

PBL 기반 초등 로봇 프로그래밍 교육과정 개발

허 경

경인교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

본 논문에서는 초등 ICT 정보교육과정의 “프로그래밍의 이해와 기초 및 문제해결전략과 표현” 영역의 효율적인 지도를 위해 프로그래밍 교육과정을 제안하였다. 이를 위해 로봇프로그래밍 교육목표, 교육내용, 교육방법, 교육평가 부분을 제시하였다. 그리고 제안한 교육 방법을 적용한 PBL 기반 라인트레이서 프로그래밍 세부교수학습과정을 제안하고 이를 적용한 수업 결과를 서로 다른 개수의 광센서가 부착된 각 라인트레이서 문제에 대한 난이도 할당의 적절성 및 학생들의 문제해결력 측면에서 분석하였다.

키워드: 컴퓨터과학교육, 프로그래밍교육, 초등로봇프로그래밍, 문제해결력

Development of PBL based Elementary Robot Programming Curriculum

Kyeong Hur

Gyeongin National University of Education, Dept. of Computer Education

ABSTRACT

STEAM education is a topic-based curriculum to integrate the concepts into other subjects such as science, technology, engineering, art and mathematics in order to improve the students' interesting, understanding, integrated thinking and problem solving ability. In this paper, we designed STEAM curriculum in the form of Project-based Learning and developed the material for elementary students. We also developed the android-based application through searching for a utilization of IT simulation for enhancement the students' Project-based Learning effect.

Keywords: STEAM Integrated Education, Project-based Learning, Android, Curriculum Design

논문투고: 2011-07-13

논문심사: 2011-07-19

심사완료: 2011-08-05

1. 서론

2006년 ICT 소양교육의 개정안에 따르면 ICT소양과 ICT활용의 조화, 내용의 구체화 및 체계화, 프로그래밍 교육의 강화 차원으로 개편되었다. 제 7차 교육과정에 따르면 초등교육의 목표를 ‘학생의 학습과 일상생활에 필요한 기초 능력 배양과 기본 생활 습관 형성’에 두고 있다. 이중 일상생활에 필요한 기초 능력을 선정하는데 있어 지식·정보 사회의 요구에 대응하기 위한 창의성과 문제 해결력 신장을 중요한 기준으로 삼고 있다[1]. 이러한 흐름은 각 과목에 실제적으로 영향을 끼쳐 교육 방법과 교육 내용의 변화를 가져왔으며, 이러한 흐름을 고려할 때 프로그래밍 교육을 통한 창의성과 문제 해결력 신장에 관한 연구는 매우 가치 있다고 할 수 있다. 초등에서는 LED소자를 활용하여 프로그래밍 교육 시스템을 개발한 사례가 있었으나, 이 또한 프로그래밍언어교육을 위한 연구결과에 해당된다[3]. 초등단계에서 프로그래밍 기초 개념을 교수학습하기 위해 순서도를 활용한 사례가 있으나, 프로그래밍 실행 결과 확인 및 오류정정 내용이 포함된 연구결과가 아니었으며, 또한 로봇에 관한 연구는 조작활동위주의 실과나 전자개념의 과학적 요소가 많았으며 2006년도부터 정보교육 차원에서 초등로봇프로그래밍을 위한 교육적 접근이 이루어지고 있는 실정이다[2].

<표 1> 개정된 ICT 프로그래밍 영역

| | 1단계 초등1, 2 | 2단계 초등3, 4 | 3단계 초등5, 6학년 | 4단계 중학교 | 5단계 고등학교 |
|----------|---------------------------------|-----------------------------------|---|--|-----------------------------------|
| 정보처리의 이해 | · 다양한 정보의 세계 · 재미있는 문제와 해결방법 | · 숫자와 문자 정보의 표현 · 문제 해결 과정의 이해 | · 멀티미디어 정보의 표현 · 문제 해결 전략과 표현 · 프로그래밍의 이해와 기초 | · 알고리즘의 이해와 표현 · 간단한 데이터구조 · 입, 출력 프로그래밍 | · 프로그램 제작 과정의 이해 · 응용 소프트웨어 제작 |

