
OLED Display의 RGB 채널간 불균형 보정을 위한 Adaptive Color Shifter

조호상* · 장경훈** · 김창훈*** · 강봉순****

Adaptive Color Shifter for RGB Channel Unbalance in Organic Light Emitting Diode Display

Ho-sang Cho* · Kyoung-hoon Jang** · Chang-hun Kim*** · Bong-soon Kang****

이 논문은 한국연구재단의 지원을 받아 기초연구 사업으로 수행되었음

요 약

최근 차세대 디스플레이로 각광받고 있는 OLED는 다양한 장점들을 가지고 있다. 하지만 발광 소자간의 광효율의 불균형으로 인해 표현하고자 하는 색감이 붕괴된다. 본 논문에서는 영상처리를 이용하여 적은 자원으로 RGB 채널의 불균형문제를 해결 하고 효율이 약한 채널이 넓은 색상 표현 범위를 가질 수 있도록 하는 Adaptive Color Shifter(ACS)를 제안하였다. 제안하는 ACS를 다양한 영상에 적용하여 시뮬레이션 하고 색상 히스토그램과 CIE-1931 xyz 색 공간을 이용하여 수치적인 분석을 하였다.

ABSTRACT

Recently, Organic Light Emitting Diode (OLED) that is broadly applied as next generation display has various advantages. However, OLED display causes unbalanced color tone due to the difference of luminance efficiency among luminous elements. In this paper, we propose adaptive color shifter (ACS) to resolve the RGB channel unbalance and to have wide color range of a relatively weak channel using the image processing method. proposed ACS system was simulated using a variety of image. Also, we numerically analyzed using hue histogram, CIE-1931 xyz color space.

키워드

유기발광소자, 채널 불균형 보정, HSV 색 공간, 색상 이동

Key word

OLED, Channel Unbalance Correction, HSV Color Space, hue shift

* 준회원 : 동아대학교 전자공학과 석·박사 통합과정

접수일자 : 2012. 03. 14

** 정회원 : 동아대학교 전자공학과 석·박사 통합과정

심사완료일자 : 2012. 04. 27

*** 준회원 : 동아대학교 전자공학과 석사과정

**** 종신회원 : 동아대학교 전자공학과 교수(교신저자, bongsoon@dau.ac.kr)

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2012.16.8.1653>

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

멀티미디어 기기에 대한 급격한 발전과 더불어 사람들의 많은 관심과 함께 스마트폰, 스마트 TV와 같은 멀티미디어 기기의 수요는 증가하고 있다. 멀티미디어 기기의 수요 증가로 인해 영상과 관련된 멀티미디어 분야는 대중들에게 더욱 많은 관심과 함께 기술의 발전 또한 두드러지고 있다.

특히 차세대 디스플레이는 현재 주류 디스플레이인 LCD를 빠른 시간 안에 대체할 것으로 전망되고 있다. AM-OLED 디스플레이는 빠른 반응 속도, 자체 발광하는 특성으로 인한 간단한 구조, 명암비, 시야각, 높은 색의 표현 범위의 장점을 가지고 있다. 이러한 장점으로 인해 LCD 디스플레이를 대체할 차세대 디스플레이로 각광받고 있다. 하지만 AM-OLED 디스플레이의 적색, 녹색 발광 소자와는 달리 청색 발광 소자는 상대적으로 효율이 떨어지는 문제가 있다[1].

같은 면적의 발광 소자를 사용하는 OLED 디스플레이는 RGB 채널의 불균형이 나타난다[2][3]. 그림 1의 (a), (b)는 현재 상용화된 AM-OLED 디스플레이를 사용하는 갤럭시 S1, S2의 디스플레이 패널을 확대한 영상, (c), (d)는 복합 영상을 디스플레이에 출력한 영상이다[4]. 상대적으로 약한 청색으로 인한 채널간의 불균형을 보정하기 위하여 청색 픽셀의 면적을 적색, 녹색의 면적보다 크게 하였다.

본 논문에서는 물리적인 RGB 채널 밸런스 조정이 아닌 인간의 색인지에 기반을 둔 HSV(Hue, Saturation, Value) 색 공간을 이용한 소자의 선형계조성에 따른 색상(Hue) gain 생성 및 과도한 gain으로 인한 색상(Hue) 불연속 문제, blue 채널 색의 포화로 인한 색의 표현 범위를 조절하고 색상(Hue)의 이동으로 인한 명암(Value)변화와 채도(Saturation) 변화를 보정하는 Adaptive Color Shifter(ACS)를 제안한다. 색상(Hue) 히스토그램과 영상 평균 밝기, 인간의 색채 인지에 대해 수학적으로 정의된 색 공간인 CIE-1931 좌표계를 이용하여 제안한 알고리즘의 결과를 수치적으로 분석하였다.

본 논문은 다음과 같은 흐름으로 구성되어 있다. II장은 제안하는 알고리즘인 ACS에 대한 내용이다. III장에서는 제안하는 알고리즘을 적용시킨 영상을 원본 영상과 비교하고 결과를 수치적으로 분석하였다. IV장은 결

론 부분으로서 제안하는 알고리즘에 대한 최종 결론을 언급하였다.

