

# 서베일런스 네트워크에서 적응적 색상 모델을 기초로 한 실시간 객체 추적 알고리즘

강성관, 이정현  
인하대학교 컴퓨터정보공학부

## Real-Time Object Tracking Algorithm based on Adaptive Color Model in Surveillance Networks

Sung-Kwan Kang, Jung-Hyun Lee

Dept. of Computer and Information Engineering, Inha University

**요약** 본 논문은 서베일런스 네트워크에서 영상의 색상 정보를 이용한 객체 추적 방법을 제안한다. 이 방법은 적응적인 색상 모델을 이용한 객체 검출을 수행한다. 객체 윤곽선 검출은 객체 인식과 같은 응용에서 중요한 역할을 수행한다. 실험 결과는 색상과 크기에서 객체의 다양한 변화가 있을 때에도 성공적인 객체 검출을 증명한다. 실시간으로 객체를 검출하는 응용 분야에서 대량의 영상 데이터를 전송할 때 색상 분포의 형태를 찾아내는 것이 가능하다. 객체의 특정 색상 정보는 입력 영상에서 동적으로 변화하는 색상에서 자주 수정되어진다. 그래서, 이 알고리즘은 해당 추적 영역 안에서 객체의 추적 영역 정보를 탐지하고 그 객체의 움직임만을 추적한다. 실험을 통해, 본 논문은 어떤 이상적인 상황하에서 제안하는 객체 추적 알고리즘이 다른 방법보다 더 강인한 면이 있다는 것을 보여준다.

**주제어** : 객체 검출, 피부색 기반 추적, 색상 단편화, 객체 추적, 서베일런스 네트워크

**Abstract** In this paper, we propose an object tracking method using the color information of the image in surveillance network. This method perform a object detection using of adaptive color model. Object contour detection plays an important role in application such as object recognition. Experimental results demonstrate successful object detection over a wide range of object's variation in color and scale. In applications to detect an object in real time, when transmitting a large amount of image data it is possible to find the mode of a color distribution. The specific color of an object is modified at dynamically changing color in image. So, this algorithm detects the tracking area information of object within relevant tracking area and only tracking the movement of that object. Through experiments, we show that proposed method is more robust than other methods under certain ideal situations.

**Key Words** : Object Detection, Skin Color-based Tracking, Color Segmentation, Object Tracking, Surveillance Networks

Received 4 May 2015, Revised 4 August 2015  
Accepted 20 September 2015  
Corresponding Author: Sung-Kwan Kang(Inha University)  
Email: kskk1111@empas.com

© 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.

ISSN: 1738-1916

## 1. 서론

최근 들어 서베일런스 분야에서 특정 객체를 인식하는 기술에 대한 관심이 커지고 있다. 실시간으로 입력되는 영상에서 특정 객체의 인식은 발전 가능성이 높으며, 다양한 응용에 활용되어질 수 있다[1]. 객체 인식은 입력되는 영상으로부터 특정 객체의 존재 여부를 판단하는 것으로부터 시작한다[2]. 따라서 객체 영역을 검출하는 것 또한 객체를 인식하는 기술 못지않게 중요하다[3]. 기존의 객체 검출 기법에서 윤곽 정보만을 이용하는 경우 윤곽 정보를 어떻게 지정하느냐에 따라 객체 검출의 성능에 많은 영향을 끼친다. 하지만 특정 객체가 가지는 색상 정보는 객체 검출에 유용하게 쓰이는 가장 기본적인 면서도 중요한 정보이다[4]. 따라서 이러한 점을 보완하기 위한 색상 정보의 추출 및 객체 영역의 검출에 관한 문제를 줄일 수 있도록 한다. 객체 영역을 검출하는데 있어서 색상을 모델링을 통하여 객체 영역을 검출한다[5]. 정규화 및 각종 색상 변환을 통해서 색상을 추출하기 위하여 많은 연구들이 이루어지고 있다[6]. 본 논문에서는 색상 픽셀로 분류된 영역들에 대해 라벨링을 통하여 객체에 대한 영역을 추출한다. 즉 Homogenous color 영역들은 하나의 영역으로 통합하는 것이다. 명암도에 따른 색상 정보의 CrCb 색상값을 추출하기 위하여 1200개의  $20 \times 20$  영역의 객체 영역에서 명암도 값에 따른 색상값의 비율을 적용한다[7]. 입력되는 영상에서 색상 영역을 추출하며, 라벨링시 발생하는 문제점과 객체 영역의 추출 보정을 위하여 다중 해상도 방식을 적용하여 homogenous color 분포 비율로써 객체 영역을 추출함으로써 객체 크기의 변화에 대해서도 객체 영역을 추출할 수 있도록 하며 객체와 비객체 검증을 위하여 Bayesian Classifier를 이용하여 인증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 이동하고 있는 객체 추적을 위한 문제 정립과 제안하는 방법의 이론적 배경에 대하여 기술한다. 3장에서는 객체 영역의 색상 모델링, Homogenous color와 non homogenous color에 대한 모델링, 객체 영역 검출 과정에 대하여 설명한다. 4장에서 실험을 통해 제안하는 적응적 색상 모델을 기초로 하는 객체 추적 방법이 영역 기반 추적을 기초로 하는 기존의 방법보다 성능이 뛰어나다는 것을 보여준다. 5장에서 결론 및 향후 연구에 대하여 기술한다.

