

STEAM 교육을 위한 로봇 콘텐츠 개발

(Development of Robot Contents for STEAM education)

남 윤 정¹⁾, 김 희 선^{2)*}

(Yun Jeong Nam and Hee Sun Kim)

요 약 로봇을 이용한 교육은 학생들에게 고차원의 사고, 창의적 표현, 발견 학습의 기회를 제공하고 있다. 또한 로봇을 통해 다양한 교과 영역을 가르칠 수 있으므로 STEAM 교육에도 적합한 도구라 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 로봇을 이용한 STEAM 교육 콘텐츠를 설계하고 개발하였다. 초등학교 교과서를 분석하여 과학, 기술, 공학, 예술, 수학에서 로봇을 통해 효과적으로 전달 가능한 내용들을 추출하여 융합 콘텐츠를 설계하였다. 설계한 내용을 바탕으로 로봇을 조립하고, 프로그래밍하여 콘텐츠를 개발하였다. 개발된 콘텐츠를 초등학교 방과 후 수업에 직접 적용하였고, 수업 후 설문조사를 통해 교과목의 이해도와 흥미도, 참여도를 평가하였다. 연구결과 로봇을 활용한 STEAM 콘텐츠 수업에서 교과내용의 이해도와 흥미도, 참여도가 높게 나타났다. 이를 통해 STEAM 교육에 로봇의 활용이 교육적 효과가 있다는 점과 개별 교과지식보다 STEAM기반의 융합형 콘텐츠를 이용한 교육의 효과가 높다는 점을 확인할 수 있었다.

핵심주제어 : STEAM, 로봇 콘텐츠, 융합 교육

Abstract Educational learning methods that take advantage of a robot provide opportunities for students to develop high dimensional thinking, a creative expression and discovery learning opportunity. It is also perceived as a suitable tool for STEAM systems which can be used in a variety of school curriculums. Therefore we designed and developed STEAM educational contents using robots in this study. This study analyze elementary text books and design the convergence contents from various subjects such as math, science, engineering and art through a robot. This study has developed educational materials by making a robot based on the designed contents. They have been applied to after school materials and then evaluated for comprehension, interest and participation. The results of this study have shown very encouraging evaluations from participating students. Accordingly, this study has shown that STEAM contents that take advantage of a robot have improved student participation, interests, and comprehension in the curriculums. Additionally, integrating STEAM educational content has proved more effective in contrast to being separated

Key Words : STEAM, Robot Contents, Convergence Education

1. 서 론

STEAM은 과학, 기술, 공학, 수학을 의미하는 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)에 Arts 예술을 포함하여 교과간의 융합적 교육방식을 통해 종합적인 사고능력과 과학적 탐구정신을 갖춘 융합형 과학 기술 인재를 키워 내는 교육이다[1]. STEAM 교육은 현재의 개별적인 교

* Corresponding Author : hskim@anu.ac.kr
Manuscript November 14, 2014 / Revised December 16, 2014 / Accepted December 16, 2014

1) 안동대학교 멀티미디어공학과, 제1저자
2) 안동대학교 멀티미디어공학과, 교신저자

과 교육이 창의적 인재 양성을 하기에 부족하다는 문제의식에서 출발한 것으로 융합된 콘텐츠를 통해 아이들이 보다 다양한 방식으로 즐겁게 공부를 할 수 있는 환경을 제공하고자 한다.

STEAM 교육의 필요성 및 효과에 대한 다양한 연구가 수행되고 있으며, STEAM 교육에 적합한 교구로써 로봇 교육에 대한 필요성이 많이 제기되고 있다. 이와 같이 연구의 필요성 및 중요성은 제기되고 있으나 로봇을 이용한 STEAM 교육 콘텐츠의 개발은 부족한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 로봇을 이용한 STEAM 콘텐츠 교육을 위해 놀이동산 콘텐츠를 설계하고 개발하였다.

본 연구에서는 초등학교 교과서를 분석하여 로봇을 이용한 STEAM 콘텐츠를 설계하였다. 로봇을 이용하여 놀이동산을 구축해 보았으며, STEAM 콘텐츠 설계를 위해 4개의 로봇을 제작하고 프로그램 하였다. 수학에서는 혼합계산과 단위 환산, 과학에서는 가속 및 감속, 음악에서는 디지털 오디오 출력, 미술 과목에서는 색의 혼합, 공학 및 기술에 대한 내용으로는 로봇 조립, 프로그래밍, 하드웨어 및 소프트웨어 입출력의 이해에 대한 내용을 다루도록 하였다.

개발된 콘텐츠를 이용하여 초등학교를 대상으로 방과 후 수업을 실시하였고 수업 후 설문을 실시하였다. 설문을 통해 교과 내용에 대한 이해도, 흥미도 및 문제해결 능력, 참여도에서 많은 효과가 있음을 알 수 있었다.

본 논문의 2장에서는 STEAM 교육과 로봇관련 교육에 대한 기존의 연구를 소개하고, 3장에서는 로봇을 이용한 STEAM 교육 콘텐츠 설계 및 개발에 대해 나타낸다. 4장에서 설문에 대한 내용을 분석하여 로봇을 이용한 STEAM 교육의 효과를 제시하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

STEAM은 학문융합을 목적으로 하고 있으며 STEM에서 진보된 개념이다. STEM은 Science, Technology, Engineering, Mathematics를 융합한 학문이다. STEAM은 버지니아 공대 출신의 Georgette Yakman이 STEM에서 Arts의 개념을 접목시켜 그 범위와 활용을 확장한 개념이다. Fig. 1은 STEAM의

창시자인 Yakman이 자신의 아이디어를 피라미드 형태로 제시한 것을 나타낸다[1].

