

로봇 활용 수학수업의 설계 및 적용

김 철

광주교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

로봇은 프로그래밍 교육의 도구로서 창의적 문제해결능력과 논리적 사고력 신장에 효과적이다. 또한 학습자에게 실제적, 조작적 학습경험을 제공하므로 교과학습의 도구로 활용될 때 학습내용의 구체적 이해를 돕고 능동적인 학습참여를 이끌어 낼 수 있다. 본 연구는 초등학교 수학 수업에서 로봇의 도구적 쓰임에 주안을 두고자 한다. 따라서 로봇의 기능 분석, 기능별 교육적 활용 방안 추출 후 4학년 수학교과와 연계된 수업 액티비티를 개발하였다. 로봇활용 수학수업을 10차시 실시한 후 성취도 평가, 학생 호감도 조사하였다. 연구 결과 성취도에서 유의미한 차이는 확인되지 않았다. 하지만 설문에서 로봇이 수학 수업의 흥미와 적극적 수업참여를 이끌어내며 수학개념을 이해하는 데 도움을 준 것으로 나타났다. 면담 결과에서도 기존의 수학수업에선 찾기 힘든 역동적이고 협력적인 의사소통, 체험적, 실천적인 수업 등의 긍정적 반응이 나타났다.

키워드 : 로봇, 프로그래밍, 수학교육

Design and Application of Math Class with Robot

Chul Kim

Dept. of Computer Education, Gwangju National University of Education

ABSTRACT

As a tool of programming education, a robot is effective in creative problem solving abilities and logical thinking skills. It also provides practical, operational learning experience to learners, when using as a tool of learning, it can help learners' specific understanding for the contents of education and lead to an active participation in learning. This research focuses on the robot's instrumental use in the mathematics class. So the lesson activities with relation to the fourth grade math curriculum were developed after the functional analysis of the robot and the extraction of educational utilization with function. The result shows that there wasn't a significant difference in achievement test but there was a positive response in the most of the survey items. It shows that robots lead to an active participation in class, to be interested in math class and were helpful to understand math concepts. There was also a positive response in the result of learner interviews such as dynamic, collaborative communication, experiential, practical lessons that are rare sights in normal math class.

Keywords : Robot, Programming, Mathematics

이 논문은 2013년도 광주교육대학교 학술연구비 지원에 의한 것임.

논문투고 : 2013-01-31

논문심사 : 2013-02-01

논문완료 : 2013-03-14

1. 연구의 필요성 및 목적

지난 수십 년간 로봇은 IT분야의 주요 연구대상이었으며 산업, 의료, 생활, 교육 등 다양한 영역에서 쓰임새가 확대되어가고 있다. 이에 따라 전 세계에서는 과학, 기술, 인문사회 그리고 교육 분야에서 다양한 로봇 활용에 대한 기술적 연구가 활발히 수행되고 있다. 또한 로봇에 대한 긍정적인 인식은 교사, 학생, 학부모를 대상으로 한 조사 결과에도 나타나고 있다 [13].

우리나라도 R-Learning 사업의 일환으로 '10년부터 전국 약 1,500개 유치원에 약 2,000대의 교육용 로봇을 보급하여 교육용 로봇 시장을 확대하고 있으며 '11년 전국 156개 초·중·고 학생(6,000명)을 대상으로 로봇활용 수업을 시범적으로 실시하였으며 교사연수, 교안개발 등을 꾸준히 추진해 오고 있다[5]. 또한 교육과학기술부는 미래교육 R&D 차원으로 2007년부터 로봇의 교육적 활용방안에 관한 다양한 연구 프로젝트를 수행하여 왔으며 최근에는 로봇소양교육을 넘어 정규교과에 로봇을 활용하는 로봇활용교육과정을 개발하기에 이르렀다[6].

이와 같은 추세에 비추어 보면 가까운 미래에 로봇교육은 초등학교에서 인기 있는 교육활동 중 하나가 될 것으로 기대된다. 이러한 예측은 로봇 조작 활동이 학습자에게 학습 흥미를 제공하고 더불어 로봇에 대한 학생들의 접근성이 향상되고 있기 때문에 가능하다[18].

최근 국내 로봇교육 연구동향을 분석 한 연구를 보면 2007년을 기점으로 연구논문 편수가 크게 증가하는 추세이며 연구대상의 50%가 초등학생을 대상으로 이루어지고 있으며 프로그래밍과 과학, 수학, 기술의 STEM 교과에서 로봇을 통한 교육적 효과를 검증하는 연구가 확산되고 있다[1]. 또한 연구주제는 프로그래밍, 학생 호감도 연구 순으로 연구 비율이 높은 것으로 나타났다. 연구 방법에서는 실험연구가 가장 많이 수행되었으며 로봇에 대한 교육적 효과에 대한 연구에서 창의성, 문제해결능력, 교과학업성취도 그리고 학습몰입 및 학습태도의 정의적 요인에 효과가 있다고 보고되고 있다.