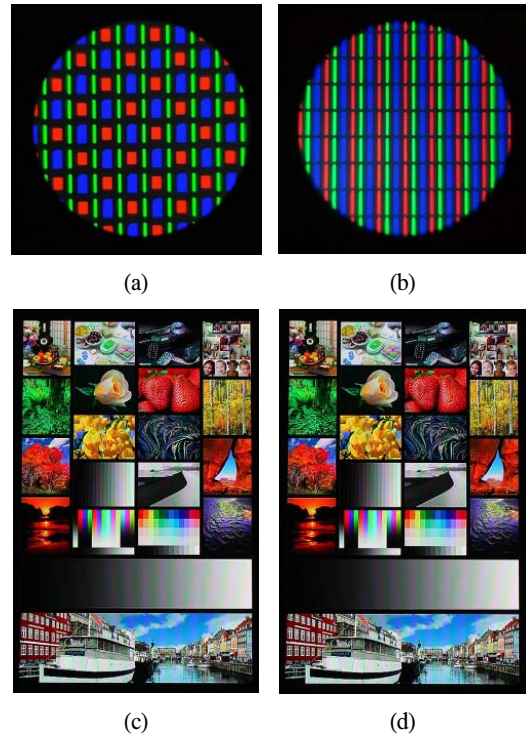


그림 1. 상용화된 AM-OLED 디스플레이의 비교:
 (a) Galaxy S1 디스플레이 확대 영상, (b) Galaxy S2 디스플레이 확대 영상, (c) Galaxy S1에서 출력된 복합영상, (d) Galaxy S2에서 출력된 복합영상
 Fig. 1 Comparison of commercialized AM-OLED displays: (a) expansion image of Galaxy S1 display, (b) expansion image of Galaxy S2 display, (c) complex image of Galaxy S1 display, (d) complex image of Galaxy S2 display

II. 본론

일반적으로 색상을 강조하는 연구는 어느 특정 채널에 대한 강조 보다는 전체적인 색역을 확장하거나 축소하여 색을 강조하거나 약화시킨다. 이러한 색에 대한 연산을 위해서 RGB 색 공간에서 색상값을 추출할 수 있는 CIE-Lab, CIE-1931, CIE-1976 같은 좌표계로 변환이 필요하다.

이러한 좌표계 변환은 log연산이나 많은 곱셈기가 필요한 행렬 연산, 거듭제곱 같은 연산이 필요하고 이러한 색 공간을 이용한 알고리즘 연산은 실시간 처리를 위한 하드웨어로 구현 시 하드웨어의 크기가 커지고 복잡한 설계과정이 필요한 문제점이 있다[6][7]. 본 장에서는 간단한 사칙연산을 이용하여 색상값을 분리할 수 있는 HSV 색 공간을 이용하고 사용자가 원하는 특정 색 영역만을 강조하는 ACS를 제안한다.

그림 2는 Adaptive Color Shifter의 연산 흐름도이다. 입력되는 RGB를 HSV 색 공간으로 변환한다. Adaptive Hue Gain 블록은 입력되는 상수 파라미터와 영상에서 얻어진 파라미터를 이용하여 보정된 색상(H')을 생성한다. Saturation & Value Compensation 블록은 보정된 색상(Hue)으로 인한 채도(Saturation)와 명암(Value)변화를 보상하기 위해서 변화된 생상에 따른 명암 변화 보상 LUT과 입력되는 명암(Value)을 이용하여 보정된 채도(S'), 명암(V')을 연산한다.

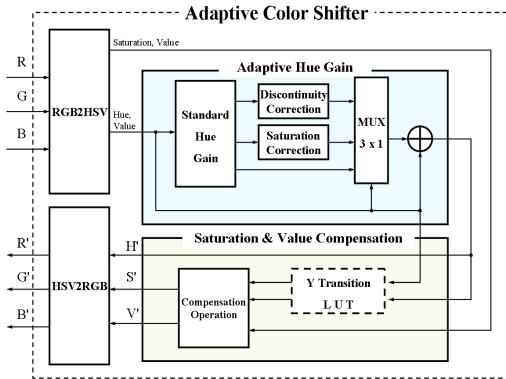


그림 2. 제안한 ACS의 흐름도
Fig. 2 A flow chart of the proposed ACS

2.1. Adaptive Hue Gain

HSV 색 공간은 색상(Hue), 채도(Saturation), 명암(Value)으로 이루어져 있다[5]. HSV 색 공간은 색상과 명암요소가 분리되어 있어 제안하는 영상 처리 알고리즘에 적합하다. 제안하는 시스템은 상대적으로 강한 채널인 red 채널을 시작 배색지점으로 약한 채널인 blue 채널을 끝 배색지점으로 하여 불균형의 강도에 따라 임의의 시작점 이득과 끝점 이득을 선택하고 불균형을 보

정할 색상 이득을 생성한다. 수식 (1)은 SHG(Standard Hue Gain)이다. D(x,y)는 x에서 y까지의 거리를 계산한다. GS는 상대적으로 강한 시작점의 색상을 약화시키기 위한 기본 시작점 이득이다. GE는 약한 채널의 색상을 강조시키기 위한 끝점 이득이다. GS와 GE는 효율이 높은 채널과 낮은 채널의 비율에 따라 사용자가 임의로 상수값을 정하도록 하였다. 이는 향후 하드웨어로 구현 시 패널 종류에 따른 선택적인 튜닝을 지원하기 위함이다.

$$SHG(P_S, P_E, G_S, G_E, Hue_{(x,y)}) = \left\{ \begin{array}{l} \frac{D(P_S, Hue_{(x,y)})}{D(P_S, P_E)} \times \Delta G + Min(G_S, G_E), \text{ if } G_S \geq G_E \\ \frac{D(P_E, Hue_{(x,y)})}{D(P_S, P_E)} \times \Delta G + Min(G_S, G_E), \text{ otherwise} \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\Delta G(G_S, G_E) = Max(G_S, G_E) - Min(G_S, G_E) \quad (2)$$

수식 (2)의 ΔG는 GS와 GE의 차이 값이다. PS는 시작 지점 red(255,0,0)이고 hue의 각도는 0°, PE는 끝 지점으로 blue(0,0,255)이고 hue의 각도는 240°이다. 연산된 SHG를 이용하여 영상의 RGB 채널의 색상을 조절한다.

