

다중 특징을 지원하는 학습 기반의 saliency map에 관한 연구

한현호¹, 이강성², 박영수², 이상훈^{2*}

¹광운대학교 플라즈마 바이오 디스플레이학과, ²광운대학교 인제니움학부대학

Estimate Saliency map based on Multi Feature Assistance of Learning Algorithm

Hyun-Ho Han¹, Gang-Seong Lee², Young-Soo Park², Sang-Hun Lee^{2*}

¹Dept of Plasma Bio Display, KwangWoon University

²Ingenium college of liberal arts, Kwangwoon university

요약 본 논문에서는 인간의 시각인지 형태와 유사한 결과를 갖는 Saliency map의 정확성과 신뢰성을 향상시키기 위해 학습한 다중 특징을 기반으로 개선된 saliency map 방법을 제안한다. 기존의 Saliency map 생성에서 색상 기반의 돌출 영역 추정 시 발생하는 역 선택이나 부분손실 등의 부정확한 결과가 나오는 것을 보완하기 위해 제안하는 방법은 학습 기반의 다중 특징 데이터를 생성하였다. 원 영상에서의 색상 패턴과 특이성을 갖는 영역의 구별과정을 거쳐 영상에서 고려될 특성들을 분석하고, LAB 색 공간 기반의 색상 분석을 이용한 유사 돌출 영역 정의와 특이성 영역의 조합으로 학습 데이터를 구성한다. 구성된 학습 데이터와 주파수, 색상, 초점정보 등의 low level feature로 구한 돌출 정보를 결합한 뒤 최종 saliency map을 구하기 위해 재구성 과정을 거쳐 부정확한 saliency 영역을 최소화하도록 하였다. 실험을 위해 Ground truth 이미지를 각 실험 결과와 비교하여 precision-recall 및 F-Measure 값을 구한 결과 기존 알고리즘에 비해 7%, 29%의 향상된 결과를 나타내었다.

• 주제어 : 현저한 지도, 관심 영역, 특징 지도, 학습, 색 공간

Abstract In this paper, we propose a method for generating improved saliency map by learning multiple features to improve the accuracy and reliability of saliency map which has similar result to human visual perception type. In order to overcome the inaccurate result of reverse selection or partial loss in color based salient area estimation in existing salience map generation, the proposed method generates multi feature data based on learning. The features to be considered in the image are analyzed through the process of distinguishing the color pattern and the region having the specificity in the original image, and the learning data is composed by the combination of the similar protrusion area definition and the specificity area using the LAB color space based color analysis. After combining the training data with the extrinsic information obtained from low level features such as frequency, color, and focus information, we reconstructed the final saliency map to minimize the inaccurate saliency area. For the experiment, we compared the ground truth image with the experimental results and obtained the precision-recall value.

• Key Words : Saliency map, Region of interest, Feature map, Learning, Color space

