교육용로봇을 이용한 프로그래밍 학습 모형

- 재량활동 및 특기적성 시간에 레고 마인드스톰의 Labview 언어 중심으로 -

문 외 식
진주교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

본 연구는 창의적 문제해결 능력 향상을 위한 알고리즘 학습도구로서 로봇을 이용한 프로그래밍 학습방법을 제안하는데 목적이 있다. 이를 위해 30차시 분량의 로봇 프로그래밍 교육과정과 교재를 개발하였으며, 초등학생 6학년을 대상으로 30차시를 학습시킨 후 평가하였다. 각 차시별 학습결과 산출물 중심으로 성취수준을 평가한 결과, 학습자들이 교육과정 내용을 대부분 이해한 수준으로 분석되었다. 이러한 결과는 개발한 교육과정과 교재가 초등학생들에게 충분히 공감하고 실천 가능하도록 구성되었다고 판단된다. 본 연구에서의 실행 경험을 통해 초등학교에서 로봇 프로그램 학습이 창의적 알고리즘 학습도구로 성공할 수 있는 가능성을 확인하게 되었다.

키워드: 알고리즘 학습도구, 로봇, 프로그래밍, 로봇 프로그래밍 교육과정, 교재

A Programming Language Learning Model Using Educational Robot

Wae-Shik Moon
Dept. of Computer Education, Chinju National University of Education

ABSTRACT

With a focus on LabView language to program Lego Mindstoms Robot in afterschool class to help children develop their special ability and aptitude. The purpose of this research was to make proposal for programming learning method using a robot as an algorithm learning tool to improve creative problem solving ability. To do this, robot programming training program in the amount of 30th period and teaching aids thereof were developed, and 6th grade primary school children were taught up to 30th period, then after, they were evaluated accordingly. Results from analysis of evaluation of achievement level with a focus on outcomes according to each period revealed that learners understood most of contents of curriculum. In view of such results from evaluation, it is judged that the curriculum as well as teaching aids that devised and created have been constituted in order that school children will be able to have developed a shared understanding of their learning sufficiently, and to put it into practice easily. Through these hands-on experiences in the course of researches, researcher could have confirmed the possibility of success for robot-programming training class as new creative algorithm learning tool in the primary school curriculum.

Keywords: Algorithm Learning Tool, Robot, Programming, Robot Programming Training Program

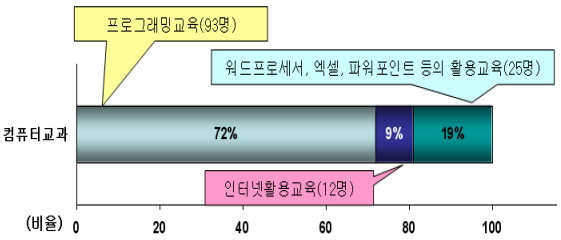
1. 서 론

IT 교육의 본래 목적인 문제해결 능력 향상과 사고력을 키우기 위해서는 컴퓨터교육과정이 활용 위주 중심에서 컴퓨터 자체를 배우기 위한 창의적 교육과정 비중을 높여야 한다. 정보강국으로 알려진 미국, 일본에서는 컴퓨터교육과정의 내용 비중이 컴퓨터 기초원리 및 프로그래밍을 추가하여 학습자들의 문제해결 능력 향상에 초점을 두고 있다. 특히, 정보의 신흥강국이라 불리는 인도에서는 초등학교 2학년부터 로고, 베이직 등의 언어를 이용하여 프로그래밍 원리를 배우게 함으로서 창의성 교육에 크게 효과를 거두고 있다[1]. IT산업의 발전을 위해서도 인지능력이 뛰어난 초등학생 5, 6학년부터 컴퓨터의 동작원리를 이해시키는 기초 하드웨어 개념과 소프트웨어인 프로그래밍을 통해서 다양한 논리적 사고력을 키울 수 있는 교육과정 운영을 늘릴 필요가 있다. 따라서, 재량·특별활동시간, 방과 후 특기적성 시간 등을 포함한 안정적인 교육시수 확보가 필요하다. 초등학생들이 컴퓨터의 기본동작 이해와 특히, 프로그래밍을 통해 자연스럽게 논리적 사고력을 키울 수 있는 가장 적합한 알고리즘 학습도구가 로봇이라 판단된다. 감수성과 인지능력이 가장 민감한 초등학생들이 직접 로봇을 만들고 조작하는 자율적 교육활동을 통해 놀이의 즐거움과 성취감을 가질 수 있으며, 하드웨어 기본개념을 자연스럽게 이해할 수 있다. 또한, 직접 프로그래밍을 하여 로봇에 입력하고 자신이 요구하는 대로 동작시킴으로서 반성적 사고력과 의사결정력 등의 고등사고 능력을 키울 수 있어 알고리즘 교육이 극대화 될 수 있다. 본 연구에서는 총체적인 과학이라 할 수 있는 로봇을 이용하여 창의적 알고리즘 및 프로그래밍 학습을 할 수 있는 교육과정 모형을 개발 제안하고, 6학년 학생들에게 직접 적용하고, 학습결과로 나타나는 산출물을 근거로 모델을 평가하였다. 평가결과로 초등학교에서 로봇의 교육적 가치 및 활용 가능성을 확인하였으며, 제안한 로봇 프로그래밍 교육과정이 초등학생 고학년에게 알고리즘 교육에 최적 도구임을 알 수 있었다.

2. 관련연구

2.1 프로그래밍교육을 통한 학습효과

프로그래밍교육은 프로그래밍 습득 그 자체 보다는 코드 만들기에서 문제분석력, 이해력, 창의력을 키우며 코드를 이해하는 과정에서 논리적 사고력을 배양하고, 오류탐색 및 수정작업에서 반성적 사고력 및 고등인지기술을 향상시킬 수 있는 큰 장점이 있으나 언어습득의 어려움 등으로 초등학교에서 프로그래밍 학습의 교육적 가치에 대해서는 찬반논란이 존재한다[2]. 그럼에도 불구하고 현장의 선생님들은 여전히 프로그래밍 학습의 교육적 효과에 대해 긍정적 평가를 내리고 있다. 예로서, (그림 1)은 초등학교 현장에서 정보교육을 담당하는 교사(130명)들의 설문조사 결과로 『논리적 사고력 및 문제 해결력을 향상시킬 수 있는 컴퓨터교과가 무엇인가?』에 대한 응답 결과로 프로그래밍 교육이 교육적 효과가 가장 크다고 응답(71.5%) 하였다[3].



