

# 라인트레이서를 활용한 센서기반 초등로봇프로그래밍 PBL 문제 개발 및 적용 분석

오경란, 허경\*

경인교육대학교 컴퓨터교육과

## 요약

본 논문에서는 정보교과의 초등 프로그래밍기초교육에서 흐름도 중심의 프로그래밍 지도를 위해, 라인트레이서 로봇을 활용한 센서기반 초등로봇프로그래밍 PBL 문제를 제안하였다. 제안한 초등로봇프로그래밍 문제는 다양한 알고리즘을 답안으로 갖도록 설계되었다. 이를 위해 PBL기반 초등로봇프로그래밍 교육단계를 제시하였다. 그리고 라인트레이서 로봇 예제를 통해 제안한 PBL 문제들을 활용하여, 실제 수업에 적용한 결과를 난이도 할당의 적절성 및 학생들의 문제해결력 측면에서 분석하였다.

키워드 : 컴퓨터과학교육, 프로그래밍교육, 교육용로봇, 초등로봇프로그래밍

## Development and Analyses of Sensor-based Elementary Robot Programming PBL Problems using Line-tracer Robots

Kyong-ran Oh, Kyeong Hur\*

Gyeongin National University of Education, Dept. of Computer Education

## ABSTRACT

In this paper, to instruct elementary programming concepts based on flowchart programming for elementary school students, we proposed sensor-based elementary robot programming PBL problems using line-tracer robots. Proposed PBL problems are designed to have various correct-answer algorithms. For this purpose, we present PBL-based robot programming instruction steps. Through applying the proposed sensor-based PBL problems using line-tracer robots, experimental results are analyzed in views of the problem-solving ability and suitability of allocating degrees of difficulties to the proposed elementary robot programming problems.

Keywords : Computer Science Education, Programming Education, Educational Robot, Elementary Robot Programming

---

\* 교신저자 : 허경, 경인교육대학교 컴퓨터교육과 조교수

논문투고 : 2010.02.26

논문심사 : 2010.04.09

심사완료 : 2010.04.12

## 1. 서 론

### 1.1 초등프로그래밍교육의 필요성

2007년에 개정된 7차 정보 교육과정은 컴퓨터를 비롯한 정보기기를 이용하여 일상에서 일어날 수 있는 다양한 문제를 해결할 수 있도록 하기 위하여 컴퓨터과학의 원리를 기반의 문제해결능력 향상에 중점을 두고 개정되었다. 특히 알고리즘적 사고 향상을 위한 프로그래밍 교육이 이를 위해 교육과정의 내용으로 포함되었다[1,2].

프로그래밍 교육을 통해 눈에 보이지 않는 컴퓨터의 구조와 정보처리과정을 익힐 수 있으며 프로그래밍과정의 논리체계를 저학년에서 고학년까지 단계적으로 교육받음으로써 학생들의 잠재력을 키우고, 고차원적 사고력을 배양할 수 있다[11]. 그러나 초등 프로그래밍 교육은 수업 적용에 있어서 외국어로 된 프로그래밍 언어와 저작도와 같은 환경적인 요소와 이를 수업에 응용하는 교수학습 방법에서도 많은 어려움을 가지고 있다[3].

그러나 교육용 로봇은 학생들이 직접 로봇을 조작하고, 움직이는 과정을 통해 학습에 흥미를 유발하고, 프로그래밍의 결과를 실제 환경에서 확인할 수 있어 초중등 학생들에게 매우 효과적 도구로 제시되고 있다[11]. 그러나 프로그래밍을 위한 교육용 로봇 대부분이 대학교육과정 또는 영재 교육과정에서만 활용 되고 있어 실제 초등 교육과정에 이러한 로봇과 교육과정을 적용하기는 무리가 있다. 따라서 아이들이 흥미 있어 하는 로봇을 프로그래밍 교육에 활용하기 위해서는 로봇 환경 뿐 아니라 교수학습 방법도 많은 연구가 필요하다[4].

이에 본 논문에서는 정보교과의 일반 초등 프로그래밍기초교육에서 흐름도 중심의 프로그래밍 지도를 위해, 라인트레이서 로봇을 활용한 센서기반 초등로봇프로그래밍 PBL 문제를 제안하였다. 제안한 초등로봇프로그래밍 문제는 다양한 알고리즘을 답안으로 갖도록 설계되었다. 이를 위해 PBL기반 초등로봇프로그래밍 교육단계를 제시하였다. 그리고 라인트레이서 로봇 예제를 통해 제안한 PBL 문제들을 활용하여, 실제 수업에 적용한 결과를 난이도 할당의 적절성 및 학생들의 문제해결력 측면에

서 분석하였다.

### 1.2 선행연구 분석

선행연구를 살펴보면 컴퓨터 내용학을 초등 컴퓨터에 적용시키고자 하는 분야로서는 알고리즘과 자료구조 등이 있었고, 프로그래밍 교육 관련 연구에 있어서는 초등보다 중등 이상에서 특정 프로그램 언어교육에 관련된 논문이 특정 다수를 이루었고 프로그래밍 언어 교육에 치우쳤다[5]. 초등에서는 프로그래밍 기초개념을 학습시키고자 순서도를 활용하였으나 프로그래밍 활동 범위가 순서도만으로 국한되었다. 또한 로봇에 관한 연구는 조작활동 위주의 실과나 전자개념의 과학적 요소가 많았으며 2006년도부터 [6, 7]등에 의해서 정보교육 차원에서 초등 로봇 프로그래밍 교육적 접근이 조금씩 이루어지고 있는 실정이다. 그러나 남길현 연구는 프로그래밍 차원에서의 구체적인 로봇교육과정안을 마련하였으나, 일반 교육 차원이 아닌 특기적성 교육 범위에서의 교육과정을 제시했고, 유승환의 연구는 초등학교 현장에서 적용될 수 있는 로봇을 중심으로 문제해결형 로봇프로그래밍 교육과정을 개발하였으나 영재교육을 위한 목적이었다[6,7].

