

색채 응용 시스템의 색향상을 위한 기호색 보정

正會員 李 應 柱*, 河 永 浩**

Favorite Color Correction for Color Enhancement in Color Application System

Eung-Joo Lee*, Yeong-Ho Ha** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 색채 응용 시스템에 있어서 시청자들의 기호에 따라 상대적인 선호색을 표현하는 기호색 보정 알고리즘을 제안하였다. 제안한 기호색 보정 알고리즘은 색채 응용 시스템에서 색 조정시 기준색으로서 널리 사용되는 살색, 인간 시각의 삼자극치와 밀접한 관계가 있는 청색 및 시감도가 높은 녹색을 자동 검출하여 실시간으로 보정하고자 하였다. 또한 제안한 알고리즘에서는 선택된 세가지 기호색의 색농도 변화에 대해 위상 검출기의 출력 전압의 변화폭을 최소화함으로써 기호색 검출 효율이 개선되었으며 위상 검출기 출력 특성을 고려하여 버스트 신호로부터 색신호의 위상을 재조정함으로써 선택된 기호색의 보정 범위가 중복되지 않고 기타의 색신호로부터 기호색 검출이 용이하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a favorite color correction algorithm for color enhancement in color application system which represent preferred colors for viewer's demands. The proposed algorithm corrects skin color which is widely used as a reference color for color control of color application system, blue color which is directly related to tri-stimulus values, and green color which has higher visual sensitivity. In the proposed algorithm, the variation range of phase detector output voltage was minimized for the favorite color saturation changes, thus the favorite color detection efficiency was improved. And also the proposed algorithm readjusts color signal phase information from the burst signal for the phase detector characteristic, thus the favorite color was easily detected from the other colors without overlapping of correction ranges.

*동명정보대학교 정보공학부 정보통신공학과

**경북대학교 전자전기공학부 교수

論文番號: 97164-0515

接受日字: 1997年 5月 15日

I. 서 론

현재 TV 개념은 정보 전달의 주요 매체로서 단순히 시청자들에게 정보를 제공한다는 수동적 의미를 훨씬 넘어서 통신 매체, 정보 검색기로서의 기능 뿐만 아니라 TV를 시청하는 주위 환경과 시청자들의 감성적인 측면까지 고려하는 능동적인 의미의 종합 정보 통신 매체로서 역할을 수행하고 있다. TV의 여러 가지 역할중에서 화질을 개선하기 위해 그동안 국내외적으로 많은 연구가 수행되었으며 특히 국외의 Sony 사나 Mitsubishi사에서도 특정 기호색 재현에 대한 관심이 집중되고 있으나 아직까지 연구 결과가 미미한 상태이다.^[1] 현행 TV 시스템의 추세는 점점 고급화, 고화질화되어가고 있으며 시청자들에게 최적의 화질을 제공하기 위해서는 시청자의 기호에 따라 인간의 상대적 선호색을 표현하는 감성적 기반의 색재현 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.

제한한 색채 응용 시스템에 있어서 색향상을 위한 기호색 보정 알고리즘은 TV에 있어서 기호색을 검출하는 위상 검출기의 출력 전압의 설정 방법 및 기호색의 선택 범위에 따라 모든 기호색의 검출이 가능하나 본 논문에서는 특히 살색, 청색, 및 녹색의 세가지 기호색을 보정하는 방법을 제안하였다. TV와 같은 영상 표현 장치에 있어서 살색은 중요한 기억색으로 위치하고 있으므로 시청자들에게 있어서 기준색으로서의 의미가 크며, 청색은 인간 시각 특성의 삼자극치와 직접 관련된 색이며 녹색은 시감도가 가장 높은 색이므로 기호색으로서의 선택적 의미가 크다고 할 수 있다.^[2,4]

