

스크래치 EPL을 활용한 라인트레이서 시뮬레이션 교육 프로그램 개발

신갑천 · 허경

경인교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

본 논문은 PBL 기반 프로그래밍 교육방법에 기초하여 라인트레이서의 주행 알고리즘을 중심 학습 요소로 선정하였다. 본 논문에서는 스크래치 웹 코스웨어를 개발하여 로봇 프로그래밍 교육 발전에 걸림돌로 작용하는 과도한 비용 문제나 시간적, 공간적인 제약과 같은 환경적 여건의 부족 문제를 해소하기 위해, 라인트레이서 동작 시뮬레이션 스크래치 프로그램 및 교육 프로그램을 제안하였다. 그리고 실험 수업을 통해 초등 교육 현장에 적용함으로써 논리적 사고력과 문제해결력에 미치는 영향을 검증하였다.

키워드: 컴퓨터과학교육, 로봇프로그래밍, 스크래치교육용프로그래밍언어, 웹코스웨어, 문제기반학습

Development of Education Program for Line-Tracer Simulation using Scratch EPL

Sin Gap-Cheon · Kyeong Hur

Gyeongin National University of Education, Dept. of Computer Education

ABSTRACT

In this paper, we have selected traveling algorithms of Line-Tracer as the focused learning elements with the PBL-based programming instruction method. Line-Tracer traveling algorithm programming has been simulated using the Scratch EPL. Development of robot web courseware such as Line-Tracer can create an effective educational environment and also provide solutions for lack of environmental conditions, such as time or spatial factor restrictions and excessive expense issues; these are major obstacles to developing robot programming education. Finally, we analyzed the effects on growth of student's logical thinking and problem solving abilities by demonstrating the Scratch application courseware to the field of elementary education.

Keywords: Computer Science Educations, Robot Programming, Scratch EPL, Web-Courseware

* 교신저자: 허경, 경인교육대학교 컴퓨터교육과 부교수
논문투고: 2011-02-24
논문심사: 2011-02-26
심사완료: 2011-07-13

1. 서론

2007년 2월에 개정 공시된 중등 '정보' 교과 교육과정 및 2006년 2월 개정된 ICT 운영지침에서는 정보화 사회에 필수적으로 필요한 알고리즘적 사고 기반의 문제해결능력을 키우기 위해 지금까지 정보 교과의 대부분을 이루었던 소프트웨어 활용 중심의 내용을 대폭 축소하고 컴퓨터과학의 원리에 대한 교육을 강화하였다 [1][8][14]. 이러한 알고리즘적 사고와 창의적 문제해결력을 신장시킬 수 있는 대안으로 로봇 프로그래밍 교육을 제안할 수 있다. 본질적인 과학으로써의 컴퓨터교육에서 프로그래밍 교육은 컴퓨터의 가장 중요한 원리인 알고리즘을 이해하는 도구로써 적절하고, 컴퓨터는 여러 가지 알고리즘을 구현하는 장비이며, 정보는 알고리즘을 통해서 창출되는 대상이고, 프로그래밍은 알고리즘을 나타내는 방법이다. 학생들은 프로그래밍 학습을 통해 보다 논리적으로 체계적인 사고를 하게 된다 [5][12].

우리나라 초등교육현장에서는 위와 같은 이점을 알고 알고리즘 중심의 로봇교육의 필요성을 인식하고 있으나 정규 교육과정에서 이루어지지 않고 있으며 주로 특기적성교육의 형태로 이루어지고 있다 [4]. 이는 로봇이 교사 또는 학생 개인의 경제적인 지원이 요구되고 특정한 관심을 필요로 하는 교육환경에 기인하며 교과 외적인 교육으로 여겨지기 때문이다. 또한 로봇 교육 프로그램 개발 및 운영에 관한 연구는 주로 초등학생을 대상으로 로봇교육을 실시한 경험이 있는 교사들에 의해 주도되고 있으며, 이러한 로봇교육 프로그램에 참여한 학습자의 주된 활동은 로봇모형 제작용 특정키트 조립인 경우가 대부분이다. 이에 최근에는 로봇조립위주의 교육활동 보다는 학습자의 이해도 수준에 따라 로봇의 움직임을 제어하는 프로그래밍 학습으로 교육과정이 다양화되고 있다[2][10]. 그러나 교육현장의 분위기는 로봇 교육을 일반화하기에는 제약이 따른다. 이를 극복하기 위해서는 로봇교육에 대한 인식을 재고하여 효율적이면서 누구나 참여 가능한 형태의 교육시스템이 제시되어야 한다.