그림 3은 color bar 영상인 (a)와 SHG를 적용시킨 영상과 (c)를 히스토그램을 이용하여 비교하였다. 그림 3의 (b)는 (a)의 색상 히스토그램, (d)는 (c)의 색상 히스토그램이다. 수식 (1)의 SHG를 적용시킨 (b)는 PE(240°)를 중심으로 청색 영역의 넓은 분포를 보이고 있다. 하지만 디스플레이소자의 RGB 채널의 불균형에 의한 과도한 시작점 이득 GS가 입력될 경우 시작점 PS(hue:0°)에서 표현되는 적색의 영역이 사라지고 이에 따른 불연속이 나타나는 것을 색상 히스토그램 (d)에서 볼 수 있다. 또한 포화되는 청색이 값이 과도하게 커지는 것을 볼 수 있다.

인간은 명암값이 낮을수록 동색으로 인지하는 색상 영역이 좁아지고 색감의 차이에 대해서 보다 민감하게 반응한다. 때문에 명암값이 낮을수록 RGB 채널 불균형이 강하게 인식된다. 입력되는 픽셀의 명암값이 낮을 경우 생성되는 색상 이득의 값은 커져야하고 높은 명암값일 경우 상대적으로 색상 이득의 값이 작

아져야한다. 또한 SHG의 적용 시 과도한 시작점 이득 G_S 으로 인한 색상의 불연속의 문제점 해결하기 위하여 특정 영역에서 적용할 수정된 색상 이득 HG_{DC} 을 생성하고자 한다.

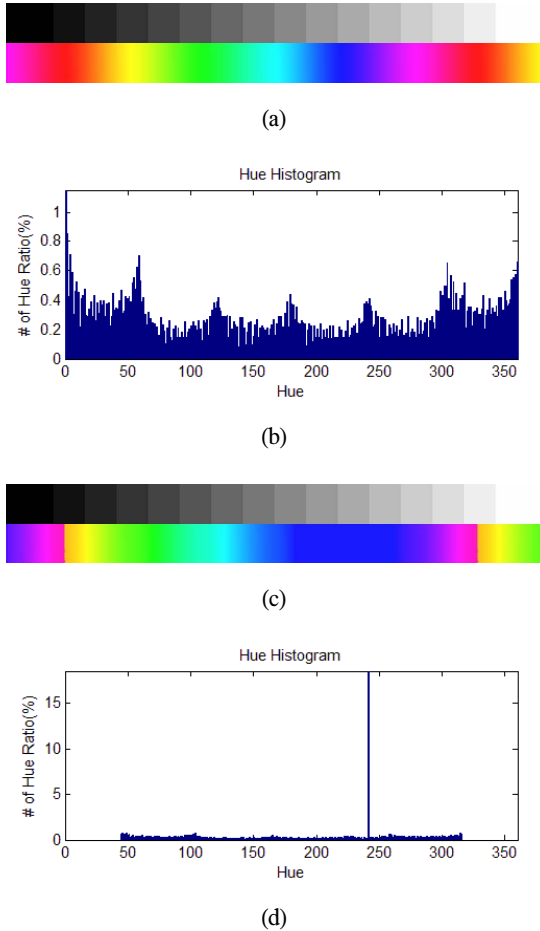


그림 3. color bar 영상을 이용한 SHG 적용 영상 비교: (a) 원본 color bar 영상, (b) 원본 color bar 영상의 색상 히스토그램, (c) SHG 적용 영상, (d) SHG 적용 영상의 색상 히스토그램
 Fig. 3 Performance of SHG using color bar image: (a) original color bar image, (b) hue histogram of (a), (c) SHG, (d) hue histogram of (c)

$$G_S' = \lim_{0 \rightarrow 1} \left(\frac{V_{avg} \times V_{wt} - V_{(x,y)}}{V_{avg} \times V_{wt}} \right) \times G_S \quad (3)$$

수식 (3)은 영상의 명암값의 평균값 V_{avg} 와 픽셀의 명암값 $V_{(i,j)}$, 명암값 가중치 V_{wt} , 시작점 이득값 G_S 를 이용하여 시작점 이득값이 적응적으로 조절된 파라미터 G_S' 를 얻는다. 명암값 가중치 V_{wt} 는 실험적으로 연산된 상수값이다.

$$P_{SC} = \left\{ \begin{array}{ll} \text{Max}(G_S', G_E) & \text{if } H_{(x,y)} \leq P_E \\ 360 - \text{Max}(G_S', G_E) & \text{otherwise} \end{array} \right\} \quad (4)$$

$$G_{SC} = SHG(P_S, P_E, G_S', G_E, P_{SC}) \quad (5)$$

수식 (4)는 G_S' 와 G_E 중 큰값을 이용하여 HG_{DC} 를 적용할 영역을 지정하는 hue의 값 P_{SC} 를 연산한다. 수식 (5)는 입력되는 Hue의 값이 P_S 와 P_{SC} 사이의 영역에서 HG_{DC} 의 최대값을 결정할 G_{SC} 를 도출한다. 이는 G_S' 와 P_{SC} 의 값을 SHG에 적용하여 도출할 수 있다. 수식 (6)은 시작점에서 나타나는 불연속 문제와 명암값에 따른 이득값이 조절된 수정된 색상 이득 HG_{DC} 을 생성한다. 입력된 hue값이 α_l 보다 크고 β_l 보다 작을 경우 색상 이득 HG_{DC} 가 적용된다. α_l 은 P_S 와 P_{SC} 중 작은값, β_l 은 P_S 와 P_{SC} 중 큰값으로 선정된다.

