

論文2002-39TE-2-11

EUT의 영상변화에 의한 EMS 해석에 관한 연구

(A Study on the EMS Analysis of Image Variations for EUT)

尹基邦*, 李昌福**, 鄭倚釵***, 金基斗***

(Ki-Bang Yun, Chang-Bok Lee, Ki-Beom Jung, and Ki-Doo Kim)

요 약

본 논문에서는 EUT(Equipment Under Test)의 영상판정에 의한 내성시험을 실시간으로 할 수 있는 자동화 프로그램을 개발하고, 표준 PC 모니터와 전자파의 영향을 받은 모니터의 영상을 비교 분석하였다. 영상의 실시간 판정을 위해 영상 변화 검출을 적용한 알고리즘을 구현하여 전자파 내성 측정의 재현성을 기하였다. EUT 영상의 변화 검출로 PC 모니터와 그 외 장비들의 내성판정이 가능함을 제시하였고, 국제규격과 국내동향에 맞추어 전자파 내성(EMS: Electro-Magnetic Susceptibility, IEC 61000-4-3) 시험의 EUT 내성판정 기준을 위한 방법을 제안하였다.

Abstract

In this paper, we developed the real-time automation program for the immunity test according to the determination of the EUT image, and analyzed the image of standard PC monitor and the monitor image affected by the electromagnetic field. The image change detection algorithm was realized for the real-time determination of the malfunction, and we attempted to obtain the consistent results for the electromagnetic immunity measurement. We showed the possibility to determine the immunity of the PC monitor and other equipment by performing the image change detection of EUT, and the experimental results for the EUT immunity determination of EMS (Electro-Magnetic Susceptibility, IEC 61000-4-3) are also proposed in line with the international standard and domestic trends.

I. 서 론

전자기기가 발달하고 그에 따른 전자회로가 고집적화 됨으로서 외부의 전자파 잡음은 전자시스템의 정상적인 작동에 문제를 일으켜 많은 피해를 입히게 된다. 또한 대부분의 전자 장비는 어떤 식으로든 전자파 방출의 영향을 받는다. 이러한 방출은 휴대용 전파 송수신기, 고정된 라디오, 텔레비전 송신기 및 여러 가지 목적의 산업용 전파 발생원과 같은 소스에 의해 발생되므로 이에 대한 예방 및 방지를 위한 연구가 필요하다.

* 正會員, 市立 仁川專門大學 電子科

(Dept. of Electronics Engineering, Incheon City College)

** 正會員, 韓國標準科學研究員 情報通信標準센터

(Korea Research Institute of Standards and Science, Center for IT Standards)

*** 正會員, 國民大學校 電子工學科

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

接受日字:2002年4月19日, 수정완료일:2002年5月27日

전자파 측정에 우선 시험대상기가 정해지면 이에 대한 적용규격을 알아야 하고, 그 규격에 따른 측정방법과 시스템이 결정되어야 한다. 적용규격은 측정의 재현성과 표준화를 위해서 반드시 필요하다. CISPR(Comite Internationale Special des Perturbations Radioelectriques, 국제무선장해특별위원회), FCC(Federal Communications Commission, 미연방통신위원회), IEC(International Electrotechnical Commission, 국제전기기술위원회) 등의 국제기구에서 이러한 규격을 제정하여 규제를 실시하고 있다^[1-2].

기존의 EUT에 관한 전자파 방사내성 시험의 영상판정은 측정환경과 시험자의 판단에 따라 정해지기 때문에 측정의 재현성이 부족하고 판정결과를 정량적인 값으로 제시하지 못하고 있다. 따라서 본 논문에서는 EUT의 내성시험을 실시간으로 측정하기 위해 자동화 프로그램을 설계하여, RS(Radiated Susceptibility)시험에 관한 영상판정의 결과를 나타내도록 하였다. PC 모니터를 EUT로 선정하여 전자파의 영향을 받은 모니터의 영상을 분석하였다. 기준 모니터 영상과 전자파 영향을 받은 모니터 영상간의 표준편차와 영상변화 검출 알고리즘을 구현하여 전자파 내성 측정의 재현성을 기하고, EUT의 RS시험 결과에 대해 정량적인 성능평가 기준을 위한 방법을 제안하였다.

II. 전자파 내성 시험

전자파 내성시험은 출력 특성을 알고 있는 전자기 신호를 발생시켜 시험대상 기기에 가해주고 그 기기의 성능 저하나 오동작, 그리고 명시된 규격에 벗어나는 지를 관찰함으로써 평가할 수 있다. 전자파 내성시험을 위한 시설은 그림 1과 같다^[3].

