

기술 특 집

고화질 PDP 구현을 위한 신호 및 영상 처리 기술 동향

박승호, 김춘우 (인하대학교 정보통신공학부)

요 약

PDP에 표시되는 영상의 화질은 PDP 구매 결정에 영향을 미치는 가장 중요한 요소들 중의 하나이다. PDP에서의 화질은 주로 PDP 구동 방식, 셀의 구조, 사용되는 방전가스 및 형광체의 특성, 표시 가능 화소수 등과 같은 PDP 구성 요소들에 의해 좌우된다. 이와 같은 PDP의 구성 요소들을 개선함으로써 화질을 향상시킬 수 있다. 하지만, 이미 구성 요소들이 결정되어져 있는 경우 신호 및 영상 처리 방법들을 적용함으로써 PDP에서의 화질을 개선시킬 수 있다. 본 소고에서는 PDP에서의 고화질 구현을 위한 신호 및 영상 처리 기술들을 소개하기로 한다.

I. 서 론

차세대 대형 평판 디스플레이로서 PDP와 LCD는 경쟁 또는 상호 보완 관계에 있다. 현재 20인치 이하의 모니터용으로는 LCD가 40인치 이상의 대형 디스플레이의 경우에는 PDP가 널리 보급되고 있다. 하지만, 최근 들어 40인치 이상의 LCD개발이 발표되며 대형 모니터나 TV의 경우에 PDP와 LCD간의 경쟁이 예상되고 있다. 현재 PDP의 경우 60인치 이상의 대형화가 가능하다는 장점과 같은 크기의 대형 LCD보다 상대적으로 가격 경쟁력이 뛰어나다는 장점을 갖는다. 하지만, 앞으로 PDP가 LCD나 다른 형태의 대형 디스플레이들과의 경쟁에서 우위를 점하기 위해서는 화질에 대한 지속적인 연구 개발을 필요로 한다. 또한, 이와 같은 화질의 개선 즉, 고화질의 구현은 일본이나 중국 등 PDP를 이미 생산하고 있거나 개발 중인 기업들과의 제품 경쟁에서 차별화를 위한 필수적인 요소들 중의 하나이다.

PDP에 표시되는 영상의 화질은 주로 PDP 구동 방식, 셀의 구조, 사용되는 방전가스 및 형광체의 특성, 표시 가능 화소수 등과 같은 PDP를 구성하는 요소들에 의해 좌우된다. 이와 같은 PDP의 구성 재료 및 구동 방법들의 개선을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있고 그 결과가 PDP에서의

화질 개선에 기여하리라 예상된다. 하지만, 이미 구성 요소들이 결정되어져 있는 경우 신호 및 영상 처리 방법들을 적용함으로써 PDP에서의 화질을 더욱 향상시킬 수 있다. PDP에서의 구동방식, 구동회로 및 화질 개선에 대한 동향은 [1]에 잘 요약되어 있다. 따라서, 본 소고에서는 신호 및 영상 처리 기술을 이용하여 PDP에서의 화질을 향상시키는 방법들을 중점적으로 소개하기로 한다.

신호 및 영상 처리 기술 측면에서 PDP 시스템의 구성은 다음과 같다. 먼저 표시해야 할 영상을 담고 있는 PDP 외부의 영상 장치들을 들 수 있다. 즉, PDP와 연결되는 컴퓨터, DVD, VCR, LDP, 캠코더, 디지털 카메라 및 유선 및 무선 방송 신호 등을 생각할 수 있다. 이와 같은 외부 장치들과 PDP 간의 연결을 위해서는 다양한 인터페이스가 요구된다. 외부 장치에 저장되어 있는 영상 신호는 컴퓨터나 DVD같이 디지털 신호로 저장되어 있는 경우와 아날로그 VCR과 같이 아날로그 신호의 형태로 저장되어 있는 두 가지 경우로 구분할 수 있다. 최근 들어 DVI(Digital Video Interface)가 적용된 PDP가 출시되고 있다. 하지만, 현재 시판중인 대부분의 PDP에서는 PDP가 디지털 방식의 디스플레이임에도 불구하고 디지털 형태로 저장되어 있는 영상 신호를 아날로그 영상 신호로서 입력받게 된다.