(그림 1)논리적 사고력, 문제 해결력을 향상 시키는 컴퓨터 교과

초등학생들의 프로그래밍 학습은 전통적인 교과에 다음과 같은 창의적 학습효과에 영향을 미치고 있다. 첫째, 프로그래밍 과정을 통해 반복하여 발생하는 오류의 유형을 쉽게 분석하여 스스로 思考하고, 문제를 해결할 수 있는 자기 反省적이고 논리적인 능력을 키울 수 있다. 따라서, 전통적 교과 학습을 자기주도적으로 이끌어 나갈 수 있는 능력을 배양하는 유용한 교육적도구가 될 수 있다.

둘째, 자연적으로 응용소프트웨어가 컴퓨터 내부에서 동작하는 과학적인 원리를 이해할 수 있어 하드웨어의 추상적 개념과 과학·수학적인 개념을 자연스럽게 배울 수 있다. 셋째, 단순한 활용위주의

교육에서 탈피하고 미래 지향적인 IT 기술교육을 초등학교에서부터 시작할 수 있는 계기를 마련하고 정보과학의 영재성을 조기에 발굴할 수 있어 국가 수준의 컴퓨터교육의 새로운 패러다임으로 재정립 할 수 있다.

2.2 교육용 프로그래밍 언어

2.2.1 범용 프로그래밍 언어

초등학교에서 프로그래밍교육은 학습자들에게 가능한 부담을 줄일 수 있도록 다음과 같은 필수 조건을 갖추는 언어이어야 한다[3].

첫째, 문법과 표현이 간단하고 코드작성과 오류수정이 용이해야 한다. 둘째, 프로그램 작성과 결과를 쉽게 나타낼 수 있는 비주얼 작업환경이어야 한다.

이와 같은 조건을 충족할 수 있는 기존 범용 프로그래밍언어로는 LOGO, BASIC, C, PASCAL 등이 있다. LOGO는 아동인 학습자가 다양한 수학 과제를 재미있게 풀기 위해 만들어진 언어로 고유의 명령어 및 오류수정이 용이하며 1960년대 후반에 만들어져 널리 사용되고 있다.

C 또는 PASCAL 등도 교육용 프로그래밍언어로 오래전부터 많이 사용되어 왔으나 초등학생들이 사용하기에는 문법 및 명령어 등이 어려우며 작업하기 좋은 비주얼 환경성이 떨어진다. BASIC은 1980년대부터 교육용으로 널리 사용되어 온 언어이며 P.C산업 혁명을 가능케 한 소프트웨어와 하드웨어 발전의 중요한 촉매역할을 하였다. 1991년 이 후 비주얼 환경성이 대폭 강화된 비주얼베이직으로 탄생되어 초보학습자들에게 적합한 언어로 알려져 있으며 초.중등 교사가 가장 선호하는 교육용 프로그래밍 언어이다.

2.2.2 프로그래밍교육의 문제점

기존 범용 프로그래밍 언어들이 오랜 시간동안 발전되어 교육용으로 이용됨에도 불구하고 초등학생들의 알고리즘을 기술하는 도구로서 교육에 사용하기에는 여전히 다음과 같은 공통된 어려운 점들이 있다. 첫째, 프로그래밍교육을 위해서는 다소 많이 소요되는 시수확보가 어렵고 프로그래밍 강의를 위한 전문적인 교·강사 확보가 어렵다. 또한, 표준화된 교육과정과 교재가 없다.

둘째, 프로그래밍언어 자체의 어려움 즉, 다소 이해하기 힘든 문법, 복잡한 코딩내용, 프로그래밍언어 사용방법(컴파일과 디버깅 및 실행)의 어려움이 있어 학습자들에게 부담을 안겨주게 되어 결국 흥미도와 성취도가 떨어지게 되므로 소기의 성과(창의적이고 논리적 문제해결 능력 향상)를 거두기가 힘들어 가장 큰 걸림돌이라 된다고 판단된다.

2.3 로봇 프로그래밍 언어

지능형 로봇동작을 위해서는 베이직, C, 자바 등의 텍스트 기술 중심인 기존 프로그래밍 언어를 사용할 수 있다. 최근 로봇동작을 위해 많이 사용되는 프로그래밍언어는 시각적으로 구성된 화면(GUI)에 아이콘을 끌어다놓는 드래그&드롭 방식을 채택한 객체형 언어들이 출현함으로서 프로그래밍언어 자체인 문법 및 복잡한 명령어를 숙지하지 않고 그리고 코딩이란 번거러움을 벗어나 쉽게 프로그래밍 할 수 있는 큰 장점이 있다.

따라서, 중등 및 대학생에 비해 인지 및 학습능력이 떨어지는 초등학생들의 알고리즘 학습을 위한 도구로는 가장 적합하다. 대표적으로 국내의 로봇제품에 많이 사용되고 있는 로보베이직(ROBOBASIC), 로직(ROGIC), 일본에서 개발하여 국내에서도 사용되고 있는 두리틀(Do-Little) 그리고 미국 MIT에서 개발한 LABVIEW를 기초로 한 LEGO사의 로보랩(ROBOLAB) 등이 있다.

3. 프로그래밍 학습을 위한 로봇의 교육적 활용

3.1 로봇이란?