## 2. 제안하는 방법의 이론적 배경

### 2.1 제안하는 객체 검출 및 추적 기술

RGB 컬러 모형을 사용할 경우에는 색상 공간의 크기를 어느 정도로 하는 것이 객체에 대한 Homogenous color, non homogenous color를 구별 지을 것인지를 비교하는 것이 효과적이다. 본 연구에서는 가장 쉽게 얻어지는 RGB 컬러 정보와 YCbCr 컬러 모형에서의 Cr 색상 정보 값을 이용하여 객체 영역을 추출한다. RGB 색상 모형을 HIS 즉 색상, 명도, 채도의 색상 모형으로 변경시킴으로써 명암에 조금은 독립적인 정보를 사용하고자 한다. 여러 실험들에서 RGB 컬러 값에서의 임계값(threshold)보다 Hue 값을 이용하는 것이 더 효과적이다. 객체 영상을 추출하는 데 있어서 Homogenous color의 영역을 기준으로 하여 객체 영역으로 인정할 색상 영역은 EM 알고리즘과 GMM을 이용한다. 또는 shape 정보나 연결값의 분포로써 객체 영역의 후보 영역을 최소화한다.

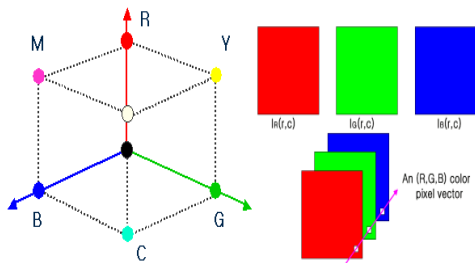
### 2.2 제안하는 방법의 주요 아이디어

제안하는 적응적 색상 모델을 기초로 한 실시간 객체 추적 알고리즘의 주요 내용은 입력된 영상에서의 색상 분포도를 계산하여 일정한 영역의 유사한 색상들이 분포하는지 판단한다. 입력된 영상에서 존재하는 색상 영상의 빈도수를 계산하여 빈도수가 많은 색상 값이 영상에서 어느 정도의 비율을 가지고 있는지 판별하는 것이다.  $30 \times 30$  영역에서  $20 \times 20$ 의 객체 영상이 있는지를 평가하는 문제에서는 어느 색상의 빈도수가 최대한 0.4는 되는 것이다. 하지만 객체 영상이 모두 같은 색상으로 표현되는 것이 아니다. 같은 객체 영상 내에서도 색상 값은 다르다. 이때 객체 영상으로 유사한 색상 값을 병합하는 것이 중요하다. 객체 영상 내에서 주변에 있는 값들은 유사할 것이다. GMM 이나 log 함수를 이용하여 평가하거나 미리 다운 샘플링을 한다면 유사한 색상들이 하나의 색상으로 표현되기 때문에 유사한 색상공간을 찾기가 쉬워진다[8].