## 2. PBL (Problem - based Learning)

### 2.1 Barrows & Myers 모형

PBL은 정보를 수집하고, 가설을 설정하고, 자료를 분석하고, 가설을 시험하고 해결책을 찾기 위해 과학적 방법을 이용한다. 문제는 학습자에게 지식 영역에서 지식과 기능을 획득하고 촉진하도록 설계한다. 즉 실생활의 문제상황을 중심으로 교육과정과 수업을 구조화한 교육적 접근으로, 학습자들로 하여금 문제를 해결해 가는 과정을 통해서 비판적 사고기능과 협동기능을 신장하도록 하는 수업모델이라고 할 수 있다. 이러한 PBL은 비구조적이고, 현실세계를 반영한 문제가 제시되며 학습자는 문제를 해결하는 과정을 통해서 학습내용에 대한 지식과 정보를 획득하게 된다[12]. PBL방식 교수 모형은 Barrows(1993)가 의과대학에서 적용·발전시킨

<표 1>의 Barrows & Myers(1993) 모형이 일반적으로 많이 활용되고 있고 최근에는 이 모형을 근거로 초·중등학교나 대학에서도 알맞게 수정·보완하여 활용되고 있다.

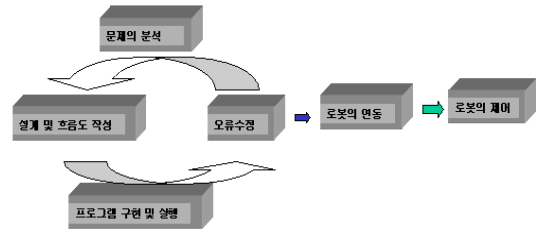
<표 1> Barrows & Myers의 모형

수업 시작			
1. 소개, 2. 학습 분위기 조성(교사/튜터(Tutor)의 역할소개 등)			
새로운 문제 제시			
1. 문제 제시, 2. 문제의 내면화, 3. 제출해야 할 과제물에 대한 설명, 4. 과제 분담			
아이디어 (가설)	사실	학습 과제	활동 계획
학생들은 주어진 문제에 대하여 원인·결과, 가능한 해결책 등을 추측한다.	생성된 가설을 뒷받침하기 위하여 탐구를 통해 얻어진 중요한 정보들을 종합한다.	학생들은 문제 해결을 위하여 알거나 이해해야 할 필요가 있는 내용에 대하여 기록한다.	문제 해결에 필요한 활동계획을 세운다.
5. 문제로부터의 추론 : 칠판에 적은 다음 사항에 대해 내가 해야 할 것을 생각한다.			
아이디어 (가설)	사실	학습 과제	실천 계획
확대/집중	종합/재 종합	규명/정당화	계획의 공식화
6. 가능성 있는 결과로서의 수용, 7. 학습주제의 설정/분담 8. 자료의 확인, 9. 차시 계획			
문제의 다음 단계			
1. 자료의 활용과 비판, 2. 문제에 대한 재평가			
아이디어 (가설)	사실	학습 과제	활동 계획
수정	새로운 지식의 적용과 재 종합	(필요하다면)새로 규명한다.	결정사항에 대해 재 설계한다.
결과물 제시 및 발표			
문제의 결론을 내린 후의 단계			
1. 지식의 추상과 요약(정의, 도표, 목록, 개념, 개요, 원리 등의 개발) 2. 자기평가(그룹원들의 조언을 들은 후) · 문제를 통하여 논리적으로 생각하였는가. · 훌륭한 자료를 활용하기 위하여 정보를 찾아내었는가 · 자신의 과제 수행이 그룹에 도움이 되었는가 · 지식의 습득 또는 심화가 이루어졌는가?			

## 2.2 PBL기반 로봇프로그래밍 교육 단계

(그림 1)과 같이 학생들은 주어진 문제상황을 해결하기 위해 일련의 절차에 따라 로봇을 제어하게 된다. 일반적으로 로봇 제어를 위한 프로그래밍 과정은 학습자 주도로 이루어지고 실제적인 문제 상황으로부터 문제를 발견하고 정의한 후 과제 해결책을 구성해 나가는 PBL과 유사하다고 할 수 있

다. 따라서 로봇프로그래밍 과정을 PBL에 기반하여 구체적인 단계로 표현하면 <표 2>와 같다. 순서도 작성 단계에서는 주어진 문제를 해결하기 위해 로봇의 제어 동작과 제어량을 결정하는 요인들을 고려해야 한다. 라인트레이서의 경우는 <표 3>과 같이 제어동작과 제어량을 정의할 수 있다[8].



