

정보교육학회논문지

JOURNAL OF
The Korean Association of Information Education
Vol. 12, No. 4, December 2008

2008.12

스크래치를 이용한 프로그래밍 수업 효과 조성한 · 송정범 · 김성식 · 백성혜	375
웹 기반 PBL에서 블로그 활용에 대한 연구 최봉선	385
초등학교 수학과 입체도형 영역의 학습 RIA 개발 김갑수 · 유태호	395
초등학생의 특성을 고려한 비트맵이미지 저장원리 수업을 통한 초등정보과학의 교수학습에 관한 연구 이미영 · 구정모 · 한병래	405
가상현실에서 디지털 스토리텔링 형태가 학습자의 재미와 이해에 미치는 영향 신복진 · 박형성	417
ICT 학습부진아를 위한 교수-학습 시스템의설계 및 구현 장준형 · 이재호	427
지식창출형 e-PBL 지원시스템의 개념적 모형 구안 박수홍 · 홍진용 · 우차섭 · 김두규	437
청소년의 정보통신윤리 의식 수준 측정을 위한 델파이 분석 조성한 · 김성식	449
초등학생의 컴퓨터 게임 중독: 중독 실태와 자기통제 및 학교생활적응과의 관계 장관영 · 조미현	459
다관절 로봇 제어를 위한 교육용 소프트웨어 연구 김재수 · 손현승 · 김우열 · 김영철	469
남북한 정보격차 해소 방안 연구 문춘식 · 양해술	477



(사)한국정보교육학회

다관절 로봇 제어를 위한 교육용 소프트웨어 연구

김재수*, 손현승**, 김우열**, 김영철**
한국과학기술정보연구원 NTIS사업단*
홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과**

요약

다관절 로봇 교육 효과의 향상을 위해서는 제어 소프트웨어를 통해 로봇의 동작을 쉽게 개발할 수 있어야 한다. 기존의 다관절 로봇 개발기법은 매우 복잡한 구현을 교육해야하지만, 우리의 도구는 로봇의 동작을 쉽게 하여 제어나 움직임에 대한 창의적인 활동을 가능하게 한다. 본 논문에서 교육용 다관절 로봇의 동작 제어를 쉽고 빠르게 프로그램화하기 위해서, 모션 생성 도구를 개발하였다. 우리는 도구를 통해 정확하고 쉽게 프로그램을 교육하고자 한다. 본 논문에서 제안한 모션 생성 도구는 기존의 복잡한 언어 제어 프로그램 방식을 탈피하였을 뿐만 아니라 사용자 편의성 중심이라는 GUI(Graphic User Interface) 방식보다도 쉽게 로봇 제어를 할 수 있었다. 또한 편리한 로봇 동작 구현은 물론 교육적으로 활용되는 마이크로프로세서 실험 장치에서도 적용이 가능하다.

키워드 : 다관절 로봇, 교육용 소프트웨어, 모션 생성 도구

A Study on Education Software for Controlling of Multi-Joint Robot

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

NTIS Div., Korea Institute of Science and Technology Information(KISTI)*

Dept. of Computer & Information Communication Engineering, Hong-ik University**

ABSTRACT

To enhance the educational effect of Multi-Joint Robot have to easily develop motion through the control software. The traditional way of development technique for multi-joint robot is educated with very complicated implementation, but our motion creation tool can be possible to do the creative activity for controlling robot movements with ease. This paper mentions to develop the motion creation tool for easily and quickly programming the motion control of multi-joint robot on the educational program. With this tool we easily and exactly provide the education of robot program. In this paper, our suggested tool could not only evade the traditional way of a complicated control program using programming languages but also control easier the robot than the GUI(Graphic User Interface) programming centered on the user's convenience. Additionally, the robot motion's implementation is possible applied with microprocessor experimental equipment educationally to practical use.

