

# 컬러영상 경계추출을 위한 CIEL\*Ch 색체계 변환의 적용

## Color-Edge Detection with CIEL\*Ch Color Space

양성철1), 김용일2), 유기윤3)

Sungchul Yang, Yongil Kim, Kiyun Yu

- 1) 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 박사과정 scyang2@snu.ac.kr
- 2) 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 부 교수 yik@snu.ac.kr
- 3) 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 조 교수 kiyun@snu.ac.kr

### 요 약

전정색영상과 달리 컬러영상에서 개체를 추출할 경우 밴드별 분광특성을 이용하여 특정지물을 효과적으로 인식할 수 있고 밝기값만으로 구별해낼 수 없는 개체를 추출할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 컬러영상에서 지형지물을 추출하기 위해 컬러정보를 이용하여 경계를 추출하는 연구를 수행하기 위해 일반적으로 사용하는 RGB 색체계가 아닌 CIEL\*Ch 색체계로 변환한 후 L\*에서 경계를 추출하고 C, h값으로 특정지물을 경계를 추출하는 기법으로 컬러영상의 경계를 추출하였다.

### 1. 서 론

위성영상 혹은 항공사진에서 경계추출은 지도제작, 특정 지물 인식 등 다양한 분야에 사용되므로 활발한 연구가 진행되어온 분야 중의 하나이다. 고해상도 다밴드 영상의 취득과 활용이 많아지고 있으나 여전히 경계추출에는 전정색영상이 주로 활용되고 있는 이유는 공간해상력이 상대적으로 우수하여 지형지물의 정확한 추출에 적합하기 때문이었다. 그러나 다밴드 영상에서 개체추출시 밴드별 분광특성을 이용한 특정지물의 인식과 밝기값만으로 구별해낼 수 없는 개체를 추출할 수 있는 장점이 있다.

### 2. 영상종류에 따른 경계추출

영상에서 경계추출은 대상영상에 따라 크게 전정색영상을 이용한 경우와 컬러영상을 이용한 경우로 구별할 수 있으며 대상지역의

특성(도심지, 교외)에 따라 나눌 수도 있으며 사용된 방법에 따라 나눌 수도 있다. 특히, 컬러영상의 색상정보를 효율적으로 이용하여 경계를 추출하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 일반적으로 컬러영상을 이용한 경계추출은 사용한 방법에 따라 다음의 세가지로 나눌 수 있는데 각 밴드별 재조합이 어느 단계에서 이루어지는가가 기준이 된다[1].

#### 1) 밴드별결과 중첩방법(Output fusion method)

컬러영상을 밴드별로 분리하여 각 밴드에서 경계를 추출하고 추출된 결과를 중첩하는 방법으로서 Salinas는 Canny 연산자를 이용한 밴드별 추출결과를 중첩하는 방법을 사용하였다[2]. 그러나, 컬러영상이 가진 색상 특성을 충분히 활용치 못한 방법이다.

2) 다차원미분방법(Multidimensional gradient method)이 방법은 컬러영상에서 밴드별 그래디언트(gradient) 영상을 생성하고 밴드별결과 중첩방법과 달리 밴드별 그래디언트 영상을 중첩한 뒤 경계를 추출한다. Robinson은 컬러영상 3가지 요소에 대한 각 8개의 인근화소 24 방향에 대하여 계산하여 그래디언트가 가장 큰 값을 선택하여 경계를 추출하였다[3]. 각 밴드에서 경계를 추출하느냐 아니면 하나의 그래디언트 영상을 생성한 다음에 경계를 추출하느냐가 두 방법을 구분하는 기준이 된다.

### 3) 벡터방법(Vector method)

앞의 두가지 방법이 밝기값을 이용한 경계 추출을 하여 기존의 전정색영상을 이용한 결과에 비해 월등한 결과를 보여주지 못하는 데에 비해 컬러영상을 밴드별로 분리하지 않고 벡터양자화를 실시하여 색상특성을 가진 색상기호(color signature)에서 경계추출을 하므로 앞의 두 방법보다 효율적인 것으로 알려져 있다. 색상정보를 어떤 형태로 기호화 또는 압축하느냐에 따라 다양한 방법이 존재할 수 있으며 R. Machuca는 그레이스케일 경계추출이 되지 않을 때만 컬러정보를 사용할 수 있다고 생각하여 일차원 벡터형태로 압축하고 경계를 추출하였다[4]. M. Ruzon은 색상기호 형태로 변환한 다음에 벡터 양자화(Vector Quantization)를 실시하고 경계를 추출하여 Canny 연산자보다 우수한 결과를 얻었다.