(그림 1) 로봇제어를 위한 프로그래밍 과정

<표 2> PBL기반 로봇프로그래밍교육 단계

문제상황 제시
다양한 해결책이 나올 수 있는 비구조화된 문제상황을 제시함.
문제분석
소그룹활동을 통해 학생들은 제시된 문제상황을 정확히 인식 및 분석해야 한다. 문제 내용을 확실히 이해하고, 이에 따른 전체적인 로봇의 동작원리에 관한 개념을 인식하고 있어야 함..
순서도 작성
주어진 문제를 단계적으로 분석하여 알고리즘을 작성하면 수정시 효율적이다. 알고리즘을 표현하는 방법으로 가장 보편적인 것이 순서도이다. 로봇의 제어 동작에 대한 생각을 정리하여 순서도로 작성하게 한다. 순서도로 로봇 동작의 결과를 추론함.
프로그램 학습
로봇과 주어진 조건들에 맞는 프로그램을 학습한다. 프로그래밍은 사용자의 컴퓨터 선수 학습의 수준에 따라 순서도 중심, Editor 방식, 기타 방식으로 프로그래밍을 선택할 수 있는데 초등에서는 프로그래밍 언어를 배우지 못했으므로 아이콘 방식의 프로그램이 좋다. 언어로 하더라도 간단한 함수값만 입력하면 되는 프로그램으로 한다.
프로그램 구현 및 실행
로봇에 맞는 프로그램에 순서도에 따라서 코딩하는 단계이다.
오류수정 및 재구현
로봇이 자신이 원하는 대로 동작이 되고 있는지 살펴본 후 프로그램을 수정한다. 오류수정과정에서 로봇의 제어 동작이 의도한 대로 동작되지 않는다면 순서도 중심으로 과정을 수정한다.
평가 및 반성
프로그래밍의 최종 결과에 대해 전체적으로 반성하고 평가함.

<표 3> 로봇 프로그래밍의 제어동작과 제어량

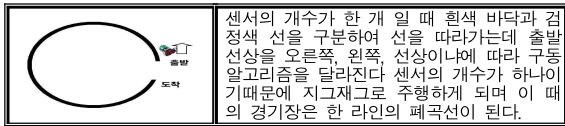
제어동작	제어량
직진, 후진, 우회전, 좌회전,유턴, 정지	DC모터의 속도, 시간, 방향, 주위환경과의 상호작용들에 의한 제어량 결정

### 3. 센서기반 초등로봇프로그래밍 PBL 문제제안

본 논문은 초등학교에서 로봇프로그래밍교육을 통한 문제해결력 향상을 목적으로 하기 때문에, 라인트레이서 로봇 예제를 중심으로 아동들로 하여금 다양한 사고를 유도하는 센서기반 로봇프로그래밍 PBL 문제를 제안한다. 아울러 본 논문에서 제시한 문제들을 활용하여 <표 2>에 제시된 PBL 교육단계에 따라 수업 적용 시 활용할 수 있는 내용 사례를 3.1절부터 3.5절에 걸쳐 제시한다.

#### 3.1 센서 1개일 때 라인트레이서프로그래밍 문제

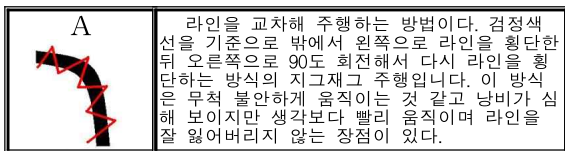
##### 3.1.1 문제상황 제시



센서의 개수가 한 개 일 때 흰색 바닥과 검정색 선을 구분하여 선을 따라가는데 출발 선상을 오른쪽, 왼쪽, 선상이나에 따라 구동 알고리즘을 달라진다. 센서의 개수가 하나이기때문에 지그재그로 주행하게 되며 이 때의 경기장은 한 라인의 폐곡선이 된다.

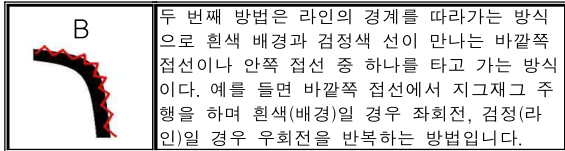
(그림 2) 센서 1개일 때 경기장 문제상황) 위와 같은 모양의 경기장이 있다. 라인트레이서 로봇에 결합된 센서의 개수가 한 개 일 때 흰색 바닥과 검정색 선을 구분하여 선을 따라가는 로봇을 프로그래밍 하시오.

##### 3.1.2 문제분석



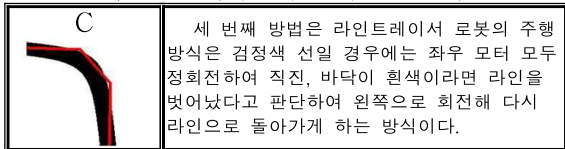
라인을 교차해 주행하는 방법이다. 검정색 선을 기준으로 밖에서 왼쪽으로 라인을 횡단한 뒤 오른쪽으로 90도 회전해서 다시 라인을 횡단하는 방식의 지그재그 주행입니다. 이 방식은 무척 불안하게 움직이는 것 같고 낭비가 심해 보이지만 생각보다 빨리 움직이며 라인을 잘 잃어버리지 않는 장점이 있다.

(그림 3) 센서가 1개일 때 구동 원리 A



두 번째 방법은 라인의 경계를 따라가는 방식으로 흰색 배경과 검정색 선이 만나는 바깥쪽 접선이나 안쪽 접선 중 하나를 타고 가는 방식이다. 예를 들면 바깥쪽 접선에서 지그재그 주행을 하며 흰색(배경)일 경우 좌회전, 검정(라인)일 경우 우회전을 반복하는 방법입니다.

