

초등학생을 위한 융합활동 - 로봇분야 교육과정 모델 개발

김철

광주교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

최근에 초등학교에도 융합 인재 교육 정책이 시행됨에 따라 교육현장에서는 로봇교육의 중요성이 높아지고 있다. 본 연구는 초등학교의 소프트웨어 교육에서 융합활동 영역의 로봇분야 교육과정을 제안하였다. 제안한 로봇 교육과정은 반복적이고 점진적으로 학습이 가능하도록 교육내용 체계를 7단계의 무지개 색깔로 구분하였으며, 각 단계별 2개씩 총 14개의 성취기준을 제시하였다. 이는 무학년제로 단계별 학습내용을 이수하면 상급 단계로 진급할 수 있도록 하였다. 제안된 로봇교육과정을 토대로 교재와 콘텐츠를 개발하여 일선학교현장에 제공한다면 초등학교 로봇교육에 기여할 것으로 기대된다.

키워드 : 로봇교육, 로봇 교육과정, 로봇활용교육

A Development of Robot and Convergence Activity Curriculum Model for Elementary School Students

Chul Kim

Dept. of Computer Education, Kwangju National University of Education

ABSTRACT

Lately, the importance of robot education is rising in elementary schools, because of STAEM education. In this study, robot and convergence activity curriculum in software education was developed to robot education for elementary school. We suggested robot education framework based on the Rainbow system, which is repeatable and progressive. The framework is divided into 7 steps, 14 criteria. So, their students can be promoted to the higher level when they complete the lower level, regardless of their grade. It is necessary for robot education in elementary schools to develop the contents and programs according to suggested curriculum.

Keywords : Robot Education, Robot Curriculum, Robot-based Learning

1. 서론

컴퓨팅 사고(computational thinking)는 21세기 모든 사람이 갖추어야 할 필수적 사고 능력이며, 컴퓨터과학의 개념과 원리를 활용해 일상생활의 문제를 해결하는 사고방식이다. Wing(2006)은 컴퓨팅 사고는 해결해야 할 문제에 대해 컴퓨터과학자처럼 사고하여 컴퓨터과학의 기초적인 개념들에 기반을 둔 문제해결, 시스템설계, 인간행동의 이해를 포함하는 개념이며, 문제를 해결하는 과정을 사고하는 것은 21세기를 살아가는 모든 사람이 갖추어야 할 기본적인 태도 및 기술이라고 하였다[12].

CSTA(2011)에 따르면 컴퓨팅 사고의 특징은 컴퓨터나 다른 도구를 사용할 수 있도록 문제를 표현하기, 자료를 논리적으로 조직하고 분석하기, 모델링의 단순화 작업으로 자료를 표현하기, 알고리즘적 사고를 통해 해법을 자동화하기, 가장 효과적으로 목표를 달성하기 위한 가능한 해법을 규정하고 분석하여 구현하기, 문제해결과정을 다양한 문제들에 일반화하기로 정의하고 있다[1]. 이러한 컴퓨팅 사고를 신장시키기 위한 효과적인 방법으로는 로봇과 같은 학습 도구를 활용하여 소프트웨어교육을 실시하는 방법이 있다. 구체적 조작도구를 활용하여 교수-학습 및 일상생활의 문제를 해결하는 로봇활용교육은 컴퓨팅 사고를 경험할 수 있는 방법과 수단을 제공하여 준다. Resnick(2007)은 로봇과 함께할 수 있는 활동에서 학습자는 다른 학습자들과 창작과정을 공유하고 반성하면서 창의성이 향상될 수 있다고 하였다[11]. 또한 로봇을 활용한 교육은 학습자의 자발적인 동기유발과 참여를 이끌어 낼 수 있으므로 특히 초등학교에서는 학생들의 적극적인 참여와 팀원 간의 소통 및 활동 경험을 제공하는 것으로 나타났다[6]. 이와 같은 내용은 로봇교육의 특성 그 자체가 학생들에게 흥미를 갖게 하기 때문이다. 또한 학생들에게 강한 학습 동기를 부여하여 적극적으로 참여할 수 있는 학습 환경을 제공하기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 2014 한국정보교육학회 정보교과 교육과정을 토대로 초등학교의 소프트웨어 교육에서 융합 활동 영역의 로봇분야 교육에 관한 로봇 교육과정을 제안하고자 한다.

