아이콘 기반 교육용 로봇 키트 개발

이강희*

요약

본 논문은 국내외 로봇 교육용 KIT의 현황을 살피고, 이들의 장단점을 파악하여 더 좋은 로봇 교육용 KIT를 만드는 것을 목표로 한다. 초등학생부터 일반 성인까지 이용 가능한 쉽고 강력하며 범용적인 아이콘 기반 로봇 교육용 KIT인 KAI-ROBOT을 제안한다. KAI-ROBOT KIT의 구성요소는 크게 하드웨어와 소프트웨어로 나뉜다. KAI-ROBOT KIT의 하드웨어의 핵심인 KRC는 쉬운 인터페이스와 다수의 하드웨어 모듈의 동시 사용성 및 확장성, 소프트웨어인 KAI-LAB은 한글(영어), 실사, 문장을 사용한 직관적이고 이해하기 쉬운 인터페이스, 프로그래밍의 기본인 순서도의 개념을 정확히 도입한 모듈성 등의 뛰어난 장점을 지니고 있다.

Development of Icon-based Educational Robot Kit

Kang-Hee Lee*

ABSTRACT

This paper is to observe the trend of robot education kits abroad as well as in Korea, analyze its strong and weak points in order to create better kits for robot education. This paper suggests icon-based KAI-ROBOT robot education kit for general use, which can be used by anyone ranged from a child to an adult, is easy to use and strong. The components of KAI-ROBOT Kit are largely divided into hardware and software. KRC, the core of the kit's hardware, contains user-friendly interface, simultaneous usability and scalability, and the software, KAI-LAB, has intuitive and easy-to-learn interface with Korean(English), photographs, and sentences, also adapted modules which apply flow charts, the basic of programming.

Key Words : robot kit, robot education, educational robot, KAI-ROBOT kit

* 숭실대학교 글로벌미디어학부(✉kanghee.lee@ssu.ac.kr)
· 제1저자(First Author) : 이강희 · 교신저자(Correspondent Author) : 이강희
· 접수일(2010년 9월 20일), 수정일(1차 : 2010년 10월 19일), 게재확정일(2010년 10월 22일)

www.kci.go.kr

Ⅰ. 서 론

현재 한국의 경우 초/중/고등학교 정규 교과 과정에는 이러한 시대 흐름에 유연히 대처하지 못한 결과로 로봇에 대한 교육이 전무하다. 본 논문에서는, 이러한 상황을 인지하여 국내외 로봇 교육용 KIT의 현황을 살피고, 이들의 장단점을 파악하여 더 좋은 로봇 교육용 KIT를 만들고자 하였다. 초등학생부터 일반 성인까지 이용 가능한 쉽고 강력하며 범용적인 로봇 교육용 KIT인 KAI-ROBOT을 제안하고 이를 이용한 교육 프로그램을 제안한다.

KAI-ROBOT KIT의 구성요소는 크게 하드웨어와 소프트웨어로 나뉜다. 하드웨어는 KRC (KAI-ROBOT Communicator)라는 1개의 controller box, touch sensor, sound sensor, 빛센서, IR 센서의 4가지 종류의 센서 모듈들, 서보모터, DC 모터, LED, 내장형부저의 4가지 종류 액츄에이터 모듈들, 무선 IR/RF 송수신 모듈 (option), 시리얼 다운로드 케이블로 구성되어 있다. 로봇을 실제 조립하는 기계적인 프레임들은 무엇이든 가능하지만 조립의 편의성을 위해 한국에서 기계 조립 KIT중 가장 널리 쓰이는 과학상자의 프레임들을 사용하였다. 소프트웨어는 윈도우 98 이상의 운영체제에서 아이콘을 이용하여 로봇 구동 프로그램을 작성하고, 컴파일, 다운로드하기 위한 KAI- LAB과 이를 실행하기 위한 펜티엄급 PC로 구성된다.

본 논문의 구성은 다음과 같이 이루어진다. 1장에서는 전반적인 본 논문에서 제안하는 KAI-ROBOT KIT의 개발 필요성, 구성 요소와 특징 및 장점을 소개하고, 2장에서는 국내외 로봇 교육용 KIT의 현황을 살피고 그들의 장단점을 파악한다. 3장에서는 KAI-ROBOT KIT의 하드웨어와 소프트웨어 구성을 살피고, 4장에서는 이를 이용하여 소프트웨어 프로그래밍을 하는 방법을 소개한다. 5장에서는 KAI-ROBOT KIT를 이용하여 구성된 로봇의 예제들을 실례로 들며 실험결과를 소개한다. 6장에서는 실제 한국에서 개최된 Space Robot Challenge 대회와 국제 로봇 올림피아드에서 실제 초중고등학교 교사들과 학생들을 대상으로 평가된 결과를 제시하여 개발된 KIT의 우수성을 검증하며, 마지막으로 7장에서는 결론을 내리고 앞으로의 로봇 교육용 KIT의 미래에 대한 제안을 하며 끝을 맺는다.

Ⅱ. 교육용 로봇 KIT 현황

국내외 초/중/고 로봇 교육용 KIT는 수적으로 지속적으로 증가추세에 있으나 막상 제품의 구성과 커리큘럼을 살펴보면 그 종류와 소프트웨어, 하드웨어의 혁신성에 있어 서로들 크게 다르지 않은 모습을 보이고 있다[1][2].

