

칼라영상의 에지 검출을 위한 효율적인 가변 BBM 템플릿

백영현, 변오성, 문성룡
원광대학교 전자공학과

Efficient variable BBM template for color image's edge detection

Young-Hyun Back, Oh-Sung Byun, Sung-Ryong Moon
Department of Electronic Engineering Wonkwang University

요 약

영상의 에지는 입력 영상에 대한 중요 정보들을 가지고 있으며, 에지 추출은 영상인식의 성능을 좌우하는 중요 요소이다. 영상 에지 추출은 영상 분할의 첫 번째 단계이며, 영상의 구성을 결정하기 위해서 화소들을 하나의 영역으로 만드는데 사용되고 있다. 또한 에지 강도를 갖고 있는 모든 에지들을 검출하기 위해 많은 방법들이 제안되었다. 기존의 에지 검출은 흑백영상의 명암도의 변화에 국한되어 있었다. 그러나 칼라영상을 이용하여 에지를 추출하는 경우에는 흑백영상보다 이용할 수 있는 정보가 많을 뿐 아니라 인간의 시각체계와도 유사하여 보다 나은 에지 추출을 기대할 수 있다. 본 논문에서는 칼라영상에서 직접적으로 얻을 수 있는 RGB 정보 중 광도를 분리하여 사용하는 YCbCr성분을 이용하여, 기존의 기술기연산자나 표면접합 템플릿에 의한 에지 추출이 아닌 3x3 마스크안의 데이터값의 차에 따라 가변적으로 변하는 BBM 템플릿을 제안하였다. 제안된 가변 BBM 템플릿은 모의 실험한 결과 기존의 Sobel, Prewett, Roberts 같은 연산 템플릿보다 성능이 우수함을 확인하였다.

1. 서론

영상 인식에서 에지 추출은 입력 영상에 대한 중요 정보들의 위치, 정보의 모양과 크기, 텍스처등에 대한 정보를 포함한다. 즉, 인간의 시각시스템이 물체를 인식하는데 있어서 근사 유평선만으로도 인식이 가능하듯이 영상에서의 대부분의 유용한 정보는 서로 다른 영역간의 경계선에 위치해 있다. 이러한 에지는 영상의 밝기가 낮은 값에서 높은 값으로 또는 높은 값에서 낮은 값으로 변하는 지점에 존재한다[1,2].

영상 에지 추출은 영상 분할의 첫 번째 단계이며, 영상의 구성을 결정하기 위해서 화소들을 하나의 영역으로 만들기 위해 사용되고 있다. 에지 강도를 갖고 있는 모든 에지들을 검출하기 위해 많은 방법들이 제안되었다. 기존에는 각 화소에서의 밝기의 불연속선을 근거로 경계를 찾는 흑백영상에서 주로 연구되어 왔다. 하지만 시각 시스템이 흑백영상보다 칼라 영상으로부터 더 많은 정보를 획득하여 물체를 인식할 수 있으며 것처럼 칼라영상의 많은 정보를 사용함으로써

좀더 향상된 에지 추출 결과를 얻을 수 있다. 칼라 영상에서의 에지 검출을 위해서 영상 분할의 방법 중 공간적 객체 분할을 사용한다. 이는 객체의 공간적인 특성인 화소의 휘도값과 색차값, 객체의 크기와 형태 등을 사용하는데, 계산량이 많고 움직임이 있는 객체는 판별하기 힘든 단점이 있지만, 객체의 에지를 찾을 수가 있어 정확한 객체 추출이 가능하다는 장점이 있다[4]. 본 논문에서는 칼라영상에서 직접적으로 얻을 수 있는 RGB 정보 중 광도를 분리하여 사용하는 YCbCr성분을 이용하였고, 기존의 기술기연산자나 표면접합 템플릿에 의한 에지 추출이 아닌 3x3 마스크안의 데이터값의 차에 따라 가변적으로 변하는 새로운 템플릿을 제안한다.

2. 공간 컬러 모델

공간 컬러 모델은 각 색을 한 점으로 나타내는 시스템에서의 부분 공간으로, 380nm에서 780nm 범위

의 파장 즉, 눈의 망막에 입사되는 스펙트럼을 가시광선이라고 한다. 그리고 이 가시광선 영역의 빛을 인지하는 결과를 컬러라 한다[1-3].

컬러 모델의 종류는 RGB(Red, Green, Blue) 모델, YCbCr(Luminance, Chrominance-Blue, Chrominance-Red) 모델, HSV(Hue, Saturation, Value) 모델, HMMD(Hue, Max, Min, Diff) 모델이 있다[4].