1. 서론

영상처리 분야가 현대사회에서 다양한 항목에 접목되면서 고도화된 영상처리 기술 연구를 위한 관심이 늘어나고 있다. 영상처리 과정에서 영상 내 특정 관심 영역을 분할할 때 사람의 인식 형태와 유사한 결과를 얻도록 하는 연구가 지속적으로 연구되고 있다[1,2,3,4,5]. 이 과정에서 생물학적인 연구부분도 많은 진전이 있어 보다 다양한 측면의 접근 방법이 제안되었으며, 정확성을 보다 향상시키려는 연구가 계속 진행되었다[6]. 이러한 사람의 인식 영역을 추정하여 특정 관심 영역을 표현하는 것을 saliency map이라고 하는데, 사람의 기준과 유사한 결과를 얻는 특성으로 객체 분할이나 영상 인식 등의 영상 분석을 위한 방법에 적용시키려는 연구가 이루어지고 있다. 기존의 saliency map 생성 방법은 색상과 밝기 등의 영상에서 획득할 수 있는 기본 정보들인 low level feature를 분석하여 조합하는 방법이 다수 제안되었으며, 윤곽선 정보, 그래프 분할, 클러스터링 등을 이용한 영역 별 가중치를 산정하는 방법들이 제안되었다[7,8,9,10,11,12]. 최근에는 정확성을 향상시키기 위해 다차원의 요소들을 복합적으로 사용하거나 다수 패턴의 정보를 학습한 뒤 학습 정보를 기반으로 돌출 정도를 계산하는 방법이 제안되었다. 그러나 단순 정보로 구성된 low level feature 기반의 알고리즘은 비교적 정확성이 떨어지는 단점이 있으며, 다차원 요소를 이용하거나 학습 기반의 알고리즘의 경우 정확성은 향상되었으나 상대적으로 시간이 오래 걸리는 문제점이 있다[13,14,15]. 본 논문에서는 간단한 학습 데이터 형태인 다중 특징 데이터를 기반으로 기존의 low level feature를 통해 생성되는 saliency map 결과를 보완한 뒤 최종 saliency map을 재구성하는 방법으로 학습기반을 사용하지만 간단한 특징 데이터만을 활용하기에 단순 low level feature 기반의 방법에 비해 속도차이가 크지 않고, 부정확한 데이터를 최소화하는 방법을 제안한다.

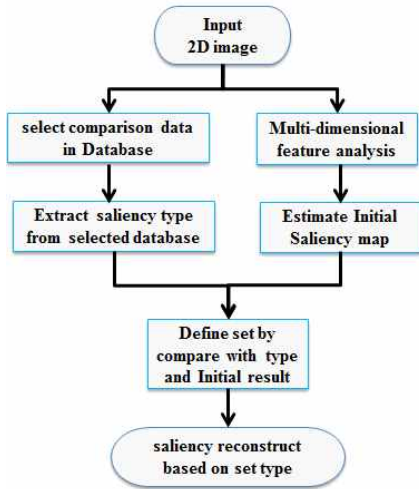
2. 관련연구

Saliency map 생성을 위한 접근은 인간의 관심에 관한 심리학 이론을 기반으로 이루어진다. 최근의 saliency map 생성 방법들은 보통 심리학 이론과 같은 생물학적 유인으로 계산하는 방법과 계산적 접근을 사용하는 방법,

두 방법이 혼합된 형태의 방법이 연구되고 있다. 주로 인간의 시각주의를 모방하기 위해 영상 내 희귀성을 갖는 영역을 찾거나 계산적 접근을 위해 Difference-of-Gaussian (DoG) 필터와 같은 영상 내 특징 추출을 위한 필터들로 추출한 결과를 융합하는 과정을 사용한다[16]. 이러한 방법들은 대부분 low level feature 단계의 대비와 색상 특징을 고려하고, 영상 전체를 기준으로 평균적인 차이가 커 특별하게 보일 부분을 산정한 뒤, 어떤 특정한 시각적 형태를 가졌거나 무게중심점을 갖는 부분을 검출하고, 최종적으로 사람의 얼굴과 같은 높은 수준의 특징 요소를 포함시켜 계산하는 방법을 사용한다[17]. 또한 생물학적 유인과 계산적 접근을 상호 보완하기 위해 다양한 모델을 학습한 뒤 분류하는 방식의 학습 기반 알고리즘도 다수 연구되었다. 보통 saliency map 생성 방식의 분류는 단순한 생물학적 유인들과 계산적 접근들을 융합하여 추론해내는 접근 방식인 상향식 방식과 사전에 정의한 학습 내용들을 기반으로 분류하는 하향식 방식으로 나눈다. 상향식 방식은 색상과 밝기, 방향 등의 요소들을 고려하거나 영역 별 히스토그램 비교 연산, 주파수 튜닝 방법 등이 대표적이고, 하향식 방식은 Support Vector Machine(SVM) 방식의 학습 방법이나 Conditional Random Field(CRF) 방식의 학습 방법 등이 있다. 현재까지 대부분 상향식 방식의 saliency map 생성 방법들이 다수 제안되었으나, 최근 들어 보다 정확한 결과 획득을 위해 학습 구조를 갖는 하향식 방식의 알고리즘들이 다수 제안되었다[18]. 그러나 현재까지의 알고리즘에서는 주 객체 대상에 대해 정확성이 떨어지고, 동일한 객체에 대해 균일한 saliency 값을 갖는 결과를 획득하기가 어려운 문제가 있다.

