

# CIECAM02 기반 컬러 에지 검출 방법

강민성, 김봉조, 손광훈  
연세대학교 전기전자공학부  
e-mail : khsohn@yonsei.ac.kr

## A CIECAM02-based color edge detection method

Min-Sung Kang, Bong-Joe Kim, Kwang-Hoon Sohn  
School of Electrical & Electronic Engineering  
Yonsei University

### Abstract

In this paper, we propose a CIECAM02-based color edge detection method. The proposed method detects color edges with distance metric based on the characteristics of Human Visual System (HVS). The CIECAM02 is inherently strong in considering HVS. We use a vector gradient edge detector in a JCh components with newly proposed distance metric. The proposed method detect edges clearly. We subjectively confirm the performance with clearly enhanced images.

### I. 서론

디스플레이 장비를 보는 상황에서 특정한 환경에 의해 손실될 수 있는 정보를 정확히 찾아내어 개선하는 것은 디스플레이 산업에서 크게 요구되는 기술이다. 그 중에서도 인간 시각에 민감한 정보인 에지는 입력 영상에 대한 중요 정보들의 위치, 정보의 모양, 크기 등에 대한 정보를 포함하는 중요한 요소이다. CIECAM02는 주변 환경에 따라 인간 시각에 보이는 영상을 예측할 수 있는 표준화된 컬러 어피어런스 모델로서 RGB 색 공간과는 또 다른 컬러 공간을 제시한다. 본 논문에서는 CIECAM02에 의해 예측된 색 공간

정보를 이용하여 컬러 에지 검출을 수행하는 방법을 제안한다. 벡터 그래디언트 방법으로 CIECAM02에서 쓰이는 거리 측정 방법을 사용하였고 웨버의 법칙을 이용하여 에지를 정확하게 찾아내었다.

### II. 본론

#### 2.1 장비 특성화

컬러의 정확한 색차를 알기 위해 장비 특성화를 통해 RGB 같은 장비 종속적인 컬러 공간에서 XYZ 같은 장비 독립적인 컬러 공간으로의 변환이 필요하다. 실험에 사용한 LCD 모니터는 Gain-Offset1-Gamma-Offset2 (GOGO) 모델을 이용하여 모델링 하고, 이 값을 블랙레벨 보정을 포함한 3×4 행렬을 통해 장비 독립적인 컬러 공간 좌표인  $[X, Y, Z]$ 로 변환한 후[1] CIECAM02의 입력으로 사용한다.

#### 2.2 CIECAM02

최신의 표준 컬러 어피어런스 모델인 CIECAM02는 인간의 시각과 주변의 환경을 고려하여 실제 보이는 영상을 예측하는 알고리즘이다[2]. CIECAM02 순방향 알고리즘을 통해 얻어지는 색상(h), 밝기(J), 휘도(Q), 채도(C), 선명도(M), 순도(s)의 여섯 가지 성분 중 밝기, 채도, 색상(JCh) 성분을 선택하여 세 성분의 에지를 가중된 벡터 그래디언트 방법을 통해 각각 찾아내게 된다.

2.3 제안된 에지 검출 방법

벡터 그래디언트 방법은 가운데 픽셀 정보( $v_o$ )와 인접한 8방향의 픽셀들( $v_i$ ) 간의 최대 거리를 이용하여 에지를 검출하는 방법이다[3].

$$E_{VG} = \max_{i=1..8} \| \vec{v}_i(x,y) - \vec{v}_o(x,y) \| \quad (1)$$

화소들 간의 거리를 구하는 방법으로는 여러 가지가 있지만 CIECAM02 공간에서 이용할 수 있는 방법으로 최근에 발표된 식 (2)가 있다[4].

$$\Delta E_{02-opt} = \left[ \left( \frac{\Delta J}{k_J S_J} \right)^2 + \left( \frac{\Delta C}{k_C S_C} \right)^2 + \left( \frac{\Delta H}{k_H S_H} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

$$S_J = 0.5 + (\bar{J}/100)^2$$

$$S_C = 1 + 0.02 \bar{C}$$

$$S_H = 1 + 0.02 \bar{C}$$

$$k_J = k_C = k_H = 1$$

여기서  $k_J, k_C, k_H$ 는 응용과 관련 있는 보조 변수이고,  $S_J, S_C, S_H$ 는 각각 밝기, 채도, 색상과 관련 있는 가중치 함수이고,  $\Delta J, \Delta C, \Delta H$ 는 각각 밝기, 채도, 색상의 차이이다.  $\bar{J}, \bar{C}$ 는 각각 평균 밝기와 채도이다.