컴퓨터과학교육 측면에서 로봇은 프로그래밍 학습

의 효과적인 도구라는 연구결과가 다수 발표되고 있다[3][4][7]. 하지만 일선 교육현장에서 초등학생들에게 프로그래밍과 같은 컴퓨터과학 내용을 지도할 수 있는 여건이 마련되어 있지 못한 실정이다. 만약 교수학습활동에서 로봇 프로그래밍을 기반으로 하는 학습교구가 사용된다면 알고리즘 학습기회를 제공할 수 있고 사고력 신장을 기대할 수 있을 것이다. 이러한 로봇을 활용한 교과연구도 최근 국내외를 망라하여 증가하고 있는 추세에 있다[2][11].

교구로서 로봇을 사용하고자 할 때 고려해야 할 요소 중 하나는 고정적인 수업 운영 환경이다. 즉, 40분 단위로 수업이 실시된다는 것을 감안하면 로봇의 설계, 조립, 조작의 교과 수업내용과 관련성이 적은 활동에 많은 시간을 사용하기 보다는 실제적으로 교수학습을 지원할 수 있는 로봇활용 방안이 요구된다.

로봇은 구조, 센서, 액추에이터로 구분되고 원하는 동작을 표현하기 위해서는 프로그래밍이 요구된다. 이것은 로봇의 기능과 교육과정 분석 후 로봇 활용에 대한 계획이 필요하다. 이는 교육과정 영역활동별 학습 지원이 가능한 로봇의 종류가 다양하기 때문이다. 즉, 교사는 교육과정 분석 후 교과의 목표를 효과적으로 도달할 수 있도록 완성된 로봇교구, 학습 환경이 사전에 준비되어야 할 것이다.

본 연구는 로봇의 다양한 교육적 활용 측면 중에서 정규교과 활동의 도구적 활용에 주안점을 두고 로봇의 기능적 분석, 교육과정 내용 분석에 따른 프로그램을 설계 구안하고 활용 방향을 제시하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

첫째, 로봇교육의 배경이 되는 구성주의 학습 이론과 로봇의 관계를 알아보고 수학교육에서 로봇활용 사례에 대한 문헌을 조사한다.

둘째, 로봇의 교육적 기능을 분석하고 초등학교 4학년 수학 수업에 활용 할 수 있는 액티비티를 설계 개발한다.

셋째, 수업 액티비티를 시범 적용 한 후 교구적 측면에서 로봇이 어떠한 영향을 미치는가? 즉 수학 학업성취도 및 학생 호감도를 살펴보고자 한다.

3. 이론적 배경

3.1 구성주의와 로봇

어린이들에게 프로그래밍을 지도하는데 필요한 교육적 도구 개발의 개척자인 S. Papert는 구성주의(constructionism)를 발전시켰는데 4개의 원리(tenet)를 제안하였다[8].

첫째, 실습을 통한 학습(learning by doing)으로 학습자는 직접 조작하면서 체험적으로 배움을 터득할 수 있다.

둘째, 구체적인 조작도구(manipulative object)의 활용으로 학생들이 가지고 놀 수 있는 도구는 컴퓨터에 의해 프로그래밍 될 수 있는 로봇 교구를 의미한다.

셋째, 강력한 사고(powerful idea)로 프로그래밍 활동에서 창의적 사고가 발현된다.

넷째, 반성적사고(reflective thinking)를 경험할 수 있다.

로봇은 학습자가 구체적으로 조작 제어 할 수 있는 도구로 구성주의 학습 환경을 제공하고 학습자는 이러한 도구를 활용하여 창조, 설계, 의사소통의 경험을 자연스럽게 가질 수 있게 된다. 또한 로봇은 설계 조립 제어활동에 참여한 학생에게 능동적인 학습참여, 문제해결능력 신장, 의사소통 및 협동으로 작업할 기회를 제공한다[9].

3.2 로봇교육

Malec(2011)은 로봇의 다양한 교육적 활용을 로봇 소양교육(robotics in education)과 로봇활용교육(robotics for education)의 두 가지로 구분하였다[14].

전자는 로봇을 학습의 대상으로 보는 관점으로 주로 중등 이상의 대학레벨에 해당되는데 로봇 자체가 학생들이 배우고 익혀야 할 학습내용이 되는 교육활동의 예로는 로봇 조립, 로봇 프로그래밍, 메카트로닉스 그리고 인공지능과 전문적인 로봇틱스 등이 있다[15]. 후자는 로봇을 학습도구로 보는 것은 구성주의 환경을 배경으로 하며 로봇을 교수학습 활동의 도구로 바라보고 있다. 즉 수업활동에서 학생들은 로봇을 조작하면서 학습내용을 배우는 즐거움을 경험할 수 있다는 것

이다. 다양한 로봇의 출현은 교수학습활동에서 도구적 활용을 높이고 있는데, 예를 들어 센서(빛, 소리, 온도, 터치)와 액츄레이터를 활용한 STEM 학습이 가능하다.

