

# 천연색 LED 정보표시 시스템의 휘도보정 제어장치 (Controlling Brightness Compensation of Full Color LED Vision)

황현화\*, 임형군\*, 박정환, 이종하\*

(Hyun Hwa Hwang\*, Hyung Kun Yim\*, Jung Hwan Park, Jong Ha Lee\*)

## Abstract

In this paper, we prevent a display quality drop for image of characteristics brightness nonuniformity depend on LED use to LED vision. It is about that method also a control system development equipped with brightness compensation function of LED vision which is done easily for LED set up of LED vision. Generally, It is calculate driving current value is attended by each brightness to brightness characteristics mathematical function establish by " $Y=aX+b$ ", When is doing brightness value for "Y", driving current value for "X", brightness compensation value by using time for "b", characteristics value for "a" ground with characteristics curve of LED. So much, First It is create brightness data of each pixel take a photograph red, green and blue of LED vision. Second It is get average error about each pixel which get average brightness value of entire. Last, It is handle a complicated for about gradationally regulation to color and brightness of image send to LED vision. Also It raise the whole average brightness value of vision adjust for "b" value to solve brightness drop problem of LED using the long time.

**Keywords** : LED, LED color control system, LED display, LED brightness control

## I. 서론

현대 정보 사회는 많은 양의 정보와 다양한 정보가 통합되는 멀티미디어 환경을 바탕으로 하고 있으며 이를 뒷받침할 수 있는 각종 형태의 정보 전달 매체 개발이 요구되고 있다. 또한 세계적으로 에너지 절약 및 환경 오염문제에 의해 높은 효율과 장기간의 사용 시간을 갖는 대체 광원의 필요성이 커지고 있는 현실이다. 정보 전달매체 중에서 특히 시각 표시 정보 전달 장치는 현대 사회에서 대부분의 정보 전달이 인간의 시각적 기능을 통해서 이루어지고 있으므로 최초 영상 매체가 제작된 이래 비약적인 발전을 거듭하여 왔다[1].

LED(Light Emitting Diode)정보표시장치는 광 시각용 정보 전달 매체로 다수의 대중에게 다양한 환경에서 다량의 정보 제공이 가능하며 환경 친화적인 점이 큰 특징이다[2].

LED 정보표시장치는 수많은 LED를 적절하게 배열하여 컴퓨터 신호, 영상 신호, TV 방송 신호 등 각종 입력 기기로부터 발생되어 들어오는 입력신호에 의해 점등 및 점멸과 휘도 조절을 행하여 문자, 그래픽, 동화상 등을

표현함으로써 공익홍보 및 정보전달, 상업광고 등에 유효하게 사용하도록 제작된 일종의 전자 게시판으로써 구성은 영상을 표현하는 화상 표시부와 이것을 구동시키는 각종 제어 장치, 화상 장치, 통신 장치, 그리고 프로그램 제작에 필요한 컴퓨터 등으로 이루어진다. 그리고 컬러 화상표시 시스템으로 사용되는 천연색(full color) LED 전광판은 각각 적색(R), 녹색(G), 청색(B)의 색광을 표시하는 3 개의 LED 소자를 하나의 LED 픽셀(Pixel)로 구성하고, 다수의 LED 픽셀을 매트릭스(Matrix) 형태로 배치하여 화상을 표시하게 되며,  $M \times N$ 의 해상도를 갖는 화상 표시를 위해서는  $M \times N$  개의 LED 픽셀이 요구된다. 특히 LED 정보 표시장치의 품질을 좌우하는 가장 중요한 소재가 발광소자인 LED이며 LED의 특성에 따라 전광판의 휘도 및 각도 등이 결정되며 이것이 생산원가의 약 70%를 차지한다[3].

LED 정보표시장치에서 선명함과 균일한 화상을 만들기 위해서는 LED lamp의 동일한 휘도가 가장 큰 비중을 차지하게 되는데 이러한 LED 소자는 일정 고유 휘도값을 갖도록 제조되고, 하나의 LED 전광판에 설치되는 LED 소자는 균일한 화상 표시를 위해 고유 휘도값이 동일한 것을 이용하는 것이 바람직하다.