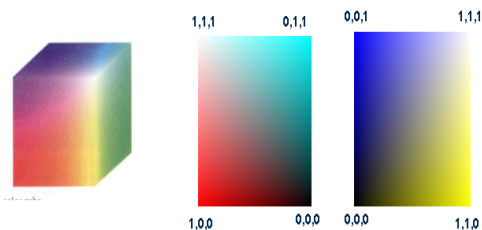
### 3. 제안하는 방법의 설계

#### 3.1 객체 영역의 색상 모델링

입력되는 영상은 24bit RGB 색상 영상이다. RGB 색상 모델은 가장 기본이 되는 색상 모형으로써 [Fig. 1]과 같은 모형을 가진다. 또한 [Fig. 2]와 같이 수많은 색상을 나타낸다. 하지만, 입력되어지는 영상에서 실제로 특정 객체에게 인식되어지는 색상의 수는 많지 않다[9]. 따라서 이러한 특성을 이용하여 색상에 대해 다운 샘플링 과정을 거침으로써 입력되는 영상에서의 색상의 범위를 축소한다.



[Fig. 1] RGB Color Model



[Fig. 2] Representation of the color

본 연구는 객체 영역을 추출하여 변형된 KIMME 알고리즘을 이용하여 Homogenous color와 non homogenous color에 대한 color 모델링을 이용하여 객체 영역을 추출하게 된다. 사용할 색상 공간을 다운샘플링하며 반대의 두 색상 영역에 대한 색상의 범위는 256색상 공간에서 32, 16, 8의 색상공간으로 매핑시켜 사용하며 EM알고리즘과 GMM 알고리즘을 통하여 객체 영역에 대한 후보 영역을 추출한다[10]. 추출된 후보 영역은 연결선과 shape 정보를 이용하여 최종적인 객체의 후보 영역을 선택한다. 보통 원을 검출하는 알고리즘으로 Generl Hough

Transform을 사용하다. 하지만 본 연구에서는 다중해상도기법(multiresolution)을 적용한 영상에서 30 x 30 크기의 영상을 기준으로 하여 객체 후보영역인지를 판단하므로 원의 크기를 알고 있다는 전제하에 KIMME 알고리즘을 이용하여 후보영역을 추출한다[11].

#### 3.2 Homogenous color와 non homogenous color에 대한 모델링

Homogenous Color와 non homogenous color에 해당하는 모델을 생성하기 위해서 각종 이미지 파일을 영상으로부터 얻고 각각의 color space에 대해 값을 저장한다. 영상이 입력되어지면 현재 영상에서의 색상의 분포를 분석한다. 그리고 현 영상에서의 이미지를 나타내는 빈도수별로 저장하여 영상에서 존재하는 영역들에 대하여 필터링한다[12].

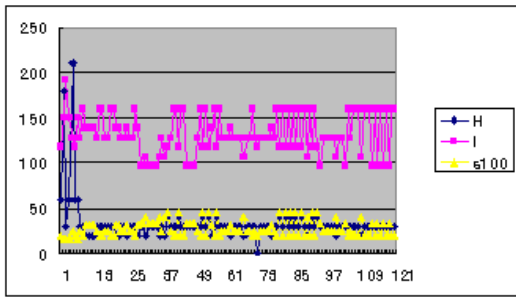
먼저 사용하게 될 영상에서의 색상공간을 32, 16, 8 로서 다운 샘플링을 한다. 실제로 사용되는 색상의 수는 작기 때문에 색상공간에 대해 다운 샘플링 과정을 거침으로써 영역 통합을 위한 경험적 경계값을 지정하는데 효과적이도록 한다[13].

가상의 색상 공간에 대해서 영상에서 특정 객체 영역이 가지는 색상 정보가 어느 색상 영역에 많이 분포하게 되는지를 평가한다. PC 카메라로 입력 받은 영상과 스캔한 사진 영상 20 x 20 크기 150장에 대한 특정 객체 영역이 가지는 색상의 분포를 나타내면 아래의 [Fig. 3]과 같다. 아래의 그림은 경계값의 크기를 8로 했을 때의 결과이다.

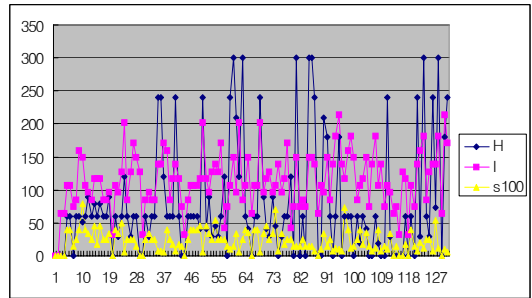
비객체 데이터는 신경망을 통하여 학습을 하는 경우에는 아주 많은 영향력을 미치게 된다. 또한 객체 데이터와 비객체 데이터를 어떻게 배열하느냐에 따라 성능면에서도 결과를 좌우하게 된다. 영상이 입력되어지면 현재 영상에서의 색상의 분포를 분석한다. 그리고 현 영상에서의 이미지를 나타내는 빈도수를 통해 영역들에 대하여 필터링한다[14].

