

PDP의 화질 개선기술

엄정덕 (경주대학교 컴퓨터정보시스템공학부)

1 서 론

정보전달 매체의 급속한 발달로 인간과 정보를 연결해주는 man-machine interface로서의 디스플레이의 중요성이 매우 커지고 있으며 과거 대부분의 디스플레이에 사용되었던 CRT(Cathode Ray Tube)는 그 크기와 무게 등으로 인해 시대적 책임을 다하기에는 한계가 있다. 이러한 이유로 최근 LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel)등의 평판디스플레이가 괄목할 만한 성장세를 보이고 있다. 특히 대화면화가 용이하고 CRT나 LCD에 비해서 디지털 영상신호를 손실없이 재현할 수 있다는 점에서 PDP는 HDTV(High Definition Television)시대의 50인치 이상 평판 박형 대화면 디스플레이로서 거의 유일한 존재이다[1]. PDP는 현재 공항, 철도, 지하철 뿐 만 아니라 대형 할인점, 극장 등 대부분의 공공장소에서 폭 넓게 사용되고 있고 홈시어터(Home Theater)의 벽걸이용 디스플레이등에서 많은 수요를 창출하고 있다.

현재 상품화되고 있는 PDP의 기본구조는 거의 모두 3전극 면방전 교류구동형 구조이다. 이 PDP의 구조는 1990년 일본 후지쯔(Fujitsu)사에 의해 개발되었다[2]. 또한 동사는 ADS(Address Display Separated) 구동기술을 개발하여 1992년 세계 최초로 21인치 VGA급 PDP를 상품화하였으며[3] 이

구동방식 역시 현재 거의 모든 PDP의 상품화에 적용되어 오고 있다[4].

하나의 디스플레이가 상품으로 정착하기 위해서는 최종적으로 사용자측면에서 보는 품질 즉, 화질이 대단히 중요하다. PDP의 경우 화질을 열화시키는 주원인으로는 고전압 구동 펄스로 인한 영상의 저주파 노이즈와 시분할 계조구현 방식에서 오는 동영상의 의사윤곽 노이즈등을 들 수가 있다. 여기서는 PDP에서만 발생하는 노이즈인 동영상 의사윤곽에 대하여 그 발생원리와 이 노이즈의 저감기술 개발현황에 대해 논하고자 한다.

2. PDP의 계조구현 원리

PDP가 color display로써의 성능을 내기 위해서는 중간계조를 표현하게 되는 데 현재 이의 구현방법으로 1TV 필드(field)를 복수개의 서브필드(sub-field)로 나누고 각각의 서브필드를 시분할 제어하는 중간계조 구현방법이 사용되고 있다. 그림 1은 PDP의 서브필드를 사용한 계조구현 방법에 대한 개념도를 나타낸 것이다. 그림 중 가로축은 시간을 나타내고 세로축은 수평주사선수를 나타낸다. 이것은 8(bit) 계조구현 방법을 보인 것으로써 하나의 TV필드를 8개의 서브필드로 나누고 있으며 각각의 서브필드는 발광시간의 비가 각 bit의 크기에 대응하여 순차

적으로 1 : 2 : 4 : 8 : 16 : 32 : 64 : 128을 가지게 되므로 총 256 계조를 표시할 수 있다.

PDP에서의 중간계조가 구현되는 원리는 1TV 필드 안에서 이 서브필드들의 발광시간을 제어하여 주어진 화상 정보에 따라 선택적으로 점등시키고 이때 방사된 광량이 우리 눈에 축적되어 평균된 휘도로써의 계조를 느끼게 되어 있다. 예를 들어 127단계의 계조는 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64라는 밝기를 가진 서브필드들을 순서적으로 점등시킴으로써 총합이 127이라는 휘도를 얻게 되며 128의 계조는 마지막 128의 밝기를 가진 서브필드만을 점등시켜 얻는다. 이러한 bit에 대응하는 서브필드 구성법은 CRT나 LCD와 같이 최종적으로 영상정보를 아날로그로 변환하지 않고 디지털 TV의 화상정보를 그대로 표현할 수 있으므로 D/A 변환에 따른 화정 정보 손실을 방지할 수 있다.