현재 LED Chip은 실리콘 웨이퍼에 갈륨비소(GaAs), 갈륨포스파이드(GaP), 알루미늄갈륨비소(AlGaAs) 등 화합물 소자를 증착하여 LED Chip을 만들기 때문에 이 과정에서 딱

\* 전주공업대학 디지털전자정보과

이 연구물은 2005년도 교육인적자원부 국고지원사업의 지원에 의하여 연구되었음

같은 조건을 주어 Wafer를 만들어도 서로 다른 화학작용을 하여 같은 Wafer상에서도 서로 다른 rank(휘도 등급)의 Chip이 만들어 진다. 그렇기 때문에 질 좋은 rank의 LED만을 이용하여 전광판을 만들 때 비용이 많이 증가한다. 또한 같은 rank대의 LED 소자를 사용하여 전광판을 제작하더라도 LED 소자의 고유 휘도가 15%의 오차가 발생하기 때문에 표시 화상의 화질 저하가 발생하는 문제가 따르며, 이를 방지하기 위해 LED 전광판을 제작하는 과정에서 고유 휘도값에 따라 LED 소자의 배치를 조정하거나 문제가 되는 LED 소자를 교체해야 하는 어려움이 있다.

또한 장기간 LED 정보표시장치를 사용한 경우 LED 소자의 특성 상 고유 휘도값의 저하가 발생되며, 최초 1년에 LED 소자의 특성에 따라 고유 휘도값의 저하 범위는 약 30%정도의 편차를 갖게 된다. 이 경우 문제가 되는 LED 소자의 위치를 재배치하거나 교체하여야 하며, 일반적으로 하나의 LED 정보표시장치에 수십만 개의 LED 소자가 설치되는 현실을 감안하면, 휘도 불 균일에 의한 표시화상의 화질 저하 방지를 위해서는 엄청난 비용과 시간이 요구되는 문제가 있다.

따라서 본 논문에서는 균일하고 부드러운 화상 표출을 위하여 LED rank 오차를 줄일 수 있도록 Hardware와 Software에 의하여 White Balance를 조절하여 Color Uniformity를 유지시켜 주는 시스템을 개발하고자 한다. 일반적인 LED소자의 특성곡선을 근거로 "a"를 고유특성값, "b"를 사용시간에 따른 휘도 보정값, "X"를 구동전류값, "Y"를 휘도값이라 할 때, "Y=aX+b"로 설정되는 휘도특성함수에 의하여 각 휘도에 따른 구동 전류값을 산출한다. 그렇게 하기 위하여 LED 정보 표시장치의 Red, Green, Blue를 각각 촬영하여 각 화소의 휘도 데이터를 생성하고 전체의 평균 휘도값을 구하여 각 화소점에 대한 오차를 보정하여 해당 휘도에 따른 구동 전류값을 산출하여 이를 근거로 LED 정보표시장치로 송출되는 화상 데이터의 색상, 휘도 등에 대한 단계적인 조정을 처리한다. 또한 장시간 사용시 LED소자의 휘도저하 문제를 해결하기 위하여 "b"값을 조정하여 전광판의 전체 평균 휘도값을 상향시킨다.

## II. 백색 표현(white balance)

천연색 LED 정보표시장치는 일반적으로 LED를 16×16 Pixel Matrix로 구성하고 여기에 영상정보를 표출할 수 있는 구동드라이버를 장착하여 이를 LPM(LED Pixel Matrix)모듈이라 하며, 이 LPM 모듈을 이용하여 구성한다. 전체 크기에 따라 LPM모듈의 크기는 다르지만 어떠한 경우라도 LPM모듈의 1개의 화소(pixel)에는 적색(R), 녹색(G), 청색(B)의 색광을 표시하는 3가지의 LED 소자로 구성되며 R, G, B의 빛의 강약에 따라 여러 가지 색을 보이게 되고 R, G, B의 빛을 여러 강도로 혼합시키면 여러 가지 색을 만들어 낼 수 있다. 그리고 색의 성질은 색의 종류를 표현하

는 색상과 밝고 어두움을 나타내는 휘도, 그리고 같은 색에서도 짙은 경우와 옅은 경우를 표현하는 채도 등 3가지로 구분하여 표현한다[4].