Keywords: Multi-Joint Robot, Education Software, Motion Creation Tool

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

교신저자 : 김영철, e-mail : bob@hongik.ac.kr

1. 서론

가까운 미래에는 다양한 로봇들과 인간들이 함께 살아갈 것으로 본다. 이미 영화, 애니메이션 등과 같은 미디어 매체를 통해서도 휴머노이드 로봇이 친숙하게 느껴질 정도이다. 또한 최근 들어서는 로봇 청소기, 극한 탐지 로봇, 군사 로봇 등과 같이 실생활에 적용하려는 시도들이 많이 일어나고 있다. 이러한 흐름에 정부도 적극적으로 지원하고 있다. 지식경제부의 로봇 정책의 목표는 사고 싶은 로봇('04~'07) ⇒ 도움 주는 로봇('08~'10) ⇒ 동반자 로봇('11~'13) 등 3단계 목표 설정하여 추진 중에 있다[9]. 하지만 로봇의 활용도가 점점 높아지면서 그에 대한 인력이 부족한 현실이다[4]. 그 결과 미래사회의 핵심이 될 로봇을 위해 로봇교육이 중요해지고 있다[2].

교육 및 엔터테인먼트용 다관절 로봇은 관절의 이동 제어를 위해 로봇 제어프로그램을 소스코드로 작성한다[3]. 다른 방식으로는 그래픽 형태로 관절의 이동을 제어할 수 있도록 하는 GUI 방식[10]이 있다. 하지만 두 방식 모두 사용자가 학습에 의해 프로그램을 이해하기 전에는 제어 프로그램을 완성시키지 못한다. 소스코드로 작성하는 방법은 관절의 이동 방향, 거리 및 순서 등을 계산하여 텍스트 형태의 제어 프로그램을 만든다. 그리고 GUI 방식은 그래픽을 이용하여 다관절 로봇의 움직임을 쉽게 입력하게 되나, 수치 데이터 입력을 하기 때문에 다관절 로봇의 움직임을 이해하기 어렵다.

본 논문에서 제안한 소프트웨어는 소스코드를 작성하여 프로그램 하는 방식이나, 사용자 중심의 편의성을 강조한 그래픽을 이용하여 프로그램 하는 방식과 달리 3D 형태의 로봇을 그래픽 상에서 직접 구동하며 로봇 동작을 생성할 수 있다. 그 결과 손쉬운 로봇 동작 구현으로 중고등학교 뿐만 아니라 초등학생 교육도 가능하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로서 기존 로봇교육 방법에 대하여 설명한다. 3장에서는 제안한 도구의 설계 및 구현에 대해 언급한다. 4장에서는 적용사례로서 6축로봇을 이용하여 제안한 도구를 수행해 본다. 마지막으로 5장에서는

결론 및 향후 연구를 언급한다.

2. 관련연구

다관절 로봇을 제어하기 위해 다양한 방법의 연구가 진행 중이다. 이러한 연구 분야는 크게 로보틱스 기반 모션 함수[1,12,13]와 로보틱스 기반 모션 데이터[8]로 나눌 수 있다. 로봇에 있어서 모션이라는 개념은 관절 형태의 로봇이 움직일 수 있는 하나의 동작이다. 모션은 로봇의 행위를 나타내는 것으로 다관절 로봇의 경우는 움직임과 같이 기구 물에 의한 운동학적인 출력을 나타내는 개념이다. 그리고 로봇을 제어한다는 것은 모션을 만드는 작업이다.

<표 1> 기존 교육용 소프트웨어 비교

구분	프로그램 언어	모션 입력 도구
특징	로봇을 개발하기 위한 모든 과정을 프로그래밍 언어로 사용	로봇의 동작개발을 위한 모터 제어 값을 도구를 사용
난이도	상	중
장점	로봇의 제어를 섬세하게 할수있음	로봇과 연동하면 값입력으로 로봇을 직접 움직일수 있음
단점	배우기 어려움	프로그램언어보다 배우기 쉬움

기존의 다관절 로봇 교육용 소프트웨어를 살펴보면 <표 1>과 같이 프로그램 언어[5,6]와 모션 도구를 이용한 방법[7]으로 나뉜다. 프로그램 언어를 이용한 방법은 고급 로봇을 개발하기 위해 필수적이지만 처음에 배우기 어려워 로봇 개발의 흥미를 잃어버릴 수 있는 단점이 있다. 이와 반대로 모션 입력 도구를 사용하면 프로그램 언어 방법보다는 쉽지만 관절 각도를 이해하고 숫자로만 되어있는 모션데이터를 보고 동작을 알아내야 한다. 이러한 문