2.1 RGB 컬러 모델

RGB 컬러 모델에서 각 색들은 빨강, 초록, 파랑의 기본 스펙트럼 성분들로 나타난다[2]. 이 모델은 직교좌표 시스템(cartesian coordinate system)에 기초한 것이다. 컬러 부분 공간은 그림 1에 나타난 입방체 구조를 가지고 있다. RGB 값은 세 꼭지점으로 검은색은 원점이고, 그리고 흰색은 원 점에서 가장 먼 꼭지점이다. 이 모델에서 명암도는 검은색부터 흰색 두 점을 연결하는 선을 따라 전개되고, 색은 원점으로부터 확장되는 벡터로 정의되는 정육면체 상이나 또는 안쪽의 점이다. RGB 컬러 모델에서의 영상은 각 원색당 하나씩 모두 3개의 독립적인 영상 평면으로 구성되었다. 영상처리를 위한 RGB 컬러 모델의 사용은 영상 자체 값들이 세 가지 색 평면으로 자연스럽게 표현될 때 필요하다. 디지털 영상을 얻기 위해 사용되는 대부분의 컬러 카메라들이 RGB 포맷을 사용하는데 이 사실 하나만으로도 RGB 컬러 모델이 영상처리에서 아주 중요하다는 것을 알 수 있다.

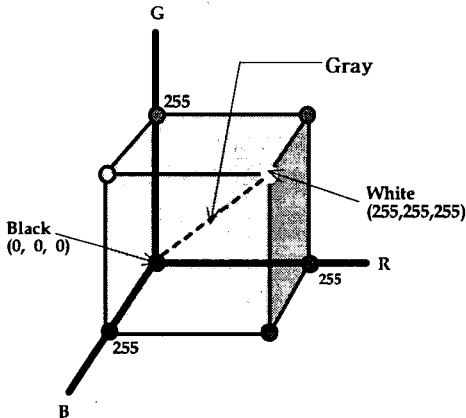


그림 1. RGB 컬러 모델의 공간 좌표계

2.2 YCbCr 컬러모델

YCbCr 컬러 모델은 컬러 정보로부터 광도를 분리하는 또 하나의 컬러 공간으로 MPEG에서 사용하는 컬러 모델이다[2]. 광도는 Y(휘도)로 기호화되고,

비디오 신호의 색상 부분인 푸른 정보와 붉은 정보는 Cb와 Cr로 기호화된다. RGB 컬러 모델에서 YCbCr 컬러 모델로 변환하는 것은 식(1)을 이용하여 변환된다. 그리고 YCbCr 컬러 모델과 RGB 컬러 모델을 서로 변환하는 방법은 여러 가지로 제안되어 있다.

$$\begin{aligned} Y &= 0.29900R + 0.58700G + 0.11400B \\ Cb &= -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B \\ Cr &= 0.50000R - 0.41869G - 0.08131B \end{aligned} \quad (1)$$

본 논문에서는 RGB와 같이 중요 정보들이 고루 분포된 분할이 아닌 에지를 추출하는데 유용한 광도성분을 가지고 있는 Y를 이용하였다[5].

3. 제안된 가변 BBM템플릿을 이용한 에지 검출

많은 에지 추출을 위한 알고리즘은 적용하는 분야에 한정하여 에지 템플릿을 정의하고 있으며, 그 정의를 벗어나는 입력영상에서 에지를 추출하는데에는 효과적이지 못한 단점이 있다[2]. 예를 들어 프리윗(Prewitt)은 행과 열 마스크의 출력과 이들의 합성 영상을 보여준다. 즉, 대각 방향의 에지보다는 수평, 수직에지에 민감하다. 그리고 로버츠(Roberts) 연산자는 잡음에 또한 민감하다. 영상 에지 추출에서 가장 많이 이용되고 있는 소벨(Sobel) 연산자는 수평과 수직 에지 보다는 대각선 방향에 놓여진 에지에 더욱 민감한 특성을 가지고 있다. 본 논문에서는 일반적인 템플릿의 단점을 보완하고 여러 방향의 에지 검출에 적용될 수 있는 가변적인 템플릿을 제안한다. 영상에서의 에지는 특성이 일치하지 않는 두 영역을 분리하는 경계이다[6,7]. 또한 특성이 일치하지 않는 두 영역을 분리한다는 기본적인 성질 이외에도 에지의 구조적 특성에 따라 다르게 정의 할 수 있다. 구조적 특징은 정확한 위치, 연속성, 두께, 길이의 4가지 특성을 가지고 있다. 0개 또는 1개의 이웃 에지 픽셀을 가진 에지 픽셀 구조는 적합한 에지 구조로 정의되며, 2개의 이웃 에지 픽셀을 가진 에지 픽셀 구조는 회전각이 90° 이상이 아니고, 연속이면 적합한 에지 구조라 한다. 그리고 4개 이상의 이웃 에지 픽셀을 가진 에지 픽셀 구조는 적합한 에지 구조가 아니다. 이러한 정의식에 따라 입력되는 영상을 YCbCr로 객체 분할한 뒤 분할된 많은 에지 정보가 들어 있는 Y의 데이터 값 얻는다. 논문에서 제안하고 있는 가변 BBM(Y.H. Back, O.S. Byun, S.Y. Moon)템플릿은 에지의 기본정의에