2. 국내외 로봇교육

2.1 해외의 로봇교육

해외의 로봇교육은 미국과 영국을 중심으로 정규교과보다는 교구로봇 중심의 프로그램 단위로 진행되고 있다.

영국의 로봇교육은 Roamer, Bee-bot, Pro-bot 등의 교구로봇의 중심으로 대중화되어 있으며, 각각의 특징 및 교과 활용은 다음과 같다[5][7][8].

- Roamer 는 로고를 계승한 로봇으로 버튼조작 프로그래밍으로 조작하여 소리효과와 액션(이동, 정지, 회전)을 이용하며 정규교과 교구로 활용됨.
- Bee-Bo 은 버튼조작 프로그래밍으로 액션(이동, 정지, 회전)으로 매트위의 정해진 위치로 로봇을 배치시키는 프로그램을 활용하며, K-5 교과 학습에 활용됨.
- Pro-bot 은 접촉 및 소리 센서와 액션(이동, 정지, 회전, 작도) 등에 수치입력 프로그램을 사용하여 자동차 형태 로봇으로 수학 및 과학교육활동에 활용됨.
- Pico-Cricket 은 Scratch를 활용하여 PIE 프로젝트 등 쉬운 프로그래밍 학습도구로 과학, 수학, 예술 관련 학습을 지원함.

미국은 CSTA(2011)가 제시한 미국의 정보과학 교육과정에서 초등학교 단계의 로봇관련 교육내용을 추출하면 다음과 같다[1].

- K-3 학년에서는 단순한 동작을 수행하는 데 필요한 일련의 명령어를 구성하는 거북 명령 등
- 3-6 학년에서는 샌드위치 만들기처럼 행동으로 표현되는 순차적 명령들을 프로그램으로 만들기와 블록프로그래밍 언어를 이용하여 문제해결 등

2.2 우리나라 로봇교육

우리나라의 로봇교육은 주로 특기적성교육, 영재교육 그리고 사교육 형태로 운영되고 있으며 매해 꾸준한 성장을 하고 있다. 초등학교 수준에서는 로봇 자체에 대

한 조작과 움직임의 보여주기 위한 내용이거나 시범학교 수준에서 학습에 사용되고 있다. 이에 비해 민간 주도의 로봇교육 프로그램은 주로 방과 후나 학원을 중심으로 기존의 로봇 조립활동에서 센서와 모터, 액츄에이터 등의 부품과 프로그래밍이 결합되어 로봇을 제어하고 다양하게 표현하는 방식에서 많은 변화를 가져오고 있다.

초등학교 수준에서 활용되고 있는 로봇교구의 특징은 다음과 같다[8].

- KAI 는 빛, 적외선, 접촉, 소리 센서를 활용하고 KAI lab 프로그램을 사용하여 아이콘 프로그래밍, 입출력, 프레임, 구조물, 센서, 모터의 조립으로 과학 학습에 활용함.
- LEGO NXT 는 고가의 장비로써 터치, 소리, 광, 초음파 센서로 랩뷰와 NOC를 사용하며, 영재교육 기관에서 주로 프로그래밍 학습을 위한 도구로 활용되고 있으며, 과학, 수학, 정보과학 학습에 활용 가능함.
- 로보티즈 는 접촉, 빛, 적외선, 소리 센서를 로보플러시라는 프로그램을 활용하여 로봇 구조물 조립, 설계, 로봇동작 원리 이해, 로봇 블록을 활용한 표현 가능, 텍스트 프로그래밍이 가능함.
- 로보트론 은 적외선, 광, 접촉 센서를 티미스튜디오 프로그램을 활용하여 구조물 조립, 기능 익히기, 프로그래밍 실습(카드, 아이콘기반), 라인트레이서 학습 도구로 활용됨.