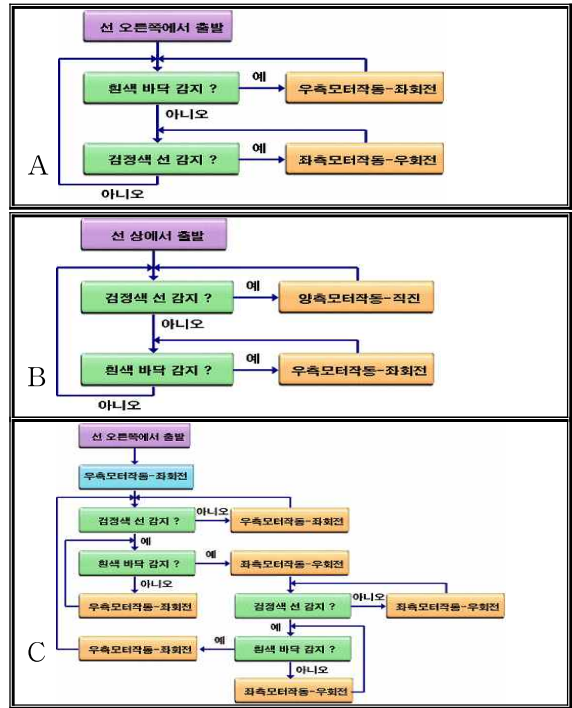
(그림 4) 센서가 1개일 때 구동원리 B



세 번째 방법은 라인트레이서 로봇의 주행 방식은 검정색 선일 경우에는 좌우 모터 모두 정회전하여 직진, 바닥이 흰색이라면 라인을 벗어났다고 판단하여 왼쪽으로 회전해 다시 라인으로 돌아가게 하는 방식이다.

(그림 5) 센서가 1개일 때 구동원리 C

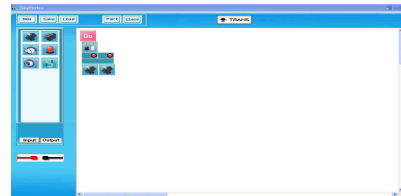
##### 3.1.3 순서도 작성



(그림 6) 센서가 1개일 때 순서도

##### 3.1.4 프로그램 학습

(그림 7)과 같이 SkyRobo 프로그램은 로봇 프로그래밍 방법이 간단한 아이콘 방식으로 되어 있어 순서도의 흐름에 따라 로봇 프로그래밍이 가능하다. 라인트레이서 기초 프로그래밍에서 센서 개수가 하나일 때는 조건이 2개가 되고 센서 개수가 2개 일 때는 조건이 4개, 센서 개수가 3개 일 때는 조건이 8개가 된다[9].



(그림 7) SkyRobo 프로그램

### 3.1.5 프로그램 구현, 오류 수정 및 재구현

(그림 8)과 같이 센서가 1개 일 때 인식하느냐? 못하느냐? 라는 두 가지 조건으로 프로그램을 구현할 수 있다.



(그림 8) 센서가 1개 일 때 프로그램 구현

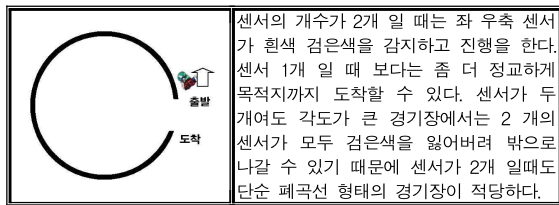
### 3.1.6 평가 및 반성

<표 4> 교차로가 없는 라인트레이서 평가내용

단계 및 내용		결과
문제 분석	문제를 분석하고 해결방법을 찾았는가?(10)	
프로그램	주어진 문제에 맞게 로봇을 변형시켰는가?(10) ( 센서의 위치 )	
	순서도가 한눈에 알아보기 쉽게 작성되어 있는가?(20)	
	조건들이 프로그래밍을 사용할 때 적절하게 사용되었는가?(20)	
	수정 및 보완이 이루어졌는가?(5)	
	프로그램이 제대로 구현 되었는가? 문제에 맞게 실행하는가?(20)	
	자기 반성이 이루어졌는가?(5)	

## 3.2 센서 2개일 때 라인트레이서프로그래밍 문제

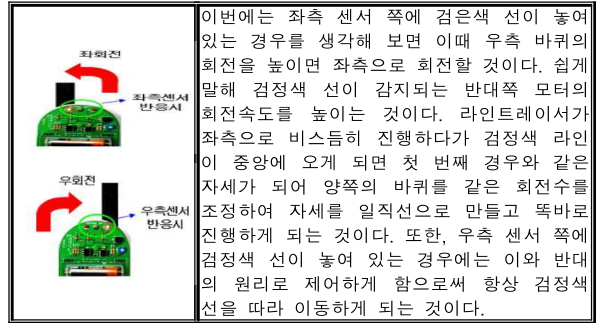
### 3.2.1 문제상황 제시



(그림 9) 센서 2개일 때 경기장

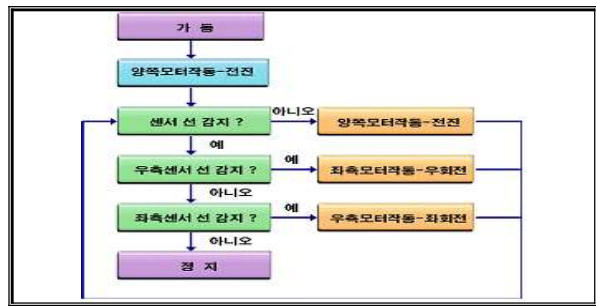
**문제상황** 위와 같은 모양의 경기장이 있다. 라인트레이서 로봇에 결합된 센서의 개수가 2개 일 때 흰색 바닥과 검정색 선을 구분하여 선을 따라가는 로봇을 프로그래밍 하시오.

