

# 퍼지기법을 이용한 영상분할 및 물체 추적에 관한 연구

## A Study on Image Segmentation and Tracking based on Fuzzy Method

이민중<sup>1</sup>, 황기현<sup>2</sup>, 진태석<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 부산시 사상구 주례2동 산69-1 동서대학교 지역혁신센터  
E-mail: mnjlee@gdsu.dongseo.ac.kr

<sup>2</sup> 부산시 사상구 주례2동 산69-1 동서대학교 컴퓨터공학부  
E-mail: hwanggh@gdsu.dongseo.ac.kr

<sup>3</sup> 부산시 사상구 주례2동 산69-1 동서대학교 메카트로닉스공학과  
E-mail: jintst@dongseo.ac.kr

### 요 약

최근에 지능형 로봇분야에서 주위 카메라를 기반으로 실시간으로 환경인식 및 물체 추적 등 다양한 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있다. 환경인식 및 물체 추적은 결국 배경과 관심물체를 분리하는 것이라고 볼 수 있는 데, 차 연산을 이용하여 물체의 움직임만을 배경으로 분리하는 방법과 물체인식을 통해 배경으로부터 분리하여 추적하는 방법에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 본 논문에서는 배경과 물체 사이에서 변화하는 색상의 변화를 퍼지기법을 이용하여 물체를 배경과 분리하여 실시간으로 물체를 추적하고자 한다. 실시간 물체 추적을 위해 전체영상에 대한 전역적 탐색을 통해 여러 후보 물체 중 관심물체를 배경에서 추출 후, 추출된 물체의 크기에 따른 지역탐색을 통하여 물체를 추적하는 방법이다. 그리고 본 논문에서는 ARM프로세서를 이용한 카메라시스템을 제작하여 실시간 추적을 실험하였다.

**Key Words** : Color Image Segmentation, Fuzzy Method , ARM Processor

### 1. 서 론

산업자동화 및 정보기술의 급진적 발전으로 인해 카메라로부터 획득한 영상정보를 이용한 물체검출 및 실시간 추적에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 최근에 산업분야 및 군사 분야에서 비전기반 이동로봇, 차량의 자동 항법, 무인감시 시스템 그리고 군사용 유도무기의 목표물 추적 등과 같은 움직이는 물체에 대한 추적 연구가 활발히 진행되고 있다[1]. 이러한 움직이는 물체에 대한 추적은 결국 배경과 관심물체를 분리하는 것이라 볼 수 있는데, 이에 대한 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째 방법은 물체의 움직임만을 배경으로부터 분리하여 추적하는 방법이고, 두 번째 방법은 물체인식을 통해 배경으로부터 물체를 분리하여 추적하는 방법이다. 첫 번째 방법의 핵심은 물체의 움직임 정보를 어떻게 찾아가 하는 것이다. 이러한 방법으로는 간단히 연속된 두 영상의 차를 이용하는 방법과 영상면에서 밝기패턴의 가시적인 운동으로 정의되는 optical flow를 이용하는 방법 등이 있다[2,3]. 그러나 능동

카메라 시스템에서는 배경 또한 움직이므로 차 영상 정보만으로는 물체를 추적 할 수 없다. 그래서 Don Murray와 Anup Basu [4]는 이 부분을 보상하기 위해 카메라의 기하학적 구조와 morphological filtering 및 영상의 edge 정보를 적절히 사용한 물체추적 방법을 제시하였다. 이러한 첫 번째 방법들은 크기, 모양에 상관없이 움직이는 물체는 무엇이든지 추적할 수 있는 장점이 있지만 추적대상이 정확히 정해져 있지 않으므로 이동 물체가 여러 개 일 경우 특정 물체만을 추적하기 어려우며, 능동 카메라 시스템에서는 보상 알고리즘이 필요하여 그 시간만큼 추적이 늦어지는 단점이 있다. 두 번째 방법은 물체인식의 수정된 형태로서 좋은 인식률과 속도가 핵심이다.

본 논문에서는 지능제어 알고리즘의 한 기법인 신경회로망을 물체의 색상 및 형태인식 classifier로 사용하였으며 물체의 특징정보 추출 기법으로는 크기, 이동, 회전에 불변하는 Hu가 제시한 invariant moment를 사용하였다 [5-7]. 그리고 2자유도의 pan, tilt가 가능한 능동 카메라 시스템에서 물체를 인식하여 실시간

추적하는 실험을 하였다.

