

퍼지기법을 이용한 영상분할 및 물체추적에 관한 연구

A Study on Image Segmentation and Tracking based on Fuzzy Method

이민중*, 진태석**, 황기현***

Min-Jung Lee, Gi-Hyung Hwang and Tae-Seok Jin

* 동서대학교 지역혁신센터

** 동서대학교 메카트로닉스공학과

*** 동서대학교 컴퓨터공학부

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 실시간으로 영상분할을 실험하였다.

키워드 : Color Image Segmentation, Fuzzy Method , ARM Processor

Abstract

In recent years there have been increasing interests in real-time object tracking with image information. This dissertation presents a real-time object tracking method through the object recognition based on neural networks that have robust characteristics under various illuminations. This dissertation proposes a global search and a local search method to track the object in real-time. The global search recognizes a target object among the candidate objects through the entire image search, and the local search recognizes and track only the target object through the block search. This dissertation uses the object color and feature information to achieve fast object recognition. The experiment result shows the usefulness of the proposed method is verified.

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

1. 서 론

최근 IT·센서·제어기술의 발전과 더불어 듣기 위주의 생활에서 보기 위주의 생활로 바뀌어 가고 있다. 하드웨어의 발전으로 이전보다 훨씬 많은 데이터양의 처리도 가능하게 되었고 인터넷이 사용되는 곳에서는 어디서든지 정보를 얻을 수 있으며, 또한 이 정보들도 텍스트만의 정보에서 음향과 동영상의 정보로 바뀌어 가고 있다. 이런 정보들을 이용한 시스템들을 주위에서 많이 접할 수 있다. 예를 들어, 대부분의 대형빌딩에서는 내·외부에 CCD카메라를 이용하여 영상 정보에 바탕을 둔 방법·보안 시스템이 설치되어 있다. 보안이 필요한 곳이나 범죄가 일어 날만한 곳에 설치되어 자체 중앙통제실과 연결하여 24시간 CCD카메라에서 보여지는 영상을 기록하고 감시한다.

그러나 방법·보안 시스템을 구축하려면 적잖은 비용과 새로운 시설을 만들어야만 한다. 설치 후에도 단지 영상을 기록할 뿐 영상으로부터 정보 데이터를 획득하거나 특정 데이터를 처리하는 영상처리기술(image analysis technique)을 이용하지 못하는 경우가 대부분이다.

또한 CCC 카메라로부터 획득한 영상정보를 이용한 물체 검출 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].

실시간으로 움직이는 물체를 추적하기 위해서는 여러 단계의 영상처리단계를 필요로 하지만 가장 기본이 되면서 중요한 단계는 영상분할이다. 일반적으로 영상분할은 이미지 프로세싱에서 가장 많이 사용되는 단계로 획득한 영상배경에서 관심부분을 분리하는 하나의 과정이다. 이러한 영상분할 과정을 통하여 보다 높은 수준의 영상인식분야로 넘어갈 수 있다[2-5].

영상분할에 대한 연구는 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫

접수일자 : 2007년 4월 1일

완료일자 : 2007년 6월 2일

감사의 글 : 본 연구는 산업자원부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

번째 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 찾는지 하는 것이다. 이러한 방법으로는 간단히 연속된 두 영상의 차를 이용하는 방법과 영상면에서 밝기패턴의 가시적인 운동으로 정의되는 optical flow를 이용하는 방법 등이 있다[6,7]. 그러나 능동 카메라 시스템에서는 배경 또한 움직이므로 차 영상 정보만으로는 물체를 추적 할 수 없다. 그래서 Don Murray와 Anup Basu [8]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 실시간 물체 추적을 위해서 지능제어 알고리즘의 한 기법인 퍼지추론을 물체의 색상 및 형태인식 classifier로 사용하였으며 물체의 특징정보 추출 기법으로는 크기, 이동, 회전에 불변하는 Hu가 제시한 invariant moment를 사용하였다[9-11]. 그리고 모양에 따른 관심물체에 대한 영상분할을 위해서 각 모양에 따른 모멘트를 신경회로망으로 학습시킨 뒤에 사용하였다[12]. ARM 프로세서를 이용한 독립형 카메라 시스템을 직접 제작하여 영상처리를 수행하였다.

