

로봇기반 교과연계 SW교육 프로그램 개발 및 적용

김봉섭* · 조미현**

노은초등학교* · 청주교육대학교**

요약

전 세계적으로 SW교육의 중요성은 더욱 강조되고 있고, 우리나라도 2015 개정 교육과정에서 SW교육을 의무화하며 이에 대비하고 있다. 하지만 교육과정에서 제시하는 실과 영역에서 연간 17시간 이상의 교육만으로는 큰 효과를 거두기 어렵기에 본 연구에서는 다른 정규 교육과정과 연계한 로봇기반의 SW교육 프로그램을 개발하였다. 또한 SW교육 프로그램의 적용을 통해 미래 역량을 신장할 수 있는지 그 효과를 검증하기 위해 문제해결 능력과 의사소통능력을 핵심요소로 선정하였다. 대응표본 t -검정을 실시하여 사전평가와 사후평가 결과 간에 유의미한 차이가 있는지를 분석하였다. 그 결과, 로봇기반의 교과연계 SW교육 프로그램이 학생들의 문제해결 능력과 의사소통 능력 신장에 효과가 있었다는 사실을 검증할 수 있었다. 또한 프로그램이 종료된 후 실시한 자유 설문을 통하여 학생들이 SW교육에 대해 긍정적인 인식을 하게 되었다는 사실을 발견하였다.

키워드 : SW교육, 교과연계 SW교육, 로봇기반 SW교육, 문제해결능력, 의사소통능력

Development and Implementation of a Robot-based Subject-related SW Education Program

Bong Sup Kim* · Miheon Jo**

Noun Elementary School* · Cheongju National University of Education**

Abstract

Globally SW education is becoming increasingly important, and the government is preparing for this trend as a mandatory implementation of SW education in the 2015 revised curriculum. However, because the 17 hours of annual education offered in the course of Practical Arts cannot have great educational effects, this study attempted to develop a robot-based SW education program related to other regular subjects. Also in order to verify the effects of the program related to future competencies, problem solving ability and communication ability were selected as key factors. The paired t -test was conducted to examine whether there was a significant difference between pretest and posttest results. As a result, it was verified that the subject-related SW education program using robots was effective in improving students' problem-solving ability and communication ability. In addition, after the program was completed a survey was conducted, and it was possible to confirm that students could have positive perception on SW education.

Key words : SW Education, Subject-related SW Education, Robot-based SW Education, Problem Solving Ability, Communication Ability

교신저자 : 조미현(청주교육대학교)

논문투고 : 2020-01-31

논문심사 : 2020-02-12

심사완료 : 2020-02-20

1. 서론

제4차 산업혁명으로 인해 인공지능, 로봇, 빅데이터, 클라우드, 사물인터넷 등 첨단 기술의 발전으로 현대 사회는 빠르게 변화하고 있고, 다가올 미래 사회는 소프트웨어 중심의 세상이 될 것으로 예측되고 있다[17]. 이러한 변화에 적극적으로 대응하기 위해 주요 선진국에서는 학생들의 컴퓨팅 사고력을 신장시키고자 초등학교 저학년부터 SW교육을 실시하고 있다[1]. 우리나라에서도 2015 개정 교육과정에서 기존의 정보 교육과정을 SW교육 중심으로 개편하고, 소프트웨어 역량을 융합하여 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 창의·융합 인재를 양성하는 목표를 설정하였다[10].

그러나 사회 전반에 걸쳐 SW교육에 대한 관심도가 높음에도 불구하고 현실적으로 2015 개정 교육과정에서 SW교육은 초등 실과 영역에서 연간 17시간 이상 실시하는 것으로 구성되어 있기에 교육 시간이 매우 부족하며, 제한된 시간 내에 큰 효과를 거두기 어렵다. 이에 교육과정 속에서 다른 정규 교육과정과 연계하여 SW교육을 실시함으로써 SW교육의 운영 시간을 충분히 확보할 필요가 있다.

SW교육을 통하여 컴퓨팅 사고력을 신장하기 위한 여러 방법들이 있다. 그 중 로봇은 학생들이 직접 로봇을 조작하고 제어함으로써 놀이와 같은 학습 활동을 즐기도록 하고, 학습 과정에서 창의력, 문제해결력, 논리적 사고력 등을 신장할 수 있다[12].

