

APL 적용 오차 확산법을 이용한 PDP 화질 개선

장수욱[†], 표세진^{**}, 김은수^{***}, 이성학^{****}, 송규익^{*****}

요 약

플라즈마 디스플레이 패널에서는 표현 가능한 회색 준위의 수를 향상시키기 위해 오차 확산 방법이 주로 사용되고 있다. 이 방법은 표현 가능한 회색 준위 수의 증가를 가져오나 오차 확산 과정에서 발생하는 워라이크 패턴은 오차 확산 처리 이후의 여러 가지 영상 처리 과정을 거치면서 증가되어 화질저하의 요인이 된다. 본 논문에서는 플라즈마 디스플레이 패널의 화질개선을 일으키는 워라이크 패턴의 증가를 막기 위하여 average picture level 특성을 고려한 화질개선 방법을 제안하였다. 제안한 방법으로 모의실험을 한 결과, 플라즈마 디스플레이 패널의 표현 가능한 회색 준위의 수가 증가되었고, 워라이크 패턴은 현저히 감소하였으며, 각 회색 준위의 상관 색온도 특성이 균일하게 됨을 확인하였다.

Image Enhancement Using Error Diffusion with APL in PDP

Soo-Wook Jang[†], Se-Jin Pyo^{**}, Eun-Su Kim^{***},
Sung-Hak Lee^{****}, Kyu-Ik Sohng^{*****}

ABSTRACT

PDP is the flat panel display, suitable for high definition television because of large-size and high-brightness. It has many advantages such as fast response, wide viewing angle, low weight, and simple manufacturing process for fabrication. However, there are some disadvantages and one of them is the image quality degradation, which is dependent on the digital signal processing. Although image quality of PDP is improving by many researches and experimentations, it still isn't as good as that of CRT because of various factors. One of them is worm-like pattern generated by an error diffusion process. And the worm-like pattern is severely increased after an APL process. An increased worm-like pattern occur a drop of resolution in image and a change of CCT according to each grayscale. In this paper, a method for improvement of image quality using the error diffusion which considers the APL process is proposed. In the proposed method, the APL process is performed before the error diffusion process. Simulation results showed that the proposed method has better performances for resolution in images and CCT uniformity according to each grayscale than the conventional method.

Key words: Gamma Correction(감마 보정), Error Diffusion(오차 확산), APL(오토 픽처 레벨), PDP(플라즈마 디스플레이 패널)

※ 교신저자(Corresponding Author): 김은수, 주소: 대구광역시 북구 산격 3동 1370(702-701), 전화: 053)940-8633, FAX: 053)940-8533, E-mail: saeloum@ee.knu.ac.kr
접수일: 2005년 3월 31일, 완료일: 2005년 6월 7일

[†] 정회원, 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정
(E-mail: jjang@ee.knu.ac.kr)

^{**} (주)삼성전자 DM 연구원

(E-mail: sejin.pyo@samsung.com)

^{***} 경북대학교 전자공학과 박사

^{****} 준회원, 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정
(E-mail: shak2@ee.knu.ac.kr)

^{*****} 경북대학교 전자전기공학부 교수

(E-mail: kisohng@ee.knu.ac.kr)

1. 서 론

플라즈마 디스플레이 패널(plasma display panel; PDP)은 플라즈마 방전을 이용하여 영상을 표현하는 자체 발광형 디스플레이로서, 대형화 및 박형화의 용이, 높은 휘도 특성, 및 넓은 시야각 등의 장점을 가지고 있어 차세대 평판 디스플레이로서 CRT(cathode ray tube) 디스플레이를 급속히 대체해 나가고 있다. 그러나 PDP는 CRT와 비교해 화질이 떨어진다는 단점을 가지고 있기 때문에 현재 화질 개선을 위한 기술개발이 활발하게 이루어지고 있다[1]. 특히, PDP의 화질 개선에 대한 노력은 RGB 화소의 배열방법, 서브필드(subfield)의 배열방법, 및 디지털 영상 처리방법 등 여러 가지 측면에서 시도되고 있다.

CRT 디스플레이에서는 비디오 입력 전압에 대한 디스플레이 화상의 휘도가 감마 (gamma) 제곱에 비례하며, 표준 CRT 디스플레이의 감마값은 2.2이다. 따라서 카메라에서는 감마값이 1/2.2 인 비선형 회로를 이용하여 비디오 전압을 보정하는 감마 보정 (gamma correction) 회로를 포함하고 있다[2]. 그러나 PDP는 입력값에 대한 화상의 휘도가 거의 선형에 가깝기 때문에 역 감마 보정(inverse gamma correction)을 위한 회로가 필요하다. 역 감마 보정 시 PDP에 디스플레이 된 영상의 어두운 영역에서는 표현 가능한 회색 준위(gray level)의 수가 감소하여 화질 열화가 발생한다. 이러한 현상을 보정하기 위해 주로 오차 확산 방법(error defusion method)이 사용되고 있다. 그러나 이 방법은 표현 가능한 회색 준위 수의 증가를 가져오지만 화질 열화의 원인이 되는 워라이크 패턴(worm-like patterns)을 발생시킨다[3,4]. 그리고 이러한 워라이크 패턴은 영상 신호 처리 과정의 일부분인 APL(average picture level) 조정을 거치면서 더욱 증가되어 화질을 저하시키는 주요한 원인이 되고 있다. 또한 영상 처리 과정에서 회색 준위에 대한 red, green, 및 blue 값의 비가 달라져서 회색 준위에 따라 상관 색온도(correlated color temperature; CCT)가 크게 변화되는 문제점을 발생시킨다.