제한한 기호색 보정 회로는 크게 기호색 검출부, 기호색 재현부로 구성된다. 기호색 검출부에서는 3.58MHz 색부 반송 신호와 칼라 신호의 위상차를 이용하여 각 기호색을 검출하는 위상 검출기를 사용하였다. 이때 이들 세가지 기호색의 보정 범위가 중복되지 않고 기타의 색신호로부터 검출이 용이하도록 위상 검출기의 입력 신호에서 버어스트 신호에 대해 색신호의 위상을 재조정하였고 살색 뿐만 아니라 청색 및 녹색까지 검출할 수 있도록 6개의 비교기를 사용하였다. 또한 세가지 기호색의 색농도 변화에 따라서 위상검출기의 출력 전압의 변화폭을 최소화하여 색농도 변화에 대한 기호색 검출 효율을 개선하였다.

기호색 재현부에서는 검출된 기호색을 표준 기호색으로 CPT에 재현시 발생하는 실시간 처리 시간을 최소화하기 위하여 기호색 보정을 위한 마이콤을 사용하였다. 즉 제안한 기호색 보정 알고리즘은 현행 NTSC 방식의 TV 시스템에서 초당 30 프레임으로 재현되는 영상에서 실시간으로 기호색 검출이 가능하나 현행 TV 마이콤 성능으로는 실시간 색 보정이 곤란하므로 이를 개선하기 위하여 기호색 보정 전용부 마이콤을 사용하여 기호색 검출에 소요되는 시간을 단축하였고 잡음에 대한 검출 오류를 최소화함으로써 색 재현성을 개선하였다.

II. 색채 응용 시스템에 있어서 기호색 설정

현행 TV 시스템에 있어서 시청자들이 선호하는 기호색을 보정하는 문제는 화질의 고급화에 대한 시청자들의 요구와 인간의 시각 특성, 그리고 시스템 하드웨어적인 측면을 모두 고려해야하므로 간단한 문제만은 아니다. 일반적으로 TV에 있어서 시청자들이 선호하는 기호색들은 시청자들의 감성적인 측면에 따라 여러 가지가 있을 수 있으나 살색, 청색 및 녹색이 큰 비중을 차지한다. 살색은 색조정시 기준색으로서 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 시청자들이 중요한 기억색으로 간주하고 있으므로 색 재현성과 색 평가 수단으로서 기타의 색을 재현하는 문제보다도 더욱 중요하다고 할 수 있다. 살색에 대한 삼자극치는 인종별, 국가별 및 피부의 선천정도 등에 따라 약간의 차이가 발생할 수 있다. TV에 재현된 동양인에 대한 살색의 xy 삼자극치는 보통 (0.401, 0.368)이며^[5] C. B. Neal^[5]과 N. W. Parker^[6]는 Hard copy에 재현된 살색을 각각 (0.374, 0.364), (0.444, 0.399)로 정의하였다. 이와같이 TV와 같은 영상 표현 장치에 재현된 살색은 영상의 얼굴 부분에 포함된 색이 대부분이며 화장색이 가해진 살색이므로 프린트와 같은 Hard copy에서 재현된 살색의 삼자극치와 다소 차이가 남을 알 수 있다.

청색 및 녹색에 대한 삼자극치는 국제 방송 표준 형식에 따라 다소 차이가 날 수 있으며 NTSC 방식에서 청색에 대한 xy 색좌표값은 (0.14, 0.18)이고 EBU 방식 및 SMPTE 방식에 있어서 xy 색좌표값은 각각 (0.15, 0.06), (0.16, 0.07)로서 인간 시각각의 삼자극치에 직

접적으로 관련된 색으로서 의미가 크다. 또한 NTSC 방식에서 녹색에 대한 xy 색좌표값은 (0.21, 0.81)이며 EBU 방식 및 SMPTE 방식에 있어서 xy 색좌표값은 각각 (0.29, 0.60), (0.31, 0.59)이다. 녹색은 인간 시각 시스템에 있어서 자극치에 대한 민감도가 높은색이므로 기호색으로서의 선택적 의미가 크다고 할 수 있다.¹⁷⁻¹⁰⁾