#### 3.3 객체 영역 검출

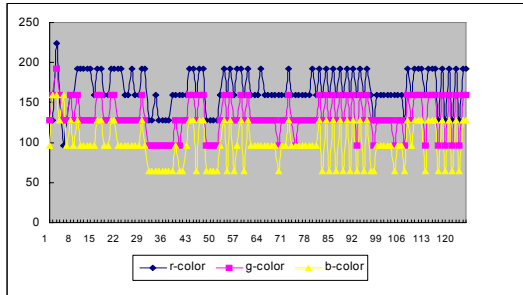
객체 영역을 검출하는 과정은 320X240 픽셀의 크기로 입력된 영상에서 색상을 객체 정보로 사용하여 객체 영역을 추출한다.



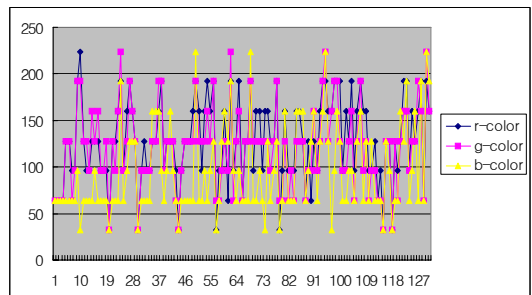
(a) HSI



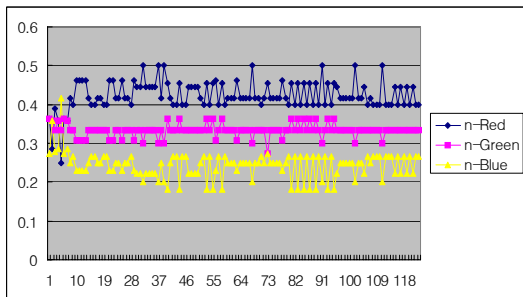
(a) HSI



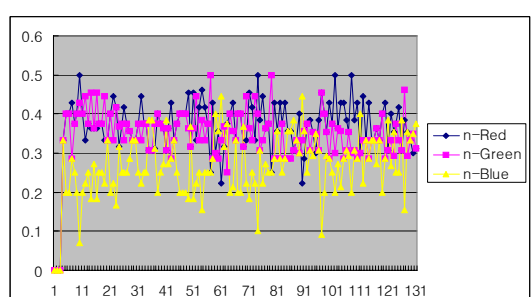
(b) RGB



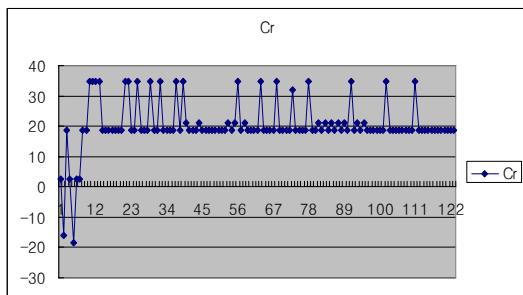
(b) RGB



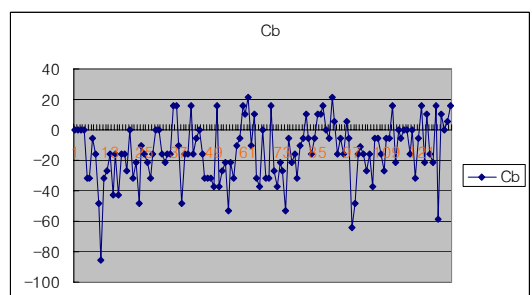
(c) Normalized RGB



(c) Normalized RGB



(d) Cr in the YCbCr color space



(d) Cb in the YCbCr color space

[Fig. 3] The definition of homogenous color

[Fig. 4] The definition of non homogenous color

### 3.3.1 명암도 평활화

오프라인 상에서 객체 영역을 검출하기 위하여 CrCb 값에서 비중을 많이 두진 않지만 명암도에 있어서는 가장 큰 역할을 하는 녹색값으로써 명암도를 균일화한다. 즉 히스토그램 평활화 기법을 좀 더 간단한 방법으로 수행함으로써 보정을 하게 된다.