본 논문에서는 현행 PDP의 디지털 영상 처리 과정에서 PDP의 화질을 저하시키는 주요한 원인을 밝히고, APL을 고려한 PDP 화질 개선 방법을 제안하였다. 이 방법에서는 워라이크 패턴을 증가시키는 주요인인 APL 조정을 오차 확산 과정 이전에 수행하고, 오차 확산 과정에서는 실제로 사용되는 방전 유

지 펄스 수를 사용하도록 하였다. 제안한 화질 개선 방법을 컴퓨터 모의실험을 수행 한 결과, PDP의 표현 가능한 회색 준위 수의 향상, 워라이크 패턴의 증가 최소화, 및 회색 준위에 따른 균일한 CCT 특성 등과 같은 화질 개선을 확인하였다.

2. 기존 PDP의 신호 처리

기존 PDP에서 주요한 신호 처리 과정은 역 감마 보정, 오차 확산 방법, 및 APL이다. 기존 PDP의 주요한 신호 처리 블록도를 그림 1에 나타내었다.

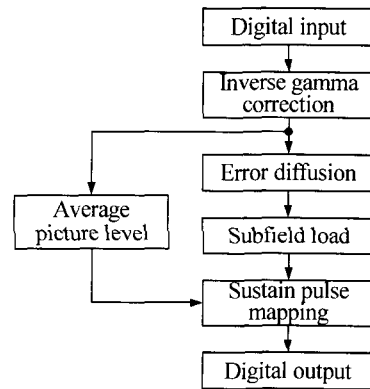


그림 1. 기존 PDP의 신호 처리 블록도

2.1 역 감마 보정

CRT에서는 비디오 입력 전압에 대한 디스플레이 화상의 휘도가 감마 제곱에 비례하는데, 표준 디스플레이의 감마값은 2.2 이다. 따라서 카메라에서는 감마값이 1/2.2인 비선형 회로를 이용하여 비디오 전압 진폭을 보정시킨다[2]. 그러나 PDP는 입력값에 대한 화상의 휘도가 거의 선형에 가깝기 때문에 역 감마 보정을 위한 회로가 필요하다. 이러한 감마 시스템의 개념을 그림 2에 나타내었다. 역 감마 보정 식은 **R**, **G**, 및 **B** 각 채널 별로

$$\begin{aligned}
 R_{gam} &= K_R \cdot \left(\frac{R}{255}\right)^\gamma \\
 G_{gam} &= K_G \cdot \left(\frac{G}{255}\right)^\gamma \\
 B_{gam} &= K_B \cdot \left(\frac{B}{255}\right)^\gamma
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

이 된다. 여기서 *R*, *G*, 및 *B*는 각 채널의 역 감마 보정 회로의 디지털 입력값이고, γ 는 디스플레이 감

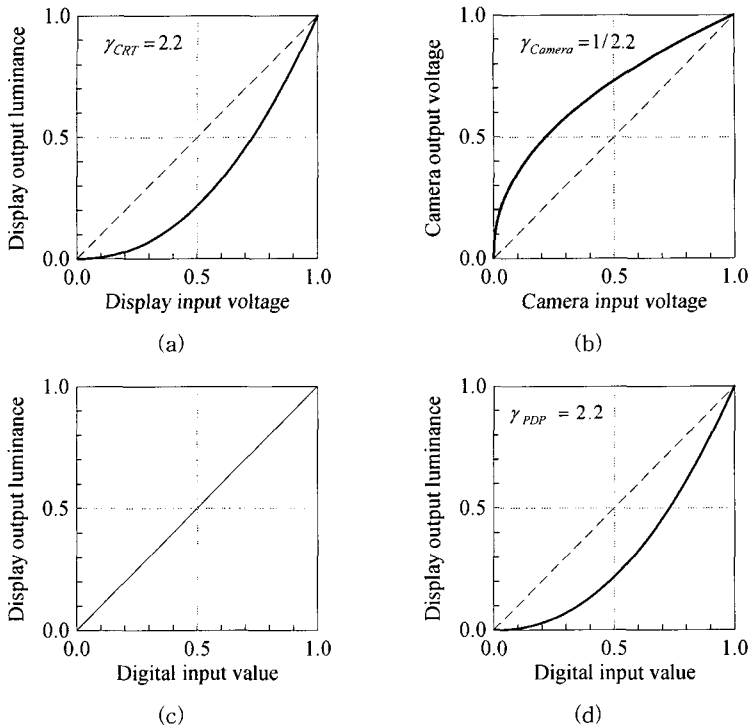


그림 2. 감마 시스템: (a) CRT 감마 특성, (b) 카메라 감마 보정, (c) PDP의 입력값에 대한 화상의 휘도 특성, 및 (d) PDP의 역 감마 보정.