Ⅲ. 색향상을 위한 기호색 보정 알고리즘

제안한 기호색 보정 알고리즘에서는 실시간으로 재현되는 TV 영상에서 기호색의 정확한 검출을 위하여 위상 검출기를 사용하였다. 위상 검출기는 주파수가 동일하고 위상이 다른 두 입력 신호의 위상차에 따라서 상대적인 전압을 발생하는 특징이 있으므로 3.58MHz 칼라 버어스트 신호와 색신호를 위상 검출기의 입력으로 이용하여 위상차에 대한 출력 전압으로서 기타의 색신호로부터 살색, 청색 및 녹색의 기호색을 검출하였다. 그림 1에 현행 TV 시스템의 색복조축상에 나타나는 세가지 기호색의 상대적인 위상을 표시하였다. 그림에서와 같이 살색은 표준 위상이 123°, 녹색은 241°, 청색은 347°부근에 존재하므로 제안한 알고리즘에서는 TV 수신측에서 각 기호색을 보정할 경우 선택된 세가지 기호색의 위상은 정확히 검출할 수 있도록 칼라 버어스트 신호에 대해서 색신호의 기준 위상을 조정하고자 하였다. 즉 기호색 보정 회로에 사용된 위상 검출기의 출력 전압은 최대 5V이나 4.2V이상에서는 위상대 전압 특성이 비선형적인 특성을 나타내므로 세가지 기호색의 출력 전압이 선형 동작 범위에 존재하도록 기호색의 위상을 조정하는 방법을 사용하였다.

따라서 제안한 알고리즘에서는 버어스트 신호의 최대 진폭을 1.5V_{p-p}로, 색신호의 최대 진폭을 1.0V_{p-p}로 조정된 뒤 검출 오류를 줄이기 위하여 위상 검출기의 입력 신호를 증폭하고 Monostable 회로를 사용하여 신호 구간에 대한 Duty비를 50%로 조정하여 색부반송 신호의 신호 구간이 140nsec(색신호 주기:280nsec)가 되도록 하였다. 그림 2에서와 같이 색복조축의 버어스트 신호를 기준으로 적색은 77° lag되었고 녹색은 61° lead되었고 청색은 167° lead되어있다. 따라서 색신호의 주기는 280nsec이므로 각 기준색의 위상에

대한 정확한 지연 시간을 계산할 수가 있다. 즉 360° 지연에 대해 신호의 1주기 즉 280nsec 지연이 요구되므로 적색 신호는 77°가 lag되었으므로 정확히 색신호에 대해서 59.7nsec 지연되었다고 할 수 있다. 마찬가지로 녹색은 47.3nsec 그리고 청색은 129.6nsec 지연되었으며 이를 그림2에 나타내었다.

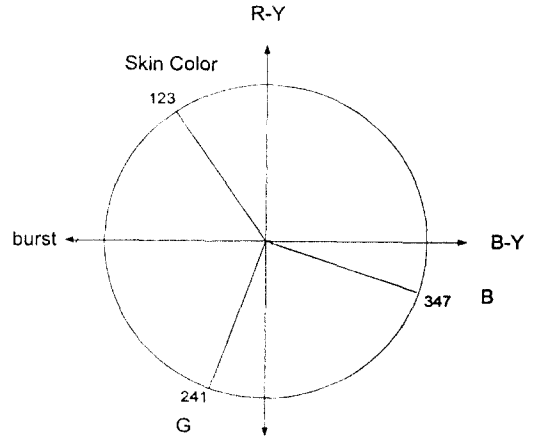


그림 1. 색복조축상의 기호색의 위상
Fig. 1 Phase of favorite colors on color demodulation axis.

