레고 마인드스톰 로봇을 활용한 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용

최재혁 • 최호명[1*] • 박종석[1]
구미선주고등학교 • [1]경북대학교

Development and Application of STEAM Education Program Using the Lego Mindstorms Robot

Jae-Hyeok Choi • Ho-Meoyng Choi[1*] • Jongseok Park[1]
Gumi-si Seonju High School • [1]Kyungpook National University

Abstract : STEAM program as integrating Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics became essential part of secondary education and software education will be a required subject in secondary schools. In this study, we propose the application of the Lego mindstorms robotics programs for the developments of both STEAM and software educational materials. Our program consisting of five hours of classes is made based on the problem solving strategies. According to students' impression obtained after our program had been applied, our program appears to provide students opportunities for conceiving creative thinking and problem solving strategies. It also shows positive results for the application to the software and science educations as well as other extracurricular such as after school programs or programs for gifted students.

keywords : Lego Mindstorms Robot, STEAM program, software educational, after school programs, programs for gifted students

Ⅰ. 서론

2010년 교육과학기술부는 급변하는 미래사회의 환경에 효율적으로 적응하는 창의적 융합인재 양성을 위해 2011년도 추진업무 보고에서 STEAM (Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics) 교육을 주요 정책으로 발표하여 현재까지 STEAM 교육을 활성화하기 위해 노력해왔다.

특히 STEAM 교육은 수학, 과학에 대한 국제학업성취도(TIMSS) 결과에서 우리나라 학생들에게 부족한 과학에 대한 흥미와 자신감을 신장시키기 위해서 필요성이 더욱 강조되고 있다. 이와 더불어 교육부에서 발표한 '2015 개정 교육과정'의 주요 개정 내용으로 정보화 사회의 기초 소양으로 소프트웨어 교육을 강화하는 내용이 포함되어 있다. 이에 따르면 2017년부터 초등학교와 중학교에서는 소프트웨어교육이 필수과정으로 편성되며 2018년

*교신저자: 최호명 (homyoung@knu.ac.kr)
**이 논문은 최재혁의 2017년도 석사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.
***2017년 정부(교육과학기술부) 재원으로 한국연구재단의 지원 사업(NRF-2017R1D1A1B03033129)으로 수행된 연구임.
****2017년 10월 14일 접수, 2017년 12월 20일 수정원고 접수, 2018년 2월 06일 채택
http://dx.doi.org/10.21796/jse.2018.42.1.1

부터는 고등학교에서도 일반선택과목으로 도입된다(Lee, 2015).

이런 배경에서 우리나라 초.중등 학교현장에서는 STEAM 교육을 실천하기 위해 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 학습내용과 방법을 통합적으로 재구성하고 연계하려는 다양한 시도를 하고 있다. 그 노력의 일환으로 중등학교에서 이루어지는 수업도 예전과는 다르게 토의.토론 수업, 협동학습 등의 학생중심 활동 수업이 활발히 진행되고 있다. 특히 과학 과목에서는 과학에 대한 흥미도와 성취도를 높일 수 있는 STEAM 교육 프로그램이 많이 개발되고 있다(Ahn, Choi & Park, 2015; Kim & Choi, 2013; Kang & Seo, 2013; Lee, 2013; Kang & Row, 2014).

또한 교육부의 소프트웨어 교육 강화 방침에 맞춰 STEAM 교육 프로그램에 소프트웨어 교육을 가미할 수 있는 프로그램 중 하나가 로봇 교육이다. 로봇은 현재보다 지금의 아이들이 성장하여 생활할 미래에 더욱 중요하므로 로봇을 이해하기 위한 기초 지식과 그것을 다루기 위한 기본 능력의 배양이 필요하다. 이에 따라 레고 로봇을 활용하여 수업에 활용한다면 학생들이 흥미를 갖고 수업에 임하게 될 것이고 배우고자 하는 욕구도 늘어날 것이라 기대한다. 또한 레고를 이용한 다양한 형태의 로봇제작을 통해 기술력 증진과 프로그램을 배우며 알고리즘을 이해하는 과정에서 논리력이 향상될 것이라 기대한다. 즉, 로봇 교육은 로봇의 메커니즘을 기초로 한 기계분야, 전기적 회로와 관련된 전기 분야, 컴퓨터 프로그래밍분야에 기초적인 이해와 활동을 경험할 수 있다는 점에서 교육적 가능성과 활용 가치는 매우 높다고 판단된다(Kim & Kang, 2010).

STEAM 교육에서는 '상황제시', '창의적 설계', '감성적 체험' 이라는 핵심 요소가 포함되어야 하고 학생들이 정해진 방법이 아닌 실제 생활과 연관된 개방적인 사고를 자극할 수 있는 문제제기가 꼭 필요하다(Shin, 2013; Park & Park, 2013). 하지만 현재까지의 레고 로봇 STEAM 교육을 위해 개발된 자료들은 STEAM 교육에서 강조하는 창의적이고 융합적인 사고력 신장에 적합하도록 만들어 지지 않았다. 레고 마인드스톰 로봇은 레고 웹 사이트에서 교육 프로그램을 제공하지만 제공된 프로그램의 대부분은 단순히 로봇의 기능을 익히는 방법 위주로 되어 있다(Moon, 2013; Jung, 2013).

