

# 색차와 난알 무늬 값을 이용한 6색 분리 방법

손창환, 김윤태, 조양호, \*하영호  
경북대학교 전자전기컴퓨터학부  
e-mail : yha@ee.knu.ac.kr

Six color separation using the color difference and granularity

Chang-Hwan Son, Yun-Tae Kim, Yang-Ho Cho, and \*Yeong-Ho Ha  
School of Electrical Engineering and Computer Science  
Kyungpook National University

## Abstract

This paper proposes the six color separation using the color difference and granularity. Conventional method using the color difference increases the graininess in the bright region due to the usage of the cyan or magenta. To reduce the graininess in the bright region, we proposed the six color separation minimizing the graininess within the tolerance of the color difference. Initially, granularity is calculated based on the standard deviation of the lightness value and chrominance of the SCIELAB space and is applied to the six color separation using the color difference. Proposed six color separation using the color difference and granularity reduces the graininess in the bright region and obtains the smooth tone.

## I. 서론

최근 6색 프린터의 보급의 확산에 따라 고화질 출력 영상에 대한 관심이 증가되고 있다. 6색 프린터에는 light cyan(Lc)과 light magenta(Lm) 잉크를 사용하거나, 주황색과 녹색을 주로 사용한다. Lc와 Lm을 사용하는 프린터는 잉크 도트들이 눈에 띄는 현상을 줄일 수 있고, 밝은 영역에서 좀더 부드러운 톤을 재현할 수가 있다. 또한 밝은 영역에 더 많은 면적을 차지하는 Lc와 Lm을 사용함으로써 높은 해상도를 얻을 수가 있다. 반면에 주황색과 녹색을 사용하는 프린터는 표현할 수 있는 색역이 넓어져 상대적으로 원 영상에 가까운 색을 재현할 수 있지만, 처리과정이 복잡해지고 보편성이 낮다는 단점이 있다. 그래서 본 논문에서는 Lc와 Lm을 사용하는 6색 프린터에 적용할 색 분리 방법이 제안되었다. 색 분리 과정이란 기존의 4색(CMYK)프린터에서 cyan(C)과 magenta(M) 잉크의 양을 C와 Lc, M과 Lm으로 분리하는 과정이다.

6색 분리 방법에는 색차를 이용하는 방법이 있다[1]. 색차를 이용한 색 분리 방법은 색 재현은 정확하지만

밝은 영역에서 인간 시각에 거슬리는 난알 무늬가 생기는 단점이 있다. 그래서 본 논문에서는 허용할 수 있는 색차의 범위내에서 난알 무늬 특성을 고려하였다. 난알 무늬 값을 계산하기 위해 SCIELAB 공간에서 밝기와 색상의 표준 편차를 이용하였다. 이 난알 무늬 값을 기존의 색차를 이용한 6색 분리 방법에 적용하여 더 부드러운 톤을 얻을 수 있었다.

## II. 제안한 난알 무늬 값을 계산하는 방법

그림 1은 제안한 난알 무늬 값을 계산하는 방법을 보여주고 있다. 첫째, 난알 무늬 값을 계산하기 위한 영상은 C와 Lc의 조합으로 만들 수 있는 17×17 패치와 M과 Lm의 조합으로 만들 수 있는 17×17 패치이다. 스칼라 오차 확산법을 사용하여 17×17 패치를 프린트한 후 각 패치의 난알 무늬 값을 얻기 위해 스캔한다.

본 연구는 과학기술부 NRL 사업 (M10203000102-03J0000-04810) 지원에 의해서 수행되었습니다.