그러나 광 시각장치에서는 무엇보다 휘도가 중요하며 모든 색의 보색(complementary color)표현에 있어 기준이 되는 백색의 표현(white balance)이 중요하다. 정확하게 백색을 표현할 수 있는 상황에서 천연색 LPM모듈에 대하여 각각의 R, G, B LED 화소에 8비트의 화상 데이터를 입력하여 이에 대응되는 256 단계의 계조를 갖도록 하고, 이 256 단계의 계조를 각 화소 내에서 R, G, B에 조합하면 16,777,216 단계로 휘도를 미세조정 할 수 있어 색의 균일성(color uniformity)을 이루어서 균일하고 부드러운 화상 표출이 가능해진다. 백색의 표현을 위하여 적색(R), 녹색(G), 청색(B)의 비율이 식 2-1에 나타난 것처럼 조화를 이루어야 한다[5].

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \quad (2-1)$$

식 2-1에서 Y는 백색 표현시의 휘도값을 의미하며 값은 1이다. 일반적으로 LPM 모듈의 R, G, B화소들을 구성하기 위하여 백색을 표현하고 휘도측정 장치로 측정하여 색 좌표에서 백색에 들어오도록 각각의 저항 값을 조정하여 결정한다. 그러나 천연색 LED정보표시장치의 screen에는 무수히 많은 화소가 있고 각각의 화소를 이루는 LED의 rank의 오차가 심한 형편에서 각각의 화소를 대상으로 휘도측정 장치를 사용하여 저항값을 결정한다는 것은 시간과 비용이 많이 들고 힘든 작업이다.

미세 휘도조절을 위해서는 PWM(Pulse Width Modulation)에 필요한 많은 계산량을 CPU (Central Processing Unit)나 DSP (Digital Signal Processing)칩을 사용하여 소프트웨어적으로 처리하거나, 하드웨어를 구현하여 실시간 처리가 가능하도록 하는 시스템이 있으나 이 경우 주 제어장치의 비중이 높아져 적용되는 속도가 느리거나 주 제어장치의 고장에 따른 전체적인 화상표출이 차단될 수 있는 단점이 있다.

국내의 경우 현재 천연색 LED 정보표시장치 관련 업체의 경우 1차적으로 동일 rank대에 있는 LED를 선별해 사용하고 rank의 오차를 줄이기 위해 육안으로 판별해 현저한 차이가 있는 LED를 선택하여 교체 하거나 저항 값을 변경해 휘도의 오차를 줄인다. 또한 미세 조절기능이 있는 시스템이라도 육안으로 인지하는 값을 반복 적용해 오차를 줄이고 있으나 RS232-C를 이용하여 컴퓨터와 데이터 통신이 이루어지도록 하고 있어 적용되는 속도가 느려 제품생산 속도가 느린 현실이다.

현재 국외에서도 이러한 문제점을 해결 하려고 많은 노력을 하고 있다. 일본의 파나소닉사의 경우는 LPM 모듈 단위로 LED rank조절용 칩을 장착하여 LPM 모듈 단위로 White Balance를 조절하고 있지만, 이 경우 외부에서 또 다른 장비를 통해 rank조절 데이터를 이 칩과 interface하여 rank를 조절하는 방식이기 때문에 LED rank를 조절하기 위해서는 고가의 장비를 구입하여야 하고 각 모듈마다 칩을 내장 시켜야 함으로



에 따른 LED 휘도 감쇠 문제를 해결하기 위하여 사용시간에 따른 휘도보정값 "b" 를 Logic으로 설계한다. 그래픽 카드로부터 입력되는 영상 Data와 Logic 설계에 의한 R, G, B의 Data를 연산을 하여 상위 Bit의 새로운 R, G, B의 Data를 만들어 감쇠 되어지는 휘도 Data를 보정 가능하게 되어 LED의 특성곡선을 평행 이동시킴으로써 휘도 감쇠문제를 보정 가능하다.

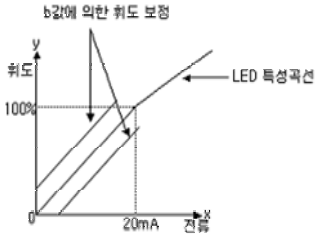


그림 4. "b"를 적용한 LED 휘도 감쇠 보정 곡선  
Fig. 4 Brightness compensation drop curve apply LED to "b"

그림 5는 고유특성값 "a"를 LED의 특성 곡선에 맞게 연산하여 White Balance를 0에 가깝도록 유지가 가능하고, 사용시간에 따른 휘도 보정값, "b"에 의하여 장시간에 따른 휘도가 저하된 것만큼을 보상해 줌으로서 향후 일정 기간 동안 처음 상태의 휘도를 유지할 수 있도록 하는 것이 앞서 설명한 바와 같이 최상위 bit R, G, B의 Data값을 가변하여  $y = ax + b$ 식에 따라 구현 가능함을 보이고 있다.