이에 본 논문은 프로그래밍과 로봇을 효율적으로 교육할 수 있는 방안으로 스크래치를 활용하여 라인 트레이서 로봇의 주행 알고리즘을 구현하는 라인트레

이서 동작 시뮬레이션 스크래치 프로그램 및 교육 프로그램을 제안하여 로봇 교육의 진입장벽을 낮추고 교육현장에 부합하는 현실적인 환경을 조성하기 위한 기초를 제공하고자 한다. 또한 실험 수업을 실시하고 실험 전, 후의 논리적 사고력과 문제해결력 검사 결과를 분석하여 실질적인 적용 가능성을 검증하였다.

2. 스크래치와 로봇 프로그래밍 교육

2.1 스크래치

스크래치(Scratch)는 미국 MIT의 미디어랩과 UCLA의 연구자가 공동으로 개발한 교육용 프로그래밍 언어(EPL: Educational Programming Language)로, 스프라이트(Sprite)라고 불리는 객체에 색상과 형태에 따라 각기 다른 명령어를 가지는 블록(Block)들을 쌓아 프로그래밍 하는 방식(Building-block programming)의 그래픽 프로그래밍 언어이다 [15]. 기존의 프로그래밍 교육은 학습하는데 많은 인지적인 노력과 시간이 소요됨에 따라 학습자와 교사로부터 부정적인 인식을 받아 온 반면 스크래치와 같은 교육용 프로그래밍 언어는 대부분의 연령대에서 이해하기 쉽고 배우기 쉬우며 직관적인 프로그래밍이 가능하다는 장점을 가지고 있으며 다양한 멀티미디어를 지원하고 여러 이용자들의 노력에 의해 최근에는 거의 완벽한 한글 지원이 가능하다는 점에서 프로그래밍 교육뿐만 아니라 다양한 분야에서의 활용 가능성이 열려 있다.

2.2 로봇 프로그래밍 교육에 스크래치 도입의 필요성

로봇의 교육적인 활용은 추상적인 프로그래밍 학습을 실제 세계와 연계하여 사고하도록 도울 수 있으며 직접적인 경험을 통해 즉각적인 피드백을 제공하고 학생들의 흥미와 이해도를 증진시킬 수 있는 장점이 있다. 그러나 로봇 관련 장비 구입에 많은 예산이 소요되고 실습을 위한 환경 구축이 필요하다는 단점을 가지고 있다. 또한 로봇 프로그래밍을 하기 위한 시뮬레이터의 부족으로 디버깅에 투입되어야 할 시간이 부족하여 오히려 부정적인 결과를 가져올 수도 있다 [6]. 이러한 문제점은 실제로 교육현장에서 로봇 교

육이 일반화 되고 활성화되는데 걸림돌로 작용하고 있으며 제한적인 환경을 극복하기 위하여 웹기반 로봇 원격 교육시스템[13]과 유비쿼터스 환경의 로봇 프로그래밍 교육[5]과 같은 대안이 제시되고 있으나, 전문인력의 지원 부재로 인해 실질적으로 적용하기에는 어려움이 있다.

로봇 교육의 부정적인 측면이 활성화를 막는다는 것과 로봇 프로그래밍 교육의 목적이 프로그래밍 교육의 목적과 다르지 않다는 점을 고려할 때, 학습자의 논리적 사고력과 문제해결력을 향상시키기 위해서는 로봇 프로그래밍 교육에 있어서도 알고리즘 중심의 교육이 이루어져야 한다. 그리고 로봇의 형태가 기존 하드웨어의 형태를 벗어나 소프트웨어적인 가상의 형태이더라도 로봇 알고리즘을 교육하는 데는 문제가 되지 않는다. 이는 지금까지 로봇 프로그래밍 교육을 실시하려면 실제 로봇이 필요하다고만 생각하여 왔지만, 로봇 알고리즘 교육에 중점을 둔다면 충분히 가상의 로봇을 활용하는 대안적인 방법을 고려해볼 수 있다는 것이다.

이에 본 논문에서는 초등로봇프로그래밍 교육에 있어 학습자의 인지수준과 경제적인 측면을 고려하여 스크래치를 도입하여 적용할 것을 제안하는 것이다. 이는 학습자들이 로봇 알고리즘 학습과 교육용 프로그래밍 언어 학습이라는 두 가지 학습효과를 동시에 얻을 수 있는 방안이라고 생각된다. 로봇 알고리즘의 교육적인 활용은 학습자의 논리적 사고력과 문제해결력 향상을 도출할 수 있으며, 스크래치는 자바가상머신을 이용하여 웹에서도 구현되기 때문에 스크래치 웹사이트에서 이용자들 간에 프로젝트를 공유하고 협동하여 프로그래밍하는 것이 가능하다.