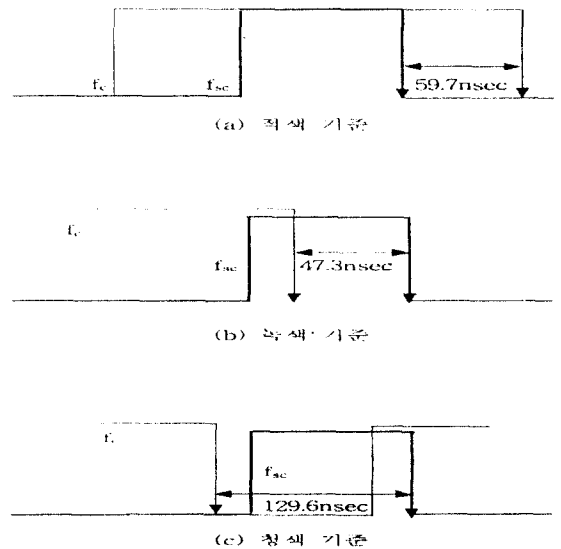


그림 2. 칼라 버어스트 신호에 대한 색신호의 지연 시간
Fig. 2 Color signal delay time for color burst signal.

제안한 기호색 보정 회로의 기호색 검출부에서는 살색, 적색 및 녹색의 위상 검출기 출력 전압이 선형 동작 범위에 있을 경우 기타의 색부 반송 신호와 구분이 명확히 되나 4.2V이상의 비선형 동작 범위에서는 기호색 구별이 모호하다. 따라서 세가지 기호색의 위상 검출기 출력 전압이 선형 동작 범위에 포함되도록 하여야 한다. 그림 3에서와 같이 위상 검출기의 비선형 출력 전압 영역에 대응하는 입력 신호의 위상 범위는 225°에서 310°까지 65°이며 최대 출력 전압을 나타내는 위상이 225°이나 이를 마젠타 계열의 색 부분에서 위상 검출기의 출력 전압이 최소가되며 색신호의 위상이 반시계 방향으로 진행하면서 위상 검출기의 출력 전압이 증가하도록 칼라 버어스트 신호에 대해 색신호의 위상을 약 150° 정도(117nsec) 지연시켜서 살색, 청색 및 녹색의 영역이 비선형 동작 범위에 포함되지 않도록 함으로써 이들 세가지 기호색 검출이 용이하도록 하였다.

한편 CPT 상에 재현되는 기호색은 영상에 따라 색농도가 매우 다양하므로 표 1과 같이 색농도 변화에 대한 위상 검출기의 출력 전압은 회로 내부 구성 요소간의 비선형적인 특성 등으로 인하여 다소 차이가 발생하므로 출력 전압에 따라 기호색을 검출할 경우 동일 색이라도 색농도가 변하면 다른색으로 인지할 경우가 발생한다. 따라서 제안한 기호색 보정 알고리즘에서는 출력 전압을 마이콤에서 양자화할 경우 색농도 변화에 대한 각 색신호의 허용 범위를 최대 및 최소 색농도 변화에 대한 위상 검출기 출력 전압의 차이값으로 설정해주었다. 일반적으로 TV에 재현되는 영상은 방송 규격, 원영상을 촬상하는 카메라의 특성, 송수신 채널간 발생하는 잡음, TV 회로의 비선형적인 특성 및 CPT의 특성등 여러 가지 내외부적인 요인들로 인하여 원영상과 재현된 영상에는 다소 차이가 날 수 있으며^[11] 또한 살색과 같은 경우 채널간의 특성, 인종별, 국가별 및 피부 화장색의 농도등 동일 기호색이라도 색농도가 매우 다양하게 분포한다. 따라서 기호색 검출시 색농도가 다소 변하더라도 기호색 검출을 정확히하기 위하여 각 기호색의 보정 범위를 살색, 청색 및 녹색의 기준 위상을 중심으로 $\pm 7^\circ$ 씩 정하였다.