### 3.2.2 문제분석



(그림 10)센서가 2개일 때 구동원리

### 3.2.3 순서도 작성



(그림 11) 센서가 2개일 때 순서도

### 3.2.4 프로그램 학습, 구현, 오류수정 및 재구현

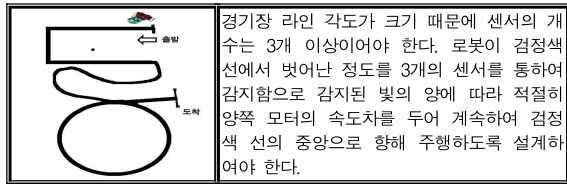


(그림 12) 센서가 2개 일 때 프로그램 구현

(그림 12)와 같이 센서가 2개가 되면 조건은 4개로 늘어난다는 것을 알아야 한다. 인식을 1로 보고 인식 못함을 0으로 본다면 (1,1), (1,0), (0,1), (0,0)으로 조건의 수가 4개가 된다. 이에 따라 프로그램을 구현하면 된다.

### 3.3 센서 3개일 때 라인트레이서프로그래밍 문제

#### 3.3.1 문제상황 제시



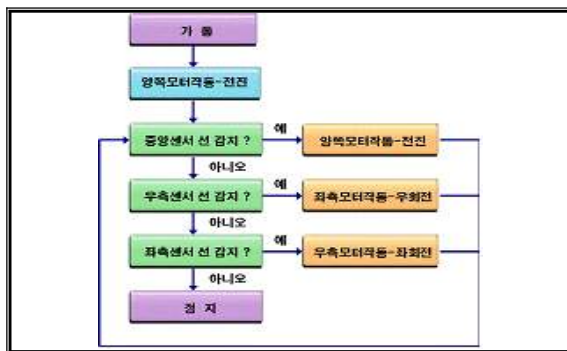
(그림 13) 센서가 3개일 때 경기장 문제상황) 위와 같은 모양의 경기장이 있습니다. 주어진 센서의 개수는 3개입니다. 센서 3개 일 때의 로봇의 구동 알고리즘을 작성해 보고 프로그래밍 하세요.

#### 3.3.2 문제분석

센서의 감지 상태	로봇의 반응
0 0 0	라인이 없다, 추진
0 0 1	우회전
0 1 0	전진
0 1 1	우회전
1 0 0	좌회전
1 0 1	있을 수 없는 값
1 1 0	좌회전
1 1 1	T자형 교차로로 인식, 좌회전 또는 우회전

(그림 14) 센서가 3개일 때 구동원리

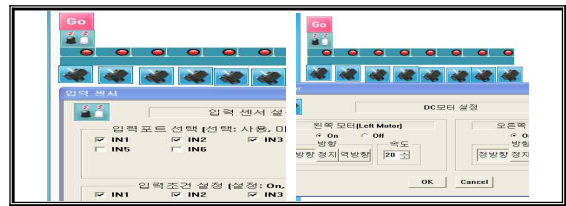
#### 3.3.3 순서도 작성



(그림 15) 센서가 3개일 때 순서도

### 3.3.4 프로그램 학습, 구현, 오류수정 및 재구현

(그림 16)과 같이 센서가 3개로 늘어나면 조건수의 수가 더욱 많아져서 8개가 된다. 따라서 (1,1,1), (1,1,0), (1,0,1), (0,1,1), (1,0,0), (0,0,1), (0,1,0), (0,0,0)과 같이 아래쪽으로 입력 조건을 추가해서 넣는다. 센서의 개수가 점점 많아지면 인식률이 높아 라인트레이서가 더욱 안정적으로 이동하게 된다.



(그림 16) 센서가 3개 일 때 프로그램 구현

### 3.4 교차로가 있는 라인트레이서프로그래밍 문제

#### 3.4.1 문제상황 제시



(그림 17) 교차로가 있는 경기장

문제 상황) 위와 같이 교차로가 있는 경기장이 있습니다. 출발점에서 도착점까지 지정된 경로로 이동하려고 합니다. 순서도를 작성하고 로봇을 프로그래밍 하세요.

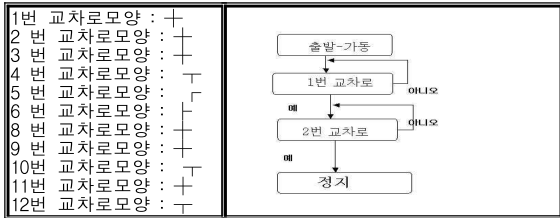
#### 3.4.2 문제분석

1번 교차로모양 : +	1. 라인을 따라가다 T교차로를 만면 직진
2번 교차로모양 : +	2. 라인을 따라가다 T교차로를 만면 LOW속도로 좌회전
3번 교차로모양 : +	3. 라인을 따라가다 T교차로를 만면 LOW속도로 우회전
4번 교차로모양 : +	4. 라인을 따라가다 T교차로를 만면 LOW속도로 우회전
5번 교차로모양 : +	5. 라인을 따라가다 A교차로를 만면 LOW속도로 우회전
6번 교차로모양 : +	6. 라인을 따라가다 A교차로를 만면 LOW속도로 좌회전
7번 교차로모양 : +	7. 라인을 따라가다 T교차로를 만면 LOW속도로 좌회전
8번 교차로모양 : +	8. 라인을 따라가다 T교차로를 만면 LOW속도로 우회전
9번 교차로모양 : +	9. 라인을 따라가다 T교차로를 만면 LOW속도로 좌회전
10번 교차로모양 : +	10. 라인을 따라가다 T교차로를 만면 LOW속도로 좌회전
11번 교차로모양 : +	11. 라인을 따라가다 T교차로를 만면 LOW속도로 우회전
12번 교차로모양 : T	12. 라인을 따라가다 T교차로를 만면 정지