본 논문에서는 <표 1>과 같이 2006년 ICT 소양교육의 개정안[1]에 따라 라인트레이서를 활용하여 “정보처리의 이해”영역의 3단계 “프로그래밍의 이해와

기초 및 문제해결전략과 표현“ 부분의 효율적인 지도를 위하여 초등로봇프로그래밍 교육과정을 제안하였다. 이를 위해 초등로봇프로그래밍 교육목표, 교육내용, 교육방법, 교육평가 부분을 제시하였다. 그리고 제안한 교육 과정을 적용한 PBL 기반 라인트레이서 프로그래밍 세부교수학습과정을 제안하고 이를 적용한 수업 결과를 서로 다른 개수의 광센서가 부착된 각 라인트레이서 문제에 대한 난이도 할당의 적절성 및 학생들의 문제해결력 측면에서 분석하였다.

2. PBL 기반 라인트레이서 프로그래밍 교육 과정

2.1 초등 로봇 프로그래밍 교육 내용

초등에서는 컴퓨터 프로그래밍 학습의 전 단계로 구체적으로 조작할 수 있는 로봇을 활용하여 로봇 알고리즘을 학습하고 로봇프로그래밍을 실습함으로써 컴퓨터 프로그래밍의 기초를 형성할 수 있다. 이후 컴퓨터 알고리즘 학습이 실시된 후 컴퓨터 프로그래밍 학습이 효율적으로 이루어질 수 있다. 컴퓨터 프로그래밍교육과 로봇프로그래밍교육 간의 상관 관계가 높으므로 컴퓨터 프로그래밍 교육을 위해 로봇 프로그래밍 교육을 도입하는 것은 타당하다고 할 수 있다[8]. 피아제의 인지 발달 단계에 따르면 구체적 조작기와 형식적 조작기에 있는 초등학생들이 로봇을 조작함으로써 고차원적 사고가 가능하다. 따라서 초등학생의 인지적 수준에 적합한 내용으로 구성하되 로봇을 적절히 활용하고자 한다. 로봇 프로그래밍 기초 학습내용의 세부적인 선정 기준은 다음과 같다[4]. 첫째, 프로그래밍이 가능한 로봇으로 선정해야 한다. 둘째, 고차원적 사고력을 배양할 수 있는 로봇 프로그래밍 교육 내용이어야 한다. 셋째, 기존 로봇교육과정, 관련 연구 자료들 중에서 고차원적 사고를 기를 수 있는 내용들을 추출한다. 고차원적 사고능력을 반영하여 로봇 프로그래밍 교육내용을 <표 1, 2>와 같이 작성하였다.

<표 2> 고차원적사고 로봇프로그래밍 교육내용

| | 지식 | 이해력 | 적용력 | 분석력 | 종합력 | 평가력 |
|----------------|--|---|--|---|---|--|
| 목표 진술 동사 | 쓴다, 나열한다, 구별한다, 명명한다, 진술한다, 정의한다. | 설명한다, 요약한다, 바꾸어 말한다, 묘사한다, 예증한다. | 이용한다, 계산한다, 핀다, 증명한다, 적용한다, 구성한다. | 분석한다, 분류한다, 비교한다, 대조한다, 분리한다. | 창작한다, 설계한다, 계획한다, 가설을 세운다, 창안한다, 진개한다, 개발한다. | 활용한다, 판단한다, 추천한다, 비평한다, 정당화 한다. |
| 로봇 교육 내용 | 로봇의 정의, 순서도 개념 알기 | 컴퓨터구조, 순서도의 종류, 알고리즘, 프로그래밍 순서 | 로봇제작, 명령문, 프로그램 설치 | 경기장 형태, 로봇의 종류 | 순서도, 명령문작성, 창의적 로봇 개발, 예상경로 | 미션에 따라 프로그래 밍 하기 |