로봇이란 체코의 극작가 카렐 차펙(Karel Capek)의 소설『Rossum's Universal Robots』에서 1921년 처음 소개되었으며, 강제노동을 뜻하는 체코어인 robota에서 유래되었다[4]. 로봇의 정의는 다양하게 내리고 있으나 일반적으로 다양한 공학기술의 복합체로 만들어지고 인간의 일부분을 닮은 지능형 기

계장치로 인간이 요구하는 사항을 달성하기 위해 스스로 느끼고, 판단하며 그리고 행동하여 결과를 얻는 기계라 할 수 있다. 로봇종류로는 인간이 필요로 하는 용도 기준에 따라 산업용로봇, 의료용로봇, 군사용로봇, 생활용로봇 그리고 본 연구에서 가능성을 탐색하고 있는 학술 및 교육 용도로 사용할 수 있는 교육용로봇 등으로 구분할 수 있다.

3.1.1 교육용 로봇

교육용 로봇이란 창의적인 알고리즘 표현 및 기술 등의 체험적 학습을 통해 창의적이고 문제해결 능력 향상 등을 시키기 위해 교육적 목적으로 개발된 로봇이라 할 수 있으며 다음과 같은 종류가 있다[5][6].

3.1.1.1 완구형 로봇

가지고 노는 장난감 완구에 간단한 기능을 추가하여 수동으로 움직이게 하거나 센서, 음성명령, 간단한 명령어 입력으로 행동을 수행하게 하는 로봇으로 유아 또는 초등학교 저학년들의 교육용으로 적합하다.

3.1.1.2 게임형 로봇

적절한 명령코드 입력을 통해 그 명령어에 맞게 행동하도록 하여 다양한 게임을 할 수 있는 로봇이다. 종류로는 걷는 보행로봇(2족, 4족 등), 선따라 움직이는 라인트레이서, 전투 및 경기를 시키는 전투로봇, 프로그래밍에 의해 실시간 상황을 판단해 축구 경기를 하는 축구로봇, 마이크로 마우스의 원리를 이용하여 미로찾기를 하는 미로찾기로봇, 그림을 그리는 펜로봇, 물체를 집어서 다른 곳으로 옮기는 등을 하는 암(Arm)로봇 등 초·중등학생들에게 가장 많이 알려진 로봇으로 교육용으로 많이 사용된다.

3.1.1.3 성장형 로봇

로봇에 성장형 알고리즘을 프로그래밍으로 입력하여 점점 발전된 행위 등을 할 수 있어 마치 애완동·식물처럼 키울 수 있도록 하는 로봇이다.

3.1.1.4 조립형 로봇

학습자가 직접 조립을 통해 과학적 원리와 현상을 이해할 수 있으며 학습자의 생각을 직접 프로그래밍함으로서 원하는 동작을 유도할 수 있어 알고리즘 학습에 효과적인 로봇이다. 조립형 로봇에는 제작키트 조립형 로봇과 불럭조립형 로봇으로 분류할 수 있다.

<표 1> 조립형 로봇

분 류	특 징
제작키트 조립형 로봇	키트에 포함된 전자회로, 모터, 바퀴, 센서 등의 부품을 학습자가 직접 조립 및 납땜 등을 통해 완성시키는 로봇이다.
불럭조립형 로봇	○ 여러 가지 모양의 불럭을 조립하여 원하는 로봇의 형상을 만들고 이곳에 빛, 센서, 모터 등의 입.출력 장치와 마이크로 프로세서를 연결하여 로봇의 외관을 만든다. 그리고 로봇의 동작을 위해서 학습자가 직접 P.C에서 작성한 프로그래밍을 로봇에 전송시켜 원하는 대로 움직이게 하는 성장 및 지능형 로봇이다. ○ 초등학생들은 조립을 위한 손동작으로 공간 지각력을 향상시킬 수 있으며 로봇의 기본동작원리, 프로그래밍 및 오류수정, 반복적인 로봇 조립을 통한 디자인 개념이해 등 복합적인 창의성학습에 가장 적합한 로봇이다.

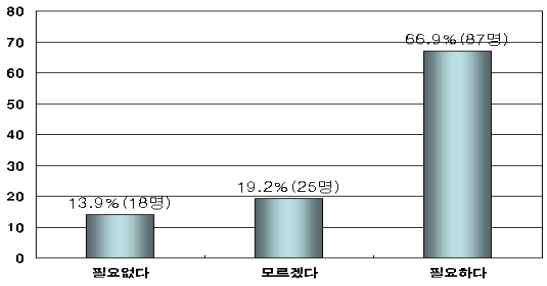
강종표(2003)의 조사에 의하면 초등학생들에게 적합한 교육용 로봇의 종류로는 조립이 되어 있거나 비교적 조립이 간단한 완구형 로봇이 35.3%이고 불럭조립형 로봇이 47.4%, 기타 로봇이 23%로 나타났다[7]. 향후 초등학생 교육용로봇 선정에 있어 참조할 필요가 있다

.

3.2 로봇교육에 대한 필요성 및 학습시간 영역에 대한 교사인식

3.2.1 로봇교육의 필요성

경남지역 65개 초등학교 정보(과학)담당 교사 130명을 대상으로 『초등학교에서 로봇교육이 필요한가?』에 대한 설문조사한 결과는 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 초등학교에서 로봇교육의 필요성

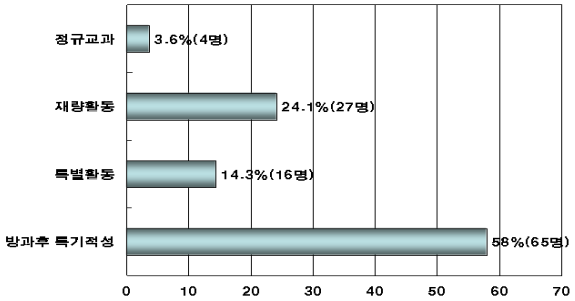
응답자의 약 70%가 『필요하다』로 응답하였다.

특히, 응답자 중 로봇에 관련된 연수를 받은 적이 있는 교사(17명)는 전원 『필요하다』고 적극적 응답의사를 나타냈다. 첨단학문에 관련된 의사결정 사항은 교사의 지식유무에 크게 좌우하므로, 새로운 교육적 패러다임 발상을 키우기 위해서는 교사의 주기적인 연수가 필요하며 이를 통해 미래 교육패턴을 대비할 수 있다[8].