우리는 로봇의 다양한 교육적 활용 측면 특히 초등학교 교수학습과정에서 도구적 쓰임에 주안점을 두고자 한다. 도구 목적의 로봇은 조립형과 완성형으로 다시 분류될 수 있는데 조립형 로봇의 예로는 레고 마인드스톰, 피코크리켓, 위두, 울로 시리즈가 있고 완성형은 로머, 프로봇, 비봇 등이 있다.

3.3 로봇 로머(roamer)

교구형 로봇의 일종인 로머는 컴퓨터 프로그램을 통해 프로그래밍이 가능함과 동시에 로봇 상판에 부착된 키판을 이용하여 LOGO와 동일한 절차적, 모듈별 프로그래밍이 가능하다. 또한 빛, 소리, 접촉센서가 부착되어 있어 각 센서별 이벤트를 발생시켜 다양한 표현을 할 수 있다. 로머의 기능별 특징은 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 로머의 사양

크기	길이 20cm, 너비 15.5cm
외형	자유롭게 외형 변형 가능
속도	일정한 시간, 속도로 움직이도록 제어가 가능
구동력	밀거나 당기는 양에 변화 줌
정확성	이동 거리, 회전에 있어 정확함
그리기	펜 장착 후 명령어를 통해 그림을 그릴 수 있음
말하기	입력, 실행 그리고 에러에 대한 응답

특히, 로머는 영국 초등학교 ICT교육에 활용되고 있으며 개발사에서 학습자 연령, 교과, 교사수준, 학습활동단위, 학습시간 등 다양한 조건 검색에 따른 교과활용 자료가 웹을 통해 서비스되고 있다[17].

로머의 인터페이스는 USB 케이블을 연결하여 Roamer-world 소프트웨어를 통한 제어가 가능한 동시에 로봇에 부착된 키 판의 숫자, 화살표, 알파벳 버튼을 눌러 PC 없이도 직접적으로 명령을 줄 수 있다. 하지만 로봇 간 통신기능은 지원되지 않는다.

로머의 프로그래밍은 절차적이며 여기서 ‘절차’란 문제해결의 인식을 위한 기본적인 개념으로, 문제를 작은 문제로 나누어 개별적으로 해결하고, 전체 해결

을 위해 작은 해결책을 결합하는 것이라 할 수 있다.

로머의 말하기(speaking) 기능은 학생들이 로봇 버튼을 누를 때 로봇이 어떻게 동작하고 있는지에 대해 탐구하고 이해할 수 있게 된다. 로봇은 질문을 하고 답을 주고, 작업과 관련한 정보를 제공하며, 학생 행동에 반응하여 적절한 팁과 힌트를 줄 수 있다. 로봇의 종류는 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 로머의 종류

		
표준 로머	드로잉 로머	활동 로머

표준 로머는 연령 또는 학년에 따라 4가지 단계가 있으며 상위레벨일수록 명령과 조작이 복잡하다.

액티비티 로머는 어린이들의 설계활동을 가능하게 하는 창의적인 매체를 제공하는데 로봇 형태는 캐릭터의 창작활동을 가능하게 한다. 이러한 것들은 현실, 환상, 기술, 상상의 결합 활동으로 캐릭터를 완성하여 교육활동의 도구로서 활용할 수 있다. 또한 캐릭터는 창의적 글쓰기, 프로그래밍, 예술, 수학과 같은 학습 활동에서 촉매역할을 할 수 있다.

3.4 로봇활용 수학교육

교과 통합적 측면에서 로봇활용 교육은 수학학습을 위해 보다 효과적인 설계를 제공하는 것으로 ‘로봇을 활용을 위한 수학교육’이 아닌 ‘수학학습 목표 달성’을 위한 로봇활용 교육이어야 한다.

수학교육에서 로봇 프로그래밍을 활용하는 것은 미국 수학교사단체인 NCTM의 주장처럼 학생들이 수학에 대한 흥미와 관심을 새로운 측면에서 도울 수 있을 뿐만 아니라 문제 해결 과정의 체계적 분석, 해답의 타당성 분석, 오류 분석 등의 과정을 통하여 수학적 사고력을 강화시키려는 것이다.

수학교육에서 로봇은 주로 비, 거리관련 공식, 기하, 각도와 원과 관련한 기하영역 그리고 측정 등의 영역에서 주로 연구되고 있다[16].

Husain et al(2006)은 초등학생에게 LEGO를 활용한 수학수업을 실시한 결과 실험집단의 점수가 더 향상된 것을 발견하였다. 그리고 높은 수준의 학습능력을 지닌 학생들이 더욱 더 잘 참여하고 로봇에 대해 긍정적인 태도를 갖고 있는 것으로 나타났다[12]. 또한 Williams(2010)는 LEGO 로봇을 각도, 거리, 측정 등의 수학개념 학습에 활용하였으며 전략적으로 storytelling을 사용 하였다[19].

