

# 확장 연결선을 이용한 적응적 칼라 영역 압축 방법

한규서, 조맹섭  
한국전자통신연구원 영상처리연구부  
e-mail : [kyuseo@etri.re.kr](mailto:kyuseo@etri.re.kr)

## Adaptive Color Gamut Mapping with the Extend Line

Kyuseo Han, Maengsub Cho  
Dept. of Image Processing, Electronic and Telecommunication Research Institute

### 요 약

많은 산업 현장에서 서로 다른 표현 미디어 간에 칼라의 표현면에서 정확한 칼라 재생을 필요로 하고 있다. 본 논문에서는 확장 cusp 연결선을 이용한 새로운 색역 매핑에 관하여 논한다. 원본 색역 내과 재현 색역내의 칼라는 L\*-C\* 공간상에서 색 변환이 이루어지며 각 좌표에 대하여 동시에 변환이 이루어진다. 제안한 알고리즘에 의하여 기존의 색역 매핑 알고리즘보다 높은 채도(Chroma)값을 얻을 수 있었으며 재생이 이루어지는 색역의 이용도 또한 증가함을 실험을 통하여 보여준다 또한 재현된 영상의 색역 형태가 원본의 색역 형태와 유사정도의 높음으로 인해 appearance 가 더 증가함을 보여준다.

### 1. 서론

최근 컴퓨터와 주변기기의 발달에 의하여 칼라 영상 처리가 좀더 용이해지고 실제적으로 사용되고 있다. 그러나, 각 기기들이 표현할 수 있는 색의 영역 차이에 의하여 기기들간에 정확한 색의 재생에는 어려움이 존재한다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 최근에 많은 노력들이 이루어지고 있다. 우선 색역 매핑의 가장 최종적인 목표는 가능한 최대로 영상내의 색이 유사하게 보여지게 만드는 것이다. 즉, color appearance 를 일치시켜 주는 것이 영상 재현의 중요한 목적이기 때문이다. 그렇지만 언급한 바와 같이 서로 다른 색역에 의해 완벽하게 색 일치를 이루는 것은 어려운 일이다. 색역 매핑 알고리즘으로는 순차적 방법과 동시적 방법, 두가지 방법이 존재한다. 순차적 매핑 방법은 우선 lightness 를 압축한 뒤 Chroma 를 압축하거나 hue 를 이동하는 방법이 있다. 언급한 방법의 역순 또한 존재한다. 본 논문에서 제안한 방법은 lightness 와 chroma 를 동시에 매핑하는 동시적 방법의 일종이다. 기존 대

부분의 알고리즘은 재현 색역을 모두 이용하지 못하여 재현된 영상은 낮은 채도와 컨트라스트를 가지고 있다. 이러한 현상으로 인하여 도표와 같이 높은 채도를 가지는 컴퓨터에서 제작된 영상은 정확한 재생이 어렵다. 제안된 알고리즘은 이러한 현상을 제거하는 것을 목적으로 한다. 제안한 알고리즘은 원본 색역과 재생 색역의 cusp 를 연결하는 선을 이용하여 색역 매핑을 이루게 된다. 본 논문에서는 다음절에서 제안된 알고리즘에 대해 설명하고 제안된 알고리즘에 의한 실험과 그결과에 대하여 알아보고 결과에 대한 토론으로써 마무리한다.

### 2. 제안하는 알고리즘(ELCUSP)

제안한 알고리즘은 원본 색역과 재현 색역내에서 각기 가장 높은 chroma 를 가지는 점(cusp)을 잇는 선분상의 한점을 향하여 원본 색역내의 칼라가 재현 색역내로 lightness 와 chroma 좌표상에서 동시에 이동하게 된다. 알고리즘의 절차는 아래와 같으며 원본 영상이 보여지는 모니터를 원본 색역으로 하고 프린터를 재

현 영역으로 결정하여 진행한다.