본 연구에서는 영상을 밴드별로 구분하여 경계를 추출하지 않고 색상정보를 유지한 벡터방법을 사용하였다. 이 방법에서 가장 중요한 것은 어떠한 코드북(Codebook)을 설계하여 컬러영상을 압축하느냐[5]가 중요한 문제로서 여기서는 CIEL\*Ch 색체계 변환을 이용하였다.

## 3. 색체계 변환

취득된 영상으로 연구수행시 RGB 색체계를 사용하는데 이는 컬러모니터상에서 사용하는 디지털 색체계이기 때문이다. 그러나 RGB 색체계는 색표현 체계의 차원을 줄여서 백터화하려는 목적에는 부적합하다. 또한, 컬러영상에서 컬러정보만으로 경계를 추출하는 것은 비효율적이며 Intensity 혹은 Luminance 값과 같은 명도에 의한 추출과 병행되어야 우수한 결과를 낼 수 있으므로 빛의 세기와 색상정보를 갖는 색체계로 변환하는 것이 적당하다. 본 연구에서는 국제조명위원회(CIE, Commission Internationale de l'Eclairage)에서 1976년에 제안한 균등 색차 색도 시스템인 CIEL\*a\*b\*를 사용하였다.

### 1) CIEL\*a\*b\*

CIEL\*a\*b\* 색체계는 산업분야에서 색오차와 미세한 색차를 표현하기 위해 제안된 체계로 널리 사용되고 있다. 이 모델은 장치에 영향을 받지 않는 색상에 적합한 색상으로, 영상을 만들거나 출력하는 장치에 관계없이 일관된 색상을 만들 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 RGB 색체계로 표현된 컬러영상을 CIEL\*a\*b\* 체계로 변환하였다. 이는 앞서 언급한 것처럼 컬러정보만으로 영상을 추출할 경우 동일 색상이나 명도(luminance) 차이가 나는 경계의 추출이 불가능하므로 영상을 명도성분과 색상성분으로 분리하기 위해서이다. 변환을 통하여 컬러영상에서 명도성분인 L(Luminosity)과 색상성분인 a\*, b\*를 추출하는데 여기서 a\*는 Red에서 Green까지의 색영역을 b\*는 Yellow에서 Blue까지의 색영역을 표시한다. RGB를 CIEL\*a\*b\*로 변환하기 위한 식은 다음과 같다.

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad Y/Y_n > 0.008856$$

$$L^* = 903.3(Y/Y_n) \quad Y/Y_n \leq 0.008856$$

$$a^* = 500\{f(X/X_n) - f(Y/Y_n)\}$$

$$b^* = 200\{f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)\}$$

$$f(t) = t^{1/3} \quad t > 0.008856$$

$$f(t) = 7.787t + 16/116 \quad t \leq 0.008856$$

X, Y, Z : 3차극치

Xn, Yn, Zn : 반사면의 표준광에 따른 값

## 2) 색상성분의 기호화

변환된 명도성분과 색상성분중 색상 성분만을 기호화하는데 CIEL\*Ch 색체계로 변환하는 방법을 사용하였다. CIEL\*Ch 색체계는 CIEL\*a\*b\*와 동일한 다이어그램을 활용하지만 방형좌표를 사용하는 대신 원기둥형좌표를 사용하는 방법으로 C는 채도(Chroma), h는 색상각을 나타낸다. 즉, h값은 색상의 변화를 나타내므로 이를 이용하여 색상의 변화를 검출하는 것이다. 그러나 h값을 그대로 이용하여 색상이 변화한 경계를 찾을 경우 계산의 효율성이 떨어질 가능성이 있으므로 양자화를 실시한다. 특히, 항공사진의 경우 넓은 영역을 촬영하고 기상상태, 태양광, 지형지물, 노이즈 등의 영향으로 색상각을 그대로 사용하면 오추출, 미추출의 가능성이 커지므로 일정 각의 범위별로 인덱스를 할당하는 smoothing 과정을 수행한다. CIEL\*Ch 변환식은 다음과 같다.

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$h = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \text{ [degree]} \quad (0^\circ \leq h \leq 360^\circ)$$

## 4. L\*로부터 경계추출

앞의 과정을 거치면 RGB 색체계의 컬러 영상으로부터 CIEL\*Ch 색체계의 결과를 얻게 된다. 즉, 어느 화소의 값이 (b, g, r) 형태

에서 (L, C, h) 형태로 바뀌게 된다. 전자의 형태에서는 세가지 성분이 종속적인 관계로 색상을 나타내지만 후자에서는 색상에 관련된 성분이 C, h뿐인데다가 그나마 C도 채도에 관련된 것이므로 h만으로도 색상을 구분할 수 있게 된다. 본 연구에서는 L\*에서 추출한 경계를 기반으로 C와 h를 이용하여 효율적으로 경계를 추출하였는데 이때 사용한 경계검출자는 Canny 연산자였다. 대상영상의 색상분포(C, h)를 나타내면 그림 1과 같은데 여기서 자세히 살펴보면 원점을 중심으로 나선형분포를 나타내는 것을 알 수 있으며 이는 CIEL\*Ch 변환식이 나선형 방정식이기 때문이다.

