

동작 모방형 로봇팔의 제어기 설계

하창완, 이동희, 안진우
경성대학교 메카트로닉스 공학과

Design of Robot Arm Controller based on Motion Capture

Chang Wan Ha, Dong Hee Lee, Jin Woo Ahn
Dept, of Mechatronics Engineering, Kyungsoong University, Busan, Korea

ABSTRACT

본 논문에서는 컨트롤러를 부착한 사람의 팔 움직임을 따라 하는 Robot Arm에 대해 기술한다. 구부러짐에 따라 저항값이 다르게 나오는 flexible sensor를 관절마다 부착하여 사람의 팔의 움직임에 따라 만들어진 Data를 Analog Digital Converting과 Digital Filtering을 거쳐 데이터를 안정화 있게 로봇팔로 전송 하도록 설계하였다.

1. 서론

21세기 국가가 3대 육성 과제로 로봇 분야를 선정한 만큼 로봇산업은 기술투자와 표준화가 진행되면서 향후 엄청난 규모로 성장하여 2020년경에는 로봇산업이 자동차산업을 능가하여 1가구 1로봇 시대가 실현될 것으로 예상된다. 단순한 작업을 반복하는 노동 대체 수단으로서의 로봇에서 인간 친화적인 지능형 로봇으로 변화되고 있다. 한 예로 의료용으로 많이 쓰이는 수술용 로봇처럼 사람의 움직임을 포착하여 그 움직임에 따라 움직이는 로봇 등이 많이 연구되고 개발되고 있다.

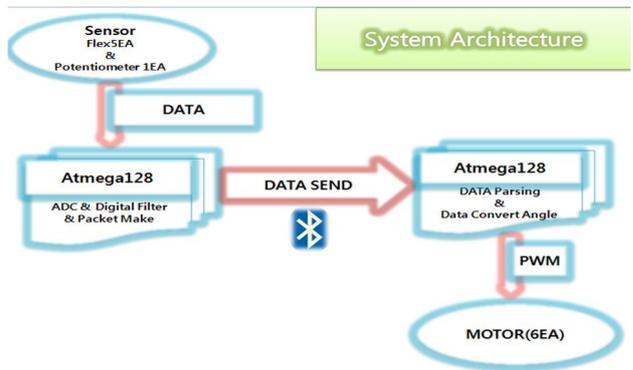
본 논문에서는 사람의 동작을 모방하는 로봇팔 제어기에 대해 기술한다. 센서의 noise를 최소화 하기 위해 16번의 Analog Digital Converting(ADC)의 Sampling 값의 평균값에 Digital Filtering을 거친 데이터를 전송하여 사용하였다. Filtering 된 데이터의 안정화는 모의실험을 통해 검증하였다.

2. 제어기 구성

1.1 System Architecture

본 논문에서 기술되는 시스템은 Controller part와 Robot part로 나누어진다. 먼저 Controller part에는 Atmega128과 Flexible sensor, Volume resistor, 그리고 Bluetooth 모듈로 구성 되어 있으며, Robot 부에는 ATmega128과 RC Servo Motor와 Bluetooth 모듈로 구성 되어 있습니다. 이리하여 총 2개의 MCU를 사용하여 동작하게 됩니다. 우선 사용자가 Controller part를 착용하고 움직일 때 마다 Controller part에 부착되어 있는 변화되는 총 6개의 Sensor 값을 ADC 변환하고 Digital Filter로 Filtering을 거친 뒤 Packet을 만들고 문자열로 구성한다. 그리고 Bluetooth 모듈을 활용하여 Robot부에 전송하게 됩니다. 받은 Robot은 데이터를 parsing하여 각각 자신에게 맞는 Data를 받아 각도로 환산해 각 관절과 손에 맞

게 coding된 각도로 사람의 팔 동작과 똑같이 움직이게 된다.



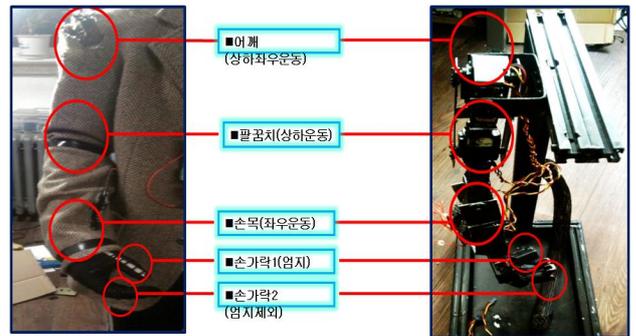
[그림1] 시스템 구성

Fig. 1 System Architecture

1.2 Hardware Architecture

Hardware의 Robot part에는 어깨, 팔꿈치, 손목관절 대신하는 모터를 각각 2개, 1개, 1개 Digital Servo Motor를 장착하여 4자유도를 구현하였고, 손에는 Analog Servo Motor 2개를 각각 엄지에 1개, 엄지를 제외한 나머지 손가락에 1개를 와이어(Tendon)구동 방식을 사용하여 장착하였다.

다음으로 Controller part는 각 Robot part의 관절에 해당하는 sensor를 장착하였다. 우선 어깨의 상하모션을 위하여 volume resistor에 알루미늄을 연결하여 사람의 팔의 상하 운동에 맞춰 작동하도록 구성하였고, Flex Sensor를 어깨에 달면서 어깨의 좌우 운동에 matching 시켰다. 다음으로 각각 팔꿈치와 손목 그리고 엄지와 중지에 Flex Sensor를 부착하여 각 관절의 모션을 맞도록 matching 시켰다.