$$HG_{DC} = \frac{D(P_S, Hue_{(x,y)})}{D(P_S, P_{SC})} \times G_{SC}, \quad \text{if } \alpha_l \leq Hue_{(x,y)} \leq \beta_l \quad (6)$$

그림 4의 (a)는 SHG를 적용한 영상, (c)는 입력된 hue가 α_l 보다 크고 β_l 보다 작을 경우 색상 이득 HG_{DC} 를 적용하고 그 이외의 조건에서 적응적 시작점 이득 G_S' 를 사용하는 $SHG(P_S, P_E, G_S', G_E, Hue_{(x,y)})$ 를 적용한 한 영상이다. 그림 4의 (b)는 (a)의 색상 히스토그램, (d)는 (c)의 색상 히스토그램이다. 그림 4의 (a)는 끝점(blue)의 색상 영역이 넓어졌으나 시작점(red)에서 색상의 불연속이 나타나는 것을 볼 수 있다. 그림 4의 (c)는 (a)에서 나타났던 불연속 구간이 사라진 것을 확인할 수 있다.

입력되는 hue의 값이 P_E 에 가까우면 가까울수록 색상 이득이 커지게 된다. 색상 이득이 커지면서 청색의 영역이 넓어지지만 청색이 포화되는 영역 또한 넓어지고 표

현하는 단계는 원본과 같다. 이것은 디스플레이 디바이스의 컬러 표현 범위를 좁히고 끝점의 컬러 계조에서 계단 현상 문제를 유발한다. 계단 현상 수정과 표현 범위를 넓히기 위해서 청색 영역의 포화를 범위를 줄여주는 색상 이득 HG_{SC} 를 생성한다.

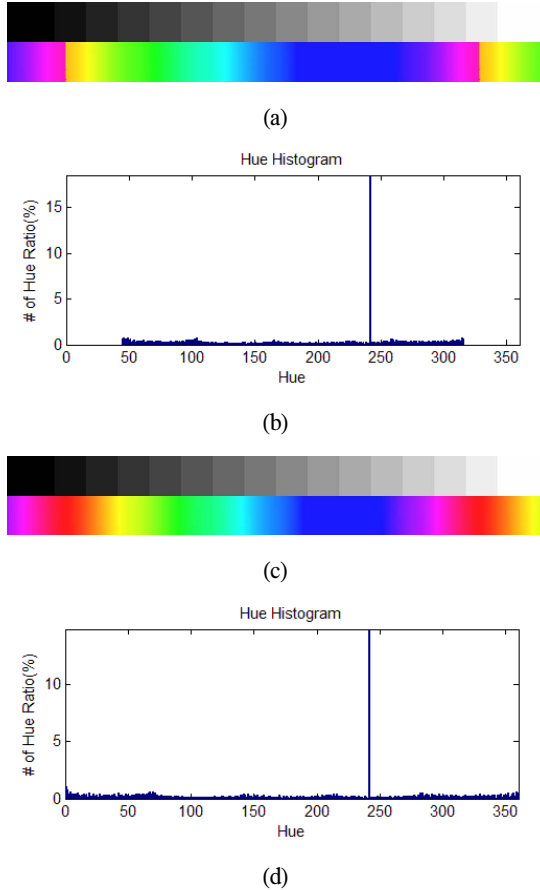


그림 4. color bar 영상을 이용한 SHG 적용 영상과 HGDC 적용 영상 비교: (a) SHG 적용 영상, (b) SHG 적용 영상의 색상 히스토그램, (c) HGDC 적용 영상, (d) HGDC 적용 영상의 색상 히스토그램

Fig. 4 Performance of HGDC using color bar image:

- (a) SHG, (b) hue histogram of (a), (c) HGDC, (d) hue histogram of (c)

$$P_{EC} = \begin{cases} P_E - \text{Max}(G_S', G_E) \times 1.5 & \text{if } H_{(x,y)} \leq P_E \\ P_E + \text{Max}(G_S', G_E) \times 1.5 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

수식 (7)은 청색이 포화되는 영역을 지정하고 HG_{SC} 를 적용하기 위한 영역을 지정하는 P_{EC} 를 생성한다. G_S' 와 G_E 중 큰값에 가중치를 곱해줌으로써 최대 색상 이득값에 따른 적응적인 포화 영역을 설정할 수 있다. 가중치 1.5는 실험적으로 선택된 상수값이다.

$$G_{EC} = SHG(P_S, P_E, G_S', G_E, P_{EC}) \quad (8)$$

수식 (8)은 입력되는 Hue의 값이 P_E 와 P_{EC} 사이의 영역에서 HG_{SC} 의 최대값을 결정할 G_{EC} 를 도출한다. 이는 수식 (5)와 같이 G_S' 와 P_{EC} 의 값을 SHG에 적용하여 도출할 수 있다.

$$HG_{SC} = \frac{D(P_E, Hue_{(x,y)})}{D(P_E, P_{EC})} \times G_{EC}, \quad \text{if } \alpha_2 \leq Hue_{(x,y)} \leq \beta_2 \quad (9)$$

수식 (9)는 P_E 지점 색 영역의 포화를 보정해줄 수정된 색상 이득 HG_{SC} 를 생성한다. 입력된 hue값이 α_2 보다 크고 β_2 보다 작을 경우 색상 이득 HG_{SC} 가 적용된다. α_2 은 P_E 와 P_{EC} 중 작은값, β_2 은 P_E 와 P_{EC} 중 큰값으로 선정된다.

