

## 배경 영상의 위치를 이용한 관심맵의 개선

거초 길종인 김만배

강원대학교 컴퓨터정보통신공학과

{juchao, jigil, manbae}@kangwon.ac.kr

## Improving Saliency Map using the Location of Background

Chao Ju, Jong In Gil and Manbae Kim

Dept. of Computer and Communications Eng., Kangwon National University

## 요약

Saliency는 인간의 시각에서 관심 영역이나 객체를 찾기 위한 기법으로 최근 영상 리타겟팅, 영상분할 등에 다양하게 활용되고 있다. 기존 제안된 방법들은 전체영상을 대상으로 saliency map을 구하게 되어, 복잡한 객체들의 구성, 큰 전경객체들의 존재 등의 경우에는 성능이 저하되는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 배경이 존재하는 영상들을 대상으로 기존 방식중의 하나인 histogram based contrast (HBC)을 개선하는 방법을 제안한다. 배경영역의 빈도확률을 HBC에 적용하여 배경에 존재하는 픽셀값의 saliency를 감소하면, 상대적으로 전경에 존재하는 픽셀들의 saliency는 증가하게 된다. 실험에서는 제안한 기법으로 배경의 saliency는 감소하고, 전경객체는 증가하는 것을 증명하였다.

## 1. 서론

RGB영상으로부터 관심맵(saliency map)을 얻는 방법은 그동안 많은 연구가 진행되어 왔다 [1-3]. saliency map은 추적, 인식 등과 같이 대부분의 영상처리에서 사용되는 과정으로 다양한 방면에서 활용이 가능하다. saliency map이란 인간이 생물학적으로 눈으로 장면 혹은 영상을 인식하면서 눈에 띄는 영역이나 객체를 집중하는 방식을 수치적으로 표현하기 위하여 컴퓨터로 모델링한 것을 의미한다.

Saliency map은 RGB영상으로부터 빈도수(frequency)가 높거나, 영역이 큰 픽셀에는 작은 saliency값을 할당하고, 반대로 경우에는 큰 값을 할당하는 방법이 주를 이룬다. 제안되었던 방법은 알고리즘에 따라 time complexity 및 성능에서 많은 차이를 보이고 있다. 일반적인 saliency map 방법은 전체영상을 대상으로 해서 saliency object를 추출하는데, 본 논문에서는 영상에서 확실한 배경영역이 존재한다는 가정 하에, 기존 saliency 방법의 성능을 개선하는 기법을 제안한다. 다양한 방법 중에서 [1]의 histogram based contrast 방법을 이용하여, 이 방법의 saliency map보다 전경객체가 보다 향상되는 것을 보여준다.

## 2. Histogram Based Contrast

[1]에서 제안한 histogram based contrast (HBC) 방법은 처리 속도가 빠른 장점이 있다. 이미지를 색상 유사도, 크기, 거리 등을 고려 하여 중요도 값을 계산하는 방식인데 다음과 같다. 픽셀  $I_k$ 의 중요도 값을 입력영상에서 다른 픽셀들과의 색상차이(color contrast)를 이용하여 계산한다.

$$S(I_k) = \sum_{I_i \in I} D(I_k, I_i) \quad (1)$$

여기서  $D(I_k, I_i)$ 는 Lab space에서 두 픽셀 사이의 색상거리(color distance metric)이다. 식 (1)을 전개하면 다음과 같다.

$$S(I_k) = D(I_k, I_1) + D(I_k, I_2) + \dots + D(I_k, I_N) \quad (2)$$

여기서 N은 image I에서 pixel의 개수이다. 공간적인 가중치를 적용하면 다음식을 얻는다.

$$S(I_k) = \sum_{j=1}^n h(j)D(c_{k_0}, c_j) , \sum_{j=1}^n h(j) = 1 \quad (3)$$

$h(j)$ 는 정규화된 색상 j의 빈도수, 즉 확률 값을 가지는 빈도 확률(probability of frequency)이다. n은 색의 개수이다.

(3)을 자세히 설명하면,

$$S(I_k) = h(1)D(c_1 - c_k) + h(2)D(c_2 - c_k) + \dots + h(n)D(c_n - c_k) \quad (4)$$

(4)의 원리는 다음과 같다. 예를 들어  $I_k = 2$ 이고  $h(2)$ 의 값이 크다고 가정하면,  $D(c_2 - c_2)$ 는 0이 된다. 상대적으로  $h(n)$  ( $n \neq 2$ )는 작은 값을 가지므로,  $S(I_2)$ 의 saliency 값은 작다. 반대로  $h(2)$ 의 값이 작으면 다른  $h(n)$ 값을 커지고, 따라서  $S(I_2)$ 는 커지게 된다.

## 3. 배경 영역 추출

일반적으로 영상은 배경과 전경으로 분리된다. cluttered environment에서는 배경영역을 찾는 것은 쉽지 않지만, 본 논문에서는 배경이 존재하는 영상을 대상으로 한다. 그림 1은 실험영상의 예들을 보여준다. 또한 배경은 그림 2처럼 위, 좌, 우에 존재한다고 가정한다.