2.3 스크래치에서 로봇 프로그래밍과 관련된 요소

스크래치는 다양한 블록들의 모음으로 이루어져 있는데 이 중에는 로봇 프로그래밍에 유용한 요소들이 있다. 다음 <표 1>은 스크래치의 블록 요소들과 라인트레이서 로봇을 비교한 것이다. 객체지향 프로그래밍에서 객체에 해당하는 스프라이트는 로봇의 외형을 구성할 수 있게 되어 있는데 스크래치의 그림판 기능으로 직접 그리거나 이미지를 불러올 수 있고,

등록된 객체에 그림판으로 센서를 그려 넣어 추가할 수 있다. 또한 스테이지(Stage:무대)에 라인트레이서 로봇의 주행선을 그려 넣으면 라인트레이서 로봇 프로그래밍을 할 수 있는 환경을 구성할 수 있다. 또한 스크래치 1.4 버전부터는 LEGO의 WeDo Robotics Kit을 이용할 수 있도록 모터 블록이 선택사항으로 제공되며 이를 선택하면 모터 제어 블록과 기울임, 거리 센서가 추가된다, WeDo는 7~11세 아동들이 쉽고 재미있게 간단한 로봇공학적인 체험을 할 수 있도록 만들어졌다.

<표 1> 스크래치와 라인트레이서 관련요소

구분	블록명	기능	라인트레이서 로봇과의 비교
동작 (Motion) 블록		객체 이동	양쪽 DC 모터 작동
		객체 회전	한 쪽 DC 모터 작동으로 회전
모터 (Motor) 블록		WeDo 모터 제어	로봇의 모터 제어
제어 (Control) 블록		반복문	반복문
		조건문	조건문
관찰 (Sensing) 블록		감지	적외선 센서(또는 터치센서)의 역할로 주행선 감지
		스크래치 보드나 WeDo의 외부자극 감지	여러 가지 종류의 센서로 활용

3. 스크래치를 활용한 로봇 프로그래밍 학습 프로그램

3.1 학습 주제 선정

본 연구에서 개발하여 적용하고자 하는 스크래치를 활용한 로봇 프로그래밍 학습 프로그램과 웹 코스

웨어는 <표 2>와 같이 PBL 기반 로봇 프로그래밍 교육방법[7]과 초등학교 수업을 위한 문제중심학습(PBL)의 교수학습 과정 모형 연구[11]에서 제시한 PBL 학습 모형을 바탕으로 재구성하여 스크래치를 활용한 라인트레이서 로봇의 주행 알고리즘을 중심으로 한 학습 주제를 선정하였다.

<표 2> 학습 주제 선정

PBL 단계	활동명	학습 주제	주요 수업 형태	탐구 단계	예상 차시
문제 만나기	제시된 문제 탐구하기	<ul style="list-style-type: none"> ·미경이의 편지 함께 읽고 문제 알기 ·장애인의 문제 경험하기 <ul style="list-style-type: none"> - 눈 가리고 걸기, 손잡아 주고 걸기, 막대기를 이용하기, 박수 소리 듣고 찾기, 걸을 수 없을 때 이동방법 경험하기 	교사 강의 개별 활동	동기 유발 문제 제시 문제 확인	1차시
문제 해결 계획 세우기	놀라운 로봇 이야기 I	<ul style="list-style-type: none"> ·장애인의 활동을 돕는 시설 및 장비, 로봇 알아보기 - 휠체어, 시각장애인 유도블록, 점자, 횡단보도 음성안내, 로봇의족, 로봇의수 등 ·사람의 신체와 로봇의 부품 비교하기 ·여러 가지 로봇을 보고 문제해결 계획세우기 	개별 활동 전체도의	알고 있는 것 알아할 것 알아내는 방법	2-3차시
탐색 및 재탐색하기	놀라운 로봇 이야기 II	<ul style="list-style-type: none"> ·알고리즘에 대하여 ·순서도에 대하여 ·순서도로 표현된 로봇 알고리즘 이해하기 	교사 강의 개별 실습	탐색 활동	4-5차시
	스크래치 로봇 프로그래밍	<ul style="list-style-type: none"> ·기초-스크래치 활용 로봇 프로그래밍 (문제 상황-문제 분석-순서도 작성-프로그램 학습-프로그램 구현 및 실행-오류 수정 및 재구현-평가 및 반성) - 센서가 1개인 라인트레이서 알고리즘 (A, B, C) - 센서가 2개인 라인트레이서 알고리즘 시뮬레이션 - 센서가 3개인 라인트레이서 알고리즘 시뮬레이션 ·심화-스크래치 보드, 멀티미디어(음성안내)를 포함한 프로그래밍하기 	교사 강의 개별 실습	재탐색 활동	6-10차시
해결책 만들기	라인트레이서 로봇 프로그래밍	<ul style="list-style-type: none"> ·라인트레이서 로봇 프로그래밍 하기 (교차로, 좌, 우회전, U턴, 정지, 부저 등) ·문제 해결을 위한 로봇 및 데모 트랙 제작하기 	교사 강의 모듈 활동	산출물 만들기	11-14차시
발표 및 평가하기	로봇으로 문제 해결하기	<ul style="list-style-type: none"> ·발표 및 소감 토의하기 	모듈 활동	산출물 발표 및 평가	15차시