3. 제안하는 방법

제안하는 방법에서는 개선된 saliency map 생성을 위해 영상을 입력할 때마다 학습 데이터를 형성하고, 기본적인 saliency map 추정을 위한 low level feature들의 조합 결과를 구성한 뒤, 학습된 데이터와 비교하여 생성된 돌출 정보의 형태를 구분하고 최종 보완하는 방법으로 영상 내 saliency 정도를 추정하였다.



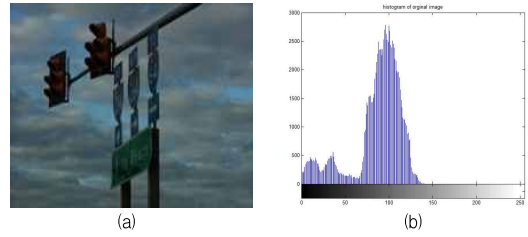
[Fig. 1] Flow chart of proposed method

3.1 학습 데이터구성

일반적인 Saliency map 생성 과정에서 영상의 색상 구성에 따른 배경이나 비 객체 영역에 saliency 값이 할당되는 역 선택의 결과나 객체 형태의 부분손실이 나타나는 경우가 있는데, 이를 최소화하기 위해 영상을 입력할 때 마다 영상의 정보를 학습하여 유사한 영상에 대해 보다 정확한 saliency map 생성을 할 수 있도록 한다.

학습 데이터의 종류는 크게 2가지로 구분된다. 첫째로 학습된 데이터와 입력 영상과의 유사도를 분석하여 참조 범주를 결정하고, 기본적인 영상 정보와 saliency 값이 존재할 것으로 예상되는 영역 분석 정보가 포함된 origin set을 구성한다. 둘째로 초기 saliency map 생성 시 영상에서 색 정보를 이용한 추정을 거치는데, 이 과정에서 생기는 역 선택이나 부분 손실을 방지하기 위해 LAB 색 공간을 이용한 saliency 영역을 추정한 것과 앞서 origin set에서 구한 예상 saliency 영역의 정보를 조합하여 역 선택이나 부분 손실 등의 정보를 포함하는 Distribution set을 구성한다.

Origin set을 구성하는 세부 정보는 다음과 같다. 먼저 원 영상과의 유사도를 분석하기 위해 gray scale로 영상을 변환 후 히스토그램을 분석한다.



[Fig. 2] Original image (a) histogram result (b)

히스토그램만으로는 입력 영상과 학습 데이터 간의 유사도 측정과정에서 신뢰도가 떨어질 수 있다. 따라서 saliency 값이 존재할 것으로 예상되는 영역 분석을 위해 3x3 크기의 고주파 필터 커널 K_{HF} 를 적용하여 획득한 영상을 gray scale로 변환한 것과 중심점의 값과 주변 값의 합의 0으로 수렴하는 커널 K_{MZ} 로 획득한 영상을 gray scale로 변환 뒤 임계화를 거쳐 노이즈를 최소화한 결과의 대조 방법을 이용한다.

$$I_{grayH}(x,y) = I(x,y) * K_{HF} \quad (2)$$

$$I_{grayM}(x,y) = \begin{cases} 255, & I(x,y) * K_{MZ} > T_{rn} \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (3)$$

$$I_{VS}(x,y) = I(x,y) - (I_{grayH}(x,y) - I_{grayM}(x,y)) \quad (4)$$



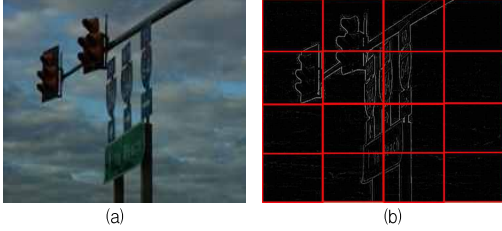
[Fig. 3] Original image (a) Expected valid image(b)