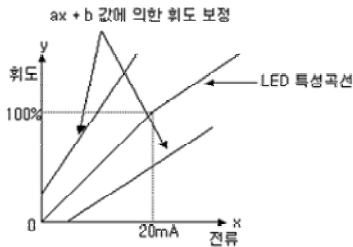


그림 5. "ax+b"를 적용한 LED 휘도 보정 곡선  
Fig. 5 Brightness compensation curve apply LED to "ax+b"

다음 그림 6은 천연색 LED 전광판의 휘도 보정 컨트롤 장치에 대한 블록선도이다.

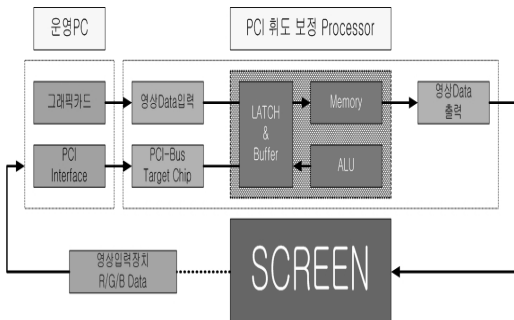


그림 6. 휘도 보정 컨트롤 장치의 블록도  
Fig. 6 Block diagram of brightness compensation control system

그림6에서 구성을 살펴보면 LED 정보표시장치를 촬영하여 그에 따른 이미지 데이터를 생성하는 디지털 카메라와, 물리적 및 전기적 결합을 위한 카메라 접속부, LED정보표시장치에 표시되는 휘도에 따른 구동전류값이 저장되는 구동데이터 저장수단을 구비함과 더불어, LED 정보표시장치로 송출되는 화상 데이터의 색상, 휘도 등에 대한 단계적인 조정을 처리하는 화상 처리부, 그리고 화상 처리부를 통해 LED 정보표시장치로 소정의 구동전류를 공급함과 더불어 디지털 카메라로부터 인가되는 이미지정보의 휘도값을 근거로 해당 휘도에 따른 구동 전류값을 산출하여 이를 근거로 상기 구동데이터 저장수단을 업데이트하는 제어부를 포함하여 구성되어 있다.

위의 구성을 바탕으로 천연색 LED 정보표시장치의 휘도 보정 방법은 먼저 LED 정보표시장치로 소정 구동전류를 제공하여 LED 정보표시장치를 구동하고, 디지털 카메라를 이용하여 LED 정보표시장치의 표시화상을 촬영하며, 촬영된 이미지의 휘도값을 가지고 "a"를 고유특성값, "b"를 사용시간에 따른 휘도보정값, "X"를 구동전류값, "Y"를 휘도값이라 할 때, " $Y = aX + b$ "로 설정되는 휘도특성함수를 바탕으로 각 휘도에 따른 구동전류값을 산출하여, 산출된 휘도에 따른 구동전류값을 근거로 LED 정보표시장치로 표시되는 화상데이터의 휘도보정을 수행한다. 한편, 그림 4, 5에서와 같이 기준휘도정보가 기준 휘도값 저장부에 저장되어 있는 상태에서 일정 기간이 경과하여 관리자가 LED의 고유 휘도특성이 변화됨으로 인해 휘도 보정이 필요하다고 판단되게 되면, 관리자는 디지털 카메라를 LED 정보표시장치의 전면에 배치하여 위에서 설명한 방법으로 사용시간에 따른 휘도보정값 "b"를 조정하여 전광판의 휘도 감쇠 보정을 수행한다.