첫번째로 lightness 값을 y 축으로 하고 chroma 값을 x 축으로 하는 L\*-C\* 공간상에서 모니터와 프린터의 색역 경계(gamut boundary)를 구한다. 색역 경계는 재현하고자 하는 영상내의 픽셀의 칼라값에 의하여 정해진다. 다음으로 얻어진 두개의 색역 경계상에서 각 칼라(hue)상에서 cusp 점을 찾는다. 전과정에서 찾아낸 두 개의 cusp 점을 잇는 선분이 lightness 축과 만나는 점을 계산한다. 마지막으로 재현 색역 외부에 존재하는 칼라값과 전과정에서 얻어진 선분상의 한 점을 잇는 또 하나의 선분상의 한 점으로 칼라값을 이동하게 된다. 이상의 과정을 그림 1.에 나타내었다

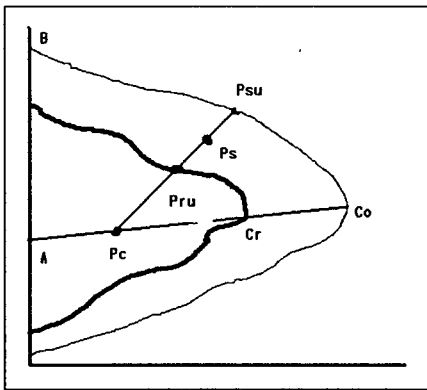


그림 1. 제안 알고리즘의 개략도

두 개의 색역 경계점상에서 cusp 점을 잇는 선분은 아래 식 1.에 의해 구해진다. 편의상 lightness 값은 y 로, chroma 값은 x 로 나타내었다.

$$(y - Cr_y) = \frac{(Co_y - Cr_y)}{(Co_x - Cr_x)}(x - Co_x) \quad (1)$$

여기서  $C_r$  은 재현 색역경계의 cusp 를  $C_o$  는 원본 색역 경계의 cusp 를 나타내며  $C_{rx}$ ,  $C_{ry}$  는 cusp 점의 x, y 값을 의미한다.

식(1)에 의해 두 개의 cusp 점을 지나는 직선과 y 축과 만나는 점 A 을 구할 수 있다. 여기서 A 를 원점으로 하는 좌표축을 설정한다. 이후의 좌표는 모두 A 점을 기준으로 이동된 좌표축을 기준으로 계산한다. 또한 그림 2 에서 보여지는 것과 같이 각 점들을 이동된 좌표축상에서의 벡터 형태로 표현을 하여 계산한다.

압축의 기준점이 되는  $P_c$  점은 식(1)에서 구한 선분상에 놓여있으며 이를 식 (2)와 같은 형태로 표현할 수 있다.

$$\vec{P}_c = \alpha \vec{C}_r \quad (2)$$

여기서  $\alpha$ 는 원본 색상의 위치에 따른 재현 색역내의 위치에 대한 압축율을 나타낸다.  $\alpha$ 의 설정은 식 (3)으로 결정된다.

$$\alpha = \frac{|\vec{B} - \vec{C}_o|}{|\vec{B} - \vec{P}_s|} \quad (3)$$

따라서, 압축이 이루어진 점  $\vec{P}_r$  은 아래의 식 (4)에 의해 얻어진다

$$\vec{P}_r = \frac{(\vec{P}_s - \alpha \vec{C}_r)(\vec{P}_{su} - \alpha \vec{C}_r)}{\vec{P}_{su} - \alpha \vec{C}_r} + \alpha \vec{C}_r \quad (4)$$

$$\begin{cases} x_{pr} = |\vec{P}_r| \cos \theta \\ y_{pr} = |\vec{P}_r| \sin \theta + A \end{cases}$$

여기서  $x_{pr}$ ,  $y_{pr}$  는 압축된 칼라값의 chroma 와 luminance 값을 나타낸다.