3.2 스크래치를 활용한 로봇 프로그래밍 학습 내용

스크래치를 활용하여 구성된 로봇 프로그래밍 학습 프로그램과 웹 코스웨어는 라인트레이서 로봇의 주행 알고리즘을 이해할 수 있도록 구성하였다. 스크래치는 로봇 프로그래밍을 위한 언어는 아니지만 간단한 프로그래밍 방식과 바로 시뮬레이션 할 수 있으며 웹에서 공유할 수 있는 장점이 있어 라인트레이서 로봇의 기초가 되는 알고리즘을 이해하는데 적합하다. <표 3>은 스크래치를 활용한 로봇 프로그래밍 학습 지도안이다.

<표 3> 스크래치를 활용한 로봇 프로그래밍 학습 지도안

학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> ·스크래치 활용 로봇 프로그래밍 학습을 위한 웹 코스웨어를 사용하여 로봇의 알고리즘을 학습하고 시뮬레이션해 볼 수 있다. ·스크래치 보드와 멀티미디어를 활용한 프로그래밍을 할 수 있다.
준비물	·컴퓨터실, Scratch EPL, 활동지, 스크래치보드, 마이크, 스피커
학습의 흐름	활동내용
도입	<ul style="list-style-type: none"> ·활동안내와 학습목표를 이해시킨다. ·학습 준비물을 확인한다. ·지난 시간에 살펴본 로봇 알고리즘을 나타낸 순서도를 상기한다.
본활동	<p><활동4-1> 스크래치 활용한 로봇 프로그래밍 학습 코스웨어 경험하기</p> <p><PBL 기반 로봇 교수학습 단계 : 문제 상황 - 문제 분석 - 순서도 작성 - 프로그램 학습 - 프로그램 구현 및 실행 - 오류 수정 및 재구현 - 평가 및 반성></p> <ul style="list-style-type: none"> - 센서가 1개인 라인트레이서 주행 알고리즘 A, B, C 시뮬레이션 - 센서가 2개인 라인트레이서 주행 알고리즘 시뮬레이션 - 센서가 3개인 라인트레이서 주행 알고리즘 시뮬레이션 <p><활동4-2> 스크래치 보드와 멀티미디어를 포함한 프로그래밍하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 스크래치 보드를 이용한 프로그래밍 - 음성안내와 같은 멀티미디어를 포함한 프로그래밍
정리 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> ·작성한 프로그램을 로봇과 프로그래밍 교실의 과제제출 게시판에 올려 평가한다.

3.2.1 문제 상황 제시

- 1) 센서가 1개인 라인트레이서 로봇이 있을 때 검은색 선을 따라 계속해서 주행하도록 프로그래밍 하시오.

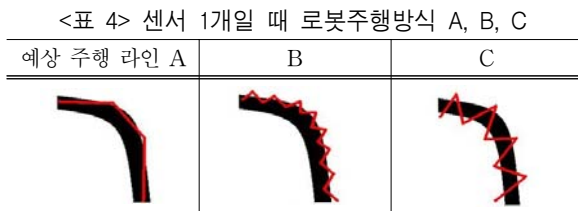


<그림 1> 로봇의 형태와 센서의 위치 및 개수, 주행선의 형태 확인

- 2) 센서가 2개인 라인트레이서 로봇이 있을 때 검은색 선을 따라 계속해서 주행하도록 프로그래밍 하시오.
- 3) 센서가 3개인 라인트레이서 로봇이 있을 때 검은색 선을 따라 계속해서 주행하도록 프로그래밍 하시오.

3.2.2 문제분석

- 1) 센서가 1개일 때 로봇의 주행 알고리즘을 생각해 보시오.



- 2) 센서가 2개일 때 로봇의 주행 알고리즘을 생각해 보시오

<표 5> 센서가 2개일 때 로봇의 주행 알고리즘

센서의 감지 상태		로봇의 반응
좌측	우측	
미감지	미감지	라인없음. 후진
미감지	감지	우회전
감지	미감지	좌회전
감지	감지	전진

- 3) 센서가 3개일 때 로봇의 주행 알고리즘을 생각해 보시오.