마값을 나타낸다. 그리고 $K_R, K_G,$ 및 K_B 는 각 채널의 정규화 상수 값이고, $R_{gam}, G_{gam},$ 및 B_{gam} 는 각 채널의 소수가 포함된 목표로 하는 역 감마 보정 회로의 출력값을 나타낸다. 그러나 실제로 패널이 표현할 수 있는 값은 정수값이므로 소수 값을 정수 값으로 반올림하여 이 값을 최종적으로 패널에 출력하게 된다. 이때 표현 가능한 출력값의 수는 역 감마 보정 회로의 디스플레이 감마값 및 출력 비트 수에 따라 결정된다. 즉, 출력 비트의 수가 증가할수록 표현 가능한 디지털 출력값의 개수는 입력값의 개수와 같은 256개에 가까워진다. 현행 PDP의 역 감마 보정 회로에서는 칩 (chip) 제조사와 패널 (panel) 제조사의 제한성으로 주로 10 비트 이내의 출력 비트를 사용하고 있다. 여기서 표현 가능한 회색 준위 수의 감소가 발생하게 된다. 역 감마 보정 회로에서 8 비트 입력 신호에 대한 8 비트 출력의 결과를 그림 3에 나타내었다. 그림 3에서와 같이 출력 비트가 8비트일 경우에는 0부터 14까지의 디지털 입력값에 대한 디지털 출력 값은 모두 0이 되어 각 회색 준위간의 구분이 불가능하게 됨을 알 수 있다.

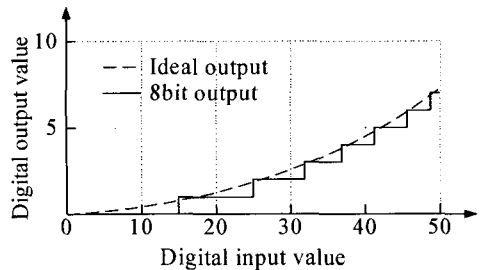


그림 3. 역 감마 보정 회로의 입출력 특성

2.2 오차 확산 알고리즘

PDP에서는 역 감마 보정 과정에서 발생하게 되는 회색 준위의 표현력 감소를 보상해 주기 위해 오차 확산 방법을 사용한다. 오차 확산은 디스플레이 및 프린터 등과 같은 디지털 장치에서 제한된 색 팔레트 (palettes)를 사용하여 아날로그 장치에서 재현되는 것과 유사한 연속적인 톤 (continuous-tone)으로 색을 재현하기 위한 방법이다[3]. 기존의 PDP에서 주로 사용되는 오차 확산 알고리즘 블록도를 그림 4에 나타내었다.

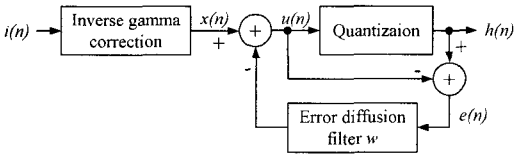


그림 4. 기존의 오차 확산 알고리즘 블록도

그림 4에서 $i(n)$ 은 PDP의 디지털 입력값이며, 이 값은 역 감마 보정을 거친 후

$$x(n) = \left(\frac{i(n)}{255}\right)^{2.2} \cdot 255 \quad (2)$$

가 된다. 그리고 $x(n)$ 은 이웃 화소들의 오차 값을 받아서

$$u(n) = x(n) - (e * \omega)(n) \quad (3)$$

가 된다. 여기서 ω 는 오차 확산 필터를 나타내고, $e(n)$ 은 이웃 화소들에서 발생한 오차 값을 나타낸다. PDP에서 사용되는 오차 확산 알고리즘에서는 해당 화소의 목표로 하는 이상적인 역 감마 보정 값과 실제 디스플레이에서 표현 가능한 값의 차이를 오차로 정의한다. 그 오차 값 $e(n)$ 은

$$e(n) = h(n) - u(n) \quad (4)$$

으로 주어진다. 여기서 $h(n)$ 은 $u(n)$ 을 양자화 한 값이며, 오차 확산 과정의 최종 출력 값을 나타낸다[5].

한편, 해당 화소에서 발생한 오차는 오차 필터로 가중치를 주어 이웃 화소들로 다시 분산된다. 이러한 오차 필터 중 대표적인 것이 Floyd-Steinberg[6]에 의해 제안된 오차 필터이며, 그림 5에 Floyd-Steinberg의 오차 확산 필터를 나타내었다. 이를 수식으로 나타내면

$$\omega_{i,j} = \left[\begin{array}{ccc} 1/16 & 5/16 & 3/16 \\ 7/16 & * & * \end{array} \right] \quad (5)$$