예상 유효 영역 분석 이미지는 배경이나 불필요한 잡음데이터가 최소화된 형태로, 경계 중심의 객체 영역에 대한 데이터를 추정하는 것이 가능하다. 따라서 각 영역에 0이 아닌 값을 가진 데이터가 존재하는 경우 유효 값으로 바꿔준 영상 을 영상을 전체 크기에 일정 비율 개수 로 나눈 뒤 영역 별 유효 데이터 수를 학습함으로써 입력 영상에 대해 비교 및 선택할 수 있도록 하는 origin set 구성이 완료된다.

(1)

$$VA_N = \sum_{n=1}^{size} I_{VS}v^n \quad (5)$$

where, $N=1,2,3,\dots SC$
 $size = pixelcount \text{ in } SC$



[Fig. 4] Original image (a) segmented area for valid count (b)

Distribution set은 색상 정보를 이용한 saliency map에서 발생할 수 있는 역 선택이나 부분 손실을 최소화하기 위해 단순 색상 정보를 이용해 추정한 saliency map 결과를 앞서 origin set에서 구한 경계 중심의 영역 별 유효 데이터 정보를 이용하여 부분적으로 보완할 수 있도록 한다.

먼저 색상 정보 기반의 saliency map 생성을 위해 입력 영상의 RGB 색상 공간을 사람의 시각 인지 형태와 유사한 형태를 갖는 LAB 색상 공간으로 변환한 후 다음의 수식을 이용한다.

$$S_{base}(x,y) = (L(x,y) - L_{avg}) * (L(x,y) - L_{avg}) + (a(x,y) - a_{avg}) + (a(x,y) - a_{mid}) + (b(x,y) - b_{avg}) + (b(x,y) - b_{mid}) \quad (6)$$



[Fig. 5] Original image (a) base saliency map result (b)

색상 정보 기반의 saliency map에서 추정된 돌출 영역 부분이 실제 객체 영역과 관련이 있는지 분석을 위해 앞서 구했던 영역 별 유효 데이터 정보와의 대조과정을 거쳐 실제 객체 영역에 돌출 값이 잘 적용됐는지 분석한다.

$$ES_N = \sum_{n=1}^{size} S_{base}^n \quad (7)$$

$$S_{DType} = \begin{cases} 0, & \text{if } \frac{ES_N}{VA_N} > 0.7 \\ 1, & \text{if } 0.2 < \frac{ES_N}{VA_N} < 0.7 \\ 2, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

대조과정을 통해 얻어진 S_{DType} 을 통해 일치 정도가 높으면 색상 정보를 이용한 돌출 영역 추정에 문제가 없는 것으로 판단하고, 떨어지는 경우 부분손실, 기준 미달의 경우 역 선택의 결과로 가정하여 차후 saliency map 재구성 단계에서 보완할 수 있도록 하였다.

3.2 Initial Saliency map 생성 과정

초기의 돌출 정보를 획득하기 위해 앞서 사용한 색상 정보와 영상 내에서 밀집된 데이터의 영역을 판별하는 것으로 주요 객체의 위치를 탐지하기 위해 고역 필터를 이용하여 고주파 영상의 정보를 포함한다.