2. 컬러공간

하드웨어의 급진적인 발전으로 이진(binary) 및 그레이(gray) 영상처리뿐만 아니라 계산시간이 비교적 많이 소요되는 컬러 영상처리방법들이 많이 사용되고 있다. 컬러영상은 흑백영상에 비교하여 훨씬 많은 정보를 가지고 있으며, 멀티미디어 시대를 맞이하여 휴대폰, 디지털 TV, 게임 등 많은 응용분야에서 컬러영상을 취급하고 있다. 컬러영상은 물체인식과정에서 물체의 색상정보는 복잡한 배경으로부터 물체를 빨리 분리할 수 있어 인식시간을 상당히 줄일 수 있는 장점이 있다.

컬러를 이루기 위해서는 3원색을 적당하게 조합하여 원하는 색이 만들어지며, 색상모델의 좌표는 3원색의 각각이 하나의 축을 이루고 있다. 일반적으로 color clustering 방법이 색상추출기법으로 많이 사용되고 있다[13]. 카메라를 통하여 획득되는 영상의 컬러공간은 RGB, YIQ, HSI, HSV 등이 있으며, 본 논문에서는 HSI와 RGB 모델을 사용하였다. 그림 1은 컬러 영상에 대한 HSI 공간 이미지를 각각 나타내었다.

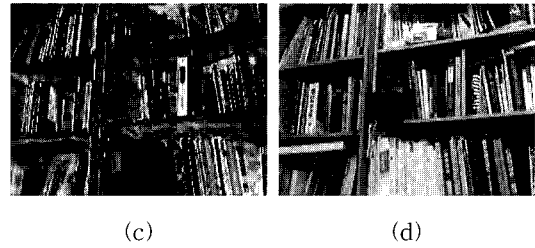
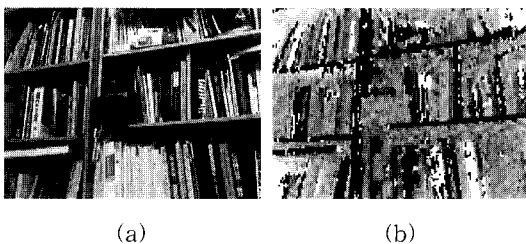


그림 1. HSI 영상표현 : (a) 컬러영상, (b) H 영상, (c) S 영상, (d) I 영상

Fig. 1. Expression of HSI Image : (a) Color Image, (b) H Image, (c) S Image, (d) I Image

컬러영상 그림1-(a)에 대한 그림 1-(b)는 물체가 빛을 받을 때 빛의 파장에 따라 그 거쪽에 나타나는 특유한 빛을 나타내고 있으며 빛의 파장에 따라 나타나는 영역이 달라진다. 그리고 그림 1-(c)는 상의 진하고 엷음을 나타내는 채도를 나타내고 있으며, 그림 1-(d)는 빛의 양을 나타내고 있다. 그리고 그림 2는 RGB공간의 분포도를 나타내었다.

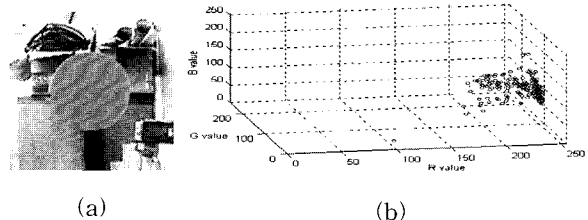


그림 2. 물체색상 RGB 분포도: (a)관심물체, (b) 분포도
Fig. 2. RGB distribution of object color: (a)Object, (b) Distribution

그림 2와 같이 관심물체의 색값분포는 비선형적인 분포를 가지고 있지만 급격한 조명 변화가 없다고 생각하면 관심물체의 중심부에는 같은 색깔이 모여 있고, 물체의 끝 부분으로 옮겨갈수록 주변 배경색의 영향을 받아서 색깔의 분포가 퍼지는 현상을 볼 수 있다.

