

초등학교 재량활동시간에 라인트레이서를 이용한 C프로그래밍 학습모형*

문외식

진주교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

최근 IT 및 융합기술 발달로 로봇이 컴퓨터를 대신하여 문제해결력, 알고리즘향상 학습을 위한 새로운 창의성교구로 각광을 받고 있다. 본 연구에서는 초등학교 고학년생이 재량활동시간에 라인트레이서를 이용하여 프로그래밍학습을 할 수 있도록 교육과정(12차시분)을 제안하고 성공 가능성을 평가하기 위해 차시별 학습결과물 중심으로 성취수준을 평가하였다. 결과로서, 실행오류의 분석을 통해 라인트레이서를 이용한 프로그래밍 학습이 컴퓨터프로그래밍 학습에 비해 창의성요소가 우수함을 확인하였다. 또한, 라인트레이서를 이용한 프로그래밍 학습 방법은 컴퓨터를 대신할 새로운 창의성 학습도구로 성공할 수 있는 가능성을 확인하였다.

키워드: 로봇, 라인트레이서, 프로그래밍, 교육과정, 평가

A C-Programming Learning Model Using a Line Tracer in Discretionary Activity Hours in Elementary Schools

Wae-shik Moon

Dept. of Computer Education, Chinju National University of Education

ABSTRACT

This study suggested an educational curriculum(12 class periods) in order for higher level elementary school students to learn programming in discretionary activity hours using a line tracer and evaluated achievement level based on the outcome of learning by class period to assess the possibility of success. As a result, it could confirm that the programming learning using the line tracer was more excellent in creativity than the computer programming learning. In addition, it has been found that the programming learning method using the line tracer had a potential to be successful as a new creative tool that could replace the computer.

Keywords: Robot, Line Tracer, Curriculum, Teaching materials, Evaluated

- 이 논문은 2011년 진주교육대학교 학술연구비 지원에 의한 것임
논문투고: 2011-08-16
논문심사: 2011-08-30
심사완료: 2011-11-08

1. 서론

2010년 로봇산업실태 조사보고서에 의하면 국내에서는 2009년 9074억원의 로봇시장이 형성되어 있으며 전년대비 성장률이 약 21% 증가하고 있다. 그중에서도 청소로봇 및 교육용로봇 등 서비스로봇은 전년대비 66.5% 성장하였다[11]. 이처럼 로봇이 국가의 신성장 산업으로 폭발적으로 각광을 받고 있다. 수년전부터 로봇을 창의성 학습교구로 사용했던 학원 등 사교육 기관들이 점차 늘기 시작하여 현재는 방과 후 학교에서 로봇을 활용한 학습이 초등학교에서는 80% 이상 채택하여 운영되고 있다[10]. 또한, 2008년 말부터 STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics)교육을 정규교과와 연계하여 로봇을 활용하는 방안이 연구와 소규모 시범사업으로 활발히 진행되고 있으며 초등학교의 4-6학년 중심으로 로봇을 활용한 수업지도안이 개발되고 있다.

특히, 2010년부터 지식경제부가 주관하는 로봇포럼에서는 새로운 표준화된 플랫폼의 교육용로봇 개발에 대한 논의가 활발히 진행 중에 있으며, 교육과학기술부에서는 유치원교육에 교육용로봇을 이용한 창의성 학습방법을 지원하고 있다[10]. 그러나 아직까지 초등학교에서는 기존 컴퓨터에 비해 로봇을 활용한 교육환경(하드웨어, 소프트웨어, 교육과정, 교재 등)이 제대로 구축되어 있지 않고 있다. 본 연구에서는 이러한 열악한 교육적 환경에서도 비교적 수월하게 학습 환경을 변경하여 로봇학습을 할 수 있게 라인트레이서를 활용한 프로그래밍 학습모형을 제안하고 이를 초등학교 6학년을 대상으로 재량활동시간에 적용하고 성취수준을 평가하였다.

특히, 본 연구에서 학습 후 미션을 제시하고 이를 수행하는 과정과 결과물을 분석한 결과 본 논문에서 제안한 학습모형이 초등학교 재량활동시간, 특별활동시간에 긍정적인 창의성 평가요소들이 컴퓨터 프로그래밍 학습에 비해 우수함을 확인하였다.

2. 관련연구

2.1 라인트레이서란?

로봇이란 일반적으로 전기, 전자, 기계, 컴퓨터, 통

신 등의 다양한 공학기술의 복합체(융합기술)로 만들어지고 인간의 일부분을 닮은 지능형 기계장치로 인간이 요구하는 사항을 달성하기 위해 스스로 느끼고, 판단하며, 행동하여 결과를 얻는 기계라 할 수 있다[7]. 라인트레이서(Line tracer)란 Line(선)과 Tracer(추적자)의 합성어로 선을 따라 이동하는 로봇을 말한다[7]. 라인트레이서는 제조공장이나 물류창고 등의 산업현장 등에서 제품을 이동시키는데 가장 많이 사용되는 메카니즘으로 프로그래밍에 의해 동작하는 프로그래밍형 라인트레이서와 단순히 하드웨어인 센서에 의해 동작하는 비프로그래밍형 두 가지로 구별한다. 본 연구에서는 프로그래밍학습을 위해 Basic 및 C언어로 동작하는 프로그래밍형 라인트레이서를 실험적 학습도구로 선택하였다.