이에 본 연구에서는 레고 로봇 수업에서 문제제기의 필요성을 인식하고 실생활과 관련된 문제를 제공할 수 있는 수업모형인 PBL(Problem-Based Learning) 수업 중심의 STEAM 교육 자료를 개발하고 연구의 목적을 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, 레고 로봇을 처음 접하는 중등학교 학생들에게 적절한 동기부여가 될 수 있는 학습과제를 제시하고 이를 수행하면서 과학적 원리를 배우고 소프트웨어 사고능력, 과학적 탐구능력을 키울 수 있는 PBL 방식의 STEAM 교육 프로그램을 개발한다.

둘째, 개발된 프로그램을 중등학교 학생들에게 적용하여 실제 융합 수업으로 활용 가능한지를 알아본다.

셋째, 개발된 프로그램에 대한 학생들의 수업 후 반응과 교육의 효과성이 긍정적으로 도출되는지 분석한다.

Ⅱ. 연구 방법

1. STEAM 교육 프로그램 개발 과정과 수업 적용

본 연구에서 프로그램을 개발하기 위해 사용된 레고 로봇 마인드스톰 ev3는 Figure 1과 같다. CPU역할을 하는 메인브릭이 있고 4개의 입력포트에는 터치 센서, 사운드 센서, 빛 센서, 초음파 센서가 연결되어 있으며, 3개의 출력포트에는 모터를 장착하여 로봇의 움직임을 나타낼 수 있다(Benedettelli, 2016; Choi *et al.*, 2009). 프로그래밍은 레고 마인드스톰에서 제공하는 그래픽 기반의 프로그램 언어인 NXG를 사용하였다.

레고 로봇을 처음으로 수업에 적용한 것은 경북 소재 K교육청 영재교육원에서 중학교 2학년 20명을 대상으로 실시한 20시간(2012.3.2.~2013.2.28.) 중등과학영재수업이다. 처음에는 레고 로봇에 포함

된 교육 소프트웨어 프로그램을 활용하여 수업을 실시하였다. 그러나 영재 수업 후에 상당수의 학생들이 '반복되는 과정이 지루하다.', '로봇에 흥미가 가지 않는다.' 등의 부정적인 정성 평가를 제시하였다. 이를 개선하기 위해 문제해결 중심의 수업 개발을 시작하게 되었으며 2013학년도와 2014학년도에 K교육청 영재교육원 수업에 적용을 하면서 부족한 점을 보완하여 레고 로봇을 활용한 STEAM 교육 프로그램을 개발하였다.

Figure 1. Motors and Sensors connected to ev3 (robotsquare.com, The LEGO Groups)

레고 로봇을 활용한 STEAM교육 프로그램은 총 5차시(20시간) 수업으로 구성하였고, 이를 경상북도 소재 Y중학교에서 토요 방과 후 레고 로봇 반 11명의 학생들을 대상으로 5차시(20시간)의 수업(2016.3.2.~2016.11.30.)을 적용한 후 결과를 분석하였다. 기존의 영재학생들을 대상으로 하지 않고 일반 학생들을 대상으로 변경 한 것은 영재집단이라는 특수성에서 벗어나 일반 학생들에게도 적용이 가능한지와 중학교 전 학년의 학생들에게 적용가능 여부를 분석하기 위해서이다. 또한 1차시의 수업을 4시간, 총 5차시로 구성한 이유는 대부분의 학교 및 교육청에서 토요 특기적성 수업이나 영재교육 수업이 1차시에 4시간인 5차시의 수업으로 편성되어 시행되기 때문이다. 수업 내용은 STEAM 교육의 목표인 종합적 사고력과 창의적 문제해결력을 기르기 위해 미션을 제공하면서 학생 활동을 점차 늘려가는 방식으로 구성하였다. 즉, 1,2,3차시 수업에서는 로봇의 조립, 센서의 사용, 프로그래밍 방법을 각각 익히고 4,5차시 수업에서는 미션을 해결하기 위한 학생 활동 중심으로 구성하였다.

2. 설문조사와 설문 분석

학생들에게 레고 로봇 프로그램이 과학적 사고에 도움이 되는지와 소프트웨어 프로그래밍의 개념을 이해하는데 도움이 되는지 알아보기 위해 K교육청 영재교육원 설문을 참고하여 개발한 설문지를 본 연구에서 적용하였다. K교육청 영재교육원의 설문지는 경상북도교육청 영재교육 자체평가위원회에서 개발된 설문지로 총 53개의 문항으로 구성되어 있다. 각 문항은 수업과 교사에 대한 평가, 수업 후에 자신의 인지적, 정의적 향상정도에 대한 내용으로 구성되어 있으며 결과 분석은 리커트 5점 척도를 활용하였다. 중학교 영재수업에서는 중등 과학과목의 영재 수업을 처음 접하는 학생들로 구성되어 사전 조사나 비교 집단과의 분석 보다는 교육 후의 인식을 알아보는 것에 초점을 맞추었다. 본 연구에서는 교육청 영재교육 자체평가위원회의 설문지를 참조하여 레고 로봇 수업을 통한 학생들의 인식을 5점 척도로 측정하여 각 문항별 평균값을 통해 효과성을 분석하고자 하였다. 문항 내용은 수업의 구성을 반영하여 레고 로봇에 대한 흥미도, 로봇의 조립, 프로그래밍 과정, 미션해결과정, 과학실험과정, 협동학습과정에서 학생들의 교육 후 인식을 알아보는 것으로 구성하였고 교육청 영재 설문지와 마찬가지로 사전 조사를 바탕으로 학생들을 선별하기보다 자발적으로 교육을 희망한 학생들을 모두 참여시켜 교육 후의 인식을 알아보았다. 수업 참여 인원은 12명이었으며 설문에 참여하지 않은 1명은 연구대상에서 제외시켰다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 레고 로봇을 활용한 STEAM 교육 프로그램의 개발