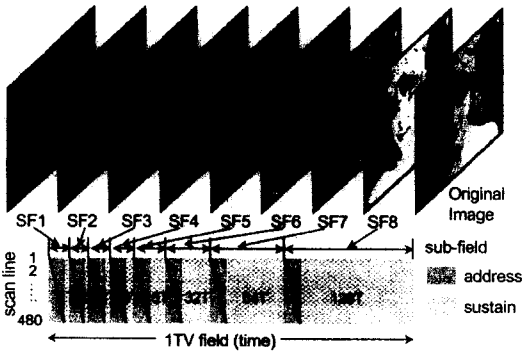


그림 1. PDP의 계조표현 방식에 대한 개념도

3. 동화상 의사윤곽 노이즈

3.1 각 디스플레이의 계조구현 방식

그림 2는 각 디스플레이의 중간계조 구현방식을 간략하게 나타낸 것이다. CRT의 경우 전자총에서 나온 전자빔이 가속되어 형광면상에 충돌하여 발광하게 되므로 순간적으로 볼 때 한점이 발광하는 것으로 보일 것이다. 그리고 우리 눈의 잔상현상을 이용하여 이 전

자빔을 빠르게 좌에서 우로 주사하고 동시에 위에서 아래로 주사하면 우리는 하나의 화면을 볼 수 있게 된다. 그러므로 전자빔의 세기를 제어하여 화면상 어느 지점이 어느 순간 128계조에서 127계조로 변하여도 우리 눈은 그대로 계조의 변화를 인지하게 된다. 한편 LCD의 경우 화면 전체를 아주 작은 화소(pixel)로 나누고 각 화소에 적당한 전압을 인가시키면 그 화소의 액정이 회전하고 이에 따라 화소를 투과하는 광량을 제어하여 계조를 나타낸다. 즉, 시간적으로 1TV 필드 동안에 화소는 항상 발광하며 전체적인 투과광량을 제어하여 계조를 구현한다. 그러므로 어느 지점에 128계조에서 127계조로 변하여도 광량이 변할 뿐이다.

그러나 PDP의 경우 전술한 바와 같이 시분할된 서브필드의 발광량의 합으로 계조를 표현함으로 128계조의 경우 시간적으로 1TV 필드의 후반부에 놓여 있는 128(bit)의 서브필드가 발광하며 127계조의 경우 전반부에 놓여있는 서브필드들이 발광하여 127계조를 나타낸다. 그러므로 128계조에서 127계조로 바뀌는 순간에 $128+127=255$ 계조의 매우 밝은 지점이 발생하게 된다. 이 현상은 127계조에서 128계조로 바뀌는 경우 0계조의 매우 어두운 지점이 생겨나게 된다.

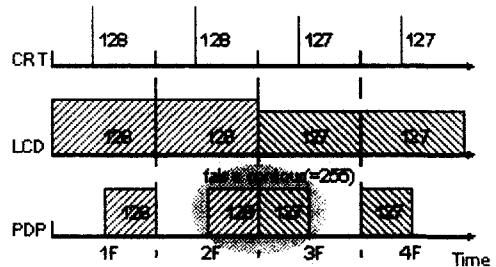


그림 2. 각 디스플레이의 계조표현 방식

3.2 의사윤곽 노이즈 발생 원리

PDP는 계조를 표현하는데 시분할 기법을 사용한

다. 이러한 계조표현 방식은 정지화상에 대해서는 인간의 망막상에 맺히는 상과 실제 화상이 시공간적으로 일치하므로 계조가 정상적으로 표시되나 동화상을 디스플레이하는 경우에는 화상은 화소 단위로 이동하는 단속적인 움직임을 나타내는 반면에 그 화상을 주시하고 있는 인간의 눈은 연속적인 운동을 하게 되므로 눈의 움직임(아날로그)과 화소의 움직임(디지털)의 차에 의해 망막상의 화상과 실제 화상 사이에 시간적인 불일치가 일어나고 이 불일치에 의해서 망막에는 각 서브필드가 공간적으로 일치하지 못하고 화상 정보가 공간적으로 분리되어 화소가 움직이는 방향으로 퍼진 상을 느끼게 된다. 즉, 망막상에 밝은 띠나 어두운 띠의 허구의 발광 또는 비발광 시간이 존재하게 된다. 이것을 눈은 가상의 윤곽으로 인식하게 된다. 이렇게 실제적으로는 존재하지 않으나 화소가 움직임으로써 인간의 눈에 인식되는 가상의 윤곽을 의사윤곽이라고 한다. 이러한 현상은 예를 들어 127계조와 128계조의 경계 같은 계조의 변화가 미미한 경계면에서 더욱 심하게 일어난다(9). 이러한 의사윤곽은 눈과 화소의 움직임특성의 차에 의해 발생하므로 동화상의 속도가 증가하면 망막상의 영상은 더욱 퍼져서 인식되어 의사윤곽의 발생정도는 더욱 심하게 된다. 또한 디스플레이의 화면크기가 커질수록 동화상의 절대속도는 더욱 증가하므로 의사윤곽 노이즈는 더욱 심하게 발생한다. 이러한 문제점은 평판 대화면 디스플레이로써의 PDP가 상용화되기 위해서 필수적으로 해결해야하는 과제 중 하나이다(10).