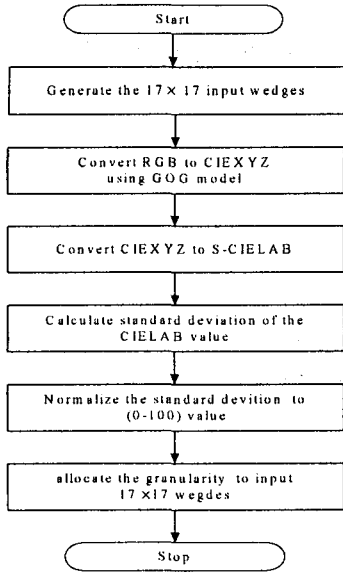


그림 1. 제한한 난알 무늬 값을 구하는 블록도

둘째, 모니터의 장치 특성화 과정을 통해서 입력 RGB 영상을 CIEXYZ 공간상으로 변환하는 과정이다. 모니터는 삼성 SyncMaster CD195A를 사용하였다. RGB를 채널당 6단계를 균등하게 나누어 216개의 패치를 생성한다. 그리고 분광 방사 휘도계인 Minolta CS-1000을 사용하여 각 패치의 CIEXYZ 값을 측정한다. 정규화 된 RGB값을 CIEXYZ 값으로 변환하기 위해 모니터의 장치 특성화의 한 방법인 GOG(Gain Offset Gamma) 모델을 사용하였다. RGB 각 채널이 최대 값을 가질 때의 XYZ값과 초기 조건을 이용하여 변환 매트릭스를 만든다. 변환 매트릭스는 다음과 같이 주어진다.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 43.2 & 37.42 & 22.19 \\ 23.42 & 74.33 & 10.9 \\ 3.4 & 13.6 & 113.1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (6)$$

셋째, CIEXYZ값을 SCIELAB 공간으로 변환시켜주는 과정이다. SCIELAB 공간을 사용하는 이유는 인간의 공간 칼라 민감도를 고려하여 색의 표현과 색의 구분이 공간적인 패턴에 영향을 받을 수 있는 지를 고려하기 때문이다. SCIELAB 공간은 질감이 많은 중간조 처리에 적합하다. 그림 2는 입력 영상을 SCIELAB 공간으로 변환시켜주는 블록도이다. 우선 입력 패치의 CIEXYZ값은 휘도와 빨강-녹색, 그리고 파랑-노란색

채널로 구성되는 보색 시스템으로 변환된 후, 각각 인간 시각의 공간 민감도를 고려한 공간 필터를 거치게 된다. 이 과정에서 인간 시각 체계의 공간색에 대한 공간 민감도가 고려되게 된다. 필터를 거친 영상은 다시 CIEXYZ에서 CIELAB 좌표로 변환되게 된다.

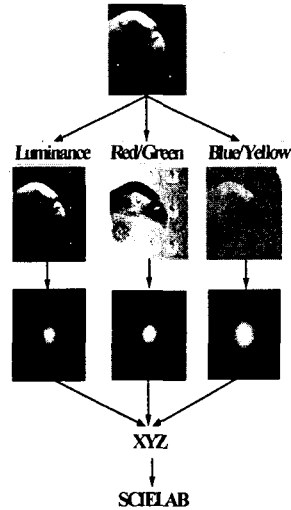


그림 2. SCIELAB 공간

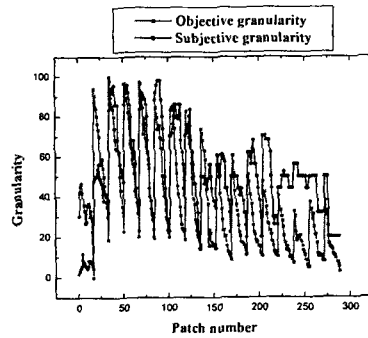
넷째, SCIELAB 공간을 통해서 얻은 CIELAB 각각의 표준편차를 이용해 난알 무늬 값을 얻는다. 입력 영상 각각에 대한 CIELAB의 평균과 표준편차를 구한다. 표준 편차를 구하는 이유는 난알 무늬 값이 밝기 값의 변동량을 의미하기 때문이다. 289개의 패치에 대한 표준편차를 구한 후 표준 편차의 최대 값과 최소 값을 구한다. 그리고 최대 값과 최소 값을 이용해서 0-100사이로 정규화를 한다. 이 값들이 입력 패치 각각에 대한 난알 무늬 값에 해당한다.