[그림2] 하드웨어 구성

Fig. 2 Hardware Architecture

1.3 Software Architecture

Controller part의 각종 상태 데이터를 Timer Overflow Interrupt를 활용하여 20ms의 Sampling Time을 만들어 20ms마다 A/D Converting과 Digital Filter(Butterworth Filter) 적용시켜 protocol를 만들고 데이터를 전송하는 과정을 반복한다.

- Clock의 분주비: $128 \text{ freescaling} = 16\text{MHz} / 128 = 125\text{kHz} = 8\mu\text{s}$
 - 단일 변환 모드: 1채널당 16번의 Sampling Time = 최초 변환에 필요한 CLK = 25개, 이후 = 13개 이므로
 16번의 Sampling Time = $220 \times 8\mu\text{s} = 1.76\text{ms}$ 의 시간 소요
 - 총 6개의 Sensor A/D Converting 시간: $1.76\text{ms} \times 6 = 10.56\text{ms}$

&

- 1초에 전송 가능한 bit 수: 9600bps
 - 0.02초에 전송 가능한 bit 수는 192bit = 24Byte
 * 1 Packet의 길이: 20Byte

[그림3] 표본 시간
 Fig. 3 Sampling Time

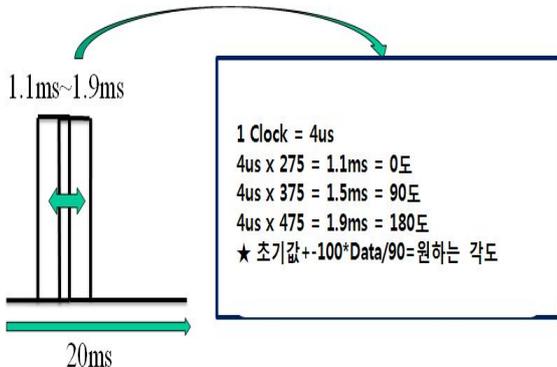
그림3은 표본 시간 선정 이유에 대해 설명하고 있다. 데이터 길이에 따른 전송시간과 16번의 표본 데이터를 얻을 때의 시간 두 가지 모두를 고려하였다.

전송하는 Data의 정확성을 위하여 Data의 시작과 끝을 알리는 문장을 삽입하였으며 한 자리와 두 자리로 가변 하는 Data의 길이를 최적화하기 위하여 패킷을 만드는 과정에서 Data 길이를 체크를 수행 한 뒤 한 자리 데이터일 경우 Data의 앞부분에 '0'을 붙여서 언제나 Data 길이를 두 자리로 맞추는 작업을 하였습니다. Robot part에는 수신인터럽트를 사용하여 전송된 데이터를 받도록 하였는데 마지막 문자 '*'와 총 데이터의 길이의 두 조건을 만족 하였을 경우에만 정상 Data로 판단하여 새로운 변수에 데이터를 저장하고 parsing 한다.



[그림4] 통신규약
 Fig. 4 Protocol

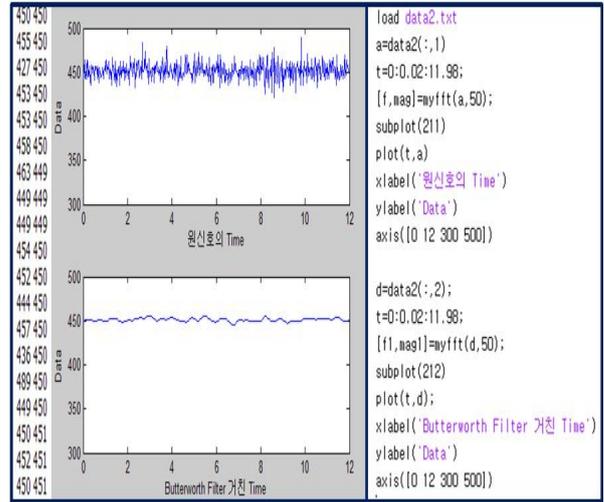
바로 각각의 모터에 실제 데이터로 적용하기 위하여 문자열을 숫자로 변환해주는 함수에 적용 시킨 뒤에 미리 정의된 각각의 모터 구동 함수에 대입시켜서 6개의 모터를 실시간으로 동작 하도록 구현하였다.



[그림5] 데이터의 각도화
 Fig. 5 Data to Angle

Timer를 사용하여 20ms마다 ADC와 Digital Filter

그리고 데이터 전송 과정을 반복 수행 하였기에 Digital Filter Sampling Frequency를 50hz(20ms)로 설정하였으며 높은 필터 효과와 Processor의 부담을 덜어 주기 위하여 3차 필터 효과를 적용시켰으며 Cut off 주파수는 3Hz로 설정하였습니다.



[그림6] 디지털 필터
 Fig. 6 Digital Filter

3. 결론

본 논문에서는 사람 동작 모방을 기반으로 제어하는 로봇 팔 시스템에 대해 기술하였다. Sensor 값을 여러 번의 sampling을 통해 Filter을 통해 보다 정확한 Sensor 값을 Data화하였고, 전송할 데이터의 정확성과 효율성을 위해 Packet을 구성하여 데이터를 전송하였다. 실험 결과로부터 20ms의 표본 시간 때문에 완전히 빠르게 움직일 때는 동작 모방을 하지 못하는 경우도 있고, 블루투스의 거리 제한도 문제점으로 발견하였다. 하지만 간단한 동작 인식과 저렴한 비용으로 사람의 동작을 모방 할 수 있는 로봇 팔의 적용 가능성을 확인 하였고, 영상 처리를 활용하거나 DC Motor와 Encoder를 활용한다면 더욱 더 정밀하게 모방하는 로봇 팔을 설계할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] 이채욱, 디지털 신호 처리 및 필터 설계
- [2] 송봉길, IAR EWAVR 컴파일러를 이용한 AVR ATMEGA128 마이크로컨트롤러