Yakman은 STEAM 교육 피라미드 모형을 5단계로 구분하여 STEAM 교육을 제시하였는데, 이중 초·중등학교에 해당하는 통합적 STEAM 단계에서는 교육이 실제로의 전이가 가능하도록 주제와 관련한 개념을 가르치는 것을 제안하고 있다. 또 STEAM은 수학의 요소들로 이해될 수 있는 공학과 예술을 통해 해석될 수 있는 과학과 기술이라고 정의하였다.

국내에서도 융합 과학 기술에 대한 관심이 높다. 2011년 교육과학기술부의 주요 16대 과제중 하나로 창의적 과학 기술 인재 양성을 위한 STEAM 교육이 선정되었다[2]. 이에 따라 STEAM 교육의 필요성과 효과에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

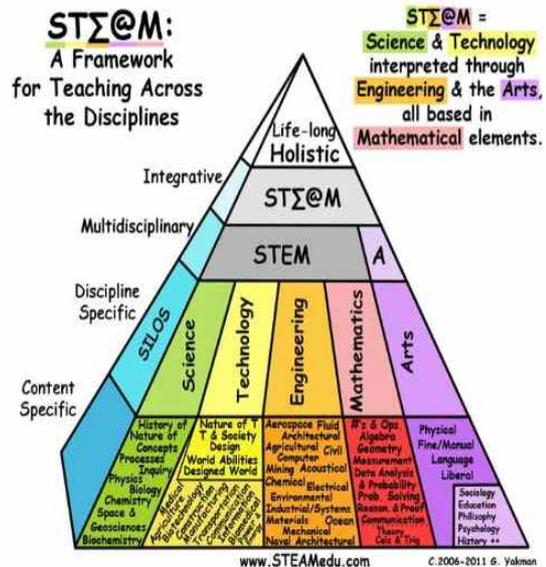


Fig. 1 STEAM education pyramid

Johnson[3]은 로봇이 다양한 교과목의 내용을 다룰 수 있는 통합 교육에 적합한 도구라고 정의하였다.

Kim et al[4]은 마이크로 로봇을 이용한 초등학교 교육을 통해 초등학교의 창의성이 향상되었다는 것을 제시하였다.

Seo and Lee[5]는 창의성 신장을 위한 방법의 하나로 교과 통합 로봇 프로그래밍 수업 모형을 개발하였다. 이 연구를 통해 로봇 프로그래밍 수업 모형이 초·중·고등학교의 창의성을 향상시키는데 긍정적인

영향을 주었다고 밝혔다.

Kwon et al[6]은 STEAM 기반 통합교과 학습이 초등학생의 창의적 인성에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하였다. 그 결과 STEAM 기반 통합 교과 학습이 초등학생의 창의적 인성 향상에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다.

Kim et al[7]은 스마트 교육을 기반으로 융합형 인재를 양성할 수 있는 STEAM 교육 모형을 설계하였다. 이를 통해 우리나라 교육 경쟁력을 확보하고자 하였다.

Jeon and Lee[8]는 정보영재의 창의적 문제해결력을 위한 STEAM 기반 쓰기 활용 전략에 대해 연구하였다. 이를 통해 다양한 사고의 융합과 상호작용을 경험하고 창의적 문제해결력을 함양 할 수 있다고 하였다.

Cho[9]는 융합적 사고를 기반으로 한 로봇 활용 교육의 효과에 대한 연구를 수행하였다. 이 연구를 통해 로봇 교육을 통해 학생들의 과학적 태도 및 흥미도가 향상되었다고 평가하였다.

Park and Kim[10]은 스토리텔링을 활용한 로봇 프로그래밍 수업의 효과를 연구하였다. 이 연구는 프로그래밍 지식 습득 시 로봇 수업이 긍정적인 학습 태도를 형성한다고 하였다.

Shin et al[11]은 수학과 과학을 연계한 로봇 교육 과정을 개발하였다. 로봇 소양 교육과정 개발을 위해 기존 초, 중학교의 수학, 과학 교과 교육과정을 분석한 뒤 그 분석 자료를 토대로 로봇 소양 교육과정을 제안하였다.

관련 연구를 분석해보면 STEAM 교육의 중요성 및 효과에 대한 연구가 많이 수행되었다. 또한 로봇을 활용한 교육을 통해 학생들의 창의성 이 증진되었음을 나타내는 연구가 대부분이다. 개별 교과목에 대해서 로봇을 활용한 수업 사례는 있었으나, STEAM 교육을 위해 스토리를 가지고 여러 교과목의 내용을 융합하여 나타낼 수 있는 콘텐츠가 부족하였다. 따라서 본 논문에서는 초등학생에게 흥미를 줄 수 있는 놀이동산이라는 주제를 가지고, STEAM의 각 요소를 모두 접목하여 교육할 수 있는 융합형 로봇 콘텐츠를 제시하였다.