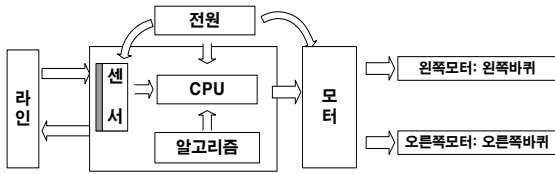
2.2 라인트레이서 구성 요소

라인트레이서의 일반적인 구성요소는 크게 기구부와 제어부로 나눌 수 있으며 프로그래밍형 라인트레이서의 개괄적인 외관은 (그림 1)과 같다.

특히, 제어부는 (그림 2)처럼 주제어를 담당하는 CPU를 중심으로 4가지 부분으로 구성되어 있다. 먼저, 주행의 기준인 라인과 로봇의 상대적인 위치를 파악할 센서부가 있어야 하고, 센서부로부터 입력된 정보를 기초로 로봇의 자세를 수정하고 모터의 동작 명령을 계산하기 위한 제어부(알고리즘 수행)가 필요하다. 또한, 알고리즘 수행 결과 출력된 전체 시스템을 동작시키기 위한 전원부가 추가로 필요하다[8].



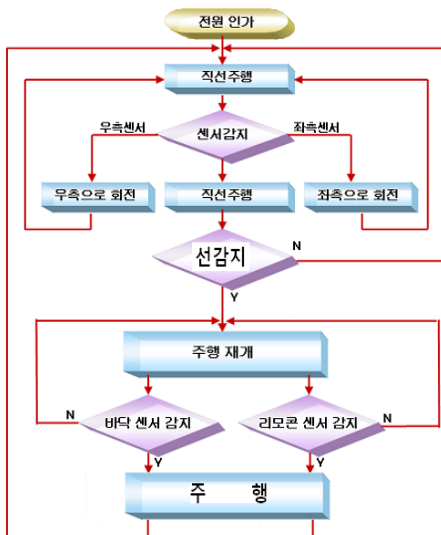
(그림 1) 라인트레이서 일반적 형태



(그림 2) 프로그래밍형 라인트레이서 구성도

2.2.1 주행 알고리즘

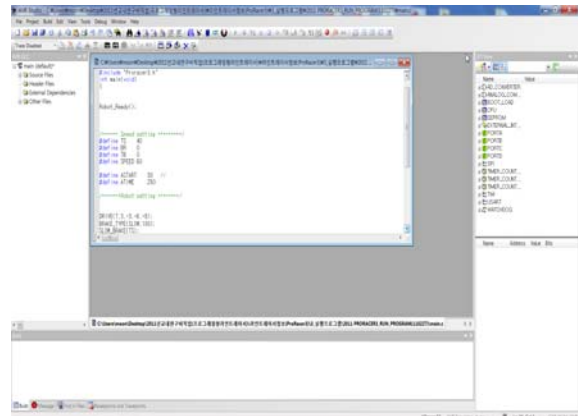
(그림 3)은 라인트레이서의 주행과 관련한 광센서의 감지로 모터의 구동에 연관된 전체 주행 흐름을 나타낸 그림이다. 라인트레이서의 라인스캔 방법에 있어서 밝은 색은 빛을 반사하지만 검은색의 경우는 대부분의 빛이 흡수되어 반사광이 없다는 것을 스캔한다. 따라서 이 반사광을 광센서로 감지하여 빛이 들어올 경우 모터를 작동시키고 반사광이 없을 때(검은색 선에 센서가 위치 할 경우)는 정지하게 한다. 센서를 3개 만든 다음 검은 선이 중앙 센서에 오도록 하면 모터가 모두 회전하여 전진한다. 이 후 곡선부에서 한쪽센서가 닿게 되면 검은 선을 감지한 센서쪽의 모터는 정지하고 반대쪽 모터만 회전하여 곡선을 주행하게 된다. 이러한 원리로 라인스캐너는 검은 선을 따라 이동한다[3].



(그림 3) 라인트레이서의 주행 흐름도

2.2.2 라인트레이서 동작 프로그램 언어

일반적으로 로봇을 동작시키는 프로그램은 컴퓨터를 기반으로 하는 전통적 언어를 기초로 만들어져 있다. 널리 알려진 Basic, C, Java등이 라인트레이서 동작용 프로그램으로 사용되고 있으며 최근에는 프로그래밍 작성이 편리하도록 시각적 화면(GUI)구성 방식으로 명령어를 아이콘 모양의 함수로 만들어 단순히 드래그&드롭 형태로 프로그래밍 할 수 있어 복잡한 문법 및 명령어 그리고 번거로운 코딩문제를 해결할 수 있다. 본 연구에서는 초등학생들의 창의성 도구로 많이 사용하는 C언어를 기반으로 하는 ATmel AVR 툴인 AVR Studio4를 실험 및 학습용으로 선택하였다. 이 언어는 컴퓨터기반 C언어에 비해 기능별로 많은 함수 위주로 이루어져 있어 초등학생들이 가장 많이 발생시키는 코딩오류를 많이 줄일 수 있는 장점이 있다.

