

ROBOTC기반 LEGO MINDSTORMS NXT 로봇을 이용한 교육과정 개발 및 교육효과 분석

이 경 희[†]

요 약

본 논문에서는 대학생 대상의 ROBOTC 기반 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교육과정 개발 내용을 보이고, 이 과정에 대한 교육효과를 분석하였다. 교육과정은 로봇의 기본 이해와 실습, 응용로봇 실습, 창의로봇 설계 및 구현으로 구성하였다. 2009년부터 3년간 교육을 진행하는 동안, 6개 분반 총 94명의 수강생을 대상으로 설문조사를 실시하여 교육효과를 분석하였다. 분석 결과를 통해 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교육과정이 학습동기와 학습의욕을 불러 일으켰고, 학생들의 교과목 교육목표 및 학습성과 달성도가 우수하였음을 보인다. 또한 학생들의 수업 및 과제를 수행에 대한 참여도가 매우 높았으며, 문제해결능력과 창의력 향상에 도움을 주었고, 조별 프로젝트 수행으로 협동심도 향상되었다. 마지막으로 ROBOTC기반 프로그래밍에 의한 로봇 제어 실습으로 C언어 프로그래밍 능력 향상에도 도움을 준 것으로 나타났다.

키워드 : 레고 마인드스톰 NXT, ROBOTC, 로봇교육, 창의력, 문제해결능력, 협동심, 프로그래밍 교육

Development of Curriculum Using ROBOTC-based LEGO MINDSTORMS NXT and Analysis of Its Educational Effects

Kyunghee Lee[†]

ABSTRACT

In this paper, we show how a curriculum using LEGO MINDSTORMS NXT robot based ROBOTC for undergraduate students has been developed, and we analyze the educational effect of the curriculum. The curriculum is composed of basic knowledge learning, practice with basic robots, practice with advanced robots, and creative design and implementation of robots. During the three year period since 2009, educational achievement has been analyzed by surveys for 6 classes, 94 students. According to the analysis, the curriculum has highly motivated the students and made them to achieve effectively our educational and academic goals. Also, we observe that the curriculum helped the students to improve their creativity and the problem solving skill, and that the students were autonomously and deeply involved in the homework and the term projects, which made them be very cooperative. Finally, the intensive practice with ROBOTC programming is shown to help students to improve their programming ability of C language.

Keyword : LEGO MINDSTORMS NXT, ROBOTC, Robot Education, Creativity, Problem Solving Skill, Cooperativeness, Programming Education

1. 서 론

오늘날과 같은 지식정보화 사회에서 창의적 사고와 문제 해결능력은 사람들이 가져야 할 필수 능력 중 하나이다. 로봇은 지식정보화 사회에서 요구하는 기초 능력과 더불어 창의력 향상과 문제해결능력 함양을 위한 학습 도구로 활용될

수 있을 것으로 기대되고 있다. 로봇을 이용한 교육은 학습자가 로봇을 만들 수 있는 부품들을 조립하여 로봇을 설계, 제작하고 로봇을 운영하는 프로그램을 작성하여 로봇을 제어하는 교육이다. 로봇 활용 교육은 학습자의 성취감이 높아 자기주도적 학습이 가능하며, 실험 탐구 및 조별 활동을 통해 창의적 문제해결능력과 협동심이 향상되는 장점이 있다. 로봇은 전기, 전자, 기계, 컴퓨터 공학 등이 결합된 종합적인 학문의 결정체로, 로봇을 이용한 교육은 전기, 전자, 기계, 컴퓨터 공학에 관련된 여러 가지 학습요소 습득과 더불어, 과학적, 논리적, 종합적 사고력을 증진시킬 수 있다. 또한 로봇을 이용한 교육은 자신의 아이디어를 구체적인 물체

* 본 결과물은 교육과학기술부의 지원으로 수행한 공학교육혁신사업의 수행 결과입니다.

† 종신회원 : 수원대학교 전기공학과 조교수
논문접수 : 2011년 8월 1일
수정일 : 1차 2011년 8월 25일
심사완료 : 2011년 8월 25일

의 조작 및 제어를 통해 실제적으로 표현할 수 있고, 직접 로봇을 조작하는 과정을 통해 실제적인 경험을 제공하여 학습자 스스로 설계하고 실현하고 반성하는 단계를 통해 고차원적인 인지능력과 문제해결능력을 습득할 수 있는 장점이 있다[1,2]. 교육에 있어서 로봇은 창의적 통섭교육의 도구, 프로그래밍 교구, 전문기술교육 교구 등으로 다양한 활용이 가능하다[3].

외국의 로봇 교육은 미국, 일본, 캐나다 등의 초중고 학교 및 대학교에서 정규 교과과정 또는 사설 교과과정을 통하여 적극 실시되고 있다[4]. 미국은 STEM(Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 교과를 흥미롭게 가르치고 학생들의 기술 소양을 키우기 위한 방안으로 로봇교육이 활발히 진행되고 있으며[3], 초중고 학생들의 취미활동 뿐만 아니라 공교육과정에도 적극 사용되고 있고, 많은 대학의 교구로도 사용되고 있다. 특히 CMU(Carnegie Mellon University)의 로보틱스 연구소에서는 학부, 대학원 학위 코스에 레고 마인드스톰을 이용한 로봇공학 강좌를 진행하고 있고, 로보틱스 교육 연구실 운영, 레고 마인드스톰과 C언어를 위한 강좌 개설과 K12용 교육용 툴 개발도 진행하고 있다. 미국에서 교구 로봇 사용이 가장 활발한 만큼 로봇을 활용한 교육의 효과에 대한 연구도 활발하다[3].

국내에서도 초등 방과후 수업에서 진행한 로봇교육을 통하여 로봇이 창의성 학습도구로서의 성공 가능성을 확인한 연구[5]와, 과학고등학교 사례를 중심으로 문제중심 학습에 기초한 로봇교육 프로그램이 창의력 향상에 효과적인지를 분석한 연구[6] 등 로봇 활용 교육의 효과에 관한 사례 연구가 진행되고 있다. 대학에서도 이공대생들을 대상으로 한 프로그래밍 입문 교육[1,7], 공학설계 입문 교육[8], 임베디드 시스템 설계 교육[9,10] 등에 레고 마인드스톰 로봇을 활용하고 있다. 대학교 프로그래밍 입문 과정의 초보 학습자들에게 로봇을 활용한 교육을 한 결과, 로봇 활용 프로그래밍 학습이 학습자들의 창의적 문제해결 성향 향상에 의미있는 영향을 주었다[1]. 또한 로봇은 실생활에서 통용되는 기계공학 적 장치를 쉽게 구현할 수 있고, 실제와 같은 환경에서 시뮬레이션 및 테스트 가능하기 때문에 활용도가 매우 크다. 로봇은 다양한 서비스 개발에도 응용되어 창의적 콘텐츠 개발도 가능하므로 차세대 학습 교구로서의 중요성과 시장성이 점점 증가되고 있다.

본 논문에서는 대학생을 대상으로 하여 ROBOTC 기반의 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교육과정의 개발 내용을 보이고, 3년간 교육을 진행한 6개 분반 총 94명의 수강생을 대상으로 한 설문조사 결과를 통하여 교육효과를 분석한다. 분석 결과, 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교육과정이 학습동기와 학습의욕을 불러 일으켜 학생들의 교과목 교육목표 및 학습성과 달성도가 우수하였고, 수업 및 과제물 수행에 대한 참여도도 매우 높았다. 학생들의 문제해결능력, 창의력, 협동심이 향상되었으며, ROBOTC기반 프로그래밍에 의한 로봇 제어 실습으로 인해 C언어 프로그래밍 능력 향상에도 도움이 되었다. 논문의 구성은 다음과 같

다. 2장에서 레고 마인드스톰 NXT의 특징과 프로그래밍 툴에 대해서 기술하고, 3장에서는 ROBOTC 기반 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교육과정 개발과 교육내용에 대해서 자세히 설명한다. 그리고 4장에서는 교과과정 전반에 관한 평가 설문을 통하여 교육의 효과를 분석하고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 기술한다.