국내의 경우 마이크로로봇 [3], 미니로봇 [4], 이지로보틱스[5], 로보 블록 [6], 로보컴 [7], 로보티스 [8], 제일과학 [9], 유진 로보틱스 [10], 하늘아이 [11], 한울 로보틱스 [12], 로보테크 [13] 등이 로봇 교육용 KIT를 제작 배포하고 있으며, 이중 초, 중, 고 교육 위주의 범용적인 KIT를 바탕으로 체계적인 자체 커리큘럼을 가지고 있는 제품으로는 미니로봇, 로보컴, 유진로보틱스, 하늘아이 정도이다. 다양한 로봇을 만들 수 있는 범용키트의 대부분은 로봇 몸체 조립을 위해 여러 모양의 얇은 금속 및 플라스틱의 구멍이 균일한 간격으로 무수히 뚫려있는 기계적 프레임을 사용하며 [4][9][11], 그 시초는 제일과학의 과학상자 프레임 [9]이라 말할 수 있다. 또한 범용적인 KIT가 아닌 라인 트레이서나 6족 로봇 등의 단일 품목으로 교육을 할 경우 납땜부터 시작하는 커리큘럼부터 [3][4][6], 이미 납땜과 로봇의 바디가 반완제품 [3][5][7]으로 나오거나 완제품 [8][10][12][13]으로 나와 소프트웨어의 작성만 신경 쓰면 되는 커리큘럼까지 다양하게 있다. 미니로봇의 경우 C언어나 어셈블리 등을 탈피하여 쉬운 문법을 가진 자체적인 ROBOBASIC을 개발하여 쉽게 로봇 구동용 프로그램을 제작할 수 있으며, 로보컴의 경우 미려한 외관과 조

www.kci.go.kr

립이 쉬운 바디를 가진 다양한 종류의 로봇을 특징으로 한다. 유진로보틱스와 한울 로보틱스의 경우 FIRA [14]에서 사용하는 공식 규격의 하드웨어, 소프트웨어로 구성된 로봇 축구 시스템을 시판하여 모바일 로봇의 기본 원리와 전략을 컨텐츠화하고 있으며, 특히 유진로보틱스의 경우 이지로보틱스와 함께 사용하기 쉬운 GUI를 통해 직접 모바일 로봇의 움직임을 마우스 만으로 자유롭게 제작할 수 있다. 로보티스의 토이로봇 디디와 티티의 경우 모니터에 이들 로봇을 갖다 대면 인터넷으로 모니터 화면의 깜박임 주파수에 학습정보를 심어서 이들을 학습 시킬 수 있다. 이러한 로봇 KIT들은 FIRA , 로봇 올림피아드 [15] 등의 종목별 토너먼트 및 자율 제작 컨테스트 등을 통해 지속적인 발전을 거듭하고 있다. 일본의 경우 국내와 마찬가지로 비슷한 로봇 제작 KIT들이 판매되고 있으며, 더 나아가 이보다 상위레벨의 애완용, 학습용 로봇에 초점을 맞추어 인공지능을 장착한 로봇 완구들이 인기를 끌고 있다. 로봇 완구 제작회사인 반다이 [16]의 BN-1, 옴론 주식회사 [17]의 네코로 등은 애완용 로봇의 형태로 여러 종류의 센서를 통해 사용자의 제스처, 음성 등을 인식하고 사용자와의 다양한 상호작용이 가능하며, 소니 [18]의 경우 AIBO와 스테레오 CCD 카메라를 장착한 SDR-4X등을 통해 사용자와 자연스러운 상호 작용이 가능하고, 사용자가 "SDR motion creator" 등을 통해 복잡한 동작을 간단하게 작성하는 것이 가능하다. 이들은 일본의 대표적인 로봇 경진대회인 RoboCup [19]등을 통해 지속적으로 선보이고 있다. 유럽, 미국의 경우 역시 국내와 마찬가지로 비슷한 로봇 제작 KIT들 [20]이 기본적으로 있으며, 말할 것도 없이 여전히 LEGO ROBOLAB kits[21]이 시장을 점유하고 있다. 최근 web 2.0 바람을 타고 사용자 참여, 공유 중심의 웹기반 로봇교육 플랫폼도 등장하고 있다[22].

2.1 국내 하늘아이의 I-ROBOT KIT

순수 국내 브랜드로서 정식으로 로봇 교육용 KIT의 대중화에 성공한 skyschool사는 2002년 I-ROBOT KIT라는 범용 로봇 제작 KIT를 선보였다. 로봇의 바디를 구성하는 기계적인 프레임을 볼트 너트의 결합으로 조립이 가능한 다수의 홀을 지닌 플라스틱으로 제작하여 경량화에 성공하였으며, 로봇 구성의 3대 요소인 컨트롤러, 모듈, 센서 모듈, 액츄에이터 모듈 모두 저렴한 부품을 사용하고 모듈별로 case를 씌우지 않아 가격이 매우 저렴하다. 컨트롤러 모듈은 크게 메인 모듈과 포트 확장을 위한 서브 모듈로 나뉘며, 센서 모듈로서는 적외선 센서, 빛센서, 소리 센서가 있으며, 액츄에이터 모듈로서는 DC 모터, 서보모터, 멜로디 장치가 있다.

(a) 공룡로봇
(a) Dinosaur Robot

(b) EZrobo creator로 작성된 로봇 구동 프로그램
(b) Robot-Activating Program by EZrobo creator
그림 1. skyschool사의 I-ROBOT KIT
Fig. 1. I-ROBOT Kit of Sky School

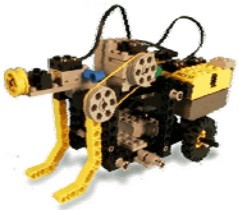
위 그림 (b)와 같이 EZrobo creator라는 로봇 구동 프로그램 제작 GUI 툴을 통해 프로그램을 작성하고 PC로부터 시리얼 통신으로 유선으로 다운로드한다. 로봇 구동 프로그램은 아래와 같이 입력 포트 1, 2, 3, 4로부터 들어오는 16가지의 센서의 ON, OFF 조합을 하나의 아이콘으로 조건을 설정할 수 있으며, 시간 제어를 각 액츄에이터 아이콘에 같이 첨가하여 프로그래밍

www.kci.go.kr

하기가 매우 쉽다. 또한 모듈 종류에 관계 없이 동시에 센서 4개, 액츄에이터 6개를 장착 가능하여 다양한 조합의 로봇을 만들 수 있다. 하지만 파라미터 입력 방식, 흐름선이 없고 배치가 순서도와 비슷하지가 않은 점 등은 직관적 프로그래밍에 단점으로 작용한다. 그리고 로봇 제작을 위한 C언어 등의 다양한 언어 지원이 없다.