<표 3> 초등 로봇프로그래밍 세부 교육 내용

| 학습 주제 | 세부 내용 |
|-------------------------|---|
| 1.로봇에 대하여 알아보자. | <ul style="list-style-type: none"> 로봇의 정의와 종류 이해하기 로봇의 쓰임새와 구조를 설명하기 미래의 로봇 상상하기 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 로봇의 부품 이해하기 제작 로봇의 견고성 외형의 창의성 |
| 3. 로봇은 어떻게 움직이는가? | <ul style="list-style-type: none"> 로봇 프로그래밍에 대한 개념 이해하고 설명하기 알고리즘의 개념을 이해하고 순서도로 나타내기 순서도의 종류 알아보기 명령문 작성하기 라인트레이서를 활용하여 로봇 동작의 원리 알아보기 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 1개일 때의 라인트레이서 프로그래밍 센서 2개 일 때의 라인 트레이서 프로그래밍 센서 3개 일 때의 라인 트레이서 프로그래밍 교차로가 있는 라인 트레이서 프로그래밍 미션이 있는 라인트레이서 프로그래밍 로봇 프로그래밍 평가하기 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 로봇 프로그래밍에 대한 개념 이해하고 설명하기 알고리즘의 개념을 이해하고 순서도로 나타내기 순서도의 종류 알아보기 명령문 작성하기 라인트레이서를 활용하여 로봇 동작의 원리 알아보기 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 로봇의 정의와 종류 이해하기 로봇의 쓰임새와 구조를 설명하기 미래의 로봇 상상하기 |
| 4. 로봇 프로그래밍하 기 | <ul style="list-style-type: none"> 로봇의 정의와 종류 이해하기 로봇의 쓰임새와 구조를 설명하기 미래의 로봇 상상하기 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 로봇의 부품 이해하기 제작 로봇의 견고성 외형의 창의성 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 로봇 프로그래밍에 대한 개념 이해하고 설명하기 알고리즘의 개념을 이해하고 순서도로 나타내기 순서도의 종류 알아보기 명령문 작성하기 라인트레이서를 활용하여 로봇 동작의 원리 알아보기 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 센서 1개일 때의 라인트레이서 프로그래밍 센서 2개 일 때의 라인 트레이서 프로그래밍 센서 3개 일 때의 라인 트레이서 프로그래밍 교차로가 있는 라인 트레이서 프로그래밍 미션이 있는 라인트레이서 프로그래밍 로봇 프로그래밍 평가하기 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 로봇 프로그래밍에 대한 개념 이해하고 설명하기 알고리즘의 개념을 이해하고 순서도로 나타내기 순서도의 종류 알아보기 명령문 작성하기 라인트레이서를 활용하여 로봇 동작의 원리 알아보기 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 로봇의 정의와 종류 이해하기 로봇의 쓰임새와 구조를 설명하기 미래의 로봇 상상하기 |

2.2 PBL 기반 라인트레이서 교육 과정

2.2.1 PBL과 프로그래밍 교육

프로그래밍을 하는 단계는 일반적으로 문제를 해결하는 과정과 비슷하기 때문에 컴퓨터 프로그래밍은 4단계 문제해결의 한 유형이라고 종종 논의되어 왔다. 4단계 과정은 아동이 프로그래밍 문제를 이해하

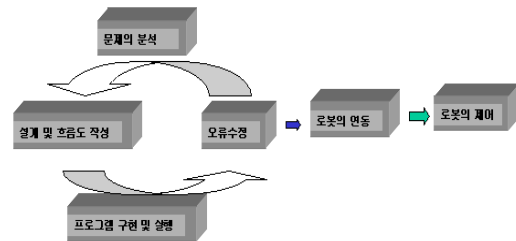
고 고안하고, 이것을 컴퓨터로 실행한 후 오류를 수정하는 것에 각각 대응한다[5]. <표 4>는 이상에서 논의된 문제해결 과정을 프로그래밍 과정에 대응하여 단계별로 비교한 것이다.

<표 4> 프로그래밍과정과 PBL문제해결과정

| 단계 | 프로그래밍 과정 | 4단계 PBL 문제해결과정 |
|----|----------------|----------------|
| 1 | 문제의 분석 단계 | 문제의 이해 |
| 2 | 설계 및 순서도 작성 단계 | 계획 |
| 3 | 프로그램 구현 및 실행 | 실행 |
| 4 | 프로그램의 평가 및 문서화 | 평가 |

학생들은 이러한 문제해결의 과정 즉, 프로그래밍 과정을 통해 끊임없는 반성적 사고를 실시하게 된다. 이를 통해 점진적으로 문제해결력이 향상될 수 있다 [6][7].