2. 레고 마인드스톰 NXT

레고 마인드스톰(LEGO MINDSTORMS)은 1997년 덴마크 레고사와 MIT의 미디어 랩에서 10여년에 걸쳐 공동으로 개발한 교육용 로봇키트이다[11,12]. 누구나 손쉽게 접할 수 있는 레고를 기반으로 로보틱스 실습이 가능하도록 구성된 제품으로, 아이들부터 성인까지 손쉽게 접근할 수 있고, 작업시간을 크게 단축할 수 있을 뿐 아니라 조립 및 프로그램에서 다양성을 충분히 살릴 수 있고, 원리에 대해 친숙한 접근이 가능하다는 장점이 있다. 근래에 선보인 레고 마인드스톰 NXT(Next Generation of Robotics)는 어린이들 뿐만 아니라, 로봇에 관심이 있는 사람들에게 널리 알려져 이용되고 있으며, 초중고 학교 및 대학의 프로그래밍 입문 관련 과목 및 설계 관련 과목에서 교육 도구로 활용되고 있다.

2.1 레고 마인드스톰 NXT의 특징

레고 마인드스톰 NXT에는 32비트 ARM7 프로세서, 64KB 램(RAM), 256KB 플래시(flash) 메모리를 가진 인텔리전트 브릭(Intelligent Brick)이라 부르는 로봇 컨트롤러 블록이 있다. 이 인텔리전트 브릭은 로봇의 두뇌 역할을 담당하는 부분으로 사용자가 작성한 프로그램에 따라 로봇의 동작을 제어하고, 각종 센서에서 수집된 정보를 분석한다. (그림 1)에서와 같이 NXT 브릭에는 각종 센서로부터 입력을 받을 수 있는 입력포트 4개와 3개의 서보모터(servomotor)까지 장착할 수 있는 출력포트가 있다.

레고 마인드스톰 NXT는 주변환경을 인식하고 인터페이스 할 수 있는 다양한 센서와 모터를 연결하여, 데이터 수집과 이에 따른 다양한 기능을 테스트 할 수 있는 훌륭한 로봇 시스템이라고 할 수 있다. 교육용 키트에는 빛센서, 터치센서, 사운드센서, 초음파센서와 3개의 엔코더(encoder) 내장 서보모터가 포함되어 있으며, 블루투스 통신을 지원한다. 기본 센서들 이외에도 레고 마인드스톰을 위한 다양한 종류의 센서와 고급 기능의 센서들이 별도로 판매되고 있어, 고급 기능이 장착된 로봇에서 실제생활에 응용 가능한 로봇까지 다양한 창의로봇을 설계하고 실현할 수 있다.

레고 마인드스톰 NXT는 실생활에서 통용되는 기계공학 적 장치를 손쉽게 구현할 수 있으며, 비교적 저렴한 비용으로 로봇의 구조와 동작을 실제와 같은 환경에서 시뮬레이션 하고 테스트할 수 있다. 또한 다양한 플랫폼의 이식이 가능하여 컴퓨터공학 적 기술의 구현과 임베디드 시스템의 교육 학적 도구로 적합하고, 로봇 공학의 기초 개념에 대한 이해 를 도울 수 있다.

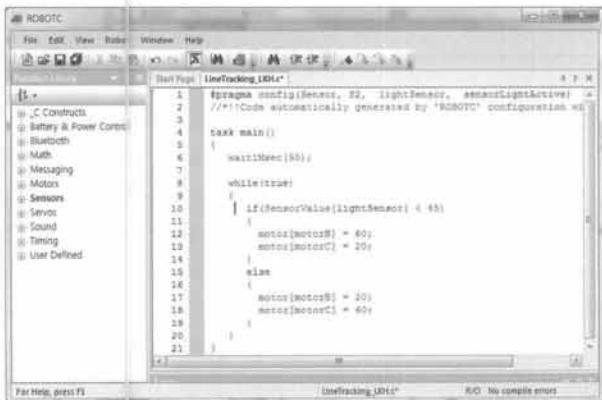


(그림 1) NXT 브릭과 연결된 3개의 모터와 4개의 센서들

2.2 레고 마인드스톰 NXT 제어 프로그래밍 툴

레고 마인드스톰 NXT는 JAVA, C, LabVIEW 등의 다양한 프로그래밍 언어를 지원하고 있다. 그래픽 기반의 프로그래밍 툴에는 NXT-G, RoboLab, LabVIEW Toolkit 등이 있고, 텍스트 형식의 프로그래밍 툴에는 C언어 구문을 사용하는 NXC(Not eXactly C)와 ROBOTC가 있으며, Java 기반의 leJOS NXJ와 C/C++언어 기반의 nxtOSE K, URBI 가 있다[13]. C언어 기반의 프로그래밍 툴인 NXC는 C와 유사한 구문을 사용하고 있으나 C언어와는 차이가 있으며 공개 소프트웨어이다. ROBOTC[14]는 미국 CMU 대학에서 C언어로 로봇 제어 프로그램을 개발하기 위해 만든 툴로서, C언어에서 사용되는 변수, 자료형, 연산자, 제어문, 배열, 함수 등이 그대로 사용되고 있다.

본 논문에서 전기공학과 학생들을 대상으로 개발한 교육과정은, 1학년 때 계열기초과목인 컴퓨터프로그래밍 교과목을 통하여 C언어를 학습한 3학년 학생들이 대상이므로, C언어 기반인 ROBOTC 소프트웨어를 NXT 로봇 프로그래밍의 툴로 선정하였다. 컴퓨터 관련 전공을 제외한 대다수 공대 학생들은 C언어의 구문은 배우지만, 실제로 적용한 경험이 거의 없어서 C언어를 통한 프로그래밍 능력이 저조하다고 볼 수 있다. 프로그래밍 입문 교육에 레고 마인드스톰 로봇을 이용하여 우수한 학습 효과를 낸 사례 연구[7]에 따라, C언어 프로그래밍 학습의 효과도 부가적으로 얻을 수 있도록 C언어와 거의 유사한 ROBOTC를 프로그래밍 툴로 선택하



(그림 2) ROBOTC 를 이용한 NXT 제어 프로그래밍

였다. (그림 2)는 ROBOTC를 이용하여 NXT 제어 프로그램을 작성하는 화면의 예이다. 교육초기에 수강학생들은 C언어의 기본 구문조차 제대로 기억하지 못해서 어려움을 겪었으나, 교육이 진행되는 동안 로봇의 동작 이해와 더불어 C언어 프로그래밍에 대한 능력도 향상되어, 창의로봇의 제어 프로그램까지 스스로 작성할 수 있었다.

3. 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교육과정 개발

레고 마인드스톰 NXT를 이용하여 개발한 교육과정은 전기공학과 3학년 학생을 대상으로 한 3학점 주당 3시간 교육의 “임베디드 시스템 설계” 전공 강좌와, 공학교육혁신센터 주관의 공대생과 IT대생을 위한 3학점 주당 3시간 교육의 “로봇 프로그래밍” 자유교양 강좌이다. 지능형 로봇인 레고 마인드스톰 NXT를 이용한 실습을 통해, 임베디드 시스템 프로그램의 특성 이해와 개발 환경을 경험하고, C언어(ROBOTC)를 이용하여 로봇의 동작 구현과 알고리즘 개선을 반복 실습함으로써 학습자의 창의력과 문제해결능력도 배양할 수 있다. 로봇을 이용한 교육에 있어서 교육내용은 로봇의 기본 소양 및 로봇 활용에 대한 내용으로 구성하여야 하며, 단순한 로봇 조립보다는 로봇 창작 시스템을 통한 프로그래밍의 과정이 함께 이루어질 때 효과적인 학습성과를 이룰 수 있다[4].