그림 5 (a)는 원본 영상, (c)는 HG_{DC} 를 적용한 영상, (e)는 HG_{SC} 를 추가 적용한 영상이다. 그림 5의 (b)는 (a)의 색상 히스토그램, (d)는 (c)의 색상 히스토그램, (f)는 (e)의 색상 히스토그램이다. (c) 영상과 비교해서 (e) 영상의 청색이 포화되는 영역이 좁아지고 색상의 변화가 좀 더 자연스러워지는 것을 히스토그램에서 볼 수 있다. 또한 그림 5의 (e)는 원본 영상 (a)의 히스토그램에서 분포를 비슷하게 유지하면서 약화 시키고자 하는 영역인 적색 (hue:0°)의 영역의 히스토그램 값은 낮아지고, 강조하고자 하는 영역인 청색 (hue:240°)의 영역은 히스토그램 값의 분포가 높아진 것을 볼 수 있다.

수식 (10)은 완성된 Adaptive Hue Gain 수식이다. 명암 값과 특정 영역에 맞는 선택적인 색상 이득을 적용함으로써 문제가 되었던 불연속, 넓은 색 포화 범위, 인간의 색인지에 맞는 색상(Hue) H' 를 생성할 수 있다.

$$H' = \begin{cases} Hue_{(x,y)} + HG_{DC}, & \text{if } \alpha_1 \leq Hue_{(x,y)} \leq \beta_1 \\ Hue_{(x,y)} + HG_{SC}, & \text{elseif } \alpha_2 \leq Hue_{(x,y)} \leq \beta_2 \\ Hue_{(x,y)} + SHG(P_S, P_E, G_S', G_E, Hue_{(x,y)}), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

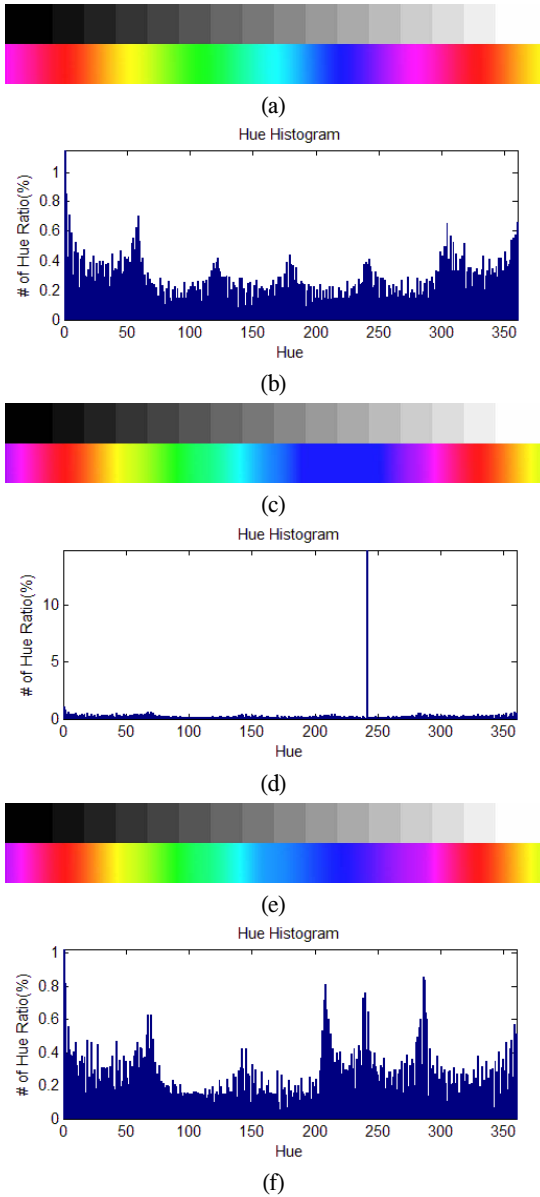


그림 5. color bar 영상을 이용한 HGDC 적용 영상과 특정 영역에서 HGSC 추가 적용 영상 비교: (a) 원본 color bar 영상, (b) 원본 color bar 영상의 색상 히스토그램, (c) HGDC 적용 영상, (d) HGDC 적용 영상의 색상 히스토그램, (e) HGSC 추가 적용 영상, (f) HGSC 추가 적용 영상의 색상 히스토그램
 Fig. 5 Performance of the HGDC using color bar image: (a) original color bar image, (b) hue histogram of (a), (c) HGDC, (d) hue histogram of (c), (e) HGSC, (f) hue histogram of (e)

그림 6은 명암값에 따른 색상 이득의 수치를 그래프로 표현한 것이다. 그림 6의 (a)는 SHG 3차원 그래프 영상이다. 그림 6의 (b)는 AHG를 적용한 3차원 그래프 영상이다. 불균형의 강도에 의한 G_S 와 G_B 를 동일하게 설정해 놓고 입력되는 픽셀의 명암값만 변화한다고 가정하였다. 그림 6의 (a)는 명암에 상관없이 똑같은 색상 이득을 생성한다. 하지만 그림 6의 (b)는 입력되는 픽셀의 명암(value)값에 따라 색상 이득이 적응적으로 바뀌는 것을 볼 수 있다.