이에 본 연구는 초등학교 정규 교육과정 내 일반 교과와 연계하여 로봇을 활용한 SW교육 프로그램을 개발하였다. 또한, 미래사회에 대비한 학교 교육의 변화와 관련하여 핵심 화두로 역량 신장에 대한 관심이 높아지고 있다는 사실[7]을 고려하여, 연구를 통해 개발한 프로그램을 초등학교 6학년 학생들에게 적용해본 후 미래 인재 핵심역량들 중에서 ‘문제해결능력’과 ‘의사소통능력’의 두 가지 역량에 초점을 두고 그 효과를 탐색하였다.

2. 이론적 배경

2.1 로봇기반 SW교육

로봇기반의 SW교육은 로봇을 활용하면서 SW교육이

목표로 하는 문제해결의 절차를 경험하거나 알고리즘의 구성요소에 맞게 프로그래밍을 하여 로봇의 동작을 구현해 보는 활동으로 정의될 수 있다[11]. 로봇을 활용한 학습에서 학생들은 로봇이 움직인다는 것에 관심을 갖고 수업에 몰입하며 로봇을 살아있는 생명체로 생각하여 쉽게 교감할 뿐만 아니라, 주어진 과제를 해결하기 위해 로봇을 조작하면서 끊임없는 인지체계를 재조정하게 되어 교육의 효과를 높일 수 있다[12]. 이로써 로봇기반의 SW교육은 학생들의 몰입도, 내적동기, 창의성, 논리적 사고력, 문제해결력, 협동능력 등을 신장하는 것으로 많은 연구들이 밝힌 바 있다[8][14][19].

교육용 로봇은 완성형, 확장형, 조립형, 개방형 및 기타로 분류될 수 있다[18]. 본 연구에 활용한 오조봇과 햄스터는 이 중 완성형 로봇에 속한다. 완성형 로봇은 제작에 있어 유연성은 떨어지지만 상대적으로 수업에 소요되는 시간은 가장 적다는 장점을 갖는다.

2.2 미래 교육 핵심역량

OECD[13]는 역량을 다양하고 복잡한 요구들을 만족시킬 수 있는 능력으로 정의하며, 여러 역량 가운데 공통적으로 요구되는 역량을 핵심역량으로 칭하였다. 여러 연구들이 교육을 통해 신장해야 할 핵심역량이 무엇인지를 제시하였다. 그 중 몇 가지 예들을 살펴보면 다음과 같다.

- 창의력, 갈등관리, 문제해결능력, 협동과 봉사, 의사소통능력, 자기주도적 학습능력, 적극적 시민성, 예술·문화적 감상(교육혁신위원회)[16]
- 의사소통능력, 자기관리능력, 시민의식, 대인관계능력, 창의적사고 능력, 문제해결능력, 정보처리능력(한국교육과정평가원)[5]
- 창의성, 혁신, 비판적 사고능력, 문제해결능력, 의사소통능력, 협력(Partnership for 21st Century Learning)[15]

세계 많은 국가들이 핵심역량을 중심으로 교육과정을 구성하고 있다. 본 연구는 여러 연구들이 제시하는 핵심역량들 중에서 공통되게 제시되며, 연구에서 개발하는 프로그램의 특성에 적합한 역량인 문제해결능력과 의사소통능력에 초점을 맞추고 교육 효과를 분석하였다.

2.3 선행 연구

로봇을 활용한 교육은 피아제의 인지발달이론에 있어서

구체적 조작기와 형식적 조작기의 시기에 해당하는 학생들의 발달 단계에 적합하다는 사실에 기반하여 초등학생들에게 적절한 것으로 인정받고 있다. 로봇을 활용한 SW교육에 대한 다양한 연구들이 지금까지 이루어졌다. 국내 로봇활용 SW교육의 연구동향을 알아보기 위하여 지난 10년 동안 실시된 108편의 연구들을 분석한 결과[8], 로봇을 활용한 SW교육은 인지적 영역에서 학생들의 학업성취도, 창의력, 문제해결력, 논리적 사고력, 컴퓨팅 사고력 등에 대해 효과를 보이는 것으로 나타났다. 또한 정의적 영역에서는 학생들의 흥미, 학습태도, 학습몰입, 수학·과학에 대한 태도, 컴퓨터에 대한 태도, 프로그래밍에 대한 태도 등에 대해서도 효과를 보이는 것으로 밝혀졌다.