<표 1>은 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교과목의 개요 및 교육목표와 수업방법, 평가방법 등을 포함한 강의계획의 기본사항을 나타내고 있다. 평가방법에 있어서 중

<표 1> 강의계획 기본사항

교과목 개요	레고마인드스톰 NXT를 사용하여 임베디드 시스템의 이해 및 로봇 프로그래밍을 학습한다. 레고마인드스톰 NXT로 만들어진 로봇을 제어하기 위하여, C 언어 기반인 ROBOTC 소프트웨어의 사용법 및 알고리즘 작성 방법을 학습하고, 이를 이용하여 다양한 기능을 수행하는 로봇을 자유로이 설계하고 구현한다.
교육목표	1. 로봇의 구조 및 특성의 이해와 ROBOTC 소프트웨어를 통한 임베디드 시스템(로봇) 작성 원리 및 방법의 이해 2. ROBOTC 사용을 통한 C언어 기초 및 활용과 알고리즘 작성 방법의 이해 3. 새로운 문제해결을 위한 로봇 구조 설계 능력의 배양 4. 로봇 제어를 위한 알고리즘 설계 및 프로그램 능력의 배양
수업방법	수업은 이론 설명과 더불어 실습 위주로 진행되며, 개별 실기 평가와 팀별 프로젝트 수행 및 발표로 이루어진다
평가방법	출석(15%), 과제(15%), 중간 필기 및 실기 평가(35%), 기말 조별 프로젝트(35%)
수강대상	2학년이상의 학생
수강인원	실습기자재 사용에 용이한 30명 이내

<표 2> 주차별 교육과정 내용

주차	주 제	교육 내용	학습 성과
제1주	레고 마인드스톰 NXT	레고 마인드스톰 NXT 및 임베디드 시스템 이해 기본 로봇 조립 제작	기본지식응용 능력
제2주	ROBOTC 소개 및 사용법	ROBOTC 언어의 설정과 기초 ROBOTC 자료형과 연산 ROBOTC 로봇 프로그램 기초 이론 및 실습	기본지식응용 능력
제3주	ROBOTC 기초 프로그래밍	ROBOTC 제어문과 함수 이해 및 실습 기본 로봇 응용 도전과제 수행	기본지식응용 능력 문제해결 능력
제4주	범퍼 로봇(Bumper Robot)	터치 센서의 원리와 사용법 범퍼 로봇 프로그래밍 및 실습 범퍼 로봇 응용 도전과제 수행	기본지식응용 능력 문제해결 능력
제5주	라인 로봇(Line Robot)	빛 센서의 원리와 사용법 라인 트레이싱 프로그래밍 및 실습 라인 로봇 응용 도전과제 수행	기본지식응용 능력 문제해결 능력
제6주	보이스 로봇(Voice Robot)	사운드 센서의 원리와 사용법 보이스 로봇 프로그래밍 및 실습 보이스 로봇 응용 도전과제 수행	기본지식응용 능력 문제해결 능력
제7주	회피 로봇(Avoid Robot)	초음파 센서의 원리와 사용법 회피 로봇 프로그래밍 및 실습 회피 로봇 응용 도전과제 수행	기본지식응용 능력 문제해결 능력
제8주	중간평가	필기시험 50%, 실기시험 50%	문제해결 능력
제9주	엔코더 로봇(Encoder Robot)	서보모터의 원리와 사용법 엔코더 로봇 프로그래밍 및 실습 엔코더 로봇 응용 도전과제 수행	기본지식응용 능력 문제해결 능력
제10주	블루투스 로봇(Bluetooth Robot) 기말 프로젝트 도전과제 소개	블루투스 사용법 블루투스 로봇 프로그래밍 및 실습 블루투스 로봇 응용 도전과제 수행 기말 프로젝트 과제 내용 설명 및 조편성	기본지식응용 능력 문제해결 능력
제11주	조별 프로젝트 실습	과제 분석 및 시스템 설계 창의 로봇 제작	설계구현 능력 문제해결 능력 팀워크
제12주	조별 프로젝트 실습	창의 로봇 제작 로봇 제어 프로그램 설계 및 작성	설계구현 능력 문제해결 능력 팀워크
제13주	조별 프로젝트 실습	제어 프로그램 작성 및 테스트 제어 프로그램 개선 및 로봇 구조 개선	설계구현 능력 문제해결 능력 팀워크
제14주	조별 프로젝트 실습	로봇의 과제 수행 테스트 제어 프로그램 수정 개선 및 보완	설계구현 능력 문제해결 능력 팀워크
제15주	기말평가	조별 프로젝트 발표 프로젝트 실기 평가	설계구현 능력 문제해결 능력 팀워크

간 평가는 개인별로 필기와 실기시험을 수행하여 같은 비중으로 반영한다. 기말 평가는 2~3인이 한 조가 되어 프로젝트를 수행한 실기 결과 및 발표로 평가한다. C언어 관련 기초 과목을 수강한 적이 있는 이공대 2학년 이상의 학생들을 수강 대상으로 하지만, C언어를 배우지 않은 학생들도 3주차까지 진행되는 ROBOTC 기초 학습을 통한 C언어의 기초 문법 습득과 함께, 매주 진행되는 실습에 의한 프로그래밍 연습으로 수업에 참여할 수 있다.

레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교육과정은 로봇의

기본 이해와 실습, 응용로봇 실습, 창의로봇 설계 및 구현으로 구성한다. 로봇의 기본 소양을 교육하는 초기 단계에는 로봇의 기본 이해와 실습 후, 간단한 도전과제를 제시하여 기본 학습을 응용한 로봇을 구현하게 한다. 기본 이해 및 응용 로봇에 관한 교육이 끝난 후, 프로젝트로 수행할 도전과제를 제시하여 조별로 창의 로봇을 설계하고 구현하게 한다. <표 2>는 주차별 교육과정 내용을 나타내고 있으며, 로봇의 기본 동작 이해와 기본 실습, 응용 실습을 병행하여 진행하고 있다. 로봇의 기본 기능 이해와 이를 응용한 로봇

에 대한 실습을 10주차까지 진행한 후, 기말평가 도전과제를 내주어 이를 해결하는 창의로봇 설계 및 프로그램 구현을 위한 4주간의 조별 프로젝트 실습 시간을 진행한다. 도전과제 프로젝트는 2~3인으로 구성된 조별로 수행하게 하여 학습자와 학습자간의 상호작용을 증진시켜 협동학습의 효과와 더불어 협동심을 배양할 수 있도록 한다.

학생들은 도전과제에 깊은 관심과 흥미를 보였고 성적평가에 반영되는 지라, 수업시간 이외의 실습시간을 요구하여 수업시간외 실습시간을 추가 배정하였고 대다수의 학생들이 실습실에 밤 늦게까지 남아 과제를 수행에 적극적으로 참여하였다.

3.1 라인 트레이싱 로봇 실기

중간평가의 실기시험은 주어진 문제의 맵의 라인을 따라 움직이는 라인 트레이싱(line tracing) 로봇을 구현하는 문제로 개인별로 수행 평가하였는데, 시험문제인 맵을 알려 준 후 1주일간 연습시간을 준 뒤에 실기시험을 치르게 하였다. 중간 실기평가에서는 새로운 형태의 로봇을 제작하지 않고, 수업시간에 사용하던 기본 로봇을 이용하여 주어진 맵의 라인을 따라가는 프로그램을 구현해 로봇의 동작을 정확히 제어하도록 하였다. 평가방법은 라인 맵의 시작점에서 출발하여 라인을 따라 완주한 후 도착점에 정확히 정지하는 경우를 성공으로 정하여, 3~4회 수행 평가하여 2회 이상 완주 성공시 성공점수를 주었다. 또한 매번 주행시간을 측정하여 완주시간이 짧은 로봇에 가산점을 주었다. 여러 번 수행 평가하여 2회 이상만 성공하면 성공점수를 준 것은, 수행 평가시 일어날 수 있는 조명 변화, 맵의 위치 변화 및 맵의 흔들림 등 주변환경 변화에 따른 실행 오류의 영향을 줄이고자 한 것이다.

(그림 3)은 중간 실기평가에 사용된 라인 트레이싱 맵 예로 보이고 있다. 왼쪽 맵의 경우에는 왼쪽 위의 출발점 A에서 시작하여 검정색 동그라미로 표시된 1차 목적지 B까지 도전하는 경우와, 1차 목적지 B에서 정지한 후 다시 2차 목적지인 오른쪽 아래의 사각형 모양의 도착점 C까지 도전하는 경우 중 하나를 학생이 선택하여 도전하도록 하였다. 이는 2차 목적지까지의 과제가 벽찬 학생들의 학업 참여도와 성취도를 높이기 위하여 제시하였다. 1차 목적지와 2차 목적지 도전 성공의 점수에 차이를 두었다. 80~90%의 학생들

은 2차 목적지까지 도전하였고, 1차 목적지까지는 모든 학생들이 성공하였다. 2차 목적지까지 성공하지 못한 학생들도 1차 목적지까지의 성공을 경험하게 되어, 중간평가 이후의 교육 시간 및 과제 수행에도 계속하여 적극적으로 참여하였다.