주요 객체 위치를 탐지하기 위한 고주파 영상 정보를 획득하기 원 영상과 원 영상의 반전 영상에 고역 필터 데이터를 적용하고, 각 적용된 영상의 결과를 다시 원 영상과 반전 영상에 대응시켜 질감이 최소화된 결과를 획득한 뒤, 질감이 최소화된 영역들을 역으로 추정하는 방법을 사용하여 최종 고주파 영상 정보 $I_{freq}(x,y)$ 를 얻는다. 얻은 고주파 영상 정보와 색상 정보 기반의 saliency map을 각각 비례 가중한 값을 유효성이 있다고 판단될 데이터를 추출하기 위해 최소 임계값 T_{min} 으로 임계화 과정을 거친다.

$$I_{initS}(x,y) = \begin{cases} \frac{\text{if } S_{base}(x,y) * W_{base} \vee I_{freq}(x,y) * W_{freq} > T_{min}}{(S_{base}(x,y) + I_{freq}(x,y))}{2} \\ \text{otherwise,} \\ 0 \end{cases}$$

where, $W_{base} + W_{freq} = 1$ (9)



[Fig. 6] Original image (a) Initial saliency map result(b)

3.3 학습데이터 기반의 Saliency map 보상

Initial saliency map과 학습 데이터에서 구성된 Distribution set을 이용하여 입력된 영상의 돌출 정보의 구성을 파악하고, 보상하기 위한 내용을 정의한다. 우선 Initial saliency map의 결과가 학습 단계에서 구성된 예상 유효 영역과의 일치 정도를 분석한다. 일치 정도 분석을 위해 예상 유효 영역 분석에서 최소 값 이상의 픽셀에 대해 Initial saliency map에서 동일한 위치의 주변을 분석하고, Initial saliency map 전체의 돌출 정보 값을 기준으로 분석된 위치의 값을 추정하여 해당 영역이 실제 Initial saliency map에서 비교적 강한 돌출 영역을 가져 유효성을 갖는 영역인지 판단한다. 유효성 값 V_{simil} 은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$V_{simil} = \sum_{n=1}^{BS} \frac{S_{base}(n)}{BS} - AI_{mitS} \quad (10)$$

예상 유효 영역 영상에서 최소 값 이상의 픽셀 위치에 탐색범위 BS 만큼 주변을 탐색하면서 각 위치의 값의 총합이 일반적으로 saliency map에서 유효성을 갖는 영역은 전체 영상에서 비교적 두드러지게 표현되는 특성을 이용하여 Initial saliency map 전체 픽셀의 평균값 AI_{mitS} 대비 유효성 여부를 조사한다.

또한 단순 색상 정보 기반의 saliency map 결과와 대조하여 객체 영역으로 추정 될 질감으로 추정한 객체 영역이 포함될 때 단순한 색상 정보로 추정한 돌출 정보에서 발생할 수 있는 역 선택과 부분손실 등을 확인한다. 분석된 데이터들을 앞서 학습과정에서 획득했던 S_{DType} 값을과의 비교를 통해 입력 이미지의 saliency map 구성 패턴을 확인하고, 역 선택이나 부분 손실의 발생한 경우를 보완하기 위한 과정을 수행한다.

3.4 Saliency map 재구성

시각적 돌출 영역의 기대 값을 재구성하기 위해 유효 값을 갖는 각 위치에서 색상 위치 밀도 분포를 분석하고, 해당 위치에서의 색상 값 밀도를 전체 영상의 색상 평균 대비 분석을 통해 시각적 차이가 두드러지는 돌출 영역의 값을 산정한다.

먼저 재구성을 위한 색상 밀도 분포를 분석하기 위해 LAB 색 공간에서 각 채널의 평균값 가중치 를 산정한다.

$$W_{mc} = \frac{\sum_{j=1}^{size} I_{LAB}(j)}{size} \quad (11)$$

색상 분포 가중치에 Initial saliency map 에서의 유효 좌표값에 대해 주변을 탐색하며 LAB 채널에 대한 평균 값 가중치를 가중하여 밀도 정보가 가중된 값 $S_{rec}(x, y)$ 을 정의한다.