(그림 18) 교차로가 있는 로봇프로그래밍문제분석



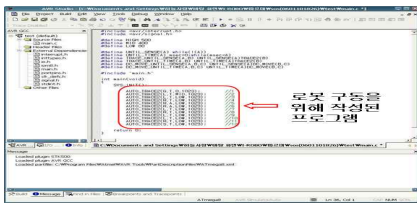
### 3.4.3 순서도 작성



(그림 19) 교차로가 있는 로봇프로그래밍 순서도

### 3.4.4 프로그램 학습

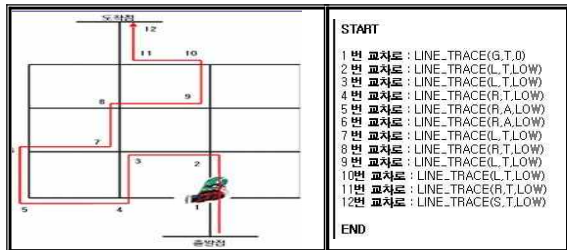
파르미프로 라인트레이서용 AVR Studio 4 는 (그림 20)과 같이 교차로가 있는 고급 프로그래밍에 적절한 프로그램으로 C++형식으로 되어 있으며 미리 배포된 Main aps file 속에 AVR Atudio 컴파일러가 있어 간단한 함수를 순차적으로 작성하여 프로그래밍할 수 있다. 처음부터 언어를 통해서 작성하는 것이 아니라 구동 부분만 프로그래밍 하기 때문에 초등학생들도 구동 함수를 통해서 쉽게 프로그래밍할 수 있다[9].



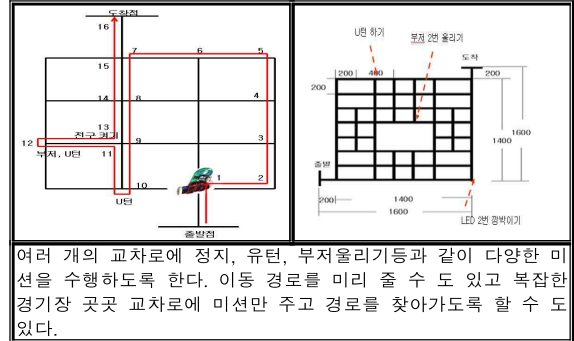
(그림 2) 파르미 프로 AVR Studio 4

### 3.4.5 프로그램 구현, 오류수정 및 재구현

(그림 21)과 같이 미리 설치되어 있는 파르미프로 AVR Studio 4 속에 설치된 교차로 함수를 순차적으로 입력하면 된다.



(그림21) 교차로가 있는 프로그램 구현



여러 개의 교차로에 정지, 유턴, 부저울리기등과 같이 다양한 미션을 수행하도록 한다. 이동 경로를 미리 줄 수 도 있고 복잡한 경기장 곳곳 교차로에 미션만 주고 경로를 찾아가도록 할 수 도 있다.

(그림 22) 미션이 있는 라인트레이서문제

## 4. 수업 적용 절차 및 방법

### 4.1 적용대상

현재 영재아를 대상으로 로봇 프로그래밍교육을 실시하고 있으나, 본 논문에서는 일반 초등학생들의 현장 적용 사례를 추출하기 위해서 고학년에 해당하는 4, 5, 6학년 중 5학년을 대상으로 실험을 실시하였다. 오차가 크지 않도록 다수의 아동들을 대상으로 실험 적용해 보는 것이 신뢰도가 높겠으나 로봇구입비용, 적용 학교 여건 등으로 소수 8명을 대상으로 실험을 실시하였다. 이로써 실제 현장에서 개발된 방법의 적용사례를 추출하는데 의의를 두고자 한다. 사전 실태에서 학업성취 수준은 2009 학년도 2학기에 실시된 4과목 중간고사 평균점수로 팀을 구성하는데 활용하고자 하였다. 상위 90점 이상 2명을 A팀 상위 그룹 90점 이상 1명과 80점 이상 1명을 B팀, 중상위 그룹 2명을 C팀 나누었고 나머지 2명을 D팀으로 구성하였다.

### 4.2 적용 및 분석내용

학생들은 팀을 이루어 총 4팀이 학습하였으며 1차시는 로봇의 일반적인 교육을 위주로 진행했고 2차시는 센서 1개에 따른 PBL기반 라인트레이서 로봇 프로그래밍 3차시는 센서 2개에 따른 PBL기반 라인트레이서의 로봇프로그래밍 4차시는 센서 3개에 따른 로봇 프로그래밍, 5차시는 교차로 주행하

는 로봇프로그래밍, 6차시는 미션을 수행하는 로봇 프로그래밍으로 하였다. 마지막 7차시에서 로봇프로그래밍 문제해결력 평가와 설문지를 작성하도록 하였다.

5. 결과 분석

5.1 사전 검사

본 논문에서 개발한 PBL기반 로봇프로그래밍 문제에 대한 교육 현장 체감난이도와 타당성을 확인해 보기 위해서 실험전 사전 검사지를 통해서 학생들의 실태를 파악한 것이 <표 5>와 같다.