입력된 아날로그 신호는 흔히 영상(비디오) 프로세서라 불리는 프로세서에서 디지털 신호로 변환된다. 대부분의 영상(비디오) 프로세서에서는 밝기/대조 조절과 같이 사용자가 리모콘이나 버튼 조작을 통해 조절 가능한 기능들이 수행된다. 또한, PDP 표시 화소수에 맞도록 영상 사이즈 변환 즉, 영상 보간 등이 수행된다. 이와 같이 외부 장치와의 연결 및 PDP에서 표시 가능한 디지털 영상 형태로의 변환 등을 수행하는 부분을 영상 보드라 한다. 영상 보드는 셋톱 박스의 형태로 PDP 시스템 외부에 구현되거나 PDP 시스템 내부에 설치되기도 한다. 디지털 형태로 변환된 영상은 ADS와 같은 PDP 구동 방식에 적합한 신호들로 다시 변환되어 펄스 신호 전압으로서 셀에 전달되며 이와 같은 역할을 수행하는 장치를 디지털 보드라 하기로 한다. 이와 같은 디지털 보드는 영상 보드와는 달리 대부분 PDP 시스템 내부에 설치된다.

고화질 PDP 구현을 위해 신호 및 영상 처리 기술을 적용하여 해결해야 할 문제들은 크게 동영상 의사 윤곽과 저계조 재현 문제 등과 같이 PDP 고유의 영상 표시 방식에 기인하는 문제들과 표시할 영상 크기의 보간 및 노이즈 제거 등과 같이 대부분의 디스플레이 장치에서 공통적으로 해결해야 할 문제들로 구분된다. 이와 같은 문제들을 해결하기 위해 개발된 알고리즘들은 영상 보드나 디지털 보드에 ASIC 또는 회로로 구현되어 화질을 향상시키게 된다. 다음 절에서는 구체적으로 PDP에서의 고화질 구현과 관련된 문제들과 그 해결 방안들을 살펴보기로 한다.

II. 본 론

1. 어두운 영역에서의 계조 재현 문제

CRT는 입력 계조에 대한 표시 휘도가 비선형적인 특성을 갖는다. 이와 같은 특성을 표시 감마라 부르며 인간 시각의 인식 특성을 반영한 것이다. 하지만, PDP의 경우 입력 계조값에 대해 표시되는 휘도는 동작 범위 내에서 거의 선형적인 특성을 나타낸다. PDP에서 표시되는 영상의 휘도 특성을 CRT의 그것과 일치시키기 위해서는 입력 디지털 계조에 대한 변환이 필요하며 이를 역감마 보정이라 한다. 역감마 보정 과정에서는 먼저 목표로 하는 감마값을 결정하게 된다. 다음에는 주어진 계조를 그것에 대한 목표 휘도와 가장 가까운 휘도를 나타내는 새로운 계조값으로 변환하여 표시하게 된다.

이와 같은 역감마 보정 과정을 적용하면 어두운 영역에 대해 PDP에서 표시 가능한 계조수가 감소하게 되어 목표 휘도와 보정후의 실제 표시 휘도간에 오차가 발생하게 된다. 이와 같은 현상으로 인해 어두운 영역에서 계조값이 뭉쳐보이는 의사 윤곽이 발생하게 된다. 역감마 보정시에 발생하는 어두운 영역에서의 계조 표현 문제를 제거하기 위한 방법으로는 오차확산 방법이나 디더링 방법이 널리 사용되고 있다. 오차확산 방법에서는 목표 휘도와 실제 표시 휘도와의 차이를 오차로 정의하여 주위 화소에서 고려함으로써 일정 영역의 평균 계조값이 목표 휘도와 일치하게 한다^[2]. 또는 목표 휘도를 표시할 floating point형태의 계조와 실제 표시 가능한 계조값 간의 차이를 오차로 정의하여 주위 화소들에 확산하게 된다. 오차확산 방법을 적용할 경우 어두운 영역에서의 계조가 충실히 재현된다. 하지만, 오차확산 방법은 상대적으로 계산량이 많고 처리되어야 할 영상의 가로줄에 해당하는 라인 메모리를 필요로 한다. 또한, 오차확산 방법을 적용한 경우의 화질은 사용된 오차확산 방법의 요소들에 의해 결정된다. 보다 구체적으로 오차확산 커널의 가중치, 이진화 방법 및 문턱치 결정에 의해 화질이 결정되며 따라서 고화질 획득을 위해서는 이에 대한 연구가 필요하리라 생각된다.

오차확산 방법에 사용되는 계산량 및 메모리 감소를 위하여 디더링 방법이 이용되기도 한다^[3]. 디더링을 이용한 방법에서는 목표 휘도를 표시할 floating point형태의 계조값에

서 정수부분을 제외한 1 이하의 소수부분을 미리 정해진 디더링 마스크를 이용한 비교 연산에 의해 0 또는 1로 이진화한다. 이진화된 값은 다시 정수부분에 더해져서 최종적으로 PDP에 표시된다. 디더링 방법에 의한 계조 재현 능력은 사용되는 감마값과 디더링 마스크의 사이즈에 따라 달라진다. 주어진 디더링 사이즈에 대하여 감마값이 증가할수록 표현 가능한 계조수는 감소한다. 또한, 주어진 감마값에 대하여 디더링 마스크의 사이즈가 증가하면 계조 표현 능력이 향상된다.