### 3.3.2 모자이크

객체 영역에 대하여 검색 영역을 줄이기 위하여 Nearest neighbor 보간법을 이용하여 입력 영상의 영역을 감소시킨다. 영상을 크게 하거나 작게 축소하는 역할을 한다. 출력 화소로 생성된 주소에 가장 가까운 원시 화소를 출력 화소로 할당하는 원리를 말한다[15].

$$\begin{aligned} xDes / xSrc &: x \text{ 방향으로의 Resize} \\ yDes / ySrc &: y \text{ 방향으로의 Resize} \end{aligned} \quad (1)$$

### 3.3.3 객체 검출

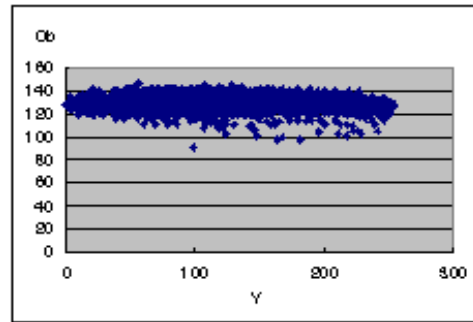
[Fig. 5]와 [Fig. 6]에 기반하여 영상내에서 특정 객체의 색상을 가지는 부분을 검출하는 과정이다. 객체 검출은 [Fig. 8]과 같은 단계로 이루어진다.

먼저 RGB 색상 공간에서 색상의 범위를 아래와 같이 변환한다.

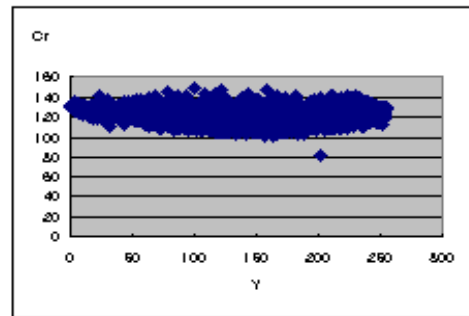
$$\begin{aligned} Y &= 0.3 \times R + 0.6 \times G + 0.1 \times B, \quad 0 \leq Y \leq 255 \\ Cb &= 0.5(B - Y) + 1, \quad 0 \leq Cb \leq 255 \\ Cr &= (R - Y) / 1.6 + 0.5, \quad 0 \leq Cr \leq 255 \end{aligned} \quad (2)$$

먼저 색상으로써 객체 영역을 추출한다. Hue 값만으로 객체 영역의 색상을 검출하는 것은 조명이 있고 없음에 있어서 영향을 받게 된다.

따라서 Cr, Cb 색상 값의 범위와 CrCb 값의 비율을 통해서 픽셀에 대하여 Homogenous color인지 아닌지를 평가한다. 밀집된 영역에 나타나면 객체의 후보영역으로 결정한다. 객체의 색상값의 분포를 살펴보면 다른 색상에 비해 특정 색상의 분포가 많이 나타남을 볼 수 있다. [Fig. 5]와 [Fig. 6]은 Homogenous Color에 대해서 YCrCb 색상 모델로 변환하여 나타낸 것으로 명암도에 따른 Homogenous Color영역을 나타내고 있다.



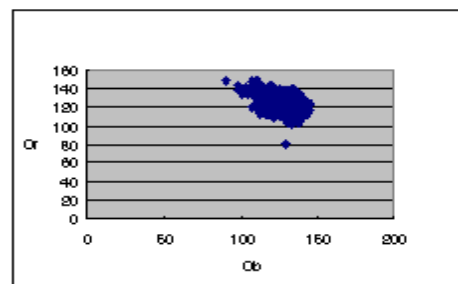
(a)YCb Space



(b)Color distribution on the YCr Space

[Fig. 5] Distribution of color according to the intensity

[Fig. 5]와 [Fig. 6]에서 보듯이 객체 영역에 해당 픽셀을 구성하는 색상값들의 비율로써 객체 영역을 검색한다. 색상값과 영상에서의 색상 값 정보의 비례를 이용하여 객체 영역을 추출한다. 이때 명암도 값에 따른 색상의 값을 반영하기 위하여 [Fig. 3]와 [Fig. 4]의 정보를 이용하여 Y 성분에 대한 Cr, Cb 값의 비율로써 Homogenous Color를 추출한다.