<표 6> 센서가 3개일 때 로봇의 주행 알고리즘

센서의 감지 상태			로봇의 반응
좌측	중앙	우측	
미감지	미감지	미감지	라인없음. 후진
미감지	미감지	감지	우회전
미감지	감지	미감지	전진
미감지	감지	감지	우회전
감지	미감지	미감지	좌회전
감지	미감지	감지	불가능
감지	감지	미감지	좌회전
감지	감지	감지	교차로

3.2.3 프로그램 학습하기

스크래치는 다양한 블록들의 모음으로 이루어져 있는데 이 중에는 로봇 프로그래밍에 유용한 요소들이 있다. 다음 <표 7>은 스크래치의 블록 요소들과 라인트레이서 로봇을 비교한 것이다.

<표 7> 스크래치와 라인트레이서의 관련 요소

블록 파레트	블록명	기능	라인트레이서 로봇과의 비교
동작 (Motion) 블록		객체 이동	양쪽 DC 모터 작동
		객체 회전	한 쪽 DC 모터 작동으로 회전
		객체 회전	한 쪽 DC 모터 작동으로 회전
제어 (Control) 블록		반복문	반복문
		조건문	조건문
관찰 (Sensing) 블록		감지	적외선 센서(또는 터치센서)의 역할로 주행선 감지




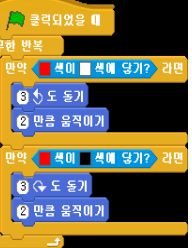


객체지향 프로그래밍에서 객체에 해당하는 스프라이트는 로봇의 외형을 구성할 수 있게 되어 있는데 스크래치의 그림판 기능으로 직접 그리거나 이미지를

블러울 수 있고, 등록된 객체에 그림판으로 센서를 그려 넣어 추가 할 수 있다. 또한 스테이지(Stage:무대)에 라인트레이서 로봇의 주행선을 그려 넣으면 라인트레이서 로봇 프로그래밍을 할 수 있는 환경을 구성할 수 있다.

3.2.4 프로그램 구현 및 실행하기

1) 순서도를 보고 스크래치를 이용하여 센서가 1개 일 때 라인트레이서 로봇 알고리즘을 구현하도록 프로그래밍하여 보시다.

<표 8> 센서가 1개인 스크래치 활용 로봇 프로그래밍의 예

구분	프로그래밍의 예 1	프로그래밍의 예 2
A		
B		
C		

2) 순서도를 보고 스크래치를 이용하여 센서가 2개 일 때 라인트레이서 로봇 알고리즘을 구현하도록 프로그래밍하여 보시다.

<표 9> 센서가 2개인 스크래치 로봇 프로그래밍의 예

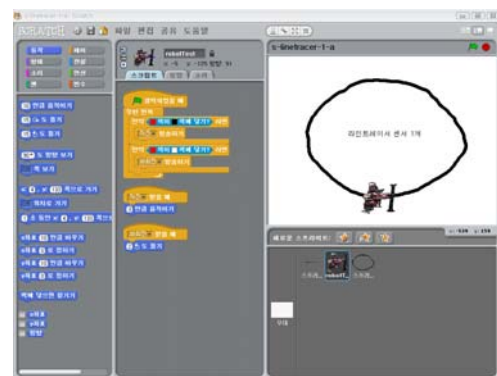


3) 순서도를 보고 스크래치를 이용하여 센서가 3개 일 때 라인트레이서 로봇 알고리즘을 구현하도록 프로그래밍하여 보시다.

<표 10> 센서가 3개인 스크래치 로봇 프로그래밍의 예



4) 작성된 프로그램을 실행하여 보시다.



<그림 2> 스크래치 로봇 프로그래밍 결과 실행

3.2.5 오류 분석 및 수정 후 재구현하기(또는 최적화하기)

직접 실행하여 본 프로그램에서 로봇이 예상대로 움직이는지 확인하고 그렇지 않다면 문제점이 무엇인지 찾아보고 수정한다. 오류가 없다면 더욱 효율적으로 최적화(더 정확하고 빠르게)한다.

<표 11> 스크래치 로봇 프로그래밍 오류 현상과 수정방법

오류 현상	수정 방법
로봇이 가지 않고 멈추어 있다.	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 센서(색깔)를 정확히 지정하였는지 확인한다. 센서와 동작이 일치하는지 다시 확인한다. 불필요한 명령이 있지 않은지 살핀다. (참고로 if(만약)문만 필요한데 else(아니면)문 까지 사용한 경우에 논리 오류로 멈추어 있거나 제자리에서 회전하는 경우가 발생)
로봇이 라인을 벗어난다.	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 회전 각도를 조절한다. 로봇의 이동 속도를 조절한다. 로봇의 회전방향을 점검한다.
로봇이 반대방향으로 간다.	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 회전방향을 점검한다. 불필요한 명령이 있지 않은지 살핀다.
로봇이 제자리에서 회전한다.	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 센서(색깔)를 정확히 지정하였는지 확인한다. 로봇의 회전 각도를 조절한다.
프로그래밍 하지 않은 동작을 한다.	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 프로그래밍에 필요한 블록 외에 다른 블록이 있는지 확인한다.
로봇이 주행선 아래 위치한다.	<ul style="list-style-type: none"> 로봇을 선택하여 드래그하면 주행선 위로 올라온다.
로봇이 무대 밖으로 사라진다.	<ul style="list-style-type: none"> 벽에 닿으면 튕기기를 추가한다.
로봇이 좌우로만 움직인다.	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 회전방식을 '회전 가능'으로 설정하였는지 살핀다.

