

영상추적 로봇 암 시스템

호남대학교 전자과
정 윤 용, 최 승 진, 현 웅 근

Robot manipulator Visual servoing system

Electronics Engineering of Honam University
Yun Yong Jeong , Seung Jin Choi, Woong Keun Hyun

Abstract - The purpose of this project is to develop the visual servoing system with 5d.o.f robot manipulator. For this, we developed robot manipulator by using 5 serial RC motors and the visual system is also developed by using low cost USB CCD camera. RISC MPU ATMEGA128 is main controller MPU for the robot manipulator. To control the manipulator Kinematics was analyzed and GUI, API for vision system also were developed.

Keyword : kinematics, image Vision

1. 서 론

정부는 10대 차세대 성장 동력 산업으로서 인공지능로봇 분야를 선정하였으며 이에 활발한 연구를 진행 중에 있으며, 산자부에서는 '제 2의 반도체'로 육성 R&D펀드를 추진 중에 있다. 또한, 2020에는 1가구 1로봇을 계획함으로써 100만 원대 가정용 서비스 URC를 보급함으로써 100조원의 생산유발효과를 볼 것으로 계획하고 있다. 이 처럼 현재 인공지능로봇의 개발에 많은 박차를 가하고 있으면, 관련 산업분야에 있어서도 큰 영향을 미치고 있다.

대부분의 로봇은 자동화 공장에서 사용되고 있는 산업용 로봇 매니퓰레이터 많이 쓰이고 있으며, 점차 그 영역이 넓어지면서 휴먼화 지능형 로봇의 한 부분을 차지하고 있다. 로봇 암은 로봇 손보다 개발이 미흡하였는데 그 이유는 매니퓰레이터를 로봇 손에 부착하여 사용하여 손쉽게 사용할 수 있었기 때문이다. 매니퓰레이터는 4,5,6자유도 등을 가지고 움직이고 있으며 사람의 팔은 7자유도 까지 움직임을 갖는다.

현재 인공지능로봇 분야에 많은 관심을 가지고 있으며 그 한 가지 예로서 휴머노이드 로봇을 개발하는데 많은 노력을 쏟고 있다. 인간과 같은 형태의 휴머노이드는 움직이는 동작 등에서 인간에 더 가깝게 하도록 많은 연구를 하고 있으면 그 한 부분 중 로봇 암과 영상을 통하여 물체를 인식하는 vision부분을 연구하여 보았다.

2. 본 론

2.1 Robot Arm System

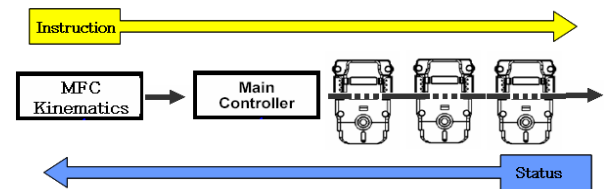
로봇 암은 실제 적으로 많은 연구가 이루어지지 않은 부분이다. 그 이유는 매니퓰레이터가 로봇 암을 대신하여 사용되기 때문이고 로봇 손의 경우에도 암 부분은 매니퓰레이터를 대체하기 때문에 로봇 암은 좀처럼 연구가 되어 지지 않는 부분이다. 실제적으로 로봇 암 시스템은 산업용 로봇으로서 많이 사용이 되는데 <표1>을 보았을 경우 산업용 로봇의 비중이 가장 큼을 알 수가 있듯이 현재 산업용 로봇은 인간이 할 수 있는 작업들의 대부분을 하고 있으면 더욱더 정밀하고 섬세한 작업을 하기 위한 연구가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 기존의 로봇 암과 같이 위치 값을 미리 입력하여 동작하는 것이 아니라 상황에 따라 로봇 암이 동작하도록 각 로봇 관절이 움직일 수 있도록 알고리즘을 구성하였다.

<표 1> 세계 분야별 로봇시장 전망 자료 : 전자신문 2004.11.30

구분	2002년	2005년	2010년	2015년	2020년
산업용	80	106	149	200	230
칩 마운터	35	41	52	60	65
서비스용	12	16	32	70	150
필드·특수목적용	10	12	20	40	90