3. 퍼지기법을 이용한 물체 후보영역 추출

본 논문에서는 실시간 물체 추적을 위하여 비선형 매핑 능력이 우수한 퍼지기법을 이용하여 컬러영상에서 관심물체를 추출하고자 한다. 물체 후보영역을 추출하기 위해서 2단계의 과정을 거쳐 실시간으로 후보영역을 추출하였다.

3.1 물체색상의 평균치를 이용한 Seed값 구하기

그림 2와 같이 관심 물체색상은 조명이 일정하다고 가정할 때, 물체의 중심부에는 같은 색깔이 집중되어 있으며, 물체의 가장자리로 갈수록 주변 색깔 및 조명의 간섭을 받고 있음을 알 수 있다.

그러므로 본 논문에서 실시간으로 물체 후보영역 추출을 위한 영상분할을 수행하기 위해서 물체색상을 식(1)과 같이 값을 RGB 데이터를 정규화 하였다.

$$\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = \frac{1}{255} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

정규화된 RGB 데이터에서 물체가 가지고 있는 색의 평균 값을 오프라인으로 구하여 영상분할을 위한 Seed값으로 설정하였다. 정규화된 RGB 데이터에서 물체의 평균값을 구하기 위해서 각 영역의 중심위치에 대해서 간단히 원의 방정식을 이용하여 반경 r 에 대한 탐색영역을 지정하여 크기를 식(2)와 (3)같이 지정하였다.

$$x_c = \frac{1}{A} \sum_{(i,j) \in R} i, y_c = \frac{1}{A} \sum_{(i,j) \in R} j \quad (2)$$

$$r = \sqrt{\frac{Area}{\pi}}, Search\ Area = (2*(r+5))^2 \quad (3)$$

여기서, R 은 영역을 말하며, A 는 영역의 총 픽셀수, x_c 와 y_c 는 영역의 센터를 나타낸다.

3.2 퍼지기법을 이용한 영상분할

본 논문에서는 비선형 개핑 능력이 우수한 퍼지 시스템을 이용하여 컬러영상에서 관심물체를 추출하고자 하였다.

실시간 영상분할을 위해서 오프라인으로 구한 RGB Seed 값을 식(4)와같이 HSI 변환을 수행하였다.

$$\begin{aligned} H &= \arctan\left(\frac{\sqrt{3}(G+B)}{2R-G-B}\right) \\ S &= 1 - \min\{R, G, B\}/I \\ I &= (R+G+B)/3 \end{aligned} \quad (4)$$

HSI Seed값을 기준으로 하여 식(5)와 같이 영상의 각 픽셀에 대한 거리를 구하였다.

$$\begin{aligned} d_H &= \begin{cases} |H_i - H_{seed}| & \text{if } |H_i - H_{seed}| \leq \pi \\ 2\pi - |H_i - H_{seed}| & \text{if } |H_i - H_{seed}| > \pi \end{cases} \\ d_S &= |S_i - S_{seed}| \\ d_I &= |I_i - I_{seed}| \end{aligned} \quad (5)$$

여기서, d_H, d_S, d_I 는 HSI공간에서의 거리를 나타낸다.

본 논문에서는 관심 물체의 영상분할을 위해서 식(5)에서 구한 HSI공간의 거리값을 퍼지입력으로 사용하였다.

4. Labeling

영상에는 물체와 동일한 색상을 가진 후보 영역들이 존재하게 된다. 이러한 영상에서 관심물체를 찾기 위해서 labeling 알고리즘을 이용하여 각 영역을 구별해야 하며 또한 구별된 영역에서 특징정보를 추출하기 위해 최적의 탐색 영역을 찾아야 한다.

4.1 Labeling

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.

그림 3-(a)는 이진 영상을 나타내고 있으며 여기에 labeling 알고리즘을 적용하면 그림 3-(b)와 같이 된다. 여기서 size filtering과정을 통해 잡음을 제거하면 그림 3-(c)와 같은 이미지를 얻을 수가 있다.