3. 로봇을 이용한 STEAM 교육 콘텐츠 설계 및 개발

본 연구에서는 로봇을 이용한 STEAM 교육 콘텐츠를 설계하였으며, 연구 절차 및 내용은 Table 1과 같다.

연구는 크게 3단계로 진행하였다. 먼저 STEAM 콘텐츠 설계 단계에서는 초등학교 교과서를 분석하여 로봇을 통해 교육이 가능한 부분을 추출하였다. 수학과 과학, 실과, 음악, 미술 교과서를 분석하였다. 분석된 자료를 바탕으로 로봇을 이용하여 효과적으로 교육할 수 있는 STEAM 교육 콘텐츠를 설계하였다. 다음으로는 설계를 바탕으로 하여 로봇을 조립하였다. 로봇 조립 후에는 로봇을 구동시키기 위한 프로그램을 작성하였다. 마지막으로 작성된 STEAM 교육 콘텐츠를 이용하여 초등학생을 대상으로 방과 후 수업을 실시하였다. 수업 실시 후 설문조사를 통해 교육적 효과를 분석하였다.

Table 1 Research procedures and contents

단 계	연구 절차	추진내용
STEAM 콘텐츠 설계	초등학교 교과서 분석	초등 교과서를 분석하여 로봇을 통한 융합 교육 요소 추출
	로봇을 이용한 STEAM 교육 콘텐츠 설계	분석된 자료를 바탕으로 STEAM 융합 교육 콘텐츠 설계
STEAM 콘텐츠 개발	로봇 제작	STEAM 교육 콘텐츠를 위한 로봇 조립
	프로그래밍	로봇을 구동하기 위한 프로그램 작성
수업 적용 및 결과 분석	수업에 적용	개발한 교육 콘텐츠를 방과 후 수업에 적용
	교육적 효과 분석	수업 후 설문조사를 통해 교육적 효과를 분석

3.1 STEAM 콘텐츠 설계

초등학교 교과 내용 중에서 로봇을 이용하여 효과적으로 교육할 수 있는 부분을 분석하였다. 분석한 내용을 바탕으로 STEAM 교육 콘텐츠를 설계하였다. Table 2는 본 연구에서 제안하는 STEAM 교육 콘텐츠에 포함된 교과 내용을 제시한 것이다.

과학에서는 로봇 모터의 회전 속도를 이용하여 가속과 감속의 원리에 대해 효과적으로 학습할 수 있다. 공학과 관련하여 학생들이 로봇을 직접 조립하고 프로그래밍해 봄으로써 하드웨어와 소프트웨어 교육의 기본적인 지식을 습득할 수 있다. 수학에서는 시간과 거리에 따른 속도 계산 및 단위에 대한 학습을 수행할 수 있다. 미술에서는 LED 및 DC 모터의 회전을 이용하여 색의 혼합 및 보색에 대해 학습할 수 있으며, 음악에서는 주파수를 이용하여 음의 높낮이에 대해 학습할 수 있다.

Table 2 Subject contents included in STEAM education contents

STEAM 관련 교과목	효과적인 로봇 교육 방안
과학	. 모터의 회전으로 가속 및 감속 이해하기
기술, 공학	. 입출력 장치의 구동 . 로봇 조립을 통한 하드웨어 이해 . 프로그램 작성을 통해 소프트웨어 로직 이해
수학	. 시간과 거리 측정을 통한 속도 계산하기 . 단위에 대해 학습하기
미술	. LED 및 DC모터의 회전으로 색의 혼합 알아보기
음악	. 디지털 오디오 출력에 대한 이해

이러한 분석 내용을 바탕으로 STEAM 콘텐츠를 설계하였다. Table 3에 본 논문에서 제시하는 로봇을 이용한 STEAM 교육 콘텐츠의 설계 내용을 나타내

었다.

총 3개의 로봇을 이용하여 놀이동산을 제안하였다. 라인트레이서 로봇 이용하여 속도 계산 및 단위에 대해 학습할 수 있도록 하였다. 풍차를 설계하여 모터의 가속과 감속에 대해 이해하도록 하였고, 회전 그네를 통해 색의 혼합과 소리 출력에 대해 학습할 수 있도록 설계하였다. 로봇의 조립 및 기능 구현을 위한 프로그래밍 과정을 통해 공학적인 요소를 학습할 수 있도록 하였다.

3.2 STEAM 콘텐츠 개발

본 절에서는 3.1절의 설계를 바탕으로 STEAM 교육을 위한 놀이동산 콘텐츠를 구현하는 과정을 설명한다. 본 연구에서 사용한 로봇은 로보로보사[12]의 로봇이다. 로보로보는 초급자용과 중급/고급자용 키트로 구성되어 있고 초등 특기적성 교육을 위해 많이 보급된 키트이다.

Table 3 Design of an amusement park contents for STEAM education

로봇 설계	설계 내용 및 교육 효과
라인트레이서 로봇 설계	적외선 센서2개를 장착하도록 하여 바닥에 그려진 검은색과 흰색을 구분하여 라인을 따라가는 로봇을 설계한다. 놀이동산의 레일을 따라가는 기차를 구현하는 것이다. 라인트레이서 로봇을 이용하여 속도 계산 및 단위에 대해 학습한다.
풍차 설계	DC모터를 이용하여 회전하는 풍차의 모습을 설계한다. 가속 및 감속에 대해 학습한다.
회전 그네	DC모터를 이용하여 회전하도록 설계한다. 색상 판을 장착하여 색의 혼합을 학습할 수 있도록 한다. 버저 보드를 이용하여 소리 출력에 대해 학습한다.
탐지 로봇	적외선 센서 및 접촉센서를 이용하여 물체의 움직임을 감지하고, 움직임이 감지되면 버저보드에 소리가 출력되는 프로그램을 설계하여 디지털 오디오에 대해 학습한다.