2.2.2 PBL기반 로봇프로그래밍 교육단계 및 교수학습과정안



<그림 1> 로봇제어를 위한 프로그래밍 과정

<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 문제상황으로부터 문제를 발견하고 정의한 후 과제 해결책을 구성해 나가는 PBL과 유사하다고 할 수 있다. 따라서 로봇 프로그래밍 과정을 PBL에 기반하여 구체적인 단계와 교수학습과정안으로 표현하면 <표 6, 7>과 같다. 순서도 작성 단계에서는 주어진 문제를 해결하기 위해 로봇의 제어 동작과 제어량을 결정하는 요인들을 고

려해야 한다. 라인트레이서의 경우는 <표 5>와 같이 제어동작과 제어량을 정의할 수 있다.

<표 5> 로봇 프로그래밍의 제어동작과 제어량

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

<표 6> PBL기반 로봇프로그래밍 교육단계

| 문제상황 제시 | |
|---|--|
| 다양한 해결책이 나올 수 있는 비구조화된 문제 상황을 제시함. | |
| 문제분석 | |
| 소그룹활동을 통해 학생들은 제시된 문제 상황을 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. 프로그램은 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 7> PBL기반 로봇프로그래밍 교수학습과정안

| 학습 단계 | 학습 유형 | 교수-학습내용 | 비고 | | | | | |
|-------------|-----------|---|-------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|----------------------|----------------------------------|
| 수업 준비 | 일제 학습 | * 수업 분위기 조성 로봇 프로그래밍이 되어서 움직이는 다양한 로봇들을 동영상상을 통해서 보여준다. | | | | | | |
| 문제 상황 | 일제 학습 | * 문제 상황 제시 | | | | | | |
| 프로그래밍 학습 단계 | 팀별 동 협 학습 | * 각 팀별로 학습과제를 분담하기 위한 역할을 할당한다. * 학습 자료를 선정한다. - 관련 교재, 인터넷, CD-ROM 등 관련 자료를 최대한 활용한다. - 문제해결을 위해 자유로운 아이디어를 낸다. | 평판에 따라 2인 1로봇이 적당 | | | | | |
| | | 문제의 분석 | | 순서도 작성 단계 | 프로그램 학습 | 프로그램 구현 및 실행 | 오류수정 및 재구현 | 평가 및 반성 |
| | | 팀별 학습 | | 개별 학습 | 팀별 학습 | 팀별 학습 | 팀별 학습 | 팀별 학습 |
| | | *주어진 문제에 파악 *해결 방안 탐색 * 개념 및 규칙 발견 | | *해결 방안 정리 *흐름과 방법 결정 *순서도 작성 | *로봇에 적합한 로봇 프로그램 익히기 | * 프로그램에 코딩 | *로봇의 연동 결과 확인후 오류 수정 | *학습 결과의 분석, 평가 *자기 및 동료 평가 실시 |

2.3 초등로봇프로그래밍 교육 평가

로봇 프로그래밍 교육평가는 로봇 프로그래밍의 이론적인 내용뿐만 아니라 로봇 프로그래밍 능력을 평가해야 한다. 로봇 프로그래밍 능력을 평가하는 가장 보편적인 방법 중의 하나는 프로그래밍 과제를 통한 평가이다. 본 논문은 이러한 이론적 배경을 바탕으로 <표 8>, <표 9>, <표 10>과 같이 평가 문항을 개발하였다.

2.3.1 운동적 평가(로봇프로그래밍 과정평가)

<표 8> 로봇 프로그래밍 과정 평가 예제

| 단계 및 내용 | |
|---------|---------------------------------------|
| 프로그래밍 | 1. 문제를 분석하고 해결방법을 찾았는가?(5) |
| | 2. 주어진 문제에 맞게 로봇을 창의적으로 설계 제작하였는가?(5) |
| | 3. 순서도가 한눈에 알아보기 쉽게 작성되어 있는가?(10) |
| | 4. 프로그램 학습이 자기 주도적인가?(10) |
| | 5. 프로그램 구현이 적절한가?(10) |
| | 6. 수정 및 보완이 이루어졌는가?(5) |
| | 7. 문제에 맞게 실행하는가?(20) |
| | 8. 자기 반성이 이루어졌는가?(5) |
| 정보탐구력 | 10. 로봇프로그래밍에 대한 이해력은 어느 정도인가?(30) |

