

영상에서 객체와 배경의 색상 특징을 이용한 자동 객체 추출 기법

이승갑*, 박영수**, 이강성**, 이종용**, 이상훈**
광운대학교 대학원*, 광운대학교 교양학부**

An Automatic Object Extraction Method Using Color Features Of Object And Background In Image

Sung Kap Lee*, Young Soo Park**,
Gang Seong Lee**, Jong Yong Lee**, Sang Hun Lee**
Graduate School, Kwangwoon University*
Dept. of General Education, Kwangwoon University**

요약 본 논문은 영상 속 객체와 배경의 컬러 특징을 이용한 주요 객체의 자동 추출 방법에 관한 연구이다. 인간이 객체를 판단할 때에는 배경과 객체의 색상 차이를 이용하는데 이러한 요소를 객체 추출 방법에 적용시키기 위해서는 배경과 객체의 색차를 강조하여야 한다. 따라서 본 논문에서는 원 RGB 영상을 인간의 시각 시스템과 유사한 HSV 색 공간으로 변환하고 각기 다른 분포도의 메디안 필터를 적용한 두 개의 영상을 생성한 뒤 두 개의 메디안 필터가 적용된 영상들을 합산하였고 데이터 군집화 방법인 Mean Shift 알고리즘을 적용하여 색상 특징을 그룹화 하였다. 마지막으로 이진화 작업을 위하여 영상의 채널 수를 3 채널에서 1 채널로 정규화 한 뒤 영상 내 픽셀들의 평균 값을 임계값으로 이용하는 이진화 방법으로 객체 지도 영상을 생성하였고 주요 객체를 추출하였다.

주제어 : 객체 추출, Mean Shift, HSV(Hue Saturation Intensity-Value), 메디안 필터, 색상 클러스터링

Abstract This paper is a study on an object extraction method which using color features of an object and background in the image. A human recognizes an object through the color difference of object and background in the image. So we must to emphasize the color's difference that apply to extraction result in this image. Therefore, we have converted to HSV color images which similar to human visual system from original RGB images, and have created two each other images that applied Median Filter and we merged two Median filtered images. And we have applied the Mean Shift algorithm which a data clustering method for clustering color features. Finally, we have normalized 3 image channels to 1 image channel for binarization process. And we have created object map through the binarization which using average value of whole pixels as a threshold. Then, have extracted major object from original image use that object map.

Key Words : Object Extraction, Mean Shift, HSV(Hue Saturation Intensity-Value), Median Filter, Color Clustering

* 본 논문은 2013년 광운대학교 교내 학술 연구비 지원에 의하여 연구되었음

Received 16 October 2013, Revised 28 November 2013

Accepted 20 December 2013

Corresponding Author: Sang Hun Lee(Kwangwoon University)

Email: leesh58@kw.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

최근 컴퓨터 기술의 발달로 인해 컴퓨터에서 영상이 자주 사용되게 되어 그에 따른 디지털 영상처리 기술이 요구되고 있다. 현재 영상처리 기술은 발전을 거듭하고 있으며 많은 연구가 이루어지고 있다. 영상 처리 기술 중 객체 추출이란 원 영상 내에서 해당 영상을 대표할 수 있는 형태를 추출하는 것을 뜻한다. 객체 추출은 영상처리 분야에 있어서 주요한 기술이다. 객체 추출 기법은 CCTV의 외부인 침입 감지 시스템, 환자의 MRI 영상 분석, 2D 영상을 입체 영상으로 변환하기 위한 방법 등 다방면에서 활용이 가능하다.[1]

하지만 객체 추출 작업에서 배경과 객체의 색상이 비슷한 경우 객체와 배경의 일부가 동일한 영역으로 판단되어 추출될 수 있기 때문에 정확한 객체의 추출을 위해서는 객체와 배경의 색상 차이를 정확하게 구분할 수 있는 방법이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 영상 내의 객체를 추출하기 위하여 영상의 색상 특징을 기반으로 하여 주요 객체를 자동으로 추출하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 원 영상을 인간의 시각 시스템을 기반으로 한 색상 모델인 HSV 색 공간으로 변환한다. 영상을 HSV 색 공간으로 변환하면 밝기와 상관없이 영상을 처리할 수 있다는 장점이 있으며 이는 영역 간 색상을 판단하는 데에 중요한 단서가 될 수 있다.