3.2.7 평가 및 반성

프로그래밍한 파일을 저장하여 평가를 받아 보고 문제점이 무엇인지 반성하여 본다.

4. 적용 및 결과 분석

4.1 실험 대상 및 검사 도구

본 연구에서는 2009년 9월 8일부터 10월 6일까지 경기도 의정부시 소재의 ○○초등학교 부설 영재학급의 수학 및 과학 영재교육을 받는 초등학교 6학년 16명을 대상으로 스크래치를 활용한 로봇 프로그래밍 교육 프로그램을 총 15차시에 걸쳐 적용하였다. 검사 도구는 두 가지를 사용하였다. 첫 번째 검사도구로는 학습자의 논리적 사고력을 측정하기 위해 미국 Georgia 대학의 Roadrangka, Yeany, Padilla가 개발한 GALT(Group Assessment for Logical Thinking)를 서울대 화학교육과에서 번안하여 수정을 한 논리적 사고력 검사 도구의 21문항을 사용하여 50분간 실시하였다[3]. 두 번째 검사 도구는 학습자의 문제해결력을 측정하기 위하여 OECD/PISA 2003 문제해결력 소양영역의 19개 공개 문항을 사용하였다 [9]. 검사는 50분간 실시하였으며 사전-사후 검사 시 동일 조건하에 진행되었다. 검사 결과는 OECD에서 제시한 채점 기준을 적용하여 문항별 1~3점으로 점수를 부여하였다.

4.2 실험 설계 및 처치

연구의 설계는 <표 12>와 같이 실험 연구 중 실험 집단의 전후 검사 설계를 사용하였다. 실험 집단에 스크래치를 활용한 로봇 프로그래밍 학습 프로그램과 웹 코스웨어를 실험 적용한 후 논리적 사고력 및 문제해결력 사전 검사와 사후 검사를 실시하고 측정된 결과가 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위하여 SPSS 12.0K for windows 통계 프로그램을 활용하여 대응표본 t검증을 실시하여 적용의 효과를 분석하였다.

<표 12> 실험 설계

전후비교		실험집단	
사전검사	논리적 사고력 검사	E1(처치 전)	X(실험처치)
	문제해결력 검사		
사후검사	논리적 사고력 검사	E2(처치 후)	
	문제해결력 검사		

4.3 논리적 사고력 검사 결과 분석

1) 논리적 사고력 사전-사후 검사 결과 비교

실험 전-후 논리적 사고력 검사를 실시한 결과는 <표 13>과 같다. 사전 검사에서 구체적 조작기에 해당하는 학습자는 전체의 12.5%이고 과도기는 83.33%, 형식적 조작기는 25%로 과도기에 해당하는 학생의 비율이 상대적으로 높다. 실험 처치 후에 사후 검사 결과에서는 구체적 조작기에 해당하는 학습자는 나타나지 않았고 과도기는 43.75%, 형식적 조작기는 56.25%로 전체적으로 실험 처치 후 형식적 조작기의 학습자가 증가하고 구체적 조작기와 과도기의 학습자는 감소한 결과를 보였다.

<표 13> 논리적 사고력 검사 결과

구분	구체적 조작기(N)	과도기(N)	형식적 조작기(N)
사전	12.5%(2)	83.33%(10)	25%(4)
사후	0%(0)	43.75%(7)	56.25%(9)

논리적 사고력 검사의 사전 검사와 사후 검사를 비교하여 검증한 결과는 <표 14>에 나타난 것과 같다. 이를 볼 때 논리적 사고력의 향상이 통계적으로 의미 있는 차이를 나타내고 있음을 알 수 있다(P<.01).

<표 14> 논리적 사고력 검사 사전-사후 검사 결과 비교

구분	사례수	평균	표준편차	t	자유도	유의도
사전	16	12.9375	3.64177	-5.221	15	.000**
사후	16	16.1875	2.56174			

**p<.01

2) 논리적 사고력 하위 논리별 사전-사후 검사 결과 비교

논리적 사고력의 하위 논리 요소별 사전 검사와 사후 검사 자료를 분석한 결과는 <표 15>과 같다. 논리적 사고력의 모든 하위 요소에서 평균이 사전 검사보다 사후 검사에서 더 높게 나타났으며 특히 비례논리와 확률논리, 조합논리의 검증결과는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다(P<.05).