계조 표현 성능을 향상시키기 위해 디더링 마스크를 구성하는 문턱치들을 시간적인 개념으로 확장하여 분포시킨다. 즉, 표현 가능한 계조수 증가를 위하여 복수개의 디더링 마스크들을 프레임마다 번갈아 적용한다. 디더링 마스크 사이즈를 증가함으로써 디더링에 의해 발생하는 규칙적인 패턴이 눈에 거슬리게 된다. 이의 해결을 위하여 주어진 디더링 마스크에 대하여 문턱치의 위치들을 달리한 다수개의 마스크들을 구성하여 이들 마스크들을 임의로 선택하여 사용하게 한다. 하지만, 보다 더 개선된 화질 구현을 위하여 디더링 패턴을 감소시키는 새로운 디더링 마스크의 디자인에 대한 연구가 요구된다.

PDP에서의 계조 재현과 관련된 또 다른 문제는 회색 계조(achromatic)에서 나타나는 색조(chromatic sensation) 문제이다. 이와 같이 회색조에서 나타나는 색조는 인간 시각에 쉽게 감지된다. 최근 Fujitsu에서는 이와 같은 문제를 해결하여 화질을 향상시켰다는 제품을 발표한 바 있다. 이상적으로 회색 계조들이란 RGB 세 채널의 입력 계조값이 같을 때의 계조들을 나타낸다. 세 채널의 계조가 모두 0일때는 검정색을 모두 255인 경우에는 백색을 나타낸다.

PDP에서 회색 계조를 표시할 때 색조 문제가 발생하는 원인은 다음과 같다. PDP에서는 RGB 세 채널의 휘도 표현 특성이 다르기 때문에 백색을 표시하는 RGB 계조를 별도로 결정하여야 한다. 대부분 휘도가 낮은 B채널의 경우에는 최대값인 255를 사용하지만 R과 G는 255보다 낮은 값을 사용하게 된다. 이와 같이 백색을 표시하는 계조쌍을 결정할 후에는 위에 설명한 것과 같이 역감마 보정을 수행하게 된다. 역감마 보정에 따라 어두운 영역에서 사용할 수 있는 계조가 감소하게 되고 따라서 세 채널의 계조 조합으로 색조가 나타나지 않는 회색조를 나타내는 것이 용이하지 않게 된다. 이 문제를 해결하기 위해서는 역 감마 보정시에 RGB-to-XYZ 또는 RGB-to-Lab 색 모델링 과정을 적용하는 방법을 이용할 수 있다^[2].

2. 동영상 의사 윤곽 문제

PDP에서는 펄스 수 변조 방식을 이용하여 계조를 표현한다. 이와 같은 PDP 고유의 계조 표현 방법에 기인한 발광의 시간적 불균일성과 동화상의 움직임에 따라가는 인간의 시각 특성에 의해 동영상에서 의사 윤곽(dynamic false contour)이 발생하게 된다. 이와 같은 동영상 의사윤곽은 PDP에서의 고화질 구현을 위해 해결해야 할 가장 중요한 문제들 중의 하나이며 따라서 이의 저감을 위하여 다양한 방법

들이 제안된 바 있다.

기존의 방법들은 주어진 영상 정보에 관계없이 적용할 수 있는 방법들과 영상으로부터 동영상 의사 윤곽 저감에 필요한 정보를 추출하여 활용하는 방법의 두 가지로 분류할 수 있다. 전자의 대표적인 방법으로는 서브필드 가중치의 최적화^[5], 코딩의 최적화 방법^[6], 복수개의 서브필드 사용 방법^[7], 복수개의 코딩을 사용하는 방법^[8], 3-D scattering 방법^[9], CLEAR 방법^[10] 등이 있다. 후자의 경우에는 등화 펄스 방법^[11], 움직임 방향으로 서브필드 재배열하는 방법^[12], stretched-out 코딩을 이용한 계조수 조절 방법^[13], 오차확산방법^[14] 등이 있다.

영상 정보에 관계없이 적용하는 방법들은 비교적 계산이 간단하고, 사용 메모리도 작아서 하드웨어로의 구현이 용이하다는 장점을 갖는다. 그러나, 동영상 의사 윤곽이 감소되는 정도에는 한계가 있다는 단점이 있다. 영상 정보를 이용하는 방법은 의사 윤곽 감소면에서는 효과적이지만, 많은 계산량과 소요 메모리로 구현이 어렵다는 단점이 있다. 하지만, 디지털 동영상의 압축 표준인 MPEG(Motion Picture Expert Group) 방식의 경우 영상의 움직임 정보를 포함하고 있으므로 이 정보를 이용할 경우 별도로 움직임을 예측할 필요가 없어짐으로 인해 하드웨어로의 적용이 좀더 용이해질 것이다.