Fig. 2는 STEAM 교육을 위한 놀이동산 로봇을 나타낸다. Fig. 2의 ①번은 라인트레이서를 나타낸다. 라인트레이서봇은 바닥에 있는 검은색을 따라 이동하는 로봇이다. 이 로봇을 통해 수학교과와 속도 계산 및 단위에 대해 학습할 수 있도록 한다. Fig. 2의 ②는 조립된 풍차를 나타낸다. 풍차는 DC 모터가 이용하여 회전할 수 있도록 하였으며 풍차 로봇을 이용하여 가속 및 감속에 대해 학습한다. Fig. 2의 ③은 회전 그네를 구현한 것으로 색상 판을 부착한 뒤 회전을 통해 색의 혼합을 학습할 수 있도록 하였다. <Fig. 2>의 ④번과 ⑤번은 적외선 센서와 접촉센서, 버저 보드를 이용하여 구현한 탐지 로봇이다. 탐지 로봇은 적외선 센서를 이용하여 물체의 움직임을 감지하고, 접촉 센서를 통해 다른 물체와의 접촉을 탐지한 뒤 버저 보드를 통해 소리를 출력해 주는 로봇이다. 탐지 로봇을 통해 적외선 센서와 접촉 센서의 동작 원리를 이해할 수 있고, 이를 통해 하드웨어의 입출력 원리도 이해할 수 있다. 또한 버저 보드를 통해 소리를 출력할 수 있도록 하여 디지털 오디오에 대한 기초 지식을 습득할 수 있도록 하였다.

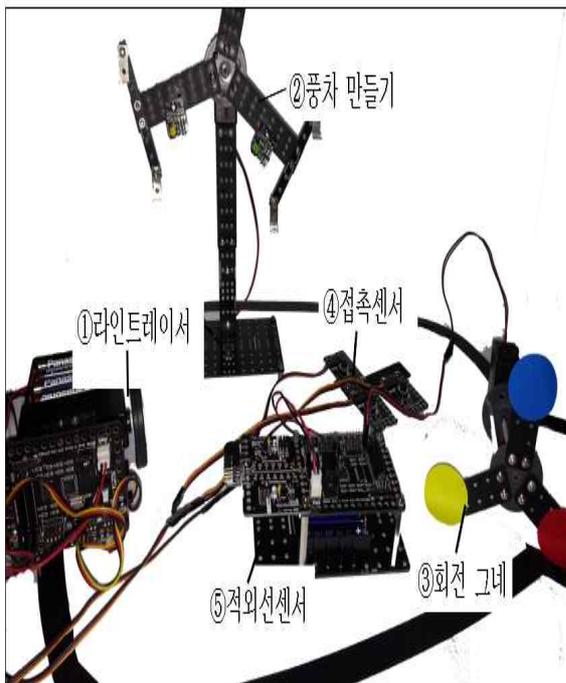


Fig. 2 Development of an amusement park contents for STEAM education

로봇 조립이 완료되면 로봇이 작동할 수 있게 프로그램을 작성해야 한다. 로보 로보 로봇 프로그래밍을 위해 logic 프로그램을 사용하였다. logic 프로그램은 GUI 환경으로 초등학생도 쉽고 간단하게 프로그래밍을 할 수 있다. 플로우 차트 형태의 연결로 프로그래밍을 할 수 있으며 변수 사용, 제어문 활용, 함수 호출 등의 기능을 쉽게 구현할 수 있다. 고급자의 경우 C언어로 프로그래밍 가능하다. Fig. 3은 logic 프로그래밍 화면을 나타낸다.

<Fig. 3>에서 보이는 왼쪽의 블록을 드래킹하여 플로우 차트 형태의 로직으로 오른쪽의 창에 시각적으로 프로그래밍 하게 된다. 이때 각 블록에 속성 값을 입력하여 로봇의 움직임과 속도 등을 제어한다.