2.3.2 정의적 평가(태도 평가)

<표 9> 태도 평가 예제

| 항목 | 내용 | 평가 내용 |
|------|----|--------------------------|
| 조별평가 | | 역할 분담이 잘 이루어 졌는가? |
| | | 참여를 잘 하는가? |
| | | 계획서가 체계 있게 짜여졌는가? |
| 발표 | | 자신의 로봇에 대한 설명이 알기 쉬운가? |
| | | 결과 발표에 있어서 협동한 모습이 보이는가? |
| 동료평가 | | 조별 활동에 기여도는 얼마나 되는가? |
| | | 조원과 능동적으로 잘 융화하는가? |
| 자기평가 | | 조별활동에 끼친 공헌도는 높은가? |
| | | 활동에 만족을 가지고 열심히 참여하였는가? |

2.3.3 인지적 평가(로봇프로그래밍 내용평가)

<표 10> 로봇 프로그래밍 내용 평가 예제

| 단계 | 내용 | 평가 문항 예제 |
|-----------|-----------------|--|
| 로봇 | 1. 로봇의 정의와 종류 | 어떤 것을 로봇이라 하는가? |
| | 2. 로봇의 쓰임새와 구조 | 로봇의 구성 3가지는 무엇인가? |
| | 3. 로봇종류 | 우리나라에서 개발된 로봇으로 알버트 아인슈타인의 얼굴을 닮은 로봇의 종류는 무엇인가? |
| | 4. 미래의 로봇 | 초기로봇은 공장에서 단순한 작업만 반복 수행했다. 미래의 로봇은 어떤 일을 할지 상상해 보아라 |
| 로봇의 제작 | 5. 로봇의 부품 이해하기 | 로봇프로그래밍이 저장되는 곳은 어디인가? |
| | 6. 제작 로봇의 견고성 | 로봇의 조립이 튼튼하게 되었는가? |
| | 7. 외형의 창의성 | 외형이 가동하기에 알맞고 창의적인가? |
| 로봇의 구분 원리 | 8. 로봇 프로그래밍의 이해 | 프로그래밍의 5단계를 기술하시오 |
| | 9. 순서도의 개념 | 순서도란 무엇인가? |
| | 10. 순서도의 종류 | 순서도의 종류 알고 흐름에 맞는 순서도 찾아 보아라. |
| | 11. 명령문으로 작성 | 순서도 보고 명령문으로 작성해 보아라 |
| | 12. 로봇 동작의 원리 | 동작하는데 영향을 끼치는 변인들은 무엇이 있을까? |

3. 실험 결과 분석

3.1 적용대상

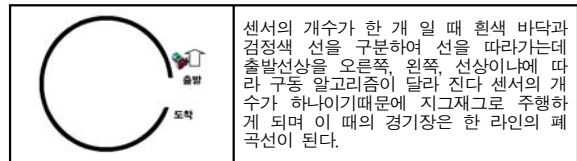
본 논문에서는 일반 초등학생들의 현장 적용 사례를 추출하기 위해서 고학년에 해당하는 4, 5, 6학년

중 5학년을 대상으로 실험을 실시하였다. 사전 학업 성취 수준에 따라 상위 2명을 A팀, 상위 1명과 중상위 1명을 B팀, 중상위 그룹 2명을 C팀으로 나누었고 나머지 하위그룹 2명을 D팀으로 구성하였다. 일반 초등학생을 위한 로봇프로그래밍 교육방법으로 선정한 PBL기반 로봇프로그래밍 교육과정을 총 7차시로 구성하여 수업을 진행하였고 팀별로 구분하여 수업한 후 난이도를 분석하였다.

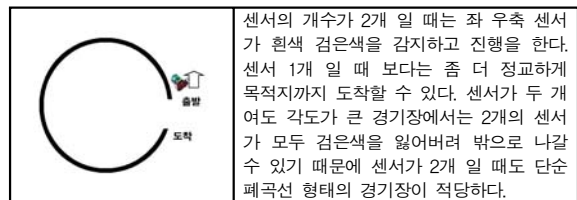
3.2 센서기반 로봇프로그래밍 PBL 문제

본 논문은 로봇프로그래밍교육을 통한 문제해결력 향상을 목적으로 하기 때문에, 아동들로 하여금 다양한 사고 과정을 유도하기 위해 다양한 개수의 광센서가 부착된 라인트레이서 로봇프로그래밍 PBL 문제를 적용하였다.