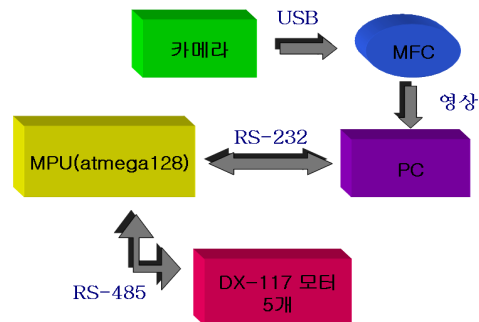
2.1.1 Position Motor control system

본 논문에서는 로봇에 쓰이는 모터는 DX-117이다. 이 모터를 선정하게 된 이유는 한 번의 명령 Packet으로 구동 Schedule을 설정할 수 있기 때문에 메인 프로세서는 매우 적은 Resource로 여러 개의 모터를 Control할 수 있기 때문에 실용성이 높다. 실제 산업용으로 쓰이는 모터들은 큰 토크를 가지고 있고, 제어도 까다로운 면이 있으나 본 논문 통해서 Arm의 부품으로서 모터의 가치도 고려하였다.



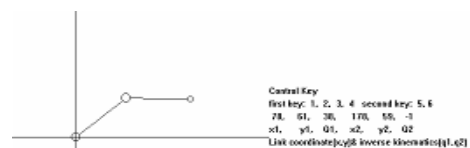
<그림1> Motor Control

<그림1>은 모터를 제어하는 나타낸 것으로 MFC에서 Kinematics에 의해서 계산되어진 데이터 값들을 메인컨트롤을 통해서 각 모터에 전달되어진다. 내려진 명령어는 ID가 N으로 설정된 Instruction Packet을 전송할 경우 여러 개의 모터 중 ID가 N인 모터만이 Status Packet을 return하고 그 Instruction을 수행한다.



<그림2> 시스템 구성 블록도

<그림2>는 본 논문의 Robot Arm System 구성 블록도로서 USB 웹 카메라에 의해서 얻어진 영상 데이터를 MFC에서 처리하여 MPU에 보내지고 보내어진 데이터 값이 다시 모터에 각각 전달 되도록 되어 있다. 이 system의 주된 부분은 MFC에서 영상 데이터를 통해서 Kinematics 알고리즘에 의해 관절의 값들을 계산하게 된다.



<그림3> 2축 Kinematics 구현

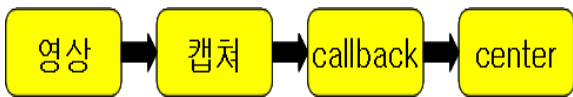
inverse kinematics를 이용하여 실질적인 회전 변환시킬 각으로 회전 변환 하도록 하였으며 실제 <그림3>과 같이 2축을 구하여 실험을 하였다.

2.2 Visual servoing system

현재 물체 추적 system에 대한 연구의 경우는 센서를 이용한 물체 추적이 주를 이루었다. 센서의 경우는 물체 추적의 범위가 작았으며, 특정 조건을 갖추고 있어야 했다. 하지만 영상을 이용한 물체 추적은 카메라를 사람의 눈이라고 생각했을 때의 그 범위가 넓고 원하는 조건하에서 물체를 추적 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이에 카메라를 통하여 얻은 영상 정보를 가지고 Robot Arm이 움직일 수 있도록 연구 하였다.

2.2.1 영상 추출

본 논문에서 사용한 카메라는 CMOS Type의 이미지 센서를 사용하고 있으며, VFW 라이브러리를 사용한 비디오 캡처 방법을 사용하였다. 카메라로부터 초당 20frame의 속도로 영상에서 특정 색의 중심 영역을 추적하도록 하였다. MFC의Dlg에서 많은 작업을 하는데 이와는 다르게 Frame에서 작업을 하여 직접 바로 영상을 처리하도록 하였다.



<그림4> Robot Arm

카메라에서 받은 영상은 VFW 라이브러리에 의해서 설정된 값에 의해서 단위 시간으로 새로운 프레임은 캡처하여 디스플레이 하게 된다. 캡처된 비디오 프레임은 callback 함수에 의해서 화면에 보여주며 이 과정에서 특정 색을 추출하여 중심영역을 계산하게 된다. 위 <그림4>는 그 과정을 간략하게 나타낸 것이다. 영역의 중심을 구할 때에는 획득한 영상에 대하여 Pixel값을 적용하여 캡처 화면의 크기(X, Y)에 의해서 각 좌표에서 시작과 끝 부분을 계산해 줌으로서 특정 색의 중심영역을 구할 수 있다.

영상에서 RGB를 이용하여 인간의 시각 시스템(인간은 128개의 색상, 130개의 채도, 23가지의 명도를 구별 가능)과 유사한 HSI를 이용하여 영상을 보다 안정적으로 추출하였다.