과학교과와 연계한 연구도 진행되었는데 Mitnik et al(2008)은 7학년과 10학년을 대상으로 거리와 각도, 운동과 그래프 구성 및 해석 활동을 로봇으로 실시한 결과 유의미한 결과를 확인하였으며 실험집단에서 더 높은 협동적 상호작용과 로봇수업에 대한 적극적인 참여의지를 발견하였다[12].

이러한 수학교육에서 로봇활용은 기존의 로봇에 대해 배우는 로봇소양교육이 아닌 ICT처럼 로봇을 교수학습활동에 활용하는 것으로 로봇에 대한 인식의 전환이라 할 수 있다.

4. 연구 절차

연구는 로봇 활용 액티비티를 설계, 개발하고 초등 학생에게 수업을 적용하는 두 단계로 진행되었다.

4.1 로봇 활용 액티비티 개발

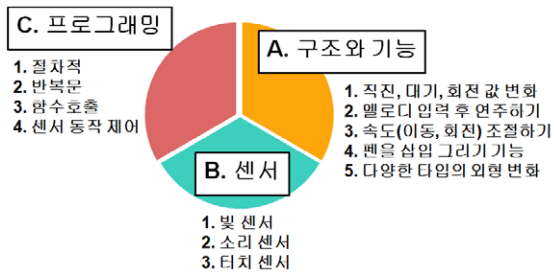
로봇 활용 수업 액티비티 개발은 다음 [그림 1]과 같이 두 단계로 진행되었다. 로봇교육 전문가 4명(교수1, 박사2, 교사 1)이 로봇 고유 기능을 분석하였으며 교육현장에서 로봇을 활용하여 수업한 경험이 있는 현장교사 4명의 도움을 받아 교육적 활용 기능을 추출하였다.



(그림 1) 수업 액티비티 개발 절차

4.1.1 기능 분석

로봇의 기능은 다음 [그림 2]와 같이 구조와 기능, 센서, 프로그래밍의 세 영역으로 각각 분석하였고 각 영역별로 교육적 활용 가능 방안을 추출하였다. 이는 교육과정에 적합한 로봇교구를 사용하기 위해서는 로봇의 교육적 기능이 사전에 분석되어야 하기 때문이다.



(그림 2) 로봇의 기능 분석

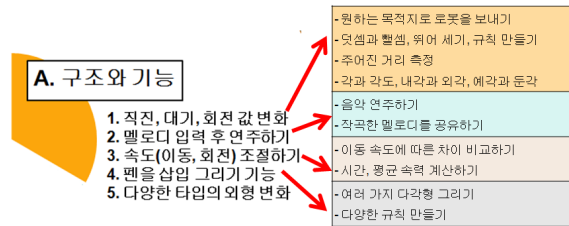
로머는 0에서 9까지의 숫자, 실행, 대기, 전진, 후진, 좌·우회전, 초기화(메모리, 프로시저, 엔트리) 버튼으로 절차적인 명령을 내릴 수 있으며 반복문, 함수를 사용하여 규칙적인 반복 명령을 쉽게 내릴 수 있다. 또한 모터파워, 볼륨, 멜로디, 이동거리, 회전각도 값을 설정할 수 있으며 센서(빛, 소리, 터치)를 연결하여 이벤트를 부여할 수 있다. 이러한 기능을 영역별로 분석하면 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 로봇의 기능 분석

영역	영역별 기능
A. 구조와 기능	1. 입력 값에 따른 직진, 대기, 회전 값 변화
	2. 멜로디 입력 후 연주하기
	3. 속도(이동, 회전) 조절하기
	4. 펜을 삽입 후 드로잉(drawing) 기능
	5. 다양한 타입의 외형 변화
	6. 보조도구(15cm 투명 격자 매트) 활용
B. 센서	1. 터치센서 - 접촉에 따른 액션부여
	2. 빛 센서 - 빛 감지 후 액션부여
	3. 소리센서 - 소리 값 인식
C. 프로그래밍	1. 실행, 전진, 후진, 회전, 멈춤, 대기
	2. 반복문
	3. 함수 정의, 호출
	4. 센서와 연결된 동작 제어

4.1.2. 교육적 활용 방안 추출

교육적 기능 분석은 로봇을 조작 후 기능별 명세화 작업 및 협의 검토 과정을 거쳐 [그림 3]과 같이 영역별 교육적 활용 기능을 추출하였다.



(그림 3) 교육적 활용 방안

측정활동으로는 모터 회전을 이용한 거리 재기가 있고 기하영역은 펜을 삽입하고 명령을 통해 각도, 선분, 다각형 그리기가 해당된다. 또한 움직임 표현과 관련하여 로봇을 원하는 곳으로 보내기, 센서와 결합한 표현 그리고 창작과 표현활동이 가능하였다.

기능별 교육적 활용 방안은 다음 <표 4>와 같다.