그림 3은 인간의 눈이 의사윤곽을 인식하는 원리도이다. 그림 3에서 화소 A, B가 계조 128을 가지고 화소 C, D, E가 계조 127을 가진다고 하면 127은 8개 서브필드 중 128을 갖는 서브필드를 제외한 전 반부의 모든 서브필드가 발광하게 되고 128은 128의 밝기를 갖는 후반부 서브필드만이 발광을 하게 된다. 이 화소들이 시간적으로 정지되어 있을 때는 인간의 눈은 제대로 127과 128을 인식한다. 그러나 화상

이 A, B, C, D, E...순으로 이동한 다고 하면 인간의 눈은 본능적으로 이 화소를 따라 움직이게 된다. 그러나 화소의 이산적인 이동과 달리 인간의 눈은 연속적으로 움직이므로 그 결과 망막에서는 계조가 128에서 127로 바뀌는 순간 휘도가 0인 어두운 부분을 느끼게 된다. 이러한 현상은 계조의 인접된 경계를 따라 나타나므로 우리 눈은 계조의 경계 부근에 의사윤곽을 강하게 느끼게 된다. 같은 이치로 127에서 128로 이행할 때는 255레벨의 밝은 띠가 우리 눈에 인식되게 된다.

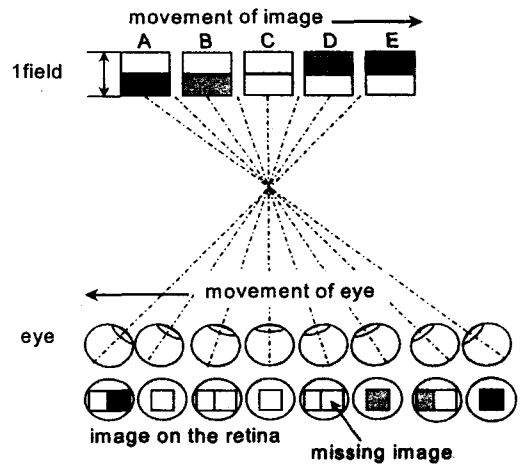


그림 3. 인간의 눈이 의사윤곽을 인식하는 원리도

그림 4는 화상의 이동과 망막의 휘도분포와의 관계를 나타낸 것이다. (a)는 시간에 따라 화면상의 화소가 이동하는 것을 나타낸 것으로 화소는 이산적으로 움직이나 눈은 사선방향으로 연속적으로 움직인다는 것을 보여주고 있다. 이때 망막상에서 화소의 시간적 변화 및 이에 따른 휘도분포는 (b)와 같이 된다. 128이라는 계조를 가진 화상과 127이라는 계조를 가진 화상이 이웃하면서 좌에서 우로 움직이는 경우 세 번째 발광셀 C를 기준으로 보면 0~1F사이에서 1~64의 보조 필드는 꺼지고 128의 보조 필드만 발광하게 되어 128의 계조를 나타내고 다음 필드에서 128의

보조필드는 꺼지고 처음 절반 부분인 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64의 보조 필드가 발광한다. 이때 인간의 눈은 사선방향으로 움직이게 되므로 밝기의 불연속면이 발생하고 결과적으로 망막상에서 얻어지는 시각적 자극은 0이 되어 128과 127사이에서 어두운 부분이 생겨난다. 인간의 눈은 이 상황을 128에서 127로 완만하게 변화하는 계조의 사이에서 0이라는 어두운 띠가 존재하는 것으로 인식하게 된다.

