

다관절 로봇의 효율적인 동작제어를 위한 기술 구현

손현승*, 김우열*, 김영철*

*홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

e-mail: {son, john, bob}@selab.hongik.ac.kr

Implementation of Technique for Movement Control of Multi-Joint Robot

Hyun-Seung Son*, Woo-Yeol Kim**, R. Young-Chul Kim*

*Dept. of CIC, Hongik University, Jochiwon, Koera

요 약

로봇 산업은 계속 성장 하고 있으나 개발 인력은 부족한 현실이다. 그래서 정부나 기업은 로봇 개발 인력을 양성하기 위한 프로그램을 활성화 하고 있다. 다양한 환경에 적용할 수 있는 장점 때문에 다관절로봇은 실제 산업에서 활용도가 높다. 또한 다관절 로봇은 다양한 동작 응용으로 창의력과 응용력을 키울 수 있어 교육에 적합하다. 그러나 다관절 로봇은 많은 수의 모터를 동시에 제어해야 하기 때문에 전문적인 지식이 없을 경우 개발하기 어렵다. 다관절로봇을 교육에 응용하기 위해서는 누구나 쉽게 이용할 수 있는 제어 방법을 제공해야 한다. 본 논문에서는 다관절 로봇의 효율적인 동작제어를 위한 기술을 구현하여 피교육자가 로봇을 쉽고 빠르게 개발할 수 있었다. 적용사례로 18개의 모터가 사용되는 6축로봇에 제안한 방법을 사용하여 동작 개발과정을 보여주었다.

1. 서론

지능형 로봇산업은 현재 전 세계적으로 시장 초기 진입 단계로, 선진국들의 기술 투자와 표준화가 진행되면서 불과 10~20년 후에는 엄청난 규모로 성장하여, 2020년에는 로봇산업이 자동차 산업을 능가한 1가구 1로봇 시대가 실현될 것으로 예상된다[1]. 현재 국내 로봇 개발인력은 선진국에 비해 부족한 상태 이다. 그래서 개발 인력을 확충을 위해 제도적 장치나 로봇에 대한 흥미 유발과 교육용 제품의 필요성이 요구되고 있다.

지능형 로봇의 종류에는 크게 서비스 로봇, 전문가용 로봇, 산업용(제조용) 로봇으로 나뉜다. 서비스로봇은 애완용로봇, 청소로봇, 경비로봇, 교사로봇과 같은 교육과 엔터테인먼트용 로봇이다. 전문가용 로봇은 의료로봇, 안내로봇 과 같이 공공서비스용 로봇과 재난구조로봇, 원전로봇 과 같은 극한작업용 로봇으로 분류 된다. 산업용(제조용) 로봇은 용접로봇, 핸들링로봇, 도장로봇과 같이 산업용 로봇으로 나뉜다[2]. 이러한 분류 중에서 엔터테인먼트용 로봇은 재미와 교육적 목적이 결합되어 교육용 엔터테인먼트 로봇으로 활용된다. 교육용 엔터테인먼트 로봇은 로봇을 통한 즐거움과 흥미 유발로 교육에 활용하여 보다 나은 인력양성에 활용할 수 있는 장점이 있다.

로봇을 개발하기 위해 우선적으로 요구되는 사항은 로봇의 움직임을 제어이다. 로봇의 특징은 사람이나 동물과 같은 동작성이다. 그것은 움직임을 통해 행위를 표현해 낼

수 있기 때문이다. 로봇 교육을 위해서는 다양한 동작 응용으로 창의력과 응용력을 키울 수 있는 다관절로봇이 사용되어야 하고 누구나 이용할 수 있도록 쉽게 제어 가능한 방법을 제공해야 한다. 그러나 다관절 로봇은 많은 수의 모터를 동시에 제어해야 하기 때문에 전문적인 지식이 없을 경우 개발하기 어려운 문제가 있다.