## 2. Fuzzy를 이용한 물체 후보영역추출

하드웨어의 급진적인 발전으로 이진(binary) 및 그레이(gray) 영상처리뿐만 아니라 계산시간이 비교적 많이 소요되는 컬러 영상처리방법들이 많이 사용되고 있다. 물체인식과정에서 물체의 색상정보는 복잡한 배경으로부터 물체를 빨리 분리할 수 있어 인식시간을 상당히 줄일 수 있는 장점이 있다. 일반적으로 color clustering 방법이 색상추출기법으로 많이 사용되고 있다 [8].

그림 1과 같이 컬러영역에서의 관심물체 색깔 분포를 보면 비선형적인 분포를 가지고 있다. 본 논문에서는 비선형 매핑능력이 우수한 퍼지시스템을 이용하여 컬러영상에서 관심물체를 추출하고자 하였다. 관심물체 외곽선의 배경과 비선형적인 컬러 변화를 퍼지시스템을 이용하여 관심물체를 배경과 분리하였다.

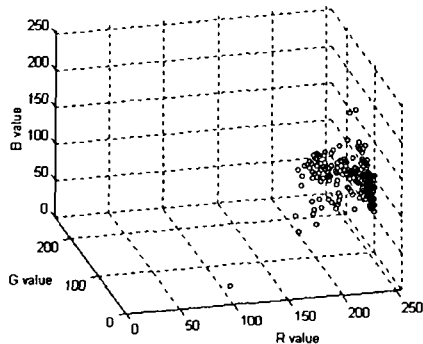


그림 1. 물체색상 RGB 분포도

그림 2은 컬러 카메라의 입력영상으로부터 퍼지시스템을 이용하여 물체후보영역을 추출하는 예제 이미지를 보여주고 있다.

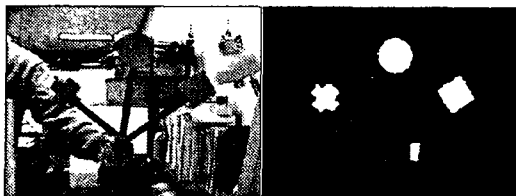


그림 2. 물체후보 영역 추출 영상

## 3. 영역 Labeling

그림 2에서 보듯이 영상에는 물체와 동일한 색상을 가진 후보 영역들이 존재하게 된다. 이러

한 영상에서 관심물체를 찾기 위해서 labeling 알고리즘을 이용하여 각 영역을 구별해야 하며 또한 구별된 영역에서 특징정보를 추출하기 위해 최적의 탐색 영역을 찾아야 한다. 탐색영역을 지정하는 방법으로는 관심물체가 원형이나 정사각형에 가까울 경우 원의 방정식에 의해 간단히 탐색영역을 지정할 수 있으며, 만약 타원형일 경우에는 영역의 2차 모멘트에 의한 영역의 장, 단축 길이정보를 이용하여 탐색영역을 지정할 수 있다.

Labeling 알고리즘은 이진영상 내에서 이웃 화소(pixel)로 뭉쳐있는 영역을 찾아내고, 이러한 영역에 각각의 label를 붙임으로써 영역을 구분하는 방법이다. 또한 잡음제거효과도 함께 얻을 수 있으므로, 원하는 크기의 영역만을 찾아 낼 수가 있다. 예를 들면, 그림 4은 이진 영상이며, labeling 알고리즘을 적용하면, 그림 4와 같이 된다. 여기서 size filtering과정을 통해 잡음을 제거하면 그림 5는 같은 이미지를 얻을 수가 있다.