원 영상을 HSV 색 공간으로 변환 한 다음에는 두 개의 각기 다른 분포도가 설정된 메디안 필터 영상을 적용하고 두 영상을 합산하여 객체와 배경의 색상 차이를 강조하였다. 그리고 Mean Shift 알고리즘을 사용하여 강조된 색상차이를 픽셀 단위의 유사성에 따라 분할하였고 이진화를 위해 3채널 영상을 1채널로 정규화 한 다음 이진화 처리를 하였고 이렇게 생성된 객체 지도를 이용하여 영상 내의 객체를 추출하도록 하였다.

2. 관련 연구

일반적으로 객체 추출 작업에는 영상 분할 기법을 기반으로 한 방법이 이용된다. 영상 분할은 원 영상을 사람이 구분이 가능한 형태 또는 영역들을 기초로 하여 여러 개의 픽셀 집합으로 나누는 것이다.

2.1 색상의 정보를 이용한 분할

컬러 영상에서는 색상 정보를 이용해 객체를 인식하여 분할 할 수 있다. 색상 정보를 이용하는 분할 방법은 각각의 픽셀 값을 계산하여 처리하며 객체의 픽셀들은 서로 유사한 색상 값을 갖는다는 특성에 근거 하여 객체를 효율적으로 추출해 낼 수 있다. 대표적인 방법으로는 색상 값을 갖는 픽셀 데이터 들을 군집화 하는 방법인 Mean Shift 알고리즘이 있다. Mean Shift 알고리즘은 영상 내의 유사한 색상을 갖는 픽셀들을 하나로 묶어 영역 별로 그룹화 하는 알고리즘이다. 하지만 색상 정보를 이용하는 경우에는 객체와 배경 영역의 색상이 비슷할 때 객체와 배경의 일부가 통합된 영역으로 처리되는 등 불완전한 추출 결과를 보인다는 단점이 있다. Shin은 이러한 문제를 해결하기 위해 색상 정보와 영상의 깊이 정보를 이용하는 방법을 제안하였다.[2] 영상의 색상 정보와 3D 입체 변환에서 사용되는 깊이 지도를 이용하여 객체와 배경 영역이 유사한 색상일지라도 깊이의 정도에 따라 세밀하게 분할 할 수 있도록 하였다. Li는 동영상에서 객체를 추출하기 위하여 색상 특징 정보를 이용하였다.[3] Li의 연구에서는 배경에 그림자와 밝기의 변화가 나타나는 동영상을 HSV 색 공간으로 변환한 뒤 밝기의 변화에 영향을 받지 않고 주요 객체를 추출하였다.

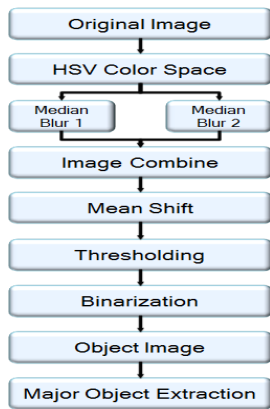
2.2 객체의 경계를 이용한 분할

영상 분할에서 객체 혹은 영역의 경계선은 분할 작업에 있어서 주요한 단서가 된다. 영상의 경계선은 객체 혹은 영역의 형상대로 추출이 가능하기 때문에 형태학적인 분할이 가능하다. 영상에서 경계를 추출하는 작업은 컬러 영상을 그레이스케일로 변환한 뒤 2차 미분 함수를 이용하여 영상에서 밝기 값이 급격하게 변하는 곳을 검출하는 것이다.

기존의 경계를 검출하기 위한 방법은 여러 가지가 있으며 라플라시안 필터, 소벨 마스크, 캐니 엣지 검출기 등이 있다. 그레이 스케일 영상에서는 픽셀 당 밝기 값 하나로 처리하기 때문에 경계의 특징을 구분하여 처리하여야 한다. Chowdhury는 영역 확장 방법을 이용하여 영상을 과분할 한 뒤 경계의 굵기, 연속성, 끝음의 정보를 판별하여 영상에서 중요한 영역을 분할하는 방법을 제안하였다.[4]

3. 제안하는 방법

제안하는 방법은 입력된 영상에 대하여 색 공간을 RGB에서 HSV로 변환하고 각기 다른 분포도가 설정된 메디안 필터를 적용한 영상을 2개 생성한다. 그리고 생성된 2개의 영상을 합산하여 객체와 배경간의 색상 대비를 강조시킨 다음 Mean Shift 알고리즘을 적용해 영역의 픽셀들을 그룹화하여 배경과 객체의 영역을 나눈다. 마지막으로 임계화와 이진화를 적용하여 객체 지도를 생성한 뒤 이를 이용하여 영상에서 주요 객체를 추출한다. Fig. 1은 제안한 방법의 흐름도이다.