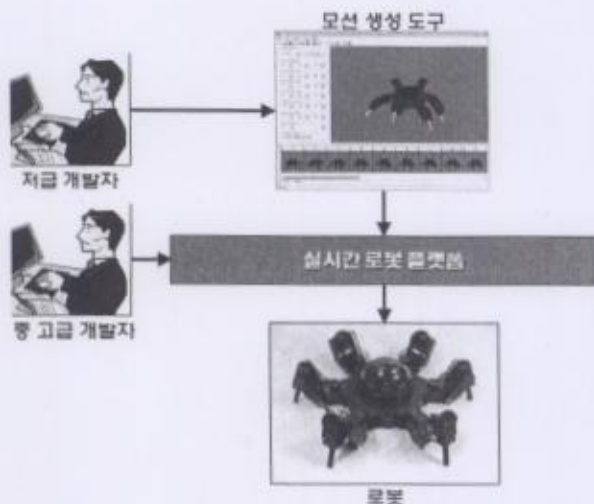
제들 때문에 3D형태의 교육용 로봇 소프트웨어가 필요하다. 3D형태의 소프트웨어는 로봇 화면을 보면서 모션 데이터를 만들기 때문에 동작을 쉽게 이해하고 저학년들도 쉽게 로봇을 개발 할 수 있다. 또한 흥미를 유발이 쉽고 창의적인 학습이 가능하다.

3. 교육용 소프트웨어 설계

본 장에서는 교육용 소프트웨어 설계에 대해 설명한다. 제안한 교육용 소프트웨어는 모니터의 화면에 표시되어 있는 다관절 로봇을 조작하고 동작을 캡처하여 모션 데이터를 생성한다. 또한 범용 데이터 파일로 저장하여 다른 도구에서 읽을 수 있도록 한다.

3.1 시스템 구성

다관절 로봇 모션 생성도구는 모션생성도구와 실시간 로봇 플랫폼으로 나뉜다. 모션 도구를 사용하여 동작을 생성한 후 실시간 로봇 플랫폼으로 로봇을 개발한다. 이 방법은 마우스를 이용하여 화면에 있는 로봇의 행위를 만들 수 있기 때문에 로봇을 처음 접하는 사람이나 저학년에게도 학생들이 활용 가능하다.

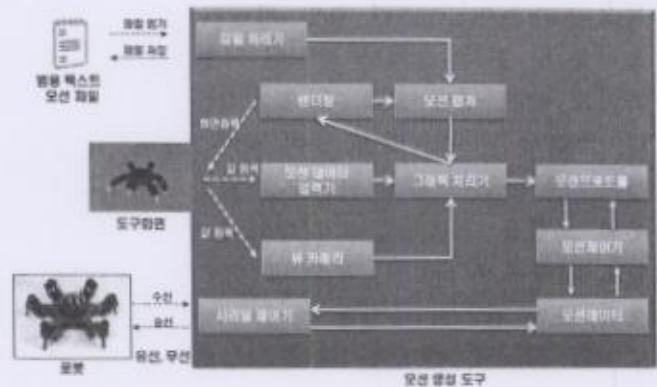


(그림 1) 로봇 개발 시스템 구성

그리고 실시간 로봇 플랫폼은 로봇을 실시간으로 제어하기 위한 프레임워크로 로봇의 액추에이터, 센서, 이미지 프로세싱, 로봇 알고리즘 등을 라이브러리 형태로 제공한다. (그림 1)은 로봇 개발 시스템의 구성도로 저급 개발자와 중급 개발자의 위치를 확인 할 수 있다.

3.2 모션 생성 알고리즘

로봇의 모션을 생성은 (그림 2)와 같이 범용 텍스트 모션파일, 모션생성도구, 로봇으로 구성된다. 범용 텍스트 모션파일은 로봇의 행위를 기록한 데이터로 시뮬레이션 도구, 로봇 등에 다양도로 사용한다. 모션생성도구는 로봇의 모션을 만들고 범용 텍스트 파일도 생성해준다.



(그림 2) 모션 생성 도구의 처리 과정

모션 데이터 생성 과정은 사용자가 마우스로 로봇의 한 동작을 만들고 그것을 캡처하여 데이터 리스트를 만드는 순서로 진행된다. 이러한 생성과정을 처리하기 위해 모션생성도구는 파일처리, 그래픽처리, 시리얼 제어가 사용된다.