$$S_{rec}(x, y) = \sum_{(j=1)}^{range} W_{mc} I_{mitS}(x, y) \quad (12)$$

최종 재구성을 위해 보통의 saliency map에서 돌출 값이 균등하지 않은 부분을 개선하기 위해 최대값과 최소 값의 대비연산을 통해 데이터가 존재하는 범주를 좁혀 균등화를 위한 과정을 수행한다.

$$S'_{rec}(x, y) = \frac{S_{rec}(x, y) - \min(S_{rec})}{\max(S_{rec}) - \min(S_{rec})} * 255 \quad (13)$$



[Fig. 7] Original image (a) Final saliency map result(b)

최종 결과 불필요한 돌출 정보가 삭제되고, 주요 객체에 대해 강조된 saliency map 결과를 얻을 수 있다.

4. 실험 결과

실험을 위해 MSRA10K 이미지 데이터베이스를 이용하여 기존에 제안된 알고리즘들과 제안하는 방법을 Ground Truth 영상과 비교하였다.

다양한 패턴을 갖는 이미지들에 대해 기존의 제안된 알고리즘에서는 부적합한 배경이나 객체 주변과 같은 영역에서 saliency 값이 존재하고, 동일한 객체에 대해 saliency 값이 균일하지 않은 문제가 있었으며, 실제 saliency 값을 가져야 할 객체 영역에서의 saliency 값을 가지지 못하거나 손실된 부분이 다수 존재하는 등의 정확성과 신뢰성이 떨어지는 결과를 보였다. 그러나 제안

하는 방법에서는 부적합한 영역의 최소화하여 신뢰성을 향상시켰고, 동일한 객체에 대해 saliency 값을 균일하게 가지며 실 객체 영역에 대해 손실을 최소화하는 값을 가지므로 정확성이 향상된 결과를 보인다.



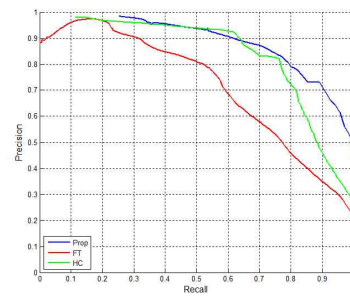
[Fig. 8] Original image (a) FT[12] (b) HC[11] (c) Proposed method (d) Ground Truth (e)

정량적 비교를 위해 ground truth 이미지와 각 실험 결과 이미지를 precision-recall방법을 이용하여 비교하였다. 다음 수식에서 I_{comp} 는 분할영역, I_{GT} 는 ground truth, N 는 일치하는 픽셀의 개수를 세기 위한 픽셀의 개수이다. Precision 값은 saliency map 결과가 갖는 전체 유효 픽셀 개수 대비 ground truth 영상과 saliency map에서의 동일한 유효 픽셀의 비율을 나타내는 지표이며, recall은 ground truth 영상이 갖는 전체 유효

픽셀 개수 대비 saliency map 결과와 ground truth 영상에서 유효 픽셀의 일치 비율을 나타냄으로써 다양한 saliency map 추출 방법을 비교, 평가하는 방법으로 자주 쓰인다.