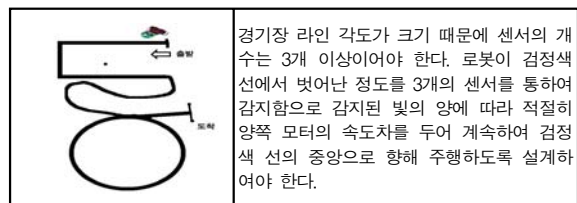
3.2.1 광센서 개수에 따른 프로그래밍 문제상황



<그림 2> 센서 1개일 때 경기장



<그림 3> 센서 2개일 때 경기장



<그림 4> 센서가 3개일 때 경기장

문제 상황) 위와 같은 모양의 경기장이 있다. 라인트레이서 로봇에 결합된 센서의 개수에 따라, 흰색 바닥과 검정색 선을 구분하여 선을 따라가는 로봇을 프로그래밍하시오.

3.2.2 교차로주행 프로그래밍 문제상황

| | |
|--|---|
| | <p>교차로가 있는 경기장은 센서의 개수가 3개 이상이어야 안정적으로 주행이 가능하고 순차적 알고리즘을 사용하여 로봇이 주행하는 순서대로 하나하나 프로그래밍 해준다. 이때 교차로의 모양, 회전방향, 속도를 제어 해 준다.</p> |
|--|---|

<그림 5> 교차로가 있는 경기장

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

3.2.3 문제해결원리

| | |
|-----------------|---|
| <p>A</p> | <p>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. 프로그램을 생각해 보면 우선 로봇이 검정색 선 왼쪽 흰색에 위치한다고 가정한다. 처음에 이렇게 놓아야 한다는 뜻입니다. 처음에 로봇이 왼쪽으로 회전하면서 검은색 한번, 흰색 한번을 경험하면, 이번엔 오른쪽으로 회전하기 시작한다. 또한 오른쪽으로 회전하면서 검은색 한번, 흰색 한번을 경험하면 다시 왼쪽으로 회전한다. 이 과정을 무한히 반복하면 계속해서 검정색 선을 지그재그로 따라가게 됩니다.</p> |
|-----------------|---|

| | |
|-----------------|---|
| <p>B</p> | <p>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. 이 방식은 모터의 파워에 따라 회전하는 정도가 달라져 라인을 벗어날 때도 있지만 나름대로 안전한 주행 알고리즘입니다.</p> |
|-----------------|---|

| | |
|-----------------|---|
| <p>C</p> | <p>세 번째 방법은 라인트레이서 로봇의 주행방식은 검정색 선일 경우에는 좌우 모터 모두 정회전하여 직진, 바닥이 흰색이라면 라인을 벗어났다고 판단하여 왼쪽으로 회전해 다시 라인으로 돌아가게 하는 방식이다.</p> |
|-----------------|---|

<그림 6> 센서가 1개일 때 문제해결원리

| | |
|------------|--|
| <p>진진</p> | <p>적외선 센서 2개가 라인트레이서의 전면 에 배열되어 있는 경우 만일 검정색 선이 센서와 센서의 중간에 놓여 있다고 한다면, 우측과 좌측에 있는 모터를 똑같은 속도로 회전시켜 로봇이 일직선의 검정색 라인을 따라 주행하게 한다.</p> |
| <p>좌회전</p> | <p>이번에는 좌측 센서 쪽에 검은색 선이 놓여 있는 경우를 생각해 보면 이때 우측 바퀴의 회전을 높이면 좌측으로 회전할 것이다. 쉽게 말해 검정색 선이 감지되는 반대 쪽 모터의 회전속도를 높이는 것이다. 라인 트레이서가 좌측으로 비스듬히 진행하다가 검정색 라인이 중앙에 오게 되면 첫 번째 경우와 같은 자세가 되어 양쪽의 바퀴를 같은 회전수를 조정하여 자세를 일직선으로 만들고 똑바로 진행하게 되는 것이다.</p> |
| <p>우회전</p> | <p>또한, 우측 센서 쪽에 검정색 선이 놓여 있는 경우에는 이와 반대의 원리로 제어하게 함으로써 항상 검정색 선을 따라 이동하게 되는 것이다.</p> |