3.2 도전과제를 수행하는 창의로봇 제작

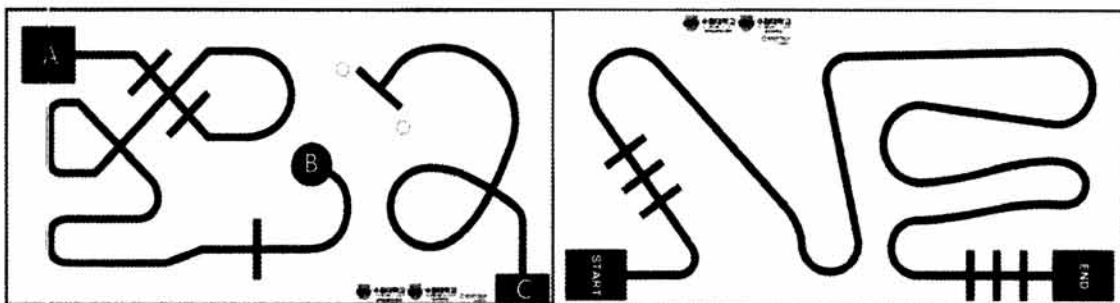
기말 평가는 특정한 임무를 완수하는 도전과제를 주어, 이를 수행할 수 있는 로봇을 창의적으로 설계하고 제작하도록 하였다. 협동학습의 효과를 보기 위하여 2~3명이 한 조가 되어 수행하였으며, 과제의 정확한 수행에 60점, 로봇 구조 및 프로그램 설계에 20점, 보고서 작성 및 발표에 20점을 배정하여 평가하였다. 실기평가 직전에 조별로 제작한 창의로봇의 구조와 동작의 특징에 대하여 5분간 발표하게 하여, 학생들이 다른 조의 로봇의 구조와 동작을 이해하고 자신의 조의 과제해결방법과 비교 분석을 하도록 유도하였다.

창의로봇 제작에 자유주제가 아니라 도전과제를 수행하도록 한 것은, 자유주제일 경우 인터넷과 서적에 공개된 여러 레고 마인드스톰 NXT 로봇들을 그대로 모방하는 로봇을 만들 가능성이 높았기 때문에, 지정된 임무를 완수하는 도전과제를 주어 학습자 스스로 창의적인 사고를 하고 조원간의 상호작용을 통하여 문제해결능력이 고취되도록 하였다.

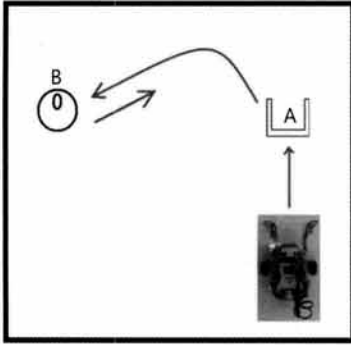
도전과제 프로젝트 평가에서는, 학생들이 다른 조들의 창의로봇 구조 및 동작 설계와 프로그래밍에 대해서 상호 자체평가를 하여, 자체평가 결과가 우수한 1, 2위의 로봇에 대해서 보너스 점수를 부여하였다. 자체평가 참여로 인해, 학생들은 다른 조의 발표 내용과 실기 테스트 과정을 주의깊게 살펴보았으며 자신의 로봇과 비교 관찰하였다. 학기별로 매번 새로운 도전과제를 내주어 학생들의 적극적인 참여와 창의적인 사고를 유도하였다. 지금까지 교육과정에 사용한 도전과제 내용은 다음과 같다.

3.2.1 Horseshoe 도전과제

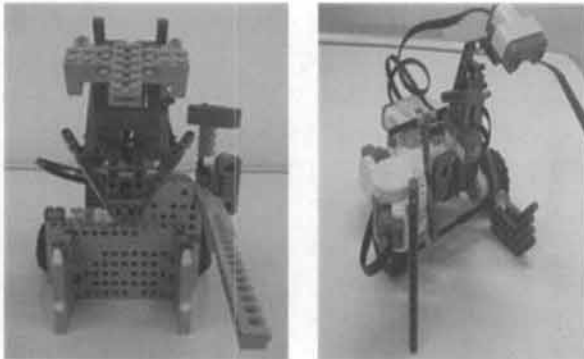
다음 (그림 4)에서 로봇은 출발점에서 시작하여 A에 있는 말발굽(레고 블록)을 B에 있는 말발(캔)에 가져다 끼워 놓는 과제로, 레고 마인드스톰 NXT를 이용한 첫번째 교육에서 진행한 난이도가 낮은 과제이다. 2인 1조가 되어 창의로봇을 설계하여 구현하도록 하였고, 총 5회 수행하여 3회



(그림 3) 개인별 실기 평가에 사용된 라인 트레이싱 맵들



(그림 4) Horseshoe 도전과제

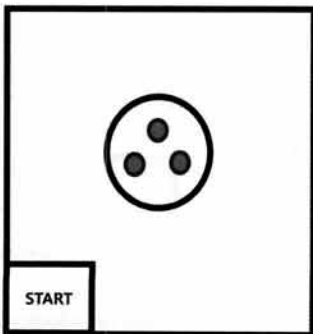


(그림 5) Horseshoe 과제를 수행하는 창의로봇들

이상 성공한 경우를 만점으로 하고, 3회 미만 성공횟수에 대해서는 성공횟수별로 평가하였다. 비교적 간단한 도전과제로 대부분의 조가 3회이상 수행에 성공하였다. (그림 5)는 Horseshoe 과제 수행을 위해 학생들이 제작한 창의로봇들의 실례를 보이고 있다.

3.2.2 원 안의 캔 가져오기 도전과제

다음 (그림 6)과 같이 경기장 가운데 있는 원 안에 3개의 캔을 두고 출발점에서 로봇이 출발하여 원 안의 캔을 하나씩 출발점으로 가져오는 도전 1과, 원 안에 캔을 1개씩만 두고 이를 출발점으로 옮기는 것을 3번 연속 수행하는 도전 2를 함께 제시하여 학생들의 참여도를 높이하고자 하였다. 난이도가 높은 도전 1의 성공 점수를 높게 평가하였고, (그림 7)은 이 도전과제를 우수하게 수행한 창의로봇의 모습이다.



(그림 6) 원 안의 캔 가져오기 도전과제

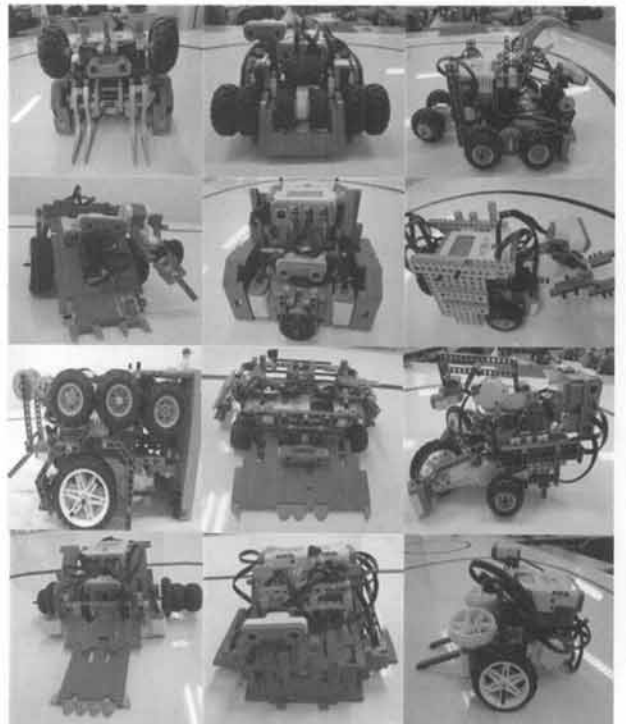


(그림 7) 원 안의 캔 가져오기 도전과제를 수행하는 창의로봇

3.2.3 배틀 로봇 도전과제

조별로 창의적으로 배틀 로봇을 제작하여 다른 조들과 전부 시합한 후 승률(승3점, 무1점, 패0점)로 점수를 매겨 총점에 따른 순위로 평가하였다. 시합은 검은색 라인으로 둘러싸인 원형 경기장 안에서 시작되며 상대 로봇을 경기장 밖으로 밀어내거나, 상대 로봇을 뒤집어서 쓰러뜨리면 우승한 것으로 한다. 또한 경기 중 로봇의 부품이 3개 이상 떨어진 경우 패배한 것으로 정하였다. 로봇을 조정하는 것이 아니라, 미리 작성된 프로그램에 따라 로봇이 스스로 시합을 하도록 하였다.