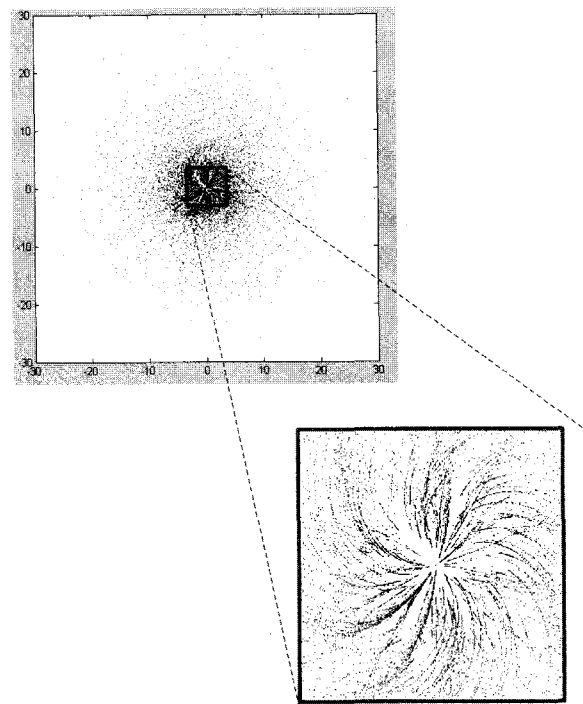


그림 1. 대상영상의 색상분포

그림 3, 4를 비교해보면 L\*에 의한 결과가 더 우수함을 알 수 있다. 특히, 영상의 중앙부 그림자에 의해 폐색된 부분을 살펴보면 이에 대한 영향을 적게 받고 경계가 추출되는데 이는 반사율에 의한 경계추출을 하지 않고 인간의 시감과 동일한 L\*을 사용함으로써 그림자 영역에서 효율적으로 추출된

것을 알 수 있다. 실제로 영상의 화소값들을 살펴보면 그림자 영역에서 RGB 각 반사율의 차이에 비해  $L^*$ 의 차이가 약 2~4배 정도 크게 발생한다.



그림 2. 대상영상

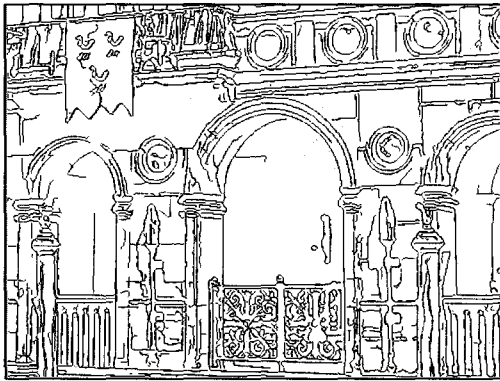


그림 3. 밴드별결과 중첩방법



그림 4.  $L^*$ 에서 추출한 경계

### 5. 색상값을 이용한 특정경계 추출

컬러영상에서 색상정보를 이용하면 필요치 않은 경계를 제외한 결과만을 얻을 수도 있다. 그림 5에서 점선으로 지정된 영역을 보면 그림 4에서 추출되었던 경계중 일부가 제거되었음을 확인할 수 있다.



그림 5.  $L^*$ 에서 추출한 경계에 h값차 적용

이것은 h의 값이 70도에서 170도 사이의 영역에서 추출된 경계를 제거함으로써 가능한데 이부분은 녹색의 색상을 지니고 있는부분으로 건물의 경계와 관련없는 부분을 제거하기 위해 선택된 부분이다. 즉, 대상영상에서 필요없는 경계를 제거하기 위해 CIEL\*Ch 색체계 색상테이블에서 원하는 색상 범위를 취득하여 그 영역에서 추출된 경계를 제거할 수 있다.

### 6. 노이즈의 영향

컬러항공사진은 일반 영상과 달리 대축척이며 노이즈의 영향이 크다는 점에서 경계추출시에도 다른 접근 방법이 필요하다.