3.2.2 로봇교육의 적절한 학습시간 영역

로봇교육이 초등학교에서 필요하다고 응답한 교사(87명)와 잘 모르겠다고 응답한 교사 25명을 대상으로 『로봇교육을 학교에서 한다면 적절한 교과는 무엇인가?』에 대해서 응답자의 58%가 방과후 특기적성시간을 선택하였으며 정규교과시간을 선택한 교사는 3.6%로 가장 적게 나타났다.

이것은 현재의 교과 편제상 확보할 시수, 잘 훈련된 교사, 그리고 장비 및 교재 등의 부족으로 어려움이 예상되기 때문에 정규교과 시간이 아닌 방과후 특기적성시간이 『바람직하다』라는 현실성으로 분석된다[8].



(그림 3) 로봇교육의 적절한 학습시간 영역

3.3 초등학교 교육과정에 포함된 로봇관련 교과내용

7차 교육과정에서 로봇에 관련된 내용을 포함하는 전체 교과내용(1-6학년)은 <표 2>와 같다. 교과내용을 정규 교과시간 및 재량·특별활동시간 등에서 활용하면 로봇의 기본적인 구조, 동작원리 등을 자연스럽게 이해할 수 있으며 알고리즘 구현을 위한 프로그래밍 학습이 학생들에게 흥미를 유발 시키는 계기가 될 수 있다[5][6].

<표 2> 7차 교육과정에서 로봇관련 교과내용

과목	학년 학기	교 과 내 용	쪽수
말하기/듣기	1학년 2학기	무엇을 만들어 볼까 단원의 「그림속의 '나'가 되어 여러 가지 물건을 만들어 봅시다」 에서 로봇 그림	47
읽기	2학년 1학기	가리키는 말에 주의하며 '숙제로봇의 일기'를 읽어봅시다.	88-93
쓰기	2학년 1학기	말 떠올리기 놀이 단원에서 로봇 전시장	21
		서로 다른 생각 단원의 「내 생각이 분명하게 드러나는 글을 써 봅시다」 에서 가 보고 싶은 곳(로봇 전시관)	70
슬기로운 생활	2학년 1학기	내가 살고 싶은 집 단원에서 로봇그림	28
사회과 탐구	4학년 2학기	즐거운 주말 단원의 「바람직한 여가생활이 우리 생활에 어떤 도움을 주는지 생각해 보자」 에서 로봇 만들기	81
		사회변화에 따라 어떤 직업이 새롭게 나타날지 상상해보자-청소로봇 그림	106
읽기	5학년 1학기	되돌아 보기에서 청소용 로봇 그림	160
과학	5학년 1학기	장남감 경주를 하여봅시다.-로봇그림	36-37
실험관찰	5학년 1학기	물체의 속력 단원에서 1초마다 놓은 빨대 조각을 보고 장남감의 속력 비교하기	30
실과	5학년	산업현장에서 사용하는 로봇-전자제품 지하철 승차권 자동인식장치-무인로봇	107
		전자 제품 만들기 단원에서 '로봇의 활용분야를 조사하여 봅시다.'	114
사회	5학년 2학기	첨단 기술과 산업의 발달 단원에서 '로봇이 대신하는 집안일'	74
		첨단 기술을 활용하는 산업 단원에서 자동차 제작 공정(로봇을 이용하여 차체제작)	82
		단원정리 학습에서 '로봇이 우리생활과 산업에 어떻게 활용될 수 있는지 적어보자.'	89
읽기	6학년 1학기	로봇의 정의, 로봇은 어떤 일을 할 수 있을까요?	73-74
사회	6학년 2학기	과학.기술의 발달과 지구촌 생활의 변화 단원에서 로봇의 활용 내용과 로봇팔그림	96

3.4. 마인드스톰

마인드스톰(MindStorms)은 1998년 부터 LEGO사와 M.I.T가 공동으로 개발한 조립형 형태의 교육용 로봇시스템이다[6][11].

학습자 스스로 입출력장치(불럭, 모터, 램프, 센서 등)로 로봇을 설계 및 조립을 함으로써 기계의 동작원리를 학습하고, P.C에서 프로그래밍하여 로봇의 핵심인 마이크로컴퓨터에 전송하여 로봇의 동작을 제어할 수 있다. 원하는 대로 로봇이 제어되지 않으면 프로그래밍 단계를 분석하고 오류를 검색하고 수정 등을 함으로써 스스로 몰입하고 참여하는 놀이학습을 통해 적극적인 인지능력과 창의력이 개발된다. 따라서, 마인드스톰은 과학적이고 창의적인 사고의 발달, 문제해결능력 및 협동심을 길러주는 알고리즘 학습용 도구로 적합한 교육용 로봇이다.

마인드스톰은 두 종류의 교육용로봇과 로봇제어용 프로그래밍언어인 LabView를 제공하고 있다.

(그림 4) 로봇동작을 위한 프로그래밍 과정(마인드스톰)

3.4.1 RCX 와 NXT

RCX는 로봇을 동작시키고 제어하는 마이크로컴퓨터이며 16비트의 CPU를 가지며 일본의 히타치(HITACHE)사의 프로세서이다. 이 프로세서는 16KB 용량의 내부롬과 512바이트의 램, 32KB의 추가 램을 가지고 있다. NXT는 32비트 CPU를 가지는 ARM7 프로세서이다. 8비트의 Co-processor와 256KB 용량의 플래시 메모리와 64KB 램을 가지고 있다.

3.4.2 LabView 프로그래밍언어

미국 National instrument사에서 개발한 LabView 프로그래밍언어는 기존 프로그래밍언어의 특징인 텍스트입력 방식을 탈피하여 그래픽 화면에 원하는 명령인 객체(아이콘)를 드래그 함으로서 간단히 프로그래밍되는 아이콘방식의 프로그래밍언어로 누구나 쉽게 사용할 수 있도록 적은 옵션과 편리한 비주얼환경을 가지고 있어 초등학생들이 사용하기에 아주 적합하다.