그림 3은 입력 wedges 영상에 대해 계산된 난알 무늬 값을 보여주고 있다. 여기서 가로축은 입력 패치 영상의 패치 번호에 해당하고, 세로축은 난알 무늬 값을 보여 주고 있다. 난알 무늬 값은 인간 시각에 기반을 둔 주관적인 난알 무늬 값(-●-)과 제한한 방법으로 구한 난알 무늬 값(-■-)이 있다. Light cyan이나 light magenta의 사용량이 증가 할수록 난알 무늬 값이 줄어드는 현상을 볼 수가 있다. 묽은 잉크를 사용하면 할수록 부드러운 패턴이 생성되기 때문에 난알 무늬 값이 줄어들게 된다. 전반적인 난알 무늬 값의 분포는 잉크 사용량이 적을 때나 잉크 사용량이 많을 때 난알 무늬 값이 줄어들고, 묽은 잉크와 진한 잉크의 사용량이 비슷한 경우에는 난알 무늬 값이 높은 경향이 있

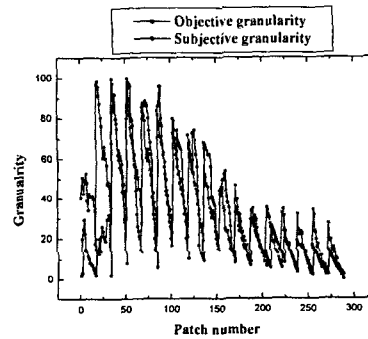
다. 왜냐하면 잉크 사용량이 적을 때에는 도트들의 패턴이 눈에 띄지 않기 때문이고 잉크 사용량이 많을 때에는 도트들이 찍히는 농도가 많기 때문에 인간 시각에 띄는 도트들을 구분 할 수가 없기 때문이다. 농도가 다른 잉크의 양이 중간 정도 일 때에는 서로 다른 잉크의 조합이 눈에 잘 띄기 때문에 낱알 무늬 값이 크게 된다. 이 현상은 입력 패치 영상에서 인간 시각으로 확인 될 수가 있다.

### III. 제안한 낱알 무늬 값과 색차를 이용한 6색 분리 방법

수치적으로 구한 낱알 무늬 값을 참조표에 저장해서 색차를 이용한 6색 분리 방법에 적용한다. 색차를 이용한 분리 방법은 Lc와 C 또는 M과 Lm의 조합으로 만들어진 참조표에서 색차가 가장 적은 패치를 선택하는 방법이다. 기존의 색차를 이용한 분리 방법은 색차가 가장 적은 패치를 선택하기 때문에 정확한 색재현은 가능하지만 밝은 영역에서 진한 잉크(cyan or magenta)의 사용으로 낱알 무늬가 발생하는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 낱알 무늬를 감소하기 위해 허용할 수 있는 색차의 범위내에서 낱알 무늬 값을 고려하였다. 색차와 낱알 무늬 값을 이용한 색 분리 방법은 CIELAB 값과 제안한 낱알 무늬 값으로 구성된 참조표에서 색차가 5%이하에서 낱알 무늬 값이 가장 최소가 되는 패치를 선택한다. 색차가 3%이하이면 인간 시각으로 분별할 수 없기 때문에 이상적이나 색 분리 된 값들의 밝기가 단조 증가 곡선을 만들기 위해 색차의 허용 범위를 5%로 택하게 되었다. 그림 4는 색차를 이용해서 얻은 포토 잉크 색 분리 곡선[2]과 색차와 낱알 무늬 값을 이용한 포토 잉크 색 분리 곡선을 나타내고 있다. 여기서 가로축은 입력 값에 해당하고, 세로축은 색 분리된 서로 다른 잉크 양을 의미한다. 그림에서 보듯이 색차와 낱알 무늬 값을 이용했을 때 밝은 영역에서 묽은 잉크(light cyan or light magenta)의 사용량이 많은 것을 알 수 있다. 이것은 밝은 영역에서 낱알 무늬를 감소시키고 부드러운 패턴을 만들게 한다. 그리고 M 입력에 대해서 색차와 낱알 무늬 값을 고려한 색 분리 방법을 적용했을 때 밝은 영역에서 Lm의 양이 C 입력에 대해서 동일한 방법을 적용했을 때보다도 Lc의 양이 많은 이유는 Lm과 M의 색상이 더 비슷하기 때문이다.