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

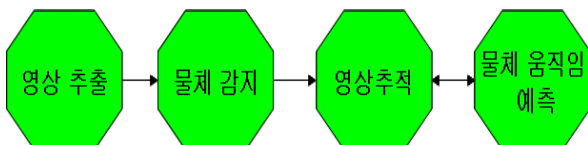
$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)}[\min(R, G, B)]$$

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

위 수식은 RGB를 통해서 HSI를 변환하기 위한 것이다.

2.2.2 물체 Tracking

앞에서 설명한 영상 추출 부분에서 특정색의 개입으로 인하여 설정되어진 영상 조건식에 의해서 전체 화면에서 특정색의 중심영역을 계산하도록 하였다. 물체가 움직일 때마다 영상 추출에 의해서 물체의 좌표값은 수시로 체크되도록 하였다. 이 때 계산되어진 중심영역의 좌표값들은 MFC프로그램의 kinematics 알고리즘 부분에서 처리되어 Robot Arm system에서 사용되어 진다. 본 논문에서는 카메라에서 받은 값 중에 RGB 값을 처리하여 적색 물체를 tracking하도록 하였다. 일반적으로 적색이면 빨간색 R값을 tracking하면 되지만 카메라의 노이즈 등을 고려할 때 주황색과 같은 색을 인식하기 쉽기 때문에 적색 계열의 주황색을 tracking하도록 하였다.



<그림 6> 영상 추적

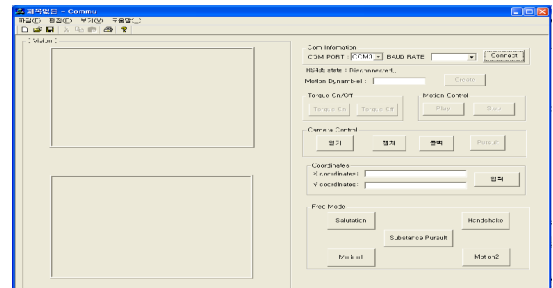
<그림6>과 같이 카메라에서 영상을 추출한 다음 영상에서 특정 색의 물체를 감지해 낸다. 감지한 물체의 위치를 영역의 중심 좌표를 획득

하여 Robot Arm을 구동한다. 이때 물체의 움직임에 따라 물체의 추적 또한 다시 이루어져야 함으로 위 그림에서와 같이 물체의 움직임을 알아내어 영상 프레임이 새로이 다시 추출 될 때마다, 영상처리가 끝나면 Robot Arm이 구동 되도록 하였다.

2.2 실험 및 결과



<그림 6> 로봇 구동 및 주황색 Tracking



<그림 7> MFC 컨트롤 창

실험 결과 영상부분에서 카메라에 의한 노이즈로 인해서 정확한 센터 값을 획득 할 수는 없었지만 근사값으로 물체의 위치 값을 획득 할 수 는 있었다. 또한 새로운 영상 프레임을 받으면서 저장 공간의 문제로 인해서 개선 할 점을 남겨 두고 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 영상을 통하여 Robot Arm이 동작하도록 하는 방법을 제안하였다. 기존의 로봇 암이나 매니퓰레이터 등이 구동하는 방식의 단점을 보완하고 사용자로 하여금 좀 더 쉽고 간편하게 동작하며 인간이 할 수 있는 영역의 일들을 할 수 있도록 된다. Robot Arm의 경우 그 사용이 산업용 로봇 이외에도 의료용 장비나 서비스 로봇, 휴머노이드 등 다양한 로봇분야에서 응용 가능성이 가장 많다. 가장 최종 목표인 인간의 눈과 팔을 구현하고자 함에 기초 이론이 될 것이라고 본다. 따라서 현재 로봇의 활동 범위가 더 많은 영역으로 확산 될 것으로 추정되며 URC 로봇 산업부분에서 본 논문의 시스템을 활용 할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] Thomas R. Kurfess, "ROBOTICS AND AUTOMATION HANDBOOK", CRC PRESS(2005)
- [2] Mark W. Spong, Seth Hutchinson, M. Vidyasagar, "Robot Modeling and Control", WILEY(2006)
- [3] John J. Craig, "Introduction to Robotics Mechanics & Control", Prentice Hall (1989.01)
- [5] 산업자원부, 차세대 로봇 기반 기술개발 기획연구 보고서, 2001. 10.
- [6] 한국과학기술기획평가원/과학기술부, 국가기술지도(인공지능 및 지능로봇기술), 2002. 11.
- [7] Renata Melamud "An Introduction to Robot Kinematics"(2005.12. 12)

** 본 논문은 2007년도 지역혁신 인력양성사업 지원에 의하여 연구되었음.