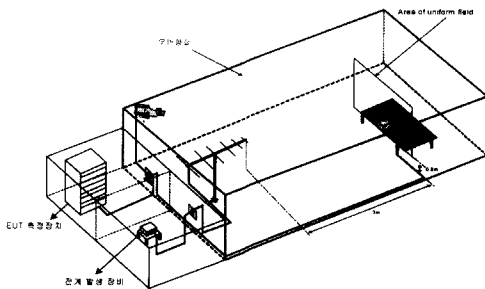


그림 1. 방사 내성시험 기준 시설
Fig. 1. Standard equipments for radiated susceptibility.

전자파 내성시험은 챔버 내에서 이루어진다. 챔버 내에 CCD 카메라를 설치하고 챔버 내의 상황을 모니터링함과 동시에 내성시험을 병행한다.

그림 1에서와 같이 기준면의 전계 세기(V/m)가 항상 일정하게 유지되도록 균일 전계(uniform field)를 설정한다(IEC 61000-4-3). 전자파를 송출하는 안테나는 double ridged horn 안테나(RGA-30)이고, 신호발생기는 HP-8657A를 사용한다. 산업환경 내에서의 일반 내성기준은 전자파 장애 검정규칙(고시 1996-79호)에 의해 80MHz~1GHz의 범위에서 기준면의 전계의 세기가 1V/m, 3V/m, 10V/m로 유지되어야 한다. EUT에 대한 내성시험은 상용규격에서 주로 진폭 변조파를 사용하도록 규정하고 있다(IEC 61000-4-3)^[4-5].

III. EMS 자동화 시스템

전자파 내성시험은 수동으로 측정하기가 곤란하기 때문에 자동화 프로그램을 사용한다. 따라서 내성시험을 자동화하는 프로그램을 개발하였으며, 그 측정 시스템은 그림 2와 같다.

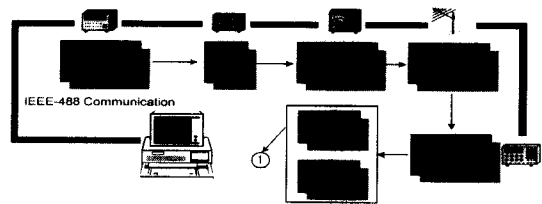


그림 2. 자동화 내성시험 시스템 개요
Fig. 2. Block diagram for automatic RS test system.

그림 2에서 ①은 전자파 무향실로서 3-축 등방성 센서(3-axis sensor)와 피시험기(EUT)가 있다. 그리고 신호발생기(SG), 증폭기, power meter, 안테나, field sensor 등을 IEEE-488 통신 규약을 이용하여 컴퓨터로 제어한다. 내성시험을 하기 위해서는 먼저 미세조정을 한 다음 고정된 값으로 측정한다. 신호발생기는 각 주파수에 대해 전계의 세기 3 V/m(국내전자파 규격)와 10 V/m(CISPR, FCC)를 만족하는 진폭을 선택하여 전자파 내성시험을 80 MHz~1 GHz까지 sweep한다(EN 규격). 일반적으로 주파수 스텝은 해당 주파수의 1% 또는 3%로 규정하고 있으며(EN 규격), EUT 장비가 응답하는 시간을 3초로 규정하고 있다(국내 규격). Power meter의 출력단자에는 directional coupler가 있

는데, 이것은 AMP의 출력값이 정확히 나오는지를 모니터링 하는 기능과 backward 신호를 차단하여 기기를 보호하기 위한 것이다^[6].

IV. EMS의 영상분석

EUT에 관한 전자파 내성시험의 영상판정은 시험자의 판단에 따라 정해지기 때문에 측정의 재현성이 부족하고, 또한 측정 환경에 따라 판정결과가 다르게 나타나기 때문에 영상의 판정 기준을 정량적인 값으로 정확히 제시하지 못한다. 본 논문에서는 EUT로 PC 모니터를 선정하고 전자파의 영향을 받은 모니터의 영상을 컬러의 밝기정보를 이용하여 분석하였다. 기준 모니터와 전자파의 영향을 받은 모니터의 영상으로부터 각 영상의 주파수 성분과 영상간의 표준편차 및 영상변화 검출 알고리즘을 적용하여 전자파 내성 측정의 재현성을 기함으로써 보다 정확한 전자파 방사 내성시험 결과의 영상판정을 위한 방법을 제안한다.

1. 영상분석 시스템

EUT의 영상을 분석하기 위한 시스템 구조는 그림 3과 같다.

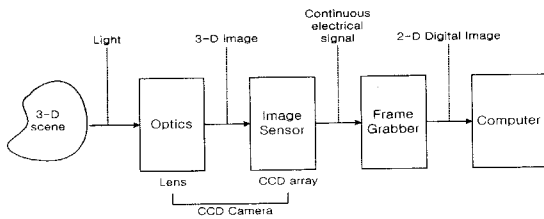


그림 3. 시스템 구조
Fig. 3. System structure for image analysis.

