

# 서비스 로봇의 거리측정에 적용하기 위한 단일 카메라 시스템의 개발

## Development of One Camera System for Distance Detection of Service Robots

신 명 준\*, 손 영 익\*\*, 김 갑 일\*\*\*  
(Myong-Jun Shin, Young-Ik Son, Kab-Il Kim)

**Abstract** - The distance between objects and a service robot can be measured by stereo vision system, but the two cameras need the same number of image grabber boards. In this paper, an approach to measure the distance is presented by using one camera which moves horizontally via motor position control. Images are captured at two different places where we know, and distance calculation is performed with the images and the camera position data. With a simple algorithm the proposed system requires only one image grabber board and no camera sequence controls are necessary, which reduces the system costs.

**Key Words** : 서비스로봇, 거리측정, 스테레오기법, 비전시스템

### 1. 서 론

스테레오 비전시스템은 두 대의 카메라를 이용하여 물체의 거리를 측정할 수 있다.[1] 일정한 위치에 고정된 두 대의 카메라로부터 영상을 얻어오기 때문에 고속의 영상처리가 가능하다. 그러나 두 대의 카메라로부터 각각의 영상을 얻기 위해서 두 개의 영상캡처보드가 필요하다. 따라서 비용이 상승하고 두 대의 카메라에 대한 시퀀스 제어가 필요하다.

본 논문에서는 하나의 카메라와 모터제어를 사용하여 물체의 거리를 측정하는 시스템에 대하여 기술하고 있다. 모터제어를 통해 원하는 위치로 카메라를 이동시키고 각 위치에서의 영상처리를 통해 물체의 거리를 측정한다. 카메라가 특정 위치에 이동할때까지 영상을 받아들일 수 없기 때문에 영상의 프레임수가 떨어진다는 단점이 있으나 서비스로봇과 같이 고속의 영상처리가 필요하지 않은 시스템에 대해 적용이 가능하며 하나의 카메라를 사용하기 때문에 비용이 절감된다는 장점이 있다.

어를 수행한다. 카메라의 위치가 정상상태에 도달하면 DSP 보드는 위치에 도달하였다는 정보를 PC로 보내고 PC는 영상 캡처 보드를 통해 그 위치에서의 영상 정보를 획득하게 된다. 영상정보가 이상없이 획득되었다면 PC는 카메라가 이동할 새로운 위치를 결정하고 시리얼통신을 통해 DSP보드에 데이터를 전송한다. 이렇게 만들어진 각각의 영상은 위치정보를 포함하기 때문에 연산을 통한 물체의 거리측정이 가능해진다.

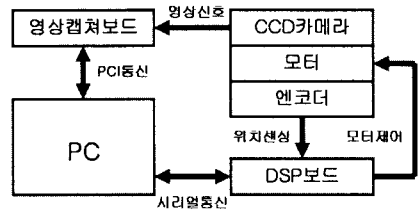


그림 1 단일카메라 시스템의 구조

### 2. 본 론

#### 2.1 단일 카메라 시스템의 구조

단일카메라 시스템의 구조는 그림 1과 같다. PC는 카메라를 이동시킬 위치를 결정하고 시리얼 통신을 통해 DSP보드로 값을 전송한다. DSP보드는 엔코더로부터 카메라의 위치 데이터를 피드백하면서 모터의 위치제어 즉 카메라의 위치제

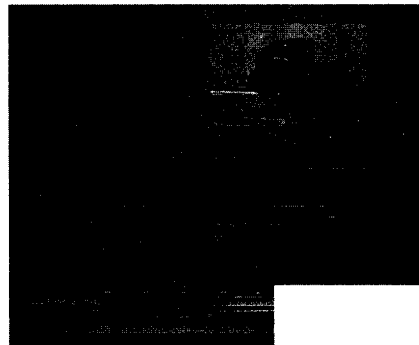


그림 2 단일카메라 시스템

\* 辛 明 俊 : 明知大學校 電氣工學科 碩士課程  
\*\* 孫 瑛 翼 : 明知大學校 電氣工學科 助教授 · 工博  
\*\*\* 金 甲 一 : 明知大學校 電氣工學科 教授 · 工博

## 2.2 단일 카메라 시스템의 특징

본 시스템은 모터제어를 통해 그림 3처럼 카메라 사이의 거리를 P1 또는 P2로 가변할 수 있다. 카메라 사이의 거리가 P2로 고정되어있는 스테레오 비전시스템이 있다고 하자. C 위치에서 물체1의 영상정보를 얻을 수 없기 때문에 물체의 거리연산이 불가능하다. 또한 카메라 사이의 거리가 가깝게 고정되어 있다면 거리 D가 큰 물체에 대해서는 각 카메라의 유사한 위치에 물체의 상이 맺히게 되고, 픽셀의 변화량이 적어 부정확한 거리결과가 나올 수 있다.