[Fig. 1] A flowchart of proposed method.

3.1 HSV 색 공간 변환

HSV 색 공간은 인간의 시각 체계와 유사한 색 모델이며 인간의 시각 처리와 비슷한 방법으로 영상을 처리할 수 있다.[5] 따라서 다음 식으로 기존 RGB 영상을 HSV 색 공간으로 변환하였다.

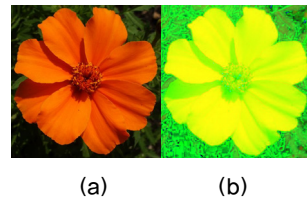
$$H = \begin{cases} \theta & \text{if, } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if, } B \geq G \end{cases} \quad (1)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^2}} \right\} \quad (2)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)] \quad (3)$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B) \quad (4)$$

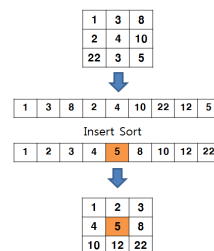
원 RGB 영상을 HSV 색 공간으로 변환하기 위해서는 각각의 채널에 대하여 다른 방법으로 변환을 해주어야 한다. 식 (1)에서 H 는 색상(Hue)이며 B 는 RGB 색상에서의 청색(Blue) 값 그리고 G 는 녹색(Green) 값을 나타낸다. 식 (2)의 θ 는 3차원 색 공간에서 각도를 나타낸다. 식 (3)의 S 는 채도이며 \min 은 적, 녹, 청 색상의 최소값을 나타낸다. 그리고 식 (4)의 I 는 명도를 나타낸다. 다음 Fig. 2는 HSV 색 공간으로 변환된 영상을 나타낸다. 영상 내 객체와 배경 영역들을 대상으로 비슷한 색상들이 분포함을 보여준다.



[Fig. 2] HSV color space conversion. (a) RGB, (b) HSV

3.2 영상의 합산

이전 영상은 객체와 배경 영역의 색상 구성이 고르지 않아 정확한 영역 분할이 어렵다. 따라서 이러한 요소를 제거하기 위해 HSV 색 공간으로 변환된 영상에 각기 다른 분포도의 메디안 필터가 적용된 2개의 영상을 합산하였다. 메디안 필터는 영상 내 한 픽셀 당 주변 픽셀 값을 정렬하여 중앙에 위치하는 픽셀 값을 이용하는 필터이다.[6] 다음 Fig. 3은 메디안 필터의 처리 과정이다.

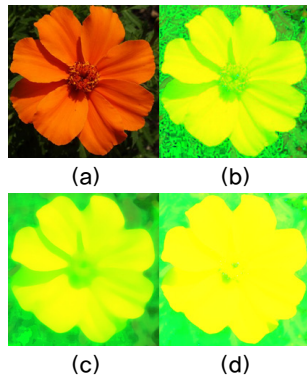


[Fig. 3] The process of Median Filter

제안한 방법을 사용한 결과 이전의 HSV 색상 영상에 비하여 객체와 배경 영역의 색차가 더욱 뚜렷해졌으며 객체의 모양 또한 원본 영상의 주요 객체와 같은 형태로 표현되었다. 메디안 필터가 적용된 두 영상의 합산은 각기 다른 분포도가 설정된 메디안 필터 마스크로 2개의 영상을 생성한 뒤 생성된 영상들을 식 (5)를 통하여 합산한다.

$$A_0 = \frac{(\sum_{m=0}^{h-1} \sum_{n=0}^{w-1} I_1(x_n, y_m) + I_2(x_n, y_m))}{wh} \quad (5)$$

I_1 은 첫 번째의 메디안 영상이며 I_2 는 두 번째의 메디안 영상이다. h 는 입력 영상의 높이이며 w 는 입력 영상의 너비이다. 입력된 두 개의 영상에 대하여 픽셀 색상 값을 서로 더하여 메디안 합산 영상 A_0 을 생성한다. 두 영상을 합산한 결과는 Fig. 4이며, Fig. 3의 고르지 못한 색상의 분포가 어느 정도 정리되었음을 확인할 수 있다.