그림 3에서와 같이 CCD 카메라로부터 EUT에 대한 3차원 영상을 광케이블을 통해 입력받고, 입력된 영상을 frame grabber에서 2차원 디지털 영상으로 변환하여 영상을 분석한다. 균일 전계의 기준면에 있는 EUT를 정확히 분석하기 위해 카메라에 원격장치를 하고 데이터 전송라인은 광케이블을 사용하여 전자파 영향에 의한 손실이 없도록 한다.

2. 컬러 모델

색정보를 알기 위해서는 우선 컬러 모델을 어떤 것으로 할 것인가를 설정해야 하는데 일반적으로 CCD 카메라는 NTSC 방식으로 그 컬러 정보의 모델은 식

(1)과 같이 표현된다. NTSC 영상표준 방식에서 컬러 정보의 휘도 Y는 식 (2)와 같이 표현한다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$Y = 0.59G + 0.30R + 0.11B \quad (2)$$

3. 표준편차

기준영상(전자파 영향을 받지 않은 영상)과 대상영상(방사 전계의 영향을 받은 영상)의 R, G, B값과 휘도를 이용하여 평균값과 표준편차를 구한다^[7].

$$\mu = \frac{1}{NM} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} |x_{ij} - y_{ij}| \quad (3a)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} (|x_{ij} - y_{ij}| - \mu)^2} \quad (3b)$$

여기서 μ 와 σ 는 각각 평균값과 표준편차를 나타내고, NM 은 전체 영상의 크기이다. 그리고 x_{ij} 는 기준영상의 픽셀 값이고, y_{ij} 는 대상영상의 픽셀 값이다.

4. 영상변화 검출

EUT 영상의 변화를 검출하기 위하여 그림 4와 같이 영상을 16개의 블록으로 나누고 각 블록의 밝기(intensity)로 영상변화의 정도를 나타낸다^[8-10].

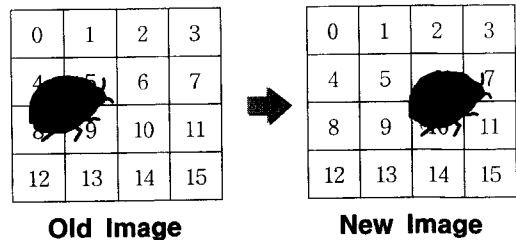


그림 4. 영상변화 검출 원리
Fig. 4. Principle of image change detection.

그림 4에서 Old Image와 New Image는 각각 이전 프레임과 현재 프레임을 나타낸다. 한 프레임내의 각각의 블록에 밝기 정보 I를 저장한다. $I(k)$ 는 크기가 $m \times n$ 인 k번째 블록의 평균 밝기 정보이며, 식 (4)와 같이 정의한다.

$$I(k) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\frac{R_{ij} + G_{ij} + B_{ij}}{3 \times m \times n} \right) \quad (4)$$

Old Image와 New Image에 대해 각 블록을 직접 비

교하면 영상의 변화가 전자파 영향으로 인한 것인지 단순히 외부 조명 밝기의 변화에 의한 것인지를 구별이 곤란하다. 즉 외부 조명의 밝기 변화에 의한 검출을 배제하기 위해서 New Image와 Old Image의 전체 밝기의 차이인 식 (5)의 I_{offset} 을 도입한다.

$$I_{offset} = \frac{\sum_{k=1}^{16} I_{New}(k) - \sum_{k=1}^{16} I_{Old}(k)}{16} \quad (5)$$

여기서 $I_{New}(k)$ 와 $I_{Old}(k)$ 는 각각 New Image와 Old Image의 k번째 블록내의 평균 밝기 정보이다.

New Image와 Old Image에서 k번째 블록간의 밝기 정보의 차, $I_d(k)$,를 식 (6a)로 표시하고, $I_d(k)$ 와 I_{offset} 의 차의 절대값을 Alarm(k)으로 정의한다.

$$I_d(k) = I_{New}(k) - I_{Old}(k) \quad (6a)$$

$$Alarm(k) = |I_d(k) - I_{offset}| \quad (6b)$$

16개의 Alarm(k) 값 중에서 가장 큰 값을 식 (7a)와 같이 AlarmMax로 정의하고, 이를 영상변화의 최종 판정 값으로 한다. 초당 30 프레임의 영상이 들어오기 때문에 1/30초에 한번 씩 AlarmMax 값을 나타내야 한다. 따라서 식별의 실효성을 위하여 F개의 프레임에 대한 AlarmMax 값을 평균하여 나타낸다. 그리고 영상변화의 정도를 100단계로 구분하여 정의하고 식 (7b)와 같이 표현한다.

$$AlarmMax = \text{MAX}(Alarm(k), 1 \leq k \leq 16) \quad (7a)$$

$$\text{Level} = \frac{\frac{1}{F} \sum_{i=1}^F (AlarmMax_i)}{255} \times 100 \quad (7b)$$

EUT(모니터)에 전계가 인가되기 전의 영상에 대한 영상변화 레벨을 기준(reference) 레벨로 하고, EUT에 전계가 인가되었을 때의 영상에 대한 영상변화 레벨 값을 식 (7b)를 적용하여 구한 후 RS 내성시험의 결과를 판정한다.