그래픽처리는 로봇의 그래픽 데이터를 렌더링하여 3D형태의 로봇모형을 화면에 출력한다. 생성된 화면의 이동을 위해서는 뷰카메라가, 모션 값 입력을 위해서는 모션 데이터 입력기가 사용된다. 그리고 모션 값 변경은 변경된 데이터가 모션 데이터 입력기에 의해 그래픽 처리기로 전달되면 변경된 부분을 렌더링하여 화면에 표시한다. 파일처리는

사용자가 캡처해 만든 모션 데이터리스트를 텍스트로 만들어 준다. 그리고 모션제어기는 그래픽처리로 받은 모션 데이터리스트를 메모리에 저장하거나 시리얼 제어기로 로봇에게 전송하여 로봇을 움직이게 한다. 또한 모션제어기는 화면에 표시된 다관절 로봇의 모양에 대한 데이터 값을 모션 프로토콜로 변환해 준다. 그리고 데이터의 오류 및 허용 범위를 검사하여 모션데이터에 저장된다. 예를 들어 모터가 가질 수 있는 각도가 0~160도의 값을 가진다면 모션제어기는 데이터가 0~160도의 값을 넘어갈 수 없도록 제한하게 된다.

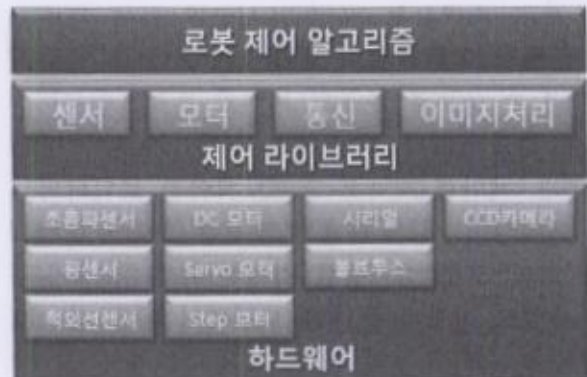
실시간 모터 제어를 위한 모션제어기는 모션데이터를 불러와 모션프로토콜로 변환하고 시리얼 제어기로 로봇에 송신 한다. 이렇게 실시간으로 데이터를 보내 로봇과 모션생성도구가 동기화 된다.

저장된 모션 데이터 값은 일정한 규칙의 각도 값들로 되어있어 간단한 파일 처리기로 데이터 값을 불러올 수 있다. 그러나 저장된 파일은 데이터 값만 가지고 있어 파일 로드 시 표시될 동작 그림이 없다. 그래서 데이터 값을 읽어 로봇모델에 적용하고 캡처하여 동작 그림을 만들고 이것을 보여 준다. 로봇의 모형을 그림파일로 저장하지 않고 텍스트 파일로 저장하게 되므로, 저장 공간을 최소화할 수 있으며, 또한 텍스트 파일을 직접 수정하여 모션 생성도구에 적용 할 수 있는 장점이 있다.

3.3 실시간 로봇 플랫폼

실시간 로봇 플랫폼은 (그림 3)과 같이 로봇 제어 알고리즘과 제어 라이브러리, 하드웨어로 구분된다. 로봇 제어 라이브러리는 하드웨어를 추상화한 것으로 로봇 제어 알고리즘을 작성하게 된다. 사용자는 로봇 제어 라이브러리를 개발할 필요가 없지만 새로운 하드웨어 장비가 사용될 경우에는 기존의 인터페이스에 맞추어 추가해 줘야한다. 로봇 제어 라이브러리는 센서, 모터, 통신, 이미지처리 4개로 분류된다. 센서는 로봇과 외부의 데이터 처리를 담당하고 모든 외부에서의 이벤트는 센서라이브러리로 처리된다. 모터는 로봇의 모든 행위를 수행한다. 즉 로봇의 주행이나 움직임, 모션과 같이 액션

을 수행할 때 사용된다. 통신은 로봇이 외부로부터 명령을 수신 받아야 될 때 사용된다. 통신 방식에는 유선과 무선으로 나눌 수 있고 보통 무선이 많이 사용된다. 마지막으로 이미지 처리는 로봇이 영상데이터를 처리해야 될 경우에 사용된다.



(그림 3) 실시간 로봇 플랫폼

4. 적용사례

적용사례는 KMC 로보틱스[11]가 제작한 6족로봇에 모션생성도구로 만든 모션을 탑재하여 동작을 수행 하는 것이다. (그림 4)는 적용할 6족 로봇의 모습이다.



(그림 4) KMC-6족 로봇

4.1 시스템 사양

6족 로봇은 각 다리에 3개의 관절을 사용하여 총 18개의 서보모터를 사용하는 다관절 로봇 이다.