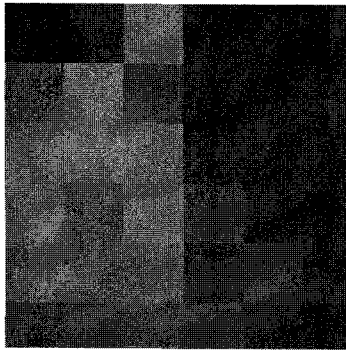


그림 6. 컬러항공사진

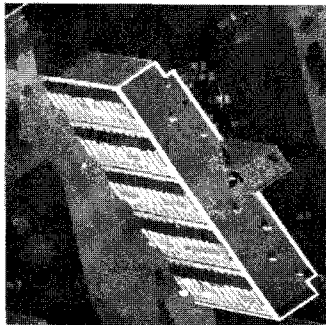
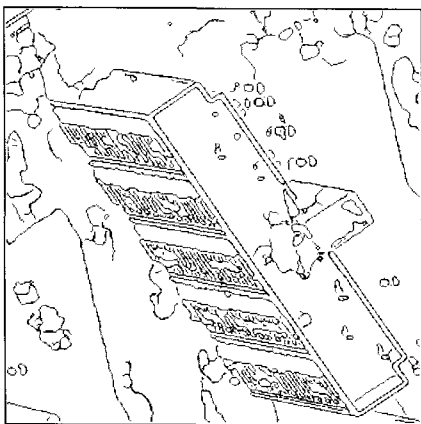
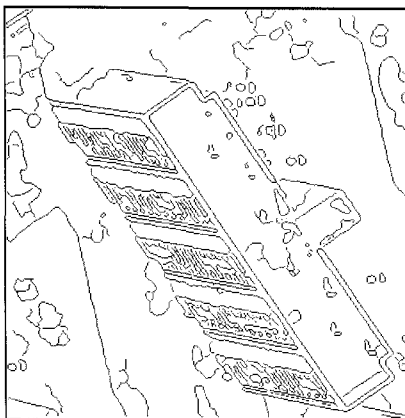


그림 7. Mean Shift 필터를 적용



(a)



(b)



(c)

그림 8. (a) 밴드별결과 중첩방법으로 추출한 경계  
(b)  $L^*$ 에서 추출한 경계  
(c)  $L^*$ 에 추출한 경계에  $h$ 값 임계치적용

즉, 전정색영상과 달리 컬러항공사진을 이용시에는 기존과 다른 방법을 사용하더라도 근본적인 노이즈에대한 문제가 여전히 남는다.

본 연구에서는 Mean Shift 필터를 사용하였으나 노이즈를 제거하기 위해 과도하게 Smoothing시킬 경우 원래의 정보를 잃어버린다는 단점이 있으므로 적절한 정도로 적용을 하여야 한다[6]. Mean Shift 필터를 적용한 영상에 밴드별결과중첩방법과  $L^*$ 에서 경계를 추출하는 방법을 적용한 결과의 차이는 크지 않았다.

근거리 영상과 달리 우수한 결과가 나오지 않은 것은 항공사진은 대축적이라 영상 내에서 색상변화가 크지 않기 때문인 것으로 판단된다. 본 연구에서는 색상각( $h$ )이 90도에서 110도 범위 사이의 경계들을 제거하였다. 그림 8 (c)의 점선영역에서 보듯이 특정 경계를 제거할 수 있는 것이 이 방법의 장점이라 할 수 있다.

## 7. 결 론

컬러영상의 경계추출시 컬러정보를 이용하면 효율적인추출이 가능하나 컬러정보를 어떻게 변환하느냐가 중요한 관건이다. 본 연구에 사용된 방법은 경계추출뿐만 아니라

영상압축에도 사용이 가능하지만 항공사진에 적용시에는 대상영상에서 지형지물이 크게 수목, 도로, 건물 등으로 한정되어 색상차가 크지 않으므로 색상차를 효과적으로 이용하기 위한 전처리과정과 노이즈 감소가 필요할 것이다. 그러나, L\*에서 경계를 추출하는 것이 미추출 가능성이 낮고 색상조건을 이용하여 오추출 가능성을 낮출 수 있었다.

### 참고문헌

1. M. Ruzon, C. Tomasi, "Edge, Junction, and Corner Detection Using Color Distribution," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 23, no. 11, pp. 1281-1295, 2001
2. R. Salinas, C. Richardson, M. Abidi, R. Gonzalez, "Data Fusion: Color Edge Detection and Surface Reconstruction through Regularization," IEEE Trans. Industrial Electronics, vol. 43, no. 3, pp. 355-363, 1996
3. G. Robinson, "Color Edge Detection," Optical Eng., vol. 16, no. 5, pp. 479-484, 1977
4. R. Machuca, K. Phillips, "Application of Vector Fields to Image Processing," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 5, no. 3, pp. 316-329, 1983
5. M. Orchard, C. Bouman, "Color Quantization of Images," IEEE Trans. Signal Processing, vol. 39, no. 12, 1991
6. D. Comaniciu, P. Meer, "Mean Shift: A Robust Approach towards Feature Space Analysis," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, no. 5, pp. 1-18, 2002