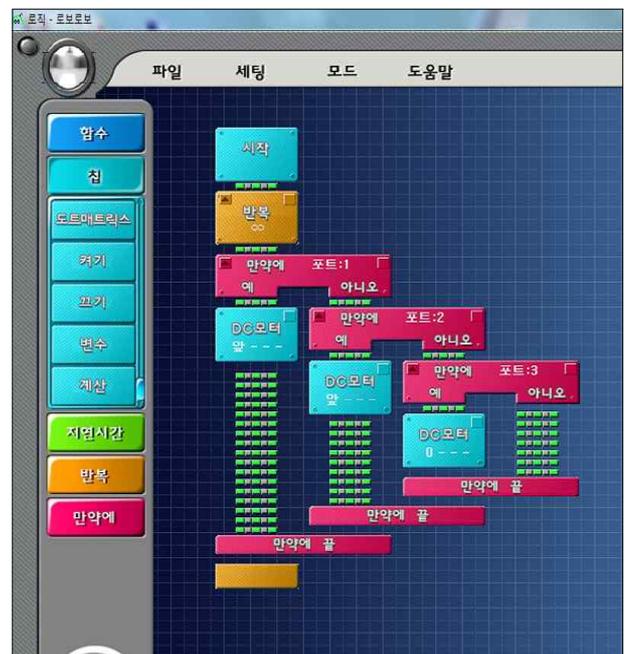


Fig. 3 logic programming interface

3.3 STEAM 콘텐츠를 이용한 수업 과정

놀이동산 콘텐츠를 이용한 수업 과정은 1회당 수업 시간 50분씩 총 3회의 수업으로 구성된다. 3회 수업 과정에 대한 교안은 Table 4와 Table 5, Table 6에 나타내었다.

Table 4에 라인트레이서 로봇을 활용한 수업 교안을 나타내었다. 학습 목표는 라인트레이서 로봇 조립 후 프로그래밍을 수행하여 로봇을 구동시키는 것과

이 과정을 통해 DC모터와 적외선 센서의 동작 원리 및 속도에 대해 학습하는 것이다. T로 표시된 부분은 교사의 역할을 나타낸 것이고 S로 표시된 부분은 학생의 역할을 나타낸 것이다.

도입 부분에서 교사는 설계 안내서를 배부하고 학생들은 로봇 조립을 위한 부품을 준비한다. 전개에서 교사는 로봇 조립 과정과 프로그래밍 과정을 설명한다. DC 모터와 적외선 센서에 대해 설명하고, 실생활에서 사용 예를 소개한다. CPU 보드와 적외선 센서의 연결, DC 모터의 연결을 설명한다. DC 모터의 최대 속도 및 설정 값을 설명한다. 적외선 센서가 검정

색과 흰색을 구별하는 방법에 대해 설명한다.

학생들은 라인트레이서 로봇이 검정색 선을 따라 이동할 수 있게 제작한다. 학생들은 라인트레이서 로봇을 조립하고 로직 프로그램을 작성하여 로봇의 동작을 확인한다. 정리단계에서 교사는 학생들의 수업 이해도를 확인하기 위해 퀴즈와 설문을 배부한다. 학생들은 DC 모터 값에 따라 속력을 구해보는 등의 과정을 통해 수업 내용을 익힌다.

Table 5에 풍차 로봇을 활용한 수업 교안을 나타내었다.

Table 4 Class plan using linetracer robot

주제	라인트레이서 로봇 제작	
학습 목표	1) 라인트레이서 로봇 조립 후 프로그래밍을 수행하여 로봇을 구동시킬 수 있다. 2) 라인트레이서 로봇을 통해 적외선 센서의 동작 원리와 속도에 대해 이해할 수 있다.	
준비물	로봇교구상자 1-2단계, 주요 부품 (CPU, DC모터 2개, 적외선센서보드 2개)	
STEAM	수학, 과학, 공학, 기술	
단계	학습형태 교수 · 학습활동	수업시간
도입	T. 팀별로 자리를 배치시킨다. T. 수업 목표를 제시한다. T. 로봇 설계 안내서를 배부한다. S. 로봇 조립을 위한 부품을 준비한다.	10분
전개	T. DC 모터 소개 및 기능 설명 T. 적외선 센서의 역할 및 기능 설명 T. DC 모터와 적외선 센서를 이용한 라인트레이서 로봇 설계 방법 설명 S. 로봇 설계 안내서를 참고하여 로봇을 조립한다.	15분
	T. 프로그램 작성 방법 설명 - 반복문, IF 문 작성 방법 T. DC 모터 설정 값 설명 - 0 : 정지, 15 : 최고속도 전진, -15 : 최고속도 후진 T. 프로그램 작성 방법 설명 - 적외선 센서의 값 받아오기 - 적외선 센서 값에 따라 움직임 제어 S. 학생들이 직접 라인트레이서 로봇 프로그래밍을 작성함 T. CPU 보드와 PC를 연결하여 프로그램을 로봇에 적재하여 실행하는 방법 설명 S. 학생들이 프로그램을 로봇에 적재하여 동작을 확인함	15분
정리	S. 라인트레이서 로봇에 DC 모터의 설정 값을 달리하여 속도를 구해 본다. S. 학습내용의 이해도 및 흥미도, 참여도에 대한 설문을 작성한다.	10분

Table 5 Class plan using windmill robot

주제	풍차 만들기	
학습 목표	1) 풍차 로봇 제작을 통해 접촉 센서의 기능과 프로그램 동작 원리를 이해한다. 2) 풍차 로봇을 통해 가속과 감속 원리를 이해한다.	
준비물	로봇교구상자 1-2단계, 주요 부품 (CPU, DC모터, 접촉센서보드)	
STEAM	과학, 공학, 기술	
단계	학습형태 교수 · 학습활동	수업시간
도입	T. 팀별로 자리를 배치시킨다. T. 수업 목표를 제시한다. T. 로봇 설계 안내서를 배부한다. S. 로봇 조립을 위한 부품을 준비한다.	10분
전개	T. 접촉 센서의 기능에 대해 설명하고 실생활에 사용되는 기기들을 소개한다. T. DC 모터와 접촉 센서를 이용한 풍차 로봇 제작 방법 설명 S. 로봇 설계 안내서를 참고하여 풍차 로봇을 조립한다.	15분
	T. 프로그램 작성 방법 설명 -가속과 감속 작성 방법 -DC 모터의 속도를 반복문을 이용하여 증가 혹은 감소를 통해 가속과 감속 구현 -접촉 센서의 입력 값에 따른 속도 제어 S. 학생들이 직접 풍차 로봇 프로그래밍을 작성함 S. 학생들이 프로그램을 로봇에 적재하여 동작을 확인함	15분
정리	S. 풍차 로봇을 구동시킬 때 초기에 DC 모터를 가속 시키고, 중간에 최고 속도로 회전하다가 마지막에 감속시킬 수 있게 설정해 본다. S. 학습내용의 이해도 및 흥미도, 참여도에 대한 설문을 작성한다.	10분