<그림 7> 센서가 2개일 때 문제해결원리

| <table border="1"> <thead> <tr> <th>센서의 감지 상태</th> <th>로봇의 반응</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 0 0</td> <td>라인이 없다, 추진</td> </tr> <tr> <td>0 0 1</td> <td>우회전</td> </tr> <tr> <td>0 1 0</td> <td>정진</td> </tr> <tr> <td>0 1 1</td> <td>우회전</td> </tr> <tr> <td>1 0 0</td> <td>좌회전</td> </tr> <tr> <td>1 0 1</td> <td>있을 수 없는 값</td> </tr> <tr> <td>1 1 0</td> <td>좌회전</td> </tr> <tr> <td>1 1 1</td> <td>T자형 교차로로 인식, 좌회전 또는 우회전</td> </tr> </tbody> </table> | 센서의 감지 상태 | 로봇의 반응 | 0 0 0 | 라인이 없다, 추진 | 0 0 1 | 우회전 | 0 1 0 | 정진 | 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 | <p>센서를 3개만 사용할 경우 모터의 조정 방법은 한가지뿐입니다. 예를 들어 중앙선을 따라 운전 시 차선을 조정할 때 중앙선에서 가까운 경우와 멀리 떨어진 경우 항상 핸들을 같은 각도로 꺾는 것과 같은 이치입니다. 그리하여 라인트레이서가 부드럽게 조정하지 못하고 항상 비틀거리며 지그재그로 운행을 하게 되는 것입니다. 검정색 선이 감지되면 회전수를 조금만 높이고, 먼 쪽 센서에서 감지될 경우 해당 모터의 속도를 더욱 높이는 등의 방법을 쓰면 라인트레이서는 조금 더 부드럽게 방향을 조절할 수 있게 된다.</p> |
|---|-------------------------|--------|-------|------------|-------|-----|-------|----|-------|-----|-------|-----|-------|-----------|-------|-----|-------|-------------------------|---|
| 센서의 감지 상태 | 로봇의 반응 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 0 0 | 라인이 없다, 추진 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 0 1 | 우회전 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 1 0 | 정진 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 8> 센서가 3개일 때 문제해결원리

| | |
|---------------|-----------------------------------|
| | 1. 라인을 따라가다 T교차로를 만나면 직진 |
| | 2. 라인을 따라가다 T교차로를 만나면 LOW 속도로 좌회전 |
| | 3. 라인을 따라가다 T교차로를 만나면 LOW 속도로 좌회전 |
| | 4. 라인을 따라가다 T교차로를 만나면 LOW 속도로 우회전 |
| 1번 교차로모양 : + | 5. 라인을 따라가다 A교차로를 만나면 LOW 속도로 우회전 |
| 2번 교차로모양 : + | 6. 라인을 따라가다 A교차로를 만나면 LOW 속도로 우회전 |
| 3번 교차로모양 : + | 7. 라인을 따라가다 T교차로를 만나면 LOW 속도로 좌회전 |
| 4번 교차로모양 : + | 8. 라인을 따라가다 T교차로를 만나면 LOW 속도로 우회전 |
| 5번 교차로모양 : + | 9. 라인을 따라가다 T교차로를 만나면 LOW 속도로 좌회전 |
| 6번 교차로모양 : + | 10. 라인을 따라가다 T교차로를 만나면 LOW속도로 좌회전 |
| 8번 교차로모양 : + | 11. 라인을 따라가다 T교차로를 만나면 LOW속도로 우회전 |
| 9번 교차로모양 : + | 12. 라인을 따라가다 T교차로를 만나면 정지 |
| 10번 교차로모양 : + | |
| 11번 교차로모양 : + | |
| 12번 교차로모양 : + | |