[Fig. 4] Combined Median image. (a) Original, (b) Median 1, (c) Median 2, (d) Combined image

3.3 제안하는 객체 추출 방법

객체 영역과 배경 영역의 색차를 강조한 다음 추가적으로 색상 특징들을 군집화 하기 위하여 다음 식으로 Mean Shift 방법을 적용하였다.

$$K(x_i - x) = e^{-c\|x_i - x\|^2} \quad (6)$$

$$m(x) = \frac{\sum_{x_i \in N(x)} K(x_i - x)x_i}{\sum_{x_i \in N(x)} K(x_i - x)} \quad (7)$$

식 (6)의 K 는 밀도를 검색할 범위인 윈도우 함수이다. c 는 $x_i - x$ 의 집합을 나타낸다. $x_i - x$ 는 현재 위치와 이전 위치 사이의 거리를 나타낸다. 식(7)은 윈도우를 사용하여 집합의 밀도를 검색하는 작업이다. 여기서 $m(x)$ 는 영상 내 픽셀 집합의 밀도를 나타내는 함수이며 $n(x)$ 는 현재 데이터를 기준으로 이웃한 주변 데이터들을 나타낸다. 다음 Fig. 5는 Mean Shift 분할을 적용한 영상이다. 그룹화된 색상들로 영역이 분할되었다.



[Fig. 5] Mean Shift segmentation. (a) Original, (b) Combined median image (c) Segmented image

이전까지의 작업으로 만들어진 영상을 이용하여 객체를 추출하기 위해서는 우선 이진화 작업을 통하여 칼라 영상을 이진 영상으로 변환하여야 한다. 앞서 영상의 색차를 대비하기 위해 색 공간을 RGB에서 HSV로 변환하였는데 HSV 색 공간 영상에 대하여 이진화 작업을 수행하기 위해서는 우선 HSV 영상의 색상, 채도, 밝기 3채널을 하나의 채널로 통합하는 작업이 필요하다. 따라서 식(7)로 3채널 영상을 1채널로 정규화 한다.

$$Y = \frac{I_{ij}(H + S + V)}{3} \quad (7)$$

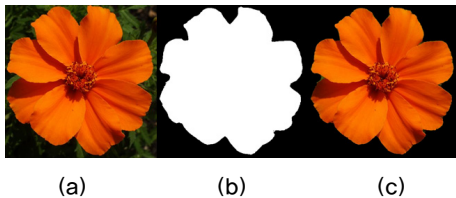
여기서 I_{ij} 는 입력 영상 하나의 픽셀의 HSV 채널 값을 모두 합한 값이다. 채널 값을 모두 합한 다음 전체 채널

널 수로 나누어 정규화된 1채널 영상 Y 를 생성한다. 채널 정규화 후에는 임계값을 이용한 이진화 방법을 사용한다. 영상 내의 픽셀들의 평균을 식 (8)로 구한 뒤 임계값으로 결정하고 식 (9)로 이진화 처리를 수행한다.

$$avg = \left(\sum_{m=0}^{h-1} \sum_{n=0}^{w-1} I_{mn} \right) \times (wh)^{-1} \quad (8)$$

$$B_{(x,y)} = \begin{cases} 0 & \text{if } I(x,y) \leq avg \\ 255 & \text{if } I(x,y) \geq avg \end{cases} \quad (9)$$

avg 는 입력 영상 I_{mn} 내 픽셀들의 평균이고 h 는 영상의 세로 크기 w 는 영상의 가로 크기 이다. $B_{(x,y)}$ 는 평균값을 임계값으로 설정하여 생성된 이진 영상이다. 이진 영상을 생성한 다음에는 생성된 이진 영상으로 객체 분할 작업을 수행하였다. Fig. 6은 객체 추출 결과이다.