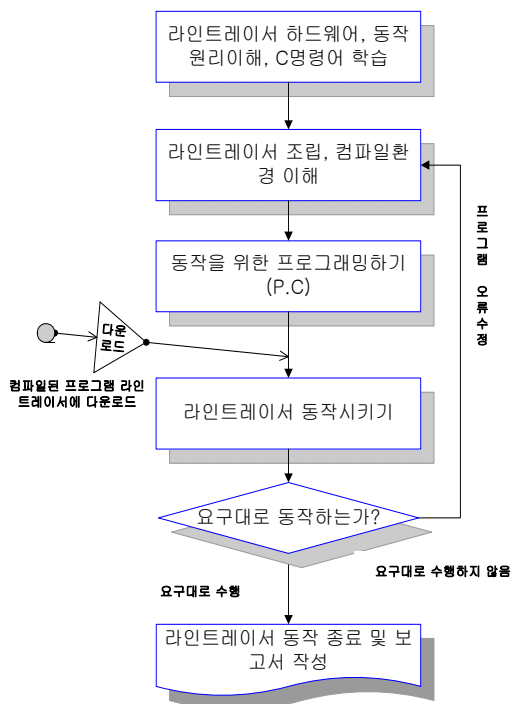


(그림 4) 라인트레이서 동작 소프트웨어(AVR Studio4)

2.2.3 라인트레이서 프로그래밍 학습과정

라인트레이서 프로그래밍 과정은 일반 컴퓨터 프로그래밍 과정과는 달리 제한된 기능을 수행하기 위해 제작된 경우가 많아 지원되는 프로그램언어의 명령어가 제한적이며 하드웨어 의존도가 높다는 것이 다소 제약점이 있다. 그러나 컴퓨터 프로그래밍 학습에서 체험하지 못한 하드웨어 개념을 자연스럽게 이해할 수 있으며 복잡하지 않은 문법과 제한된 명령어

는 초등학생들이 쉽게 학습할 수 있다는 큰 장점이 있다. 라인트레이서 프로그래밍을 하기 위해서는 하드웨어와 함께 제공되는 전용 프로그래밍 환경을 사용하는 것이 편리하며 초등학생들에게 프로그래밍 학습을 위해서 프로그래밍환경을 설치하고 알고리즘 학습과 창의적 프로그램 작성과정을 통해 초등학교 IT 교육의 본래 목적을 달성해야 하기 때문에 (그림 4)와 같은 순서의 라인트레이서 동작 프로그래밍 학습 과정이 필요하다[4].



(그림 5) 라인트레이서 동작프로그래밍 학습과정

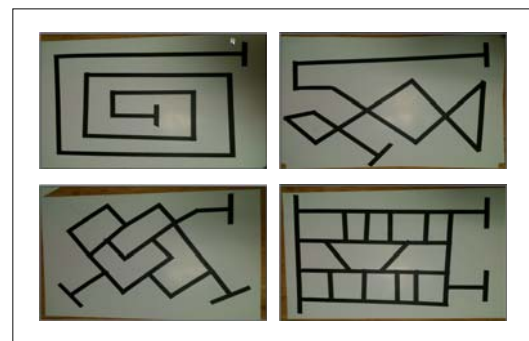
2.2.4 라인트레이서 동작을 위한 경기장 설계

로봇 프로그래밍을 위해 다양하게 주어진 문제를 인지하고 이를 과학적 알고리즘 구현을 통해 결과에 도달하기 위해서는 라인트레이서 주행을 위한 경기장 제작이 필수적이다.

권대용(2010)은 첫째방법으로 타일처럼 정사각형의 보드판 위에 경로를 만든 유형으로 보드판을 돌려가면서 경로를 제작할 수 있게 하였고, 두 번째로, 경로를 보드판으로 제작한 유형으로 사각형, 육각형 등의

도형모양 보드판으로 쉽게 붙이고 변형할 수 있도록 제작하였다[1]. 이 방법은 장기적으로 한번 만들어 둔 경기장을 여러 모양으로 재사용하는데 효과적이다. 그러나 경기장 유지를 위해 따로 장소가 필요하고 모양과 경로모양의 보드를 만드는데 소요되는 시간과 비용이 초등학생에게는 다소 어려움이 있다. 초등학생들이 자유롭게 어디서나 어려움 없이 저렴하고 편리하게 직접 경기장을 만들면 프로그래밍 학습에 대한 동기 및 참여의식을 유발하여 학습효과를 높일 수 있다.