2.2 국외 LEGO Dactar의 ROBOTLAB KIT

1980년대 초부터 덴마크 레고사와 미국 M.I.T. 대학이 공동으로 개발한 레고닥타 마인드스톰 중 가장 유명한 것이 이 ROBOLAB KIT의 RIS(Robot Invention System)이다. 기본적으로 touch sensor, 빛센서, 온도센서, 회전센서 등과 램프, 모터2개, RCX 1개, 각종 정교한 기어와 가지각색의 부품 700여 개가 있다.



(a) 농기계 로봇
(a) Agricultural Robot

(b) ROBOLAB으로 작성된 로봇 구동 프로그램
(b) Robot-Activating Program by ROBOLAB
그림 2. LEGO Dacta사의 ROBOLAB KIT
Fig 2.. ROBOLAB Kit from LEGO Dacta

가장 핵심적인 요소가 바로 RCX (Robotics Command System)인데 3개의 입력포트와 3개의 출력포트가 있어서 센서로 입력을 받아서 모터를 구동시킨다. 히타찌의 8비트 마이크로 프로세서를 사용하였으며 프로그램은 마인드스톰 혹은 ROBOLAB으로 제작한다.

이 ROBOLAB은 아이콘 형태로 이루어진 로봇 구동용 프로그램 작성 소프트웨어로 수준에 맞추어서 저학년도 사용할 수 있도록 하였으며, 어렵게는 NQC (C와 비슷한 언어), legoOS등으로 C레벨 혹은 OS레벨로 접근할 수도 있어 전문가의 사용도 가능하다. 컴퓨터에서 프로그램을 짜서 RCX에 다운로딩시키는 메커니즘은 범용 로봇 제작 KIT의 시초로서 어릴 적부터 하드웨어와 소프트웨어의 결합 모형을 쉽게 배우게 해주며, 센서에 대한 이해는 아날로그 세계를 이해하는 관문이 된고 RCX를 통해 로봇을 아날로그와 디지탈 시스템의 결합체로서 이해하게 된다. 물론 이는 최근 로봇 KIT들의 공통적인 특성이기도 하다. 최근 카메라 센서와 DCP 센서도 추가되었으며 자작 센서도 만들 수 있어서 확장성도 뛰어나다. 이런 교육적 가치가 뛰어난 것은 실제 경험을 통해서 오랫동안 검증 받아왔다. 현재 국내[23][24] 뿐만 아닌 미국 전역에 걸쳐 공립학교, 사립학교, YMCA 등 1000개 이상의 기관에서 AOE(Academy of Engineering) 를 도입하여 아이들을 가르치고 있다[25]. 하지만 액츄에이터의 시간을 포함한 제어를 할 때 타이머 아이콘과 액츄에이터 아이콘이 분리되어 있어 타이머 아이콘을 일일이 추가시켜줘야 되며, 너무 범용성에 치중한 나머지 순서도와 100% 일치되는 아이콘 구조가 아니라서 직관적으로 이해가 쉽지 않으며, 일일이 아이콘들을 마우스를 통해 선으로 연결해주어야 하므로 의외로 불편함이 호소되고 있다. 비싼 가격과 동시에 입출력 모듈이 6개밖에 연결되지 못하는 점도 단점으로 작용한다.

III. KAI-ROBOT KIT 구성

KAI-ROBOT KIT [26]는 기본적으로 크게 컨트롤러

www.kci.go.kr

모듈, 센서 모듈, 액츄에이터 모듈, 다운로드 통신 모듈의 하드웨어와, PC 상에서 동작하는 KAI-Lab이라는 로봇 구동용 프로그램 제작 GUI 소프트웨어로 구성된다. 이 KIT는 2장에서 밝힌 I-ROBO KIT와 ROBOLAB KIT를 벤치마크한 결과를 토대로 각각의 장점을 부각시키고 단점을 보완하고자 하였다.

3.1 하드웨어 구성

KAI-ROBOT KIT의 하드웨어는 인간의 두뇌와 몸의 역할을 하는 controller box인 KRC (KAI-ROBOT Communicator)와 센서로 이루어진 4종류의 입력 모듈들, 액츄에이터로 이루어진 4종류의 출력 모듈들, 그리고 KAI-LAB 소프트웨어에서 작성한 사용자 프로그램을 KRC에 다운로드 하는 시리얼 다운로드케이블로 구성되어 있다.

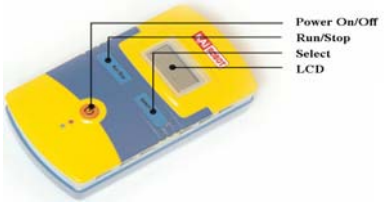


그림 3. KAI-ROBOT Communicator의 외부 모습
Fig 3. The exterior of KAI-ROBOT Communicator

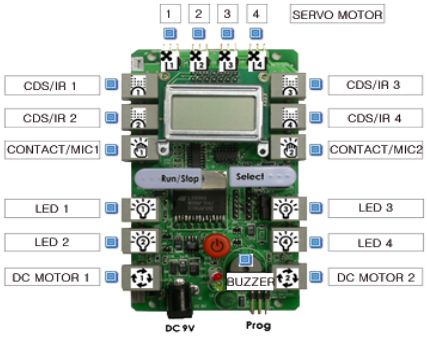
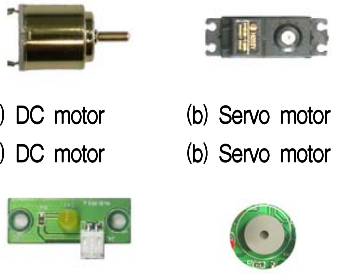


그림 4. KAI-ROBOT Communicator의 세부 구성
Fig 4. Details of KAI-ROBOT Communicator

그림 3을 보면 KAI-ROBOT Communicator (이하 KRC)의 외부 모습을 볼 수 있다. 빨간색의 전원 부분, 프로그램을 시작하거나 정지시키는 Run/Stop 버튼, 프로그램의 동작 상황과 4개의 입력 포트에 연결된 CdS/IR 센서로부터 얻은 값을 차례대로 디스플레이 해주는 LCD가 있다.