V. 실험결과 및 분석

1. 측정 자동화 시스템

전자파 내성(RS, IEC 61000-4-3) 시험 규격에 따른 측정 자동화를 위한 소프트웨어를 개발하였다. 그림 5는 EMS 측정을 위한 소프트웨어 블록도이다.

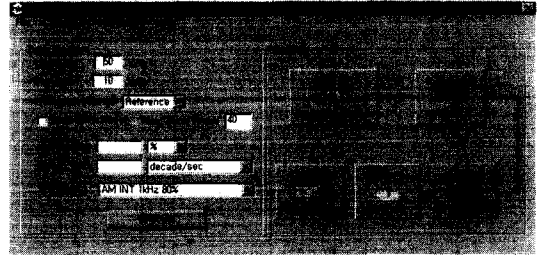


그림 5. EMS 측정 자동화 소프트웨어 블록도
Fig. 5. Software block diagram for the automatic EMS test.

그림 5와 같이 각 장비들을 setup하고, 메뉴의 미세 조정을 행한 후에 실행(execute) 버튼을 눌러 EMS 규격에 의한 전자파 내성시험을 할 수 있도록 하였다.

2. 영상분석

PC 모니터를 EUT로 하고, 측정된 영상의 R,G,B와 휘도(Y)를 통하여 영상을 분석함으로써 전자파 내성시험의 영상 판정에 적용할 수 있도록 하였다.

1) 표준편차

IEC 61000-4-3 규정에 의해 방사내성시험 균일 전계 기준면에 전계의 세기를 10 V/m로 유지시키기 위한 신호발생기의 각 주파수에 대한 진폭의 크기는 그림 6과 같다.

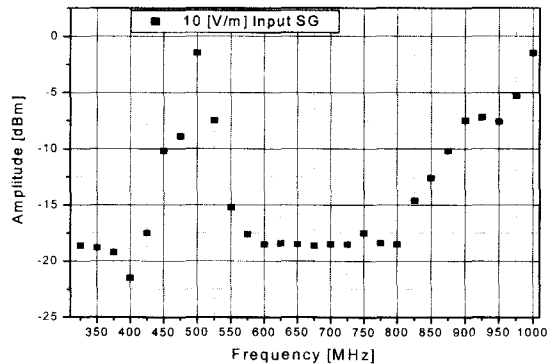


그림 6. 신호발생기 입력 값
Fig. 6. Input value of signal generator.

신호발생기에 입력된 각 주파수에 대한 진폭의 크기 (dBm)로 실제 EUT(모니터)에 전계를 인가하면, EUT는 일정한 10 V/m의 전계를 받게 된다. 기준영상과 10 V/m가 인가된 대상영상과의 영상변화를 식 (3)에 정의된 표준편차로 나타낸다.

그림 7은 EUT에 방사전계 10 V/m를 일정하게 인가

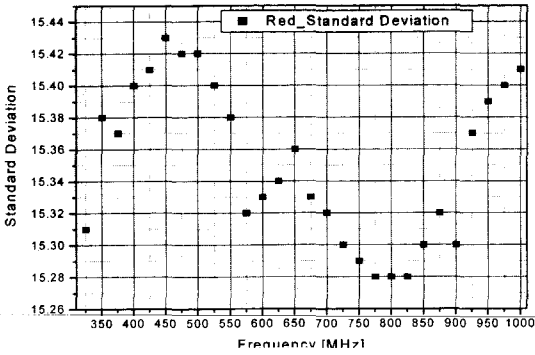


그림 7. Red 성분에 대한 표준편차
Fig. 7. Standard deviation of red.

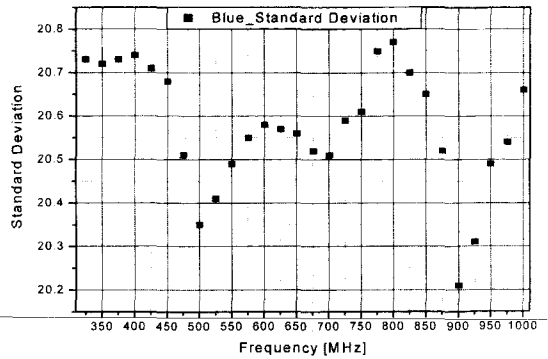


그림 10. Blue 성분에 대한 표준편차
Fig. 10. Standard deviation for blue.