본 연구에서는 라인트레이서 프로그래밍 학습에 참여하는 학생들이 경기장 제작에 필요한 소재구입이 문방구 등 인근에서 쉽게 구할 수 있고 별다른 방법 없이 가위 또는 칼만 있으면 쉽게 만들 수 있도록 마분지와 흑색 테이프만을 사용하여 (그림 6)처럼 간단히 만들어 사용하였다. 만든 경기장은 어디서든지 펼쳐서 사용 가능하며 참여 학생들이 만든 각각의 경기장을 서로 교환하여 사용할 수 있다.



(그림 6) 라인트레이서 동작 경기장 제작 예

2.3 선행연구

이석원(2003)은 알고리즘 향상을 위한 방법으로 라인트레이서 주행 알고리즘을 이용하였다. 초창기 로봇 활용교육이라 하드웨어적 중심으로 진행되어 초등학생들이 이해하기에는 다소 어려움과 지루함이 있으며 창의성요소를 향상시키기에는 부족하다[12].

문외식(2011)은 초등학생들이 방과 후 학습에서 비 프로그래밍형 라인트레이서를 이용하여 로봇교육을

시도하였다. 초등학교 저학년생들의 알고리즘 향상을 위한 학습모형이라기 보다 로봇에 대한 과학적 흥미를 유도하기 위한 단순한 조립과 동작 위주의 교육모델로 구성되었다[7]. 권대용((2010)은 초등교육에서 PBL을 기반 라인트레이서 교육연구에서 문제해결력, 아동들의 흥미를 이끌게 하는 프로그래밍을 통해 학생들이 다른 교과에 비해 쉽게 활동에 참여할 수 있게 하였으며 자기성취도와 만족감에서 긍정적인 교육적 효과를 나타내고 있으나 평가 및 결과가 명확하지 않고 구체적이지 않다[2]. 김진웅(2010)은 이전의 라인트레이서로봇을 활용한 교육에서 조금 더 진전되었다. 로봇교육의 기초가 될 수 있도록 정규교과(5학년 실과 『전기.전자 단원』)내에서 하드웨어 및 소프트웨어 성격을 찾아 프로그램 모델을 구성하여 교과와 연계하였다. 그러나 체계적인 교육과정을 구성하지 않고 담당교사가 학습시 때마다 교육과정을 만들어야 하는 번거로움과 체계적이지 못하다[5].

C 컴 파 일 러	컴파일러 설치와 다운로드	◦ C컴파일러(WinAVR) 설치 ◦ 코딩방법과 컴파일하기 ◦ C프로그램 라인트레이서에 다운로드	4	수행 평가 (산출 물)
	동작을 위한 함수 I	◦ 주행함수 ◦ 주행속도, 회전속도 조절명령 ◦ LED, BUZZER 함수	5, 6	수행 평가 (산출 물)
	동작을 위한 함수 II	◦ 주행방향명령 함수(MODE) ◦ 교차로 감지법 변경함수 (CROSS_SET)	7, 8	수행 평가 (산출 물)
	동작을 위한 함수 III	◦ 기타 라인트레이서 동작 함수 (TURN, BRAKE, MOTOR MOVE 및 MOTOR_TIME, LINE_TRACER)	9, 10	수행 평가 (산출 물)
평가	미션 수행	종합평가 (미션수행 I, 미션수행 II)	11, 12	산출물 토론

3. 교육과정과 학습평가 모델 제안

3.1 교육과정

6학년 실과단원과 과학단원 일부와 경남 초등학교에서 재량활동시간에 실시하고 있는 컴퓨터프로그램을 연계하여 총 12차시로 구성된 교육과정을 <표 1>과 같이 제안하였다.

<표 1> 교육과정

학습주제	학습 내용	차시	비고	
라 인 트 레 이 서	로봇 개요	◦ 로봇의 기본개념 이해 ◦ 로봇의 역사 ◦ 로봇 종류와 라인트레이서	1	지필 평가
	하드웨어 이해	◦ 라인트레이서 부품 구성 ◦ 메인보드 이해 ◦ 센서보드 이해 ◦ 다운로드와 LED 보드 이해	2	지필 평가
	조립	◦ 라인트레이서 조립(메인보드, 센서보드, 모터 및 전원 연결, 다운로드 보드 연결)	3	수행 평가 (산출물)

학습 후 평가는 지필과 실기시험 두 형태의 수행평가를 병행 실시한 후 이미 마련한 성취기준과 평가기준에 의해 평가값을 추출하였다[9]. 또한, 라인트레이서 로봇동작을 위한 학습 프로그래밍어는 각종 과학영재대회 등에서 가장 많이 사용되고 있는 텍스트 기반 C프로그래밍 언어를 선택하였다.