서브필드 배열은 PDP의 기본 구동 방식인 ADS 방식에서 기본적으로 결정되어야 하는 요소이다. 서브필드는 배열의 개수 뿐만 아니라, 가중치 값과 배열 순서에 따라 동영상에서의 의사 윤곽 발생에 영향을 준다. 서브필드 가중치의 최적화 방법^[5]은 동영상 의사 윤곽을 최소화하는 서브필드의 가중치 및 배열을 선택하는 것이다. 따라서 서브필드 가중치의 최적 결정은 의사 윤곽 감소를 위한 가장 간단한 방법이기도 하다. 이 방법은 별도의 하드웨어를 요구하지 않는다는 장점이 있다. 하지만, 서브필드 가중치의 최적화 만으로는 동영상 의사 윤곽을 만족할 만한 수준으로 감소시키지는 못한다. 서브필드 가중치의 최적화를 위하여 먼저 발생될 의사 윤곽 정도의 정량화를 수행한다^[15-18]. 다음에는 유전 알고리즘과 같은 최적화 방법을 적용함으로써 서브필드 가중치의 최적화를 수행한다^[6].

8개 서브필드 배열의 경우, 각 서브필드 가중치의 조합에 의해 256 계조를 표현하는 방법은 유일하다. 그러나, 서브필드 배열 개수가 9개 이상일 경우에 256 계조를 표현하는 방법은 다양해진다. 따라서 PDP를 구동하기 위해서는 256 계조에 대한 발광 패턴을 미리 결정해야 한다. 이와 같이 서브필드 배열이 결정된 상태에서 발광 패턴을 결정하는 것을 코딩이라 하고 결정된 코딩 방법을 코딩 LUT(Look-Up Table), 또는 codeword라고 한다. 이와 같은 코딩 결정 방법에 의해서도 동영상 의사 윤곽의 정도가 달라진다. 보다 정확히 표현하면 동영상 의사 윤곽의 정도는 서브필드 배열과 주어진 서브필드 배열에서의 코딩 방법에 의해 좌우된다. 코딩 최적화 방법^[6]은 주어진 서브필드 배열에서 동영상 의사 윤곽을 감소시키는 최적화된 계조별 코딩을 결정하는 방법이다. 종전의 코딩 결정 방법은 주로, 단순히 작은 가중치 우선으로 결정하였다. 즉, 계조 48 표현시 48 하나가 아니

라, 16과 32를 켜는 방법을 선택하였다. [6]에서는 코딩 변화에 따라 의사 윤곽의 차이를 평가하기 위해 임의의 두 계조 사이의 코딩 차이에 의해 발생하는 MPD(Moving pixel Distortion)을 계산한다. 이와 같이 계산된 MPD를 최소화하는 코딩을 최적화 알고리즘을 이용하여 결정하게 된다. 이 방법은 서브필드 배열 결정 방법과 마찬가지로 추가적인 계산이나 메모리의 사용없이 의사 윤곽을 감소시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다. 하지만, [6]의 코딩 최적화 과정에는 서브필드 배열의 순서가 고려되지 않는다.

복수개의 서브필드를 사용하는 방법^[7]은 프레임마다 또는 화소마다 서로 다른 서브필드들을 번갈아 사용함으로써 동영상 의사 윤곽을 서로 상쇄시키거나, 발생하는 위치를 분산시키는 방법이다. 예를 들어 서브필드 배열을 가중치가 큰 값을 중심으로 대칭되게 배열하고, 배열된 서브필드의 좌우가 바뀐 서브필드를 하나 더 결정하여 프레임 또는 화소마다 번갈아 사용하는 것이다. 서로 대칭되는 서브필드를 번갈아 적용함으로써 어둡게 나타나는 의사 윤곽과 밝게 나타나는 의사 윤곽이 프레임마다 번갈아 나타나게 된다. 따라서, 발생하는 의사 윤곽이 평균적으로 감소되어 보일 것이다. 하지만, 이 방법은 실제 구현의 어려움 때문에 널리 사용되지는 않고 있다.