레고 마인드스톰 ev3를 이용한 STEAM 수업은 레고 로봇을 처음 접해 본 학생들의 수준에서 중등 영재수업이나 토요 방과 후 수업에서 보편적으로 행해지는 20시간의 수업을 4시간씩 1차시로 편성하여, 총 5차시로 구성하였다. 수업은 본 연구에서 개발된 프로그램을 기본으로 진행하되 학생들의 이해와 수준에 따른 수업 진행속도나 수업시수, 학생들의 관심 분야에 따라 유동적으로 선택이 가능하도록 세부적인 시간 제약 없이 구성하였다.

Table 1은 본 연구에서 개발한 교육 프로그램의 전체 차시별 주제와 활동내용, 레고 로봇 수업에서 활용되는 STEAM 요소를 나타낸 것이다. STEAM 요소가 활용되는 구체적인 내용은 다음 페이지의 차시별 내용에서 소개하였다.

레고 로봇을 이용한 교육 프로그램은 STEAM 요소들이 골고루 포함되어 있다. 예를 들면 등속도 운동과 가속도 운동의 이해에서는 STEAM 요소 중 과학(Science, S)이 필요하며, 특히 모든 센서에서 필요한 부분이다. 설계도를 따라 레고 로봇을 정확하게 제작하는 과정에서는 기술(Technology, T)요소가 필요하다. 목표에 맞는 로봇을 설계하고 효율적인 프로그램을 구상하는 과정에서 공학(Engineering, E)요소, 제작 시에 균형감이나 전체적인 디자인의 조화를 고려하는 과정에서 예술(Art, A)요소도 포함된다. 구체적인 로봇의 동작을 설정할 때 회전각도, 이동거리등을 측정하는 과정과 프로그램의 알고리즘을 작성하는 과정에서 수학(Mathematics, M)요소가 포함된다.

개발한 STEAM 교육 프로그램의 차시별 내용은 다음과 같다.

Table 1. STEAM Program Using Lego Robotics

Class hour		Learning contents	STEAM elements
1	Object	Build Your First Mobile Robot	T, M
	Subject	• Set up my own classification rule for parts • Compare my own classification with that in the manual • Assemble my own mobile robot and operate it	
2	Object	Understand Sensors and Make a Flow Chart	S, T, M
	Subject	• How to connect sensors to robot and operate them? • What is the scientific principle of sensor? • How to make a line follower robot?	
3	Object	Make the Robot Measuring the Length of a Tunnel	S, T, E, A, M
	Subject	• Connect sensors and assemble • Enter program using computer	
4	Object	Make a Stair-Climbing Robot or a Robot Carrying Goods	S, T, E, A, M
	Subject	• Make a suitable robot • Enter command to robot • Present scientific principle	
5	Object	Measure the period of Simple Pendulum or Make your own Lego Character	S, T, E, A, M
	Subject	• Make a robot suitable for measuring the period of simple pendulum • Measure the period of simple pendulum • Make your own robot	

1) 1차시: 레고 로봇의 부품과 조립방법 익히기

(1) 분류되지 않은 로봇 부품을 분류 틀에 분류할 수 있도록 한다. 센서와 연결선 등의 수량이 맞는지 파악할 수 있도록 한다.
(2) 분류한 뒤에 어떠한 분류 기준과 이유로 분류하였는지 발표한다.
(3) 다른 사람의 분류 방법과 분류 기준을 비교해 보면서 부품 정리를 마무리 하고 레고 로봇 수업을 위한 준비를 마친다.
(4) 레고 로봇의 기본적인 모형의 조립도를 보고 기본 모형 중 하나를 선택해 만들어 본다. 제품의 규격을 정확히 측정하여 조립도를 보고 제작한다.
(5) 설명서에서 제공하는 프로그래밍 방법을 통해 내장 코딩 프로그램을 활용하여 동작해본다.
(6) 자기 주도적으로 다른 방법으로 프로그래밍 해 본다.

