영상의 주파수-명도 특성을 이용한 관심 영역 탐지에 관한 연구

유태훈*, 이종용**, 김진수***, 이상훈**
*광운대학교 대학원
**광운대학교
***(주)아이디피시스템
e-mail:taehuni1108@naver.com

A Study on Detecting Salient Region using Frequency-Luminance of image

Tae-Hun Yoo* Jong-Yong Lee** Jin-Soo Kim** Sang-Hun Lee**

*Kwangwoon University Graduate School

**Kwangwoon University

***IDP System.Co.Ltd

요 약

본 논문에서는 인간의 주의시각(Human Visual Attention)에 기반하여 영상에서 가장 유용하다고 생각되는 관심 영역(Salient Region)을 새로운 방식으로 탐지해내고 관심-객체를 검출하는 방법을 제안한다. 제안하는 시스템은 인간의 주의시각 특성인 주파수와 명도, 색상 특징을 이용하는데, 먼저 주파수-명도 정보를 이용한 특징 지도(Feature map)와 색상 정보를 이용한 특징 지도를 각각 생성 한 후영상의 특징 점(Saliency Point)을 추출한다. 이렇게 생성된 특징 지도와 특징 점을 이용하여 집중 윈도우의 위치와 크기를 결정하고 집중 윈도우 내에 특징 지도를 결합하여 관심 영역을 탐지하고 해당하는 영역에 대해 관심-객체를 추출한다.

1. 서론

인간의 시각 시스템은 동시에 입력받는 복잡한 시각 정보를 시각 정보 전달 체계가 가지는 전달 속도의 한계에도 불구하고 실시간으로 처리가 가능하다. 그리고 인간은 입력 받는 정보들 중에서 보고 싶은 부분에 집중하여 볼 수 있는데 이러한 심리 현상을 주의집중이라 하고 주의 집중이 이루어지면 상대적으로 집중된 대상을 제외한 다른 정보들은 무시하게된다. 현재 이러한 인간의 주의시각 시스템을 모방하여 컴퓨터 영상 처리 시스템에 도입하려는 많은연구가 이루어 졌다.

주의시각에 대한 분석으로 얻을 수 있는 관심 지도는 객체 검출이나 움직임 검출, 영상의 품질 평가등에 쓰이며 인간의 영상인식 이론을 기반으로 생성되었기 때문에 다방면으로 활용되고 있다. 따라서최근 관심이 집중된 3D 영상처리 분야에서 영상의품질을 결정지을 수 있는 객체 추출에 활용할 수 있기 때문에 보다 정확한 객체 추출을 위한 관심 지도의 생성이 연구되고 있다.

관심지도의 생성 방법으로는 인간의 주의시각을 모방한 최초의 계산적 모델인 Ullman와 Koch에 의 해 만들어 졌으며 그 이후 주목할 만한 Itti-Koch모 델로 명도, 색상, 방위정보를 이용한 가장 일반화된 관심 지도(Saliency map)라 할 수 있다. 그러나 이모델은 이론에 치중되어 있기 때문에 실질적인 문제에 대해 제대로 적용하지 못하여 현재까지 다양한 연구가 시도되고 있다. 대표적으로 Nabil등은 각각의 관심지도에 비선형 방식으로 만들었으며 각각의특징 지도에 일정 가중치를 적용한 관심지도 모델을 제안하였다[1][2][3].

본 논문에서는 Itti-Koch모델의 명도, 색상정보를 이용한 특징지도를 기반으로 주파수 정보를 추가한 특징지도 생성 방법과 생성된 특징지도를 이용하여 특징 점을 추출하고 집중윈도우를 설정하여 관심 지도 생성하는 방법을 제안한다.

2. 관련 연구

2.1 그래프-기반 시각적 관심 지도 모델

Hurel은 GBVS(Graph-based visual saliency)모델을 제안하였다. GBVS는 3단계로 이루어 진다. 관심지도를 생성하기 위해서 먼저, 영상으로부터 방향성을 추출하고 방향성을 이용하여 활성화 지도를 생성

한다. 그리고 정규화/결합 과정을 거쳐 관심영역 지도를 생성하게 된다[4].