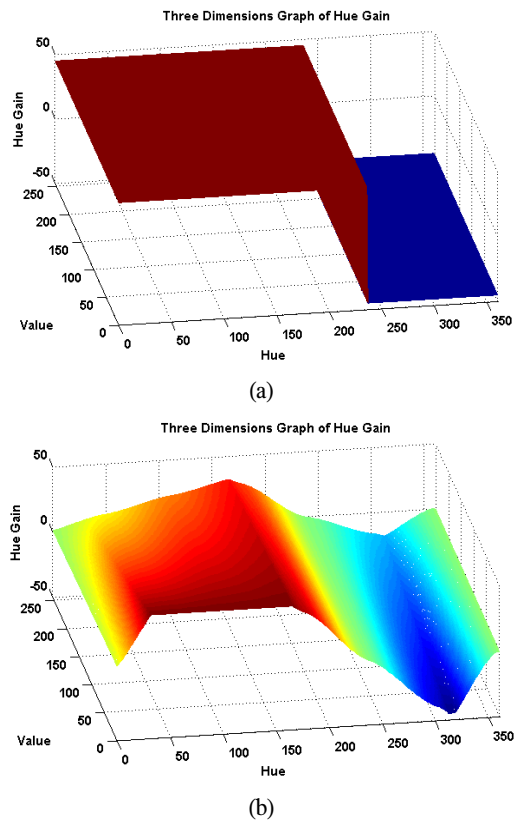


그림 6. 명암값에 따른 색상 이득의 3차원 그래프: (a) SHG 그래프 (b) AHG 그래프
 Fig. 6 Three dimensions graph of hue gain about value: (a) SHG graph, (b) AHG graph

2.2. Saturation & Value Compensation

AHG를 적용함으로써 색상(hue)은 변화하게 되고 이는 RGB채널에 따른 밝기(Y) 기여도에 따라 영상의 조도가 변화하게 된다. 이러한 조도 변화를 보상에 줌

으로써 영상의 평균적인 밝기를 유지 시키고 밝기를 보정함으로써 달라지는 채도를 보정한다. 그림 7은 채도가 1이고 Value와 색상(hue)값의 변화에 따른 밝기(Y) 변화 그래프이다. 명암값에 따라 비율적으로 Y값이 변화하고 있다.

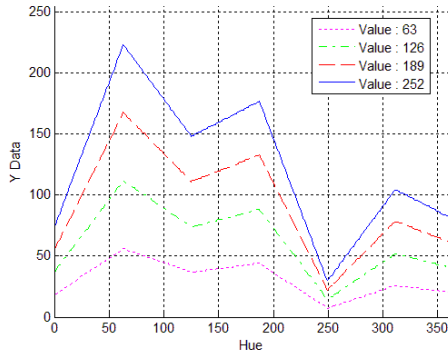


그림 7. 색상에 따른 밝기(Y) 변화
Fig. 7 Luminance(Y) change depending on hue

수식 (11)은 색상의 변화로 인한 채도(Saturation)와 명암(Value)을 보정해주는 수식이다. LUT은 명암(Value) 값이 255이고 채도(Saturation)가 1일 때 색상에 따른 Y값 데이터 집합이다. 입력되는 색상 $H_{(x,y)}$ 과 AHG를 거친 색상 $H'_{(x,y)}$ 에 대한 Y값의 변화값의 차와 $V_{(x,y)}$, $S_{(x,y)}$ 의 비율에 맞는 보상값 $y_compensation$ 을 생성한 후 각각에 데이터에 맞게 정규화 시킨 값을 더해줌으로써 보상을 한다.

$$y_compensation = (LUT[Hue_{(x,y)}] - LUT[H'_{(x,y)}]) \times \frac{V_{(x,y)}}{255} \times \frac{S_{(x,y)}}{1}$$

$$S'_{(x,y)} = S_{(x,y)} + \frac{y_compensation}{255}$$

$$V'_{(x,y)} = V_{(x,y)} + y_compensation$$

(11)

III. Simulation

그림 8은 맥베스 칼라 체커를 이용한 색상의 변화 영상이다. 그림 8(c), (d)는 (a)와 (b)를 CIE-1931 xyz 색 공간으로 변환한 영상이다. 그림 8(e), (f)는 (c)와 (d)에서 gamut point의 이동이 많은 부분을 확대한 영상이다.

ACS(Adaptive Color Shifter)를 적용함으로써 전체적인 gamut point들이 청색의 영역으로 이동하는 것을 볼 수 있다.