한편, 교육과정에 편성된 SW교육 17시간이 부족함을 고려하여 일반 교과와 연계하여 SW교육을 실시하는 방안을 모색한 연구들이 있다. 이용창과 홍명희[9]는 함수를 다루는 수학 교과에 SW교육을 적용하는 방안을 연구하였으며, 권아영과 구덕희[6]는 수학 교과의 내용을 분석하여 컴퓨팅 사고력을 신장할 수 있는 학습 내용으로 재구성하여 수학 교과와 융합한 SW교육 프로그램을 개발하였다. 또한 윤채은과 김태은[20]은 엔트리를 활용하여 초등 영어쓰기 지도 방안을 제시하였고, 허미연과 김갑수[2]는 초등 영어 교과와 SW교육의 교수학습모형을 분석하고 변형하여 영어 교과를 적용한 프로그래밍 교육 모델을 개발하였다. 한편, 김명중과 이태욱[4]은 실과에 배정된 SW교육 내용이 부족하다는 사실을 고려하여 실과의 타 단원인 ‘생활과 전기전자’ 단원과 SW교육을 융합한 교육 프로그램을 개발하였다.

이와 같은 연구들은 일반 교과 및 실과의 다른 단원과 SW교육을 연계하여 SW교육 수업 시간의 부족 문제를 해결하고자 하였다. 그러나 일반 교과와 연계한 SW교육에 초점을 둔 선행 연구는 매우 부족한 것이 현실이며, 연계대상 과목이 특정 교과에 편중되어 있다. 이는 학생들의 교과에 대한 다양한 선호를 만족시키지 못하여서 학습 격차를 유발할 수 있다[2]. 이에 좀 더 다양한 교과들에서 SW교육을 실시하는 방안들을 모색할 필요가 있다.

따라서 다양한 교과들과 연계한 SW교육을 실시하고 그 효과를 분석하는 연구가 수행될 필요가 있다. 이에 본 연구는 로봇을 활용하는 가운데 초등학교 교육과정의 여러 교과들과 연계한 SW교육 프로그램을 개발하고 적용하여 그 효과를 검증하고자 하였다.

3. 연구 방법

3.1 연구 대상

본 연구에서 개발한 SW교육 프로그램을 적용한 대상은 충청북도 소재 N초등학교 6학년 14명(남학생 9명과 여학생 5명)의 학생들이었다. 이 학생들은 간단한 언플러그드 활동들을 경험하였고, Code.org와 엔트리 사이트에서 제공하는 학습하기 과정을 한 학기 동안 이수하며 기본적인 SW교육을 받았다. 연구 시작 전에는 연구 관련 활동에 집중하기 위하여 오조봇의 기본 기능 익히기, 오조코드 활용하기, PC와 햄스터를 연결하여 간단한 조작 방법 익히기 등의 활동들을 진행하였다.

3.2 연구 도구

문제해결능력과 의사소통능력을 평가하기 위하여 한국교육개발원의 연구[21]에서 제시한 초등학생용 문제해결능력 평가 45개 문항과 의사소통능력 평가 49개 문항으로 구성된 도구를 본 연구의 대상 학생들의 수준에 맞게 명료화하여 이해하기 쉽도록 수정하였다. 또한 읍면 지역의 특성상 인근 지역에 학원을 비롯한 사교육 기관이 없으므로 그와 관련한 문항을 수정하였으며, 다수의 중복 문항들을 일부 삭제하여 32개 문항씩으로 정리하였다. 문제해결능력과 의사소통능력의 측정 도구는 ‘전혀 그렇지 않다’부터 ‘매우 그렇다’의 Likert식 5점 척도로 응답하도록 하였다.

문제해결능력 측정 도구는 ‘문제명료화’(3문항), ‘원인분석’(6문항), ‘최적안 선정’(8문항), ‘계획수립과 실행’(7문항), ‘수행평가’(8문항)와 같은 5가지 세부 요소들로 구성되었다. 또한 의사소통능력 측정 도구는 ‘해석’(9문항), ‘역할수행’(8문항), ‘자기제시’(5문항), ‘목표설정’(5문항), ‘메시지전환’(5문항)과 같은 5가지 세부 요소들로 구성되었다. 이 도구들은 한국교육개발원의 연구 과정에서 타당도 검증을 통해 개발되었으며, 본 연구에서 신뢰도 검증을 한 결과 Cronbach's α 값이 문제해결능력 측정 도구는 .901 그리고 의사소통능력 측정 도구는 .893으로 나타났다.