기존의 다관절 로봇의 모터를 제어하기 위한 방법으로는 펄웨어와 멀티 쓰레드를 이용한 방법이 있다. 펄웨어를 이용한 방법은 타이머 인터럽트를 이용하여 각 관절의 모터의 값을 순차적으로 모든 모터에 값을 전송하여 수행한다. 쓰레드를 이용할 경우 이러한 방식을 병렬로 처리할 수 있도록 한다. 여기서 쓰레드를 이용할 경우 하나의 모터마다 하나의 쓰레드로 관리한다면 모터의 값의 변화가 있는 모터에 값을 입력할 수 있다. 하지만 쓰레드를 사용하기 위해서는 OS의 탑재가 되어야 한다. 또한 6축로봇에 3개의 관절이 사용된다면 총 18개의 모터를 쓰레드로 만들고 이것들이 스케줄러에 의해 처리되기 때문에 너무 많은 오버헤드를 가지게 된다. 본 논문은 이러한 많은 수의 다관절 로봇의 관절 제어와 수행 능력을 최적화하기 위해서 선택적 제어 실행구조를 제안한다. 선택적 제어 실행구조는 운영체제에 관계없이 사용할 수 있게 하여 로봇 제어에 활용할 수 있도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구로서 로봇 개발 방법과 모션에 대하여 설명한다. 3장에서는 제안한 선택적 제어 모듈에 대하여 언급한다. 4장에서는 적용사례로 6축 로봇의 모터 제어를 제안한 방법으로 수행한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구를 언급

* 본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업(2008~2009)으로 수행된 연구결과임.

한다.

2. 관련연구

2.1 기존의 로봇 개발 방법

기존의 로봇 개발을 위한 방법은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 펌웨어를 이용한 방법[3], 운영체제를 이용한 방법[4]이 있다. 보통 저가형 엔터테인먼트 로봇에는 펌웨어가 사용되고 고가형 로봇에는 운영체제가 사용된다. 펌웨어 기반 개발 방법은 병렬성이 지원이 안 되며 작은 규모에서 사용되며 하드웨어 의존도가 높아 특정 로봇에만 적용되는 단점이 있다. 또한 복잡성이 높은 반면에 수행속도는 빠르다. 쓰레드 기반개발 방법은 운영체제를 요구하며 병렬성이 지원되고 쓰레드 단위별로 작업 분할이 가능하여 중대 규모의 소프트웨어의 개발이 가능하다. 또한 하드웨어 의존도가 낮아 여러 시스템에 탑재 가능하며 복잡성이 낮은 장점이 있다. 그러나 펌웨어보다 약간 느린 단점이 있다.

2.2 모션 생성 방법

다관절 로봇을 제어하는 방법은 현재까지 매우 다양한 방법으로 연구되었다. 이미 수많은 방법들이 개발되고 실험되어 왔는데, 그 방법들을 분류해보면 크게 로보틱스 기반 모션 함수[5]와 로보틱스 기반 모션 데이터[6]로 나누어 볼 수 있다. 로봇에 있어서 모션이라는 개념은 관절의 형태의 로봇이 움직일 수 있는 하나의 동작을 말한다. 모션이라는 말은 로봇이 행위를 나타내는 것으로 다 관절 로봇의 경우는 움직임과 같이 기구 물에 의한 운동학적 출력력을 나타내는 개념이다. 로봇을 제어한다는 말은 이러한 모션을 만들어 내는 것이다. 바퀴로봇이나 관절 수가 많지 않고 움직임에 있어서 외부 상황이 중요하지 않은 다관절 로봇의 경우는 주로 로보틱스 기반 모션 함수 방법을 많이 이용해왔다[7]. 로보틱스 기반 모션 함수의 장점은 몇 개의 파라미터를 가지고 모션을 만들어 내는 함수가 있어서 제어하기 편하지만, 다양한 행위를 수학적으로 표현 할 수 없기 때문에 불규칙적이고 비선형적인 움직임에 대해서는 모션 함수를 만들어 내기가 매우 힘들다는 단점이 있다. 로보틱스 기반 모션 데이터 방법은 거의 모든 움직임을 쉽게 표현할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 모션 데이터를 만들어내기가 어렵다는 것과 많은 움직임을 표현하기 위해서는 많은 저장 공간과 관리가 필요하다는 단점이 존재한다. 그러나 도구를 사용하면 모션 함수 보다 데이터를 생성하기가 더 쉽고 다양한 동작을 생성할 수 있다. 그래서 다양한 동작을 필요로 하는 로봇교육에서는 이러한 방식이 적합하다.

3. 모션수행을 위한 선택적 제어

로봇의 동작은 모션 데이터의 순차적인 나열로 수행된다. 모터데이터를 처리하기 위해서는 복잡한 과정을 사용

해야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 선택적 제어 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 모터 개수에 영향을 받지 않도록 모터를 등록할 수 있게 하였고 쉽게 확장 가능하게 하였다. 또한 하드웨어 추상화 하여 실제 로봇 구현코드를 사용자가 정의하게 하였다. 모션데이터의 독립성을 위해 어댑터 패턴이 사용되었다.