4. 로봇 프로그래밍 교육과정

4.1 교육용 로봇 선정

2, 3장의 연구에서 조사·분석된 자료와 현장교사, 교수자, 로봇교육 전문가들의 요구도 등과 아래의 장점을 고려하여 교육용 로봇을 레고사의 마인드스톰으로 선택하여 본 연구를 위해 선정하였다[4][11]10]. 첫째, 마인드스톰은 다른 로봇에 비해 가격이 비싸다는 단점이 있으나 일반적인 교육용 로봇은 재조립이 힘들어 한 종류만의 조립으로 교육이 가능하며 조립 시 납땜 등으로 인해 초등학생들이 하기에는 다소 어렵고, 또한 화상을 당할 위험한 측면이 있다. 마인드스톰은 불럭조립형이기 때문에 많은 종류의 불럭을 이용하여 다양하고 충분한 상상력을 동원하여 재 조립이 가능하므로 창의적인 로봇교육에 적합하다. 따라서, 사용용도 면을 보면 오히려 가격이 저렴할 수 있다.

둘째, 마인드스톰은 초등학생들이 어릴 때부터 친숙하게 사용한 레고불럭과 비슷하여 로봇조립이 다른 로봇에 비해 친근하며 과학적이고 다루기가 훨씬 쉽다. 셋째, 로봇을 동작시키는 프로그래밍 언어인 LabView가 다른 로봇 프로그래밍 언어에 비해 단순한 문법 및 간단한 명령어, 시각적인 아이콘 객체로 구성되어 있어 초등학생들이 쉽게 배울 수 있고 프로그래밍 할 수 있다.

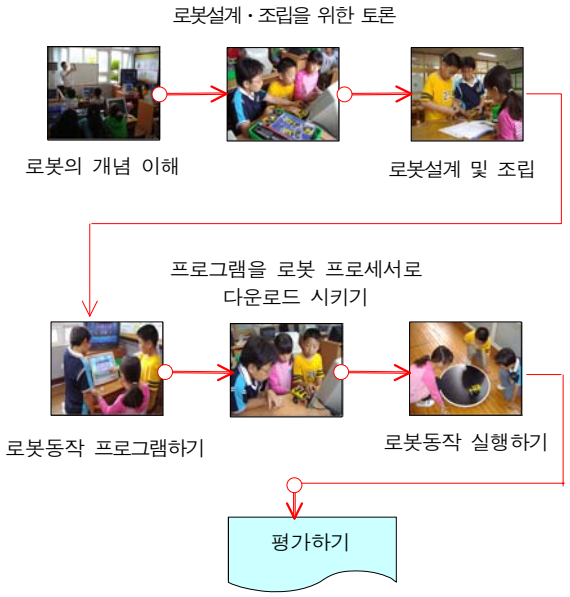
4.2 교육과정 개발

로봇 교육과정은 현장교사가 가장 많이 선호하고 초보 학습자들이 충분히 호감을 느끼고 학습동기를 유발 할 수 있는 라인트레이서를 중심으로 모두 30

차시로 개발하였다. 최초 만든 교육과정 안을 5명의 전문 검토자에게 의뢰하여 재량·특기적성 시간에 충분히 적용 및 활용 가능한지를 확인하고 피드백을 통해 세 차례 수정을 거쳐 최종적으로 만들어진 학습모형이다. 차시는 학습자 능력을 충분히 반영해 교수자가 1 ~ 2시간을 1차시로 가변적으로 지정하여 교수·학습할 수 있다.

교육과정은 <표 3>처럼 모두 4단계의 대 영역(이해단계, 제작단계, 프로그래밍단계, 평가단계)으로 나누고 각 단계별로 세부주제와 학습할 내용을 기술하였다. 또한, 전체교육과정에서 문제해결 능력과 사고력 향상을 위한 프로그래밍 영역을 60% 이상 차지하도록 구성하였다. 제안한 교육과정을 충실히 교수·학습 할 수 있도록 그리고 단계별 학습이 가능한 교재(학습용, 교수용)를 함께 개발하였다.

따라서, 교육과정과 교재를 활용하면 전문적인 로봇교육을 받지 못한 교사들도 쉽게 로봇 프로그래밍 교육에 접근 할 수 있다. 또한, 국가적 수준의 교육과정을 기초로 하지 않기 때문에 각 교사가 독창적이고 가변적인 교육과정으로 변경하여 사용할 수 있다. 전체 교육과정의 학습단계 흐름은 (그림 5)와 같다.



(그림 5) 교육과정의 학습단계 흐름

<표 3> 로봇 프로그래밍 교육과정(마인드스톰 RCX 중심)

단계	영역	주 제	내 용	차시	산출물
1 단계	이해	로봇의 이해	○ 로봇의 개념과 구성요소 ○ 로봇구성과 부품별 기능	1 ~ 2	학습 활동지
2 단계	제작	기본 조립 방법 익히기	○ 기어 연결(감속구조/가속구조) ○ 브릭과 축의 연결 ○ 복합 연결	3 ~ 4	학습 활동지
		로봇 조립하기	-자동차 조립하기- ○ 로봇 설계 및 제작 ○ 상호평가 및 수정	5 ~ 6	학습 활동지
3 단계	프로그래밍	PILOT 프로그램 익히기	○ 각종 센서 활용법 익히기 ○ PILOT 프로그래밍의 1단계	7 ~ 8	순서도(프로그래밍) 실행결과물
			○ PILOT 프로그래밍의 2~4단계	9 ~ 10	순서도(프로그래밍) 실행결과물
		INVENTOR 프로그램 익히기	○ INVENTOR프로그래밍 1~3단계	11 ~ 16	순서도(프로그래밍) 실행결과물
		로봇 프로그램밍	○ 터치 센서를 이용한 장애물 통과 로봇 프로그래밍	17 ~ 18	순서도(프로그래밍) 실행결과물 및 협의록
			○ 빛 센서 1개를 이용한 길 따라가기 로봇 프로그래밍	19 ~ 20	순서도(프로그래밍) 실행결과물 및 협의록
			○ 빛 센서 1개를 이용한 개방형과 밀폐형 길 따라가기 로봇 프로그래밍	21 ~ 22	순서도(프로그래밍) 실행결과물 및 협의록
			○ 빛 센서 2개를 이용한 길 따라가기 로봇 프로그래밍	23 ~ 24	순서도(프로그래밍) 산출물 및 협의록
			○ 빛 센서 2개를 이용한 직선형과 곡선형 길 따라가기 로봇 프로그래밍	25 ~ 26	순서도(프로그래밍) 실행결과물 및 협의록
			○ 빛 센서 2개를 이용 교차로형 길 따라가기 로봇 프로그래밍	27 ~ 28	순서도(프로그래밍) 실행결과물 및 협의록
4 단계	평가	로봇 게임	○ 길 따라가기 로봇 경주 ○ 평가하기	29 ~ 30	순서도(프로그래밍) 실행결과물 및 활동소감