<표 5> 사전 검사지 분석

항목	내용	사전지식 정도					n
		1	2	3	4	5	
프로그래밍	프로그래밍이 무엇인지 알고 있는가?	2	4	2	.	.	8
프로그래머	프로그래머가 무엇을 하는지 알고 있는가?	2	4	1	1	.	8
알고리즘	알고리즘이 무엇인지 알고 있는가?	7	1	.	.	.	8
순서도	순서도가 무엇인지 알고 있는가?	3	4	1	.	.	8
로봇프로그래밍 경험	로봇프로그래밍에 대해서 알고 있는가?	3	4	1	.	.	8
**난이도	로봇프로그래밍 공부하기에 어렵다고 생각하는가?	1	1	6	.	.	8

\* 전혀 모름(1) ~ 매우 잘 알고 있음(5) \*\*매우 어려움(1) ~ 매우 쉬움(5)

학생들은 프로그래밍이나 로봇 프로그래밍에 대하여 들어는 보았으나 실제 해 본 경험이 없는 것으로 드러났고 또한 프로그래밍의 기초개념들에 대해서도 별다른 경험이 없어서 모르는 것으로 나타났다. 프로그래밍 경험에 대해서는 경험은 없으나 기대감에 의해서 초등학교생들도 할 수 있을 것이라는 보통의 답변이 많이 나왔다.

5.2 라인트레이서 로봇프로그래밍 난이도

<표 6> 내용별 난이도 분석

난이도	내	센서1	센서2	센서3	교차로	미션	팀평균
		A	3.500	4.000	2.500	4.000	3.500
B	4.000	4.000	3.000	4.500	3.500	3.800	
C	3.000	3.500	2.500	3.500	3.000	3.100	
D	2.000	3.000	2.000	3.000	2.500	2.500	
평균	3.125	3.625	2.500	3.750	3.125	3.230	

\* 내용별 난이도 5.00(매우 쉬움), 4.00 (쉬움), 3.00(보통), 2.00(어려움) 1.00(매우 어려움)

위 <표 6>의 내용별 난이도 분석에서는 학생

들이 내용별로 실제 느껴지는 난이도 평균값을 나타내고 있다. 센서3개 일 때의 로봇 프로그래밍의 난이도 평균이 낮게 나와서 문제를 해결하는데 어렵게 여기고 있었으며 교차로 주행하는 로봇 프로그래밍교육의 난이도 평균값이 높으므로 가장 쉽게 생각하는 것으로 분석된다. 그 이유는 센서 개수가 3개일 때는 앞의 문제 상황보다 조건의 수가 늘어나서 조건 수에 따라 프로그래밍 해야하기 때문에 어렵게 생각했지만, 오히려 교차로 부분은 순차적으로 해결하는 문제여서 상대적으로 쉽다고 생각했기 때문이다.

내용별 난이도에서 팀별로 보면 B팀이 라인트레이서 로봇 프로그래밍의 내용을 쉽게 여기고 있는 것으로 드러난다. 성취수준의 평균이 높은 A팀에 비해 높게 나온 것으로 보아서 성취수준 외적 요소가 작용하는 것으로 여겨진다.

<표 7> 단계별 과제 난이도 분석

팀 내용	문제분석	순서도	프로그래밍 학습	프로그래밍 구현	수정 및 재구현	평가 및 반성	팀평균
A	2.500	2.500	3.000	4.000	4.000	4.000	3.330
B	3.500	3.000	3.500	4.000	3.500	5.000	3.750
C	2.500	2.500	2.500	3.500	2.500	3.500	2.830
D	2.000	2.500	2.500	3.000	2.500	3.500	2.670
평균	2.625	2.625	2.8750	3.6250	3.125	4.000	3.150

\* 단계별 난이도 5.00(매우 쉬움), 4.00 (쉬움), 3.00(보통), 2.00(어려움) 1.00(매우 어려움)

PBL기반 라인트레이서 로봇프로그래밍 교육 방법을 6단계로 구분하였는데, 단계별로 보면 문제분석, 순서도 작성 단계를 가장 어려워했다. 학생들은 수업을 진행하면서 문제 분석 단계에서 해결방법을 찾기 위해 많이 노력했고 이 단계를 잘 해야 프로그래밍이 쉽기 때문이라고 답변을 했다. 가장 쉽게 생각하는 단계는 평가의 단계였고 프로그램 학습 단계도 다소 어려워했는데 이는 처음 접해 보는 프로그램을 빠른 시간에 이해를 해야 하기 때문인 것으로 사후 설문 결과에 나타났다. PBL기반 로봇프로그래밍 단계별 난이도 평균값은 B팀이 가장 높고 D팀이 가장 낮게 나타났다.



<표 8> PBL기반 라인트레이서 교육방법 난이도

내용\팀	A	B	C	D	평균
PBL기반 교육방법	3.500	4.500	3.000	2.500	3.375

\* 교육방법 만족도 5.00(매우 쉬움), 4.00 (쉬움), 3.00(보통), 2.00 (어려움) 1.00(매우 어려움)

PBL기반 라인트레이서 로봇프로그래밍 교육 방법으로 문제를 해결해 나감에 느껴지는 난이도 값은 B팀이 가장 높고 D팀이 가장 낮다. 학습방법에 대한 의견은 혼자서가 아니라 팀을 짜서 서로 의논하는 과정과 문제해결을 위해 역할을 분담해서 좋았다는 의견이 있었으며, 새로 접하는 내용이지만 선생님의 조언을 받아서 직접 작성하고 구현해 보는 과정 자체가 좋았다는 의견도 있었다. A, B, C팀에게는 PBL기반 라인트레이서 로봇프로그래밍 방법이 좋지만 D팀과 같이 학업성취 수준이 중, 하인 학생들을 지도하기 위해서는 PBL기반 학습방법 이외에 다른 수준별 학습방법이 필요하다.