<표 15> 논리적 사고력 검사 하위 요소별 사전-사후 검사 결과 비교

하위요소	평균	사례수	표준편차	t	자유도	유의도	
보존논리	사전	2.9375	16	.92871	-1.431	15	.173
	사후	3.2500	16	.85635			
비례논리	사전	3.6250	16	1.70783	-3.335	15	.005**
	사후	4.8125	16	1.22304			
변인통제논리	사전	3.0000	16	1.46059	-1.518	15	.150
	사후	3.4375	16	.96393			
확률논리	사전	1.0625	16	.85391	-3.101	15	.007**
	사후	1.6875	16	.60208			
상관논리	사전	.3125	16	.47871	-1.000	15	.333
	사후	.5000	16	.73030			
조합논리	사전	2.0000	16	.81650	-2.449	15	.027*
	사후	5.0000	16	.73030			

*p<.05 **p<.01

4.4 문제해결력 검사 결과 분석

1) 문제해결력 사전-사후 검사 결과 비교

문제해결력 검사의 사전-사후 결과를 비교하면 <표 16>와 같다. 문제해결력 검사의 평가 결과를 임의로 5개의 구간으로 나누어 보았을 때 사전 검사에서 1구간은 25%, 2구간은 56.25%, 3구간은 18.75%, 4, 5구간은 0%로 상위 점수에 해당하는 학생은 없었으며 중하위권으로 판단되는 2구간과 3구간에 해당하는 학생들의 비율이 전체의 75%를 차지했다. 문제해결력 검사의 사후 검사 결과에서는 상위권의 4, 5구간에 포함되는 학생들의 비율이 31.25%로 증가하였으며 1, 2구간에 포함되는 학생의 비율은 감소하였다.

<표 16> 문제해결력 검사 사전-사후 검사 결과

구분	1구간	2구간	3구간	4구간	5구간
	1~5	6~10	11~15	16~20	21~26
사전	25%(4)	56.25%(9)	18.75%(3)	0	0
사후	12.50%(2)	31.25%(5)	25.00%(4)	25.00%(4)	6.25%(1)

문제해결력 검사의 사전-사후 검사 결과를 <표 17>과 같이 비교하여 검증해보면 유의도가 P<.01로

실험 처치 전과 후의 검사 결과에서 통계적으로 유의미한 차이를 보인다.

<표 17> 문제해결력 검사 사전-사후 결과 비교

구분	사례수	평균	표준편차	t	자유도	유의도
사전	16	8.0000	3.61478	-5.091	15	.000**
사후	16	12.6875	5.41256			

**p<.01

문제해결력 검사의 사전-사후 검사 결과의 정답률 변화를 보면 <표 18> 에서와 같이 체제분석 및 설계 형태의 7개 문항 중 6개 문항에서 정답률이 증가하였으며 의사결정 형태의 7개 문항 중 6개 문항에서 정답률이 증가하였고 문제점 해결 형태의 5개 문항에서 모두 정답률이 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한 PISA 2003 국내 결과와 비교하였을 때 문제해결력 검사의 사전 검사에서는 19개 문항 중 한 문항만 국내 정답률 평균보다 높은 것을 볼 수 있었고 사후 검사에서는 19개 문항 중 7개 문항에서 국내 정답률 평균보다 높은 정답률을 보였다.

<표 18> 사전-사후 검사 결과와 PISA 2003 국내 결과의 정답률 비교

과제	문항 번호	형태	문제해결력 검사 정답률(%)		
			사전 검사	사후 검사	PISA 2003 국내 결과
도서관 관리체계	1	체제 분석 및 설계	75.00	87.50	76.40
	2	체제 분석 및 설계	25.00	43.75	24.70
수에 의한 디자인	3	체제 분석 및 설계	50.00	43.75	74.80
	4	체제 분석 및 설계	25.00	37.50	66.00
	5	체제 분석 및 설계	31.25	37.50	60.30
교육과정 설계	6	체제 분석 및 설계	0.00	12.50	37.10
환승 체계	7	의사결정	75.00	75.00	31.00
어린이 캠프	8	체제 분석 및 설계	25.00	43.75	55.80
냉동고	9	문제점 해결	0.00	12.50	44.60
	10	문제점 해결	37.50	68.75	42.20
에너지 요구량	11	의사결정	87.50	93.75	92.80
	12	의사결정	25.00	43.75	41.60
영화 보러 가기	13	의사결정	56.25	68.75	76.50
	14	의사결정	43.75	50.00	78.00
휴가	15	의사결정	18.75	37.50	50.60
	16	의사결정	6.25	31.25	41.00
관개	17	문제점 해결	50.00	68.75	72.90
	18	문제점 해결	37.50	75.00	72.80
	19	문제점 해결	56.25	68.75	60.60