4.3 교재개발

<표 3>의 교육과정을 기초로 60쪽 분량의 교재(학습자용 및 교수자용 각각 30쪽)를 개발하였다. 1차시에서 30차시 전체 과정을 학습과 평가를 거듭 후 피드백된 내용으로 학습자에 맞게 수정하여 최적의 교재가 되도록 하였다[12].

(그림 6)은 교육과정 3단계인 프로그램단계 중 8차시 중『PILOT 프로그램 1단계』의 상세 교육과정과 학습자용 교재내용을 예로서 나타냈다. 이때, PILOT프로그램 단계란 LabView프로그램에서 제공되는 기본 프로그램구조로 간단히 원하는 아이콘(명령어)만 끌어다 놓으면 실행할 수 있는 초급 프로그래밍 단계이며 모두 3단계로 이루어져 있으며 본 논문에서의 프로그래밍 상세구조 설명은 생략한다.

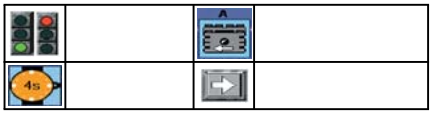
■ 8차시 교육과정(상세)

단계	영역	주제	내용		차시
			주요내용	세부 학습내용	
3	프로그램 단계	PILOT 프로그램 익히기	PILOT 프로그래밍의 1단계	1. PILOT 레벨1 프로그램 RCX에 전송 및 실행하기 2. 아이콘의 기능 알기 3. 흐름도 작성과 프로그래밍하기	8

■ 학습자용 교재(8차시분)

활동 과제	차시
PILOT 레벨1에서 프로그램 제작 방법을 익혀 봅시다.	8/30

1. PILOT 레벨1 프로그램을 RCX에 전송하여 실행해보고 아이콘의 기능을 알아보세요.



2. 다음과 같이 로봇이 움직이도록 흐름도를 그리고 프로그래밍한 후 로봇을 동작시켜 보세요.

① 출력단자 A의 모터를 오른쪽으로 10초 동안 회전시키는 동작을 프로그래밍 하시오.

② 컴퓨터에서 프로그램을 설계한 후 RCX에 전송하고 실행합니다.

③ 실행 후 동작을 확인하고 지시된 동작을 수행하지 않으면 프로그램을 수정하고 다시 RCX에 전송하고 실행합니다.

(그림 6) 8차시 교육과정(상세)과 학습자용 교재 예시

5. 모델적용 및 결과분석

5.1 적용 대상 및 교육용 로봇사양

본 연구는 2006년 8월부터 10월 까지 3개월간 경남 A 초등학교 6학년생(13명)을 대상으로 방과 후 로봇 전문 강사와 현장 교사에 의해 30차시 분량으로 수업을 실시케 하고 차시별로 수업을 담당한 교사가 미리 만든 평가기준 및 채점표에 의해 직접 결과를 평가하도록 하였다.

로봇 프로그래밍 교육은 3명이 한 팀으로 모두 4팀이 협동 학습과 실습을 하게 하였다. 사용된 교육용 로봇 도구는 각 팀에 1세트씩 지급하였으며 사양은 다음과 같다.

<표 4> 학습에 사용된 로봇모델 사양

로봇 모델	뉴팀 챌린지 #9709(레고 마인드스톰)
하드웨어	RCX, 빛센서, 터치센서, 입력기관 및 모터2개, 출력기관(램프)
프로그래밍언어	LabView

5.2 학습·평가방법

교수·학습 시 교육과정의 1, 2단계에서는 학습자들의 호기심을 가장 많이 자극시키기 위해 외부전문가를 초빙하여 교사와 함께 로봇조립에 관련된 불럭 기능 중심으로 교수·학습을 시켰으며 논리적 판단이 요구되는 3단계 프로그래밍 단계에서는 현장 교사가 직접 강의 및 평가를 하였다.

적용결과를 분석해 보는 방법으로 교육과정을 기초로 하여 각 차시마다 미리 만든 평가기준(평가요소 및 채점)표에 의해 모든 차시에서 얻은 학습자들의 산출물을 평가하고 분석하였다.

예로서, <표 5>와 <표 6>은 8차시 학습을 마친 학습자들의 성취결과를 얻기 위해 미리 작성된 채평가 기준표(10점 만점)와 채점기준표 이다.

채점기준에서 세부학습영역1, 2에서는 총점이 3점 그리고 3 영역에서는 오류수정 후 실행과 오류없이

실행의 평가 값을 같게 하여 문제해결 평가에 초점을 두어 총점 7점으로 하였다. 이 기준에 의해 각 팀의 성취도 파악 및 평가를 하였다.

<표 5> 평가기준표(8차시 예)

평가기준점수(10점)	상 단계 수준 (10 - 8점)	중 단계 수준 (7 - 5점)	하 단계 수준 (4점 이하)
	교육과정 내용을 80%이상 이해한 수준(대부분이해)	교육과정 내용을 50 - 80% 정도 이해한 수준(상당부분 이해)	교육과정 내용을 20%- 50%정도 이해한 수준(부분적으로 이해)

<표 6> 채점기준표(8차시 예)

	세부학습 평가영역	평가요소	배점	총점
채점기준	1. PILOT 레벨1 프로그램 RCX에 전송 및 실행하기	○ PILOT 레벨1 프로그램을 RCX에 전송하고 실행할 수 있다.	1	3점
	2. 아이콘의 기능 알기	○ 교재에 있는 4개의 아이콘 기능을 이해한다.	2	
	3. 흐름도 작성과 프로그래밍하기	○ 주어진 프로그램이 재대로 실행되지 않는다. 오류를 수정할 수 없다.	1	7점
		○ 재대로 실행되도록 프로그램 오류를 수정하여 결국 실행에 도달한다.	7	
		○ 한번에 오류없이 프로그램이 재대로 실행된다.	7	

5.3 결과 분석

본 연구에서는 프로그래밍에 관련된 차시인 7-27 차시 까지의 결과에 한정하여 평가하고 분석하였다.