<그림 9> 교차로주행 프로그래밍 문제해결원리

3.3 PBL 기반 라인트레이서 프로그래밍 교육내용 난이도 분석

<표 11> 교육 내용별 난이도 분석

| 내용 | 팀 | 센서1 | 센서2 | 센서3 | 교차로 | 미션 | 팀평균 |
|----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | | 3.500 | 4.000 | 2.500 | 4.000 | 3.500 | 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)

교육내용별 난이도 분석에서는 학생들이 내용별로 실제 느껴지는 난이도의 평균값을 나타내고 있다. 센서 3개일 때의 로봇 프로그래밍 난이도 평균이 낮게 나와서 문제를 해결하는데 어렵게 여기고 있었으며, 교차로를 주행하는 로봇 프로그래밍교육의 난이도 평균값이 높으므로 가장 쉽게 생각하는 것으로 분석된다. 그 이유로는 센서 개수가 3개 일 때 앞의 문제상황보다 조건의 수가 늘어나서 조건 수에 따라 분기적으로 프로그래밍해야 하기 때문에 어렵지만 오히려 교차로 부문은 순차적으로 해결하는 문제여서 상대적으로 쉽게 여겼다.

3.4 로봇프로그래밍 교육단계 난이도 분석

<표 12> 교육 단계별 난이도 분석

| 내용 | 팀 | 문제 분석 | 순서도 | 프로그 램 학습 | 프로그 램 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 교육방법을 6단계로 구분하였는데, 단계별로 보면 문제분석, 순서도 작성 단계를 가장 어려워하였다. 학생들은 수업을 진행하면서 문제분석 단계에서 해결방법을 찾기 위해 많은 노력을 했고 이 단계를 잘 해야 프로그래밍이 쉽기 때문이라고 답변을 했다. A, B, C팀에게는 PBL기반 라인트레이서 로봇프로그래밍 교육방법이 효과적이었지만 D팀과 같이 학업성취수준이 중, 하인 학생들을 효과적으로 지도하기 위해서는 PBL기반 학습방법과 함께 수준별 Scaffolding과 같은 교수학습 방법을 추가적으로 결합하여 수업을 실시하는 것이 필요하다고 사료된다.

4. 결론

본 논문에서는 정보교과의 초등 프로그래밍기초교육의 효율적인 지도를 위하여 라인트레이서 로봇을 활용한 초등로봇프로그래밍 교육목표, 교육내용, 교육방법, 교육평가 부분을 제안하였다. 그리고 제안한 교육 과정 및 PBL 기반 세부교육과정에 따라 실제 수업에 적용한 결과의 문제해결력 분석을 통해 제안한 로봇프로그래밍 교육과정이 초등 현장에 적용 가능성을 예시하였으며, 학생들이 체감하는 교육단계별 난이도를 분석하였다.

참 고 문 헌

- [1] 교육인적자원부(2006), 초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침 개정안, 정책보고서, 교육인적자원부.
- [2] 남길현 (2007), 초등특기적성 로봇교육과정의 개발, 석사학위논문, 경인교육대학교.
- [3] 채수풍 (2005), 초등학교 프로그래밍 교육을 위한 LED 제어 시스템 설계 및 구현, 석사학위 논문, 서울교육대학교, 서울.
- [4] Piaget, J, & Inhelder, B.(1969), The psychology of the child, New York: Basic Books.
- [5] Polya, G. (1957), How to solve it: A New Aspect of Mathematical method (2nd Ed.), New York.
- [6] Sage, S·M. (1996), A Qualitative Examination of Problem-based Learning at the K-8 Level: Preliminary Findings, CERIC Document Reproduction service No. ED 398.
- [7] Savert, J. Duffy, T. (1995), Problem-based learning: An instructional model and its constructivist framework, Educational Technology, 35(5). 35-43.
- [8] Soumela Atmatzidou(2008), Iraklis Markelis, Stavros Demetriadis, 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), 237-243.

저 자 소 개



허 경

1998년 고려대 전자공학과 학사
2000년 고려대 전자공학과 석사
2004년 8월 고려대 전자공학과
통신공학박사
2004년 8월~2005년 8월
삼성종합기술원(SAIT)
전문연구원
2005년9월~현재
경인교대 컴퓨터교육과 부교수
관심분야 : 네트워크, USN, 무선
MAC, 컴퓨터교육
e-mail : khur@ginue.ac.kr