수초의 시간이 소요되지만 본 시스템에서는 영향을 미치지 않았다.

컴퓨터비전을 이용한 EUT 오동작 판정 자동화 시스템을 구현함으로써 검사하는 동안 계속해서 사람이 모니터를 주시해야 하는 번거로움을 방지할 수 있고, 눈의 피로에 의한 오판 가능성을 배제할 수 있다. 그리고 내성 검사 후에 검사된 장비에 대한 판정이 오판인지의 여부를 판정할 수 있는 검사 결과의 근거를 제시할 수 있다. 추후의 연구에서는 보다 빠른 검사를 할 수 있도록 프로그램의 보완과 한정된 문자가 아닌 보다 다양한 문자에 대한 인식 방법을 적용해야하며, 다양한 기기들의 실험에 의한 기기마다의 검사 기준을 설정하고, 새로운 검사 방법을 제시해야한다.

참 고 문 헌

[1] 이주광, 이창복, 원성호, "TEC 1000-4-3 복사내성 시험 자동화," 한국 전자과학기술 종합 학술발표회 논문집, pp. 237-240, 1997. 11

[2] 정연춘, "복사전자기장에 대한 전자파내성 측정시스템", 한국전자과 기술학회지, Vol.5, No.2, pp.67-82, 1994. 10

[3] 김희승, 영상인식, 생능출판사, 1994

[4] R. Crane, A Simplified Approach to Image Processing, Prentice Hall, 1997.

[5] 최순만, 오일석, "한국 우편봉투 영상에서 우편번호 추출 및 인식을 위한 시스템", 한국정보과학회지, Vol. 2, No. 1, pp. 94-104, 1996. 3

[6] G. X. Ritter and J. N. Wilson, Computer Vision Algorithms in Image Algebra, CRC, 1996.

[7] 원치선, "내용기반 비디오 분할", 전자공학회지, pp. 61-68, 1998

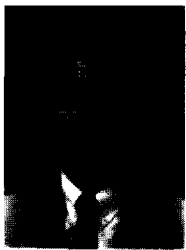
[8] I. Pitas, Digital Image Processing Algorithms, Prentice Hall, 1993.

[9] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley, 1992.

[10] E. Kasutani, K. Maeda, H. Miyamori and H. Tomimaga, "Video Scene Retrieval Method based on Extracting Significant Parameters in Compressed Video," PCS97 part 2, pp. 579-584, 1997.

[11] A. Roczniak, E. M. Petrju, and G. I. Costache, "3-D Electromagnetic Field Modeling Based On Near Field Measurements," IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, Brussels, Belgium, June 4-6, 1996.

저 자 소 개



尹 基 邦(正會員)  
 1976년 2월 숭실대학교 전자공학과 졸업 (공학사). 1981년 2월 숭실대학교 대학원 전자공학과 (공학석사) 1999년 2월 국민대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료 1981년 3월~현재: 인천전문대학 전자과 교수. 관심분야: 전자과 측정, 디지털 신호처리 등

李 昌 福(正會員) 第 32卷 B編 第 10號 參照  
 현재: 한국표준과학연구원 (KRISS)

柳 在 千(正會員)  
 1997년 2월 국민대학교 전자공학과 졸업 (공학사). 1999년 2월 국민대학교 대학원 전자공학과 (공학석사). 관심분야: 디지털 신호처리

金 基 斗(正會員) 第 33卷 B編 第 2號 參照  
 현재: 국민대학교 전자공학과 부교수