5.3.1 프로그래밍 기본개념 이해단계 성취수준 평가

로봇 프로그래밍(7차시 ~ 27차시)을 위한 기본 및 준비단계 성취수준 평가(평가기준표)의 세부학습 평가영역 1과 2는 <표 7>과 같다.

<표 7>은 3차시분의 평균값을 각각 나타내었다.

평가결과로 기본개념 이해와 준비단계 전 학습과정에서 높은 수준의 평가결과가 나타냈다. 이것은 학습자가 새로운 도구인 로봇에 대한 관심과 학습집중도가 다른 교과학습에 비해 월등히 뛰어나기 때문인 것으로 판단되며, 또한 교육과정 역시 적절하다고 판단된다.

<표 7> 프로그래밍을 위한 기본개념 및 준비단계 수준 평가(3점 만점)

차시 / 팀	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	팀 평균점수	평균점수
A	3	3	3	3	3	3	3	3	2.99
B	3	3	3	3	3	3	3	3	
C	3	3	3	2.8	3	3	3	2.97	
D	3	3	3	3	3	3	3	3	

5.3.2 프로그래밍 완성도 성취수준 평가

로봇 동작 수행을 위한 프로그래밍 완성도에 대한 성취수준 평가(평가기준표의 세부학습 평가영역 3)는 <표 8>과 같다. 결과를 보면 프로그래밍 초기 단계에서는 높은 프로그래밍 완성도를 보였으나 시간이 지날수록 프로그래밍 완성도가 떨어지는 것으로 분석되었다. 이는 차시가 거듭 할수록 교육과정에서 제시된 프로그래밍 작성 난이도가 어려워 문제분석과 프로그래밍 하는데 다소 많은 시간이 필요하다. 따라서, 교육과정에서 주어진 시간을 학습자의 학습상황에 맞추어 가변적으로 늘리면 보다 나은 성취효과를 얻을 수 있다고 판단된다. 이러한 프로그래밍 성취평가의 추이는 창의성 학습능력을 향상시키는 바람직한 현상이라 판단된다.

<표 8> 프로그래밍 완성도 성취수준 평가(7점 만점)

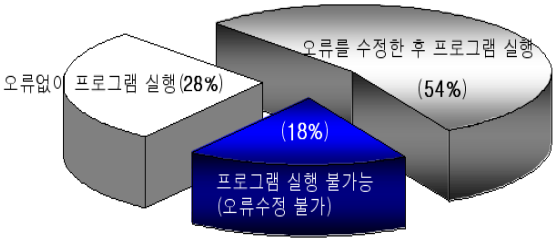
차시 / 팀	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	팀 평균점수	평균점수
A	7	7	7	6	5	5	5	6	5.15
B	6	6	5	3	4	3	3	4.3	
C	4	5	6	7	5	5	4.5	5.2	
D	6	7	6	3	4	7	3	5.1	

5.3.3 프로그래밍 작성과정에서 완성 흐름 분석

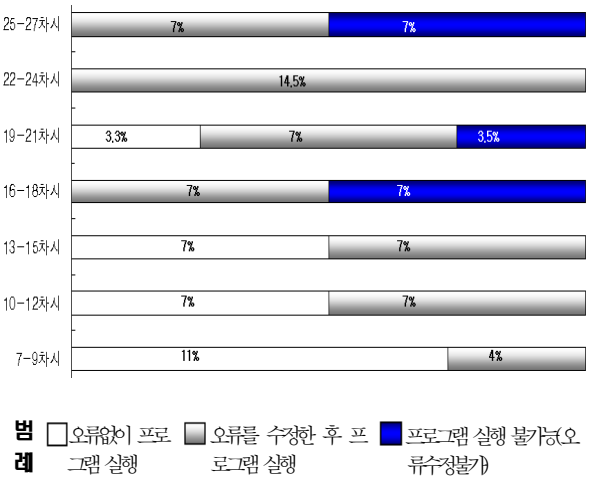
학습자들이 자신이 생각한 알고리즘 대로 로봇을 움직이게 하는 프로그래밍 과정을 보면 초기의 7~9차시에는 작성한 프로그램 대부분이 오류없이 실행됨을 알 수 있으나 차시가 거듭 될수록 프로그래

밍의 오류를 발견하고 수정하여 결국에는 실행시키는 프로그램 수정작업 빈도(전체 프로그래밍 작업의 54%)가 늘어났다. 이는 교육과정이 단순한 프로그래밍 과정에서 점차 사고력을 요구하는 프로그래밍 과정으로 발전되고 있기 때문으로 분석된다. 따라서, 점차 학습차시가 늘어남에 따라 프로그래밍을 작성하기 위한 반성적 사고가 증가됨을 알 수 있다.

또한, 학습자들이 프로그래밍 과정에서 오류가 발생한 프로그램을 수정할 수 없는 빈도가 약 18%로 나타났다. 이러한 부류의 오류를 발생시키는 팀의 대부분이 지정한 학습시간의 부족함을 호소하고 있어 학습시간을 2시간에서 3, 4시간으로 가변적으로 늘려서 학습자들이 오류를 찾아 수정하는데 충분한 시간을 주는 것이 필요하다.