3.2 학습평가 기준

제안한 교육과정을 기초로 라인트레이서 프로그래밍 학습에서 가르치고 성취해야 할 내용들을 추출하여 성취 및 평가기준표를 <표 2>와 같이 4단계로 작성하였다. 2단계』는 충실하게 라인트레이서 프로그래밍 학습의 교수·학습 과정을 통해 성취해야 할 것이라고 요구되는 일반적 수준을 말한다.

『1단계』는 2단계를 성취하고 추가적으로 심화 발전된 내용을 성취한 단계를 말하며, 『3단계』는 누구나 성취하기를 기대되는 교육내용을 충실히 성취하지 못한 수준을 말한다. 마지막으로 『4단계』는 교육내용을 전혀 성취할 수 없는 단계를 말한다.

평가기준 전체 4단계는 다음처럼 점수화 하였다.

전체 점수를 10점 만점으로 정하고 「1단계」를 10점 - 8점, 「2단계」를 7점 - 5점, 「3단계」는 4점 - 2점, 그리고 「4단계」는 1점 이하로 설정하였다[9].

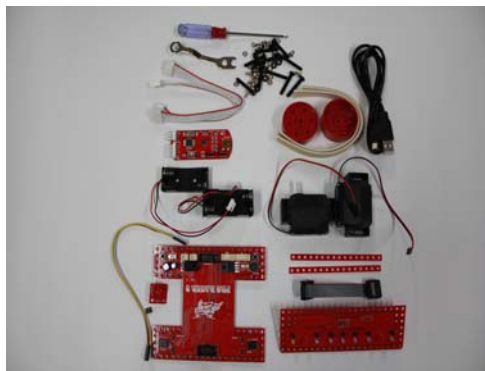
<표 2> 라인트레이서 프로그래밍 학습 성취기준 및 평가기준표(예시: 로봇개요)

학습주제	라인트레이서(로봇개요)	
성취기준	로봇의 기본개념(정의,구성,역사, 종류)을 이해하고, 라인트레이서의 기본 개념을 이해	
평가기준	1 단계	로봇과 라인트레이서 기본개념 및 용도 등을 정확히 이해하고 다른 사람들에게 설명할 수 있다.
	2 단계	로봇과 라인트레이서 기본개요를 이해하지만 다른 사람들에게 설명하는 데에 다소 어려움이 있다.
	3 단계	로봇과 라인트레이서의 기본개념 중 하나를 이해하고 설명하는데 어려움을 느낀다.
	4 단계	로봇과 라인트레이서 기본개념을 이해하지 못한다.

4. 적용 및 결과분석

4.1 학습에 사용된 라인트레이서와 학습대상

학습용 라인트레이서는 조립되지 않은 ATMEL 사의 MCU프로세서를 사용하는 부품으로 2인당 한 세트 씩 제공하여 팀별로 학습 및 실습을 하였다.



(그림 7) 학습에 사용된 라인트레이서 부품들

학습에 참여한 집단은 2011년 7월 방과후 학습방법으로 진주 A초등학교 6학년생(26명-남 13명, 여13

명)이며 제안한 12차시분의 교육과정을 기초한 교재로 학습하고 모형의 효과를 검증하기 위해 지필고사, 미션수행의 수행평가를 통해 결과를 도출하였다.



(그림 8) 라인트레이서 학습장면

4.2 학습 후 성취결과

4개 영역의 학습단계 중 C컴파일러 영역을 제외한 나머지 3 영역에서의 학습 후 도출한 전체 성취수준의 데이터 수집결과는 다음과 같다.

<표 3> 학습 후 성취수준 데이터

N: 26명

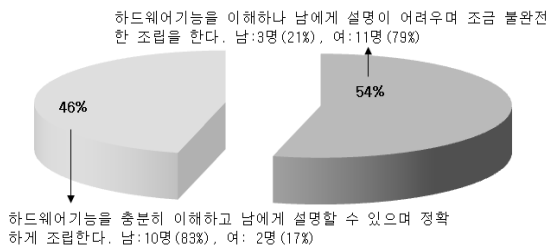
평가기준(내용)	성취수준					
	남		여		전체비율 %	
	N	%	N	%		
조립	하드웨어기능을 충분히 이해하고 다른 학생들에게 설명할 수 있으며 정확하게 라인트레이서를 조립한다.	10	83	2	17	46
	하드웨어기능은 이해하나 다른 사람에게 설명하는데는 어려움을 느끼며 교사의 도움을 받아 조립을 완성한다.	3	21	11	79	54
	하드웨어기능을 이해하는데 어려움을 느끼며 교사의 도움이 없이는 조립을 하지 못한다.	0	0	0	0	0
동작이해	동작을 충분히 이해하고 다른 사람에게 설명할 수 있다.	7	58	5	42	46
	동작을 이해는 하지만 다른사람에게 설명하는데 어려움을 느낀다.	5	50	5	50	38
	동작을 일부분만 이해한다.	1	25	3	75	16
	전혀 이해하지 못한다.	0	0	0	0	0