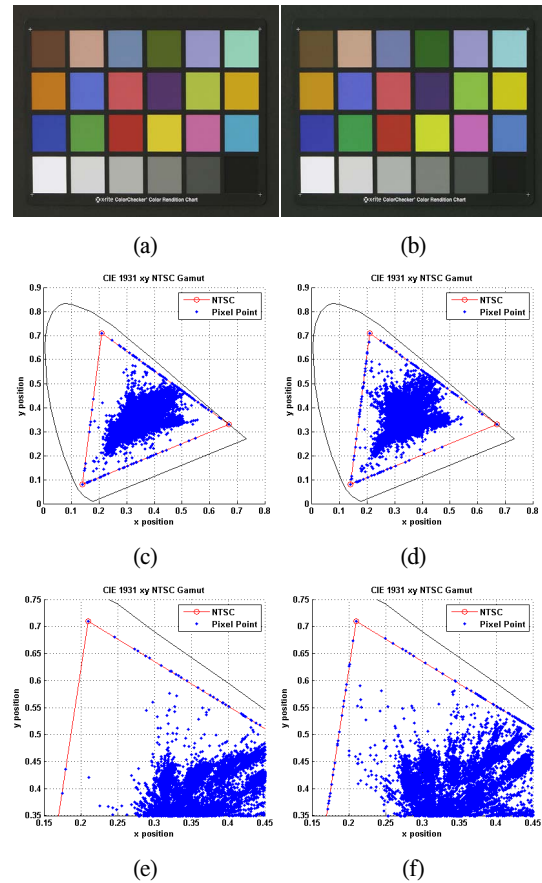


그림 8. 맥베스 칼라 체커 비교 영상 : (a) 원본 영상, (b) ACS 적용 영상, (c) (a)영상을 CIE-1931 xyz 색 공간으로 변환, (d) (b)영상을 CIE-1931 xyz 색 공간으로 변환, (e) (c)영상을 부분 확대한 영상, (f) (d)영상을 부분 확대한 영상
Fig. 8 Gamut of a original image and the ACS: (a) original image, (b) ACS, (c) gamut of original image, (d) gamut of ACS, (e) expansion of (c), (f) expansion of (d)

그림 9은 제안하는 시스템을 시뮬레이션 결과 영상이다. 그림 9의 (a), (c), (e), (g), (i) 영상은 임의로 만들어낸 red 채널의 효율이 높고 blue 채널의 효율이 낮은 영상이다. 그림 9의 (b), (d), (f), (h), (j)영상은 ACS(Adaptive Color Shifter)를 적용한 영상이다. 화면 전체에 깔려있는

붉은 색조가 약해지고 푸른 색조가 강해지는 것을 볼 수 있다. 표 1은 그림 9의 시뮬레이션 결과를 수치적으로 나타낸 것이다.

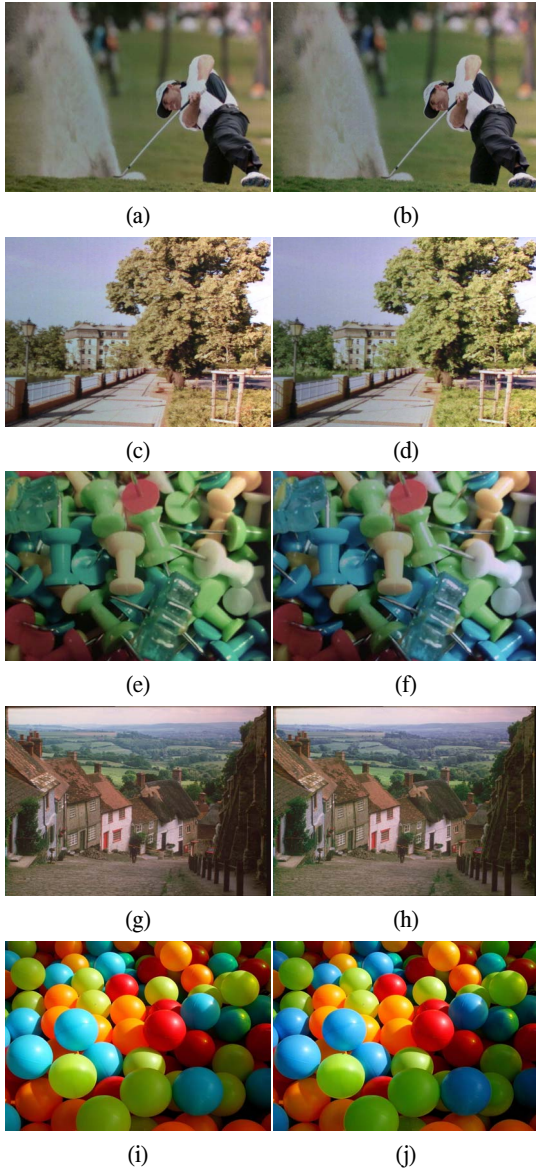


그림 9. ACS의 적용 결과: (a), (c), (e), (g), (i) 채널 불균형 영상, (b), (d), (f), (h), (j) ACS 적용 영상
 Fig. 9 The performance of the adaptive color shifter system: (a), (c), (e), (g) and (i) unbalance channel image, (b), (d), (f), (h) and (j) ACS

측정 범위는 시작점인 red(0°)를 기준으로 -40°에서 +40°까지, 끝점인 blue(240°)를 기준으로 하여 200°에서 280°로 하였다. 적색 영역의 gamut point가 줄어들고 청색 영역의 gamut point가 늘어나는 것을 볼 수 있다. point 변화 비율은 전체 영상의 사이즈를 기준으로 하였다.

표 1. 그림 9의 수치적 비교표
 Table. 1 The Numerical Simulation Results of Fig. 9

Sample Image		Gamut Measurement			
		Red Gamut Point (#)	Red Rate (%)	Blue Gamut Point (#)	Blue Rate (%)
Sample 1	(a)	35,759	18.26	11,757	6.00
	(b)	24,665	12.59	23,527	12.01
	△	-11,094	-5.67	+11,770	+6.01
Sample 2	(c)	111,703	43.56	64,195	25.03
	(d)	44,702	17.43	73,461	28.65
	△	-67001	-26.13	+9266	+3.62
Sample 3	(e)	227,926	43.16	40,770	7.72
	(f)	169,833	33.30	97,543	17.54
	△	-58,093	-9.87	+56,773	+9.82
Sample 4	(g)	320,310	77.24	53,118	12.81
	(h)	295,186	71.18	67,555	16.29
	△	-25,124	-6.06	+14,437	+3.48
Sample 5	(i)	768,332	40.02	13,841	0.72
	(j)	719,939	37.50	255,764	13.32
	△	-48,393	-2.52	+241,923	+12.6

※ red range: - 40° ~ 40°, blue range: 200° ~ 280°

표 2. 합성 조건 및 합성 결과
 Table. 2 Synthesis condition & Synthesis result.