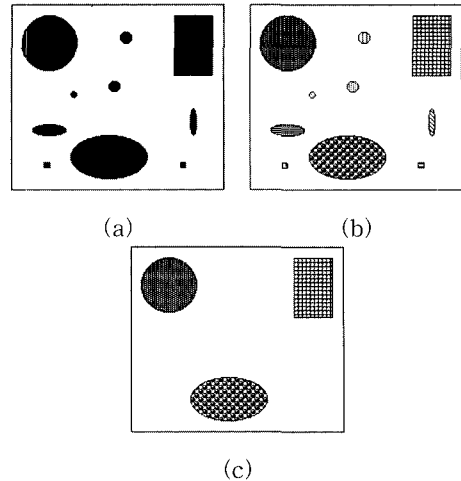


그림 3. 라벨링 : (a)이진이미지, (b)레이브된 이미지, (c)잡음제거이미지
Fig. 3. Labeling : (a)binary Image, (b)labeled Image, (c)Noise filtered Image

본 논문에서는 컬러 입력영상이 물체후보영역을 추출하는 퍼지 시스템에 의해 이진영상으로 변환되고, 이진영상에 대해 labeling 알고리즘을 적용한 후, size filtering을 통해서 관심물체의 영역보다 훨씬 작거나 큰 영역을 잡음으로 간주하여 제거시킨다.

4.2 탐색영역지정

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.

본 논문에서는 실시간으로 영상을 추적하기 위해서 Labeling 과정에서 최적의 탐색영역을 지정하여 원하는 크기의 후보영역을 지정하고자 한다. 탐색 영역은 타원형으로 설정하고, 타원에 대한 2차 모멘트(central moment)를 구하여 장, 단축의 길이를 구한 다음에 장, 단축의 관계에 의해 최적의 탐색영역을 정하였다.

영역의 2차 모멘트에 의한 장, 단축을 구하는 식은 다음과 같다.

$$M_{xx} = \frac{1}{A} \sum_{(x,y) \in R} (x - x_c)^2 \quad (6)$$

$$M_{yy} = \frac{1}{A} \sum_{(x,y) \in R} (y - y_c)^2 \quad (7)$$

$$M_{xy} = \frac{1}{A} \sum_{(x,y) \in R} (x - x_c)(y - y_c) \quad (8)$$

$$L_{max} = 2\sqrt{2} \sqrt{M_{xx} + M_{yy} + \sqrt{(M_{yy} - M_{xx})^2 + 4M_{xy}^2}} \quad (9)$$

$$L_{min} = 2\sqrt{2}\sqrt{M_{xx} + M_{yy} - \sqrt{(M_{yy} - M_{xx})^2 + 4M_{xy}^2}} \quad (10)$$

여기서, M_{xx}, M_{xy}, M_{yy} : 2차모멘트(central moment)
 L_{max}, L_{min} : 장축, 단축의 길이.

4.3 특징정보추출

관심물체를 인식하기 위해서 그 물체에 대한 특징정보를 알아야 한다. 따라서 각 영역에 대한 탐색영역이 정해지면 영역 탐색을 통해서 특징정보를 추출하는 작업이 필요하다. 일반적으로 컬러영상에서 물체의 형태는 움직임에 따라 크기, 회전, 이동변화가 심하므로 물체의 변하지 않는 특징정보를 추출해야 한다. 본 논문에서는 물체인식을 통한 실시간 추적을 위해 이동, 회전, 크기 변화에 강인하고 특징정보 수가 적으면서도 물체를 잘 표현할 수 있는 invariant moment를 이용하여 특징정보를 추출하였다. 일반적으로 2차원의 연속함수에 대한 (p+q)차 모멘트는 다음 식과 같다[9-11].

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q g(x, y) dx dy \quad (11)$$

만약 $g(x,y)$ 가 연속이고 x-y 평면상의 유한영역 내에서 0 이 아닌 값을 가진다면 모든 차수의 모멘트가 존재할 것이다. 그러나 입력영상은 연속적이 아니라 이산(discrete)적이므로 각각의 후보영역에 따른 탐색영역을 $f(x,y)$ 라고 할 때 (p+q)차 moment는 식(12)과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$m_{pq} = \sum_x \sum_y x^p y^q f(x, y) \quad (12)$$

여기서, $p, q=0,1,2,\dots$

그리고 식(12)으로부터 central moment는 아래와 같은 식으로 나타내게 된다.