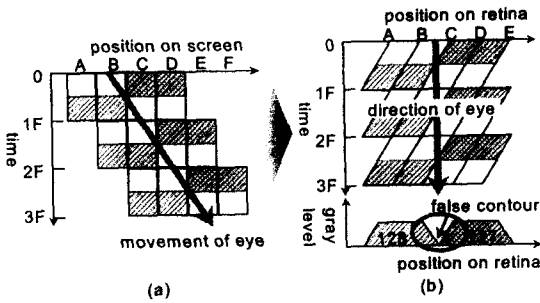


그림 4. 화상의 이동과 망막의 휘도분포와의 관계

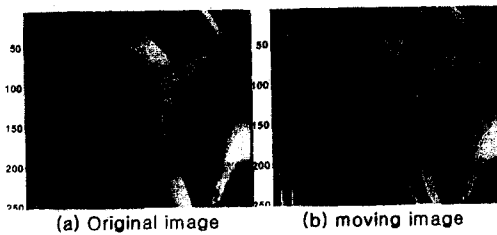


그림 5. 의사운광 시뮬레이션 결과

그림 5는 컴퓨터 시뮬레이션으로 의사운광 발생 정도를 보인 것이다. (a)는 시뮬레이션에 사용된 test 화상이며 (b)는 의사운광 저감 대책이 없는 서브필드의 배열에서 이 화상을 1TV field 당 5화소 이동시켰을 경우에 의사운광 노이즈가 나타나는 정도를 시뮬레이션 한 것이다. 시뮬레이션 결과에서 나타나는 것과 같이 의사운광은 특히 살색부분과 같은 미묘하게 계조가 변화하는 부분에서 뚜렷이 나타나게 되어 화

질의 열화를 더욱 심하게 느끼게 한다.

3.3 동화상 의사운광 노이즈 저감 기술

종래의 PDP 동화상 의사운광 노이즈 저감 방식은 상대적으로 발광시간이 긴 서브필드를 잘게 나누어 시간적으로 계조표현에 필요한 서브필드의 수보다 많은 서브필드를 설치하는 방식으로 이는 하드웨어적으로 표시발광의 시간을 분리하여 의사운광 저감효과를 얻는 것이다. 그림 6의 (a)는 원래의 8(bit) 계조를 얻기 위한 PDP의 서브필드 구성이다. 종래에 시도되고 현재 상품화에 적용되고 있는 기술의 개요는 이러한 서브필드의 구성을 (b)와 같이 최상위 bit에 대응되는 서브필드를 몇 개의 작은 발광시간을 가지는 서브필드로 분할하거나 (c)와 같이 이렇게 나누어진 서브필드의 발광순서를 바꾸는 것이다[5]. 그러나 이러한 방식들은 보조필드들의 공간적인 불일치 문제를 원리적으로 해결하지 못하므로 속도가 증가하면 여전히 의사운광 노이즈는 증가한다. 그리고 서브필드들의 구성은 항상 1TV field 안에서 일어나야 하므로 PDP의 특성상 이를 저감시키기 위한 서브필드의 분할에는 한계가 있다.

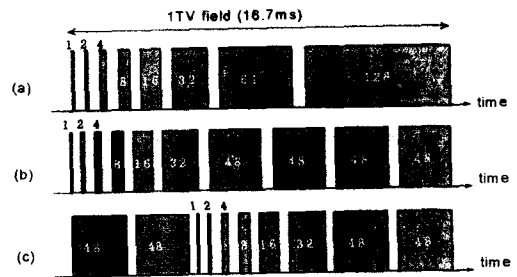


그림 6. 서브필드 재배치에 의한 의사운광 노이즈 저감 기술

이를 극복하기 위하여 서브필드에 동화필드를 삽입하여 서브필드의 광량을 보상하는 방식이 1996년 일본 전기통신대학의 S. Mikoshiba 교수에 의해 연구

되고 발표되었다(6)(7). 그림 7은 이 등화펄스법의 원리를 보여주는 서브필드들의 타이밍도이다. 이 기술은 화상데이터의 움직임을 검출하여 이에 대응하여 서브필드에 추가적인 서브필드를 삽입해주는 것으로 하드웨어적인 방법과 소프트웨어적인 방법의 혼합형태의 기술이다. 이 방식은 각각의 계조들의 조합에서 예측되는 의사운곽 발생량을 시뮬레이션으로 계산하여 이를 table화하여 검출된 영상정보에 따라 적당한 등화펄스를 삽입하는 것으로 연구 단계에서 타당성은 검증되었으나 아직 실용화는 되고 있지 않다.