그림 4는 노란색의 외장을 벗겨낸 내부의 모습이다. 9V의 DC 전원이나 아답터를 사용하여 전원 공급을 하며, Prog 포트를 사용하여 시리얼 통신을 통해 KAI-Lab에서 작성한 프로그램을 다운로드 하게 된다. 시리얼 포트는 일반 RS232C 방식을 사용한다. 앞서 말한 대로 4종류의 액츄에이터 출력 모듈은 각각 위쪽에 위치한 4개의 SERVO MOTOR 단자, 아래쪽 양 옆에 위치한 4개의LED 단자, 맨 아래에 위치한 2개의 DC MOTOR 단자가 있으며 직접 KRC 내부에 위치한 1개의 BUZZER가 있다. 4종류의 센서 입력 모듈은 A/D 컨버터를 이용하는 CdS/IR 센서 공용의 4개의 단자, 인터럽트 방식을 사용하는 CONTACT/MIC 공용의 2개의 단자가 있다. 즉, 동시에 11개의 액츄에이터와 6개의 센서가 동시 동작 가능하여 매우 다양하고, 흥미로운 조합을 만들어낼 수 있는 장점이 있다.



(a) DC motor (b) Servo motor
(a) DC motor (b) Servo motor

(c) LED (d) Buzzer
(c) LED (d) Buzzer

그림 5. 출력 모듈
Fig 5. Output modules

www.kci.go.kr

그림 5의 경우 이들 KRC의 단자에 연결되는 DC motor, Servo motor, LED, Buzzer의 출력 모듈을 보여주며, 그림 6의 경우 IR sensor, Touch sensor, CdS, MIC의 입력 모듈을 보여준다. 각 모듈의 자세한 동작은 3장의 programming에서 자세히 다룬다.

(a) IR sensor (b) Touch sensor

(a) IR sensor (b) Touch sensor

(c) CdS (d) MIC

(c) CdS (d) MIC

그림 6. 입력 모듈

Fig 6. Input modules

3.2 소프트웨에 구성

KAI-ROBOT KIT의 소프트웨어 프로그램인 KAI-LAB을 처음 실행시키면 그림 7과 같다.

그림 7. KAI-LAB 소프트웨어의 화면구성

Fig 7. Screen Arrangement of KAI-LAB software

흰 선을 경계로 프로그래밍에 필요한 아이콘이 위치한 Icon frame과 이들을 이용하여 실제 아이콘을 배치하여 프로그램을 작성하는 Programming frame으로 구성된 KAI-LAB의 메인 화면을 볼 수 있다. 아이콘 배치를 통한 실제 프로그래밍 과정은 3장에서 자세히 다룬다.

KAI-LAB의 Menu를 보면 그림 8과 같이 프로그래밍을 위한 여러가지 모양의 버튼들을 살필 수 있다.

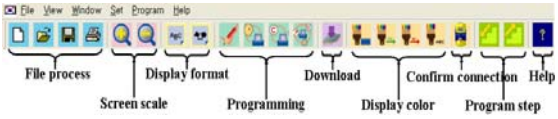


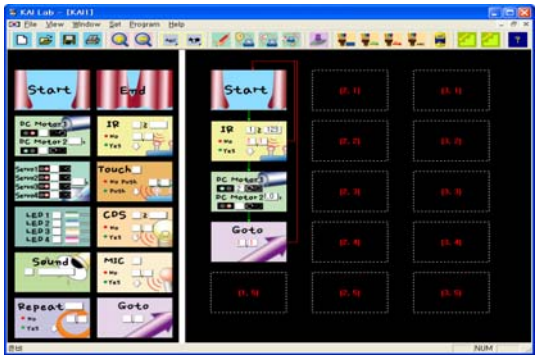
그림 8. .KAI-LAB의 프로그래밍을 위한 menu의 구성

Fig 8. Menu for Programming of KAI-LAB

File process의 경우 프로그램 작성의 기본 동작 버튼들로서 파일을 작성하고, 열고, 저장하고, 인쇄하는 버튼들이다. Screen scale의 경우 프로그램을 작성 시 규모가 작은 프로그램에선 아이콘을 크고 시원스럽게, 규모가 큰 프로그램에선 아이콘을 작게 해서 보다 많은 아이콘을 배치해야 할 필요성 때문에 만들어진 버튼들이다. 화면의 아이콘의 크기를 확대해서 볼 때 사용하며. 120X80, 90X60, 60X40 (pixel by pixel)의 세 가지 모드가 있다. 각 화면당 아이콘을 최고 10X10의 100개까지 배치 가능하며, 프로그램의 크기가 커져서 아이콘을 100개 이상을 배치해야 하거나 화면 단위로 함수의 개념처럼 어떤 일정한 기능을 하는 모듈화된 프로그램을 작성하고 싶을 때 Program step 버튼들을 이용하여 Program step을 step 1에서 step 10까지 바꾸면서 자유롭게 프로그래밍을 할 수 있다. 즉, step이 증가할수록 x의 좌표가 증가하면서 step 1은 (1, 1)에서 (10, 10), step 2는 (11, 1)에서 (20, 10)이고, 이와 같은 식으로 마지막 step 10은 (90, 1)에서 (100, 10)의 화면 좌표가 나타나게 되어 전체 1000개의 아이콘을 배치할 수 있다.

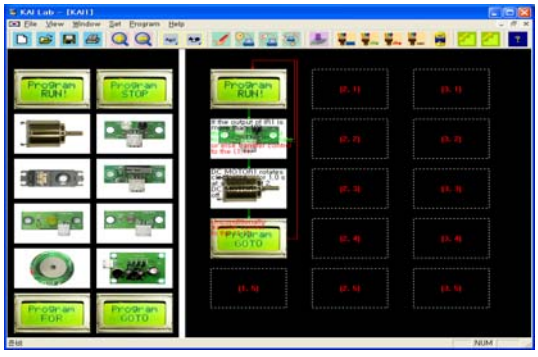
www.kci.go.kr

이와 같은 화면 단위의 구분화된 프로그래밍 방식은 함수 의 개념이나 모듈화된 프로그래밍을 하는 능력을 키워주게 된다. 그림 8의 Display Format 버튼은 각각 삼각형, 직사각형, 원이 그려진 그림 및 파라미터 기술 형식 (picture and parameter format) 선택 버튼과 A, B, C가 그려져 있는 실사 및 문장 기술 형식 (photo and sentence format) 선택 버튼이 있으며 그 결과는 그림9와 같다.