정규화 과정에서 마르코프 체인과 같이 그래프의 가중치를 정의하여 활성화와 정규화가 통합된 방법을 제안하였다. 이 모델은 자연스러운 정규화 과정과 계산을 효율적으로 할 수 있다. 하지만 GBVS모델은 특징 지도를 생성하는 데에 방향성 정보만을이용하기 때문에 배경 부분이 복잡한 경우 특징 지도가 제대로 형성되지 않는 문제점이 있다.

2.2 Itti-Koch의 관심 지도 모델

Itti-Koch은 저단계 특징인 색상, 명암도, 방위 정보를 이용하여 관심 지도를 생성하는 모델을 제안하였다. Itti-Koch의 관심 지도 모델은 각 특징 지도를 스케일이 9단계인 가우시안 피라미드를 생성하여 다운 샘플링 수행을 한 후 특징 지도의 중심-주변 차이를 얻어 특징지도를 만든다. 그리고 각 특징 지도는 공간 경쟁 특성을 반복하여 하나의 연관성 있는 관심 지도로 생성하였다.

이 모델은 사전 지식 없이 관심 영역을 찾는 상향식(Bottom-Up)방식이고 인간이 무의식적으로 시선이 집중되어지는 관심 영역과 비관심 영역을 구별해내는 인간의 시각주의 시스템을 적용한 모델이라 할수 있다. 따라서 특징 지도의 관심 영역을 이용하면영상에서의 객체를 추출하는 데에 척도가 될 수 있다.

하지만 Itti-Koch의 관심 지도 모델은 저단계 특징으로 각각의 특징지도를 여러 장 생성하기 때문에 연산량이 많고 특징지도들의 평균값으로 특징 지도를 생성하기 때문에 잡음이나 중요도가 낮은 영역을 강하게 나타내는 문제가 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 인 간이 민감하게 감지하는 저주파 정보를 추가하고 밝 기 정보와 결합한 특징 지도와 색상 특징 지도를 통 한 현저함 지도를 생성하는 방법을 제안한다.

3. 제안하는 방법

단일 영상의 색상 정보를 이용한 특징 지도와 주파수-명도 특징 정보를 이용한 특징 지도를 각각 생성한 후 주파수-명도 특징 지도에서 생성한 특징 점을이용하여 관심객체가 있는 집중 윈도우의 위치와 크기를 결정한다. 그리고 윈도우에 위치하는 영역에대해 특징 지도들을 결합하여 임계화한 관심-객체를

추출하는 방법을 제안한다.

3.1 특징 지도 생성

3.1.1 색상 특징 지도

색상은 인간의 주의시각으로 인해 객체를 구분 할수 있는 특징 중 하나이다. 여러 파장의 빛은 3가지 종류의 추상체로 인해 서로 다른 빛의 파장을 구분할 수 있게 해준다. 추상체에 의한 정보가 신경절세포로 전달되고 LGN을 거쳐 뇌로 전달될 때 신경회로는 3가지 추상체들에 의한 정보를 '적/녹', '청/황'의 반대쌍의 색상정보로 바꾸어 전달한다. 이러한색상 정보를 받아들이는 신경절 세포에는 색상대비에 강하게 반응하는 동질(homogeneous)의 형태 수용야를 가지고 있다. 동질(homogeneous)형태의 수용야를 가진 R+G-('적/녹'대립)세포와 B+Y-('청/황'대립)세포를 모델링하여 색상 특징 지도로 만들었다.