제안한 기호색 보정 알고리즘에서 살색의 기준 위상은 123°, 녹색은 241°, 청색은 347°로 정하였다. 기

호색 중에서 살색은 인종별로 색농도와 밝기값에 따라서 황인종, 백인종 및 흑인종으로 분류되며 각 인종에 대해서 색상은 거의 일정하므로 시청자들이 인식하는 대부분의 살색은 123°를 기준으로 $\pm 7^\circ$ 범위내에 모두 포함되어 있음을 알 수 있다. 마찬가지로 현행 NTSC 방송 시스템에 사용되고 있는 녹색 및 청색의 xy 색좌표값은 (0.21, 0.81)와 (0.14, 0.18)이며 색복조축상의 위상은 녹색은 241°, 청색은 347°로서 화면에 재현되는 대부분의 녹색 및 청색은 기준 위상을 중심으로 $\pm 7^\circ$ 범위내에 포함되어 있다. 표 2에 기호색의 위상 변화에 대한 위상 검출기의 출력 전압을 나타내었다.

한편 제안한 기호색 보정 알고리즘에서는 위상 검출기로서 기호색을 검출한 다음 살색, 청색 및 녹색의 선택된 기호색을 판단하기 위하여 그림 4와 같이 6개의 비교기를 사용하였다. 즉 기호색 판단부에서는 위상 검출기의 출력 전압을 6개의 비교기의 첫 번째 입력단에 공통으로 사용하였고 살색, 청색 및 녹색의 최소 및 최대 출력 전압값, 즉 (0.6V, 0.9V), (2.1V, 2.4V), (3.3V, 3.6V)을 각각 비교기의 두 번째 입력, 즉 기준값으로 사용하여 각 기호색의 판별 범위를 설정하였다. 비교기의 출력값은 A/D화 되어서 기호색 전용부 마이콤에서 이들 데이터값들로 구성된 LUT로부터 각각의 기호색을 판단하도록 하였다. 즉 마이콤에

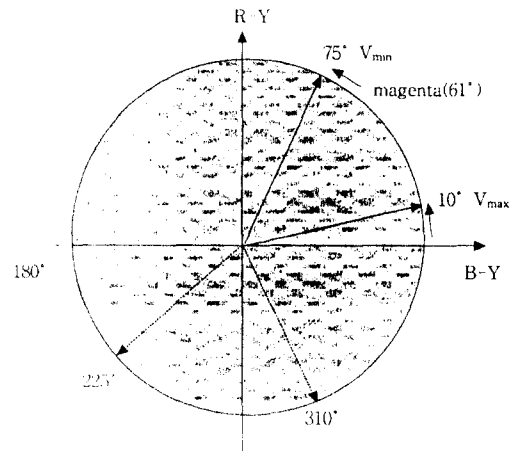


그림 3. 기호색 보정 회로의 검출 범위
Fig. 3 Detection range of favorite color correction circuit.

표 1. 색농도 변화에 대한 색신호의 위상 검출기 출력 전압
Table 1. Phase detector output voltage of color signals for saturation change.

Color	Phase detector output voltage						
	Burst	Blue	Red	Magenta	Green	Cyan	Yellow
130	0.24	2.20	0.93	1.30	3.37	2.95	0.25
110	0.24	2.20	0.93	1.30	3.37	2.95	0.25
90	0.24	2.23	0.93	1.35	3.37	2.95	0.25
70	0.24	2.28	0.97	1.40	3.41	2.97	0.31
50	0.24	2.33	1.06	1.49	3.46	3.00	0.35
30	0.24	2.31	1.10	1.55	3.52	3.09	0.31
Diff.	0	0.13	0.17	0.25	0.15	0.14	0.10

표 2. 기호색의 위상 변화에 대한 위상 검출기 출력 전압
Table 2. Phase detector output voltage for phase change of favorite colors