[Fig. 6] Object extraction process (a) Original image, (b) Binary image, (c) Extraction result

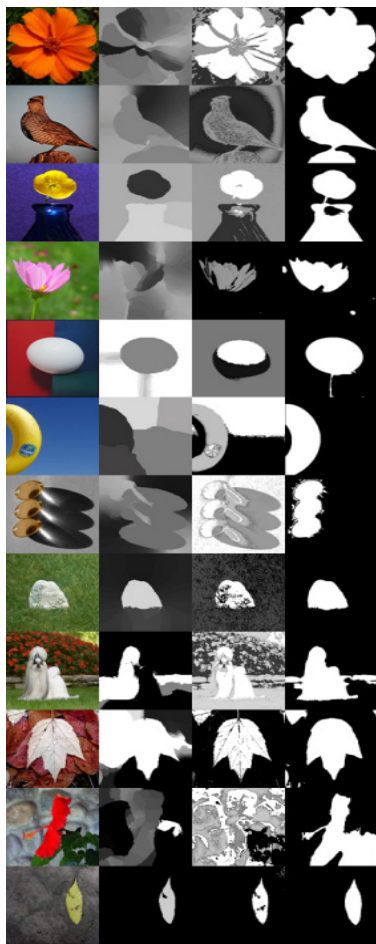
4. 실험 및 고찰

제안한 방법을 기존 방법과 비교하기 위하여 본 논문에서 사용된 이미지 및 마이크로소프트 리서치 아시아 [7]에서 제공한 영상들을 대상으로 기존 객체 추출 방법과 제안하는 방법을 사용하여 객체 추출작업을 수행한 결과를 비교해 보았다. 제안하는 방법은 영상의 객체와 배경에 해당하는 영역의 색상의 차이를 강조하였고 객체 영역과 배경 영역 내의 복잡한 색상 분포를 Mean Shift 알고리즘으로 그룹화하여 색상을 고르게 만들었다. 따라서 복잡한 색상 픽셀로 구성된 배경 영역일 경

우에도 하나의 통합된 색상으로 그룹화 되기 때문에 영상 내에서 효율적으로 배경 영역의 제거가 가능하였다. 또한 객체영역에서 객체의 복잡한 모양과 질감에도 객체 형태를 기준으로 처리되기 때문에 효율적인 객체 추출이 가능하다. Fig. 7은 제안 방법과 타 방법과의 비교 결과이다. (a)는 원 입력 영상이며 (b)는 그래프 기반으로 영상을 분할하는 Normalized Cuts 방법 그리고 (c)는 가우시안 혼합 모델을 응용한 GMM-BIC 방법 (d)는 본 논문의 제안 방법이다. 타 방법들의 결과는 원 영상에서 객체와 상관없는 영역들이 같이 추출되었으나 본 논문의 제안 방법은 영상을 대표할 수 있는 주요 객체만을 정확하게 추출하였음을 보여준다.

5. 결론

본 논문에서는 영상의 색상 특징 정보에 기반 하여 이미지에서 객체를 분할하는 주요 객체 자동 추출 알고리즘을 제안하였다. 제안한 방법은 기존 RGB 영상을 인간의 시각 시스템과 유사한 HSV 색 공간으로 변환하고 영역에 대하여 배경과 객체의 색차를 강조하기 위하여 분포도가 다르게 설정된 메디안 필터를 적용한 2개의 영상을 생성하였다. 그 다음 두 개의 영상을 합산하여 각 영역의 색상 대비를 강조한 다음 유사한 색상들로 구성된 영역을 그룹화 하기 위하여 Mean Shift 알고리즘을 적용하였다. 제안한 방법은 객체가 복잡한 형태를 갖고 있는 경우에도 효율적으로 객체를 검출해 내었다. 그러나 주요 객체가 다양한 형태의 무늬와 같은 복잡한 색상 혹은 형태적 특징 요소를 내포하거나 객체와 배경의 색상이 비슷하여 색차의 강조가 어려울 경우에는 객체와 배경 영역의 일부가 동일한 영역으로 간주되어 처리되는 불완전한 결과를 보였다. 향후 개선 방향은 객체와 배경이 비슷한 색상으로 구성되어 있는 경우에 대하여도 정밀한 분할을 수행하는 방법 및 정확한 색상 클러스터링 방법 등이 있다. 또한 이진화 작업 시 임계값을 결정하는 방법을 추가로 보완하면 더욱 효율적인 객체 추출이 가능할 것으로 예상된다.



(a) (b) (c) (d)

[Fig. 7] (a) Original images, (b) Normalized Cut, (c) GMM-BIC, (d) Proposed

REFERENCES

[1] Hyeon Ho Han, Gang Seong Lee, Jong Yong Lee, Sang Hun Lee, Region Segmentation Technique Based on Active Contour for Object Segmentation. The Journal of Digital Policy & Management, Vol. 10, No. 3, pp. 167-172, 2012.