$$Precision = \frac{N(I_{comp} \cap I_{GT})}{N(I_{comp})} \quad (14)$$

$$Recall = \frac{N(I_{comp} \cap I_{GT})}{N(I_{GT})} \quad (15)$$

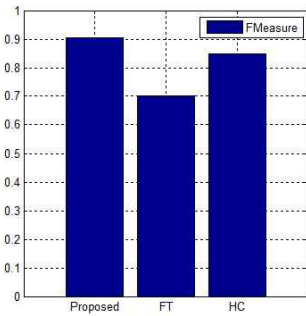


[Fig. 9] Precision-Recall Graph

[Fig. 9]의 Precision-Recall 그래프 결과에서는 제안 방법이 기존에 제안된 방법들에 비해 좋은 결과를 나타내는 것을 보여주고 있다. 그 결과는 기존의 알고리즘에서 존재하는 배경 영역과 같은 불필요한 인식 영역의 포함으로 인해 신뢰성이 떨어지는 부분을 보완하였고, 실제 인식 영역으로 추정 될 부분에서 포함되지 않는 영역을 고주파수 데이터의 활용을 통해 손실을 최소화함으로써 정확성과 재현성이 개선되어 평균적으로 기존의 알고리즘보다 높은 수치를 나타내어 개선한 결과를 보였다. 또한 동일한 객체에 대해 균일한 Saliency 값을 갖는 결과로 인해 이진화 과정에서 보다 명확한 객체 영역을 얻을 수 있었고, 이를 이용한 처리 과정에서 각 영역을 구분하여 접근할 수 있으므로 활용성이 높을 것으로 예상된다.

Precision-Recall의 결과를 보다 직관적으로 나타내기 위해 Precision과 Recall을 동시에 가중치로 가져 알고리즘의 종합적 신뢰성 값을 확인할 수 있는 F-measure를 추가하였다. F-measure를 계산하기 위해 수식 (16)에서 사용된 베타값은 0.3 이다.

(16)



[Fig. 10] F-measure graph

F-measure 측정 결과 제안하는 알고리즘의 값이 가장 높은 결과를 보여준다. 최종적으로 연산된 F-measure 값도 타 알고리즘에 비해 좋은 결과 값을 보여주는 것을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 향상된 saliency map 생성을 위해 학습을 이용한 다중 특징 지원 방식의 방법을 제안하였다. 제안하는 방법을 이용한 saliency map에서는 기존의 단순 색상 분석 기반의 saliency map 생성에서 나타날 수 있는 역 선택이나 부분 손실 등의 부정확한 데이터를 최소화 하였고, 배경이나 객체 주변에서 획득될 수 있는 돌출 정보를 줄일 수 있어 주 객체 영역에 집중된 형태의 돌출 정보 값을 가진다. 또한 학습 형태로 동작하는 방식이지만 절차가 간단하고 소요 시간이 적어 기존의 비 학습 방식과 큰 차이가 없지만 간단한 학습 기능으로 인해 향상된 결과를 가져올 수 있었다. 생성한 saliency map을 기반으로 이미지를 분할하거나 영상 내 주요 객체를 인식, 추적하는데 사용할 수 있으며, 유사 영상을 검색하는 등 다양한 컴퓨터 비전 분야에서 응용할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENTS

This study is sponsored by the 2015 research fund of Kwangwoon University

[1] T. H. Yoo, S. H. Lee, "Generation Method of Depth Map based on Vanishing Line using Gabor Filter",

Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 3, No.1, pp. 13-17, 2012.

[2] J. H. Park, G. S. Lee, S. H. Lee, "A Study on the Convergence Technique enhanced GrabCut Algorithm Using Color Histogram and Modified Sharpening Filter", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 6, pp. 1-8, 2015.

[3] H. H. Han, G. S. Lee, J. Y. Lee, J. S. Kim, S. H. Lee, "A new method to create depth information based on lighting analysis for 2D/3D conversion", Journal of Central South University, Vol. 20, No. 10, pp. 2715-2719, 2013.

[4] Min-Seok Choi, "Complex Color Model for Efficient Representation of Color-Shape in Content-based Image Retrieval", Journal of digital Convergence, Vol. 15, No. 4, pp. 267-273, 2017.

[5] Eugene Rhee, "Security Algorithm for Vehicle Type Recognition," Journal of Convergence for Information Technology, Vol. 7, No. 2, pp. 77-82, 2017.

[6] Yang, K. F., Li, H., Li, C. Y., Li, Y. J. "A Unified Framework for Salient Structure Detection by Contour-Guided Visual Search", IEEE Transactions on Image Processing, 25:8: 3475-3488, 2016.

[7] S. H. Han, Y. P. Hong, S. H. Lee, "Saliency Map Creation Method Robust to the Contour of Objects", Journal of digital Convergence, Vol. 10, No. 3, pp. 173-178, 2012.