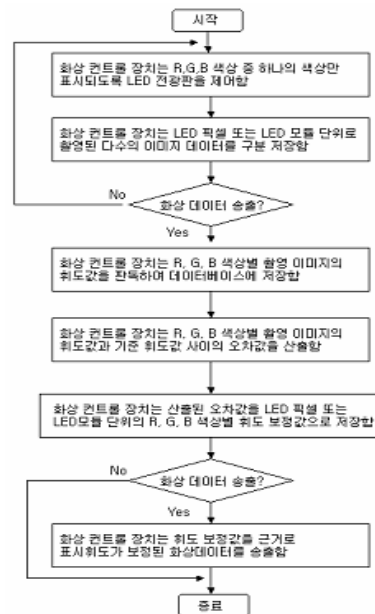
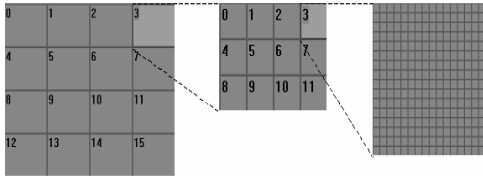


그림 7. 휘도 보정 컨트롤 순서도  
Fig. 7 Flowchart of brightness compensation control system

위의 그림 7에 천연색 LED 정보표시장치의 휘도 보정 방법에 대한 흐름도를 보이고 있다.

위의 그림 7에서 휘도보정을 하는 과정에서 Software에 의해 LED Display부 전체, 판넬, LPM 모듈, 픽셀 단위로 각각 휘도 보정을 할 수 있도록 하기 위해 그림 8에서와 같이 나누어 UI(User Interface) 되어지도록 한다.



가. LED Display 부 나. Panel 다. LPM  
그림 8. Software에 의한 휘도 보정 단계

Fig. 8 Brightness compensation step to Software

그림 8에서와 같이 선택되어진 단위 별로 보정하기 위해 해당 블록의 영상을 디지털 카메라로 입력 받아 그림9와 같이 각각의 LED를 세부 적으로 나누어 데이터 값의 평균을 구해 해당 픽셀의 값을 구하고 미리 지정한 기준 값과 비교 값이 작거나 크면 LED 휘도 값을 보정 한다.

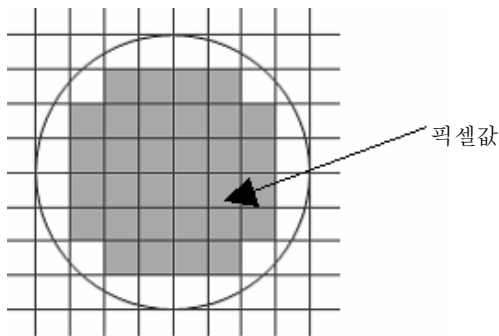


그림 9. 보정하기 위해 확대된 LED 픽셀  
Fig. 9 Zoom in the LED pixel to Compensation

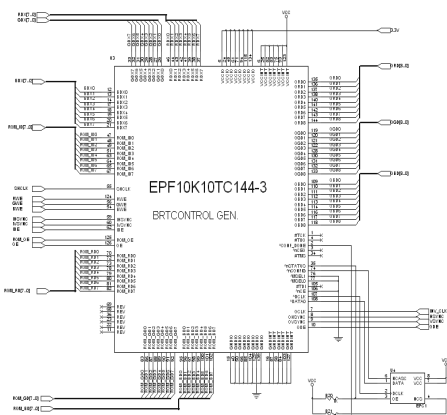


그림 10. 휘도보정 프로세서  
Fig. 10 Processor of brightness compensation

그림 10에 휘도보정 프로세서의 회로도를 보이고 있다. 이 프로세서의 설계는 ALTERA의 FLEX10K10TC144-3과 MAX+PLUS II의 Version 10.1 환경에서 에서 VHDL과 Primitive Cell을 사용하였다. 그림 11의 PCI 슬롯 타입의 휘도보정 제어장치는 OR-CAD사에서 제공하는 Lay out Plus를 이용하여 인쇄회로기판을 설계 제작하였다.