그림 1. 배경이 존재하는 영상의 예들

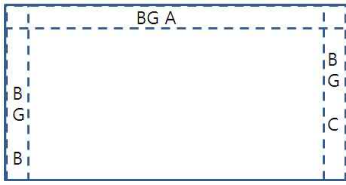


그림 2. 3개의 배경 영역

W x H 영상에 존재하는 배경의 위치를 찾기 위해서 영상 경계에서의 edge pixel을 이용한다. 그림 2는 3개의 배경영역을 보여준다. BG A의 영역은 [0, W-1] x [0, τ], BG B의 영역은 [0, τ] x [0, H-1], BG C는 [W-τ, W-1] x [0, H-1]이다. Sobel 에지 연산자를 이용하여 edge를 얻는다. 다음에 BG A에서 존재하는 edge pixel의 edge magnitude가 T보다 큰 픽셀들로부터 다음 값을 구한다.

$$\bar{E}_i = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M |E_i|$$

여기서 M은 |E| > T 인 픽셀의 개수이다.

3개의 BG의  $E_i$  (i=A, B, C) 값을 얻은 후에, 최소값을 갖는 영역을 BG로 가정한다.

#### 4. 제안 방법

본 절에서는 3절의 배경영역이 정해지면, 배경의 특성을 이용하여 전경의 saliency를 개선하는 방법을 소개한다. 배경이 얻어지면, 이 영역의 saliency 값을 작게 만들면, 반대로 전경 영역의 saliency 값은 증가하는 관찰에 기반을 한다. 식 (4)는 다음과 같다.

$$S(I_k) = h(1)D(c_1 - c_k) + h(2)D(c_2 - c_k) + \dots + h(n)D(c_n - c_k) \quad (5)$$

$$= h(1)|c_1 - c_k| + h(2)|c_2 - c_k| + \dots + h(n)|c_n - c_k|$$

h(i)는 전체영상의 빈도확률이다. 유사하게 배경영역에서의 빈도확률  $h_{bg}(j)$ 를 구한다. (5)에서  $h(k)|x_k - x_k|$  때문에 I(k)가 배경에 존재하더라도,  $h(k)|x_k - x_k|$ 은 0이 된다. 즉, h(k) 값의 변경은 saliency에 영향을 주지 않는다. 반대로 배경픽셀 k의 h(k)값을 증가시키면, 상대적으로 다른 pixel의 h(i) (i ≠ k) 값은 감소되므로  $S(I_k)$ 는 감소하게 되어, 배경의 saliency는 작게 된다. 이 원리는 다음 식으로 구현한다.

$$h'(i) = h(i) / [1 - h_{bg}(i)] \quad (6)$$

여기서  $h_{bg}$ 는 [0, 1] 값을 가진다.  $h_{bg}$  값을 증가시키면 상대적으로 배경 영역의 saliency는 더 줄어들게 된다. 실험에서 얻은 관찰은  $h_{bg}$ 가 대부분 작은 값을 가지고 있다. 따라서 (6)의 분모는 1에 가까우므로,  $h'(i) \approx h(i)$  가 되어서, 출력 saliency map의 변화가 크지 않다. 따라서 saliency control factor λ를 설정하여 saliency의 contrast 제어가 가능하다.

$$h'_{bg} = \lambda \cdot h_{bg}, \quad (7)$$

$$\lambda = 0.9 / h_{bg}^{\max}$$

$$h'(i) = h(i) / [1 - h'_{bg}(i)] \quad (8)$$

최종 빈도 확률은 다음과 같이 계산된다.

$$h'(i) = h'(i) / \sum h'(i) \quad (9)$$

따라서 최종적으로 배경을 고려하는 HBC의 새 saliency는 다음과 같이 구해진다.

$$S(x_k) = h'(1)|x_k - x_1| + \dots + h'(k)|x_k - x_k| + \dots + h'(N)|x_k - x_N| \quad (10)$$

#### 5. 실험 결과

실험에서는 FHD 해상도의 영상을 실험하였다. 제안 방법의 성능을 검증하기 위해서 배경영역이 존재하는 영상을 선택하였다. 그림 3은 (a)는 원영상, (b)는 [1]의 histogram based contrast로부터 얻어진 saliency map, 그리고 (c)는 제안방법으로 얻어진 saliency map이다. 배경 영역은 주로 top 영역이다. (b)의 배경보다는 (c)의 배경의 값이 상대적으로 낮은 것을 알 수 있다.



그림 3. saliency map의 비교. (a) 원영상, (b) HBC [1], 및 (c) 제안방법

#### 6. 결론

본 절에서는 기존의 saliency map 생성 방법을 배경이 존재하는 영상을 대상으로 saliency를 향상시키는 방법을 제안하였다. 이를 위해서 배경영역의 위치를 판단하고 배경의 히스토그램을 구한 후에, 이 데이터를 기존 방법에 적용하여 배경의 saliency를 줄이고, 상대적으로 전경의 saliency를 높일 수 있다. 다양한 실험영상에 적용하였고, saliency map의 효과적인 개선을 얻었다.

#### 감사의 글

본 논문은 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원의 시스템반도체 상용화기술 사업(10041082) 및 산업통상자원부/산업기술평가관리원의 산업융합원천기술개발사업(정보통신)의 지원을 받았음 [KI002058, 대화형 디지털 홀로그램 통합서비스 시스템의 구현을 위한 신호처리요소기술 및 하드웨어 IP 개발]

#### 참고 문헌

[1] Ming-Ming Cheng, "Global Contrast based Salient Region Detection" IEEE CVPR, pp. 409-416  
 [2] R. Achanta and S. Susstrunk, "Saliency detection for content-aware image resizing," Proc.IEEEICIP, pp.1005-1008, 2009.  
 [3] J. Kim, A. Baik, Y. Jung and D. Park, "2D-to-3D image/video conversion by using visual attention analysis, Int' Conf. on Image Processing (ICIP), 2009.