제안한 알고리즘은 기존에 제안되어진 알고리즘과 비교하여 lightness 압축을 선처리할 필요가 없다는 장점이 있다. 또한, 기존의 알고리즘[2]과 달리 각 색역내에서 가장 chroma 가 높은 cusp 점을 잇는 선분상의 점을 압축 방향의 기준점으로 설정하였으며 이 기준점이 입력되어진 칼라값에 따라 변화함으로써 적응적으로 압축을 실시할 수 있다.

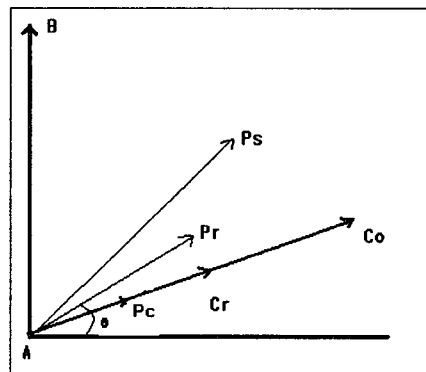


그림 2. 좌표축 이동후 압축 계산 도식

### 3. 실험 결과

제안한 알고리즘의 정확도를 조사하기 위하여 Morovic 의 제안한 CLLIN[1] 알고리즘과 비교하였다. 비교 알고리즘으로 CLLIN 을 선택한 이유는 현재까지 제안된 알고리즘 중에서 가장 좋은 성능을 보여주고

있으며 또한 Cusp 점을 이용하여 chroma 와 lightness 를 함께 압축한다는 특징이 있기 때문이다. 색역 경계는 일정 hue 에 속한 16 점을 이용하여 interpolation 으로 구성하였으며 테스트 칼라값으로는 원본 색역내에는 존재하나 재현 색역내에는 존재하지 않는 칼라를 선택하였다. 표 1.에 테스트 칼라값과 각 알고리즘에 의하여 이동되어진 칼라값을 C\*-L\* 좌표로 나타내었다. 그림 3.에 이동되어진 모습을 보여준다.

표 1.과 그림 3.에서 볼 수 있듯이 테스트 칼라값들은 모두 재현 색역내로 이동하였으며 제안한 알고리즘에 의해 이동되어진 칼라값이 CLLIN 에 의해 의해 이동되어진 칼라값에 비교하여 Chroma 값이 더 원본의 값에 가까운 것을 알 수 있다.

표 1.테스트 칼라값의 C\*-L\* 값

	원래 칼라값	제안 알고리즘	CLLIN
1	(50,30)	(45.41,34.25)	(41.75,37.75)
2	(80,50)	(68.08,49.11)	(66.80,54.03)
3	(78,65)	(71.26,56.09)	(65.13,62.76)
4	(60,74)	(57.62,66.02)	(50.1, 69.35)
5	(30,90)	(29.42,82.83)	(25.05,71.52)

\*(50,30) means the 50 unit of C\* and the 30 unit of L\*

또한 제안한 알고리즘에 의하여 높은 chroma 값을 얻을 수 있어 그래프나 도표와 같은 비즈니스 그래픽 재현에 있어 장점을 지니고 있다. 이러한 특징은 제안한 알고리즘이 컴퓨터에서 제작되어진 영상에 적용하는데 장점이 있다는 것을 보여준다.

색역 매핑의 주 목적은 서로 다른 미디어간에 재생되어진 영상이 전체적으로 유사하게 보이도록 하는 것에 중점을 두기 때문에 색역 모양을 유지하는 것이 중요하다. 영상이 전체적으로 유사하게 보이게 하는 것은 색역의 모양과 밀접한 관계가 있기 때문이다. 즉 색역 매핑에 있어서는 정확한 칼라값의 재현보다는 전체적인 color appearance 를 일치시켜 주는 것이다. 그림 4.에서 제안한 알고리즘과 CLLIN 을 이용하였을 때 변화하는 색역의 모양을 나타내었다.