3.1 선택적 제어 실행 방법

로봇의 동작을 수행하기 위해서 모션데이터가 요구된다. 모션 데이터는 모션 생성기를 통해서 만들어진다. 로봇의 동작을 결정하는 모션데이터가 만들어 졌다면 본문에서 제안하는 방법을 통해서 쉽게 로봇 동작을 구현할 수 있다. (그림 1)은 선택적 제어 실행기의 수행 방법을 도식화 한 것이다.

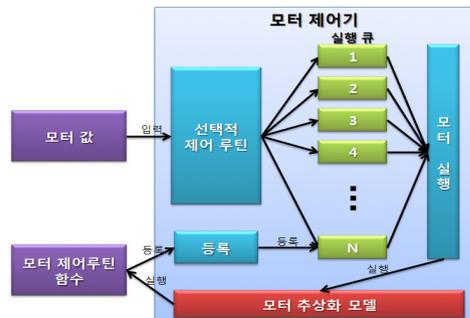


(그림 1) 선택적 제어 실행기 수행 방법

선택적 제어 실행기 수행 방법은 먼저 모터를 제어하는 루틴을 구현한다. 하나의 모션값 처리를 위한 모터의 동작 코드를 만들게 되면 이것을 모터 제어기에 제어루틴을 등록한다. 이렇게 모터 제어루틴을 등록하면 모터 제어기는 모션 값을 입력받고 모터를 수행하게 된다. 이때 모터의 수행에 따라 모터 제어기가 알아서 조절해주기 때문에 사용자는 하나의 모터를 제어하는 코드만 만들어주면 모션 데이터를 이용하여 로봇을 제어 할 수 있게 되는 것이다.

3.2 선택적 제어 실행 설계

선택적 제어기를 구현하기 위해서는 (그림 2)와 같이 선택적 제어 루틴, 모터 실행, 등록관리, 모터 추상화 모델이 요구된다.

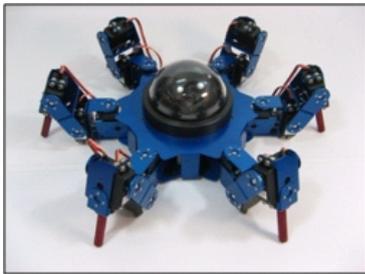


(그림 2) 선택적 모터 수행을 위한 구조

사용자가 만든 모터 제어루틴 함수는 등록기에 의해 모터 제어가 내부 실행 큐에 등록되며 모션 데이터 값이 입력되면 선택적 제어 루틴에 의해 실행 큐에 등록된 모터 제어루틴의 수행을 위해 모터를 실행시킨다. 또한 모터 값 입력 전에 어댑터를 이용하여 모션 데이터를 임의로 변경하여 다양한 응용이 가능하다.

4. 적용사례

선택적 제어기의 동작을 위해 3관절과 6개의 다리가 사용되는 KMC-6족 로봇을 사용하였다. (그림 3)은 KMC-6족 로봇의 모습이다. 본 절은 제안한 방법을 통해 로봇 제어하기 위한 과정을 설명한다.



(그림 3) KMC-6족 로봇

4.1 6족로봇 구성

6족 로봇은 각 다리에 3개의 관절을 사용하여 총 18개의 서보모터를 사용하는 다관절 로봇이다. <표 1>은 6족 로봇의 시스템 구성을 정리한 것이다. 6족 로봇은 Atmega128 MCU를 사용하고 초음파 센서 2개를 장착하여 장애물을 피할 수 있도록 되어 있다. 프로그래밍을 위해 C언어를 사용한다.

<표 1> 6족 로봇의 시스템 사양

구분	6족 로봇
Microcontroller	Atmel Atmega128 16MHz
OS	none
RAM	4KByte
EEPROM	128KByte
Sensor	2
Communication	Bluetooth
Motors	18
JVM	No
Languages	C

4.2 로봇 프로그램 구현

로봇을 개발하기 위해서 해야 되는 일은 로봇의 제어루

틴 작성과 제어루틴등록 선택적 제어기 실행을 하면 다관절 로봇의 동작을 수행할 수 있다. (그림 4)는 로봇의 전진을 위해 작성한 C언어 코드의 일부이다. 코드를 보면 모션 데이터의 값을 이용하여 쉽게 제어루틴을 등록하고 이를 수행하는 것을 확인할 수 있다.