학생들이 높은 관심과 흥미를 보이며, 프로젝트 실습시간 내내 즐겁게 진행하였던 과제이었다. 로봇의 동작을 제어하는 프로그램의 우수성과 더불어 로봇의 구조가 승패에 큰 영향을 주는 결과를 나타내었다. 로봇의 구조가 튼튼하고 무거우며, 로봇의 키가 낮아 쉽게 넘어지지 않는 안정된 형태의 로봇들이 우수한 성적을 내었다. (그림 8)에서 보듯이 창의적으로 제작된 배틀 로봇들은 구조와 기능에 있어서 다양한 모습을 보이고 있다.

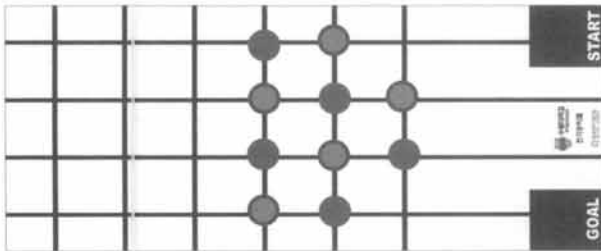


(그림 8) 다양하게 제작된 배틀 로봇들

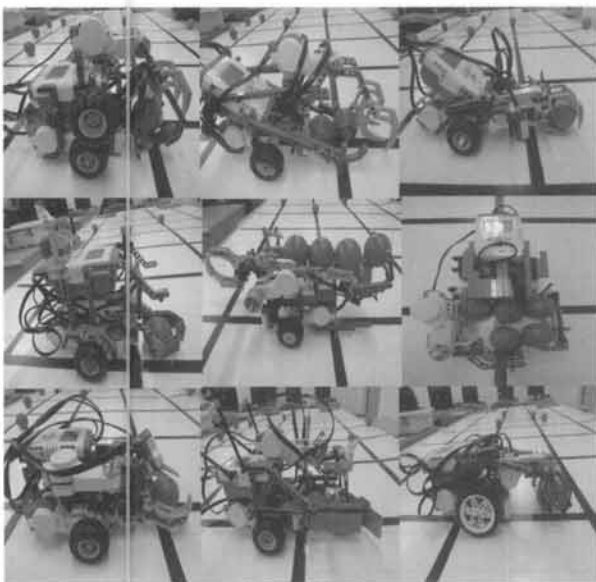
3.2.4 포켓볼 로봇 도전과제

포켓볼 도전과제는 IT대와 공대 학생들을 위해 개설한 교양 교과목인 “로봇 프로그래밍” 강좌에서 진행하였다. 다음의 (그림 9)와 같이 격자무늬로 이루어진 맵의 미리 정해진 교차점에 빨간 공 5개와 파란 공 4개가 놓여 있다. 로봇은 ‘START’에서 출발하여 5분 이내에 빨간 공 5개를 ‘GOAL’로 가져와야 한다. 파란 공은 로봇이 자유롭게 처리하되 파란 공을 ‘GOAL’에 가져올 경우 감점이 된다. 조별로 3회 실시하여 ‘GOAL’에 가져다 놓은 빨간 공의 개수를 합한 점수로 평가한다. ‘GOAL’에 가져온 파란 공이 있을 경우, 가져온 파란 공의 개수만큼 가져다 놓은 빨간 공의 개수에서 감한다. 1회 수행 시간은 5분으로 제한한다.

다른 도전과제에서 제작된 창의로봇들과 비교해 볼 때, 포켓볼 창의로봇들이 구조와 동작에 있어서 다양성과 독창성이 가장 돋보였다. 다음 (그림 10)에서 보듯이 빨간 공을 하나씩 찾아서 ‘GOAL’에 가져다 놓는 로봇들과, 빨간 공 5개를 한번에 모아서 ‘GOAL’에 가져오는 로봇들이 제작되었다. 그 중에서도 가장 창의력이 돋보였던 작품은 (그림 10)의 한가운데 있는 로봇으로, 빨간색으로 인식된 공들을 차례로 로봇의 등에 실고 다니면서 빨간 공을 모두 찾아 한번에 가져오는 로봇이었다.



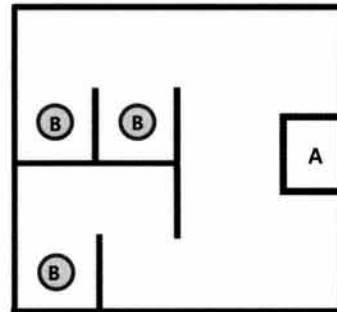
(그림 9) 포켓볼 도전과제



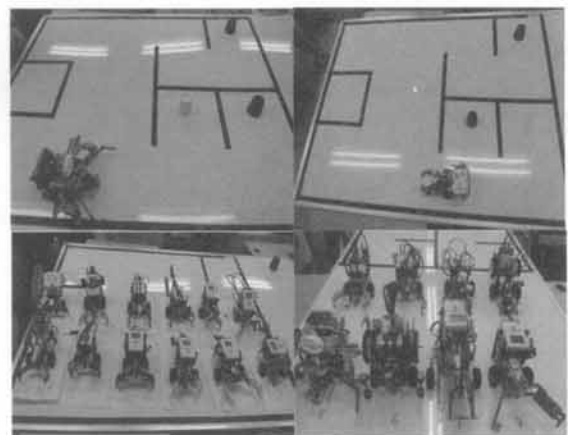
(그림 10) 다양하게 제작된 포켓볼 로봇들

3.2.5 Mousebot 도전과제

다음 (그림 11)에서 3개의 B 위치 중에서 임의의 한 장소에는 노란색 컵(치즈)이 놓이며, 다른 2개의 B 위치에는 검정색 컵이 놓여 있다. 출발점 A에서 로봇이 출발하여 미로를 탐색하여 노란색 컵만을 찾아서 출발점 A로 가지고 돌아와야 한다. 이 때 미로를 나타내는 검정선을 로봇이 밟으면 감점되고, 치즈의 위치에 따라 별도의 프로그램을 작성하지 않고 하나의 실행 프로그램으로 수행하여야 한다. 실기 평가시 로봇 출발 직전에 치즈를 놓아서, 피평가자가 치즈의 위치를 본 후 프로그램을 선택하여 실행하는 것을 방지하였다. 3가지 B위치별로 치즈를 놓고 각각 2회씩 실행하여 평가하였다. 3가지 B위치 모두에 대해서 각각 1회 이상 성공하면 임무 완수로 실기 평가에 만점을 주었다. 비교적 난이도가 높은 도전과제였지만 75% 정도의 학생들이 도전에 성공하였다.



(그림 11) 마우스봇 도전과제



(그림 12) 마우스봇의 과제수행 모습과 제작된 마우스봇들

4. 교육과정 설문 평가 및 결과 분석

지난 2009년부터 현재까지 3년간 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교육과정을 운영하였다. 교육과정에 관한 평가를 위하여 2009년과 2010년에는 <표 3>의 교과목 교육목표 달성도와 <표 4>의 학습성과 달성도에 관하여 ‘상/중/하’로 설문 평가하였고, 2011년에는 <표 5>의 교육과정 전반에 관한 16개의 문항에 대하여 ‘매우그렇다/그렇다/보통이다/그렇지않다/전혀그렇지않다’ 로 설문 평가하였다. 설문 조사는

기말 실기평가를 진행한 마지막 교육시간에 무기명으로 진행하였다. 2009년에 운영한 09A반은 15명, 09B반은 9명이 수강하였고, 2010년에 운영한 10A반은 5명, 10B반은 24명이 수강하여 <표 3>, <표 4>의 설문에 응답한 학생은 총 53명이다. 2011년에 진행된 11A반은 25명, 11B반은 16명으로 <표 5>의 설문에 응답한 학생은 총 41명이다.