학습 목표는 풍차 로봇을 통해 접촉 센서의 동작 원리를 이해하고 가속과 감속에 대해 이해하는 것이

다. 교사는 접촉 센서에 대한 설명과 실생활에서 활용 예를 소개하고, 가속과 감속에 대해 설명한다. 학생들은 풍차 로봇 조립 후 가속과 감속 프로그램을 작성한다. 반복문을 이용하여 DC 모터의 속도를 점점 높여주어 가속을 구현하고, 반대로 DC 모터의 속도를 점점 낮추어 감속을 구현한다. 정리 단계에서 가속과 감속의 이해, 학습 내용에 대한 이해도 및 흥미도, 참여도를 조사한다.

Table 6에 회전 그네 및 탐지 로봇을 활용한 수업 교안을 나타내었다.

Table 6 Class plan using giant stride and detection robot

주제	회전 그네 및 탐지 로봇 제작	
학습 목표	1) 회전 그네 로봇 제작을 통해 색의 혼합을 알수 있다. 2) 탐지 로봇을 제작하여 디지털 오디오의 기초 및 H/W와 S/W 입출력에 대해 알수 있다.	
준비물	로봇교구상자 1-2단계, 주요 부품 (CPU, DC모터, 적외선센서, 접촉센서, 버저보드)	
STEAM	공학, 기술, 예술	
단계	학습형태 교수 · 학습활동	수업시간
도입	T. 팀별로 자리를 배치시킨다. T. 수업 목표를 제시한다. T. 로봇 설계 안내서를 배부한다. S. 로봇 조립을 위한 부품을 준비한다.	10분
전개	T. DC 모터를 이용한 회전그네 만들기 설명 T. 색의 혼합에 대해 설명 - 색상판 부착 T. 적외선 및 접촉 센서를 이용한 탐지 로봇 제작 방법 설명 T. 버저보드의 기능과 디지털 오디오의 원리에 대해 설명 S. 로봇 설계 안내서를 참고하여 회전 그네를 만들고, 색상판을 부착한다. S. 탐지 로봇을 제작한다.	15분
	T. 프로그램 작성 방법 설명 - 회전 그네 프로그래밍 방법 설명 - 버저 보드 구동 방법 설명 - 적외선 및 접촉 센서에서 감지된 신호를 입력받아 버저보드로 출력시키는 입출력 과정 설명 S. 학생들이 회전 그네 프로그래밍을 작성함 S. 학생들이 회전 그네에 부착된 색상판을 회전시켜 색의 혼합을 확인함 S. 적외선 센서와 접촉 센서의 입력에 따른 버저보드 출력을 확인함	15분
정리	S. 다양한 색상판을 이용하여 색의 혼합에 대해 확인함 S. 적외선 센서의 물체 감지 거리를 확인함 S. 색의 혼합과 버저보드 출력에 대한 이해도를 퀴즈를 통해 확인하고, 흥미도, 참여도에 대한 설문을 작성한다.	10분

학습 목표는 회전 그네 로봇을 통해 색의 혼합에 대해 학습하고, 탐지 로봇을 통해 H/W와 S/W의 입출력 원리 및 디지털 오디오에 대해 학습하는 것이다. 교사는 회전 그네 제작에 대한 설명과 미술영역의 색의 혼합에 대해 설명한다. 학생들은 회전 그네 제작 후 그네에 색상 판을 부착시키고 그네를 회전시키는 프로그램을 작성한다. 회전 그네를 동작시켜 색상 판의 색들이 혼합되어 어떤 색으로 나타나는지 조사하여 색의 혼합에 대해 학습한다.

탐지 로봇은 적외선과 접촉 센서를 통해 장애물이 감지되었을 때 버저보드를 통해 경고음을 출력하는 기능을 수행한다. 이를 통해 로봇의 입력 및 출력에 대해 학습할 수 있으며, 음악 영역의 디지털 오디오 기초에 대해 학습할 수 있다.

4. 로봇을 이용한 STEAM 교육의 효과

본 논문에서는 개발한 로봇 콘텐츠를 수업에 적용하였고 효과를 분석하기 위해 설문 조사를 실시하였다. 실험집단은 Table 7과 같다.

Table 7 Students configuration of experimental group

구분	학생수		
성별	남	15	총 21명
	여	6	
학년	4학년	5	총 21명
	5학년	7	
	6학년	9	

본 연구를 위해 영주시 남부초등학교 방과 후 로봇 수업 참여 학생 중 4-6학년 학생을 대상으로 수업을 진행하였고 설문조사를 실시하였다.