이다. 여기서 $\omega_{i,j}$ 는 해당 화소에서 발생한 오차 값을 이웃 화소로 확산 시켜 주기 위한 오차 필터를 의미

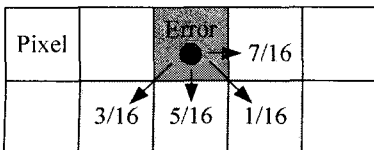


그림 5. Floyd-Steinberg의 오차 확산 마스크

한다. 이 방법은 비교적 단순한 마스크 (mask)로서, 하드웨어의 구현이 용이 하기 때문에 PDP의 오차 확산 방법에 상용화되고 있다. 오차 확산 방법은 해당 화소의 양자화 오차를 그 이웃 화소들로 분산시킴으로써 PDP의 회색 준위 표현력을 향상시킨다는 장점이 있다. 그러나 오차 확산 과정에서 개별 화소의 디지털 값에 대한 분산이 크면 워라이크 패턴이 발생하게 된다. 특히, PDP와 같이 개별 화소의 물리적 크기가 상대적으로 큰 디스플레이의 경우, 이러한 워라이크 패턴은 인간의 시각에 노이즈로 인식되고, 화질 저하의 주요한 원인이 되고 있다. 실제 42인치 PDP에서 나타나는 워라이크 패턴을 촬영한 영상을 그림 6에 나타내었다. 이러한 워라이크 패턴은 특히 저휘도 레벨에서 많이 나타남을 알 수 있다.

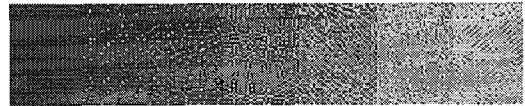


그림 6. 워라이크 패턴

2.3 APL

PDP에서는 패널의 과열을 방지하면서, 동시에 패널의 휘도 효율성을 극대화시키기 위하여 APL 방법을 사용한다. 이것은 한 프레임 시간 동안 입력되는 디지털 값의 평균에 따라 사용되는 최대의 방전 유지 펄스 수를 변화 시키는 방법이다. 따라서 한 프레임 시간 동안 패널에 디스플레이 되는 휘도의 평균은 항상 일정하게 유지된다[1]. 각 APL에서의 회색 준위별 상대 휘도를 그림 7에 나타내었다. 여기서 알 수 있듯이 낮은 APL 단계로 갈수록 동일한 회색 준위 값에 대한 방전 유지 펄스 수는 증가되고, 결과적으로 휘도가 증가된다. 즉, 한 프레임 시간 동안의 입력 영상의 평균값에 따라 APL 단계가 결정이 되고, 이렇게 결정된 APL 단계에 따라 최대 방전 유지 펄스 수가 결정된다. 최대 방전 유지 펄스 수가 결정이 되면 패널의 특성을 고려하여 각 회색 준위에 따라 방전 유지 펄스 수가 선택됨으로써 회색 준위의 표현이 가능하게 된다. 그러나 이러한 APL 과정은 오차 확산 과정에서 이웃의 화소들로 분산된 오차 값을 선형적으로 증가시킴으로써 워라이크 패턴의 증가를 초래한다. 그리고 PDP는 목표로 하는 기준 백색의 CCT를 맞추기 위해 영상 처리 과정에서 red,

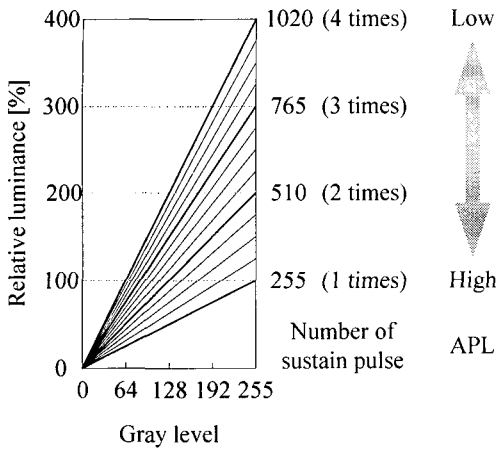


그림 7. APL에 의한 회색 준위 별 상대 휘도

green, 및 blue 입력값의 이득을 조절함으로써 패널에 최종적으로 입력되는 방전 유지 펄스 수의 비를 다르게 설정한다.

영상 처리 과정 및 APL 과정을 거치면서 red, green, 및 blue의 디지털 데이터에 발생하는 양자화 오차 및 워라이크 패턴이 각기 다르기 때문에 회색 영상의 휘도 레벨에 따른 red, green, 및 blue의 비율이 달라지며, 결과적으로 PDP에 출력되는 회색 준위 영상의 CCT가 휘도 레벨에 따라 상당히 변화하는 문제가 발생한다.

실제로 PDP에서 촬영된 APL에 따른 회색 준위 영상을 그림 8에 나타내었다. 그림 8에서와 같이 각 APL에 의해서 회색 준위 별 CCT는 변화된다. 즉, 배경의 휘도가 변화함에 따라 동일한 회색 준위의 휘도 및 CCT는 변화되고, 동일한 배경에서도 회색

준위에 따라 CCT가 크게 변화되는 특성을 확인 할 수 있다.