색상 특징 지도를 만들기 위해서 r, g, b의 색공간을 이용한다. 순수한 색상을 조율하기 위해 식(1)과 같이 채널 R, G, B, Y를 생성한다.

$$R = r - (g+b)/2,$$
 $G = g - (r+b)/2$ (1)
 $B = b - (r+q)/2,$ $Y = r + q - 2(|r-q| + 2)$

R, G, B, Y는 각각 적색, 녹색, 청색, 황색채널을 나타내며 각 채널은 흑색과 백색에 대해 0을 출력한 다. '적/청'특징지도 C^1 과 '청/황'특징지도 C^2 를 식 (2)와 같이 생성한다.

$$C^{1}_{x,y} = R_{x,y} - G_{x,y} \tag{2}$$

$$C^{2}_{x,y} = B_{x,y} - Y_{x,y} \tag{3}$$

3.1.2 주파수-명도 특징 지도

영상에서 저주파 영역은 상대적으로 밝기의 변화가 극소적인 영역이고 인간의 주의시각에 있어서 민감하게 반응하는 반면 고주파 영역은 밝기의 변화가 큰 영역이며 인간의 주의시각에 둔감하게 반응한다. 이러한 인간의 주의 시각을 기반으로 주파수-명도특징 지도를 생성한다. 먼저, 밝기 정보를 가지고 있는 Grav영상에서 식(4)의 FFT 푸리에 변환을 한다.

$$I(u,v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)e^{-j2\pi(ux/M+vy/n)}$$
(4)

변환된 주파수 영역에서 식(5)의 가우시안 저역대통과 필터(Lowpass Filter)를 사용하여 고주파 영역을 제거하고 저주파 영역을 남기어 영상의 잡음을 제거한다.

$$Lp(u,v) = e^{-D^{2}(u,v)/2D_{0}^{2}}$$
(5)

고주파 영역 밝기의 변화가 큰 영역(경계)가 인간의 주의시각에 둔감하다고 해서 불필요한 것은 아니다. 저주파만 남은 주파수 공간과 고주파만 남은 공간의 차를 구하여 역푸리에 변환을 해주면 특징 지도에 국부적인 대비(contrast)를 강조 시킬 수 있고이후 특징 점을 구할 수 있는 단서가 된다. 고주파만 남은 공간은 식(6)의 가우시안 고역대 통과 필터(High pass Filter)를 사용하였다. 식(7)은 저주파 공간과 고주파 공간의 차이 계산이다.

$$Hp(u,v) = 1 - e^{-D^{2}(u,v)/2D_{0}^{2}}$$
(6)

$$FIF(u,v) = Lp(u,v) - Hp(u,v)$$
(7)





[그림 1] 주파수-명도 특징 지도 결과, 원 영상(a), 주파수-명도 특징 지도(b)

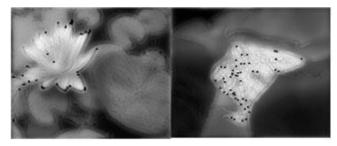
3.2 특징 점(Salience Point) 추출

특징 점 검출은 일반적으로 모양 특징 점에 초점을 맞춘다. 때문에 특징 점을 결정하는데에 있어 배경 부분이 복잡한 경우 정확한 검출이 어렵다는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 그림 2와 같이 주파수-명도 특징지도를 이용하여 객체와 배경부분의 경계 (고주파)부분을 추출할 수 있는 Harris 검출기를 사용한다.

3.2.1 주파수-명도 특징 지도의 ON/OFF

주파수-명도 특징지도의 명도 특징은 색상을 제외한 명도(lighness)값으로 사용되었다. 어두운 영상에서 밝은 영역을 추출하기 위해 그대로 사용하고(ON), 밝은 영상에서 어두운 영역을 추출하기 위해반전(OFF)을 하게 된다. 기존의 연구에서는 이러한ON/OFF라는 특징을 사용하지 않고 명도 그대로 사용하는 ON만으로 특징지도를 사용하는 경우가 많았다. 밝은 배경에서 어두운 영역을 검출할 때 OFF특징을 사용하지 않는다면 전혀 다른 결과의 영상 값이 나오게 된다. 따라서 본 논문에서는 ON/OFF를 판단하기 위하여 특징 점을 이용한다.

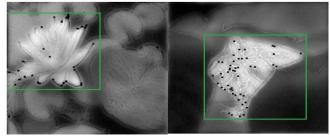
특징 점 부근 명도 값이 전체 명도의 평균값보다 밝을 경우 ON을 취해주고 어두울 경우 OFF값을 취 해 준다.