5. 결론

본 논문에서는 로봇 프로그래밍 학습에 따른 인지 부담과 시간적, 공간적 제한점을 극복하기 위하여, 교육용 프로그래밍 언어인 스크래치를 활용하여 라인트레이서 로봇의 주행 알고리즘을 구현하는 교육 프로그램과 이를 위한 웹 코스웨어를 제안하였다. 그리고 이를 적용한 결과를 분석하여 다음과 같은 연구 결과를 도출하였다. 실제 로봇이 없는 환경에서도 스크래치의 시뮬레이션 방식을 이용하여 알고리즘 중심의 로봇 프로그래밍 교육이 가능하며, 프로그래밍 언어 습득 중심의 프로그래밍 교육과 로봇을 중심으로 하는 로봇 프로그래밍 교육을 접목하여, 동일 알고리즘을 프로그래밍 언어만 학습하면 여러 환경에서 적용할 수 있다는 알고리즘의 이식성과 확장성을 증명하였다. 또한, 같은 알고리즘을 구현하더라도 다양한 프로그램 답안이 나오는 만큼 학습자의 논리적 사고력과 문제해결력을 신장시키는데 기여한다는 결과를 제시하였다.

참고 문헌

- [1] 교육인적자원부(2006), 초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침 개정안, 정책보고서, 교육인적자원부.
- [2] 남길현 (2007). 초등특기적성 로봇교육과정의 개발. 석사학위논문, 경인교육대학교 교육대학원, 인천.
- [3] 노정원 (1998). 과학 교육 연구에 사용된 GALT 원본과 축소본에 대한 조사 연구. 석사학위논문. 이화여자대학교. 서울.
- [4] 류영춘 (2007). 정보통신기술교육에서 로봇을 활용한 기초 프로그래밍 교육과정 개발. 석사학위논문, 경인교육대학교 교육대학원, 인천.
- [5] 배영권 (2006). 창의적 문제해결력 신장을 위한 유비쿼터스 환경의 로봇프로그래밍 교육모형. 박사학위 논문, 한국교원대학교, 충청북도.
- [6] 송정범·조성환·이태욱 (2008) 스크래치 프로그래밍 학습이 학습자의 동기와 문제해결력에 미치는 영향. 정보교육학회논문지, 12-3. 24-32.

- [7] 오경란 (2007). PBL기반 라인트레이서 초등로봇 프로그래밍 교육방법 개발. 석사학위논문, 경인교육대학교 교육대학원, 인천.
- [8] 오정원 (2005). 정보과학 영재교육의 현 실태분석과 개선방향. 석사학위논문, 동국대학교 교육대학원, 서울.
- [9] 이미경 (2007). OECD/PISA 평가틀 및 공개 문항 분석(연구자료 ORM 2007-25). 서울:한국교육학술정보원.
- [10] 정인기(2007), 초등학교 컴퓨터과학 교육과정 '문제 해결'영역 개선에 관한 연구, 한국컴퓨터교육학회 논문지, 10-2, 17-26.
- [11] 조연순·체제숙·백은주·임현화 (2004). 초등학교 수업을 위한 문제중심학습(PBL)의 교수학습과정 모형 연구. 교육방법연구, 16-2, 1-28.
- [12] 채재호·배영권·유인환 (2008). 로봇프로그래밍 학습이 초등학생의 논리적 사고력 신장에 미치는 영향. 교원교육, 24-2, 361-376.
- [13] 홍순혁·전재욱 (2004). 웹기반 로봇 원격 교육 시스템. 정보처리학회논문지, 34-2, 342-350.
- [14] Futschek, G. (2006). Algorithmic thinking: The key for understanding computer science. Lecture Notes in Computer Science, 4226, 159 - 168.
- [15] Lifelong kindergarten Group at the MIT media lab. Scratch Programming Language. <http://scratch.mit.edu>.

저 자 소 개



신 갑 천

2005년 경인교대 초등교육과 학사
 2010년 경인교대컴퓨터교육학석사
 2007년 7월~2010년 2월
 의정부가능초등학교 재직
 2010년 3월~현재
 파주송화초등학교 교사
 관심분야: 컴퓨터교육, 프로그래밍교육,
 로봇활용교육, 정보영재교육
 e-mail: khami@indischool.com



허 경

1998년 고려대 전자공학과 학사
 2000년 고려대 전자공학과 석사
 2004년 8월
 고려대 전자공학과
 통신공학박사
 2004년 8월~2005년 8월
 삼성종합기술원(SAIT)
 전문연구원
 2005년 9월~현재
 경인교대 컴퓨터교육과 부교수
 관심분야: 컴퓨터 네트워크 QoS,
 Mobile IP, USN, Wireless
 MAC, 컴퓨터교육
 e-mail: khur@ginue.ac.kr