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) \quad (13)$$

여기서, $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$ and $\bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$

3차까지의 central moment를 사용하므로 식(14)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \mu_{00} &= m_{00} = \mu & \mu_{10} &= \mu_{01} = 0 \\ \mu_{20} &= m_{20} - \mu^2 \bar{x}^2 & \mu_{11} &= m_{11} - \mu \bar{x} \bar{y} \\ \mu_{02} &= m_{02} - \mu^2 \bar{y}^2 \\ \mu_{30} &= m_{30} - 3m_{20}\bar{x} + 2\mu \bar{x}^3 \\ \mu_{21} &= m_{21} - m_{20}\bar{y} - 2m_{11}\bar{x} + 2\mu \bar{x}^2 \bar{y} \\ \mu_{12} &= m_{12} - m_{02}\bar{x} - 2m_{11}\bar{y} + 2\mu \bar{x} \bar{y}^2 \\ \mu_{03} &= m_{03} - 3m_{02}\bar{y} + 2\mu \bar{y}^3 \end{aligned} \quad (14)$$

5. 실시간 영상탐색

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.

여러 물체 중 관심물체를 인식하고 나면 중심위치를 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, 중심위치를 찾아서 실시간 추적하게끔 하였다. 그림 4는 전역탐색 및 지역탐색을 나타내었다.

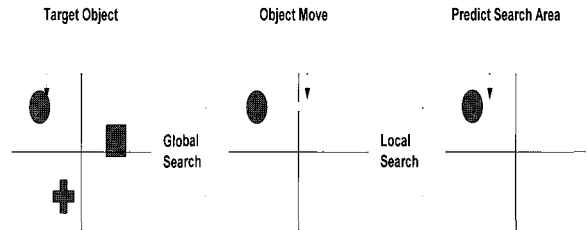


그림 4. 전역탐색 및 지역탐색
 Fig. 4. Global and local search

6. 물체인식 실험결과

6.1 카메라시스템

본 논문에서는 카메라 시스템을 독립적으로 구동시키기 위해서 인텔사의 PXA255보드와 필립스사의 SAA7111AH칩을 이용하여 독립적으로 구동되는 카메라시스템을 제작하였다. 카메라시스템의 구성도는 그림 5와 같다. 그림 5에서 CCD 카메라에서 출력되는 NTSC신호를 디지털 신호로 변환시키기 위해서 필립스사의 NTSC 엔코딩 칩을 사용하였고, 영상알고리즘을 동작시키기 위해서 PXA255칩이 내장된 FA리눅스사의 EZ-X5를 이용하였다. 그리고 컴퓨터는 MCU 보드에서 전송되는 영상지장 및 표시만을 수행하였다. 본 연구에서 제작한 카메라 시스템을 그림 6에 나타내었다.

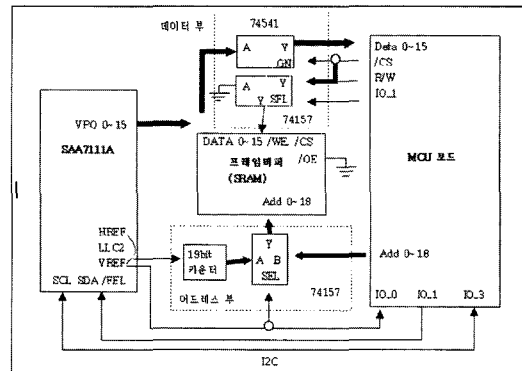


그림 5. ARM 프로세서를 이용한 카메라시스템 구성도
 Fig. 5. Block Diagram for camera system based on Arm processor

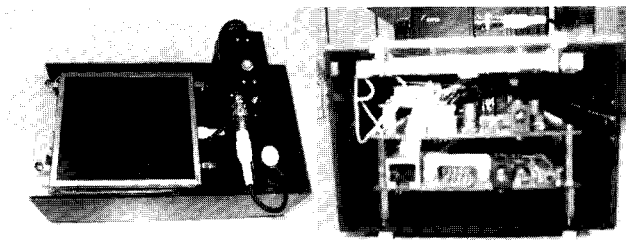


그림 6. ARM 프로세서를 이용한 카메라시스템
Fig. 6. Camera system based on Arm processor

6.2 영상분할 실험결과

본 실험에서는 원형, 사각형, 십자형과 같은 형태가 다른 3 가지 종류의 2 차원 물체를 인식실험을 수행 하였다.