(a) 그림 및 파라미터 기술 형식

(a) picture and parameter format



(b) 실사 및 문장기술형식

(b) photo and sentence format

그림 9. 프로그래밍 시 display format의 선택

Fig 9. Selection of display format when programming

첫째, 그림 9의 (a)와 같이 그림 및 파라미터 기술 형식은 KAI-LAB의 기본 아이콘 디스플레이 방식이며, 각 아이콘이 그림으로 그려져 있고 다른 로봇 키트들과 달리 각 모듈의 이름이 영어나 한글로 직접 기술되어 있어 아이콘을 알아보고 선택하기 쉬우며, 동작 여부를 신호등의 붉은 색과 녹색으로 표시하여 한 눈에 알아볼 수 있도록 했다. 또한 한글과 그림을 적절히 혼용하였고, 하나의 아이콘에서 동작 가능한 액츄에이터 모듈들을 모두 표시하여 제어할 수 있도록 하였으며 센서 모듈의 경우 센서의 이름, 조건, 조건 비교후의 프로그램의 흐름이 어떻게 되는지 직접 자세히 문장으로 설명되어 있는 등 규칙과 직관성에 초점을 맞추어 설계되었다.

실제 많은 사람들이 KAI-LAB을 처음 사용하면서 별다른 교육 없이 직관적으로 매우 사용하기 쉽다는 점을 큰 장점으로 꼽았다. 둘째, 그림 9의 (b)와 같이 실사 및 문장 기술 형식은 로봇 조립시 사용되는 하드웨어 모듈의 실제 사진을 아이콘화 하여 작성된 사용자 프로그램에서의 아이콘과 실제 모듈이 1:1 매칭이 되어 조립이 용이한 장점이 있으며, 그림 및 파라미터 기술 형식에서 설정된 파라미터들이 이해가 가지 않을 경우 바로 이 모드로 보면 파라미터 설정 후 설정된 결과가 하나의 문장으로 나타남으로서 읽으면서 바로 이해가 가능하다. 이와 같이 그림 및 파라미터 기술 형식, 실사 및 문장 기술 형식의 두 가지 종류의 아이콘 디스플레이 방식이 있어 사용자 취향에 따라 선택 가능한 점, 이러한 쉬운 아이콘 인터페이스는 초등학생들에게 프로그래밍에 대한 교육 및 로봇 교육을 시키는데 매우 효율적이다.

그림 10은 KRC의 접속 상황 보기창이다. 프로그램을 작성하기 위해 아이콘을 배치 후 파라미터들을 설정하고 나서 그림 8의 Confirm connection 버튼을 누르면 KRC의 접속 상황 보기창이 뜨면서 프로그램에 사용된 아이콘에 해당되는 모듈들이 어디에 접속되어야 하는지를 붉은색 아이콘으로 보여준다.

www.kci.go.kr

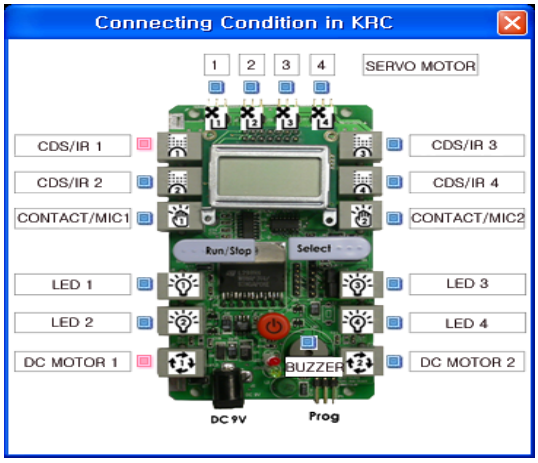


그림 10. KRC의 접속 상황 보기창
Fig 10. Status monitor window of KRC connection

IV. KAI-LAB을 이용한 프로그래밍

KAI-ROBOT KIT의 소프트웨어 KAI-Lab을 이용해 로봇을 구동하기 위한 프로그래밍 과정은 크게 4단계로 이루어진다.

첫째, 로봇의 원하고자 하는 동작을 위해 순서도 작성하기, 둘째, 작성된 순서도를 바탕으로 이에 대응하는 다양한 종류의 센서와 액츄에이터 모듈 아이콘 및 시작, 끝, 반복, 분기 아이콘 배치를 통해 프로그램 하기, 셋째, 아이콘들로 구성된 프로그램을 KRC에 다운로드 하기 위한 기계어로 컴파일 하기, 넷째, 컴파일된 기계어를 KRC로 다운로드 하기이다. 이 가운데 중고급자의 경우 셋째 과정에서 아이콘으로 구성된 프로그램을 C언어로 인터프리트 하는 기능이 따로 있어 로우 레벨에서 로봇을 C언어로 직접 제어가 가능하다. 또한 아이콘들이 구조적으로 순서도와 정확하게 1:1 매칭이 되어 있어 순서도를 통한 구조적 프로그래밍의 개념이 완전히 잡히면, 첫째 단계를 생략하고 바로 순서도를 작성하듯 둘째 단계서부터 프로그램 작성을 시작해도 된다.

4.1 순서도 작성

이 과정은 로봇의 원하고자 하는 동작을 위해 순서도를 작성하는 과정이다. 순서도란 컴퓨터에서 프로그램의 작성 순서를 기호로 도식화한 것이다. 각각 KAI-Lab의 아이콘과 다음과 같이 매칭된다.

그림 11 (a)의 경우 순서도의 시작과 끝을 나타내며, 시작과 끝 아이콘에 해당된다. (b)의 경우 자료에 값을 주거나 계산을 하거나 출력장치를 이용하는 등의 모든 처리과정을 나타내며, DC 모터, 서보 모터, LED, 부저의 액츄에이터 모듈들에 해당한다. (c)의 경우 여러 개의 경로 중에서 어느 한 경로를 선택하거나 판단하는 것을 나타내며, IR 센서, Touch 센서, CdS, MIC의 센서 모듈들 및 반복 아이콘 모듈에 해당한다. (d)의 경우는 무조건 분기로 Goto 아이콘에 해당하며 이는 (e)의 control의 흐름을 나타내는 것으로 대치된다.