3. 제안한 PDP 화질 개선 방법

제안한 PDP 화질 개선 블록도를 그림 9에 나타내었다. 제안한 방법에서는 모든 필요한 디지털 영상 신호 처리를 수행한 후에 Floyd-Steinberg의 오차 확산 알고리즘을 사용한 오차 확산 과정을 수행하도록 하였다. 즉, 8 비트의 red, green, 및 blue 입력값은

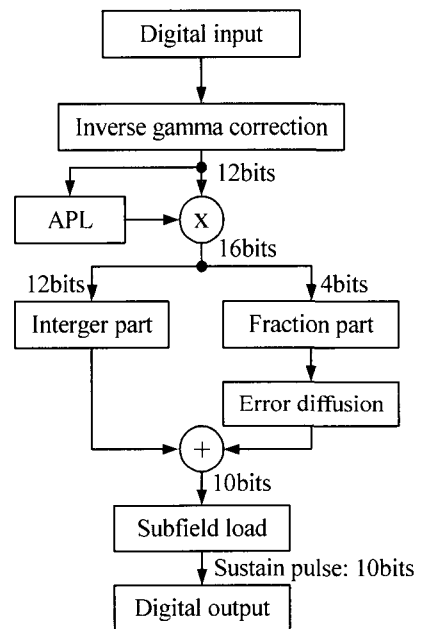


그림 9. 제안한 PDP 화질 개선 블록도

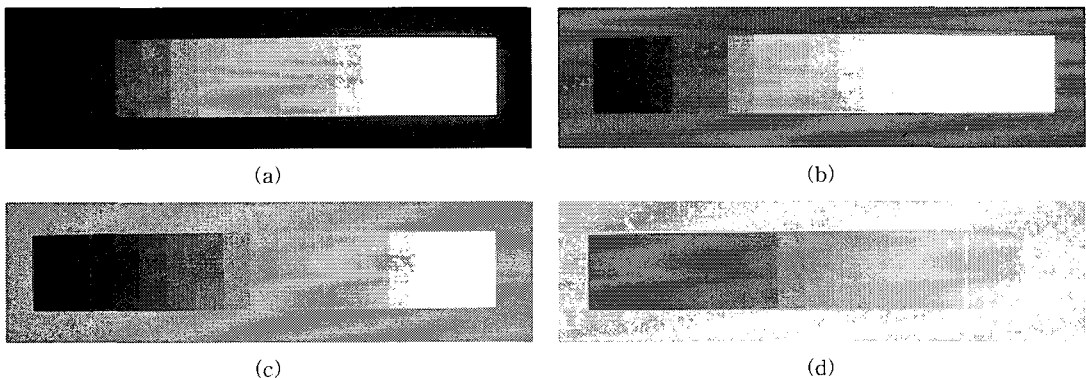


그림 8. (a) 배경 회색 준위 0, (b) 배경 회색 준위 110, (c) 배경 회색 준위 160, 및 (d) 배경 회색 준위 220 일 때의 APL에 따른 회색 준위 영상.

먼저 12 비트의 출력 값으로 역 감마 보정되고, APL과 오차 확산 과정을 차례로 거친 후 최종적으로 방전 유지 펄스 수로 변환된다.

역 감마 보정에서 감마값이 2.2인 경우, 출력 비트 수에 따른 표현 가능한 회색 준위 수를 표 1에 나타내었다. 여기서 출력 비트 수가 8 비트 일 경우에는 표현 가능한 회색 준위 수는 183개로 크게 줄어든다는 것을 확인할 수 있다. 그러므로 표현 가능한 회색 준위 수의 감소를 막기 위해서는 출력 비트 수가 최소 12 비트 이상이 되어야 함을 알 수 있다. 12 비트 이상의 출력 값은 APL 과정을 거친 후 16 비트 데이터가 된다. 이 데이터 비트 수는 정수 부분을 위해 12 비트, 소수 부분을 위해 4 비트가 할당된 것이다.

기존의 신호 처리 방법은 앞에서 설명한 것과 같이 역 감마 보정에서 감소된 회색 준위 수의 보상을 위해 Floyd-Steinberg의 오차 확산 알고리즘을 사용한다. 역 감마 보정 후 발생하는 소수 값은 이상적인 가상의 회색 준위 값이다. 그러나 실제로 패널이 표현할 수 있는 값은 정수의 회색 준위 값이기 때문에 소수 값은 정수 값으로 양자화되어 PDP로 출력된다. 이때 반올림하면서 발생하는 오차는 가중치를 주어 이웃하는 화소들로 전파시킨다. 기존의 방법에서는 APL 특성을 전혀 고려하지 않았기 때문에 PDP 화질 열화의 주요인이라고 할 수 있는 워라이크 패턴의 증가를 막지 못한다. 제안한 신호처리 방법에서는 워라이크 패턴의 증가를 가져오는 APL 특성을 고려함으로써 오차 확산 방법을 수행한다. 제안한 오차 확산 알고리즘 블록도를 그림 10에 나타내었다.