1차시 수업에서는 레고 로봇에 익숙해지고 부품을 자유롭게 다루는 것에 중점을 둔다. 학생들이 자신이 사용하기 편하도록 부품을 분류하는 과정에서 모양과 크기를 측정하는 등 부품에 익숙해지도록 한다. 현재 다른 레고 로봇 교육 프로그램에서는 이러한 부품에 대해 생각하고 미리 어떠한 부품이 있는지 알아보는 과정이 없어 학생들이 미션을 해결 할 때 어떤 부품이 있었는지 조차 모르는 경우가 많다.

그리고 학생들로 하여금 설명서에 있는 로봇의 기본 형태를 조립해 보도록 한다. 이 과정은 설명서의 부품의 크기를 정확히 측정하여 사용하고 또한 도면을 보고 조립하는 과정으로 STEAM의 요소 중 기술, 수학에 해당한다.

2) 2차시: 센서의 사용과 알고리즘 익히기

(1) 초음파센서, 터치센서, 컬러센서, 자이로센서에 대해 간략히 설명하고 레고 로봇 교육 프로그램에서 설정하는 방법에 대해 설명하고 작동해본다.
(2) 레고 로봇 교육 프로그램을 보고 센서를 사용하여 앞에 있는 사물을 인식하여 다른 동작을 하도록 해본다.
(3) 센서가 어떤 원리로 작동하는지 알게 된 것을 워크북에 정리하고 발표한다.
(4) 순서도를 그리는 방법에 대해 설명한다.
(5) 검은색 선을 따라가는 라인트레이서 로봇의 동영상을 보여주고 어떠한 명령 흐름도를 따라 작동할 수 있는지 순서도를 작성해본다.
(6) 순서도를 발표하고 다른 사람의 것을 참고하여 다른 방법의 순서도를 하나 더 작성해본다.

2차시에서는 센서에 대해서 탐구한다. 센서에 대해서는 간략하게 명칭과 부품구성에 대해서만 설명하고 레고 로봇 교육 프로그램에 내장된 탐구학습을 이용하는 것이 좋다. 학생들이 조립을 하면서 스스로 센서의 과학적 원리를 정리하도록 한다. 단순히 프로그램을 따라서 하는 과정이 되지 않도록 앞에 있는 사물을 인식하는 방법을 생각해 보도록 문제를 제기한다. 센서는 초음파, 터치, 소리, 빛 등을 활용하며 STEAM의 요소 중 과학이 중점적으로 사용된다고 할 수 있다.

그리고 두 번째로 프로그래밍 전 학생들은 논리적인 순서도 개념이 부족한 경우가 많아 알고리즘을 작성해보는 연습이 필요하다. 따라서 학생들로 하여금 기본적인 순서도에서 도형이 가지는 의미에 따라 순서적으로 연결하여 발표해 보도록 한다. 이 과정에서는 과학, 수학요소가 사용된다. 학생들이 미션을 해결하는 과제는 STEAM 교육의 목표 중의 하나인 창의적 문제해결력에도 부합한다. 처음에 제공한 미션은 학생들에게 친숙하며, 대표적인 로봇 프로그램인 라인트레이서(검은색 선을 따라서 가는 로봇)이다. 수업횟수가 5회 이상의 수업이라면 다음 차시에서 라인트레이서 로봇을 직접 제작할 수도 있다.

3) 3차시: 프로그래밍 학습과 응용동작 제작

(1) 깊은 동굴 사진을 보여준다.
(2) 깊숙한 상자를 준비하여 학생들에게 상자의 길이를 자를 사용하지 않고 로봇을 활용하여

측정할 수 있도록 소개한다.
(3) 모터의 동작, 센서를 사용하는 아이콘과 무한 반복, 선택적 명령하는 아이콘에 대해 설명하고 활용할 수 있도록 한다.
(4) 학생들이 적절한 형태의 로봇을 제작하고 센서를 활용하거나 동작을 통해 길이를 측정할 수 있도록 프로그래밍 한다.
(5) 길이를 측정하고 발표하며 장.단점을 토론한다.

3차시 수업부터는 학생들이 로봇을 제작하는 계획, 부품선정, 제작, 적용, 피드백까지 자기 주도적으로 실험을 수행한다. 동굴의 길이 측정하기는 kang *et al.* (2015)의 프로그램을 참고하여 제작되었으나 기존의 프로그램이 초음파센서를 사용하는 방법으로 한정된 반면 본 수업에서는 모든 센서를 사용할 수 있도록 하였다. 센서를 사용하고 적절한 로봇을 설계하고 제작하며 미션을 해결하기 위해서는 바퀴 수에 따른 거리등의 수학적인 능력이 필요하다. 그리고 효율적이고 균형감이 있는 설계가 필요하므로 창의적인 예술성도 필요하다고 본다. 따라서 이 과정에서는 STEAM의 모든 요소가 사용된다.

4) 4차시: 미션해결하기(계단을 오르는 로봇, 물건을 나르는 로봇)

(1) 3층 계단 형태로 된 상자를 준비하여 바닥에 고정시킨 뒤 계단을 오르는 로봇 (또는 물건을 나르는 로봇)을 제작하도록 소개한다.
(2) 설계도를 작성하여 발표한다.
(3) 설계도를 바탕으로 로봇 조립과 프로그래밍 작업을 한다.
(4) 실제 작동을 하면서 부족한 부분을 보완하도록 한다.
(5) 최종적으로 조별 발표를 하고 동영상 촬영을 하여 편집한다.
(6) 느낀 점을 정리하여 발표한다.