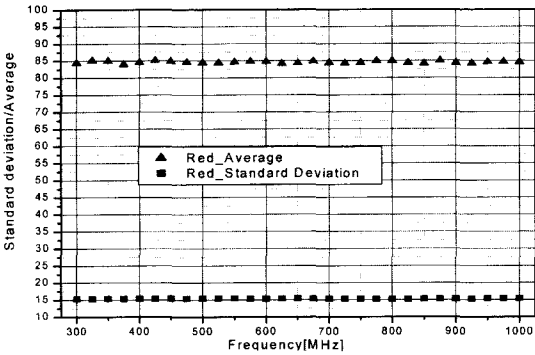


그림 8. Red 성분의 평균값에 대한 표준편차
Fig. 8. Standard deviation by average of red

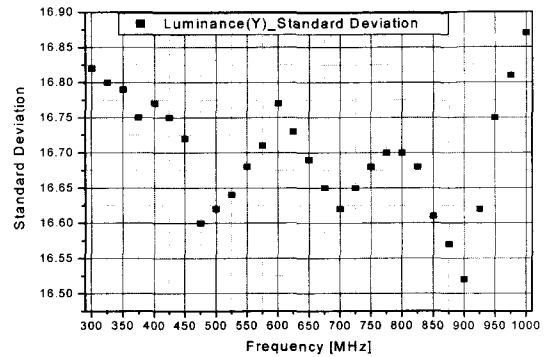


그림 11. 휘도 성분에 대한 표준편차
Fig. 11. Standard deviation of luminance.

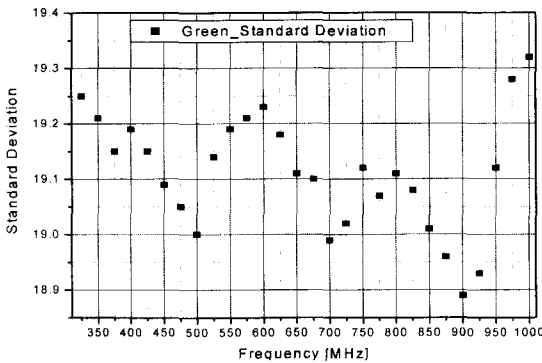


그림 9. Green 성분에 대한 표준편차
Fig. 9. Standard deviation for green.

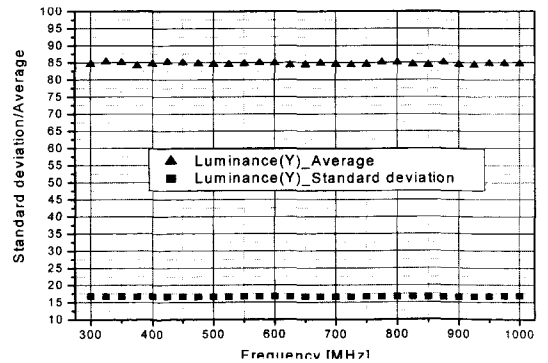


그림 12. 휘도 성분의 평균값에 대한 표준편차
Fig. 12. Standard deviation by average of luminance.

한 후, 기준영상과 대상영상과의 주파수에 따른 컬러정보(red 성분)의 표준편차를 보여준다. 한편 그림 8은 red 성분의 평균값과 이에 상응하는 표준편차를 나타낸다.

그림 9와 그림 10은 각각 기준영상과 대상영상과의 주파수에 따른 green과 blue 성분의 표준편차를 보여준다.

다. 각 성분의 평균값과 이에 상응하는 표준편차 그림은 지면관계상 생략한다.

그림 11은 휘도 성분에 대한 표준편차이고, 그림 12는 휘도 성분의 평균값에 대한 표준편차를 나타낸다.

이와 같은 영상의 R, G, B 및 휘도 성분의 평균에 대한 표준편차는 전자파 내성시험 결과의 판정을 위한

자료로 제시될 수 있다. 즉 동일한 모델의 다른 시료(EUT)에 대해 동일한 조건으로 구해진 표준편차가 특정 주파수에서 이들 값보다 상당히 큰 차이를 가지게 되면, 그 시료는 해당 주파수에서 비정상적으로 판단할 수 있다.