그림 10에서 x 와 y 는 영상에서 해당 화소의 위치를 나타낸다. 그리고 $i(x,y)$ 는 입력되는 영상의 해당 화소의 값이고, 이 값은 역 감마 보정 과정을 거친 후

$$g(x,y) = \left(\frac{i(x,y)}{255}\right)^{2.2} \cdot 255 \quad (6)$$

이 된다. 한 프레임 동안 입력되는 영상의 평균값에 따라 APL이 결정되고, $g(x,y)$ 는 APL 과정을 거친 후

표 1. 역 감마 보정 시 출력 비트 수에 따른 표현 가능한 회색 준위 수

출력 비트수 [bits]	8	9	10	11	12
표현 가능한 회색 준위 수	183	215	233	243	248

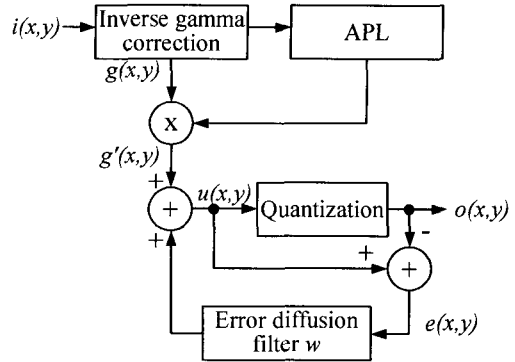


그림 10. 제안한 오차 확산 알고리즘 블록도

$$g'(x,y) = [g(x,y)]_{APL} \quad (7)$$

이 되며, 여기서 $g'(x,y)$ 는 이웃 화소들로부터 오차 필터 w 에 의해 가중치가 주어진 오차 값을 넘겨받아서

$$u(x,y) = g'(x,y) + \sum_{i,j} \omega_{i,j} \cdot e(x-i,y-j) \quad (8)$$

가 된다. 여기서 $\omega_{i,j}$ 는 해당 화소에서 발생한 오차 값을 이웃 화소로 확산 시켜 주기 위한 오차 필터를 나타낸 것이다. 그리고 $e(x,y)$ 는 (x,y) 화소에서 발생한 오차 값을 나타낸다. 제안한 오차 확산 방법에서 사용된 오차 필터는 기존에 널리 사용되고 있는 Floyd-Steinberg에 의해 제안된 오차 필터를 사용하였다. 제안한 오차 확산 방법에서는 APL 적용 후의 목표로 하는 역 감마 보정 값과 패널에 실제로 인가해줄 수 있는 방전 유지 펄스 수의 차이를 오차로 정의한다. 목표로 하는 역 감마 보정 값 $g'(x,y)$ 는 (8)에서 나타낸 것과 같이 해당 화소의 위치가 이동함에 따라 이웃 화소들의 오차 값이 회귀되어 $u(x,y)$ 로 변화된다. 오차 값 $e(x,y)$ 는

$$e(x,y) = u(x,y) - o(x,y) \quad (9)$$

로 주어진다. 여기서 $o(x,y)$ 는 최종적으로 패널에 인가되는 방전 유지 펄스 수를 의미한다. 이 값은 "0"과 패널에서 구현 가능한 최대 방전 유지 펄스 수 사이의 정수 값이 되어야 하기 때문에 소수 값을 포함하는 $u(x,y)$ 를 지정된 문턱 치에 의해 양자화 한 것이다.

본 논문에서 제안한 신호 처리 방법은 APL 과정을 오차 확산 과정 이전에 수행하고, 오차 확산 과정에서는 실제 사용되는 방전 유지 펄스 수를 사용하도

록 함으로써 기존의 신호 처리 방법에서 발생하던 개별 화소의 출력 값에 대한 분산이 커지는 문제점을 방지하였다.

4. 실험 및 결과

본 논문에서 제안한 방법의 성능을 평가하기 위하여 컴퓨터 모의실험을 행하였다. 본 실험에 사용된 실험 영상으로는 회색 준위 영상 및 컬러 인물 영상이며, 이들은 그림 11에서와 같다. 본 실험에서는 모의실험의 결과 영상에 대한 주관적 화질 및 정량적 화질의 성능을 평가하였으며, 정량적 화질 평가 척도로는 영상의 PSNR을 사용하였다.

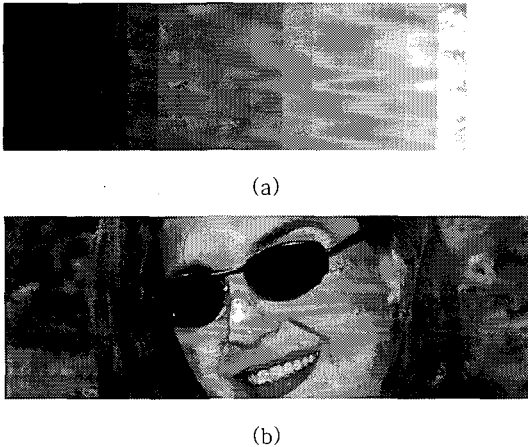
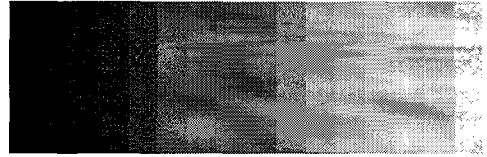


그림 11. 실험에 사용된 영상들: (a) 회색 준위 영상, (b) 컬러 인물 영상.