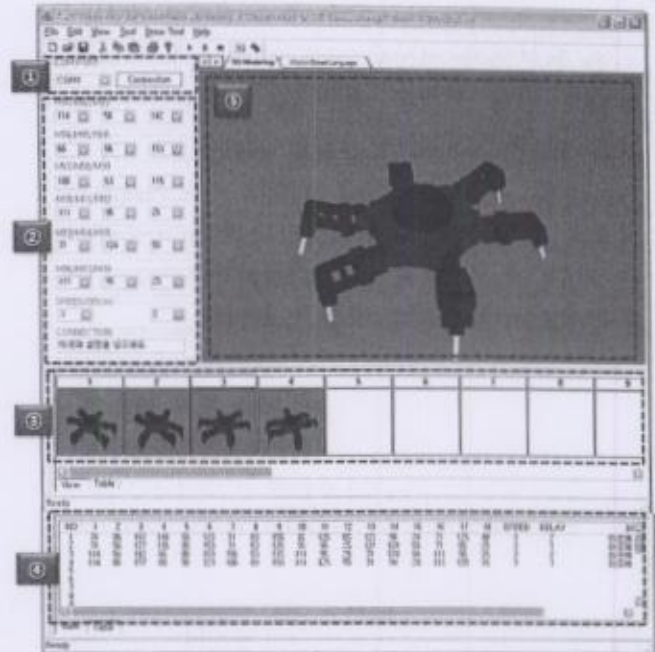
<표 2>는 6족 로봇의 시스템 구성을 정리한 것이다. 6족 로봇은 Atmega128 MCU와 블루투스를 사용하는 특징을 가지고 있다. 또한, 이미지 처리하기 위해 카메라를 옵션으로 탑재 가능 하지만, 본 논문에서는 카메라를 사용하지 않았다. 그리고 초음파 센서 2개로 장애물을 감지하고 C언어를 사용하여 프로그램을 구현한다.

<표 2> 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 행위 생성

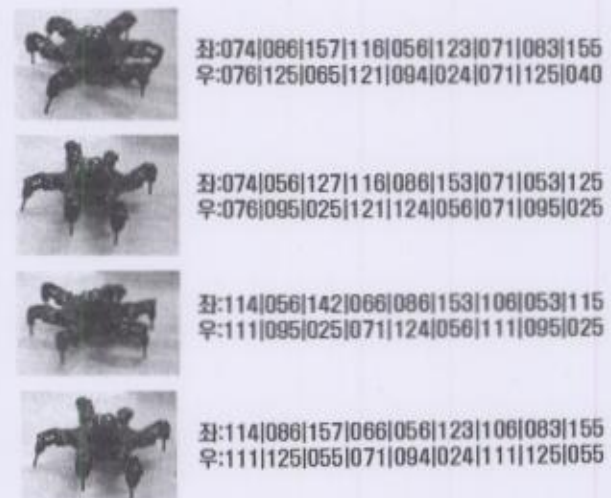
로봇 행위 생성을 위해서 모션 생성 도구를 시작하면 (그림 5)와 같이 실행된다. 각 부분을 설명하면 제일 왼쪽에 있는 다이얼로그 바 ②는 로봇의 각도 값을 미세 조정하는 데이터 입력기 이다. 그리고 그 상단에 ①은 로봇과 통신 할 수 있는 Com Port 커넥터로, 실시간으로 로봇과 연동을 위해서 사용한다. 가운데 영역의 커다란 로봇 ⑤는 로봇의 모델이다. 로봇은 오른쪽 버튼을 이용하여 화면의 움직일 수 있어 여러 각도에서 로봇 모델을 관찰할 수 있다. 왼쪽 버튼을 사용하면 로봇의 다리를 직접 움직일 수 있다. 이와 같이 로봇의 동작을 마우스를 이용하기 때문에 누구나 쉽게 로봇 모션을 생성할 수 있다. 상단에 툴바에서 모션 캡처 버튼을 누르면 하단 창 ③에 캡처된 로봇의 모양이 생성되고 모션을 연속해서 생성할 수 있다. 그와 동시에 모션 테이블 ④에 모션데이터들이 기록된다.



(그림 5) 6족 로봇의 전진의 모션 데이터 생성

4.3 로봇 수행

모션 생성 도구로 전진동작을 생성하면 (그림 6)처럼 각도 값을 생성해 낼 수 있다.