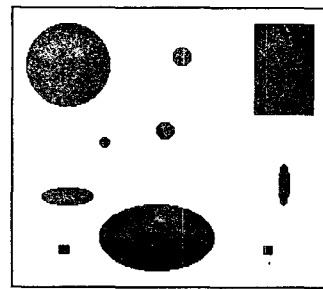


그림 3. 이진 영상

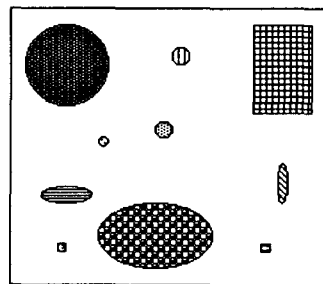


그림 4. 레이블링된 이미지

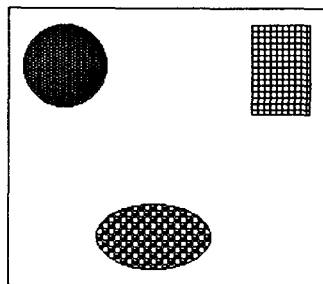


그림 5. 잡음제거 이미지

#### 4. 물체 추적

움직이는 물체에 대한 추적은 영상으로부터 물체와 배경을 분리하는 것으로 볼 수 있다. 이러한 물체 추적 방법으로는 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 물체의 움직임만을 배경으로부터 분리하는 방법이고, 다른 하나는 물체인식의 수정된 형태로서 물체를 연속적으로 인식하면서 추적하는 방법이다.

본 논문에서는 후자의 방법을 사용하고 있으며, 물체의 색상뿐만 아니라 형태까지 인식하여 물체를 추적하고자 한다. 실시간 추적이 가능하기 위해서는 물체를 인식하는 시간이 빨라야 한다. 그래서 전역탐색을 통해 여러 후보 물체 중 관심물체를 인식하면 지역탐색을 통해 탐색영역 안에 있는 관심물체만을 인식하여 추적하게끔 하였다. 본 논문에서는 영상의 중심과 관심물체 중심의 차를 PID 제어기의 입력 오차(error)로 사용하여 오차가 0이 되는 방향으로 pan과 tilt를 구동시켜 물체를 실시간 추적하게끔 하였다.

여러 물체 중 관심물체를 인식하고 나면 중심 위치를 찾아서 물체를 추적해야 한다. 본 논문에서는 비교적 영상처리 시간이 오래 걸리는 전역탐색을 통해서 관심물체를 찾기만 하고, 물체가 발견되면 처리시간이 얼마 걸리지 않는 지역탐색을 통해 물체를 인식한 후, 중심 위치를 찾아서 실시간 추적하게끔 하였다. 이러한 추적방법에 대한 예를 그림 6을 통해 설명하도록 하겠다. 그림 6에서 첫 번째와 두 번째 이미지는 전역탐색을 통해 물체의 후보영역 추출과 탐색 영역을 지정하여 인식 classifier를 통해 원형 물체만을 인식한 것을 보여주고 있다.

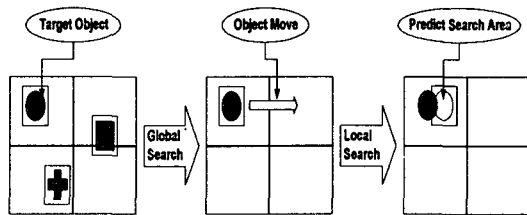


그림 6. 전역탐색 및 지역탐색

#### 5. 물체인식 및 추적 실험결과

본 논문에서는 물체인식 및 추적을 위해서 그림 7과 같이 필립스사의 saa7111ah 엔코딩칩과 인텔사의 pxa255를 사용하여 CCD카메라에서 출력되는 NTSC신호를 디지털신호로 변환하기 위해 그림 8과 같이 시스템을 제작하였다.

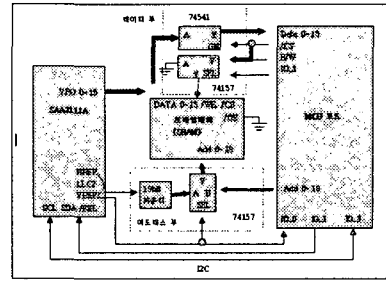


그림 7. Saa7111AH 인터페이스

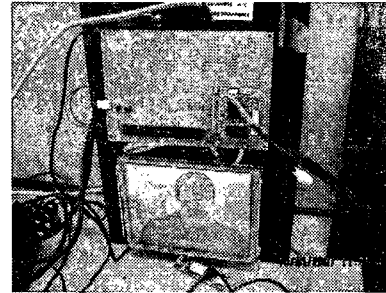


그림 8. 카메라시스템

#### 5.2.1 물체인식 실험결과

본 실험에서는 물체추적을 위해 원형, 사각형, 십자형과 같은 형태가 다른 3가지 종류의 2 차원 물체를 인식하여 추적하는 실험을 하였다.