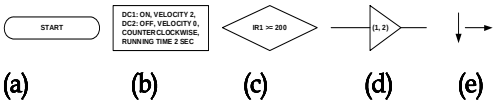


그림 11. 순서도에 사용되는 기호들
Fig 11. Symbols used in flow chart

4.2 아이콘 배치를 통해 프로그래밍

이 과정은 작성된 순서도를 바탕으로 이에 대응하는 다양한 종류의 센서와 액츄에이터 모듈 아이콘 및 시작, 끝, 반복, 분기 아이콘들의 배치를 통해 원하는 동작을 실제 프로그램하는 작업이다. 프로그램을 실행하면, 먼저 왼쪽의 아이콘프레임과 오른쪽의 프로그래밍 프레임이 하얀색 줄에 의해 구분되는 것을 볼 수 있다.

이 과정은 기본적으로 프로그래밍의 가장 핵심이 되는 작업으로 두 가지 단계를 거친다. 첫째, 아이콘 프레임에 있는 아이콘들을 프로그래밍 프레임의 점선 안에 마우스로 클릭 하여 끌어다 놓는 작업, 둘째, 배치된 아이콘을 더블 클릭하면 나타나는 다이얼로그박스에 각 모듈의 파라미터 또는 데이터들을 입력하는

www.kci.go.kr

작업으로 크게 나누어진다.

그림 12. 아이콘의 종류 및 두 가지 디스플레이 형식
Fig 12. Kinds of icon and the entire image of two display formats

아이콘 프레임에 위치한 아이콘들의 종류는 총 12가지로서 1) 프로그램의 시작과 끝을 나타내는 프로그램 기본 아이콘의 2가지, 2) 로봇을 움직이는 액츄에이터 출력모듈 4가지, 3) 각종 외부 환경의 변화를 감지하는 센서 입력모듈 4가지, 4) 여러 가지 모듈들의 움직임의 반복과 임의 제어를 가능하게 하는 반복문과 분기문의 2가지로 크게 4 가지 범주의 아이콘들이 있다. 아이콘의 형식은 앞서 말했듯이 그림 아이콘 (파라미터 형식), 실사 아이콘(문장기술 형식), 두 가지로 선택할 수 있어 필요에 따라 선택할 수 있다. 이 두 가지 표현 방법에 기능상의 차이는 없다.

일반적으로 한글(영어)가 그림에 접목되어 직관적으로 이해하기 쉬운 그림 아이콘의 파라미터 형식을 사용하며, 실사 아이콘 형식으로 보기를 선택할 경우 설정된 동작들을 직접 문장으로 편하게 읽음과 동시에 이해가 가능하다.

또한 실제 자신이 이용하는 모듈의 모습과 배치된 아이콘이 일치하고, KRC의 접속 상황 보기를 통해 KRC에 연결해야 하는 포트를 정확히 선택할 수 있어 프로그램과 매치되는 KRC와 실제 하드웨어 모듈들의 정확한 결합이 가능하다. 아이콘을 배치할 때, 아이콘의 위치는 좌표로 표시한다. 메인 프레임에서 맨 왼쪽 상단의 블록 좌표가 (1,1)로서 x좌표는 오른쪽으로, y좌표는 아래로 갈수록 증가한다. 좌표라는 개념을 처음 배우는 초등학생에게는 이 개념을 확실히 짚고 넘어가야 한다. 여기서 각 아이콘 모듈은 하나의 C언어 구문을 생성해 내는데 이는 정확히 'if (flow_num == (10*x + y)){ }' 이라는 if 구문과 매칭이 된다. 여기서 x, y는 각각 해당되는 아이콘이 배치된 좌표 (x, y)를 의미한다. 즉, 아이콘을 (4, 5)에 위치시켰다면 if (flow_num == 45){}이라는 if 구문이 생기고 그 안에서 각 모듈별로 필요한 구문이 생성된다.

1) 프로그램의 시작과 끝

· 프로그램 시작

프로그램의 시작을 알리며, 여러 반복문의 변수를 초기화한다. 따라서 프로그램을 작성할 때는 항상 프로그램의 첫 시작 부분에 위치하여야 한다.

· 프로그램 끝

여러 액츄에이터, 센서, 모듈들을 종료시키고, 프로그램을 끝낸다.

2) 액츄에이터 출력 모듈

· DC motor

360°를 고속으로 회전할 수 있는 DC 모터의 동작을 결정하는 아이콘이다. 위와 같은 아이콘을 메인프레임에 위치시킨 후 더블 클릭을 하면 다음과 같은 "Parameter Setting : DC Motors" 다이얼로그 박스가 화면에 나타난다. 설정할 값은 각각의 DC 모터의 동작 여부, 1단부터 5단까지의 모터 속도, 시계 방향과 반시계 방향의 모터 회전 방향, 0.1초씩 증가 감소하는 동작 시간이다.

· Servo motor

0에서 180도의 범위에서 정해진 각도로 회전하여 정지할 수 있는 서보 모터의 동작을 결정하는 아이콘이다. 설정할 값은 4개의 서보 모터의 동작 여부, 90도 지점을 영점으로 하여 1단부터 9단까지의 모터 각도

www.kci.go.kr

(각 단이 10도), 시계 방향과 반시계 방향의 모터 회전 방향, 0.1초씩 증가 감소하는 동작 시간이다.

· Light Emitting Diode (LED)

색깔별로 빛을 내는 모듈이다. 설정할 값은 4개의 LED 중 켜고 싶은 LED에 체크해주고, 끌 때도 마찬가지로 체크를 없애 주면 된다.

· Buzzer

지정하는 수만큼 beep음을 내는 장치이다. 설정할 값은 buzzer 장치의 동작 여부, buzzer가 울릴 횟수이다. 보기상의 설정은 멜로디 장치를 동작시키고, 3번 짧게 beep음을 울리는 것을 의미한다.

3) 센서 입력 모듈 : 조건만족(센싱)시 아래 블록으로, 그렇지 않을 경우 설정된 블록으로 이동.