그림 7은 3가지 다른 종류에 대한 오프라인 방법으로 영상 후보영역 추출 영상을 나타내었다. 같은 색상에 대하여 실험을 하기 위해서 원형물체에 대하여 Seed값을 구하여 실험을 하였으며, 그림 7에서와 같이 같은 종류의 색상에 대하여 영상분할이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

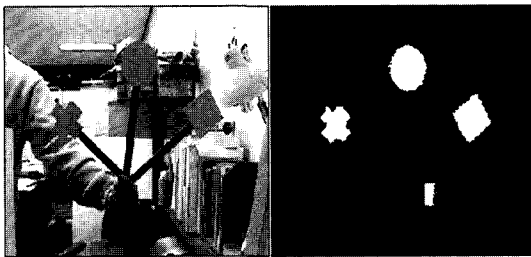


그림 7. 물체후보 영역 추출 영상
Fig. 7. Extracted image of object candidate

그림 8은 ARM프로세서가 탑재된 EZ-X5보드를 이용하여 제작한 영상보드를 이용하여 실시간으로 전역탐색을 통한 관심물체 획득에 대한 실험 결과 이다.

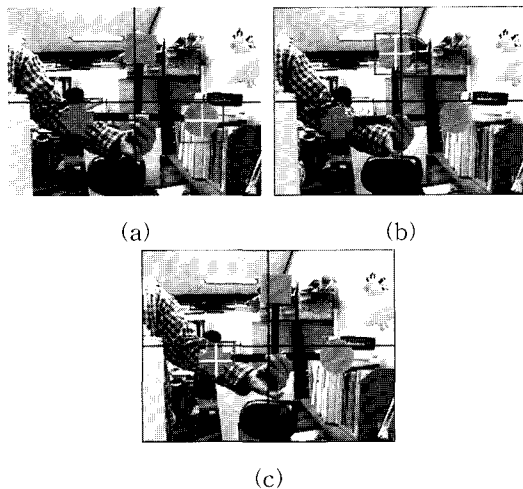


그림 8. 실시간 물체후보 영역 추출 영상
Fig. 8. Extracted image of object candidate with On-line Method

그림 8과 같이 실시간으로 전역탐색을 통하여 영상분할 시간은 360msec에서 400msec시간이 소요되었다. 기존의 컴퓨터를 기반으로 수행하는 시간에 비하여 많은 시간이 소비 되는 것을 알 수 있었다.

7. 결 론

본 논문에서는 기존의 컴퓨터 기반의 영상처리가 아닌 메모리의 제약과 계산처리 능력의 제약을 갖는 마이크로프로세서를 이용하여 독립적으로 영상처리를 수행 할 수 있는 영상 처리보드를 개발하고자 하였다. 그리고 마이크로프로세서에서 기존의 영상처리알고리즘을 수행하고자하면 많은 메모리가 필요하고, 또한 복잡한 계산이 많이 요구되므로 본 논문에서는 지능기법을 이용하여 쉽게 영상처리를 수행 할 수 있도록 하였다.

본 논문에서는 영상처리보드를 개발하기 위해서 1차적으로 실시간 영상분할을 수행하고자 하였으며, 실험에서 관심 물체의 모양에 따른 영상분할은 신경회로망을 이용하여 원형, 사각형, 십자형에 대하여 학습을 통하여 관심물체형태에 대한 검색을 수행 하였다.