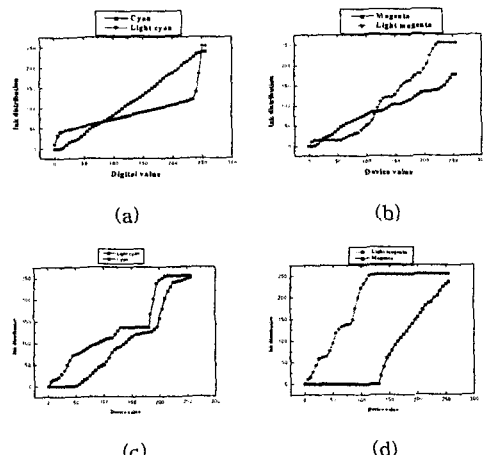


(a)



(b)

그림 3. 입력 패치에 대한 낱알 무늬 값 (a) C와 Lc의 조합으로 만들어진 입력 패치 영상 (b) M과 Lm의 조합으로 만들어진 입력 패치 영상



(c)

(d)

그림 4. 포토 잉크 색 분리 곡선 (a) C 입력 패치에 대

한 색차를 이용한 색 분리 방법의 포토 잉크 색 분리 곡선 (b) M 입력 패치에 대한 색차를 이용한 색 분리 방법의 포토 잉크 색 분리 곡선 (c) C 입력 패치에 대한 색차와 난알 무늬 값을 이용한 포토 잉크 색 분리 곡선 (d) M 입력 패치에 대한 색차와 난알 무늬 값을 이용한 포토 잉크 색 분리 곡선



(a) (b)

그림 6. 색차와 난알 무늬 값을 이용해서 색 분리된 결과 영상 (a) 'Fresh' 영상 (b) 'Pepper' 영상

#### IV. 결과 비교

색차와 난알 무늬 값을 이용한 6색 분리 방법을 실 영상과 Macbeth 칼라 차트에 적용해보았다. 첫째, 실 영상 실험에 사용된 칼라 영상은 'fresh', 'pepper' 이다. 그림 5(a)와 5(b)는 색차를 이용한 6색 분리 방법의 결과이고 그림 6(a)와 6(b)는 제안한 색차와 난알 무늬 값을 고려한 6색 분리 방법의 결과이다. 제안한 방법으로 색 분리된 'fresh' 영상에서 포도송이와 바나나 부분에서의 난알 무늬가 현저히 줄어든 결과를 볼 수 있고 더 부드러운 톤을 형성한 것을 알 수가 있다. 또한 'pepper' 영상에서도 도토리들의 패턴이 더 부드러운 것을 알 수가 있다. 둘째, 색차 실험 비교를 위해 Macbeth 칼라 차트를 사용했다. Macbeth 칼라 차트의 CIELAB 값과 색차를 비교하기 위해 모니터 입력 영상을 색역 사상을 거쳐 스칼라 오차 확산법으로 프린트한 후 분광광도계로 측정했다. 색차를 이용해서 색 분리된 Macbeth 칼라 차트의 색차는 19.05이고 색차와 난알 무늬 값을 이용해서 색 분리된 Macbeth 칼라 차트의 색차는 21.31이었다. 결론적으로 제안한 방법이 기존의 색차를 이용한 방법보다 2.0 정도 떨어지지만, 난알 무늬를 감소시켜 더 부드러운 영상을 얻을 수가 있다.



(a) (b)

그림 5. 색차를 이용해서 색 분리된 결과 영상 (a) 'Fresh' 영상 (b) 'Pepper' 영상

#### V. 결론

본 논문에서는 색차와 난알 무늬 값을 이용한 색 분리 방법을 제안했다. 난알 무늬 값은 SCIELAB 좌표계의 밝기와 색상의 표준편차를 이용해서 구했고 이 값을 색차를 이용한 색 분리 방법에 적용했다. 색차를 허용할 수 있는 범위안에서 난알 무늬 값이 가장 작도록 색 분리를 하였다. 난알 무늬 값을 추가시킴으로 밝은 영역에서 더 부드러운 톤을 형성할 수 있었다. 또한 Macbeth 칼라 차트에 대해 색차를 구했을 때 기존의 색차를 이용한 색 분리 방법과 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

#### 참고문헌

[1]. A. U. Agra, "Model based color separation for CMYKcm printing," *Ninth Color Imaging Conference: Color Science and Engineering*, Scottsdale, U.S.A., pp. 298-302, Nov. 2001.

[2]. Y. X. Noyes, J. Y. Hardeger, and A. M. Moskalev, "Linearization curve generation for CcMmYK printing," *Eighth Color Imaging Conference: Color Science and Engineering*, Scottsdale, U.S.A., pp. 247-251, Nov. 2000.