3. 융합활동-로봇교육 교육과정 모델 개발

2014년에 개발된 한국정보교육학회의 초등학교 정보 교과 교육과정에 따르면 정보 교과 내용체계는 초등학교 1학년에서 6학년까지 2개 학년 단위로 3단계로 구분하여 소프트웨어 영역, 컴퓨터시스템 영역, 그리고 융합활동 영역의 3영역으로 기본구조를 갖추고 있으며, 각 영역별로 3-4개의 소분야로 구성되어 있다. 로봇교육은 융합활동 영역의 한 분야로 초등학교 1학년에서 6학년까지 3단계로 구분하여 로봇체험, 로봇창작, 로봇제어 교육과정이 구성되어 있다. 초등학교 정보 교과 3영역별

3단계 내용체계를 살펴보면 다음과 같다[3].

(소프트웨어 영역)

- 1-2학년(생활, 사례, 체험)
 - 정보의 이해
 - 생활과 문제해결
 - 알고리즘의 이해
 - 프로그램의 이해

3-4학년(활동, 조작, 표현)

- 정보의 종류
- 문제의 이해
- 알고리즘의 표현
- 프로그램의 제작

5-6학년(제작, 창작, 개발)

- 정보의 표현
- 문제해결 활용
- 알고리즘의 분석
- 프로그램 제작

(컴퓨터시스템 영역)

- 1-2학년(생활, 사례, 체험)
 - 다양한 정보기기
 - 운영체제의 체험
 - 생활과 네트워크

3-4학년(활동, 조작, 표현)

- 정보기기의 조작
- 운영체제의 조작
- 인터넷의 이해

5-6학년(제작, 창작, 개발)

- 정보기기의 활용
- 운영체제의 관리
- 네트워크의 이해

(융합활동 영역)

- 1-2학년(생활, 사례, 체험)
 - 정보윤리

- 그리기 도구
- 로봇 체험

3-4학년(활동, 조작, 표현)

- 정보윤리
- 문서/발표 도구
- 로봇 창작

5-6학년(제작, 창작, 개발)

- 정보윤리
- 멀티미디어/표 도구
- 로봇 제어

3.1 로봇교육의 단계별 성취기준

한국정보교육학회의 초등학교 정보교과 교육과정의 단계별 성취기준은 다음과 같이 초등학교 1학년부터 6학년을 2개 학년씩 3단계로 구분하고 3개의 세부 내용으로 구성하였다. 1단계인 초등학교 1-2학년은 로봇체험, 2단계인 초등학교 3-4학년은 로봇창작, 3단계인 초등학교 5-6학년은 로봇제어를 학습한다[3][4][10].

(1~2학년군) 로봇 체험

로봇을 처음 접하는 시기이므로 체험 중심, 구체적 조작중심의 활동으로 로봇조작의 즐거움을 경험하고 창의적 표현 작품을 만들 수 있다.

- (가) 로봇을 켜고 끌 수 있다.
- (나) 로봇 교구를 안전하게 사용하는 태도를 익히고 부품들을 기준에 따라 분류하고 정리할 수 있다.
- (다) 로봇을 동작시키기 위해 필요한 절차를 이야기할 수 있다.
- (라) 모터와 부품을 이용하여 창의적인 로봇 작품을 만들 수 있다.
- (마) 프로그램이 입력된 로봇을 동작시켜 문제해결을 경험할 수 있다.

(3~4학년군) 로봇 창작

생활 속에서 로봇을 활용한 다양한 장치를 찾아보고 동작원리를 탐구할 수 있다. 또한 센서를 추가적으로 도입하여 상황판단에 따른 자동화된 동작 반응을 익히고

이를 활용하여 창작활동에서 로봇을 사용할 수 있다.