따르고 있으며, 각 화소마다의 데이터 값의 차에 따라 가변적으로 3x3 마스크가 만들어진다. 즉, 어떠한 영상이 들어오더라도 그 영상의 화소 단위의 데이터 값의 차에 따라 에지가 추출되어 지는 것이다.

$$BBM = \begin{bmatrix} -Y(i,j) & -Y(i,j+1) & -Y(i,j+2) \\ Y(i+1,j) & 0 & Y(i+1,j+2) \\ Y(i+2,j) & -Y(i+2,j+1) & Y(i+2,j+2) \end{bmatrix}$$

식(2)는 3x3 가변 BBM템플릿으로 Y는 입력된 영상 전체 광도를 나타내는 파라메터이고, 각각의 i, j는 각 픽셀의 위치를 나타내는 행과 열이다.

4. 모의 실험

본 논문에서 제안한 가변 BBM템플릿을 이용한 에지 추출 방법이 칼라영상에서 기존의 에지 추출 방법인 Roberts, Prewitt, Sobel보다 우수한 에지가 검출됨을 확인하기 위해 Matlab을 이용하여 모의실험을 하였다. 실험에 사용한 칼라영상은 256x256 영상 15개와 100x100 영상 5개를 사용하였다. 그 중 그림 2 (a), (b), (c), (d)는 각각 대각선성분이 많은 Butterfly, 수직과 수평 성분이 많은 House, 곡선과 다양한 성분이 들어 있는 Lena, 수직과 수평 그리고 대각선 성분이 들어있는 Road 칼라 영상이다.

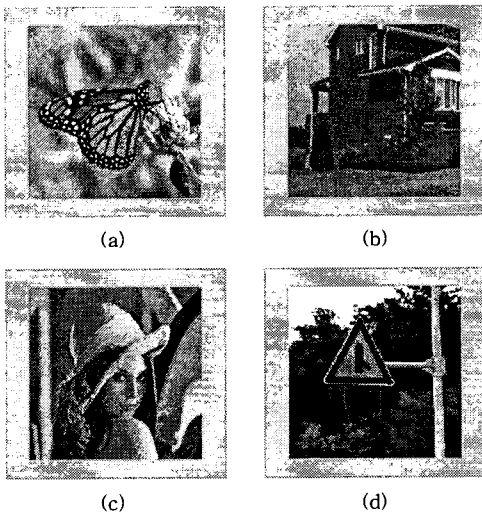


그림 2. 각각의 구성성분이 다른 칼라 영상
(a)Butterfly, (b)House, (c)Lena, (d)Road

그림 2의 칼라영상을 RGB값으로 분할 후 에지검출에 용이한 광도를 갖는 YCbCr로 분할하여 얻은 Y정보

의 영상은 그림 3 (a), (b), (c), (d)와 같다.

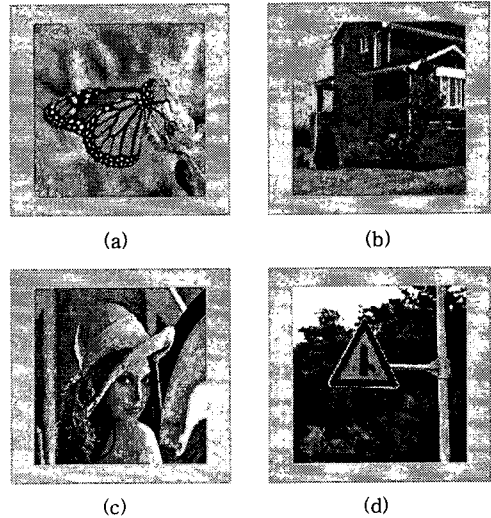
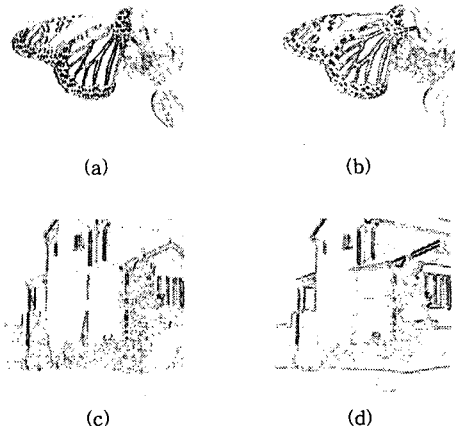