<표 4> 기능별 교육적 활용 방안

영역	기능	교육적 활용 방안
A	1	a. 원하는 목적지로 로봇을 보내기
		b. 뒤틀림과 뺄셈, 뛰어 세기, 규칙 만들기
		c. 주어진 거리 어렵하고 측정하기
		d. 각과 각도, 내각과 외각, 예각과 둔각
	2	a. 창의적 멜로디 작곡 후 연주하기
	3	a. 이동 속도에 따른 차이 비교하기
b. 시간, 평균 속도 계산하기		
4	a. 여러 가지 다각형 그리기	
	b. 다양한 규칙 만들기	
5	a. 로봇을 다양하게 꾸미고 역할극하기	
	b. 투명매트 아래에 지도 그리고 길 찾기	
6	a. 투명매트 아래에 지도 그리고 길 찾기	
	b. 다양한 경로의 경우의 수 찾기	
B	1	◦ 터치 센서 이벤트 발생
	2	◦ 빛 센서 이벤트 발생
	3	◦ 소리 센서 이벤트 발생
C	1	◦ 절차적 알고리즘 생성으로 문제해결
	2	◦ 규칙적 반복적 명령을 단순화하기
	3	◦ 규칙적인 동작을 저장하고 호출하기

4.1.3 수학 단원별 로봇 활용 방안 - 4학년

초등학교 수학과 교육과정은 ‘수와 연산’, ‘도형’, ‘측정’, ‘확률과 통계’, ‘규칙성과 함수’의 5개의 영역으로 구성되어 있는데 로봇의 구조와 기능, 센서, 프로그래밍의 3개 영역별 기능은 다음 <표 5>와 같이 각 단원에 활용될 수 있다.

<표 5> 수학교과와 로봇활용 방안

영역	단원	학습내용	로봇활용 방안
수와 연산	큰 수	◦ 큰 수를 뛰어서 세기	A-1-a, A-6-a, C-1
도형	각도	◦ 각 측정 및 비교 ◦ 각 그리기	A-1-d, A-4-a, C-1
	삼각형	◦ 이등변, 정삼각형 ◦ 예각, 둔각	A-1-d, A-4-a, C-2
규칙성 함수	규칙 찾기	◦ 규칙 찾아 수로 표현 ◦ 규칙 찾아 글로 표현	A-4-b, A-6-b, C-3
측정	수직과 평행	◦ 수선과 평행성 ◦ 평행선 거리 구하기	A-4-a, C-1
도형	사각형과 다각형	◦ 사다리꼴, 평행사변형 ◦ 마름모, 직사각형	A-4-a, C-2
측정	평면도형의 둘레 넓이	◦ 다각형 둘레의 길이 ◦ 다각형 넓이 구하기	A-4-a, C-2
측정	수의 범위	◦ 이상과 이하	A-1-c, C-1
확률과 통계	꺾은선 그래프	◦ 측정된 내용을 꺾은선 그래프로 표현	A-3-a, A-3-b, C-1

4.2 로봇활용 수학수업 적용

시범적용은 경기도 소재 D초등학교 4학년 학생 31명을 대상으로 2012년 12월 3일부터 17일까지 단일반을 대상으로 실시하였으며 로봇활용 수업은 다음 <표 6>과 같이 10차시를 적용하였다. 사용된 로봇은 모두 6대이고 모듈별 5명으로 구성되었다.

시범 적용 후 수학 학습에 대한 호감도를 조사하였으며 수학학습에 대한 성취도를 비교하였다. 사전 점수는 기말평가 점수를 활용하였으며 사후에는 각

영역별로 평가문항을 현장교사의 도움으로 제작한 다음 실험종료 후 평가를 실시하였다.

로봇을 활용하여 각도를 배우고 빠르기를 다르게 명령을 내린 후 평균에 대한 개념을 배우는 수업활동 장면은 다음 <표 6>과 같다

<표 6> 로봇활용 수업활동 사진



본 연구는 ‘각’도, ‘삼각형’, ‘수직과 평행’, ‘사각형과 다각형’, ‘평면도형의 둘레와 넓이’, ‘꺾은선그래프’의 8개 단원의 10차시를 적용하였다.

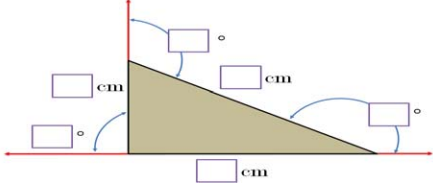
<표 7> 로봇활용 수업 적용 - 10차시

단원	차시 및 학습내용
각도	◦ 여러 가지 각 그리기(1/10)
삼각형	◦ 각과 직각삼각형(2/10) ◦ 이등변, 정삼각형 그리기(3/10)
수직과 평행	◦ 수선과 평행선(4/10) ◦ 평행선 거리 구하기(5/10)
사각형과 다각형	◦ 사다리꼴과 평행사변형(6/10) ◦ 마름모와 직사각형(7/10)
평면도형의 둘레 넓이	◦ 다각형 둘레의 길이(8/10) ◦ 다각형 넓이 구하기(9/10)
꺾은선그래프	◦ 속력을 다르게 측정한 결과를 꺾은선 그래프로 표현하기(10/10)

4.2.1 수업 적용 액티비티 예

로봇을 활용한 수업 설계 아이디어의 예는 다음 <표 8>, <표 9>와 같다.