복수개의 코딩을 사용하는 방법^[8]은 주어진 서브필드 패턴에 대해 프레임마다 또는 화소마다 복수개의 코딩을 번갈아 적용하여 의사 윤곽을 감소시키는 방법이다. 복수개의 코딩을 사용하는 방법들 중에서 가장 대표적인 방법은 DSF(Duplicated Sub-Frame) 방법^[8]으로 한 가지의 서브필드 배열에 대한 서로 다른 두 개의 코딩을 결정한 후 화소별로 번갈아 적용한다. 먼저, 사용되는 서브필드 배열의 특징을 설명한다. 예를 들어 [8 16 2 8 4 1 16 8]와 같이 비교적 가중치가 큰 값 8과 16은 좌우로 대칭되게 배열한다. 또, 서브필드 배열의 중간 부분에는 좌우에 배치된 큰 가중치와 유사한 값으로 배치한다. 서브필드 배열이 결정되면 두 가지 형태의 코딩을 결정하게 된다. 하나의 코딩은 좌우로 대칭된 동일한 가중치 중 왼쪽의 가중치를 우선으로 선택하고 다른 형태의 코딩은 오른쪽의 가중치를 우선으로 선택한다. 그리고, 가운데 배치된 가중치 8은 좌우로 배치된 8보다 코딩 결정시 우선 선택된다. 이는 가운데를 항상 발광시킴으로써 화면의 깜박거림(flicker) 현상을 방지하기 위한 것이다. 이와 같이 결정된 A, B 두 가지 형태의 코딩을 화소마다 번갈아 적용하여 발생하는 의사 윤곽이 서로 상쇄되는 효과를 얻게 된다. DSF 방법은 복수 코딩의 사용에 의해 의사 윤곽 감소뿐만 아니라 화면의 깜박거림 현상을 방지할 수 있는 장점이 있다. 하지만, 화소마다 대칭되는 코딩의 적용으로 인해 영상이 움직일 때, 체크(check) 무늬가 눈에 띄는 현상이 발생하는 단점이 있다. 이와 같은 문제점을 해소시키기 위하여 체크무늬 패턴을 감소시키는 서브필드 가중치를 선택하는 것도 하나의 해결책이라 생각된다. 3-D scattering 방법^[9]은 복수개의 코딩을 사용하는 방법의 확장으로서 여러 가지 다양한 코딩 방법을 화소별 또는 프레임별로 임의로 결정하여 의사 윤곽을 분산시키고자 하는 방법이다.

등화 펄스 방법^[11]이란 영상 움직임의 크기와 방향을 미리

알고 있을 경우에 의사 윤곽이 발생하는 제조값에 등화 펄스를 가감하는 방법이다. 동영상 의사윤곽의 정도는 움직임 속도에 따라 다르다. 따라서 의사 윤곽을 효과적으로 감소시키기 위해서는 움직임의 크기 및 방향을 알고 그에 따라 적절한 등화 펄스를 적용하여야 한다. 하지만, 등화 펄스 방법은 다양한 영상의 움직임에 대한 속도 예측이 용이하지 않으며, 잘못된 속도 결정으로 인해 오히려 등화 펄스가 잡음으로 인식될 수 있는 단점이 있다.

움직임 방향으로 서브필드 재배열하는 방법^[12]에서는 먼저 영상의 움직임을 예측한다. 예측된 움직임을 토대로 서브필드 패턴을 움직임 방향으로 이동해서 재배열함으로써 동영상 의사 윤곽을 감소시키게 된다. 따라서, 서브필드 재배열 방법의 성능은 움직임 검출 결과의 정확성에 의해 크게 좌우된다. 움직임 검출 결과가 정확하지 않을 경우는 의사윤곽 감소 성능이 떨어질 뿐만 아니라 원 영상을 제대로 표현하지 못한다는 문제가 발생할 수 있다.

사용하는 모든 제조의 발광 패턴이 지속적으로 증가한다면 의사윤곽은 발생하지 않을 것이다. 이와 같이 발광 패턴이 지속적인 코딩을 stretched-out 코딩이라고 한다^[13]. 이 경우 이전과 현재 프레임에 어느 두 개의 제조가 표시되더라도 의사 윤곽이 발생하지 않게 된다. 하지만, 이러한 stretched-out 코딩을 사용할 경우, 표현 가능한 제조수가 제한되어 제조 재현에 심각한 문제가 발생한다. 따라서 stretched-out 코딩을 사용할 경우 별도로 오차확산 방법과 같이 제조 표현 문제를 해결하는 알고리즘을 적용하여야 한다.