그림 3. Y정보를 가진 영상들
(a)Butterfly, (b)House, (c)Lena, (d)Road

그림 3의 Y의 영상에 기존의 에지 검출 방식인 Sobel템플릿, Prewitt템플릿, roberts템플릿을 각각 적용하여 에지를 추출한 결과 Sobel템플릿을 적용한 영상이 3가지 템플릿 중 가장 우수함을 확인하였다. 또한 Sobel 템플릿으로 검출한 영상과 본 논문에서 제안한 가변 BBM템플릿을 이용한 에지 검출 결과를 그림 4에서 비교하였다. 그 결과 기존의 Sobel에지 검출 방식보다 제안된 가변 BBM템플릿을 이용한 에지 검출 방식이 더 우수한 에지가 검출됨을 확인하였다.



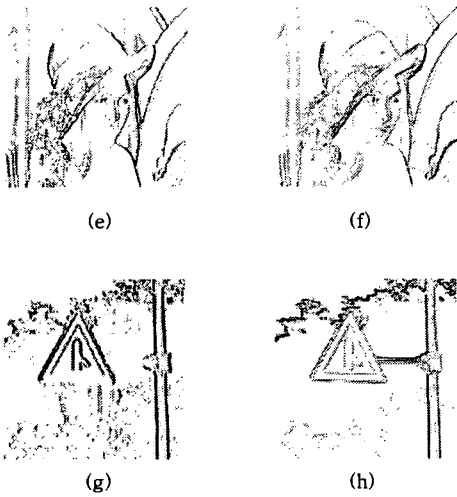


그림 4. 제안된 가변 BBM템플릿과 Sobel템플릿의 에지 추출 결과 비교 영상 (Sobel 템플릿을 적용한 결과: (a), (c), (e), (g) ; 제안된 가변 BBM템플릿을 적용한 결과: (b), (d), (f), (h)).

5. 결론

본 논문에서는 칼라영상에서 직접적으로 얻을 수 있는 RGB 정보 중 광도를 분리하여 사용하는 YCbCr성분을 이용하였고, 에지의 정의에 기초하여 기존의 기울기연산자나 표면접합 템플릿에 의한 에지 추출 방법이 아닌 3x3 가변 BBM템플릿을 새로이 제안하였다.

가변 BBM템플릿은 입력된 영상의 특성에 상관없이 이웃되는 픽셀의 데이터 값의 차에 따라 가변적으로 변하는 템플릿이다. 그 동안 연구된 많은 에지 추출 알고리즘은 그 알고리즘을 적용하는 분야에 한정하여 에지를 정의하고 있으며, 그 정의를 벗어나는 에지를 추출하는데는 효과적이 못한 단점이 있었다. 하지만 제안된 가변 BBM템플릿은 시뮬레이션 결과인 그림 4와 같이 대각선, 수직, 수평부분 뿐만 아니라 곡선부분이나 임계값의 차가 적은 부분까지도 정확히 찾아내는 것을 확인 할 수 있었다. 즉, 특정한 값의 분포에 따라 고정되어 있는 템플릿인 Sobel, Prewett, Roberts 같은 일반적인 연산 템플릿보다 입력되는 영상의 특성에 따라 가변적으로 템플릿이 구성에 따라 최적의 에지가 추출됨을 확인하였다.

향후 제안된 가변 BBM템플릿을 이용하여 칼라영상에서의 에지 증강 및 잠음영상에서의 에지 추출에 대한 연구가 이루어 져야 할 것으로 사료된다.

[참고 문헌]

- [1] R. Crane, "A simplified approach to Image Processing," Prentice-Hall, 1997.
- [2] R. Gonzalez and R. Woods, "Digital Image Processing," Addison-Wesley Publishing Company, 1992.
- [3] A. Murat Tekalp, "Digital Video Processing," Prentice Hall PTR, 1995.
- [4] O. S. Byun, "A Study on HFSD system using HMMD Color Model and Wavelet Morphology," 원광대학교 박사 학위 논문, 2. 2003.
- [5] R. D. Dony, "Edge detection on color images using RGB vector angles," IEEE Trans. Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, Canada, pp. 687-692, May 1999.
- [6] L. S. Davis, "A Survey of Edge Detection Techniques," Computer Graphics and Image Processing 4, pp. 248-270, 1975.
- [7] D. F. Rogers, "Procedural elements for computer graphics," McGraw-Hill, 1985.