Synopsis Design Analyzer		
Library	0.13um CMOS	
Operation Condition	Worst case	
Operation Frequency	120MHz	
Gate Counts[EA]	rgb2hsv	17,111
	AHG	27,059
	SV compensation	설계중
	hsv2rgb	6,607
Total Gates	50,777	

표 2는 현재 설계가 완료된 블록의 하드웨어 합성 조건 및 합성 결과표이다[8]. Verilog-HDL을 사용하여 하드웨어로 구현하였으며, Synopsis Design Analyzer를 이용하여 합성 하였다. 합성 결과 120MHz의 속도를 만족 하였으며, Worst 조건에서 SV Compensation 블록을 제외한 Gate Counts는 50,777개로 구성됨을 확인 하였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 OLED의 소자별 다른 효율을 보완하는 adaptive color shifter를 제안하였다. 명암값에 따라 색감을 민감하게 인지하고 불균형의 강도가 강해지는 특성을 해결하기 위하여 영상의 평균 명암과 픽셀의 명암값을 이용하여 색상 이득을 생성하도록 하였다. 또한 이러한 과정에서 나타날 수 있는 색상의 불연속을 해결하고 색이 포화되는 청색 영역이 넓은 표현 범위를 가질 수 있도록 하는 AHG를 제안하여 청색의 표현 범위가 줄어들지 않게 하였다.

보정된 색상에 따른 밝기 변화와 채도를 보정하여 인간이 인지하는 영상이 균일한 밝기값과 채도를 가지도록 하였다. 시뮬레이션 결과 강한 채널(red)의 색 영역을 약화시키면서 약한 채널(blue)의 색 영역을 강화시키는 것을 확인할 수 있었고 출력 영상의 색의 분포가 자연스러워진 것을 확인하였다. 향후 제안한 알고리즘을 하드웨어로 구현하여 FPGA 환경에서 검증하고 다른 유사 알고리즘과의 연산 복잡도와 그에 따른 성능을 비교할 것이다.

참고문헌

- [1] Y. Matsueda, Y. Park, S. Choi, K. Yoo, C. Im, Y. Yoo, H. Yoon, K. Kim, H. Kim, H. Chung, "6-bit AMOLED with RGB adjustable gamma compensation LTPS TFT circuit," Soc. Inf. Display (SID) Symp. Digest, pp. 1352-1355, May. 2005.
- [2] G. W. Larson and H. Rushmeier, "A visibility matching tone reproduction operator for high dynamic range scenes," IEEE Trans. Visualization and Computer Graphics, vol. 3, no. 4, pp. 165-188, Dec. 1997.
- [3] <http://www.gsmarena.com>
- [4] T. Nose, H. Furihata, H. Hayama, "Novel LCD driver ICs with built-in programmable RGB independent gamma control," Soc. Inf. Display (SID) Symp. Digest, pp. 1123-1126, May 2008.
- [5] M.D. Fairchild, Color Appearance Models, John Wiley & Sons, Ltd., second edition, pp.78 - 91, 2005.
- [6] H. Kim, S. Lee, T. Bae, S. Chae, and K. Sohng, "Color Saturation Correction in iCAM06 for HDR Imaging," The 2010 International Conference on Image Processing, Computer Vision, and Pattern Recognition, Las Vegas, Nevada, vol. 2, pp. 628-631, 2010.
- [7] T.H. Lee, O.S. Kwon, K.H. Park, Y.H. Ha, "Hue-Shift Modeling and Correction Method for High-Luminance Display," ICIP 2007. IEEE International Conference on Image Processing, pp. 465-468, Sept 2007.
- [8] 김창훈, 강현중, 김정철, 강봉순, "HSV 색 공간을 이용한 OLED 패널 색상 불균형 보정 시스템 하드웨어 구현," SoC 학술대회, 2012년 4월

감사의 글

본 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구 사업입니다. (No: 2012-0004551)

저자소개



조호상(Ho-sang Cho)

2010년 2월 동아대학교
전자공학과 (공학사)
2010년 3월~현재 동아대학교 전자
공학과 석.박사통합과정

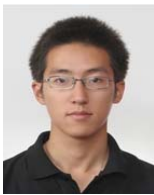
※ 관심분야 : VLSI architecture design, 영상신호처리, 패턴인식



장경훈(Kyoung-hoon Jang)

2010년 2월 동아대학교
전자공학과 (공학사)
2010년 3월 ~ 현재 동아대학교
전자공학과 석·박사
통합과정

※ 관심분야: VLSI architecture design, 영상신호처리,
패턴인식



김창훈(Chang-hun Kim)

2011년 2월 동아대학교
전자공학과 (공학사)
2011년 3월 ~ 현재 동아대학교
전자공학과 석사과정

※ 관심분야: VLSI architecture design, 영상신호처리,
패턴인식



강봉순(Bong-soon Kang)

1985년 연세대학교
전자공학과(공학사)
1987년 미국 University of
Pennsylvania 전기공학과
(공학석사)

1990년 미국 Drexel University 전기 및 컴퓨터 공학과
(공학박사)

1989년 ~ 1999년 삼성전자 반도체 수석연구원

1999년 ~ 현재 동아대학교 전자공학과 교수

2006년 ~ 2011년 멀티미디어 연구센터 소장

2006년 ~ 현재 2단계 BK21 사업팀장

※ 관심분야: 영상신호처리, SoC설계 및 무선통신