(그림 7) 프로그램 작성과정에서의 전체 오류유형



(그림 8) 프로그램 전체 작성과정에서 차시별 오류유형

5.3.4 전체 평균 성취수준 평가

로봇 프로그래밍 학습의 중심 차시인 7차시부터 27차시까지 평균 성취수준의 평가값은 10점 만점에 약 8점(교육과정 내용을 대부분 이해한 수준)으로 나타났다. 교수자가 객관적 평가를 가능하도록 하기 위해 미리 작성된 채점기준으로 채점한 결과로 평가결과는 상 단계로 평가되었다. 따라서, 로봇 프로그래밍 학습을 위해 제안한 교육과정은 전반적으로 적절하다고 판단된다.

<표 9> 로봇 프로그래밍의 평균 성취기준 평가(10점 만점)

차시 / 팀	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	팀 평균 점수	평균 점수
A	10	10	10	9	8	8	8	9	8.2 (상 단계 수준)
B	9	9	8	7	7	6	6	7.4	
C	7	8	9	9.8	8	8	7.5	8.2	
D	9	10	9	7	7	10	6	8.3	

6. 결 론 및 향후 연구

창의성 교육에 가장 적절한 방법 중의 하나가 컴퓨터라는 도구를 이용한 알고리즘 및 프로그래밍 학습이다. 그러나, 컴퓨터를 이용하는 기존의 프로그래밍도구(C 또는 비주얼베이직 등)를 가지고 초등학생들이 학습에 활용하기에는 여러 가지 어려운 점이 많다. 특히, 프로그래밍 언어 자체를 배우고, 문법 이해, 복잡한 코딩으로 인한 불필요한 오류 검색 및 수정 등으로 많은 시간 소비와 이해의 어려움으로 쉽게 초등학생들이 피로감에 쌓여 흥미를 잃을 수 있어 적절한 프로그래밍도구를 찾기가 어렵다. 로봇동작을 위한 프로그래밍언어의 대부분은 명령어 자체가 아이콘으로 이루어져 있어 복잡한 문법이나 언어 자체를 학습할 필요 없이 간단한 아이콘 기능 및 구조이해만으로 원하는 알고리즘을 쉽게 구성할 수 있다. 본 연구에서는 초등학생 고학년(5, 6학년)이 재량 및 특별활동시간 또는 방과 후 특기적성시간에 창의성교육을 위하여 학습모형(교육과정과 교재)을 개발하였다. 교육과정과 교재 사용의 적합성을 검증해 보는 방법으로 LEGO사의 로봇도구인 마인드스톰으로 개발된 30차시 분량의 교

육과정과 교재로 수업(경남 통영의 A초등학생 6학년 전체를 대상)을 실시하고 평가하였다. 평가대상의 학생들은 사교육이 전혀 투입되지 않은 오지의 섬마을 학생들로서 결과는 대단히 만족할 만한 수준(평균 평가값 8.2 : 상 단계 수준)으로 나타났다.

따라서, 제안한 교육과정과 교재를 이용하여 로봇 프로그래밍 학습을 교육현장에서 활용하면 반성적 사고와 문제해결 능력에 적합한 창의성도구가 될 수 있다고 판단된다. 향후 확산 연구과제로 전 차시에 걸쳐서 교수·학습한 결과인 산출물을 피드백하여 개발한 교육과정과 워크북을 전통적인 교육과정과 연계하여 재구성 할 필요가 있다. 또한, 창의성 신장이 수리적으로 확인될 수 있는 보다 개선된 평가도구 개발이 필요하다.

참고문헌

[1] 정재열외 2(2005). 한·일·인도 컴퓨터교육과정의 비교 및 문제점 제시를 통한 우리교육과정의 개선방안. 한국컴퓨터교육학회지 제1권 제1호 통권제1호

[2] 유인환(2005). 창의적 문제해결력 신장을 위한 로봇 프로그래밍의 가능성 탐색. 교육과학연구 제36집 제2호. pp. 113-115.

[3] 문외식(2005). 초등학생의 논리적 사고력 및 문제해결 능력 향상을 위한 컴퓨터프로그래밍 교육과정 모델. 사단법인 한국정보교육학회 제9권 제4호. pp. 596-599.

[4] 배영권(2006). 창의적 문제해결력 신장을 위한 유비쿼터스 환경의 로봇프로그래밍 교육환경. 박사학위논문, 한국교원대학교. pp. 12-14, pp. 69-71.

[5] 정연성(2004). 초등학교에서의 로봇교육 프로그램의 개발과 적용. 석사학위논문, 경인교육대학교. pp. 23, 38.

[6] 문외식(2006). 창의성교육, 희망을 품다Ⅱ. 2006년 창의성교육 프로그램 개발학술대회(진주교육대학교 초등교육연구원) 발표집. pp. 256-260.

[7] 강종표(2003). 초등학교에서의 로봇교육에 관한 연구. 한국실과교육학회지 제16권 제4호. pp. 107.

[8] 정분임·문외식(2006). 문제 해결력 신장을 위한 로봇의 교육적 활용 방안. 사단법인 한국정보교육학회 제11권 3호. pp. 347-349.

[9] 최유현(2002). 로봇의 교육적 활용을 위한 교육 프로그램 모형 개발. 한국실과교육학회 제16권 제3호. pp. 82-84.

[10] 김태환외 1(2006). MINDSTORMS을 이용한 프로그래밍 학습이 창의력에 미치는 효과. 한국컴퓨터교육학회 제9권 제1호. pp. 56-57.LEGO(2005).

[11] LEGO(2005). MINDSTORMS ROBOLAB GETTING STARTED Ⅰ,Ⅱ Teacher's Guid for RoBolLab 2.5 Software. pp. 1-101.

[12] MINDSTORMS for School WORKBOOK ⓐ, ⓑ, pp. 6-29.

저 자 소 개

문 외 식

1980년 울산대학교 전산학 전공 (공학사)
1986년 부산대학교 전산학 전공 (공학석사)
1996년 경남대학교 소프트웨어공학 전공 (공학박사)
1981-1984년 한국전력공사 전자계산소 (4급직원)
1985-1997년 창원전문대학 전자계산과 교수
1998년- 진주교육대학교 컴퓨터교육과 교수

<관심분야> ICT활용교육, 교육과정, 소프트웨어평가, 프로그래밍 및 알고리즘교육
<E-Mail> wsmoon@cue.ac.kr