2) 영상변화 검출

국내에서 대부분 PC 환경의 전자파 적합성 시험을 위한 테스트 모드로 H-패턴이 사용된다. 그림 13(a)는 실제 H-패턴을 실행한 PC 모니터의 영상이다. H-패턴은 그림 13(b)와 같이 H자 열로된 영상으로서, 이를 사용하는 목적은 컴퓨터와 주변기기들에 최대의 부하를 걸어주기 위한 것이다. H-패턴을 실행한 모니터 영상을 영상변화 검출을 위한 대상영상의 예로 제시하고, 식 (7)을 적용하여 영상변화 검출을 시도하였다.

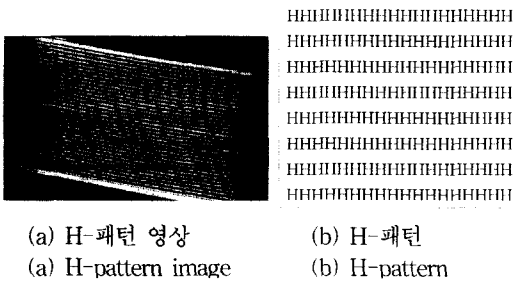
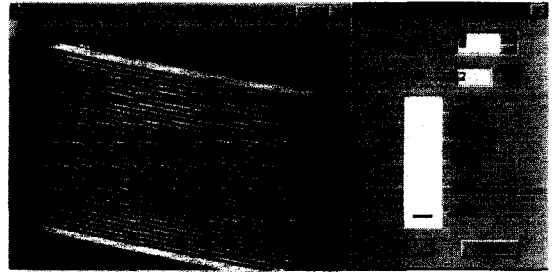


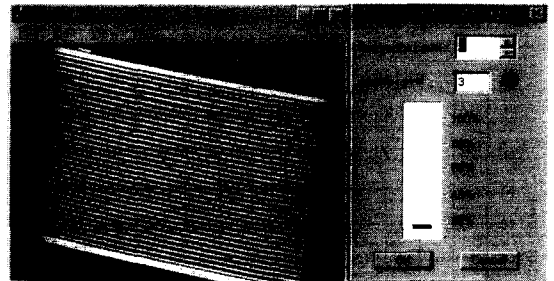
그림 13. EMC 테스트를 위한 H-패턴
Fig. 13. H-pattern for EMC test.

전계가 인가되지 않은 정상상태의 PC 모니터의 영상변화를 기준 레벨로 하였다.

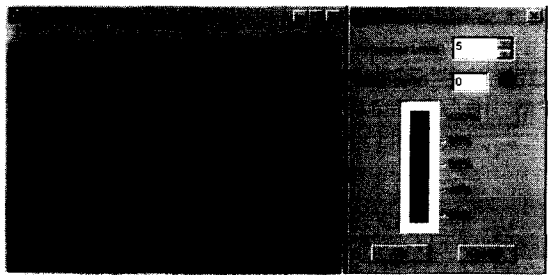
그림 14(a)는 H-패턴 모드를 실행하기 전의 PC 모니터 영상과 실행 후의 영상과의 변화를 나타낸다. 이때 영상변화 레벨은 2로서 기준 레벨 5보다 작기 때문에 영상변화가 일어나지 않은 것으로 간주한다. 즉 영상변화 레벨이 설정한 기준 레벨 이상이면 영상변화가 일어난 것으로 판정하고, 기준 레벨 미만이면 영상변화가 없는 상태로 판정한다. 그리고 표시램프는 영상변화의 레벨이 기준 레벨 미만이면 청색으로 나타나고, 기준 레벨 이상이면 적색으로 나타난다. 그림 14(b)는 영상변화 레벨이 3인 경우로서 기준 레벨 3과 같으므로 표시램프가 적색으로 변하였다. 따라서 영상변화가 일어났음을 의미한다. 그림 14(c)는 방사전계 13 V/m(300 MHz)에서, 즉 전자파 영향에 의해 PC 모니터가 이상 현상이 발생하여 영상이 없어지는 순간 영상변화가 크



(a) 영상변화(레벨 2)
(a) Image change(level 2)



(b) 영상변화(레벨 3)
(b) Image change(level 3)



(c) 영상변화(레벨 100)
(c) Image change(level 100)

그림 14. 영상변화 검출을 위한 실험 예
Fig. 14. Example of image change detection

게 일어났음을 보여준다. 이때 영상변화 레벨은 완전한 100% 변화로 인해 100단계 바로 다음 단계인 0으로 변한다.

전계에 따른 PC 모니터 영상의 변화를 측정하기 위하여 그림 15와 같이 챔버 내에 방사내성 측정 시스템을 구성하여 전계를 순차적으로 인가하였다.