· IR sensor

두 개의 발광 다이오드와 수광 다이오드가 한 쌍을 이루어 거리에 따라 전방의 장애물의 존재 유무, 색깔의 감지를 할 수 있는 센서이다. 설정할 값은 사용할 센서의 번호, 0 에서 255 사이의 센서의 값이 나타내는 반사되어 들어오는 빛의 양, 조건을 만족하지 않을 경우 이동할 블록의 좌표이다.

· Touch sensor(접촉센서)

일반적인 전기 회로에서 스위치와 동일하며, 눌렀는지 안 눌렸는지를 감지하는 센서이다. 설정할 값은 2개의 접촉 센서 중 사용할 센서의 번호, 조건을 만족하지 않을 경우 이동할 블록의 좌표이다.

· CdS (빛감지 센서)

빛을 받으면 저항 값이 변하는 가변 저항으로 이루어진 센서이며 적외선 센서와 포트를 공유한다. 설정할 값들은 4개의 빛 센서 중 사용할 센서의 번호, 0 에서 255 사이의 센서의 값이 나타내는 들어오는 빛의 양, 조건을 만족하지 않을 경우 이동할 블록의 좌표다.

· 소리 센서 (MIC)

소위 말하는 마이크로 크고 짧은 소리를 감지하는 센서이며, 접촉 센서와 포트를 공유한다. 설정할 값들은 2개의 접촉 센서 중 사용할 센서의 번호, 조건을 만족하지 않을 경우 이동할 블록의 좌표이다.

4) 프로그램 임의 제어

· 반복문

이 아이콘을 지날 때마다 지나는 회수를 세서 설정된 회수보다 작으면 설정해 놓은 블록으로, 설정된 회수가 되면 다음 블록으로 이동시키는 아이콘이다.

설정할 값은 아이콘을 프로그램 흐름이 지나갈 때마다 체크하게 되는 반복 회수, 설정한 반복 회수보다 작을 경우 이동할 블록의 좌표이다. 설정된 반복 회수가 되었을 경우 아래 블록으로, 그렇지 않을 경우 설정한 블록으로 이동하게 된다.

· 분기문

이 아이콘에 오면 무조건 설정한 좌표로 이동시키는 아이콘이다. 설정할 값은 프로그램의 흐름이 이 아이콘의 위치에 오면 무조건 이동할 블록의 좌표이다.

4.3 KRC에 다운로드 위해 기계어로 컴파일

이 과정은 아이콘을 이용하여 작성한 사용자 프로그램을 controller box KRC에 다운로드 하기 위해 컴파일하여 기계어로 바꾸는 과정이다.

programming 에 해당하는 다음 그림 13을 살펴보면 총 3가지 단계이며, (a)의 경우 프로그램을 동작시키기 위한 최소한의 프로그램 문법 체크 툴이며, (b)의 경우 사용자가 배치한 아이콘으로 이루어진 사용자 프로그램을 실제 C language로 이루어진 사용자 프로그램으로 변화시키는 과정이다.

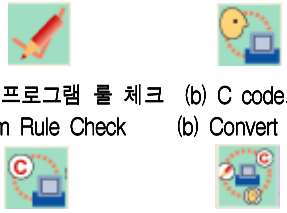
(c)의 경우 (b)에서 만들어진 C language 프로그램을 컴파일하여 KRC에 최종적으로 다운로드 되는 기계어 프로그램로 만드는 과정이다.

(d)의 경우 편의상 (a), (b), (c)의 과정을 통합하여 one-shot 버튼을 만들어놓은 것이다.

특히 직접 C language로 KRC를 제어하고자 한다면 (b) 버튼을 누른 후 직접 에디터에서 C 프로그램을

www.kci.go.kr

작성 가능하다. 이는 초중등 과정에서 고급 과정으로 넘어가는 좋은 징검다리 역할을 한다.



(a) 프로그램 룰 체크 (b) C code로 변환
(a) Program Rule Check (b) Convert to C code
(c) 기계어 코드로 컴파일 (d) one-shot
(c)Compile to machine language code (d)one-shot
그림 13. 프로그래밍 메뉴
Fig 13. Programming menu

4.4 KRC에 다운로드

4.3 과정에서 생성된 기계어 또는 .hex 코드를 시리얼 통신을 통해서 KRC에 다운로드 하는 과정이다.

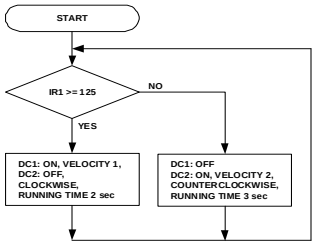
그림 14. 다운로드
Fig 14. Download

V. 실험

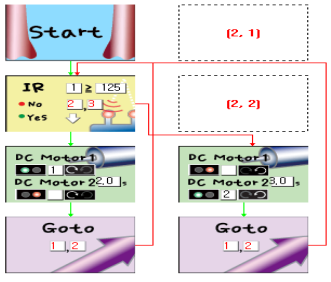
본 장에서는 본 논문에서 개발된 KAI-ROBOT KIT를 가지고 센서와 액츄에이터 개념이 순서도에 어떻게 적용되고 프로그램으로 어떻게 작성되는지를 보이기 위해 간단히 제작해보았다. 대표적인 센서로 IR 센서를, 대표적인 액츄에이터로 DC 모터를 사용하였으며, 다른 센서나 액츄에이터의 순서도 역시 구동 프로그램과 동일한 구조로 매칭이 된다.

그림 15의 (a)는 로봇은 우주탐사 로봇이다. (b)는 이 로봇을 구동시키기 위해 작성된 순서도이고 (c)의 경우 이를 바탕으로 알고리즘 그대로 KAI-LAB으로 작성한 우주 탐사 로봇 구동 프로그램이다. 이 로봇의 동작은 간단하다. IR 센서 1의 값이 125보다 크거나 같으면 DC 모터를 시계방향으로 속도 1만큼 2초간, 125보다 작으면 반시계 방향으로 속도 2만큼 3 초간 돌리게 된다. 즉 DC 모터 1개로 구동되는 이 로봇은 전방에 달린 IR 센서1로 장애물과의 거리를 탐지하고, 장애물이 없을 경우 속도 2만큼 3초간 전진을 하게 되고, 장애물이 있을 경우 속도 1만큼 2초간 후진을 한다.