(그림 6) 6족 로봇의 전진 수행

(그림 6)은 6족 로봇이 전진하기 위한 각도 값과 실제 로봇이 수행되는 모습을 캡처한 것이다.

4.4 결과 분석

본 논문에서 제안한 로봇 개발 환경의 효과를 입증하기 위해 학생을 대상으로 제한된 시간동안 교육을 한 후 로봇의 움직임을 제어하는 시험을 하였다. 1시간 교육 후 5시간 개발로 이루어졌고 팀당 3명으로 총 9명이 실험에 참가하였다. 로봇의 움직임은 전진, 후진, 좌회전, 우회전, 좌측으로 수평이동, 우측으로 수평이동을 만들게 하였다.

<표 3> 다관절 로봇의 교육 평가 리스트

구분	항목	평가(1~5점)
전진	동작수행	5 4 3 2 1
	유연성	5 4 3 2 1
	완성도	5 4 3 2 1
합 계		
후진	동작수행	5 4 3 2 1
	유연성	5 4 3 2 1
	완성도	5 4 3 2 1
합 계		
좌회전	동작수행	5 4 3 2 1
	유연성	5 4 3 2 1
	완성도	5 4 3 2 1
합 계		
우회전	동작수행	5 4 3 2 1
	유연성	5 4 3 2 1
	완성도	5 4 3 2 1
합 계		
좌측으로 수평이동	동작수행	5 4 3 2 1
	유연성	5 4 3 2 1
	완성도	5 4 3 2 1
합 계		
우측으로 수평이동	동작수행	5 4 3 2 1
	유연성	5 4 3 2 1
	완성도	5 4 3 2 1
합 계		
총 점		

<표 3>은 다관절 로봇의 교육 평가 리스트이다. 리스트는 각 동작으로 구분하고 하나의 동작을 동작수행, 유연성, 완성도를 1~5단계로 구분하여 평가하였다. 평가 점수는 항목의 중요도에 따라 가중치를 적용하였다. 동작수행은 0.2, 유연성은 0.3, 완성도는 0.5의 가중치를 적용하여 합계를 계산하였다. 여기서 동작수행은 주어진 동작의 수행할 수 있는 여부이고 유연성은 동작의 움직임이 자연스러운

정도이다. 완성도는 소프트웨어 구현에 있어서 좋은 구조로 설계하였는가와 협동 작업을 수행하였는가를 평가하였다.

<표 4>는 다관절 로봇 평가 리스트로부터 산출한 결과 데이터이다. 실험 집단 A군은 코드를 이용하여 개발하는 경우, B는 모션 편집기를 이용하여 개발 하는 경우, C는 본 논문에서 제안한 도구를 사용한 경우로 구분하여 실행하였다. 단, 코드를 사용하는 경우 모터 제어 알고리즘을 제공하여 주었다. 모션 편집도구는 모터 값을 수치로 입력할 수 있는 도구를 말한다.

<표 4> 다관절 로봇의 교육 방법 비교

구분	프로그램 언어 (집단 A)	모션 편집 도구 (집단 B)	제안한 모션 생성 도구 (집단 C)
전진	34	42	42
후진	42	39	37
좌회전	26	37	37
우회전	22	31	37
좌측으로 수평 이동	1	27	37
우측으로 수평 이동	1	2	34
합계	144	196	224

집단 A의 경우 전진, 후진까지는 비슷한 점수를 유지하다가 그이후의 점수가 나쁘다. 이것은 동작 개발이 어려워 시간이 부족했다는 것을 알 수 있다. 집단 B의 경우 A보다는 양호하지만 집단 C의 결과보다는 떨어진다.

실험 결과 C그룹이 가장 많은 점수를 얻은 것을 확인 할 수 있다. 이 결과를 통해 제안한 방법을 사용하면 로봇의 동작을 빠르게 생성 할 수 있고 다양한 응용동작을 만들어 낼 수 있어 로봇 개발이 쉬워 진다.

5. 결론

다관절 로봇 제어 교육을 위해 소스코드를 작성하여 프로그램 하는 방식이 아닌, 사용자 중심의 편

이성을 강조한 3D 형태의 로봇을 그래픽 상에서 직접 구동하며 로봇 동작을 생성할 수 있는 방법을 제안하였다. 그리고 로봇 생성 도구를 개발하기 위한 로봇의 구성 및 설계를 언급하였고 6족로봇을 통해 로봇의 수행을 확인해 보았다.