그림 15에서와 같이 챔버 내부에는 컴퓨터, 프린터, 모니터, 3축 등방성 센서가 턴 테이블 위에 설치되어있고, 안테나로부터 전계가 인가된다. 그림 16은 EUT(PC 모니터)에 주파수 300 MHz에서 방사 전계를 3V/m에

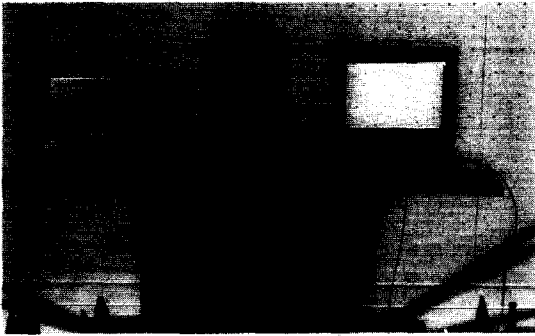


그림 15. 영상변화 검출을 위한 RS 시스템 I
Fig. 15. RS system I for image change detection.

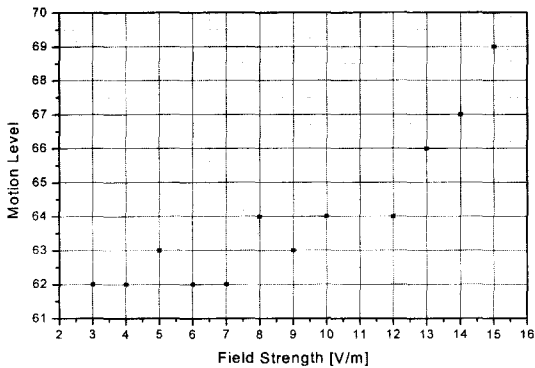


그림 16. 각 전계에 따른 영상변화 레벨의 크기
Fig. 16. Amplitude of image change level according to field strength.



그림 17. 영상변화 검출을 위한 RS 시스템 II
Fig. 17. RS system II for image change detection.

서 15V/m까지 인가한 경우, 전계에 따른 모니터의 영상변화 레벨을 나타낸다.

그림 16에서 전계를 증가시킴에 따라 영상변화 레벨이 계속 증가하지 않고 감소되기도 하는 이유는, 안테나 이득에 따라 신호발생기의 출력 레벨(dBm)이 매 순간 다르고 시스템 환경 잡음의 영향 때문이다.

그림 17은 EUT(line motion system)에 대한 영상의 변화 검출을 위한 RS 측정 시스템의 챔버 내부이다. 턴 테이블 위에 EUT(LED 부착 장비)와 3축 등방성 센서가 설치되어 있다. 안테나로부터 EUT에 전계를 인가하고 EUT에 부착된 표시램프의 영상 변화를 검출한다.

그림 18과 그림 19는 본 논문에서 제안한 식 (7)의 알고리즘을 적용하여 EUT를 측정할 결과이다. 그림 18은 EUT에 전계가 인가되지 않은 정상동작일 때의 영상변화를 나타내는 것으로서 타원은 표시램프 부분이다. 전계가 인가되지 않았기 때문에 표시램프부분을 포함한 전체 영역의 영상변화가 일어나지 않아 영상변화 레벨이 0으로 나타났다. 그림 19는 EUT에 13 V/m(300 MHz)의 전계를 인가하여 오동작이 일어난 경우로서, 여러 개의 램프 중 하나의 램프(타원 부분)가 소동되어 영상변화가 일어나 영상변화 레벨이 20%가 되었다.

따라서 제안된 식 (7)의 알고리즘으로부터 모니터 영상의 변화에 따른 검출과 LED 부착 장비에 대한 영상변화 검출이 가능하고, 일반적인 모든 범용장비들에 대한 전자파내성(RS, IEC61000-4-3) 시험이 가능하다. 이

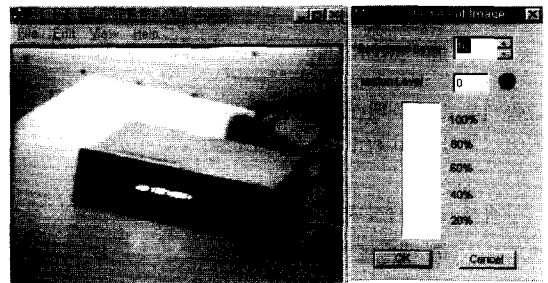


그림 18. 정상동작 상태의 영상변화 검출
Fig. 18. The detection of Image change in normal operation.

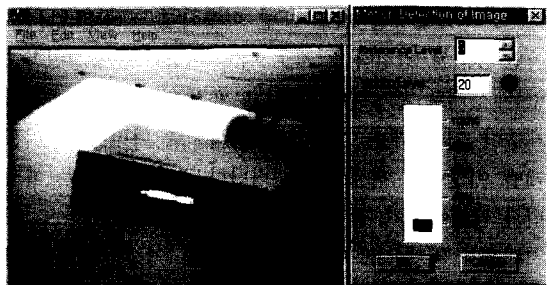


그림 19. 오동작 발생시 영상변화 검출(300MHz, 13V/m)
Fig. 19. The detection of image change in malfunction(300MHz, 13V/m).