4.1 교과목 교육목표와 학습성과 달성도 분석

교과목 교육목표와 학습성과 달성도에 관한 설문 평가는 09A, 09B, 10A, 10B의 4개의 분반에서 진행되었으며 총 53명이 응답하였다. 달성도에 따른 설문 응답은 상(3점), 중(2점), 하(1점)로 이루어졌다. 교과목 교육목표 달성도에 관한 응답 결과를 분석한 <표 3>을 보면 교과목 교육목표 4가지에 대해서 '중' 이상의 목표달성에 응답한 학생은 각각 100%, 98%, 96%, 98%로 나타났다. 첫번째 교과목 교육목표인 "로봇의 구조 및 특성의 이해와 ROBOTC 소프트웨어를 통한 로봇 작성 원리 및 방법의 이해"에 대해서는 달성도를 '상'으로 응답한 학생이 77%에 달하여 평균 2.77을 보였고, 두번째 교육목표인 "ROBOTC 사용을 통한 C언어 기초 및 활용과 알고리즘 작성 방법의 이해"에 대해서도 '상'으로 응

답한 학생도 64%에 달하여 평균 2.62을 보였다. 이는 로봇에 관한 교육내용을 충분히 이해하였고, C언어 프로그래밍에 대해서도 학습효과가 높았음을 나타내고 있어, 대다수의 학생들이 수업에 충실히 임하였음을 알 수 있다.

<표 4>의 학습성과 달성도에 관한 응답 분석을 살펴보면 "기본지식", "설계구현", "문제해결" 각 항목에 대하여 '중' 이상의 달성도를 보이는 학생들은 94%, 98%, 98%이었다. 특히 "설계구현: 현실적 제약조건에 맞추어 시스템, 요소, 공정을 설계할 수 있는 능력"에 대해서는 62%의 학생들이 달성도를 '상'으로 응답하여 평균 2.60을 나타내었다. 학생들의 창의로봇 설계 및 구현을 통한 성공적인 프로젝트 수행 경험이 "설계구현"의 학습성과 달성도에 높은 점수를 주었음을 알 수 있다. "문제해결" 능력 학습성과에 대해서는 평균 2.38의 달성도를 보였고, '상'으로 응답한 학생들이 40%이고 '중'으로 응답한 학생들이 58%로, 98%의 대부분 학생들이 '중' 이상 달성한 것으로 평가하였다.

4.2 교육과정 전반에 관한 설문 결과 분석

2011년에는 <표 5>과 같이 교육과정 전반에 대하여 16개의 문항으로 설문 평가하였다. 각 문항에 대하여 매우그

<표 3> 교과목 교육목표 달성도 설문응답 분석

교 육 목 표	분반	목표 달성 정도 (응답수)			평균 점수
		상 (3점)	중 (2점)	하 (1점)	
1. 로봇의 구조 및 특성의 이해와 ROBOTC 소프트웨어를 통한 임베디드 시스템(로봇) 작성 원리 및 방법의 이해	09A	11	4	0	2.73
	09B	7	2	0	2.78
	10A	3	2	0	2.60
	10B	20	4	0	2.83
	합계	41 (77%)	12 (23%)	0 (0%)	2.77
2. ROBOTC 사용을 통한 C언어 기초 및 활용과 알고리즘 작성 방법의 이해	09A	10	5	0	2.67
	09B	7	2	0	2.67
	10A	5	0	0	3.00
	10B	12	11	1	2.46
	합계	34 (64%)	18 (34%)	1 (2%)	2.62
3. 새로운 문제해결을 위한 로봇 구조 설계 능력	09A	6	8	1	2.33
	09B	7	2	0	2.78
	10A	2	2	1	2.20
	10B	13	11	0	2.54
	합계	28 (53%)	23 (43%)	2 (4%)	2.49
4. 로봇 제어를 위한 알고리즘 설계 및 프로그램 능력	09A	4	11	0	2.27
	09B	5	4	0	2.56
	10A	4	1	0	2.80
	10B	12	11	1	2.46
	합계	25 (47%)	27 (51%)	1 (2%)	2.45

〈표 4〉 교과목 학습성과 달성도 설문응답 분석

학습 성과	분반	달성 정도 (응답수)			평균 점수
		상 (3점)	중 (2점)	하 (1점)	
1. 기본 지식: 수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보기술을 응용할 수 있는 능력	09A	5	7	3	2.13
	09B	5	4	0	2.56
	10A	4	1	0	2.80
	10B	12	12	0	2.50
	합계	26 (49%)	24 (45%)	3 (6%)	2.43
2. 설계 구현: 현실적 제약조건에 맞추어 시스템, 요소, 공정을 설계할 수 있는 능력	09A	10	4	1	2.60
	09B	7	2	0	2.78
	10A	4	1	0	2.80
	10B	12	12	0	2.50
	합계	33 (62%)	19 (36%)	1 (2%)	2.60
3. 문제 해결: 공학 문제들을 인식하며, 이를 공식화하고 해결할 수 있는 능력	09A	4	10	1	2.20
	09B	5	4	0	2.56
	10A	2	3	0	2.40
	10B	10	14	0	2.42
	합계	21 (40%)	31 (58%)	1 (2%)	2.38

렇다(5점), 그렇다(4점), 보통이다(3점), 그렇지않다(2점), 전혀그렇지않다(1점)로 평가하였다. 11A반은 25명, 11B반은 16명으로 설문에 응답한 학생은 총 41명이다. 16개의 문항에 대해서 최저 3.73에서 최고 4.56에 이르기까지 응답 평균은 4.17로 전반적으로 교육과정에 만족하고 있는 결과를 보였다.

교과목 교육목표의 달성에 관한 질문인 1번과 2번 문항에 대하여 각 9%, 86%의 학생들이 '매우그렇다' 또는 '그렇다'로 응답하였으며, 평균 4.37과 4.24로 우수하게 나타나 교과목에 대한 학습 성취도가 높음을 알 수 있다.

학생의 수집 참여도에 관한 설문인 문항 8번과 9번에 대하여 평균 4.51과 4.56으로 16개의 문항들 중에서 최고의 점수를 보였다. 문항 8번 "나는 이 과목의 수업시간에 성실하게 임하고 참여하였다"에 대해서는 59%의 학생들이 '매우그렇다', 34%가 '그렇다'고 대답하여 93%의 학생들이 수업에 성실하게 참여하였음을 알 수 있다. 또한 문항 9번 "나는 부과된 과제물(프로젝트, 실기시험 등)을 수행하기 위하여 많은 노력을 하였다"에 대해서도 66%의 학생들이 '매우그렇다', 24%가 '그렇다'고 대답하여 88%의 학생들이 과제물 수행에 적극적으로 참여하였음을 알 수 있다.

문항 4번 "이론 설명과 더불어 실습 위주의 수업이 나의 수업 참여도에 도움을 주었다"에 대하여 51%의 학생들이 '매우그렇다', 44%가 '그렇다'고 대답하여 95%의 학생들이 실습위주의 수업을 선호하는 것을 알 수 있다.

문항 3번 "레고 마인드스톰 NXT를 이용한 강의 진행이 흥미로웠다"의 질문에 44%의 학생들이 '매우그렇다', 34%

의 학생들이 '그렇다'고 응답하여 총 78%의 학생들이 긍정적으로 대답하였다. 문항 5번 "프로그래밍을 통한 레고 로봇 제어가 흥미로웠다"의 질문에도 54%의 학생들이 '매우그렇다', 29%의 학생들이 '그렇다'고 응답하여 83%의 학생들이 레고 마인드스톰 NXT를 이용한 교육과정에 흥미를 나타내었다.