반면에 본 시스템은 카메라의 위치제어가 가능하기때문에 가까운 물체는 이동거리를 가깝게 먼 물체에 대해서는 이동거리를 멀리하며 스테레오비전보다 넓은 범위의 거리를 측정할 수 있다.

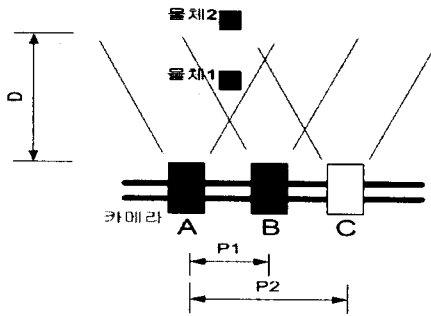


그림 3 단일카메라 시스템의 동작 개념도

## 2.3 단일 카메라 시스템의 위치제어

모터에 의해 카메라는 이동가능한 범위의 어떠한 위치에서도 영상을 획득하는 것이 가능하다. 따라서 스테레오 비전 시스템과는 달리 모터제어가 부가적으로 필요하다.

본 시스템에서는 모터제어용 DSP인 TMS320F2812를 사용하여 그림 4처럼 별도의 제어기를 구성하였다. 모터제어기는 시리얼 통신이 가능하도록 구성되어 있으며 모터의 현재위치를 PC로 전송하거나 PC로부터 카메라의 이동위치값을 수신 받는다. 또한 그림 5에 보이는 엔코더(500p/r)로부터 카메라의 현재 위치를 피드백받고 제어입력을 연산한 후 그림 6에 보이는 DC모터에 전압을 인가하는 기능을 한다. PID제어를 사용하며 자세한 내용은 다른 문헌을 참조하기 바란다.[2][3]

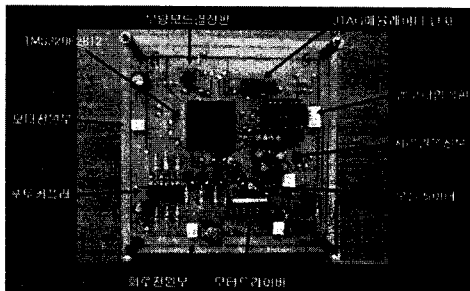


그림 4 DSP프로세서를 이용한 모터 제어기

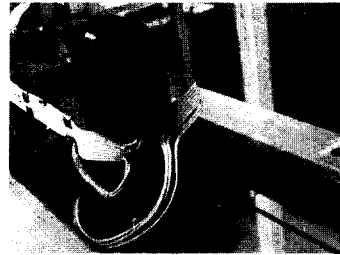


그림 5 엔코더

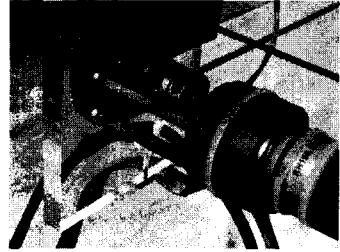


그림 6 DC모터

## 2.4 거리측정 실험

그림 7은 C++Builder를 사용한 모니터링 시스템이다. 현재의 카메라 위치와 연산된 물체의 거리 정보를 실시간으로 디스플레이 한다. 또한 카메라가 이동하기 전에 획득한 영상과 일정거리를 이동한 후 획득한 영상을 모두 표시한다. 텍스트 창에는 실제 연산에 사용될 데이터를 표시함으로써 프로그램의 처리를 확인하도록 구성하였다.[4]