와 같은 영상변화 검출 방식을 통하여 EUT의 전자파 내성 시험결과에 따른 성능평가 등급을 정량적으로 정의할 수 있다. 예를 들어 EUT(PC 모니터)에 전계를 인가하여 나타나는 영상변화의 레벨이 기준 레벨의 30%를 초과하지 않으면 등급 A로 판정하고, 기준 레벨의 60%를 초과하지 않으면 등급 B로 판정하며, 기준 레벨의 100%를 초과하지 않으면 등급 C로 판정한다. 이때 기준 레벨은 전계를 인가하지 않은 상태에서의 영상변화 레벨로서, 각각의 EUT에 대해 측정하기 전에 우선 기준 레벨을 설정한다.

VI. 결 론

본 논문에서는 컬러 모델에 의한 표준편차와 영상변화 검출 방법에 의해 EUT에 대한 전자파 내성(RS, IEC 61000-4-3) 판정이 가능함을 확인하였다. 표준편차는 측정환경에 따라 기준을 설정하기가 곤란하므로 EUT 영상에 대한 실시간 판정을 위해 영상변화 검출 방식을 적용했다.

기존의 EUT에 관한 전자파 내성 시험의 영상판정은 측정환경에 따라 다르고 시험자(인증관리자)의 주관적인 판단에 따라 결정되므로 측정의 재현성이 부족하고 판정결과를 정량적인 값으로 제시하지 못한다. 이를 위해 EUT의 RS 시험을 실시간으로 할 수 있는 측정 시스템 자동화프로그램을 개발하고, EUT의 영상변화 검출을 이용하여 PC 모니터와 line motion system에 대한 RS 시험 결과에 대해 정량적으로 성능평가 기준을 마련할 수 있는 방법을 제안하였다.

향 후 본 논문에서의 해석방법을 다양한 시험기기로 적용해 볼 수 있을 것이며, 현대와 같이 전기전자장비들의 수출·입이 더욱 요구되는 국제 경쟁상황에서는 국제적으로 규정된 규격들을 만족해야 하는 바, 본 논문에서의 결과는 EN(European Norms) 규격이나 IEC

내성규격에 따른 시험 장비의 내성판정 기준을 보완할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 강태원, 정연춘, EMI/EMC 개론 및 측정기술, Electronic System, pp. 49-57, 2000
- [2] 정보통신부, 전자파장해 방지기준, 2000
- [3] 정낙삼 외 10명, 전자기 내성 평가 및 대책 기술 개발, 과학기술처, 1996
- [4] 한국전자파 기술협회, 전자파 장해(EMC) 기술 세미나, 1990
- [5] 전파연구소, IEC/CISPR • TC77 국제규격동향, 2000
- [6] 한국규격품질원, EMC 기술 기준, 2000
- [7] 이영재, 이대호, 박영태, "시공간 영상분석에 의한 실시간 교통정보 산출기법," 전자공학회논문지 제 37권 SP편 제4호, pp. 11-19, 2000
- [8] S. S. Lee, J. M. Kim and S. I. Chae, "New Motion Estimation Algorithm Using Adaptively Quantized Low Bit-Resolution Image and Its VLSI Architecture for MPEG2 Video Encoding," IEEE Trans, On CSVT, vol. 8, no.6, oct. 1998
- [9] Y. J. Back, H. S. Oh, and H. K. Lee, "An Efficient Block-Matching Criterion for Motion Estimation and Its VLSI Implementation," IEEE Trans. On Consumer Electronics. vol. 42, no. 4, Nov. 1996
- [10] J. Jain and A. K. Jain, "Displacement Measurement and Its Application in the frame Image Coding," IEEE Trans. On Communications, vol. COM-29, no. 12, Dec. 1981.

저 자 소 개

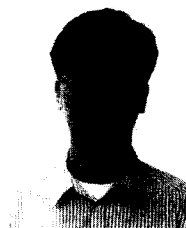
尹 基 邦(正會員) 第37卷 SP編 第2號 參照

현재: 시립인천전문대학 전자과 교수

李 昌 福(正會員) 第32卷 B編 第10號 參照

현재: 한국표준과학연구원 정보통신표준센터 책임연구원

金 基 斗(正會員) 第33卷 B編 第2號 參照



鄭 倚 鈞(正會員)

1999년 2월: 국민대학교 전자공학과 졸업(공학사). 2001년 2월: 국민대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). <주관심분야: 디지털 신호처리, 전자파 측정>