<표 8> 로봇을 활용한 각도 학습

학습목표	<ul style="list-style-type: none"> ○각을 측정하고 직각삼각형의 각도 알기 ○전지(A1)에 길이가 다른 직각 삼각형을 그리기 ○각 변의 길이, 각도를 측정위해 로봇 작동하기
학습활동	 <p>-삼각형의 내각과 외각의 합 180°알기</p>
정리하기	<ul style="list-style-type: none"> ○회전을 위해 외각을 사용함을 알기 -삼각형의 내각과 외각 알기

<표 9> 로봇 주행 속력의 평균구하기

학습목표	<ul style="list-style-type: none"> ○로봇이 얼마나 빨리 달리는지 속력구하기 ○로봇의 평균 속도 구하기 																				
학습활동	<ul style="list-style-type: none"> ○전지(A1)에 로봇 경주 트랙을 만들기 ○주어진 시간 동안 주행한 거리 측정하기 -매번 다른 속도로 주행시키기 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>TRIAL</th> <th>DISTANCE meter</th> <th>TIME seconds</th> <th>SPEED m/s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">평균속도</td> <td>m/s</td> </tr> </tbody> </table>	TRIAL	DISTANCE meter	TIME seconds	SPEED m/s	1				2				3				평균속도			m/s
TRIAL	DISTANCE meter	TIME seconds	SPEED m/s																		
1																					
2																					
3																					
평균속도			m/s																		
정리하기	<ul style="list-style-type: none"> ○속력은 시간당 움직인 거리 ○평균의 개념 																				

도형 영역의 각도는 로봇이 전진과 우회전할 때 생기는 각을 이용하여 지도할 수 있다.

학생들은 로봇에 직진과 우회전 명령을 주면서 직각을 만들기 위해 자연스럽게 90°가 되는 것과 실습할 수 있었으며 내각과 외각의 합이 180°가 됨을 이해하게 되었다. 또한 로봇에 펜을 연결하여 다각형과 원을 그릴 수 있다. 거리, 각도를 입력하여 정확하고 다양한 도형을 그리면서 직관적으로 수학 개념을 배울 수 있다. 줄자와 초시계를 이용하여 다양한 속력으로 움직이는 로봇의 거리, 시간을 측정하여 다음 속력 값을 구하고 평균속력을 계산하는 <표 9>와 같은 활동이 가능하다. 또 이 단원은 과학과의 '물체의 속력' 단원과 연계할 수 있다.

4.2.2 수학 학업성취도 검사

학업성취도 검사 결과는 다음 <표 10>과 같으며 사전 평균 M=75.12, 표준편차 SD=14.70, 사후 평균 M=79.03, 표준편차 SD=12.09로 나타났다. 로봇을 활용한 수학 수업 후 평균점수가 3.91점 향상되었다. 하지만 통계적 분석 결과 p=.259로 α=.05 수준에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 10> 수학성취도 검사 결과

집단	학생수	평균	표준편차	t값	자유도	유의도
사전검사	31	75.12	14.70	-1.14	60	.259
사후검사	31	79.03	12.09			

이것은 40분 수업동안 여러 가지 계산과 문제풀이를 하는 대신 한두 가지의 문제를 동료와 협력하여 집중적으로 해결한 수업활동으로 인해 기존의 성취도 평가문항에서는 큰 영향을 미치지 못한 것으로 볼 수 있다. 또한 10차시의 짧은 수업 적용도 요인으로 작용한 것으로 보인다. 향후 수업시간에 활용할 시 도입, 전개, 정리 등의 단계에서 로봇을 선택적으로 활용하는 방안, 개념이해, 적용을 극대화 할 수 있는 활동에 투입해야 할 것으로 보인다.

4.2.3 학생 호감도 조사

수학성취도 평가와 별도로 로봇을 활용한 수학 수업 후 학생 호감도 조사를 조사했다. 설문조사 결과는 다음 <표 11>과 같으며 모든 영역에서 긍정적인 반응이 나타났다.

<표 11> 학생 호감도 조사 결과

설문문항	응답자 인원수(%)				
	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	전혀 아니다
로봇 기능에 대한 이해도	8(26)	10(32)	7(23)	2(6)	4(13)
로봇 제어 및 활용의 용이성	11(35)	12(39)	5(16)	1(3)	2(6)
로봇 활용 수업의 적극적 참여도	11(35)	8(26)	4(13)	3(10)	5(16)
로봇 활용 수업의 만족도	16(52)	10(32)	1(3)	2(6)	2(6)
로봇의 교수학습 지원성	9(29)	15(48)	4(13)	2(6)	1(3)

전체의 58%의 학생들이 수업에서 활용된 로봇의 기능을 높게 이해하고 있었으며 74%가 제어 및 활용이 쉽다고 응답하였다. 이것은 기존의 로봇이 조립과 제어를 위한 프로그래밍에 많은 시간이 소요되고 복잡한 과정을 요구한다는 데 비해 비교되는 부분이라 할 수 있다.