- (가) 우리 생활 속의 로봇을 활용한 다양한 장치를 찾고 이야기할 수 있다.
- (나) 센서의 종류와 특징을 알고 센서를 활용하여 상황을 판단할 수 있다.
- (다) 예제 프로그램의 일부 값을 변경하여 로봇을 다양하게 동작시킬 수 있다.
- (라) 모터, 부품, 센서를 이용하여 생활에 필요한 창의적인 로봇 작품을 만들 수 있다.
- (마) 생활 속의 문제를 개선하기 위해 로봇을 활용할 수 있다.

(5~6학년군) 로봇 제어

프로그래밍을 통한 제어적 측면의 로봇활동과 기어와 벨트를 이용한 공학활동을 경험할 수 있다. 또한 주어진 조건에서 문제를 해결하기 위해 로봇을 설계 제작하고 입출력 프로그램을 작성한 후 실행하여 동작하지 않는 원인을 해결해봄으로써 문제해결능력을 함양할 수 있다.

- (가) 로봇 구성 장치의 종류와 특징을 컴퓨터와 비교하여 이야기할 수 있다.
- (나) 모터, 부품, 센서, 기어, 벨트를 이용하여 생활에 필요한 창의적인 로봇 작품을 만들 수 있다.
- (다) 간단한 입출력 프로그램을 작성하여 로봇을 동작시킬 수 있다.
- (라) 센서와 모터를 활용한 과학실험 장치를 고안하고, 다양한 과학 실험을 할 수 있다.
- (마) 로봇이 동작하지 않을 경우 문제의 원인을 찾아서 해결할 수 있다.
- (바) 주어진 조건 상황에서 문제를 해결하기 위해 로봇을 설계하고 개발할 수 있다.

3.2 융합활동-로봇분야 교육과정 설계

3.2.1 융합활동-로봇분야 내용체계표

본 연구에서는 2014년에 개발된 한국정보교육학회의 교육과정과 국내의 로봇교육과정을 분석한 결과를 토대로 다음과 같이 7단계의 무지개 색으로 내용을 구분하였다. 내용체계를 무지개 색으로 제시한 이유는 유치원

부터 초등학교 6학년 단계를 의미하기도 하지만, 태권도 품씨와 같이 해당 과정을 이수하면 학년에 상관없이 상위 단계로 진급할 수 있도록 하기 위함이다.

(빨강)

- 로봇의 조작
- 로봇 활용 자세

(주황)

- 로봇의 작동 절차
- 모터의 활용

(노랑)

- 로봇과 생활
- 센서의 종류와 특징

(초록)

- 변수 값 변경
- 센서를 활용한 로봇 제작

(파랑)

- 로봇의 구성 장치
- 기어와 벨트를 활용한 로봇 제작

(남색)

- 입출력 프로그램을 활용한 로봇 제작
- 로봇을 활용한 과학 실험 장치 제작

(보라)

- 로봇의 오류 개선
- 로봇의 설계와 개발

3.2.2 융합활동-로봇분야 내용체계

로봇 분야에서는 센싱, 구조적 설계, 프로그래밍이 융합된 영역으로 로봇의 기초적인 소양 능력을 바탕으로 창의적 문제해결능력을 기르고 교과학습의 개념을 배우는 것을 목표로 한다.

(빨강)

1. 로봇을 동작시킬 수 있다. 로봇의 스위치를 조작하여 로봇을 켜고 끌 수 있으며, 로봇을 구성하는 요소들을 서로 연결하여 동작시킬 수 있다.
2. 로봇을 동작시킬 때 안전하게 사용할 수 있으며, 부품들을 정리할 수 있다. 로봇부품을 색깔, 모양, 크기, 활용의 기준에 따라 분류할 수 있으며, 로봇을 안전하게 사용하는 습관을 형성한다.

(주황)

3. 로봇을 동작시키기 위해 단계적 순서를 말할 수 있다. 로봇을 동작시키기 위해 일정한 순서를 익히고, 서로 다른 스위치나 버튼의 사용방법을 알고 조작할 수 있다.