프로그래밍 명령어 이해	프로그램 명령어를 충분히 이해하고 활용한다.	8	57	6	43	54
	명령어를 이해하지만 활용하는 데는 조금 어려워 한다.	4	44	5	56	35
	명령어 일부분만 이해하며 프로그래밍을 하지 못한다.	1	33	2	67	11
	프로그래밍 명령어를 이해하지 못한다.	0	0	0	0	0
미션 수행	제시한 미션대로 프로그래밍을 하여 라인트레이서가 정확히 움직였다.	3	100	0	0	12
	프로그래밍은 작성하였으나 오류가 발생하여 제시한 미션대로 동작하지 않아 수정 후 재실행하여 정확히 움직였다.	4	36	7	64	42
	계속하여 프로그래밍오류가 발생되어 제시한 미션대로 라인트레이서를 동작시키지 못했다.	3	38	5	62	31
	제시한 미션대로 프로그램을 할 수 없다.	1	20	4	80	15

4.2.1 영역별 성취수준 분석

1) 조립에 대한 성취수준

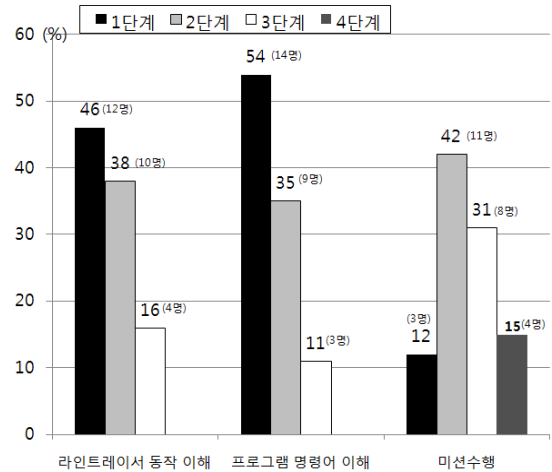
「3단계」인 누구나 성취하기를 기대되는 교육내용을 충실히 성취하지 못한 수준에 속하는 학생들은 나타나지 않았으며, 교수·학습 과정을 통해 성취해야 할 것이라고 요구되는 일반적 수준인「2단계」가 전체 학생의 54%로 이 중에서 여학생이 79%, 남학생이 21%를 차지하였다. 또한, 2단계를 성취하고 추가적으로 심화 발전된 내용을 성취한 1단계는 전체 학생의 46%로 이 중 남학생이 83%로 분석되어 조립 등 기술공학적인 측면에서는 남학생이 여학생에 비해 우수한 것으로 분석된다.



(그림 9) 라인트레이서 조립에 대한 성취수준

조립에 대해 일부 학생들의 불완전한 조립은 주어진 학습시간의 짧음과 제공된 라인트레이서의 결함 요인도 있는 것으로 판단된다.

2) 동작, 프로그래밍 및 미션 수행결과 성취수준 분석
 동작 알고리즘인「라인트레이서 동작 이해」영역의 성취수준 비율은 전체 평가대상의 학생 중 1단계가 46%, 2단계가 38%, 3단계가 16%로 비교적 높은 성취수준으로 나타나 선행연구에 비해 높은 수준으로 분석된다[7].



(그림 10) 라인트레이서 동작, 프로그래밍, 미션 수행결과 성취수준

창의성 요소 중 가장 중요한 알고리즘 항상 요소인 「프로그래밍 명령어 이해」영역에서는 전체 학생 중 54%가 1단계 수준이며, 35%가 2단계 수준으로 대부분의 학생들이 만족하는 수준으로 이는 컴퓨터 기반 프로그래밍 학습에 비해 이해도와 성취수준이 높다[6].

마지막으로 교사가 제시한 미션을 팀별 스스로 프로그래밍하고 동작을 시키는 영역인 「미션수행」에서 12%는 오류 없이 미션을 수행하였으며 창의성의 결정적 요소인 오류수정 후 미션을 완료시키는 과정의 학생들은 전체의 42%로 분석되었다.

「미션수행」성취수준 역시 기존의 컴퓨터기반 텍스트 프로그래밍 학습효과에 비해 높음을 알 수 있다[6]. 주어진 시간동안 교사의 도움으로도 미션수행을

위한 프로그래밍을 완성하지 못한 학생들도 15%로 나타났다.

4.2.2 학습자 만족도 및 학습기대치 조사

제안한 12차시분의 라인트레이서 학습모델로 학습 후 전체 학생을 대상으로 한 학습모델 만족도 및 학습기대치 조사 결과 <표 4>와 같이 나타났다.