5.3 라인트레이서 로봇프로그래밍 문제해결력 평가

<표 9> 팀별 문제해결력 평가

내용\팀	A	B	C	D	평균
프로그래밍 과정	66	66	50	41	55.75
프로그래밍 이해	15	20	30	20	21.25
총 점수	81	86	81	61	77.25

\* 프로그래밍 과정 70점, 프로그래밍 이해 30점

문제 해결력 평가에서는 <표 2>에서 제시한 PBL기반 로봇 프로그래밍 교육 7단계별로, 팀별 프로그래밍 과정에 대한 평가를 실시하여 70점을 산출하고, 팀별로 제출한 답안의 타당성을 평가하여 프로그래밍 이해 부분에 대한 30점을 산출하였다. 문제 해결력을 평가한 결과, B팀의 성적이 가장 높고 다음으로 A팀과 C팀, 그리고 학업성취 수준에서부터 학습 내용, 학습 방법에 대한 난이도 지수가 가장 낮았던 D팀의 순으로 나왔다.

6. 결 론

본 논문에서 제시한 연구결과를 토대로 다음과 같이 제언한다. 첫째, 정보 교과 내에서 로봇의 교

육적 활용을 프로그래밍을 관점으로 두고 연구를 계속해야한다. 이에 초등교육에 있어서도 로봇교육이 단순 조립의 수준을 넘어 로봇프로그래밍 영역으로 확대되어야 한다. 둘째, 정보 교과 내 로봇 단원을 추가해야 하며 이를 실천하기 위해 정보교육 차원의 웹 자료 및 교육과정안을 마련해야 한다. 셋째, 초등 로봇 프로그래밍 교육이 고차원적 사고 능력과 문제해결력 향상에 관해 갖는 상관관계에 대한 수치적 통계 분석 연구가 필요하다. 넷째, 로봇 구입에 대한 부담을 줄일 수 있고 프로그래밍교육의 효율성을 제고하기 위해서는 가상 시뮬레이션 자료 개발에 투자해야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 교육인적자원부(2006), 초·중등학교 정보통신 기술 교육 운영지침 개정안, 정책보고서, 교육인적자원부
- [2] 교육인적자원부 (2006). 실과(기술·가정) 교육과정. 제 2007-79호 [별책 10],
- [3] 문외식 (2005). 초등학생의 논리적 사고력 및 문제해결 능력 향상을 위한 프로그래밍 교육과정 모델, 정보교육학회지, 9-4, 598-605.
- [4] 이재호 (2004), 정보과학 영재를 위한 교육방법에 관한 연구, 경인교육대학교과학교육논총, 16. 65-71.
- [5] 채수풍 (2005), 초등학교 프로그래밍 교육을 위한 LED 제어 시스템 설계 및 구현, 석사학위논문, 서울교육대학교.
- [6] 남길현 (2007), 초등특기적성 로봇교육과정의 개발, 석사학위논문, 경인교육대학교.
- [7] 유승한 (2007), 수월성 교육을 위한 초등학교 로봇프로그래밍 교육과정 개발과 적용, 정보교육학회논문지, 11-1. 305-312.
- [8] 이좌택 (2004). 문제기반학습에 터한 로봇 제어 프로그래밍 수업이 중학생의 논리적 사고력에 미치는 효과, 박사학위논문, 한국교원대학교.
- [9] 엑크로스 (2010). 교육용로봇 초급자과정 I-ROBO 로봇 제작 과학교실 ES1, ES2, ES3, (주)엑크로스.

- [10] 허희옥 외 5인 (2003). 컴퓨터교육방법 탐구, 서울: 교육과학사.
- [11] Sourela Amatzidou, Iraklis Mirkelis, & Stavros Demetriadis (2008). "The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning", Workshop Proceedings of SIMPAR 2008 Intl. Conf. on SIMULATION MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS Venice(Italy) 2008 November 3-4, 143-149.
- [12] Barrow H. S. & Kelson, A. M. (1996), *problem-based Learning: total approach to education*, Unpublished monograph, Springfield, IL: Southern Illinois school of Medicine.

### 저 자 소 개

#### 오 경 란



1996년 청주교육대학교 학사  
2007년 경인교대컴퓨터교육학석사  
2009년~현재 신능초 정보과학영재  
학급 담당교사  
2010년 고양 한수초 과학정보영재  
학급 로봇담당강사  
2010년3월~현재 경기 제2청사 희  
망영재교육원 로봇교육 강사

관심분야 : 정보과학, 영재교육, 컴퓨터교육  
E-mail : captinzang@naver.com

#### 허 경



1998년 고려대 전자공학과 학사  
2000년 고려대 전자공학과 석사  
2004년8월 고려대 전자공학과  
통신공학박사  
2004년8월~2005년8월 삼성종합기  
술원(SAIT) 전문연구원  
2005년9월~현재 경인교대 컴퓨터

교육과 조교수  
관심분야 : 컴퓨터 네트워크 QoS, Mobile IP, USN,  
Wireless MAC, 컴퓨터교육  
E-mail : khur@ginue.ac.kr