[그림 2] 주파수-명도 특징지도를 이용한 특징 점 검출 결과

3.2.2 집중 윈도우(Attention Window) 설정

서로 다른 정보인 색상, 주파수-명도 특징을 이용하여 특징지도를 형성하기 때문에 관심 영역 지도를 만들었을 경우 지도 내에 잡음이 생성 될 수 있다. 따라서 특징 점의 분포와 특징 지도의 정도에 따라윈도우의 위치와 크기를 결정하여 윈도우 내에 관심 영역을 추출한다.

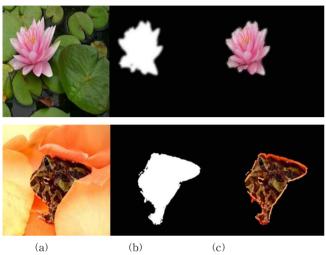


[그림 3] 집중 윈도우 생성 결과

3.3 임계화와 관심-객체 검출

생성된 특징지도를 결합하고 집중 윈도우 내에 특징 지도를 Otsu 임계화 방법으로 이진화 시킨다.

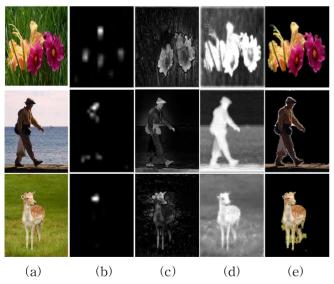
Otsu 최적 임계값은 이미지 처리 기술에서 대부분 사용하는 이진화 방법으로 그레이스케일 히스토그램 의 양봉 분포를 사용한다.



[그림 4] 관심-객체 검출 결과, 원 영상(a), 임계화한 관심 지도(b), 관심-객체 추출(c)

4. 실험

실험 데이터로 마이크로 소프트 리서치 아시아의 중요 객체 데이터베이스에서 이미지를 선택하여 비교 실험하였다[5].



[그림 5] 원 영상(a), itti-koch가 제안한 관심지도(b), Achanta[6] 가 제안한 관심지도(c), 본 논문에서 제안한 관심지도(d), 본 논문의 관심지도를 이용한 관심-객체 추출(e)

5. 결론

본 논문에서는 영상에 대한 사전 정보 없이 인간의주의 시각에 기반한 주파수-명도 특징을 이용하여 관심 영역을 자동으로 탐지하는 방법을 제안하였다. 이 시스템은 Itti-Koch의 모델에서 비교적 중요도가 낮은 방위(질감) 정보를 제거하고 주파수 정보를 추가한 모델이며 여러 장의 특징지도에 대한 복잡한 연산을 주파수 공간의 연산을 통해 단순화하고 특징점을 통한 윈도우 설정으로 보다 정확한 관심 영역을 탐지 할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 배경과객체의 색상변화나 밝기 차이가 완만한 경우 정확한관심 영역 추출이 어렵고 특징 윈도우 설정에 있어서 단 한 개의 윈도우만을 생성하기 때문에 다중 영역에 대해서 탐지할 수 있는 방법에 대해서 연구해야 할 필요성이 있다.

참고문헌

- [1] C.Koch, SUllman, "Shifts in Selective Visual Attention: Towards the Underlying Neural Circuitry", Human Neurobiology, Vol.4, No.2, pp.219~227, 1985.
- [2] L. Itti, C.Koch and E.Niebur "Model of saliency based visual attention for rapid scene analysis," IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Itelligence(PAMI), pp.1254~1259. 1998.
- [3] Ouerhani, N., Bur, A. and Hugli, H., "Linear vs. Nonlinear Feature Combination for Saliency Computation: A Comparison with Human Vision", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4174, pp.314–323, 2006.
- [4] J. Harel, C. Koch, and P.Perona "Graph-Based Visual Saliency," Advances in Neural Information Processing Systems, Vol.19, pp.545–552, 2007.
- [5] Achanta, R., Hemami, S., Estrada, F. Susstrunk, S., "Frequency-tuned Salient Region Detection", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.1597-1604, 2009.
- [6] R. Achanta, F. Estrada, P.Wils, and S. Süsstrunk. Salient region detection and segmentation. ICVS, pp.66-75, 2008