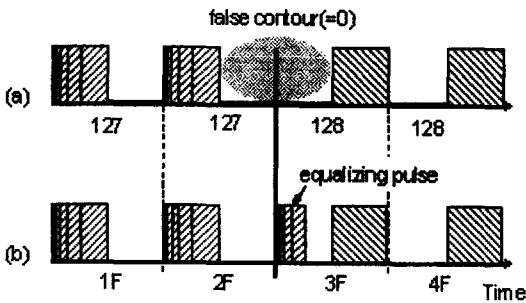
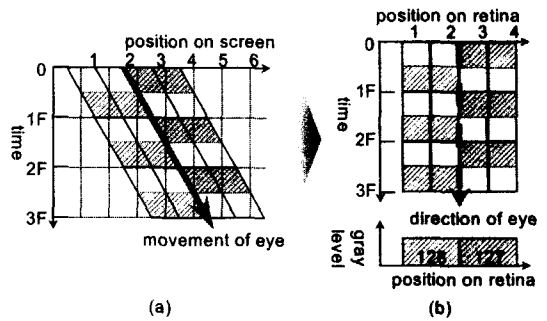


그림 7. 등화펄스법에 의한 의사운곽 노이즈 저감 기술

3.4 새로운 의사운곽 저감기술

1998년에는 본인이 삼성 SDI에서 PDP 관련 연구를 하면서 Mikoshiba 교수의 방식과는 차별화된, 완전히 영상신호의 소프트웨어적인 처리에 의존하는 의사운곽 저감 알고리즘을 고안하여 시뮬레이션한 결과를 관련 학회에 발표하였다(8). PDP의 계조 구현 특성상 동화상에서 계조의 시간적 변화는 그림 4의 (b)와 같이 망막상에서 화상의 속도에 따라 기울기를 갖는 평행사변형 형태로 퍼져서 받아들여진다. 본 연구에서는 이 현상이 의사운곽을 발생시키는 원인임에 착안하여 그림 8의 (a)와 같이 화면상에 화소가 움직일 때 미리 눈의 특성을 고려한 기울기 값만큼 화소의 배열이 역 평행사변형의 분포형태를 갖도록 함으로써 화소의 움직임에 연속성을 주어 이를 응시하는 눈의

움직임 속도와 일치시킴으로써 실제 망막상에는 항상 일정한 지점에 화상이 맺히도록 한 것이다. 그러므로 실제 망막 상에서는 그림의 (b)와 같이 화상이 항상 직사각형의 모습으로 형성되고 망막상에 들어오는 영상정보는 퍼짐이 없이 들어오므로 인접 영상정보와의 상호간섭이 일어나지 않게 된다. 그러므로 의사운곽의 현상이 원리적으로 제거 될 수 있다.



(a) 시선방향으로 연속되게 역 평행사변형으로 재배열된 화상 정보
(b) 화소들의 시간에 대응하여 망막상에 맺히는 휘도분포

그림 8. 영상정보처리를 사용한 의사운곽 노이즈 저감 방식에 대한 원리도

그러나 현실적으로 매트릭스 구조의 분리된 화소들의 조합으로 이루어진 PDP의 화면상에서 이동하는 화상에 역 평행사변형 형태의 연속적인 휘도분포를 주는 것은 불가능하다. 그러나 PDP는 시간적으로 분리된 복수개의 서브필드들로 구성되어 있으므로 임의의 화소를 구성하는 bit 정보들을 각각의 서브필드에 배열할 때 공간적으로 원래 화소가 있어야 할 위치의 앞쪽에 혹은 뒤쪽에 분산하여 배치함으로써 같은 효과를 얻는 것이 가능하다. 그림 9는 PDP 화면상에서의 화소들의 배열방법을 나타낸 것으로 화상의 이동 속도와 눈의 운동 속도가 일치하도록 현재 필드의 이전 필드(n-1번째 필드)의 화소의 위치와, 현재 필드의 바로 다음 필드(n+1번째필드)에 화소가 있을 것

으로 예정되어지는 위치의 사이에 현 필드의 화소정보를 bit 별로 나누어서 각각의 서브필드에 공간적으로 재배열한 것이다. 이 경우 우리 눈은 전술한 것과 같이 화상정보가 이산적인 이동이 아닌 연속적인 이동을 하는 것으로 근사하여 인식할 것이다. 그러므로 의사운곽을 원리적으로 저감시키는 것이 가능하다.