향후과제

PXA255를 이용한 ARM프로세서를 사용하였을 때, 실시간 영상처리를 위한 계산과정에서 많은 지연요소가 발생하고 또한 영상처리보드 크기도 상대적으로 크므로 향후 영상처리 전용칩을 이용하여 보다 컴팩트한 보드를 개발하고자 한다. 그리고 관심물체를 분할하기 위한 보다 간단한 알고리즘에 대한 고찰이 필요하다.

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] J.M. Fuertes, M. Lucena, N. Perez de la Blanca and J. Chamorro-Martinez, □□A scheme of colour image retrieval from databases, □□Pattern Recognition Letters, Vol. 22, pp. 323-337, 2001.
- [3] L. Salgado, N. Garcia, J.M. Menendez and E. Rendon, □□Efficient image segmentation for recognition-based motion estimation and compensation □□Proc. IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 10, No. 7, pp. 1029-1039, 2000.
- [4] J. Bruce, T. Blach and M. Veloso, □□Fast and inexpensive color image segmentation for interactive robots, □□Proc. IEEE Inter. Conf. on Intelligent Robots and Systems, Vol. 3, pp.2061-2066, 2000.
- [5] E. Natonek, □□Fast range image segmentation

for serving robots, □□Proc. IEEE Inter. Conf. on Robotics and Automation, Vol. 1, pp. 406-411, 1998.

- [6] R. M. Haralick and L. G. Shapiro, Computer and Robot Vision, Vol. 1, 2, Addison Wesley, 1993.
- [7] K. Chaudhury, R. Mehrotra and C. Srinivasan, □□Detecting 3d flow, □□IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1073-1078, 1994.
- [8] 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.
- [9] C. T. Lin and C. S. George Lee, Neural Fuzzy Systems, Prentice-Hall, 1996.
- [10] A. McAulay, A. Coker and K. Saruhan, □□Effect of noise in moment invariant neural network aircraft classification, □□Proceedings of NAECON, pp. 743-749, 1991.
- [11] Ioannis Pitas, Digital Image Processing Algorithms, Prentice-Hall, 1995.
- [12] 최동선, 이민중, 최영규, □□신경망을 이용한 칼라물체 인식 및 실시간 추적, □□2001년 제16회 한국자동제어학술대회 논문집, 10월, 2001.
- [13] 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.



진태석(Tae-Seok Jin)

1998년 : 진주산업대 전기공학과 졸업.
 2000년 : 부산대학교 대학원 전자공학과 석사
 2003년 8월 : 동 대학원 공학박사
 2004년~2005년 : 동경대학 생산기술연구소 Post-Doctor 및 전임연구원.

2006년~현재 : 동서대학교 메카트로닉스 공학과 전임강사

관심분야 : 센서네트워크, 다중센선융합, 이동로봇 주행제어, 다관절로봇, 지능제어

Phone : +82-51-320-1541
 Fax : +82-51-320-1751
 E-mail : jints@dongseo.ac.kr



황기현(Gi-Hyun Hwang)

1994년 : 경성대 전기공학과 졸업.
 1996년 : 부산대학교 대학원 전기공학과 공학석사
 2000년 : 동 대학원 공학박사
 2004년~현재 : 동서대학교 컴퓨터공학부 조교수

관심분야 : 지능시스템, 유전알고리즘, RFID, 스마트홈

Phone : +82-51-320-1938
 Fax : +82-51-320-1940
 E-mail : hwanggh@gdsu.dongseo.ac.kr

저 자 소개



이민중(Min-Jung Lee)

1996년 : 부경대 전기공학과 졸업.
 1998년 : 부산대학교 대학원 전기공학과 석사
 2001년 : 동 대학원 공학박사
 2001년~2002년 : 부산대학교 전기공학과 Post-Doctor

2005년~2006년 7월 : 경남테크노파크 경남거점로봇센터 책임연구원

2006년~현재 : 동서대학교 지역혁신센터 연구교수

관심분야 : 지능제어, 비선형제어, 이동로봇, 휴머노이드, 머신비전, 인공지능

Phone : +82-51-320-1936
 Fax : +82-51-320-1940
 E-mail : mnjlee@gdsu.dongseo.ac.kr