수업참여도 부문에서는 61%가 적극적이었다고 응답하였으며 만족도 또한 높게 나타났다. 로봇이 수업 내용 이해에 얼마나 도움이 되는 지에 대해서는 77%가 긍정적이라고 응답하였다.

하지만 보통 이하의 부정적인 응답도 부문별로 20~40%로 나타나고 있는데 특히 적극적인 참여도(39%), 기능의 이해도(42%)가 낮게 나타나 이는 로봇 교구활용 전 충분한 로봇소양교육이 선행되어야 하고 수업전개에서 학습자 참여를 제고하기 위한 방안의 설계가 필요함을 알 수 있다.

학습자 면담은 긍정적 응답과 부정적 응답을 나타낸 학생 각 2명을 무작위로 선정하여 비구조화된 면담(학습흥미, 학습곤란, 학습활동, 학습도구, 추가 활동)을 진행하였다. 면담결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 학습흥미 측면에서는 학습자의 지시대로 정확히 움직이고, 회전하고, 도형을 그리는 활동이 재미를 이끌어 내었다고 하였다. 버튼을 누를 때마다 로봇이 영어로 진행하고 있는 일들을 알려주어서 신기하였다고 하였다. 또 자신이 그린 도형의 둘레와 넓이를 친구들이 해결하는 것을 보고 즐거웠다고 하였다. 이러한 반응은 구성주의의 실천에 의한 학습(learning by doing)의 결과라 할 수 있다.

둘째, 어려웠던 것은 도형을 그리는데 각을 계산하는 것과 여러 가지 명령을 기억하고 입력해주어야 하는데 화면에 명령이 표시되지 않아 실수가 많았다고 하였다. 명령이 영어로 나와 잘 이해가 안되었다고 하였다. 한 개의 로봇을 여러 친구가 사용하니 기다리는 시간이 많았고 잘하는 학생이 계속 사용하여 좋지 않았다고 하였다. 또 프로그래밍에서 비슷한 명령은 반복문과 함수를 사용하는데 잘 이해가 되지 않았다고 하였다. 이것은 알고리즘 및 프로그래밍에 대한 충분한 소양이 갖추어져 있지 않은 것으로 체험위주의 수업이지만 교구 조작활동에 어려움이 있었음을 알 수 있다.

셋째, 수업활동 측면에서 기존의 수업은 혼자서 교과서 문제를 푸는 활동이 대부분인데 로봇수업에서는 문제 해결을 위해 모둠별로 같이 의논하고 움직이면서 수업이 진행되어서 좋다고 하였다.

이와 같은 결과는 Lough & Fett(2004)의 연구결과와도 일치하는 부문으로 초등학교 교사는 로봇이 학교급과는 상관없이 능동적인 학습자 참여를 유도하고 강한 학습동기, 협동 및 팀워크 활동 경험을 제공하는 것으로 인식하고 있다[10]. 또한 Denis & Huber(2001)의 연구를 살펴보면 학생들은 로봇을 제어하기 위해 프로그래밍 과정에서 그룹 내 긍정적인 협력과 의사소통이 발생된다고 하였다[10].

넷째, 학습도구로서 로봇에 대해서는 로봇으로 수학공부를 할 수 있다는 것에 신기하였고 기존의 딱딱한 로봇이 아닌 친근하게 느껴진다고 하였다.

끝으로 로봇으로 더 알고 싶은 것으로는 왜 로봇의 모양이 세모인지, 로봇으로 영어를 공부할 수 있는지, 로봇의 움직이는 원리와 최대 속도 등이었다. 그리고 다른 로봇의 추가 기능, 쓰임새에 대한 호기심을 가지게 되었다고 하였다.

5. 결론

로봇은 프로그래밍 교육의 도구로서 창의적 문제 해결능력과 논리적 사고력 신장에 효과적이다. 또한 로봇은 학습자에게 실제적, 조작적 체험학습기회를 제공하므로 교과학습의 도구로 활용될 때 학습내용의 구체적 이해를 돕고 능동적인 학습참여를 이끌어낼 수 있다.

이와 같은 맥락으로 본 연구는 초등학교 수학교과 학습에서 로봇의 도구적 쓰임에 주안을 두고 로봇의 기능을 분석한 후 기능별 교육적 활용 방안을 추출하였다. 이후 4학년 수학교과 단원에 적용할 수 있는 로봇활동을 연결하고 10차시의 수업아이디어를 개발하였다.

로봇수업의 효과를 검증하기 위해 4학년 학생 31명을 대상으로 2012년 12월 3일부터 17일까지 로봇활용 수학수업을 실시한 후 성취도평가, 로봇에 대한 호감도 조사를 실시하였다.