3종류의 물체에 대하여 각각 실험하였으며, 동일한 색상을 가진 다른 물체를 지나갈 때의 추적실험은 원형물체만을 실험대상으로 하였다. 본 논문에서는 캡처된 추적이미지가 많아서 홀수 번째 이미지만 도시하였으며 나머지 이미지는 생략하였다. 그리고 물체의 중심위치 값과 영상의 중심에 대한 위치오차 값의 변화를 그래프로 나타내었다. 추적그림에서 영상 중심의 파란색 십자 target 표시는 카메라의 중심 지점을 나타내고 있으며, 흰색의 십자 target 표시는 추적 대상의 중심 위치이며, 추적대상 주위의 사각 표시는 지역탐색 영역을 가리킨다. 그리고 그래프에서 좌측은 pixel 값을 나타내며 아래측은 샘플링시간마다 저장된 data 수를 나타낸다.

#### ① 물체 후보영역 추출 및 탐색영역 지정



그림 9. 물체 후보영역 추출 및 탐색영역 지정

② 원형 물체추적



그림 10. 원형물체의 연속추적

연구결과로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

[1] C. Wong, D. Kortenkamp and M. Speich "A mobile robot that recognizes people," *Proceedings of the Seventh International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, pp. 346-353, 1995.

[2] R. M. Haralick and L. G. Shapiro, *Computer and Robot Vision*, vol. 1, 2, Addison Wesley, 1993.

[3] K. Chaudhury, R. Mehrotra and C. Srinivasan, "Detecting 3d flow," *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pp. 1073-1078, 1994.

[4] D. Murray and A. Basu, "Motion tracking with an active camera," *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 16, pp. 449-459, 1994.

[5] C. T. Lin and C. S. George Lee, *Neural Fuzzy Systems*, Prentice-Hall, 1996.

[6] A. McAulay, A. Coker and K. Saruhan, "Effect of noise in moment invariant neural network aircraft classification," *Proceedings of NAECON*, pp. 743-749, 1991.

[7] Ioannis Pitas, *Digital Image Processing Algorithms*, Prentice-Hall, 1995.

[8] R. Kjeldsen and J. Kender, "Finding skin in color images," *Proceedings of the Second International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, pp. 312-317, 1996.

7. 결론

본 논문에서는 빠른 물체인식을 통한 실시간 추적을 위해 전역탐색 방법과 지역탐색 방법을 제안하였다. 본 논문의 물체인식 과정은 먼저 물체의 색상정보를 이용하여 후보영역을 추출하고 labeling과 탐색영역 지정 방법을 통해 각 후보영역에 대하여 최적의 탐색영역을 찾아서 특징정보를 추출하고 인식 classifier를 통해 관심물체를 찾게 된다. 이러한 인식과정은 전역탐색에 해당되며 지역탐색은 전역탐색을 통해 인식된 물체의 크기에 따른 탐색영역을 통해 특징정보를 추출하여 인식하게 된다. 따라서, 지역탐색은 전역탐색에 비해 물체인식 속도가 매우 빠르므로 지역탐색 방법에 의해서만 물체를 추적하게끔 하였고, 실험 결과 빠른 인식을 통한 실시간 추적이 가능하였다. 그리고 비선형 매핑능력이 우수한 신경회로망을 이용함으로써 어느 정도의 조명변화에도 강인한 색상추출성능을 얻을 수 있었으며 또한 이동, 크기, 회전에 불변하는 invariant moment를 특징정보 추출 기법으로 적용하여 신경회로망을 통해 물체 인식률을 높일 수 있었다. 그리고 간단한 선형 예측 식을 통해 물체를 보다 빨리 추적할 수 있음을 실험을 통해 확인 할 수 있었다.

본 연구는 2차원의 물체를 인식하여 추적하는 것을 목적으로 하기 때문에 물체 정면이 항상 카메라 앞에 위치해야 하는 문제점이 있다. 따라서 향후과제로서 이러한 문제점을 해결하기 위해 방안으로 3차원의 물체를 인식하여 추적하는 방법이 있겠으며 또한 2차원 물체의 국부적인 특징정보만으로도 물체를 인식하여 추적하는 방법도 들 수 있겠다.

감 사 의 글

본 논문은 산업자원부의 지역혁신센터의