설문은 각 영역별 내용 이해도, 흥미도 및 문제 해결능력, 참여도로 구분하여 5문항씩 15문항으로 구성하였다. Table 8은 STEAM을 기반으로 한 로봇 활용 수업에 대한 설문 결과 중 교과별 내용 이해도를 나타낸다.

Table 8 Result analysis of contents understanding on each subject

교과별 내용의 이해도	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
1. 라인트레이서로봇 실험을 통해 과학과목의 속력 및 가속/감속을 이해하는데 도움이 되었다.	7	11	3	-	-
2. 풍차 로봇의 실험을 통해 수학과목의 거리 및 각도에 대해 이해하는데 도움이 되었다.	9	9	3	-	-
3. 회전그네 로봇 실험을 통해 미술과목에 색 혼합에 대해 이해하는데 도움이 되었다.	14	3	3	1	-
4. 로봇 조립을 통해 기술, 공학을 이해하는데 도움이 되었다.	7	7	6	1	-
5. 로봇을 이용하여 교과과목과 연계하여 학습 하는 것이 도움이 되었다.	14	4	3	-	-

Table 8을 보면 전반적으로 교과 내용 이해에 로봇 교육이 도움이 된 것으로 나타났다. 특히, 회전그네 실험을 통한 미술의 색 혼합과 교과 학습에 대한 이해에 도움을 주었다는 항목에 대하여 높은 만족도를 나타내었다.

Table 9는 교과별 흥미도 및 문제 해결 능력에 대한 설문 결과를 나타낸다. Table 9의 설문을 분석해보면 전체적으로 로봇을 이용한 수업에서 집중력과 흥미, 문제해결력이 향상되었다고 나타났다. 그 중에서도 로봇을 활용한 수업에서 교과 내용에 대한 흥미가 매우 높았으며, 개별 교과서 수업보다 융합된 교육내용에 대한 흥미 및 집중도가 매우 높은 것으로 파악되었다.

Table 9 Analysis of problem solving ability and interesting

흥미도 및 문제 해결능력	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
1. 로봇 제작을 통해 관련 교과인 수학 과학에 흥미가 더 높아졌다.	13	5	3	-	-
2. 교과서 중심의 이론 수업보다 로봇을 활용한 미술 연계 수업이 흥미가 높아졌다.	8	9	4	-	-
3. 로봇을 창작하고 조립을 통해 문제해결 능력이 향상되었다.	9	8	4	-	-
4. 순서도 및 프로그램의 작성을 통해 공학의 흥미가 높아졌다.	7	6	8	-	-
5. 개별 교과서 학습보다 로봇을 이용한 통합 수업이 흥미와 집중도가 높았다.	15	3	3	-	-

Table 10은 로봇 활용 수업 시간 참여도에 대한 설문 분석 내용이다.

Table 10 Analysis of participation in robot using class

참 여 도	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
1. 로봇을 잘 조립하여 완성하였는가?	8	10	1	2	-
2. 프로그램을 모두 작성하였는가?	8	9	4	-	-
3. 로봇 완성 후 구동이 잘 되었는가?	11	6	4	-	-
4. 조별 발표 시간을 잘 활용 하였는가?	9	10	2	-	-

전반적으로 로봇의 조립과 프로그래밍, 완성 후 구동, 조별 발표까지 잘 진행된 것으로 파악되었다. 로

봇 완성 후 구동은 ‘매우 그렇다’ 라는 의견이 52.38%, ‘그렇다’라는 의견이 28.57로 매우 높았다. 이를 통해 로봇 수업에 대한 학생들의 참여도가 매우 높음을 알 수 있었다.

따라서 로봇을 활용한 STEAM 교육을 통해 각 개념의 이해도가 높아질 뿐만 아니라 수업의 참여 및 집중도 또한 높아짐을 확인하였다. 각 교과별 수업보다 여러 영역에 대한 융합 교육 효과 또한 높다는 것을 확인할 수 있었다. 본 논문은 학생들에게 흥미를 유발할 수 있는 로봇을 활용하여 교과 내용을 더욱 효과적으로 교육할 수 있다는 점에 의의를 둘 수 있다. 본 연구는 기존의 관련 연구와 비교했을 때 아래와 같은 차별성 및 의의를 가진다.

● 기존 연구와의 차별성 및 의의

- 기존 연구에서는 로봇 교육을 통해 학생들의 창의성이 증진되었다는 내용이 대부분이다. 본 논문에서는 초등학교 교과 내용을 학습할 수 있는 로봇 콘텐츠를 제시하였고, 이를 통해 교과 내용에 대한 이해도를 증진시켰다는 점에서 차별성과 의의가 있다.
- 로봇이 통합 교육에 적합한 도구라는 기존 연구가 있었으나 실제 융합형 콘텐츠를 제시하고 수업에 적용하여 평가한 사례는 드물다. 본 논문에서는 로봇을 이용하여 통합 교육을 할 수 있는 콘텐츠를 설계하였다. 또, 이를 수업에 적용해 보고, 평가를 통해 효과를 입증하였다는 점에서 차별성과 의의가 있다.
- 기존 관련 연구에서 개별 교과목에 대한 로봇 활용 수업 사례는 있었다. 본 논문에서는 개별 교과 내용이 아닌 STEAM을 포함하는 융합형 콘텐츠를 제시하고, 융합형 콘텐츠의 교육 효과를 평가하였다는 점에서 의의가 있다.