[8] S. H. Han, Y. S. Kim, J. Y. Lee, S. H. Lee, "2D/3D conversion method using depth map based on haze and relative height cue", Journal of digital Convergence, Vol. 10, No. 9, pp. 351-356, 2012.

[9] B. S. Kang, K. H. Lee, "Fire Alarm Solutions Through the Convergence of Image Processing Technology and M2M", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 7, No. 1, pp.37-42, 2016.

[10] Achanta, R., Süssstrunk, S. "Saliency detection using maximum symmetric surround", In: Image Processing (ICIP), 2010 17th IEEE International Conference on. IEEE, p. 2653-2656, 2010.

[11] Cheng, M. M., Mitra, N. J., Huang, X., Torr, P. H., Hu, S. M. "Global contrast based salient region

detection", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 37.3: 569-582, 2015.

[12] 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.

[13] Bruce, N. D., Tsotsos, J. K. "Saliency, attention, and visual search: An information theoretic approach", Journal of vision, 9.3: 5-5, 2009.

[14] Harel, J., Koch, C., & Perona, P. "Graph-based visual saliency", In NIPS, Vol. 1, No. 2, p. 5.

[15] Achanta, R., Estrada, F., Wils, P., Sússtrunk, S. "Salient region detection and segmentation", Computer Vision Systems, pp. 66-75, 2008.

[16] Frintrop, S., Werner, T., Martin Garcia, G. "Traditional saliency reloaded: A good old model in new shape", In: Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. p. 82-90. 2015.

[17] Duan, L., Wu, C., Miao, J., Qing, L., Fu, Y. "Visual saliency detection by spatially weighted dissimilarity", In: Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2011 IEEE Conference on. IEEE, p. 473-480. 2011.

[18] Kienzle, W., Wichmann, F. A., Schölkopf, B., Franz, M. O. "A nonparametric approach to bottom-up visual saliency", Advances in neural information processing systems, 19, 689, 2007

저자소개

한 현 호(Hyun-Ho Han) [정회원]



- 2009년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 공학과(공학사)
- 2011년 2월 : 광운대학교 정보콘텐츠 대학원 유비쿼터스컴퓨팅학과(공학석사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 정보디스플레이학과(박사과정)

이 강 성(Gang-Seong Lee) [정회원]



- 1986년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 공학과(공학사)
 - 1988년 2월 : 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
 - 1993년 2월 : 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
 - 2009년 2월 : 서울대학교 음악대학원 작곡과 졸업 (석사)
 - 1990년 2월 ~ 현재 : 광운대학교 정교수
- <관심분야> : 음성공학, 음악공학, 미디어아트, 작곡

박 영 수(Young-Soo Park) [정회원]



- 1996년 2월 : 광운대학교 전산학과 (이학석사)
 - 2000년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 과학과(공학박사)
 - 2011년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 정보과학교육원 컴퓨터공학과 주임교수
 - 2013년 2월 ~ 현재 : 광운대학교 부교수
- <관심분야> : 소프트웨어엔지니어링, XML, 웹 서비스, 분산처리, 무선인터넷, 모바일 컴퓨팅, 3D영상처리

이 상 훈 (Sang-Hun Lee) [중신회원]



- 1983년 2월 : 광운대학교 응용전자 공학과(공학사)
 - 1987년 2월 : 광운대학교 전자공학과(공학석사)
 - 1992년 2월 : 광운대학교 전자공학과(공학박사)
 - 1990년 ~ 현재 : 광운대학교 정교수
 - 2001년 ~ 2007년 : 세계기능경기대회(심사위원)
 - 2010년 ~ 2012년 1월 : 광운대학교 교양학부장
 - 2012년 2월 ~ 2013년 2월 : 광운대학교 정보통신처장
 - 2013년 2월 ~ 2015년 2월 : 광운대학교 학생복지처장
- <관심분야> : 무선인터넷, 무선네트워크, 영상인식, 3D 영상처리