오차확산 방법^[14]이란 위에서 설명한 stretched-out 코딩 방법과 유사하지만 표현 제조수를 지속적으로 증가하는 발광 패턴을 갖는 경우에만 제한하지 않는 경우를 지칭하기로 한다. 이와 같은 방법에서 사용하고 있는 세부 기술들은 의사 윤곽 발생 화소/영역의 검출, 의사 윤곽 발생 예상 화소에 대한 제조값 변환, 제조값 변환을 보상하기 위한 오차확산의 적용 등으로 구분할 수 있다. 의사윤곽 화소/영역의 검출을 위해 현재 프레임과 이전 프레임 간의 제조차를 계산하는 방법과 공간 주파수를 계산하는 방법, 그리고, 의사윤곽이 발생하기 쉬운 특정 제조 검출 방법 등이 사용된다. 의사윤곽이 발생할 것이라 검출된 화소들에 대해서는 제조값을 변환시키게 된다. 이와 같은 제조값 변환을 보상하기 위해서는 오차확산을 적용하여 발생한 오차를 앞으로 처리할 주위 화소들에 전파하게 된다.

오차확산이라는 테크닉은 역감마 보정에 따른 저제조 재현 문제와 동영상 의사 윤곽 저감 문제에 대한 해결 방안에서 공통적으로 사용될 수 있다. 이와 같이 저제조 재현과 의사 윤곽 저감을 위해 오차 확산을 적용할 경우 두 번의 오차확산을 순차적으로 적용하여야 한다. 오차확산이란 상대적으로 많은 계산량을 요구하고 한 라인의 메모리를 요구한다. 하지만, 두 가지 목적을 달성하기 위해 오차확산을 한번만 수행함으로써 수행계산 시간과 메모리 용량을 감소시키는 방법이 제안된 바 있다^[19]. 이 방법에서는 계산시간과 메모리를 절약하며 순차적으로 적용한 경우와 동등한 제조 재현 성능과 의사 윤곽 저감 성능을 나타낸다.

3. 칼라 재현 문제

PDP에서의 고화질 구현을 위한 중요한 요소들 중의 하나가 칼라 재현 문제이다. 칼라 재현의 목적은 크게 다음의 세 단계로 구분된다. 먼저 측색학적으로 표현하고자 하는 색상과 동일한 색상을 재현하는 colorimetric 재현이 있다. 다음 단계는 인간 시각의 선호색을 기준으로한 preferred 재현이 있다. 동일한 영상을 서로 다른 제조사의 프린터로 인쇄했을 경우 인쇄된 영상의 색상이 다른 것은 제조사마다 선호색 재현 방식이 다르기 때문이다. 선호색이란 인종, 지역마다 다르게 나타난다. 마지막 단계는 표시될 영상의 촬영 당시의 조명, 표시될 영상을 감상하는 환경의 조명과 인간의 색 순응 특성을 모두 고려하여 적응적으로 색상을 재현하는 appearance model based 재현이다.

현재 일본의 PDP제조사들은 감성 칼라 등의 이름 하에 preferred 칼라 재현 방법을 적용하고 있다. 즉, skin tone 재현, blue stretch, white stretch, green tone enhancement 등의 기능들을 구현하고 있다. 이와 같은 기능들은 ASIC으로 구현되어 영상 보드 또는 디지털 보드내에서 적용되고 있다. 또한, device independent color management system의 도입에 따라 PDP를 모니터로 사용할 경우 시장에서 ICC(International Color Consortium) profile의 적용이 요구되리라 예상된다.

본 절에서는 측색학적으로 표현하고자 하는 색상과 동일한 색상을 재현하는 colorimetric 재현 방법에 대하여 소개한다. PDP에서 사용하는 형광체의 색도는 CRT나 LCD에서 사용되는 형광체의 색도와 다른값을 갖는다. 또한, HDTV 또는 DTV에서의 표준 형광체의 색도와도 다르다. 이와 같은 형광체의 색도 차이 또는 표현 가능한 색역의 차이 때문에 같은 RGB 제조 값이 PDP에 표시 된다 하더라도 CRT나 LCD에 표시되는 색과 달라질 수 있다. 따라서, 다음과 같은 경우에 별도의 칼라 매칭 또는 칼라 보정 방법이 요구된다: (1) 영상 표시 장치인 PDP에서 표시되는 영상의 색상을 CRT나 LCD에서 표시되는 색상과 일치시키려는 경우, (2) PDP를 HDTV 또는 DTV로 사용할 때 HDTV 또는 DTV를 위하여 채택된 표준 색상에 일치시키도록 하려는 경우, (3) 주어진 PDP의 색 표현 영역에 가장 적합한 PDP 독자의 색상을 표현하려는 경우이다.