4.1 워라이크 패턴 감소

본 논문에서 제안한 방법과 기존의 방법에 의하여 처리된 결과 영상을 그림 12 및 그림 13에 각각 나타내었다. 그림 12에서 보이는 바와 같이 기존 방법에 의한 결과 영상에서는 전반적으로 워라이크 패턴의 발생으로 인한 노이즈가 많음을 확인 할 수 있으나, 그림 13의 제안한 방법에 의한 결과 영상에서는 기존 방법에 의한 결과 영상에 비하여 워라이크 패턴으로 인하여 발생하는 노이즈가 훨씬 적게 나타나는 것을 확인 할 수 있다. 그림 12 및 그림 13에서 보여준 모의 실험 영상의 PSNR 값은 표 2에서와 같다. 회색 준위 영상과 컬러 인물 영상에서 제안한 방법이 기존의 방법에 비해 각각 7.2 dB 및 6.9 dB의 PSNR 향상이 있음을 확인 할 수 있다.

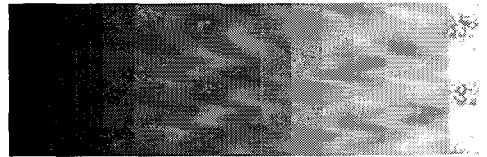


(a)



(b)

그림 12. 기존 방법: (a) 회색 준위 영상, (b) 컬러 인물 영상.



(a)



(b)

그림 13. 제안 방법: (a) 회색 준위 영상, (b) 컬러 인물 영상.

표 2. 회색 준위 영상 및 컬러 인물 영상에 대한 모의실험의 PSNR 비교

	PSNR [dB]	
	conventional	proposed
Grayscale	34.1	41.3
Color face	32.3	39.2

4.2 회색 준위에 따른 CCT 보정

본 논문에서는 PDP의 기준 백색을 9300 K 로 설정하였다. 제안한 방법의 회색 준위 영상의 CCT 특성을 정량적으로 평가하기 위하여 그림 14와 같이 배경의 회색 준위를 128로 설정한 뒤 테스트 샘플의 회색 준위를 0에서 255까지 변화시키면서 각 샘플의 회색 준위 별 CIE(commission internationale de l'Eclairage; 국제조명위원회) xy 좌표 및 CCT 값을 구하였다. 측정된 모의실험 영상의 회색 준위 별 CIE

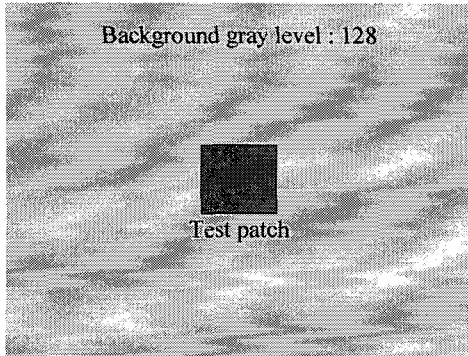


그림 14. 회색 준위에 따른 CIE xy 색도도 및 CCT 측정 방법

xy 색도도는 그림 15에 나타내었다. 그림 15에 표시된 삼각형 및 사각형 점은 각각 기존의 방법 및 제안한 방법을 통해 얻은 256 회색 준위의 CIE xy 좌표값들을 나타낸 것이다. 그림 15에서와 같이 기존의 방법보다 제안한 방법이 상대적으로 훨씬 더 9300 K 좌표에 군집됨을 보여준다. 회색 준위 별 CCT는 그림 16에 나타내었다. 기존 방법에서는 그림 16에서와 같이 회색준위에 따른 red, green, 및 blue 이득값의 차이로 인해 CCT 변화가 심함을 확인 할 수 있으며, 제안한 방법에서는 회색 준위 별 CCT가 기존 방법에 비해 크게 변화하지 않는 것을 확인 할 수 있다. 1999년 Oskoui와 Pirrotta[7]의 실험에 의하면, 시험 패치의 색온도가 눈의 순응 백색 지점의 색온도와 250 K 이상 차이가 나게 되면 디스플레이를

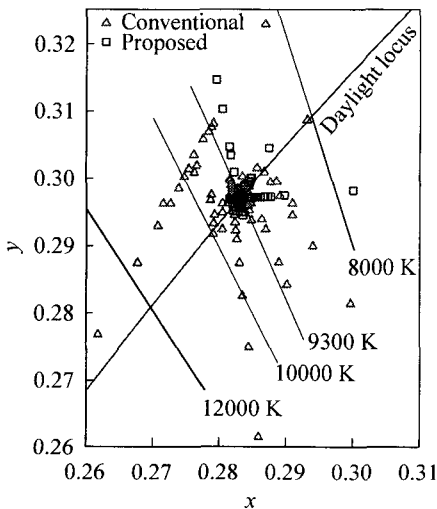


그림 15. 모의 실험 영상의 회색 준위 별 CIE xy 색도도

시청하는 시청자는 그 시험 패치를 다른 색으로 인식하게 된다. 이러한 인간 시각의 특성을 고려해 볼 때 제안한 방법에 의한 회색 준위 별 CCT 결과는 입력 회색 준위 값이 64 이상일 경우 시청자는 CCT의 변화를 거의 인식할 수 없음을 알 수 있다.