4. 모터와 부품을 이용하여 간단한 움직일 수 있는 작품을 만들 수 있다. 모터에 전원을 공급하고, 부품과 케이블을 연결하여 물체를 회전시키는 동작을 익히고, 모터와 부품을 이용하여 간단한 작품 만들 수 있다.

(노랑)

5. 일상생활 속에서 로봇을 사용하고 있는 여러 가지 제품을 찾고 말할 수 있다. 가정과 학교생활에서 로봇을 활용한 제품을 찾을 수 있으며, 로봇 기술이 적용된 제품과 그렇지 않은 제품의 차이점에 따른 생활의 편리한 점을 말할 수 있다.

6. 여러 가지 종류의 센서 특징을 알고, 센서의 입출력 자료를 사용하여 상황을 설명할 수 있다. 우리 몸의 감각기관과 기능이 비슷한 센서를 비교해보고 공통점과 차이점을 말할 수 있으며, 센서가 적용된 상황을 보고 센서의 동작원리를 이해할 수 있다.

(초록)

7. 예제 프로그램의 변수 값을 조정하여 로봇을 여러 가지 모양으로 동작시킬 수 있다. 센서와 모터가 연동된 프로그램에서 변수를 수정하는 방법을 익히고, 센서의 종류를 바꾸어 로봇을 동작시킬 수 있다.

8. 모터와 부품들 그리고 여러 가지 센서를 조립하여 다양하고 창의적인 로봇작품을 만들 수 있다. 가정과 학교생활에서 활용도가 많을 수 있는 로봇을 설계해보고, 모터와 부품들 그리고 여러 가지 센서를 조립하여

미리 입력된 프로그램으로 동작시킬 수 있는 로봇작품을 만들 수 있다.

(파랑)

9. 로봇을 구성하고 있는 여러 장치의 종류와 특징을 컴퓨터시스템의 구성요소와 비교하여 설명할 수 있다. 로봇의 입출력 장치와 제어장치를 찾을 수 있으며, 로봇과 컴퓨터시스템의 구성요소들의 공통점과 차이점을 비교하여 설명할 수 있다.

10. 모터, 부품, 센서, 기어, 벨트 등 여러 가지 장치를 이용하여 학교생활에 필요한 창의적인 로봇을 제작할 수 있다. 일상생활 및 학교생활의 사용목적에 맞는 로봇 동작을 구상하여 로봇을 제작해보고, 기어와 벨트를 활용하여 동력의 전달과 변환과정을 설명할 수 있다.

(남색)

11. 로봇을 제어할 수 있는 프로그램을 작성하여 다양한 동작으로 로봇을 움직일 수 있다. 로봇에 적절한 센서를 연결하여 자동적으로 동작할 수 있는 다양한 소프트웨어의 종류에 대해 알아보고, 간단한 제어프로그램을 작성하여 로봇을 움직일 수 있다.

12. 과학실험에 필요한 로봇을 구상해보고, 로봇을 제작하여 과학실험을 할 수 있다. 센서와 모터를 활용한 과학실험 장치를 고안해보고, 센서와 모터를 활용한 이동 장치를 제작하여 운동에너지를 측정할 수 있으며, 다양한 동식물의 특징을 알고 로봇으로 표현할 수 있다.

(보라)

13. 로봇이 설계한 대로 동작하지 않을 경우 문제를 진단하여 해결방안을 찾아서 동작시킬 수 있다. 로봇이 동작하지 않은 원인을 조립하고 연결하는 부분에서 찾을 수 있으며, 동작 프로그램의 오류를 찾아서 해결할 수 있다.

14. 일반생활이나 학교생활에서 발생하는 문제에서 로봇으로 해결할 수 있는 방안을 마련하고, 그에 맞는 적합한 로봇을 설계하고 개발할 수 있다. 지속적으로 문제를 해결할 수 있는 방법을 찾아 로봇을 개선하기 위하여 적합한 로봇을 설계하고 개발할 수 있다.