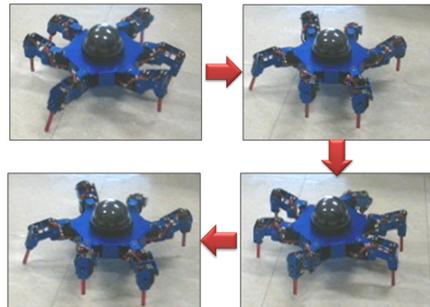
```
#define MAX_MOTOR 18
void main()
{
    int i=0;
    MOTOR_CONTROL motor[MAX_MOTOR];
    DATA data1[0][MAX_MOTOR] = { 74,86,157,116,56,123,71,
83,155,76,125,65,121,94,24,71,125,40 };
    DATA data2[1][MAX_MOTOR] = { 74,56,127,116,86,153,71,
53,125,76,95,25,121,124,56,71,95,25 };
    DATA data3[2][MAX_MOTOR] = { 114,56,142,66,86,153,
106,53,115,111,95,25,71,124,56,111,95,25 };
    DATA data3[3][MAX_MOTOR] = { 114,86,157,66,56,123,
106,83,155,111,125,55,71,94,24,111,125,55 };

    for(i = 0; i < MAX_MOTOR; i++)
    {
        RegistMotor(motor, MotorControl);
    }
    for(i = 0; i++)
    {
        SelectionControlor(motor, data[i%4], MAX_MOTOR);
    }
}
```

(그림 4) 로봇의 전진을 위한 C언어 코드

4.3 로봇 수행

로봇의 동작 확인을 위해 구현한 로봇 프로그램을 실제 로봇에 탑재 하여 보았다. 그 결과 (그림 5)와 같이 앞으로 가기 위한 동작을 정상적으로 수행 할 수 있음을 확인 하였다.



(그림 5) 6족로봇의 수행

5. 결론

로봇 산업은 계속 성장 하고 있으나 개발 인력은 부족한 현실이다. 그래서 정부나 기업은 로봇 개발인력을 양성하기 위한 프로그램을 활성화 하고 있다. 다양한 환경에 적용할 수 있는 장점 때문에 다관절로봇은 실제 산업에서 활용도가 높다. 또한 다관절 로봇은 다양한 동작 응용으로 창의력과 응용력을 키울 수 있어 교육에 적합하다. 그러나 다관절 로봇은 많은 수의 모터를 동시에 제어해야 하기 때문에 전문적인 지식이 없을 경우 개발하기 어렵다. 다관절로봇을 교육에 응용하기 위해서는 누구나 쉽게 이용할 수 있는 제어 방법을 제공해야 한다. 본 논문에서는 다관절 로봇의 효율적인 동작제어를 위한 기술을 구현하여 피교육자가 로봇을 쉽고 빠르게 개발할 수 있었다. 제안한 방법의 구현을 위해 모션제어기, 등록기, 실행기, 실행 큐가 사용되었고 모터의 종류 및 개수에 관계없이 확장가능하며 중복 실행을 방지하여 빠른 실행이 가능하였다. 적용 사례로 18개의 모터가 사용되는 6축로봇에 제안한 방법을 사용하여 동작 개발과정을 보여주었다.

향후 연구로는 로봇의 모터 제어뿐만 아니라 로봇 모션 생성 방법과 로봇의 하드웨어를 쉽게 구성시킬 수 있는 로봇 구성기와 실제 하드웨어 없이 로봇 시스템을 확인해 볼 수 있는 시뮬레이터를 만들기 위해 연구 중이다.

참고문헌

- [1] 와이즈인포넷, “지능형 로봇 - 품목별 핵심보고서”, <http://www.itx.or.kr>, 2008. 3. 13.
- [2] 장길수, “지능형로봇의 기술 및 산업동향”, 전자부품연구원, 2005. 12.
- [3] 김형태, 유원근, “펄웨어를 위한 ANSI C”, 내하출판사, 2007. 8.
- [4] 장진수, 주문갑, “uC-OS를 이용한 라이트레이서 구현”, 대한임베디드공학회 2006 추계학술대회 논문지, 제1권 제1호, pp. 166-169, 2006.
- [5] 김기열, 정용욱, 박종국, “4-구륜 2-자유도 이동 로봇의 기구학 모델과 가우스합수를 이용한 경로설계 및 추적 알고리즘”, 전자공학회논문지, 제34권, 제12호, p1359~1369, 1997. 12.
- [6] 유창범, 박검모, 김영배, “4축 로봇의 보행 걸음새 생성 및 보행 안정성 판별”, 한국정밀공학회, p61~64, 2004. 10.
- [7] ROBOTIS, ‘Developer’s Guide Motion Data’, 2005. 4. 26.