또한 개발한 소프트웨어는 로봇의 동작 구현 방법이 쉽기 때문에 사용자 또는 피교육자가 로봇에 대한 이해속도가 빠른 효과가 있었다. 실제 구동되는 로봇을 보며 프로그램을 제작하게 되므로, 소스코드화 하여 보이는 실제 코드에 대한 교육도 쉽게 이루어 질수 있다.

향후 연구로는 로봇의 모션 생성뿐만 아니라 로봇의 하드웨어를 쉽게 구성시킬 수 있는 로봇 구성기와 실제 하드웨어 없이 로봇 시스템을 확인해볼 수 있는 시뮬레이터를 만들기 위해 연구 중이다.

참고문헌

- [1] 김기열, 정용욱, 박종국(1997), 4-구륜 2-자유도 이동 로봇의 기구학 모델과 가우스함수를 이용한 경로설계 및 추적 알고리즘, 전자공학회는 문지, 34-12, 1359-1369.
- [2] 김종형(2006), 로봇 신기술, 공학교육, 13-1, 59-62.
- [3] 김종환(1999), 로봇 제어 프로그램 II.
- [4] 산업자원부(2006), 로봇산업 조사통계.
- [5] 송용수, 배성주(2002), AVR BIBLE, 북두 출판사.
- [6] 신대섭(2000), RoboBasic을 이용한 로봇 쉽게 만들기, 도서출판 세화.
- [7] 유영길(2005), 다관절 팔을 이용한 교육용로봇의 개발과 적용방안, 한국실과교육학회지, 18-2, 43-59.
- [8] 유창범, 박검모, 김영배(2004), 4족 로봇의 보행 걸음새 생성 및 보행 안정성 판별, 한국정밀공학회, 61-64.
- [9] 지식경제부, http://www.mke.go.kr/community/core/div_2230.html.
- [10] 최형식, 전창훈, 오주환(2004), 이족 보행 로봇을 위한 자동 모션 제너레이터 및 시뮬레이터,

한국정밀공학회 학술발표대회 논문집, 106-111.

- [11] KMC Robotics, <http://www.kmcrobot.com/>
- [12] ROBOTIS(2005), *Developer's Guide Motion Data*
- [13] Yu Okumura, Tetsuo Tawara, Ken Endo, Takayuki Furuta and Masaharu Shimizu(2003), Realtime ZMP Compensation for Biped Walking Robot using Adaptive Inertia Force control, Intelligent Robots and System, 335-339.

저자소개



김재수

1991 ~ 현재 한국과학기술정보
연구원 국가과학기술종합정
보시스템(NTIS) 사업 단장

2004년 ~ 현재 홍익대학교 일
반대학원 소프트웨어공학전
공 박사과정

관심분야 : 소프트웨어 개발방법론, CBD, BPM,
ITA/EA, 식별체계

E-mail : jaesoo@kisti.re.kr



손현승

2007년 홍익대학교 컴퓨터정보
통신 (학사)

2007년 ~ 현재 홍익대학교 일
반대학원 소프트웨어공학
전공(석사)

관심분야 : 임베디드 소프트웨어 자동화 도구 개
발, 임베디드 RTOS 개발, 임베디드
MDA (Model Driven Architecture)
연구, 모델 검증 기법 연구

E-mail : son@selab.hongik.ac.kr



김 우 열

2004년 홍익대학교

컴퓨터정보통신 (학사)

2006년 홍익대학교 일반대학원

소프트웨어공학전공(석사)

2006년 ~ 현재 홍익대학교

일반대학원 소프트웨어공

학전공 박사과정

관심분야 : 상호운용성, 임베디드 소프트웨어 개발 방법론 및 도구 개발, 컴포넌트 시험 및 평가, 리팩토링

E-mail : john@hongik.ac.kr



김 영 철

2000년 Illinois Institute of Technology(공학박사)

2000년 ~ 2001년 LG 산전

중앙연구소 Embedded system 부장

2001년 ~ 현재 홍익대학교

컴퓨터정보통신 부교수

관심분야 : 테스트 성숙도 모델, 임베디드 S/W 개발 방법론 및 도구 개발, 모델 기반 테스트, CBD, BPM, 사용자 행위 분석 방법론

E-mail : bob@hongik.ac.kr