Color	Skin color			Blue			Green		
	← -7°	Center (123°)	→ +7°	← -7°	Center (341°)	→ +7°	← -7°	Center (247°)	→ +7°
Output Vtg.	min	ref.	max	min	ref.	max	min	ref.	max
Diff.	0.60	0.72	0.94	2.08	2.25	2.45	3.26	3.35	3.64

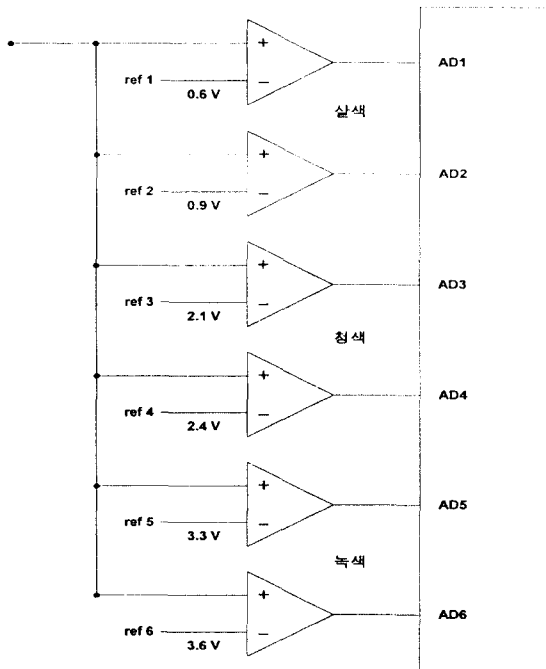


그림 4. 기호색 판단을 위한 비교기의 구성
Fig. 4 Configuration of comparators for favorite color decision.

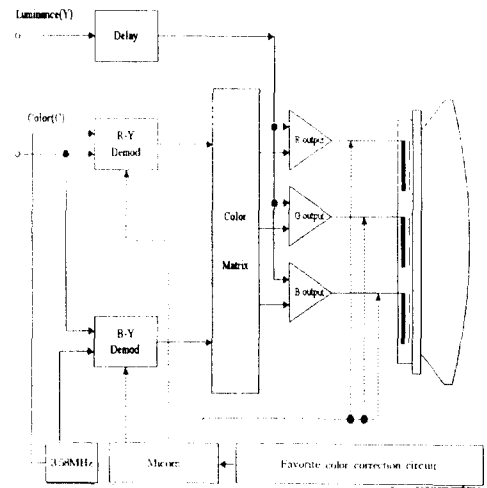


그림 5. 기호색 보정 TV 블록도
Fig. 5 Block diagram of favorite color correction circuit.

서 살색에 대한 AD1~AD6 단자의 비트열의 조합은 100000이며 청색은 111000, 녹색은 111110이며 그외의 비트열은 기타의 색신호를 나타내도록 하였다. 그림 5에 전체적인 기호색 보정 TV 블록도를 나타내었다.

IV. 실험 결과

색채 응용 시스템의 색향상을 위한 기호색의 보정을 위해서 본 논문에서는 살색, 녹색 및 청색의 기호색을 사용하였다. 살색의 색농도, 밝기 및 색상에 따른 색좌표값의 변화를 고찰하고자 실험에서는 황인종에 대한 다양한 표본값들을 사용하여 색좌표값을 구한 다음 평균 색좌표값으로 보정될 살색의 색좌표값을 결정하였다. 또한 녹색 및 청색은 NTSC 방식의 TV 시스템에 있어서 표준 색좌표값을 보정값으로 사용하였다. 살색, 녹색 및 청색에 대한 xy 표준 색좌표값은 각각 (0.401, 0.368), (0.210, 0.810), (0.140, 0.180)이다. 그림 6에 CIE 색도도상에 살색, 녹색 및 청색의 기준 기호색에 대한 xy 색좌표값을 나타내었다. 그림 7과 그림 8에 기존의 TV에 재현된 원영상과 제안한 기호색 보정 알고리즘으로 구현된 TV에 재현된 보정 영상을 비교하였다. 그림 7의 (a)는 기존의 TV에 재현된 beautiful girl 원영상이며 (b)는 표준 살색으로 보정된 결과 영상이다. 또한 그림 8의 (a)는 녹색과 청