[Fig. 6] Color distribution on the CbCr space

다른 색상의 성분에 대한 값은 명암도에 가장 큰 영향을 주긴 하지만 Homogenous Color를 입증하는 직접적인 모델로 작용하지 않는다.

### 3.3.4 도메인 설정

블록킹을 통하여 객체 영역을 통합하도록 한다. 라벨링을 통하여 나타나는 Homogenous Color에 대한 동일한 색상 영역을 하나로 통합한다. 이때 발생하게 되는 객체 영역의 그늘진 부분이나 가려진 부분의 영역 분할의 문제를 해결하기 위하여 다중 해상도 분해방식을 이용하여 객체 20x20 영역에서 Homogenous Color와 non Homogenous Color를 추출하며 이 값들의 비율로써 객체 영역을 검출하도록 한다.

$$P\left(\frac{P(skin)}{P(nonskin)}\right) > Threshold \quad (3)$$

## 4. 실험 결과

Homogenous color와 non Homogenous color 영역을 기준으로 하여 입력된 영상에서 다중해상도에 의한 영상에서 30 x 30 영역에서 20 x 20 영역의 Homogenous color 영역을 블록킹을 통하여 추출한 결과는 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Object Extraction

Data Types	Accept	Homogenous color Area	Error	Part extraction
Image data 1	150/150	150	3	2
Image data 2	179/180	180	2	
Image data3	147/150	147	5	6

입력된 영상에서 객체 영역인데 Homogenous Color로 지정하지 못하는 경우는 영상 데이터 2개에 대해서만 실패를 하였다. Homogenous color 영역이 아닌 부분을 Homogenous color 영역으로 인정한 경우는 총 10개 영역이다. 오류가 발생한 영상은 라벨링된 객체 영역에서 객체의 크기에 민감하지 않도록 다중 해상도 분석을 통하여 20x20 영역에서의 객체 검증 과정을 수행함으로써 개선하였다. 20x20 영역에서 Homogenous Color 영역의 밀도가 경계값 이상일 경우 객체 영역의 후보영역으로

지정하여 객체 영역을 검출함으로써 라벨링시 통합되지 못하여 객체 영역이 잘못 추출되는 경우 등에 대한 실패를 개선하였다.

어두운 영상, 밝은 영상, 객체의 크기별로 테스트한 결과를 <Table 2>에 나타내었다. Online 상에서의 객체 영역의 추출 결과는 각 프레임마다 객체 영역을 추출한 결과이다. 또한 실시간적으로 객체 영역 검출에도 사용하였으며 색상 모델을 기초로 한 객체에 대한 인식률을 나타내면 다음과 같다.

<Table 2> Object detection using Bayesian methods

Data Types	Object	Non-object
Image data 1	98	97%
Image data 2	179/180	98%
Image data 3	147/150	97%

실험에 사용한 데이터는 객체영상 600 개의 영상을 입력받아 객체에 대한 인식 성능을 평가하였으며, <Table 2>패턴의 입력 노드가 RGB 성분을 모두 가지는 1200개의 입력 노드로 사용하여 인식한 결과이다.

## 5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 적응적 색상 모델을 기초로 한 실시간 객체 추적 알고리즘에 대하여 제안하였다. 정확한 객체 영역의 추출은 인식하고자 하는 성능에도 영향을 미친다. 따라서 특정 객체 영역을 정확하게 추출하기 위한 방법들이 연구되고 있으며 본 논문에서 제안하는 방법은 다른 여러 가지 실험들에서도 증명되고 있다. 본 논문에서는 먼저 색상의 종류를 다운 샘플링하여 도메인을 축소시켰으며 다양한 객체 영역에 대해 명암도에 따른 객체의 Homogenous Color 값을 비교함으로써 객체 영역의 추출 성능을 개선하였다. 다중 해상도 분석을 통하여 Homogenous Color의 밀도를 측정함으로써 객체 영역의 검출 성능을 높일 수 있었다. 객체의 인식 성능을 높이기 위하여 그 객체의 특징점이 정확하게 잘 표현되어질 수 있도록 객체 영역을 검출하는 것이 선행되어야 하며, 이를 위하여 객체의 Shape정보를 이용하여 유사도를 평가할 경우 객체 영상의 벡터화의 과정과 여러 파라미터에 적응적인 임계값들의 설정에 대한 연구가 필요하다. 또

한, 편향 조명 등에 대해서는 색상 정보만으로 객체 검출이 쉽지 않으므로 환경과 주위 조명에 강인한 객체 검출 및 인식 기술에 대한 연구가 개선되어야 할 것으로 평가된다.