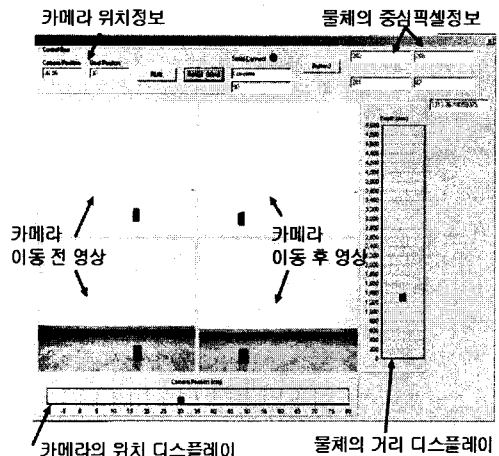


그림 7 모니터링 시스템

본 실험에서는 영상의 향상보다는 물체의 거리를 구하는 것에 주안점을 두고 있기 때문에 주변 환경과 색상 구별이 뚜렷한 물체를 사용하였다. 본 시스템은 이진화 영상을 사용하여 물체의 중심을 구하고 중심값의 X픽셀을 사용하여 물체의 거리를 구한다. 이진화 영상의 불필요한 잡음을 제거하기 위해서 max\_filter, min\_filter등을 사용하였으며 카메라는

30cm를 이동하도록 프로그래밍 하였다.[5] 실험 결과가 표 1에 있다.

실제거리(m)	측정거리(m)
1.40	1.31
1.50	1.47
1.60	1.62
1.70	1.70
1.80	1.84
1.90	1.94
2.00	2.01
2.10	2.18
2.20	2.29
2.30	2.41
2.40	2.51
2.50	2.63
2.60	2.72
2.70	2.81
2.80	2.93
2.90	3.04
3.00	3.18

표 1 거리측정 결과 데이터

본 실험에서는 보다 고속으로 영상처리를 하고 2m이상의 거리를 측정하기 위해 카메라의 이동량을 30cm로 고정하였다. 보다 정밀도를 높이기 위해 기준위치와 15cm 및 30cm에서 획득한 3프레임의 영상을 이용하면 보다 더 정확한 결과를 얻을 수 있음을 쉽게 예상할 수 있다.

### 3. 결 론

본 실험을 통해 하나의 카메라와 모터제어를 이용한 물체의 거리측정이 가능함을 확인하였다. 단일 카메라 시스템은 모터를 제어하는동안 영상을 받아들일 수 없기 때문에 고속의 영상처리를 필요로 하는 어플리케이션에는 적합하지 않다.

그러나 고속영상을 필요로 하지 않는 시스템에는 적용이 가능하고 하나의 카메라와 영상캡처보드를 사용하기 때문에 비용의 절감이라는 장점이 있으며 카메라의 시퀀스제어가 불필요하기 때문에 알고리즘이 간단해진다.

그림 7은 본 시스템이 적용가능하다고 판단되는 안내용 서비스로봇의 구상도이다.

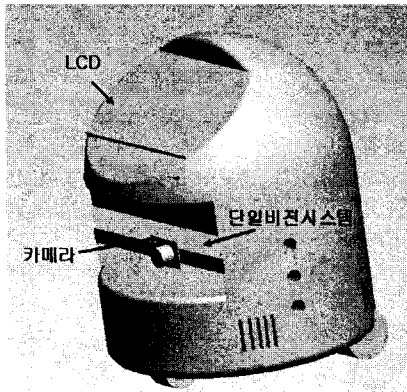


그림 7 서비스 로봇의 구상도

### 감사의 글

본 연구는 과학기술부 / 한국과학재단  
우수연구센터육성사업의 지원으로 수행되었음  
(차세대전력기술연구센터)

### 참 고 문 헌

- [1] K. S. Fu, R. C. Gonzalesz, C. S. G. "Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence", McGraw -Hill, 1987
- [2] Richard C. Dorf, Robert H. Bishop, "Modern Control Systems", Eighth Edition, Pearson Education, 2000
- [3] 백종철, "DSP 하드웨어설계", 싱크웍스, 2004
- [4] 신화선, "IT 백두대간, Direct Show 멀티미디어 프로그래밍" 한빛미디어, 2002
- [5] Rafael C. Gonzalez, Richards E. Woods, "Digital Image Processing", Prentice Hall, 2003