색이 포함된 fruit 영상의 경우 기존의 TV에 재현된 영상이며 (b)는 표준 녹색 및 청색으로 보정된 영상이다. 실험에서와 같이 제안한 알고리즘을 적용하여 표준 기호색으로 보정한 결과 인물 영상의 경우 재현된 영상의 살색이 표준 살색으로 보정됨으로써 색상의 생동감이 살아있을 뿐만 아니라 특히 시청자들에게 살색에 대한 표준 기호색을 설정해줌으로써 TV나 영상 표현 장치에서 색 재현성 개선을 위한 색 조정시 기준색을 재현할 수가 있었다. 또한 fruit 영상의 경우도 녹색 및 청색에 대한 표준 기호색을 설정해줌으로써 TV 시스템에서 색신호를 전송시 전송 채널에서 발생하는 잡음, 회로간의 비선형적인 특성, CPT의 특성 및 채널간의 특성으로 인해 왜곡된 색을 표준 기호색으로 보정하여 기준색을 명확히 설정할 수 있었다. 또한 제안한 알고리즘으로 TV를 구현할 결과 실영상이 재현될 경우 대부분은 연속 영상이며 필드 단위로 실시간으로 처리되기 때문에 인간 시각에 거슬리지 않는 자연스러운 영상이 재현되었다.

제안한 알고리즘을 TV 시스템에 적용한 결과 기호색에 대한 실용적 색농도 변화가 있으면 위상 검출기의 출력 전압이 다소 변하는 현상이 발생할 수 있으나 monostable 회로를 사용하여 칼라 버어스트 신호에 대한 색신호의 duty비를 재조정함으로써 전압 편차를 감소시킬 수 있었고 선택된 기호색들이 위상 검



(a)



(b)

그림 7. 기존의 TV에 재현된 원영상과 제안한 알고리즘으로 구현된 TV에 재현된 보정 영상의 비교 (a) 원영상 (b) 보정 영상

Fig. 7. Comparison between original image reproduced on conventional TV and corrected image on TV with the proposed algorithm: (a) original image (b) corrected image.

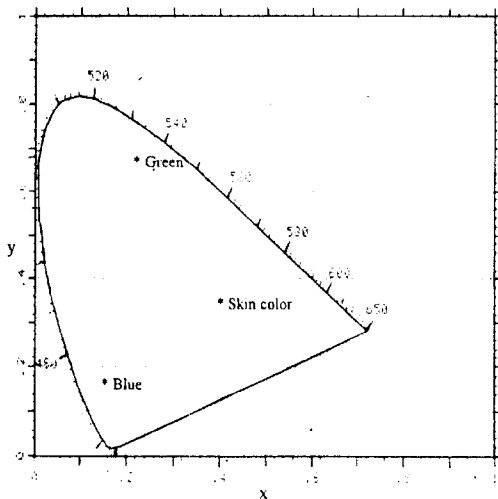


그림 6. 색도도상의 기준 기호색

Fig. 6 Reference favorite colors on chromaticity diagram.



(a)



(b)

그림 8. 기존의 TV에 재현된 원영상과 제안한 알고리즘으로 구현된 TV에 재현된 보정 영상의 비교 (a) 원영상 (b) 보정 영상

Fig. 8 Comparison between original image reproduced on conventional TV and corrected image on TV with the proposed algorithm:(a) original image (b) corrected image.