성취도 평가에서 로봇을 활용한 수업 후 사전점수

보다 평균 3.91점 향상되었다. 하지만 통계적 분석 결과 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

호감도 조사를 위한 설문은 ‘로봇 기능의 이해’, ‘로봇의 용이성’, ‘수업의 참여도’, ‘만족도’, ‘학습 지원성’의 5개 문항으로 구성되었으며 대부분의 항목에서 긍정적인 응답이 나왔다. 즉 로봇이 수학수업의 흥미와 적극적 수업참여를 이끌어내며 수학개념을 이해하는데 도움이 되었다는 것을 알 수 있다. 하지만 로봇 기능의 이해도가 낮게 나타난 것을 보면 로봇 교구활용 전 충분한 로봇소양교육이 선행되어야 하고 수업전개에서 학습자 참여를 제고하기 위한 방안의 설계가 필요함을 알 수 있다.

학습자 면담 결과 정적인 수학 수업이 아닌 모듈별 협력적 의사소통이 발생하고 동적, 체험적, 실천적 수학수업이 이루어져 좋았다고 응답하였다. 하지만 로봇 교구의 낯선 인터페이스와 프로그래밍을 위한 절차적 명령어, 반복문, 함수 등에서는 어려움을 표출하였다.

향후 레고 마인드스톰, 피코크리켓, 올로, Diki-3000과 같은 다양한 조립형 로봇의 고유기능을 분석하고 교육적 활용방안을 공통적으로 추출하여 수학, 과학, 기술, 예술, 공학 등의 일반 교과에 쉽게 활용할 수 있는 가이드, 자료 개발이 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] 김철(2012). 로봇교육 관련 국내 연구동향 및 교육효과 분석, **정보교육학회논문지** 16(2) 233-243
- [2] 박광렬(2011), 초등학교 로봇 교육 및 교구의 현황과 발전 방향의 고찰, **한국실과교육학회지**, 24(3), 323-343.
- [3] 배영권(2007), 성별의 차이를 고려한 로봇프로그래밍 교수전략에 관한 연구, **컴퓨터교육학회논문지**, 10-4, 27-37.
- [4] 유승환, 문외식 (2007), 수월성 교육을 위한 로봇 프로그래밍 교육과정 개발과 적용, **한국정보교육학회**, 11-1, 59-66.
- [5] 지식경제부(2011). 2012년 지능형로봇 실행계획 보도자료. <http://www.mke.go.kr>
- [6] 한국교육학술정보원(2011). **교육정보화백서**.
- [7] 홍기천(2009), 레고 NXT 로봇을 활용한 예비교사의 프로그래밍 언어 수업 방안, **정보교육학회 논문지**, 13-1, 71-78.
- [8] Bers, Ponte, Juelich, Viera, & Schenker(2002), Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education, *information Technology in Childhood Education*, 2002-1, 123-145.
- [9] Chambers, J. & Carbonaro, M. (2003). Designing, developing and implementing a course on LEGO robotics for technology teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*. 11(2), 209 - 241.
- [10] Denis, B., Hubert, S.: Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computers in Human Behavior*. 17, 465-480 (2001)
- [11] Fabiane, B., & Vavassori, B., Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review, *Computers & Education* 58 (2012) 978-988
- [12] Hussain, S., Lindh, J., & Shukur, G. (2006). The effect of LEGO training on pupils' school performance in mathematics, problem solving ability and attitude: Swedish data. *Journal of Educational Technology and Society*, 9(3), 182-194.
- [13] Lough, T., & Fett, C. "Trends in robotics education: How teacher observations of male and female robotics students are changing over time," *TIES Magazine*, pp. 22-33, 2004.
- [14] Malec, J.(2001). Some thoughts on robotics for education. A paper presented at the 2001 AAAI Spring Symposium on Robotics and Education, Stanford University.
- [15] Mitnik, R., Nussbaum, M., & Soto, A. (2008). An autonomous educational mobile robot mediator. *Autonomous Robots*, 25(4), 367-382.
- [16] Nugent, G., Barker, B., & Grandgenett, N. (2008). The effect of 4-H robotics and

geospatial technologies on science, technology, engineering, and mathematics learning and attitudes. In J. Luca, & E. Weippl (Eds.), Proceedings of world conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications (pp. 447-452). Chesapeake, VA:AACE.

- [17] Valiant(2009). http://www.valiant-technology.com/us/pages/classic_roamer_activity_search.php?cat=1id1
- [18] Wagner, S. P. (1998). Robotics and children: Science achievement and problem solving. *Journal of Computing in Childhood Education*, 9-2, 149~192
- [19] Williams, D., Ma. Y., Prejean. L(2010), A Preliminary Study Exploring the Use of Fictional Narrative in Robotics Activities,

Journal of computers in Mathematics and Science Teaching, 29-1, 51~71.

저 자 소 개

김 철

1997 전남대학교 전산통계학과
(이학박사)

1998 University of Washington
(객원교수)

1992~현재 광주교육대학교
컴퓨터교육과 교수

관심분야: 인터넷자원관리, 교육용콘
텐츠, 메타데이터, e-Learning

e-mail: chkim@gnue.ac.kr