그림 4.에서 보여지는 바와 같이 제안한 알고리즘이 CLLIN 에 비교하여 원래의 색역의 모양을 근접하게 유지하고 있다. CLLIN 의 경우 제안한 알고리즘보다 높은 lightness 영역에서 좀더 축소되는 현상을 볼 수 있다. 즉, 제안한 알고리즘을 적용하였을 때 색역을 이용하는 정도가 높고 서로 다른 미디어간의 영상 재현에 있어 전체적으로 유사하게 만들어 줌을 알 수 있다.

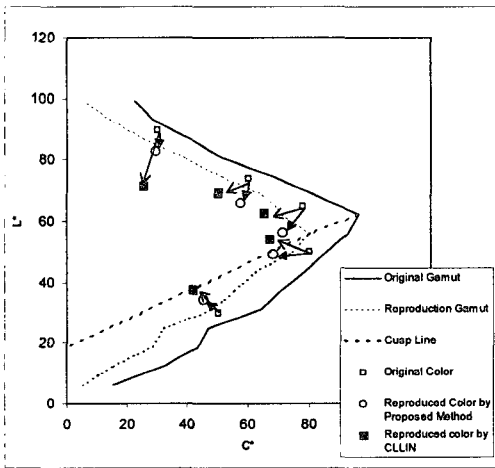


그림 3 각 알고리즘에 따른 결과

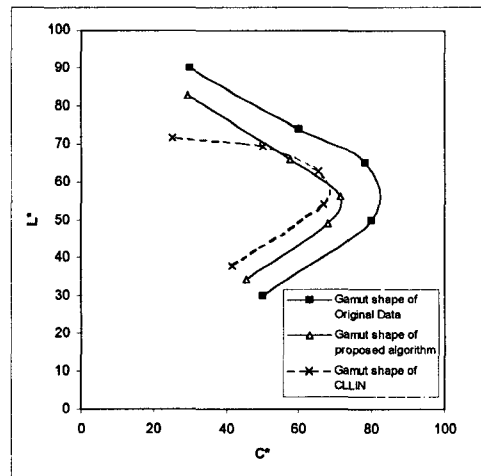


그림 4. 각 알고리즘에 따른 색역 형태 변화

그러나 lightness 값은 CLLIN 에 비하여 제안한 알고리즘을 적용하였을 때 낮은 값으로 이동하는 것을 볼 수 있다. 5 번째 테스트 칼라값만이 제안한 알고리즘을 적용하였을 때 CLLIN 에 비하여 높은 lightness 값을 가지고 있다. 이런 현상은 CLLIN 에 비교하여 제안한 알고리즘이 높은 lightness 영역에서 좀더 나은 성능을 가지고 있다는 것을 의미한다. 이런 특징은 컴퓨터에서 합성된 영상이나 일반 영상에서 렌즈 반사 (flare)와 같은 highlight 부분에 대한 재현시 유리하다는 것을 보여준다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 두 cusp 점을 잇는 선분을 이용한 새로운 색역 매핑 알고리즘을 제안하였다. 실험을 통하여 제안한 알고리즘을 적용하였을 때 재현 색역의 이용정도가 확장되었으며 높은 chroma 을 얻는 것을 알 수 있었다. 제안한 알고리즘을 이용하였을 때 컴퓨터에서 제작된 영상을 서로 다른 미디어상에서 재현할 때 유용하다는 것을 알 수 있다. 압축률  $\alpha$  값을 본 논문

문에서는 선형적으로 결정하였으나 이를 비선형적으로 결정할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다.

#### 참고 문헌

- [1] Jan Morovic, "To develop a Universal Gamut Mapping Algorithm", Ph.D. Thesis, Univ. of Derby, 1998
- [2] Ito M. and Katoh N., "Gamut Compression for Computer Generated Images", Extended Abstract of SPSTJ 70<sup>th</sup> Anniversary Symposium on Fine Imaging, pp. 85-88, 1995
- [3] Wolski M., Allebach J.P. and Bouman C.A., "Gamut Mapping. Squeezing the Most out of Your Color System", Proceeding of the 2<sup>nd</sup> IS&T/SID Color imaging Conference, pp.89-92, 1994