출기의 선형 동작 범위에서 동작하도록 동작점을 조정함으로써 재현되는 화면의 flicker 현상을 감소시켜 영상을 개선하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 TV와 같은 색채 응용 시스템의 개발에 있어서 색재현성을 평가하는 수단으로서 시청자들이 선호하는 살색, 청색 및 녹색과 같은 기호색을 보정하는 색채 응용 시스템의 색향상을 위한 기호색 보정 알고리즘을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 기호색 보정 알고리즘은 TV에 재현되는 영상에서 살색, 녹색 및 청색의 기호색을 자동적으로 검출하여 분류하며 기호색이 존재하는 경우 표준 기호색으로 보정하는 방법으로서 색채 응용 시스템의 개발시 기타의 색신호의 자동 검출과 재현에 응용할 수 있다. 제안한 알고리즘에서는 기호색의 검출을 위하여 위상 검출기를 응용하였으며 기호색 판단을 위해서는 비교기를 응용하였다. 제안한 알고리즘을 실제 TV에 적용한 결과 세가지 기호색들이 정확히 검출 및 보정되었으며 채널간의 기호색들의 변화 현상이 감소되

있으며 색조정시 기준색으로서 세가지 기호색을 재현해줌으로써 시청자들에게 기준색을 자동적으로 설정해줄 수 있었다. 향후 기호색 보정 알고리즘에서 기호색 검출 효율을 개선시키기 위해서는 출력 정격 전압이 높은 위상 검출기를 사용하여 기호색 검출에 대한 오류를 줄이는데 대한 연구가 지속되어야 하며 또한 인간의 감성적인 측면까지 고려하는 기호색 검토에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Sony사, *Sony TV IC databook; CXA1477AS, CXA2025AS.*
2. M. A. Sid-Ahmed, "Selective color tone adjustment for advanced television systems," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 40, no. 4, Nov. 1994.
3. D. B. Judd and G. Wyszecki, *Color in business, science and industry*, John Wiley & Sons, New York, 1963.
4. E. J. Lee, I. G. Jeong, Y. W. Park, and Y. H. Ha, "Color Enhancement of TV Picture Using RGB Sensor," *IEEE Transaction on Consumer Electronics*, pp. 182-191, May. 1965.
5. C. B. Neal, "Television colorimetry for receiver engineering," *IEEE Trans. Broadcast Television Receivers*, vol. 19, pp. 149-162, Aug. 1973.
6. N. W. Parker, "An analysis of the necessary decoder corrections for color receiver operation with non-standard receiver primaries," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 28, no. 1, pp. 74-83, Feb. 1982.
7. L. E. DeMarsh, "Color rendition in television," *IEEE Transaction on Consumer Electronics*, vol. 22, pp. 149-157, 1977.
8. E. W. Taylor and S. J. Lent, "BBC test card NO. 61(flesh tone reference); colorimetric and other optical considerations," *Journal of SMPTE*, vol. 87, pp. 76-78, Feb. 1978.
9. Ted Rzeszewski, "A novel automatic hue control system," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 21, pp. 155-162, May 1975.

10. L. A. Harwood, "A new chroma-processing IC using sample-and-hold techniques," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 19, pp. 136-141, March 1973.
11. J. R. P. Perinbam and S. Srinivasan, "An automatic hue and differential phase correction scheme for NTSC receivers using a new vertical interval reference signal," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 29, no. 4, Nov. 1983.

河 永 浩(Yeong-Ho Ha) 正會員
 1976년 2월:경북대학교 전자공학과(공학사)
 1978년 8월:경북대학교 전자공학과(공학석사)
 1985년 8월:University of Texas at Austin(공학박사)
 1985년 9월~현재:경북대학교 전자전기공학부 교수
 ※주관심분야:Image Processing, Color Signal Processing, Computer Vision, HDTV



李 應 柱(Eung-Joo Lee) 正會員
 1965년 3월 20일생
 1990년 2월:경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1992년 2월:경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1992년 3월~1993년 2월:국방품질관리연구소 연구원
 1993년 3월~1996년 8월:경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
 1997년 3월~현재:동명정보대학교 정보공학부 정보통신공학과 전임강사
 ※주관심분야:Image Processing, Color Signal Processing, Computer Vision, TV Signal Processing등