명도 변화에 따른 자극치는 명도 변화량( $\Delta I$ )과 초기 명도값( $I$ )의 영향을 받는다는 웨버의 법칙은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$(\Delta I/I) = k \quad (3)$$

여기서  $k$ 는 상수이다. 계산된  $k$ 값으로 가중치를 주게 된다.

웨버의 법칙을 이용하여 가중한 벡터 그래디언트 방식은 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다. 밝기, 채도, 색상의 세 요소들에서 얻어지는 에지의 정보들의 합을 통해 영상의 에지를 구할 수 있다.

$$\Delta E_{DM08} = \max_{i=1..8} \left( \left( 1 + \frac{\Delta J_i}{J_o} \right) \left| \frac{\Delta J_i}{k_J S_J} \right| \right) + \max_{i=1..8} \left( \left( 1 + \frac{\Delta C_i}{C_o} \right) \left| \frac{\Delta C_i}{k_C S_C} \right| \right) + \max_{i=1..8} \left( \left( 1 + \frac{\Delta H_i}{H_o} \right) \left| \frac{\Delta H_i}{k_H S_H} \right| \right) \quad (4)$$

III. 실험 결과

실험에 사용된 LCD 모니터는 LG Flatron L1730S(17인치)이고 Minolta CA-100 plus 측색장비를 사용하여 장비 특성화를 수행하였다. CIECAM02는 어두운 환경(dim)에서 예측하였다.

에지 검출을 위해 Ladies영상이 사용되었다. 제안된 알고리즘을 기존에 제안하였던 LCh 색 공간에서 검출한 에지[5]와 비교하였을 때 더 나은 결과를 나타내는 것을 알 수 있었다.

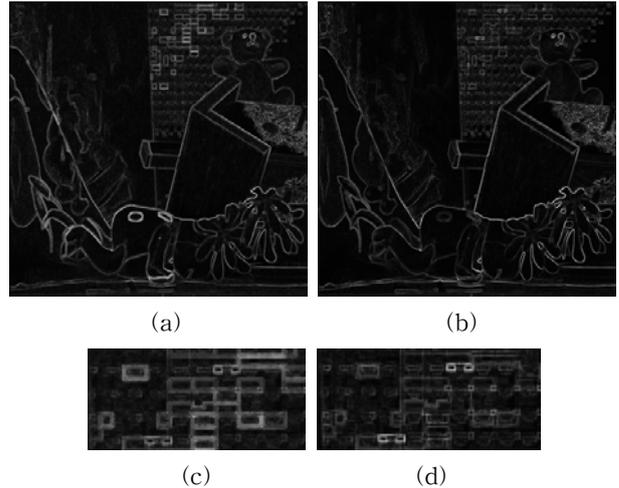


그림 1. a),c)LCh 색 공간에서의 에지 검출. b),d)제안된 알고리즘에 의한 에지 검출.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 CIECAM02에 기반한 컬러 에지 검출 방법을 제안하였다. 디스플레이 장비를 시청할 때에 특정한 주변 환경에 의해 손실되는 영상의 에지 정보를 예측하여 개선함으로써 주변 환경에 영향을 받지 않고 정확한 영상 정보를 보여줄 수 있는 알고리즘에 제안한 방법이 사용된다.

참고문헌

[1] Katoh N, Deguchi T and Berns R.S, "An Accurate Characterization of CRT Monitor (II) Proposal for an Extension to CIE Method and Its Verification," Optical Review 8(5), 397-408, 2001.

[2] M. D. Fairchild, Color Appearance Models, 2nd edition, Addison-Wesley, 2005.

[3] Silvano Di Zenzo, "A Note on Gradient of Multi-Image," Computer Vision, Graphics and Image Processing, v33, 1523-1535, 1995.

[4] P. Urban, R. S. Berns and M. R. Rosen, "Constructing Euclidean Color Spaces based on Color Difference Formulas," IS&T/SID 15<sup>th</sup> Color Imaging Conference, pp77-82, Albuquerque, NewMexico, 2007.

[5] 강민성, 김봉조, 손광훈, "LCH 자극의 상호작용을 고려한 컬러 에지 검출 방법," 대한전자공학회 2007년도 추계학술대회, 30권 2호 pp 563-564, 2007.