PDP에서의 색 재현 문제를 해결하기 위해서는 주어진 RGB 입력 제조 값들이 실제 PDP에서 표시된 상태에서 분광색도계(spectroradiometer)를 이용하여 색도를 측정하고 입력 제조값과 측정 색도값의 쌍들을 이용하여 색 공간 모델링 과정을 수행한다. 이와 같은 색 모델링 과정을 사용하여 PDP가 표시해야 하는 기준 색과 가장 가까운 색을 표현하는 RGB 제조 값을 검색하여 PDP에 표시하고 기준색과 표시색 사이의 오차를 앞으로 표시할 주위 화소에 전파한다. 즉, PDP에서 표시하고자 하는 기준 색과 PDP에서 실제 표시하는 색들 간의 차이를 최소화하기 위하여 벡터 오차 확산 방법을 적용하는 것이다^[21].

PDP에서의 고화질 구현을 위한 칼라 재현 문제에 대한 연구는 일본에서는 활발하게 진행되고 있는 반면에 국내에

서 이 분야에 대한 연구는 시작 단계라 할 수 있다. 따라서, 고화질 PDP 구현을 위해 이 분야의 활발한 연구 개발이 요구된다.

4. Blurring 등 기타 고화질 구현에 관련된 문제

본 절에서는 위에서 설명한 PDP에서의 화질 문제들 외에 고화질 구현을 위해 고려되어야 할 문제점들에 대해 요약하기로 한다. 첫번째로 들 수 있는 것이 Blurring 문제이다. 표시 영상의 Blurring 요인들은 다양하다. 먼저, 오차확산이나 디터링과 같이 저계조 재현이나 동영상 의사 윤곽 저감을 위해 적용되는 알고리즘들에 의해 표시 영상이 blur될 수 있다. 오차확산이나 디터링 방법은 저역 통과 필터의 역할을 한다. 이를 해결하기 위해서는 사용되는 오차확산이나 디터링 방법을 개선하거나 적용 전 또는 후에 unsharp masking과 같은 sharpness 개선 방법을 적용하는 것을 고려할 수 있다. 또한, 영상 보드에서 수행하는 영상 사이즈 조절, de-interlacing 등도 영상 화질 저하 요인이 된다. 단순한 2차원 보간 방법을 적용하기 보다 3차원 보간 등의 개선된 방법을 적용함으로써 이를 해결할 수 있으리라 생각된다.

서론에서 설명한 바와 같이 현재 시판중인 대부분의 PDP에서는 PDP가 디지털 방식의 디스플레이임에도 불구하고 디지털 형태로 저장되어 있는 영상 신호를 아날로그 영상 신호로서 입력받게 된다. 이 과정에서 노이즈가 발생하는 경우가 종종 발생하게 된다. 이와 같은 외부 장치와의 인터페이스에서 발생하는 노이즈 문제는 다양한 방법에 의해 개선될 수 있지만 DVI(digital video interface)와 같은 디지털 인터페이스를 적용하는 것이 하나의 해결 방안이 될 수 있으리라 생각된다.

마지막으로 고려할 수 있는 문제는 3+(plus) 칼라 표시 방법이다. 최근 일본에서는 natural vision이라는 프로젝트를 통해 물체의 원색을 촬영, 인쇄, 또는 표시하는데 필요한 요소 기술들을 개발해오고 있다. 아직 박물관이나 의료 등의 제한된 응용 분야에서의 적용만이 고려되고 더욱이 다양한 영상 입출력 장치들에 대한 국제 표준이 바뀌어야 하는 등 실생활에 실현이 되기에는 어려운 문제들이 많지만 차세대 고화질 디스플레이로서의 PDP 개발을 위해서 고려되어야 할 문제라 생각한다. 즉, 기존의 RGB 세 채널의 조합에 의해 다양한 색상을 표시하는 대신에 표시 색역의 확장을 위하여 네 가지 혹은 그 이상의 채널을 사용한다는 것이다.

5. 동영상 화질 평가 및 알고리즘 성능 평가 문제

지금까지 고화질 구현을 위해 고려해야 할 여러 가지 문제들의 정의와 그 해결 방안 및 동향들에 대해 살펴보았다. 하지만 아직까지 화질 평가 기술이라는 측면에서 고화질이라는 표현 자체가 정량적이기 보다는 정성적인 기준에 의존한다는 문제점을 갖는다. 즉, 주어진 PDP의 화질이 다른 PDP보다 더 좋으냐의 여부는 주관적 인간 시각 판단에 의존할 수 밖에 없다는 것이다. 따라서 주관적 품질 평가 방법

및 객관적 평가 지표의 설정이 PDP에서의 고화질 구현을 위한 중요한 연구과제의 하나라고 생각된다. 특히 PDP의 경우에는 화질 평가 방법 이전 단계로서 현재 준비중인 또는 확립된 휘도 및 색도 측정을 위한 국제 표준안에 대한 관심이 요구된다.