4차시에는 3차시에 실시한 미션에 이어 좀 더 역동적이고 역학적인 제작이 필요한 로봇 미션이 제공된다. 학생들은 로봇을 제작할 때 기능적인 측면뿐만 아니라 무게중심, 돌림힘(torque) 등의 역학적 요소를 생각해서 로봇의 형태에도 관심을 가져야 한다. 이 과정 또한 STEAM 요소가 모두 포함되며 모둠인원과 수업시간에 제시된 미션을 선택적으로 수행한다.

5) 5차시: 과학실험-진자의 주기 구하기. 나만의 창의적인 작품 만들기

(1) 단진자에 대한 과학적 개념을 설명하고 진자를 보여준다.
(2) 진자의 주기에 대해 설명하고 주기를 어떻게 정확히 측정할 수 있을지 생각해 보도록 한다.
(3) 주기를 구하는 로봇을 설계해본다.
(4) 설계한 로봇을 발표한다.
(5) 설계도를 바탕으로 로봇을 제작하고 프로그래밍 한다.
(6) 실제 작동을 해보고 로봇을 보완하도록 한다.
(7) 주기에 영향을 주는 요인을 찾도록 한다.
(8) 주기에 영향을 주는 요소를 정리하고 조별 발표를 하고 동영상 촬영을 하여 편집한다.
(9) 동영상을 보고 느낀 점을 정리하여 발표한다.

5차시에서도 수업을 선택적으로 수행한다. 학생들의 흥미나 수업의 진행방향에 따라 독창적인 레고 로봇을 제작하는 과제를 줄 수도 있고 과학반이나 과학실험에 중점을 둔다면 과학실험 장치 개발을 할 수도 있다. 본 연구에서는 진자의 주기 측정 장치를 만드는 프로그램을 개발하였고 진자의 주기를 측정하는 장치를 만들어보면서 과학적인 의미와 STEAM 교육을 할 수 있도록 하였다. 이 과정 또한 STEAM의 모든 요소가 활용된다. 참고로 현재 레고 소프트웨어에서는 과학 실험으로 마찰력 측정 실험과 관련 매뉴얼을 제공하고 있으나, 본 연구에서는 진자의 주기 측정을 새롭게 시도해 보았다.

2. STEAM 프로그램의 적용 및 결과

다음은 STEAM 프로그램을 적용한 차시별 수업에서 나타난 학생들의 활동과 반응이다.

1) 1차시

레고 로봇반 학생들은 부품정리와 모델 조립을 4차시 수업시간 내에 해결하였다. 학생들 대부분이 일반 레고 블록에 대한 조립 경험이 있었기 때문에 부품을 살펴보고 기본 모델을 조립하는 것은 1시간 내에 완성하였다. 부품을 정리하는 과정을 통해 학생들은 레고 로봇에 어떤 부품들이 있는지 알 수 있었고, 기본 모델을 조립하면서 로봇을 제작하는 데 필요한 제작 기술을 연습하였다.

2) 2차시

학생들은 처음부터 센서에 대한 과학적인 원리를 배우기보다 깡통을 인식하는 간단한 미션으로 센서를 익혔다. 다음으로 라인 트레이서 미션을 수행하면서 컴퓨팅 사고의 원리를 배웠다. 학생들은 라인 트레이서 로봇을 직접 제작할 수 있다는 것에 흥미를 많이 나타냈고 시중에 판매되는 규격화된 상태의 키트를 쓰는 것보다 Figure 2와 같이 직접 순서도를 제작하면서 작동되는 기계의 과학적 원리에 대해 생각하며 프로그램에서 명령의 순서를 생각해 보는 기회를 가졌다.

3) 3차시

학생들은 자기 주도적으로 문제를 해결하는 실험을 하면서 토의하고 협동하는 과제를 수행하였다. 미션을 해결하기 위해서 인터넷으로 자료를 검색하였고 연습을 많이 하였다. 학생들은 미션을 해결한 뒤 로봇이 실제 생활에 어떻게 적용되는지 발표하였다.

4) 4차시

로봇을 제작하기 전에 사전 설계도를 작성하고 간단한 프레젠테이션을 통해 발표하여 로봇 설계에서 사전 계획의 중요성을 인식하였다. 이를 통해 학생들은 과학실험에서 계획과 가설이 중요함을 배웠다. 학생들은 3차시에 비해 프로그래밍 과정에 필요한 아이콘을 바로 찾아내어 사용하였고 알고리즘을 좀 더 다양하게 사용하는 모습과 미션에 실패하더라도 보완하는 결과도 보여 주었다. 예를 들어 Figure 3과 같은 반복적인 명령도 이전 수업에서는 아이콘을 길게 반복적으로 나열하였는데 4차시 수업에서는 순환 아이콘을 사용하여 프로그래밍을 구성하였다. 또한 바구니에서 물건을 꺼내는 각도가 부족할 경우에 각도를 조정하여 재시도하기도 하였다. Figure 3~6는 전체적인 수업 과정으로 각각 디자인 도안, 사전설계 발표 화면, 계단을 올라가는 로봇의 결과물을 나타낸 것이다.