교육과정을 통한 문제해결능력, 창의력, 협동심의 향상에 관한 질문인 10번, 11번, 12번 문항의 결과를 분석하면, 문제해결능력 향상에 4.17, 창의력 향상에 4.07, 협동심 향상에 4.32로 교육과정이 도움이 되었다고 평가하였다. 특히 조별 프로젝트 수행으로 인한 협동심 향상에 매우 높은 점수를 주었다. 문항 10번 "이 강의가 새로운 과제에 대한 문제해결능력의 향상에 도움을 주었다"에 대해서 42%의 학생들이 '매우그렇다', 42%의 학생들이 '그렇다'라고 대답하여 84%의 학생들이 교육과정이 자신의 문제해결능력의 향상을 도왔다고 평가하였다. 문항 11번 "로봇을 이용한 자유로운 실습이 창의력 향상에 도움이 되었다"에 대해서는 41%의 학생들이 '매우그렇다', 37%의 학생들이 '그렇다'라고 대답하여 78%의 학생들이 자신의 창의력 향상에 도움이 되었다고 평가하였다. 문항 12번 "조별 프로젝트를 통하여 협동심이 향상되었다"에 대해서는 46%의 학생들이 '매우그렇다', 42%의 학생들이 '그렇다'라고 대답하여 88%의 대다수 학생들이 교육과정을 통해 자신의 협동심이 향상되었다고 평가하였다.

ROBOTC 사용을 통한 C언어 흥미 및 프로그래밍 능력 향상에 대한 문항 13번과 14번의 결과를 살펴보면, 문항 14

〈표 5〉 2011년도 교육과정 실문 응답 분석

문항	분반	매우	그렇다	보통	그렇지	전혀	평균 점수
		그렇다 (5점)	(4점)	이다 (3점)	않다 (2점)	그렇지 않다 (1점)	
1. 이 강좌를 통해 레고 마인드스툼 NXT를 사용한 임베디드 시스템(로봇) 설계 방법을 이해하였다.	11A	9	15	1	0	0	4.32
	11B	7	9	0	0	0	4.44
	합계	16 (39%)	24 (59%)	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	4.37
2. 이 강좌를 통해 프로그램을 이용한 로봇제어 및 설계에 대한 이해력이 향상되거나 도움이 되었다.	11A	9	10	5	1	0	4.08
	11B	8	8	0	0	0	4.50
	합계	17 (42%)	18 (44%)	5 (12%)	1 (2%)	0 (0%)	4.24
3. 레고 마인드스툼 NXT를 이용한 강의 진행이 흥미로웠다.	11A	8	9	6	1	1	3.88
	11B	10	5	1	0	0	4.56
	합계	18 (44%)	14 (34%)	7 (17%)	1 (2%)	1 (2%)	4.15
4. 이론 설명과 더불어 실습 위주의 수업이 나의 수업 참여도에 도움을 주었다.	11A	10	14	1	0	0	4.36
	11B	11	4	1	0	0	4.63
	합계	21 (51%)	18 (44%)	2 (5%)	0 (0%)	0 (0%)	4.46
5. 프로그래밍을 통한 레고 로봇 제어가 흥미로웠다.	11A	12	8	3	1	1	4.16
	11B	10	4	2	0	0	4.50
	합계	22 (54%)	12 (29%)	5 (12%)	1 (2%)	1 (2%)	4.29
6. 중간설기, 중간필기, 기말프로젝트로 구성된 강의평가 방법에 만족한다.	11A	7	8	7	2	1	3.72
	11B	5	7	2	2	0	3.94
	합계	12 (29%)	15 (37%)	9 (22%)	4 (10%)	1 (2%)	3.80
7. 레고 로봇을 사용한 수업이, 문제를 스스로 해결하고자 하는 학습 동기 부여에 도움이 되었다.	11A	5	15	3	2	0	3.92
	11B	7	5	3	1	0	4.13
	합계	12 (29%)	20 (49%)	6 (15%)	3 (7%)	0 (0%)	4.00
8. 나는 이 과목의 수업시간에 성실하게 임하고 참여하였다.	11A	11	12	2	0	0	4.36
	11B	13	2	1	0	0	4.75
	합계	24 (59%)	14 (34%)	3 (7%)	0 (0%)	0 (0%)	4.51
9. 나는 부과된 과제물(프로젝트, 실기시험 등)을 수행하기 위하여 많은 노력을 하였다.	11A	14	9	2	0	0	4.48
	11B	13	1	2	0	0	4.69
	합계	27 (66%)	10 (24%)	4 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	4.56
10. 이 강의가 새로운 과제에 대한 문제해결능력의 향상에 도움을 주었다.	11A	11	10	3	0	1	4.20
	11B	6	7	2	1	0	4.13
	합계	17 (42%)	17 (42%)	5 (12%)	1 (2%)	1 (2%)	4.17
11. 로봇을 이용한 자유로운 실습이 창의력 향상에 도움이 되었다.	11A	10	9	4	0	2	4.00
	11B	7	6	2	1	0	4.19
	합계	17 (41%)	15 (37%)	6 (15%)	1 (2%)	2 (5%)	4.07
12. 조별 프로젝트를 통하여 협동심이 향상되었다.	11A	10	13	2	0	0	4.32
	11B	9	4	2	1	0	4.31
	합계	19 (46%)	17 (42%)	4 (10%)	1 (2%)	0 (0%)	4.32
13. ROBOTC를 이용한 로봇 제어로 인해 C프로그래밍에 대해 흥미를 갖게 되었다.	11A	8	5	8	3	1	3.64
	11B	4	7	4	1	0	3.88
	합계	12 (29%)	12 (29%)	12 (29%)	4 (10%)	1 (2%)	3.73
14. ROBOTC를 이용한 로봇 제어 실습이 C프로그래밍 작성 능력의 향상에 도움을 주었다.	11A	9	9	5	1	1	3.96
	11B	7	6	3	0	0	4.25
	합계	16 (39%)	15 (37%)	8 (20%)	1 (2%)	1 (2%)	4.07
15. 이 강좌를 통해 이 분야에 대한 흥미와 관심이 높아졌다.	11A	9	8	6	1	1	3.92
	11B	6	6	3	1	0	4.06
	합계	15 (37%)	14 (34%)	9 (22%)	2 (5%)	1 (2%)	3.98
16. 레고 마인드스툼을 이용한 새로운 강좌가 개설된다면 수강할 용의가 있다.	11A	9	6	5	3	2	3.68
	11B	9	5	1	1	0	4.38
	합계	18 (44%)	11 (27%)	6 (15%)	4 (10%)	2 (5%)	3.95

번 “ROBOTC를 이용한 로봇 제어 실습이 C 프로그래밍 작성 능력의 향상에 도움을 주었다”에 대해서는 평균 4.07로 ‘매우그렇다’ 또는 ‘그렇다’로 대답한 학생들이 76%로 높게 나타났다. 이에 비해 문항 13번 “ROBOTC를 이용한 로봇 제어에 의해 C 프로그래밍에 대해 흥미를 갖게 되었다”에 대해서는 평균 3.73으로 ‘매우 그렇다’ 또는 ‘그렇다’로 대답한 학생들은 58%였고, ‘그렇지않다’ 또는 ‘전혀그렇지않다’로 12%의 학생들이 응답하였다. C 프로그래밍 능력의 향상에는 많은 학생들이 공감하였으나, C언어 프로그래밍에 대한 흥미를 갖게 된 학생들은 다소 줄어들었다. 본 교육과정이 C 프로그래밍 능력 향상에 도움은 되었으나, C언어 자체에 대한 흥미 유발은 저조하였음을 알 수 있다.

성적평가 방법에 관한 문항 6번의 “중간실기, 중간필기, 기말프로젝트로 구성된 강의평가 방법에 만족한다”에 대해서 평균 3.80으로, ‘그렇지않다’ 또는 ‘전혀그렇지않다’로 응답한 학생들이 12%에 달했고, ‘매우그렇다’ 또는 ‘그렇다’로 응답한 학생들은 66%이었다. 이는 세분화된 평가로 인하여 학생들의 많은 노력을 필요로 하여 이에 대한 어려움이 있었음을 알 수 있다.

마지막 문항 16번 “레고 마인드스톰을 이용한 새로운 강좌가 개설된다면 수강할 용의가 있다”에 대해서는 44%의 학생들이 ‘매우 그렇다’, 27%의 학생들이 ‘그렇다’고 응답하여 71%의 학생들이 레고 마인드스톰을 이용한 강의를 좋아하고 만족한 것을 알 수 있다.