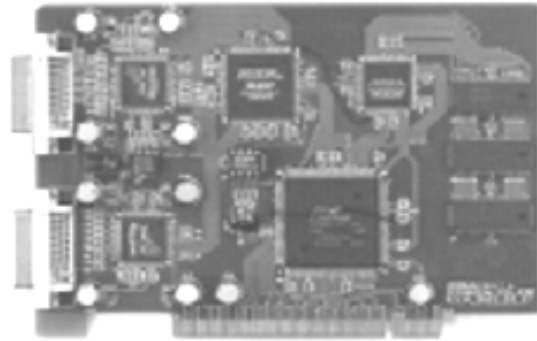


그림11. 제안한 휘도보정 제어장치  
Fig. 11 Proposed brightness compensation control system

#### IV. 결 론

본 논문에서는 동일 rank대의 LED 소자인 경우에도 고유 휘도값이 15% 정도의 오차 범위를 갖는 것으로 인하여 같은 휘도 등급의 LED 소자를 사용하여 전광판을 제작하더라도 LED 소자의 고유 휘도 오차에 의해 표시 화상의 화질 저하가 발생하는 문제가 있으며, 이를 해결하기 위한 white balance 조정방법의 어려움과, 또한 장기간 LED 정보 표시장치를 사용한 경우 LED 소자의 특성 상 고유 휘도값의 저하가 발생하여, 문제가 되는 LED 소자의 위치를 재배치하거나 교체하여야 하는 문제점을 해결하기 위하여 새로운 방식의 휘도보정 제어장치를 개발하였다.

개발된 천연색 LED 휘도보정 제어장치를 LED 정보표시장치의 생산과정에 적용하면 다음과 같은 장점들이 있다.

- 1) 제품의 생산 단가를 낮출 수 있다.
- 2) 제품의 신뢰도를 높일 수 있다.
- 3) 이색 없이 균일하고 부드러운 화상을 재생할 수 있다.
- 4) 유지 관리 비용을 줄일 수 있다.
- 5) 장시간의 테스트와 부품 교체 등 제품 생산에 드는 시간을 줄일 수 있다.

아직까지도 천연색 LED 정보표시장치의 품질을 높이기 위해 고가의 LED를 구입하고 동일 rank를 맞추기 위해 제품 생산의 지연과 높은 생산 비용을 들이고 있는 상황에서, 휘도보정 제어장치를 통한 white balance 조절 에 적용하면 LED 정보표시장치 시스템의 생산 시간과 비용을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 제품에 대한 신뢰성 및 유지 관리 비용을 절감 할 수 있어 국내, 해외 제품과 비교하여 기술적 우위를 점유할 수 있을 것이

다.

또한 고품질의 LED 정보표시장치를 만들기 위해 전광판 생산 단가의 70% 이상을 차지하는 LED를 아직도 국외에서 수입해 사용하는데 본 논문에서 제안한 휘도보정 제어장치를 국산 LED에 접목하여 전광판을 생산 하여도 고품질의 전광판을 만들 수 있어 수입 대체 효과가 크다.

아울러 기존의 전광판이 LED의 특성상 1년 정도 지나면 30% 정도의 휘도 감쇠 현상이 발생하여 그에 따른 유지보수를 하기 위해 고비용이 지출되는데 휘도보정 제어장치를 사용한 시스템은 LED의 교체 없이 휘도 감쇠를 보정할 수 있어 유지관리 비용을 절감할 수 있다. 따라서 천연색 LED 정보표시장치의 생산 단가와 시간을 대폭 절감 할 수 있어 해외 시장에서 기술적, 가격적 우위를 점유 하여 수출기대 효과가 클 것으로 예상된다.

#### 감사의 글

이 논문은 반도체설계교육센터(IDECC)의 장비지원에 의하여 제작되었습니다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 이채우, "전자DISPLAY 기술도향", 전자공학회 제 22권 3호, pp. 23-30, 1995.
- [2] P. M. Caori, "Competitive Display Technology", 6th Ed., Stanford Resource, 1994.
- [3] A. E. Gamal, "An Architecture for electrically on figurable gate array", IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 24, no. 3, pp. 394-398, 1989.
- [4] NHK 방송기술연구소 화상연구부, "화상처리 실무", pp. 171-191, 1999.
- [5] Grob, Herndon, "Basic Television and Video Systems", pp. 287-334, 2001.
- [6] S. Nakaya and K. Nihei, "High-resolution display device LED Array", SID82 Tech., Digest, pp. 197-203, 1982.
- [7] H. L. Ong and R. P. Ronald, "Small displays have big future", SID98 Tech., Digest, pp. 18-22, 1998.
- [8] S. Teramura and Y. Wada, "Personal information tools", SID95 Tech., Digest, pp. 303-306, 1995.