## REFERENCES

[1] W. Zhang and G. Cao, Dynamic Convoy Tree-Based Collaboration for Target Tracking in Sensor Networks, *IEEE Transactions on Wireless Communications*, Vol. 3, No. 5, September 2004.

[2] D. R. Kincaid and W. W. Cheney, *Numerical Analysis: the Mathematics of Scientific Computing*, Van Nostrand, 1991.

[3] S. M. LaValle, *Planning Algorithms*, Cambridge University Press, 2006.

[4] Wang and X. Tang, A Unified Framework for Subspace Object Recognition, *IEEE Trans. on PAMI*, Vol. 26, No. 9, pp. 1222-1228, 2004.

[5] S. J. Maybank, A. D. Worrall and G. D. Sullivan, Filter for Car Tracking Based on Acceleration and Steering Angle, *British Machine Vision Conference*, 1996.

[6] C. W. Ng and S. Ranganath, "Real-time Gesture Recognition System and Application," *Image and Vision Computing*, Vol. 20, Issues 13-14, pp. 993-1007, 2002.

[7] D. H. Liu, K. M. Lam, and L. S. Shen, "Illumination invariant object recognition" *Journal of Pattern Recognition*, Vol.38, pp.1705-1716, 2005.

[8] H. Schneiderman and T. Kanade, "Object Detection Using the Statistics of Parts," *Int'l J. Computer Vision*, Vol. 56, No. 3, pp. 151-177, 2004.

[9] Hyun-Chul Kim; Daijin Kim; Sung Yang Bang; "Face recognition using LDA mixture model," *Pattern Recognition, 2002. Proceedings. 16th International Conference on*, 11-15, 8. 2002. pp: 486-489 vol.2

[10] R. Duda, P. Hart, and D. Stork, "Pattern Classification," Second Edition, John Wiley & Sons Publications, New York, 2001.

[11] P. Phillips, "The FERET Database and Evolution Procedure for Object Recognition Algorithms," *Image and Vision Computing*, Vol. 16, No. 5, pp. 295-306, 1999.

[12] J. W. Ko, K. Y. Chung, J. S. Han, "Model Transformation Verification using Similarity and Graph Comparison Algorithm", *Multimedia Tools and Applications*, 2013. Doi: 10.1007/s11042-013-1581-y

[13] Y. Ko, V. Shankarkumar and N. H. Vaidya, Medium Access Control Protocols Using Directional Antennas in Ad Hoc Networks, *IEEE Infocom*, March 1999.

[14] A. Aljadhari and T. F. Znati, Predictive Mobility Support for QoS Provisioning in Mobile Wireless Environments, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications (JSAC)*, Vol. 19, No. 10, October 2001.

[15] V. Kawadia and P. R. Kumar, Power Control and Clustering in Ad Hoc Networks, *IEEE Infocom*, March 2003.

### 강 성 관(Kang, Sung Kwan)



- 2001년 2월 : 인하대학교 컴퓨터공학부 (공학사)
- 2005년 8월 : 인하대학교 정보통신공학과 (공학석사)
- 2006년 9월 ~ 현재 : 인하대학교 컴퓨터정보공학부(박사과정)
- 관심분야 : 컴퓨터 비전, HCI
- E-Mail : kskk1111@empas.com

### 이 정 현(Lee, Jung Hyun)



- 1977년 2월 : 인하대학교 전자공학과(학사)
- 1980년 2월 : 인하대학교 전자공학과(석사)
- 1988년 2월 : 인하대학교 전자공학과(박사)
- 1979년 3월 ~ 1981년 2월 : 한국전자기술연구소 시스템 연구원
- 1984년 3월 ~ 1989년 2월 : 경기대학교 전자계산학과 교수
- 1989년 3월 ~ 현재 : 인하대학교 컴퓨터공학부 교수
- 관심분야 : IT융합기술, 서버일련스, HCI, USN
- E-Mail : jhlee@inha.ac.kr