설문 결과들을 종합해 보면, 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교육과정이 학생들의 흥미를 유발하여 학습동기와 학습의욕을 고취시켜 교과목 교육목표의 달성도와 학습성과 달성도가 높았으며, 학생들의 수업 참여도 또한 매우 높았고, 문제해결능력과 창의력 향상에 도움을 주었을 뿐만 아니라, 조별 프로젝트 수행을 통하여 협동심이 향상되었음을 알 수 있다. 또한 ROBOTC 프로그래밍을 통한 로봇 제어 실습으로 C언어 프로그래밍 능력의 향상에도 도움이 되었음을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 대학생을 대상으로 ROBOTC 기반 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교육과정을 개발하여, 공과대학생 교육에 적용하였다. 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교육과정은 로봇의 기본 이해 및 실습, 응용로봇 실습, 창의로봇 설계 및 구현으로 구성하였다. 로봇의 기본 소양을 교육하는 초기 단계에는 로봇의 기본 이해와 실습 후, 간단한 도전과제를 제시하여 기본 학습을 응용한 로봇을 구현하게 한다. 기본 이해 및 응용 로봇에 관한 교육이 끝난 후, 프로젝트로 수행할 도전과제를 제시하여 조별로 창의로봇을 설계하고 구현하게 한다. 응용로봇 실습과 도전과제 프로젝트 수행을 통하여 창의력과 문제해결능력을 배양할 수 있으며, 도전과제를 조별로 수행하게 하여 학습자와 학습자간의 상호작용을 증진시켜 협동학습의 효과와 더불어

협동심도 배양할 수 있다. NXT 로봇 프로그래밍에 C언어 기반인 ROBOTC를 선택하여, 교과목의 기본 소양 습득과 더불어, 로봇 제어 프로그래밍 실습을 통한 C언어 프로그래밍 능력도 향상시키고자 하였다.

2009년부터 3년간 교육과정이 진행되는 동안, 6개의 분반 총 94명의 수강생을 대상으로 교육과정에 관한 설문조사를 실시하여 교육효과를 분석하였다. 2009년과 2010년에는 교과목 교육목표와 학습성과 달성도를 ‘상(3점)/중(2점)/하(1점)’로 평가한 결과, 교과목 교육목표 4가지에 대하여 평균 2.58의 높은 달성도를 내었고, 기본지식, 설계구현, 문제해결에 관한 3가지 학습성과 달성도도 평균 2.47로 높은 점수를 보였다. 학습성과 달성도 중에서는 설계구현의 달성도가 2.60으로 가장 높게 나타났다. 2011년의 교육과정 전반의 설문에 대해서는 ‘매우그렇다(5점)/그렇다(4점)/보통이다(3점)/그렇지않다(2점)/전혀그렇지않다(1점)’로 평가한 결과, 학생들의 수업시간 및 과제물 수행의 참여도가 4.51과 4.56으로 가장 높게 나타났고, 학습성취도에 관한 문항에서도 4.37와 4.24로 높았으며, 많은 학생들이 로봇을 이용한 교육과정이 창의력 향상(4.07), 문제해결능력 향상(4.17)에 도움이 된다는 사실에 공감하는 것을 알 수 있었다. 조별 프로젝트를 통한 협동심의 향상에 대해서는 4.32로 더 높게 평가하였다. ROBOTC를 이용한 로봇 제어 실습을 통한 C 프로그래밍 작성 능력의 향상에 대해서도 4.07로 비교적 높게 평가하였다.

결론적으로, ROBOTC 기반 레고 마인드스톰 NXT 로봇을 이용한 교육과정이 학생들의 흥미를 유발하여 학습동기와 학습의욕을 고취시켜 교과목 교육목표의 달성도와 학습성과 달성도가 높았고, 학생들의 수업 참여도 또한 매우 높았으며, 문제해결능력과 창의력 향상에 도움을 주었을 뿐만 아니라, 조별 프로젝트 수행을 통하여 협동심이 향상되었다. 또한 ROBOTC 프로그래밍을 통한 로봇 제어 실습으로 C언어 프로그래밍 능력의 향상에도 도움이 되었다.

본 교육과정을 통해 로봇에 흥미를 갖게 된 학생들은 한 학기로 진행되는 교육과정을 아쉬워하였다. 로봇의 특성 및 기본 소양을 학습한 후 하나의 창의로봇만 설계 구현하는 것에 대해 아쉬워하며, 심화된 다양한 도전과제들을 더 수행해보고 싶어했다. 따라서 향후 계획으로 1학기에는 요소설계에 관한 교과목으로 로봇의 기본 기능 이해와 응용로봇 구현 실습 위주로 진행하고, 2학기에는 종합설계에 관한 교과목으로 조별로 다양한 도전과제를 수행하는 창의로봇들을 설계 구현하는 1년으로 확대된 교육과정을 개발할 예정이다. 이를 위해서는 난이도에 따라 기초 도전과제, 응용 도전과제, 심화 도전과제들로 나누어 다양한 도전과제들을 개발할 필요가 있다. 또한 다학제간 프로그램의 교과과정을 개발하여 전기, 전자, 기계, 컴퓨터 전공 학생들이 함께 모여 프로젝트를 수행함으로써, 다양한 전공에 따른 새로운 관점의 해법을 실험 탐구하여 고정관념을 최소화한 창의적 사고를 유발하고, 통합적 사고력 함양에 도움이 되도록 할 것이다.



(그림 13) 교육시간 학생들의 참여 모습

참 고 문 헌

[1] 이은경, 이영준, “로봇 프로그래밍 학습이 문제해결능력에 미치는 영향”, 한국컴퓨터교육학회논문지, 제10권 제6호, pp.19-27, 2007.

[2] 노영옥, 정덕길, “대학에서 로봇이용교육 교육과정 개발”, 한국해양정보통신학회논문지, 제12권, 제11호, pp.2125-2130, 2008.

[3] 조혜경, 박강박, 한정혜, 민덕기, 고국원, “교육+로봇: 비전과 액션 플랜”, 정보과학회지, 제26권, 제4호, pp.55-64, 2008.

[4] 류영춘, 이재호, “외국 사례 분석을 통한 로봇교육과정의 발전방향 모색”, 한국정보교육학회 학술대회논문집, 한국정보교육학회 2007년도 동계학술대회, pp.157-164, 2007.

[5] 문의식, “로봇이 새로운 창의성 학습도구로서의 가능성 탐색”, 한국정보교육학회 학술논문집, 제1권, 제1호, pp.259-264, 2010.

[6] 서형업, “문제중심학습(PBL)에 기초한 로봇교육 프로그램이 창의력 향상에 미치는 효과 - 과학고등학교사례”, 공학교육연구, 제10권, 제4호, pp.93-122, 2007.

[7] 김태희, 강문설, “레고 마인드스톰 로봇을 이용한 프로그래밍 입문 교육의 효과 측정”, 한국인터넷정보학회논문지, 제11권, 제4호, pp.159-173, 2010.

[8] 이강, “LEGO MINDSTORM NXT를 이용한 공학실제입문 운영 사례”, 공학교육연구, 제12권, 제2호, pp.83-88, 2009.

[9] Dongsun Kim, Suntae Kim, Seokhwan Kim, and Sooyong Park, “Software Engineering Education Toolkit for Embedded Software Architecture Design Methodology Using Robotics Systems”, 15th Asia-Pacific Software Engineering Conference, pp.317-324, 2008.

[10] 정기훈, 김도훈, 박성호, 강순주, “임베디드 실시간 시스템 개발 교육 과정”, 정보처리학회지, 제9권, 제1호, pp.103-111, 2002.

[11] Shuying Zhao, Wenjun Tan, Shiguang Wen, Chongshuang Guo, “Research on Robotic Education Based on LEGO Bricks”, International Conference on Computer Science and Software Engineering, pp.733-736, 2008.

[12] LEGO MINDSTORMS NXT, <http://mindstorms.lego.com>

[13] Wojciech Grega, Adam Pilat, “Real-time Control Teaching Using LEGO MINDSTORMS NXT Robot”, Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology, pp.625-628, 2008.

[14] ROBOTC, <http://www.robotc.net>

이 경 희



e-mail : khlee@suwon.ac.kr

1993년 연세대학교 컴퓨터과학과(학사)
 1998년 연세대학교 컴퓨터과학과(공학석사)
 2004년 연세대학교 컴퓨터과학과(공학박사)
 1993년~1996년 LG소프트(주) 연구원
 2000년~2005년 한국전자통신연구원
 선임연구원

2005년~현 재 수원대학교 전기공학과 조교수
 관심분야: 공학교육, 컴퓨터비전, 바이오인식, 정보보호 등