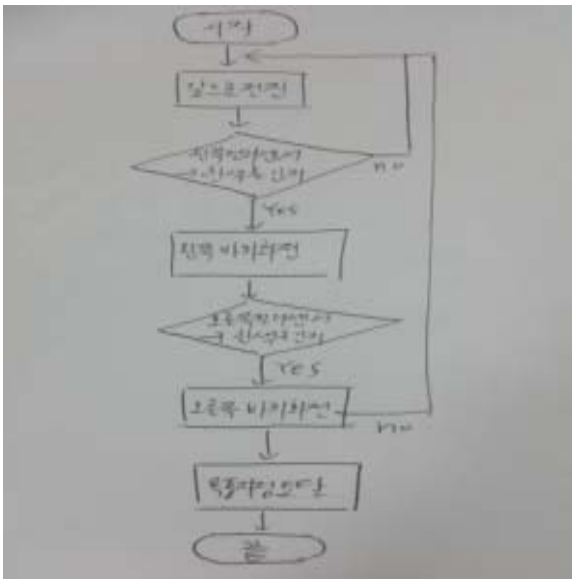

Figure 2. Example of flow chart

Figure 3. Example of programming using circulation icons

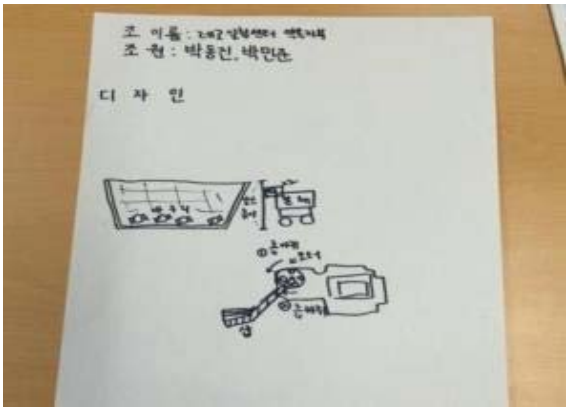

Figure 4. Example of predesign

Figure 5. Picture of presenting predesign

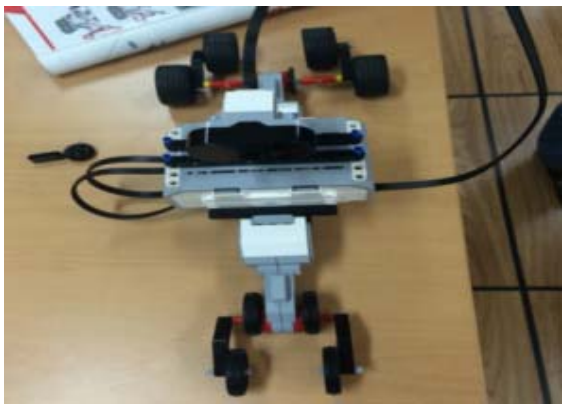

Figure 6. Stair-climbing robot as final product

5) 5차시

5차시에서는 과학실험과정을 통해 학생들은 레고 로봇을 사용하여 과학실험을 더 정교하고 정확하게 할 수 있다는 것을 알게 되었다. 추를 놓을 때 사람이 손으로 놓으면서 시간을 측정하는 것은 오차가 많이 발생하게 되는데 로봇을 활용하면 기계적으로 추를 놓으면서 기록을 시작할 수 있어 오차를 줄일 수 있었다. 일반적인 과학실험에서는 실험 방법과 도구가 정해져 있지만 레고 로봇을 활용한 과학실험에서는 실험 방법을 직접 계획하고 이에 맞게 실험 도구도 제작해야 해서 4시간의 수업시간 동안 실험을 완성하지는 못하였다. 하지만 초음파 센서와 데이터 로깅을 활용하여 추의 거리를 측정하여 주기를 측정하려는 시도를 통해 학생들은 스스로 문제를 해결하는 과정을 겪었으며 레고 로봇을 활용한다면 과학 실험을 좀 더 유용하게 할 수 있고 참여도가 높아질 것이라고 생각했다.

1-2학년의 학생들은 독창적인 레고 작품 만들기를 수행하였다. 독창적인 레고 작품 만들기의 경우 주제 선정과 작품 구상부터 학생들이 주도적으로 하므로 협동하는 과정이 더욱 많이 편성되어 있고 전시품 제작, 동영상 제작 등 다양한 자료를 만들기에 적합하였다.

Table 2는 경북 Y중학교 레고 로봇반 학생 11명의 5차시 STEAM 프로그램 수업 후 설문한 결과이다.

설문 결과는 5점 척도로 평균점수가 5점에 가까울수록 긍정적인 인식으로 판단할 수 있다.