[2] In-Yong Shin, Yo-Sung Ho, Graph-based Image Segmentation using Color and Depth Images. The Journal of Korea Information And Communications

Society, KICS Int. Conf. Commun, pp. 462-463. 2010.

[3] Na Li, Jiajun Bu, Chun Chen, Real-time video object segmentation using HSV space. Image Processing. International Conference on, Vol. 2, pp. 85-88. 2002.

[4] M. I. Chowdhruy, J. A. Robinson, Improving image segmentation using edge information. Electrical and Computer Engineering. Canadian Conference on, Vol. 1, pp. 312-316. 2000.

[5] Hui Liu, Chenhui Yang, Xiao Shu, Qicong Wang, A new method of shadow detection based on edge information and HSV color information. Power Electronics and Intelligent Transportation System. 2nd International Conference on, Vol. 1, pp. 286-289. 2009.

[6] Chin-Chen Chang, Ju-Yuan Hsiao, Chih-Ping Hsieh, An Adaptive Median Filter for Image Denoising. Intelligent Information Technology Application. Second International Symposium on, Vol. 2, pp. 346-350. 2008.

[7] R. Achanta, S. Hemami, F. Estrada, S. Susstrunk, Frequency-Tuned Salient Region Detection. Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE Conference on, pp. 1597-1604. 2009.

이승갑(Lee, Seung Kap)



- 2012년 2월 : 광운대학교 컴퓨터공학과(학사)
- 2013년 2월 ~ 현재: 광운대학교 대학원 플라즈마바이오디스플레이학과
- 관심분야 : 소프트웨어엔지니어링, 영상인식, 3D 영상처리

· E-Mail : lsk@kw.ac.kr

박영수(Park, Young Soo)



- 1996년 2월 : 광운대학교 전산대학원 전산학과(석사)
- 2006년 2월 : 광운대학교 대학원 컴퓨터학과(박사)
- 2011년 2월 ~ 2012년 2월: 광운대학교 정보과학교육원 컴퓨터공학과 주임교수
- 2013년 2월 ~ 현재: 광운대학교 조교수

- 관심분야 : 소프트웨어엔지니어링, XML, 웹 서비스, 분산처리, 무선인터넷, 모바일 컴퓨팅, 3D 영상처리
- E-Mail : yspark@kw.ac.kr

이강성(Lee, Gang Seong)



- 1986년 2월 : 광운대학교 컴퓨터공학과(학사)
- 1988년 2월 : 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과(석사)
- 1993년 2월 : 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사)
- 1990년 2월 : 서울대학교 음악대학원 작곡과(석사)

- 1998년 2월 ~ 1999년 2월: CMU(Carnegie Mellon University), U.S.A. 교환교수
- 1990년 2월 ~ 현재: 광운대학교 정교수
- 관심분야 : 음성공학, 음악공학, 미디어아트, 작곡
- E-Mail : gslee@kw.ac.kr

이종용(Lee, Jong Yong)



- 1983년 2월 : 한양대학교 원자력공학과(학사)
- 1988년 2월 : 광운대학교 대학원 전자공학과(석사)
- 1993년 2월 : 광운대학교 대학원 전자공학과(박사)
- 1991년 2월 ~ 2004년 2월: 광운대학교 정보과학교육원 대우교수

- 2005년 2월 ~ 현재: 광운대학교 정교수
- 관심분야 : 자동제어, 로보틱스, 영상인식
- E-Mail : jyonglee@kw.ac.kr

이상훈(Lee, Sang Hun)



- 1983년 2월 : 광운대학교 응용전자공학과(학사)
- 1987년 2월 : 광운대학교 대학원 전자공학과(석사)
- 1992년 2월 : 광운대학교 대학원 전자공학과(학사)
- 1990년 2월 ~ 현재: 광운대학교 정교수

- 2001년 2월 ~ 2007년 2월: 세계기능경기대회 (심사위원)
- 2006년 2월 ~ 2007년 2월: 서울특별시 기능경기위원회 (기술위원장)
- 2010년 2월 ~ 2012년 2월: 광운대학교 교양학부장
- 2012년 2월 ~ 2013년 2월: 광운대학교 정보통신처장
- 2013년 2월 ~ 현재: 광운대학교 학생복지처장
- 관심분야 : 무선인터넷, 무선네트워크, USN, 영상인식, 3D 영상처리
- E-Mail : leesh58@kw.ac.kr