(a) 우주 탐사 로봇
(a) Space-Exploring Robot



(b) 순서도
(b) flow chart



(c) 작성된 프로그램
(c) Designed Program
그림 15. KAI-ROBOTKIT로 제작된 우주탐사로봇
Fig 15. Space-exploring robot

www.kci.go.kr

VI. 평가

본 논문의 KAI-ROBOT KIT는 2004년 초 주식회사 KAIMAX[26] (현재 카이로봇)를 통해 본격적으로 양산되기 시작했다. KAIST Intelligent Robot Research Center (IRRC) 와 Korea Aerospace Research Center (KARI) 이 공동 기획한 2004년 4월 가족 과학 축제 "Space Robot Challenge"에서 그 모습을 정식으로 드러냈다.

전국 로봇 공학자, 연구원, 초중고대학생 및 교사 3천 여명이 참가하여 또한 방과후 특기 적성 교실에서 'KAI-ROBOT 과학 프로그램'을 수강하고 있는 많은 초/중등 학생들의 참가 작품들도 전시되어 수준 높은 창의성과 기량을 엿볼수 있었으며, 학부모들의 지대한 관심을 받으며 성공리에 개최되었다. 현재까지 전국 50개지사로 확장되고 최근 서울특별시 "OPERA 사업" 참여기업 선정 "카이로봇 프로그램 수업실시", 2009 제7회 임베디드 S/W공모대전 지식경제부장관상 및 1~8위 수상, 2009 제6회 전국학생로봇경진대회 창작부문 초등저, 초등고, 중등부 교육과학기술부장관상 수상 총154팀 수상 등의 국내 최고의 로봇키트로 성장하였다.

VII. 결론

본 논문은 국내외 로봇 교육용 KIT의 현황을 살피고 그들의 장단점을 파악하여 보다 나은 로봇 교육용 KIT를 개발하고자 하였다. 그렇게 개발된 KAI-ROBOT KIT의 소프트웨어 및 하드웨어의 구성요소와 특징 및 컨트리뷰션을 자세히 소개하고, GUI 기반 로봇 구동용 프로그램 작성 소프트웨어인 KAI-LAB을 이용하여 프로그래밍을 하는 방법을 소개하였다. 또한 KAI-ROBOT KIT를 검증하기 위해 본 논문은 간단하지만 순서도와 맞물려 센서, 액츄에이터, 프로그램 제어 흐름을 전반적으로 정확히 보여주는 우주 탐사 로봇의 실례를 들었으며, Space Robot Challenge 대회와 10월 개최된 국제 로봇 올림피아드의 한국 본선에서 실제 초중고등학교 교사들과 학생들을 대상으로 평가된 결과를 제시하여 개발된 KIT의 우수성을 명확히 검증하였다.

참고문헌

[1] 신승용, 유상미, 김미량, "프로그램교육 목적의 로봇게임 프로젝트 학습 구안에 관한 연구", *한국인터넷정보학회 논문지*, 제10권 6호, pp.159-171, 2009.

[2] 김소연, 설문규, "게임식 로봇교육을 통한 초등학생의 논리적 사고력 변화", *정보교육학회 논문지*, 제 14권 1호, pp.111-121, 2010.

[3] 마이크로 로봇, http://www.microrobot.com

[4] 미니로봇, http://www.minirobot.co.kr

[5] 이지로보틱스, http://www.izirobotics.com

[6] 로보블록, http://www.roboblock.co.kr

[7] 로보컴, http://www.robocom.co.kr

[8] 로보티즈, http://www.robotis.com

[9] 제일과학, http://www.jeilscience.co.kr

[10] 유진로봇, http://www.yujinrobot.com

[11] 하늘아이, http://www.skyschool.net

[12] 한울로보틱스, http://www.robotics.co.kr

[13] 로보텍, http://www.robotech.co.kr

[14] 세계로봇축구협회, http://www.fira.net

[15] 국제로봇올림피아드, http://iroc.org

[16] 반다이, http://mail.bandaikorea.co.kr/bn-1/bn-1.htm

[17] 네코로, http://www.necoro.com

[18] 소니, http://www.sony.com

[19] 로보컵, http://www.robocup.org

[20] 로보스토어, http://www.robotstore.com/catalog

[21] 레고닥타, http://www.legoeducationstore.com

[22] 성영훈, 하석운, "웹2.0 기반 온라인 로봇교육 커뮤니티의 개발", *정보교육학회 논문지*, 제13권 3호, pp.273-280, 2009.

[23] Seung Han Kim and Jae Wook Jeon, "Introduction for Freshmen to Embedded Systems Using LEGO

www.kci.go.kr

Mindstorms", *IEEE Trans. Educ.*, Vol. 52, No. 1, pp. 99-108, Feb. 2009.

[24] 김태희, 강문설, "레고 마인드스톰 로봇을 이용한 프로그래밍 입문 교육의 효과 측정", *한국인터넷 정보학회 논문지*, 제11권 4호, pp. 159-173, 2010.

[25] A. B. Williams "The qualitative impact of using LEGO Mindstorms robots to teach computer engineering", *IEEE Trans. Educ.*, Vol. 46, pp. 206 2003.

[26] 카이로봇, http://www.kairobot.co.kr

감사의 글

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2010년도 산학연공동기술개발사업(No. 00041502)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

이강희(Kang-Hee Lee)

1999년 한국과학기술원 전기및전자공학과 (공학사)
2001년 한국과학기술원 전자전산학과 (공학석사)
2006년 한국과학기술원 전자전산학과 (공학박사)
2006년~2009년 삼성전자 정보통신총괄 책임연구원
2008년 Carnegie Mellon Univ. 연구원
2009년~현재 숭실대학교 글로벌미디어학부 교수
※ 관심분야 : 교육용 로봇, 소프트웨어 로봇, 유비쿼터스 로봇, 유전자 로봇, 미디어 로봇, 진화연산, 추론 시스템, 신경회로망, 퍼지 제어, 다개체 시스템

www.kci.go.kr