대부분의 학생들은 레고는 친숙한 소재이며(설문 1), 레고 로봇을 처음 보았을 때부터 흥미를 가졌다(설문2)고 답변했다. 이는 문제해결방법에서 문제를 제시할 때 학생들의 흥미가 중요한데 레고 로봇이 적합한 소재가 될 수 있음을 의미한다. 설문 3번에서 레고 로봇의 조립과정은 1명을 제외하고는 어렵지 않다고 답변하였다. 설문 4~5번으로부터 대부분의 학생들은 컴퓨터 언어 자체를 배우지는 않지만 명령을 알고리즘에 따라 설계하는 방법을 익혀 프로그래밍의 개념을 배우는 데 긍정적인 결과가 나타났다. 레고 로봇 수업에서 창의성이 필요하다는 항목(설문 6)은 4.91점으로 매우 높았고, 정

Table 2. Student responses to questionnaire

	Question	Response(person)					Average
		Strongly agree (5)	Agree (4)	Neutral (3)	Disagree (2)	Strongly disagree (1)	
1	I am familiar with Lego.	8 (73%)	1 (9%)	2 (18%)	•	•	4.55
2	I have interest in Lego when I see it first time.	7 (64%)	4 (36%)	•	•	•	4.64
3	It is not difficult to make robot in accordance with the design drawing.	3 (27%)	5 (46%)	2 (18%)	1 (9%)	•	3.91
4	I understand command base robot programming.	3 (27%)	8 (73%)	•	•	•	4.27
5	The order of algorithm is important in the program.	9 (82%)	1 (9%)	1 (9%)	•	•	4.73
6	I had a creative thinking in accomplishing the mission given to me.	10 (91%)	1 (9%)	•	•	•	4.91
7	I searched for information on the web to accomplish the mission given to me.	4 (36%)	7 (64%)	•	•	•	4.36
8	It is important to have pre-plan and pre-design to accomplish the mission given to me.	6 (55%)	5 (45%)	•	•	•	4.55
9	I tried to resolve the problem when I failed to accomplish the mission given to me.	4 (36%)	6 (55%)	1 (9%)	•	•	4.27
10	Using both scientific instrument and Lego robot together may increase student participation.	10 (91%)	1 (9%)	•	•	•	4.91
11	Lego robot is quite useful in science experiment.	7 (64%)	4 (36%)	•	•	•	4.64
12	I made a Lego robot using the idea of mechanics.	3 (27%)	5 (46%)	2 (18%)	1 (9%)	•	3.91
13	This class greatly increases my interest in robot and science.	5 (45.5%)	5 (45.5%)	1 (9%)	•	•	4.36
14	I feel a great sense of accomplishment when I present my output as a movie.	5 (46%)	3 (27%)	2 (18%)	1 (9%)	•	4.09
15	We definitely need cooperation and discussion in problem solving.	4 (36%)	5 (46%)	1 (9%)	1 (9%)	•	4.09

보검색 중요하다는 항목(설문 7)은 4.36점, 사전설계가 중요하다는 항목(설문 8)은 4.55점으로 본 연구에서 개발된 프로그램이 STEAM 교육에서 과학적 창의성 개발과 탐구능력 신장에 부합하는 결과라 할 수 있다. 설문 9번에서 학생들은 과제집착력에 대해서도 4.27점으로 긍정적인 반응을 나타내었다. 설문 10, 11번 문항의 답변에서 보듯 대부분의 학생들은 레고 로봇이 과학실험에 사용될 경우 실험에 대한 학생들의 참여도를 높이고 유용하게 사용될 것이라 생각하였다. 또한 설문 12번 문항의 로봇 제작 시 역학적인 요소를 고려하였는가에 대해 대부분의 학생들이 긍정적으로 답변하였으며, 설문 13~15번의 결과에서는 대부분의 학생들이 로봇을 사용한 후에 과학에 대한 관심이 높아졌으며, 문제 해결과정에서 협동 및 토론이 필요하다고 답변하였다. 이러한 설문 결과로부터 학생들은 본 연구에서 개발한 로봇 활용 STEAM 교육 프로그램을 긍정적으로 생각한다는 것을 알 수 있다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구에서는 레고 로봇을 활용하여 5차시 STEAM 프로그램을 개발하였고, 이를 중학생들에게 적용하여 창의력과 과학적 탐구능력의 향상, 프로그래밍 수업을 통한 소프트웨어 교육과의 융합, 과학실험에의 활용에 미치는 영향을 분석하였다. 프로그램 설명에 그치던 기존의 연구와는 달리 실제 학생들의 흥미와 수업결과 분석을 통해 본 연구에서 개발한 프로그램은 방과 후 수업, 영재수업 등 현장 수업에 그대로 적용 가능함을 알 수 있었다.