4. 결론

본 연구는 초등학교에서 컴퓨터 교육의 융합활동 영역 중 로봇분야 교육을 위한 교육과정을 제안하였다. 2014 한국정보교육학회 교육과정을 7단계로 재편하여 로봇교육내용을 선정 및 조직하였다. 개발된 교육과정은 내용체계, 성취목표 및 성취수준을 제시하였다. 본 연구에서 제안한 교육과정은 이전 교육과정과 달리 7단계 무지개 색깔로 재편성 되었으며, 이는 유치원부터 초등학교까지 사용할 수 있음을 나타내고 있지만 학생들이 학년에 구분 없이 로봇활용 능력을 신장하여 상위 단계로 진입할 수 있도록 하였다. 각 색깔별 성취기준을 달성하기 위하여 교수-학습방법 설계 및 평가 때 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

첫째, 학습자 수준에 따라 무지개 색깔별 차별화된 활동을 제공할 필요가 있다. 같은 학년이라도 로봇에 대한 활용 능력에 따라 색깔이 다를 수 있기 때문에 각 색깔에 맞도록 과제를 부여해야 한다.

둘째, 로봇은 프로그래밍 학습의 효과적인 도구로 활용되어질 수 있다. 로봇은 로봇에 대한 지식과 기능을 배우고, 프로그램 코드 작성을 수행할 때, 프로그램의 수행 결과를 체험할 수 있는 효과적인 도구로써 알고리즘과 프로그래밍 수업을 같이 진행하면 보다 효과적으로 학습목표를 달성 할 수 있다.

셋째, 로봇은 STEAM의 효과적인 도구로 활용될 수 있다. 수학, 과학, 기술, 실과, 음악, 미술 등 여러 과목과 융합교육에서 교과별 단위내용을 연계한 프로젝트 수행을 지도할 때 로봇을 조작하고 작동시키는 과정에서 학생들이 흥미와 호기심을 갖게 한다.

본 연구에서 제안한 융합활동-로봇분야 교육과정을 토대로 교재와 콘텐츠를 개발하여 일선학교현장에 제공한다면 초등학교 소프트웨어 교육과 더불어 로봇교육에 기여할 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] CSTA (2011). CSTA Computer Science Standards Revised 2011, The CSTA Standards Task Force, <https://csta.acm.org/Curriculum/sub/K12Standar>

ds.html

- [2] Department for Education (2014). The national curriculum in England, Retrieved from : <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-primary-curriculum>
- [3] KAIE (2014). Contents of Information Science Curriculum for Elementary School, KAIE.
- [4] Kim, C. (2014). A Study on Contents of Robot Education Curriculum. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 18(3), 443-452.
- [5] Moon, W. S. (2007). A Programming Language Learning Model Using Educational Robot. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 11(2), 231-241.
- [6] Papert, S., Harel, I. (1991). Constructionism. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- [7] Park, E.S., Moon, S. H. (2009). Development and Application of a Robot Education Program for Logical Thinking Ability in Elementary Students. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 22(1), 175-198.
- [8] Park, J. H., Kim, C. (2010). A Study in Program Development of Course Incorporated Education by Utilizing Robots in Elementary Schools. *Korean Association of Computer Education*, 14(1), 35-44.
- [9] Park, J. H., Kim, C. (2010), The Effects of Robot Based Mathematics Learning on Learners' Attitude and Problem Solving Skills. *Korean Association of Computer Education*, 13(5), 71-80.
- [10] Park, J. H., Kim, C. (2014). A Study on the Curriculum for Elementary and Middle School in Robot and Convergence Activity. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 18(2), 285-294.
- [11] Resnick, M. (2007). Sowing for a More Seeds the Creative Society. Learning & Leading with Technology. 18~22.
- [12] Wing, J. M. (2015). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

저자소개



김철

1997 전남대학교 대학원 전산통계학과(이학박사)
 1998 University of Washington (객원교수)
 1992~현재 광주교육대학교 컴퓨터교육과 교수
 관심분야 인터넷자원관리, 교육용콘텐츠, 로봇활용교육, e-Learning
 e-mail: chkim@gnue.ac.kr