5. 결론

본 논문에서 로봇을 이용한 STEAM 교육 콘텐츠를 개발하였다. 초등학교 교과서 내용 중에서 로봇을 활용하여 교육 했을 때 효과적인 부분을 파악하여 콘텐츠를 설계하였다. STEAM 콘텐츠를 설계하기 위해 과학, 기술, 공학, 음악, 미술, 수학의 내용이 포

함될 수 있는 융합 콘텐츠를 설계하였다. 다음으로는 STEAM 콘텐츠를 로봇으로 구현하기 위해 놀이동산이라는 주제로 로봇을 설계하였다. 놀이동산에 있는 놀이기구에서 아이디어를 얻어 라인트레이서 로봇, 풍차, 회전그네, 탐지 로봇을 제작하였다. 이러한 놀이동산 로봇을 통해 가속과 감속, 속도의 계산과 단위의 이해, 색의 혼합, 디지털 오디오의 이해, 하드웨어와 소프트웨어 구동과정을 학습할 수 있도록 하였다.

제안한 콘텐츠를 수업에 활용하였고, 수업 후 설문 조사를 통해 로봇 융합 교육에 대한 효과를 분석하였다. 설문 결과를 요약해 보면 교과 내용에 대한 이해도, 흥미도 및 문제해결 능력, 참여도에서 많은 효과가 있음을 알 수 있었다. 특히 로봇을 활용한 STEAM 콘텐츠 활용 수업에서 내용에 대한 이해도가 높게 나타났고, 개별 교과서 학습보다 융합된 형태의 콘텐츠를 이용하여 수업하는 것에 대한 만족도가 매우 높게 나타났다. 또한 로봇을 이용한 수업의 경우 직접 조립하고 프로그래밍을 수행하고, 구동시켜 봄으로써 수업에 대한 흥미 및 참여도, 집중도가 높아짐을 확인하였다. 본 논문은 학생들에게 흥미를 유발할 수 있는 로봇을 활용하여 교과 내용을 융합한 STEAM 콘텐츠를 제작하였고, 이러한 콘텐츠를 통해 수업이 이루어졌을 때 효과가 크다는 것을 확인할 수 있었다.

향후 연구에서는 설문문항에 대한 일관성 및 타당성을 알 수 있는 통계 분석도구를 활용하여 보다 정교한 분석을 할 예정이다.

References

- [1] G. Yakman and H. Lee, "Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea," *Journal of the Korea Association for Science Education*, Vol. 32, No. 6, pp. 1072-1086, 2012. (*journal*)
- [2] Ministry of Education and Science Technology, <http://www.korea.kr/archive/expDocView.do?docId=27991>, 2010.
- [3] J. Johnson, "Children, robotics, and education," *Artificial Life and Robotics*, Vol. 2003, No. 7,

- pp. 16-21, 2003.
- [4] J. Kim, J. Kim, T. Lee, "A study on the development of creativity in elementary school through micro-robot education," Journal of the Korea Contents Association, Vol. 6, No. 8, pp. 124-132, 2006. (*journal*)
- [5] Y. Seo and Y. Lee, "A subject integration robot programming instruction model to enhance the creativity of information gifted students," Journal of the Korean Association of Computer Education, Vol. 13, No. 1, pp. 19-26, 2010. (*journal*)
- [6] S. Kwon, D. Nam, T. Lee, "The effects of STEAM-based integrated subject study on elementary school students creative personality," Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 17, No. 2, pp. 79-86, 2012. (*journal*)
- [7] S. Kim, D. Nam, T. Lee, "The STEAM learning model design based on smart learning for realization of the 21st century knowledge powerhouse," Conference of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 20, No. 2, pp. 369-372, 2012. (*conference*)
- [8] S. Jeon and T. Lee, "A strategy using writing based on STEAM instruction for information gifted students creative problem-solving," Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 17, No. 8, pp. 181-188, 2012. (*journal*)
- [9] S. Cho, "The effect of robots in education based on STEAM," Journal of Korea Robotics Society, Vol. 8, No. 1, pp. 58-65, 2013. (*journal*)
- [10] J. Park and C. Kim, "An effect of storytelling-based robot programming class," Journal of the Korea Association of Information Education, Vol. 16, No. 2, pp. 211-222, 2012. (*journal*)
- [11] S. Shin, H. Cho, M. Kim, "A curriculum development on the robot literacy related with a mathematics and science curriculum for elementary and secondary school students,"

Journal of the Korean Association of Computer Education, Vol. 16, No. 6, pp. 55-70, 2013. (*journal*)

- [12] Roborobo, <http://www.robobo.co.kr>



남 윤 정 (Yun Jeong Nam)

- 정회원
- 안동대학교 멀티미디어공학과 공학석사
- 관심분야 : STEAM 교육, 로봇 교육, 멀티미디어 콘텐츠



김 희 선 (Hee Sun Kim)

- 정회원
- 경북대학교 컴퓨터과학과 이학박사
- 안동대학교 멀티미디어공학과 교수
- 관심분야 : 멀티미디어 콘텐츠, 모바일 응용, 공학교육