레고 로봇을 활용한 STEAM 프로그램은 학생들에게 창의적인 사고와 문제해결 방법에 대해 구상할 수 있는 기회를 주었다. 프로그래밍에 대한 개념 인식에서 소프트웨어 교육이 이루어졌고, 기본적인 로봇 제작과 프로그래밍 과정에서 기술적인 측면을 활용하였다. 과학적 측면에서는 기존의 과학실험을 대체하거나 보완할 수 있을 것으로 기대되는 결과가 산출되었다. 과학 분야에 전문화된 심화과정으로 현재 출시된 에너지 세트, 스페이스 세트, 역학실험 세트 등을 선택하여 집중적으로 배워볼 수도 있을 것이다. 레고 로봇은 기능이 계속 발전하고 있어 사전에 필요한 기기들을 조사하고 준비한다면 충분히 학생들의 사고력을 기르는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

프로그램을 운영하는 데 있어 차시마다 시간이 부족한 경우가 있었다. 시수가 더 확보 되거나 이후에 연계하여 수업을 진행할 수 있는 융통성이 있었으면 좋겠고 20시간 정도의 수업에는 주제를 좀 더 작게 설정하는 것이 적절할 것이다. 한편 과학 수업시간에 레고 로봇을 이용한 시범 실험을 수행하거나 동아리 활동, 방과 후 활동, 특기 적성 프로그램 등을 활용한다면 훨씬 효과적일 것이다.

앞으로 보완되고 개발해야 할 것이 많은 레고 로봇 분야이지만 발전 가능성이 높고 활용도가 높기 때문에 STEAM 교육과 소프트웨어 교육의 목표를 달성하는데 좋은 프로그램이 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

Ahn, H., Choi, H., & Park, J. (2015). STEAM education program development for the light unit in the middle-school science textbook by using masterpieces of painting. *New Phys.: Sae Mulli, 65*(3), 261-272.

Benedettelli, D. (2016). *Lego Mindstrom EV3 Laboratory* (1st ed). Seoul: Insight. pp. 12-13.

Choi, B,. Lee, Y,. Joe, Y,. Shin, K,. Son, S,. Lee, M, (2009). *Lego Middstrom NXT Programming Using NXTG and JAVA* (1st ed). Seoul: Green Publishing Co. pp. 10-27.

Jung, I. (2013). Study on the methods of efficient robot fundamental programming education based on the programming patterns - Focus on MINDSTORM robots

-. *Journal of the Korean Association of Information Education, 17*(2), 347-355.

Kang, H., Seo, H. (2013). The development and application of a life science based STEAM program for middle school science gifted students. *Journal of Science Education for the Gifted, 5*(3), 162.

Kang, J,. Kim, Y,. Kim, J,. Kim, H,. Nam, H,. Moon, D,. Moon, S,. Park, K,. Bae, S,. Yu, Y,. Lee, S,. Lee, C,. Jeong, J. (2015). *Robot Education for Creative Activities*, 1st ed. Paju: Yangseowon Publishing Co. pp. 183-212.

Kang, Y., Row, Y. (2014). The development and application of STEAM programs with a focus on visual art for middle school. *Art Education Review,* 51, 1-24.

Kim, K., Choi, H. (2013). Study on the development and application of the STEAM education program using the principle of circular polarization. *New Phys.: Sae Mulli, 63*(2), 133-142.

Kim, T.. Kang, M. (2010). Measuring the effectiveness of teaching introductory programming using LEGO Mindstorms robots. *Transactions on Internet and Information Systems, 11*(4), 159-173.

Lee, S. (2013). Development of science STEAM program using storytelling. *Journal of Korean Society of Earth Science Education, 6*(2), 136-144.

Lee, T., Choi, H. (2015). *Informatics Eduction* (1st ed). Seoul: Hanbit Publishing Network. pp. 112-120.

Lego Group (2017). *Playful Hands-On Learning Experiences.* Retrieved from https://education.lego.com/

Ministry of Education [MOE]. (2017). *2011 Annual Report*. Retrieved from https://www.moe.go.kr/newsearch/search.jsps

Ministry of Education [MOE]. (2017). *2015 Education Curriculum.* Retrieved from https://ncic.go.kr

Moon, W. (2007). A programming language learning model using educational robot. *Journal of the Korean Association of Information Education, 11*(2), 231-241.

Park, B., Park, Y. (2013). *STEAM Education and Smart Learning* (1st ed). Seoul: PMD Academy Corp. pp. 124-138.

Shin, J. (2013). *Theory and Practice for STEAM Education* (1st ed). Paju: KYOYOOKBOOK. pp. 53-66.

국 문 요 약

과학, 기술, 공학, 예술, 그리고 수학을 통합한 STEAM 프로그램은 중등 교육에서 필수적인 요소로 자리 잡았고 소프트웨어 교육은 앞으로 중등학교에서 필수 이수과목으로 선정될 예정이다. 본 연구에서는 STEAM 교육과 함께 소프트웨어 교육 자료로 레고 마인드스톰 로봇 활용방안을 제안하고자 한다. 5차시로 개발된 STEAM 교육 프로그램은 차시별로 STEAM 교육에서의 핵심적인 요소를 포함하여 문제해결중심으로 구성되었고, 이를 수업에 적용하여 사례를 분석하였다. 분석 결과 레고 로봇을 활용한 STEAM 프로그램은 학생들에게 창의적인 사고와 문제해결 방법에 대해 구상 할 수 있는 기회를 제공하고 소프트웨어 교육과 과학 수업에의 활용 가능성에 대해 긍정적인 결과를 보였다. 또한 본 연구에서 개발한 프로그램은 방과 후 수업, 영재수업 등 현장에 적용 가능함을 알 수 있었다.

주제어: 레고로봇, 융합과학교육, 소프트웨어교육, 방과후 수업, 영재수업