<표 4> 학습 후 만족도 및 학습기대치 조사

N:26

설문내용	응답내용	응답자	비율(%)
학교에서 수업시간에 로봇 또는 라인트레이서를 활용하여 공부할 적이 있는가?	학교수업시간에 받았다.	0	0
	방과후 수업시간에 받았다.	7	27
	받아보지 못했다.	19	73
라인트레이서를 수학 및 과학시간에 활용할 수 있을 것 같은가?	매우 그렇다.	7	27
	그렇다.	16	62
	그렇지 않다.	3	11
	전혀 활용할 수 없다.	0	0
라인트레이서를 동작시키기 위한 프로그래밍을 활용한다면 수학 및 과학 그리고 다른 교과수업에 도움이 될 것 같은가?	매우 그렇다.	12	46
	그렇다.	12	46
	그렇지 않다.	2	8
	전혀 그렇지 않다.	0	0
라인트레이서 동작을 위한 프로그래밍은 배우기 쉽고 그리고 자신이 원하는대로 응용하기 쉬운가?	매우 그렇다.	9	35
	그렇다.	12	46
	그렇지 않다.	5	19
	전혀 그렇지 않다.	0	0

라인트레이서 등 로봇교육이 아직은 사교육의 성격이 높아 방과 후 수업에서 27%가 수업을 받았으며 나머지 대부분의 학생들(73%)이 첨단 학습교구인 로봇을 처음으로 학습하였다. 처음 라인트레이서교육을 받는 학습자 중 상당수 학생들이 설문내용에 대한 응답을 ‘매우 그렇다’, ‘그렇다’ 라는 긍정적인 응답을 하여

처음으로 로봇을 이용한 학생들이 로봇에 대한 학습 만족도와 학습 기대치가 높음을 알 수 있다. 특히, 알고리즘 향상 등 창의성요소가 큰 프로그래밍 학습에서 전체 학생 중 81%가 ‘프로그래밍이 배우기 쉽고 응용하기 쉽다’ 라는 응답을 해 향후 로봇이 컴퓨터기반 프로그래밍 학습을 대신할 수 있는 새로운 프로그래밍 학습도구로 발전할 가능성이 많음을 알 수 있다.

4.3 라인트레이서 기반 C학습과 컴퓨터기반 C학습에서 오류데이터 수집을 통한 비교분석

컴퓨터기반인 비주얼C++ 6.0을 이용한 학습에서 발생한 오류데이터 유형과 라인트레이서 기반에서 학습한 C 오류데이터 유형은 <표 5>와 같이 수집되었다. 이때, 비주얼 C++ 학습에서 수집한 오류데이터는 학습대상 학생과 학습 난이도가 비슷한 참고문헌[6]의 pp. 324-326에 있는 데이터(논리오류, 데이터정의 및 취급오류, 인터페이스오류, 기타오류)중 문제해결력 요소에 부정적인 영향을 미치는 기타오류(소프트웨어 사용미숙, 단순 오타 그리고 하드웨어장애)만 인용과 비교. 분석하였다. <표 5>에서 창의성요소 또는 문제해결력에 장애사항으로 판단되는 기타오류가 컴퓨터기반 C학습에서는 전체 오류의 35.5%인 반면 라인트레이서 C학습에서는 약 절반에 가까운 18.5%로 낮게 수집되었다.

이는 라인트레이서 C학습 작업환경이 컴퓨터기반 C학습에 비해 비교적 쉽게 구성되어 있으며 초등학생들에게 보다 쉬운 문법과 친숙한 GUI 환경요인으로 분석된다. 특히, 초등학생들이 가장 많이 실증을 내는 단순오타에서는 비주얼C학습이 29%, 라인트레이서 C학습에서 10.2%로 나타났다. 이는 기존 텍스트기반 비주얼 C학습에 비해 대부분 문법이 복잡하지 않고 간단한 함수형태로 구성되어 있기 때문인 것으로 분석된다. 또한, 드래그&드래그 방식의 데이터 입력방식으로 구성되어 있어 텍스트 입력이 월등히 적어 오타로 인한 오류검색과 수정 시간이 훨씬 적었음을 알 수 있다. 그러나 컴퓨터 프로그래밍에 비해 실행결과를 직접 확인하는 과정이 많기 때문에 하드웨어장애 현상으로 결과를 얻지 못하는 하드웨어장애

오류는 라인트레이서 C학습이 5.7%로 비주얼C 학습에서 발생한 하드웨어 장애인 2.5%에 비해 절반 이상 많음을 알 수 있다. 컴퓨터기반 C학습에 비해 라인트레이서로봇 C학습에서는 <표 5>의 오류요소가 현저히 줄어들면서 학습자들이 문제해결 과정에서 쉽게 싫증을 내지 않고 끝까지 해결하려는 성향이 증가함을 알 수 있었으며 또한, 라인트레이서 C는 대부분 문법구성이 함수형태로 이루어져 있어 프로그래밍 학습과정에서 문법을 이해하는데 소요되는 시간을 많이 줄일 수 있었다.