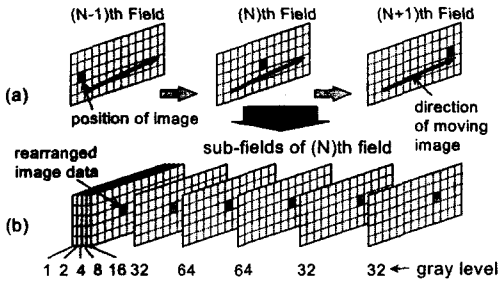


그림 9. 서브필드를 이용한 영상정보 재배열 방식의 개념도

4. 결 론

PDP는 시분할 계조 표현방식을 사용하므로 동화상에서 필연적으로 의사운곽이 발생하고 이 의사운곽이 화질을 저하시킨다. 이 의사운곽 노이즈를 저감시키는 방법으로는 계조 표현에 사용되는 서브 필드의 배열을 바꾸거나 더 많은 조각의 서브필드로 나누어 의사운곽 노이즈의 발생정도를 줄이는 하드웨어적인 방식이 대부분의 상품화에 사용되고 있다. 그리고 동화상의 화상정보를 판단하여 의사운곽을 보상할 수 있도록 1TV 필드 안에 서브필드 조각을 삽입하거나 화상정보를 재배열하는 소프트웨어적인 방안이 연구되고 있으나 아직은 실용화되지 않고 있는 실정이다.

이렇게 의사운곽을 소프트웨어적으로 저감시키려는 시도는 아직 연구단계로 현재는 PDP의 초기 상품화라는 물결에 밀려 일단 뒤로 미루어지고 구체적으로 적용된 예는 국내외 어디에도 없다. 그러나 향후 HDTV가 보급되고 동시에 PDP의 상품화가 본 레도

에 오르면 필연적으로 화질에 대한 요구가 증대될 것은 자명하며 이 시점이 되면 의사운곽 노이즈는 반드시 해결되어야 하며 이 경우 H/W 적인 방법으로 의사운곽을 저감시키는 것은 한계가 있고, 디지털 정보의 특성을 활용한 S/W 적인 방법이 효과를 가져올 수도 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- (1) T. Kishi, et al., "A New Driving Technology for PDPs with Cost Effective Sustain Circuit", SID Digest of Tech. Papers, pp.1236-1239, 2001.
- (2) T. Shinoda, et al., "Improvement of Luminance and Luminous Efficiency of Surface-Discharge Color ac PDP", SID91 DIGEST, pp.724-727, 1991.
- (3) T. Shinoda, "Plasma Display Panels", Optoelectronics-Devices and Technologies, Vol.7, No.2, pp231-251, 1992.
- (4) S. Kanagu, et al., "A 31-in.-Diagonal Full-Color Surface-Discharge ac Plasma Display Panel", Digest of SID'92, pp.713-716, 1992.
- (5) T. Makino, et al., "Improvement of Video Image Quality in AC-Plasma Display Panels by Suppressing the Unfavorable Coloration Effect with Sufficient Gray Shades Capability", Conference Record of IDRC, pp. 381-384, 1995.
- (6) S. Mikoshiba, "Dynamic False Contours on PDPs - Fatal or Curable?", Proc. of The Third IDW Vol.2, pp. 251-254, 1996.
- (7) T. Koura, et al., "Evaluation of Moving-Picture Quality on 42-in. PDP", SID98 Digest, Vol. XXIX, pp. 620-623, 1998.
- (8) J. Ryeom, et al., "An Image Data Rearranged Sub-Field Method for Reducing Dynamic False Contours in PDPs", Proc. of The Fifth IDW, pp. 547-550, 1998.
- (9) 御子柴 茂生, "プラズマディスプレイ最新技術", ED リサーチ社, pp. 115-120, 1996.
- (10) Y. Watanabe, et al., "Quantitative Analysis of Dynamic False Contours on PDPs", Conference Record of IDRC, pp. 289-292, 1997.

◇ 저 자 소 개 ◇



염정덕(廉正德)

1960년 5월 14일생. 1987년 서울대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1989년 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992년 서울대학교동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1992년~1995년 LG전자(주) 영상미디어 연구소 선임연구원. 1996년 일본 전기·통신대학 외국인 연구원. 1997년~1999년 삼성SDI(주) PDP팀 선임연구원. 현재 경주대학교 컴퓨터전자공학부 조교수. E-mail : marine@kyongju.ac.kr