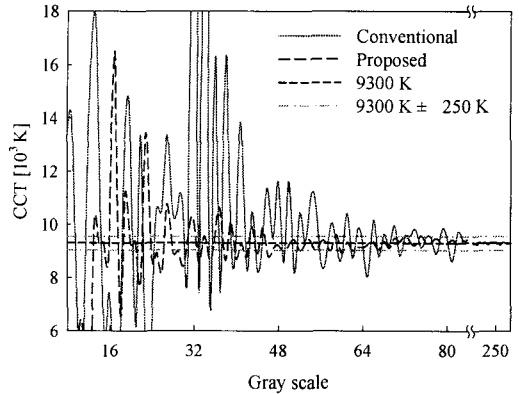


그림 16. 모의 실험 영상의 회색 준위 별 CCT

5. 결론

PDP에서 화질 열화를 발생시키는 가장 주요한 요인은 오차 확산 과정에서 발생하는 워라이크 패턴 및 APL 과정에서 발생하는 워라이크 패턴의 증가이다. 이러한 워라이크 패턴은 인간 시각에 노이즈로 인식되어 PDP의 해상력을 저하시키고, 입력 회색 준위의 red, green, 및 blue 값의 비율을 변화시켜 PDP의 출력 회색 준위 값에 따른 CCT의 변화를 초래한다.

본 논문에서는 이러한 PDP의 화질 열화를 발생시키는 워라이크 패턴의 증가를 최소화하기 위하여 APL을 고려한 오차 확산 과정을 수행함으로써, PDP의 화질 개선 방법을 제안하였다. 이 방법에서는 워라이크 패턴을 증가시키는 주 요인인 APL 조정을 오차 확산 과정 이전에 수행하고, 오차 확산 과정에서는 실제 사용되는 방전 유지 펄스 수를 사용하도록 함으로써, PDP의 해상력 향상 및 회색 준위에 따른 균일한 CCT 특성 등의 결과를 얻었다.

제안한 방법의 성능을 평가하기 위하여 회색 준위 영상 및 컬러 인물 영상 등을 사용하여 컴퓨터 모의 실험을 수행하였다. 이러한 컴퓨터 모의 실험을 통하여 결과 영상들을 표준 디스플레이에서 비교하는 주관적 성능 평가와 회색 준위 영상의 각 회색 준위

별 CIE xy 좌표 및 CCT 값을 구하여 비교하는 정량적 성능 평가를 수행하였다. 실험 결과로부터 제안한 방법이 기존의 방법에 비하여 영상의 해상력 및 회색 준위 별 CCT의 균일성 면에서 우수함을 확인하였다

참 고 문 헌

[1] 배영문, 정주영, "PDP 구동기술 연구개발 동향," <http://www.kisti.re.kr/kisti/index.jsp>, 2002.

[2] C. A. Poynton, "Gamma and its disguises: The nonlinear mappings of intensity in perception, CRTs, film and video," *SMPTE Journal*, pp. 1099-1108, Dec. 1993.

[3] R. Ulichney, *Digital Halftoning*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1987.

[4] P. Li and J. P. Allebach, "Tone-dependent error diffusion," *IEEE Trans. on Image Processing*, Vol. 13, pp. 201-215, Feb. 2004.

[5] M. Mese and P. P. Vaidyanathan, "Recent advances in digital halftoning and inverse halftoning methods," *IEEE Trans. on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications*, Vol. 49, pp. 790-805, June 2002.

[6] R. W. Floyd and L. Steinberg, "An adaptive algorithm for spatial grayscale," *Proc. of Society for Information Display*, Vol. 17, pp. 75-77, 1976.

[7] P. Oskoui and E. Pirrotta, "Mind - A new psychophysical algorithm for determination of chromatic adaptation," *Technical report of Hewlett Packard*, Dec. 1999.



장 수 옥

1995년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1995년 2월~2000년 3월 (주)현대자동차 중앙연구소 연구원
 2002년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)

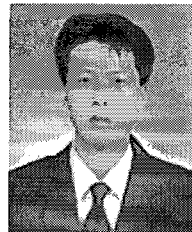
2002년 3월~현재 경북대학교 전자공학과 박사과정
 관심분야 : 영상신호처리, DTV 신호처리, 자동차 전자공학



표 세 진

2003년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 2005년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 2005년 2월~현재 (주)삼성전자 DM 연구원

관심분야 : 영상신호처리, 비디오 공학, 자동차 전자공학



김 은 수

1998년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 2000년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 2005년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
 2005년 2월~현재 HIT 수석 연구원

관심분야 : 영상신호처리, 비디오 공학, 자동차 전자공학



이 성 학

1997년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1999년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 1999년 2월~2004년 6월 LG전자 영상제품연구소 선임연구원

2004년 7월~현재 경북대학교 전자공학과 박사과정
 관심분야 : DTV 시스템, 영상신호처리, A/V



송 규 익

1975년 2월 경북대학교 전자공학과 공학사
 1977년 2월 경북대학교 전자공학과 공학석사
 1977년~1982년 국방과학연구소 연구원
 1990년 3월 일본 동북대학교 전자공학과 공학박사

1983년 4월~현재 경북대학교 전자전기공학부 교수
 관심분야 : 비디오 공학, 음향 공학, 자동차 전자공학