<표 5> C학습 후 소프트웨어, 단순오타, 하드웨어 장애 오류

오류 종류	비주얼 C 학습 (전체 오류중에서 35.5%)	라인트레이서 C 학습 (전체 오류중에서 18.5%)
소프트웨어 사용 미숙	17.5 %	6.3 %
단순한 오타	29 %	10.2 %
하드웨어 장애	2.5 %	5.7 %

5. 결론 및 향후 연구과제

라인트레이서는 다른 로봇교구에 비해 비교적 값이 저렴하고 조립이 수월하며 학습 환경을 별도로 구성하지 않아 많은 예산을 들이지 않고서도 초등학교 고학년(4,5,6학년)이 재량활동시간 등에서 쉽게 기초적인 로봇의 원리와 프로그래밍학습에 효율적으로 사용할 수 있다. <표 4>의 조사에서도 알 수 있듯이 아직까지 로봇교육은 비교적 학업성적이 뛰어나고 가정환경이 우수한 학생집단의 새로운 교구로 인식되고 있는 실정으로 저소득층, 다문화 가정 등의 소외계층에 확산하여 학습할 수 있도록 하기 위해서는 정부정책이 필수적이다.

본 연구에서는 알고리즘적 창의성 학습교구인 로봇 중 구입비용이 저렴하고 교사가 특별한 사전지식이 없어도 수월하게 접근하여 알고리즘 학습을 할 수 있는 프로그래밍형 라인트레이서 교육과정을 개발하였으며 이를 기초로 학습 후 평가하여 초등학생들이 최적으로 프로그래밍학습 할 수 있도록 교육과

정을 피드백 하였다. 또한, 일부영역 이지만 기존의 재량활동시간에서 많이 활용되는 컴퓨터프로그래밍 교육 등 일부 정규교과와의 연계가 가능함을 확인하였을 뿐만 아니라 컴퓨터기반 프로그래밍학습에 비해 학습하기가 쉽고 동기유발 효과와 결과를 완성하려는 호기심 발생빈도가 높아 알고리즘 및 창의성학습에 효과적이다.

제한한 라인트레이서를 이용한 프로그래밍 교육과정을 초등학교 교육현장에서 활용하면 처음 로봇교육을 시도하려는 교사들에게 좋은 자료가 될 것으로 판단된다. 향후 연구과제로서는 본 연구에서 얻어진 산출물을 피드백 하여 정규교과와 연계 가능한 교육과정으로 개선하는데 있으며 기타 교육용 로봇을 이용한 교육도 연계하여 교육과정 및 교재 개발 그리고 실험적 데이터 수집으로 초등학생용 로봇을 이용한 최적 C프로그래밍 학습모형의 재구성이 필요하다.

참 고 문 헌

[1] 권대용(2010), 프로그래밍 학습을 위한 교육용 로봇 게임 프레임워크, 사)한국실천공학교육학회 논문지 2-1, 89-94.

[2] 권대용(2010), 초등교육에서 PBL기반 라인트레이서 로봇프로그래밍 교육방법 개발, 사)한국컴퓨터교육학회 논문지 13-3, 13-15.

[3] 김근덕(2011), 라인트레이서 로봇을 위한 속도기반 Dijkstra 경로탐색 알고리즘 연구, 석사학위논문, 영남대학교.

[4] 김자영(2008), 컴퓨터기반 평가를 활용한 초등학교 프로그래밍 학습시스템 개발, 석사학위논문, 서울교육대학교.

[5] 김진웅, 문외식(2011), 프로그래밍형 라인트레이서 학습을 통한 창의력 향상 프로그램 설계, 사)정보교육학회학술논문집 2-1, 113-118.

[6] 문외식(2006), 초등학생들이 프로그래밍 학습시 발생하는 오류유형 분석, 사)한국컴퓨터정보학회 논문지 11-2, 320-327.

[7] 문외식(2011), 재량활동시간에 창의성 학습활동을 위한 비프로그램형 라인트레이서 학습모형,

- 사)한국정보교육학회 논문지 15-1, 101-109.
- [8] 박종호, 한병래, 문외식(2010), 과학 및 정보기술 교육을 위 한 라인트레이서로봇 활용, 2010년 교육역량강 화사업우수강의지원.
 - [9] 서지영(2010), 수행평가 적용 프로그램의 현 장 적용 연구, 한국교육평가학회 교육평가연구 23-1.
 - [10] 지식경제부(2011), 2011 로봇융합포럼, 교육분 과 통합보고서, 10-21.
 - [11] 지식경제부(2011), '07,'08,'09,'10 로봇산업실태 조 사보고서.
 - [12] 이석원, 최완호, 송인근(2003), 라인트레이서 로 봇의 주행 알고리즘에 관한 연구, 사)대한전기학 회 2003 하계학술논문집, 2504-2506.

저 자 소 개

문 외 식



1980. 울산대학교 전산학 전공 (공학사)
1986. 부산대학교 전산학 전공 (공학석사)
1996. 경남대학교 소프트웨어공학 전공(공학박사)
1981-1984. 한국전력공사 전자계산소
1985-1997. 창원문성대학 전자계산과 교수
1998-진주교육대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야 : ICT활용교육, 교육과정, 로봇교육 및 프로 그래밍, 알고리즘교육
e-mail : wsmoon@cue.ac.kr