또 다른 문제로서는 화질 개선을 위한 다양한 방법들을 비교 평가할 PDP 디스플레이 평가 시스템에 대한 필요성이다. 화질 개선 방법들은 대부분 ASIC으로 구현된다. 하지만, ASIC화 이전에 개발된 알고리즘의 성능 비교 평가를 위해 flexible한 구조를 갖는 PDP시스템이 필요하다고 생각된다. 이와 같은 PDP 평가 시스템은 개발에 소요되는 기간 및 인력 단축에 기여하리라 생각된다.

III. 맺음말

PDP가 LCD나 다른 형태의 대형 디스플레이들과의 경쟁에서 우위를 점하기 위해서는 고화질의 구현이 필수적이다. 또한, 고화질 PDP를 위한 연구는 일본이나 중국 등 PDP를 이미 생산하고 있거나 개발 중인 기업들과의 제품 경쟁력 확보 측면에서도 가장 중요한 요소들 중의 하나이다. 본 소고에서는 신호 및 영상처리 기술 측면에서 PDP에서의 고화질 구현에 필요한 문제들의 정의와 최근의 해결 방안 및 동향을 요약하였다. 또한, 앞으로 고화질 구현에 요구되는 연구 방향을 제시하고자 하였다.

참 고 문 헌

- [1] 정주영, "플라즈마 디스플레이 시스템 성능향상 기술 동향", 인포메이션 디스플레이 3권3호, pp.30-35, 2002.
- [2] 박승호, "플라즈마 디스플레이 패널의 영상 화질 향상", 인하대학교 박사학위논문 2002.
- [3] 박승호, 김춘우, "플라즈마 디스플레이의 어두운 영역에서의 계조 표현 향상을 위한 디터링 방법" 대한전자공학회 논문지, 39권 SP편 3호, pp1-10, 2002.
- [4] S.H. Park, C.W. Kim, "Gray Balancing for Plasma Displays Using Inverse Gamma Correction LUT" IDW'00, pp.803-806, 2000.
- [5] S.H. Park, et al., "An optimum selection of subfield pattern for plasma displays based on genetic algorithm," IEICE Trans. on Electronics, vol. E840C, no.11, pp.1659-1666, 2001.
- [6] D.Q. Zhu, T.J. Leacock, "Method and apparatus for moving pixel distortion removal for a plasma display panel using minimum MPD distance code," US Patent, 5,841,413, 1998.
- [7] T. Shigeta et. al., "Improvement of moving-video image quality on PDPs by reducing the dynamic false contour," SID'98, pp.287-290, 1998.
- [8] M. Tajima et. al., "Intraframe time-division multi-

- plexing type display device and a method of displaying gray-scales in an intraframe time-division multiplexing type display device," US Patent, 6,222,512 2001.
- [9] T. Yamaguchi, S. Mikoshiba, "An improvement of PDP picture quality by using a modified-binary-coded scheme with a 3D scattering of motional artifact," IEICE Trans. on Electronics, vol. E80-C, no. 8, pp.1079-1085, 1997.
- [10] T. Tokunaga et. al. "Development of new driving method for AC-PDPs," IDW'99, pp.787-790, 1999.
- [11] K. Toda et. al. "An equalizing pulse technique for improving the gray scale capability of plasma displays," Euro Display '96, pp.39-42, 1996.
- [12] S. Weitbruch et. al., "Method and apparatus for processing video pictures, especially for false contour effect compensation," EU Patent 0978817, 2000.
- [13] I. Kawahara, K. Sekimoto, "Image display apparatus and image evaluation apparatus," US Patent, 6,310,588, 2001.
- [14] 이 호섭, 김 춘우, "PDP에서의 의사 윤곽 감소를 위한 LUT 기반의 오차 확산 방법", PDP Workshop, pp. 41-44, 2000.
- [15] Y.S. Choi, et al., "Quantitative measure of dynamic false contours on plasma display," IDW'99, pp.783-786, 1999.
- [16] J. Hoppenbrouwers, et al., "A comparison of motion artifact reduction methods in PDPs," IDW'99, pp.779-782, 1999.
- [17] D.W. Kim et. al., "Quality measure of images in PDPs using human visual system," IDW'00, pp.803-806, 2000.
- [18] S.H. Park, C.W. Kim, "A Quantitative Measure in Uniform Color Space for Dynamic False Contours on PDP", IMID2002, pp.617-620, 2002.
- [19] S.H. Park, C.W. Kim, "Gray Level Reproduction and Dynamic False Contour Reduction on PDP by Single Error Diffusion", IDW'02, pp.861-864, 2002.
- [20] 성화석, "PDP에서의 색 재현성 향상을 위한 벡터 오차확산 방법", 인하대학교 석사학위논문, 2001.