소규모학교의 학생들을 대상으로 하기에 연구 대상이 소수라는 제한점을 고려하여 질적 분석을 추가로 실시하였다. 이를 위해서 프로그램이 종료된 후 SW교육 경험에 대한 학생들의 반응을 분석하기 위하여 자유 서술

설문지를 개발하고, 설문조사를 실시하였다.

3.3 분석 방법

의사소통능력 평가 도구에서 7개 문항은 역채점 문항으로서 부정적인 의미를 사용하였기에 연구 결과 분석을 위하여 응답을 조정하였다. 그리고 사전평가와 사후평가 결과를 비교 분석하기 위하여 SPSS Statistics 26 프로그램을 활용하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. 또한 자유 서술 설문 결과도 함께 분석하여 결과를 도출하였다.

4. 연구 결과

4.1 SW교육 프로그램 개발

부족한 SW교육 시간의 문제를 해결하는 대안으로 교과연계 SW교육 프로그램을 제안하고, 초등학교 6학년 교육과정을 분석한 후 일반 교과와 연계한 로봇 활용 SW교육 프로그램을 개발하였다. 연구 대상 학교가 소프트웨어 선도학교로 선정되어 구입한 오조봇(1~7주)과 햄스터 로봇(8~12주)을 활용하였다.

다음과 같은 세 가지 사항들을 고려하여 초등 6학년 교육과정을 분석하고 주제와 단원을 선정하였다. 첫째, 가능한 여러 교과와 연계되도록 한다. 둘째, 오조봇과 햄스터 로봇의 활용과 잘 어우러질 수 있도록 한다. 셋째, 본 연구가 초점을 둔 문제해결과 의사소통 역량을 신장할 수 있는 활동 구성이 가능하도록 한다.

각 주별 수업 주제에 대해 6학년 교육과정의 관련 교과 및 단원, 그리고 해당 컴퓨팅 사고(Computational Thinking; CT)의 세부 요소들(자료 수집(C1), 자료 분석(C2), 자료 표현(C3), 문제 분해(C4), 추상화(C5), 알고리즘과 절차(C6), 자동화(C7), 시뮬레이션(C8), 병렬화(C9))[3]를 정리하면 <Table 1>과 같다. 각 주제 및 단원에 해당하는 컴퓨팅 사고의 세부 요소들에 대해서는 컴퓨터교육 전공 교수 2인, 교육공학 전공 교수 1인과 소프트웨어 선도학교 교사 2인으로 구성된 전문가 집단의 검토를 받고, 면담과 수정 작업을 거쳐서 확정하였다.

<Table 1> Subject-related SW education program

Week (Hour)	Topic	Subject(Unit)	CT
1 (2)	Problem solving using activity sheets	Warm-up activity	C4, C8
2 (2)	Create a sports game	Physical Edu. (2. Challenge)	C1, C2, C3
3 (2)	Make a free-play game①	Physical Edu. (1. Health)	C1, C2, C3
4 (2)	Build a town	Art (3. Becoming one with Art)	C3, C5
5 (1)	Brightness change of light bulbs by connection method	Science (2. The action of electricity)	C4, C8
6 (2)	Study on neighboring countries	Social Studies (2. Environment and life of neighboring countries)	C3, C5
7 (2)	Plan and proceed software trial events	Creative experiential activity (Event activity)	C7, C8, C9
8 (2)	Learn about circumference rate	Mathematics (5. Width of a circle)	C2, C7
9 (2)	Escape a maze	Physical Edu. (5. Safety)	C4, C6, C8
10 (2)	Running race	Physical Edu. (1. Health)	C6, C7
11 (2)	Create a robot cleaner	Practical arts (2. Family and family affairs, 4. Invention and robot)	C6, C7, C8
12 (6)	Make a free-play game②	Physical Edu. (1. Health)	C6, C7, C8, C9

1) 1주차 수업: 활동지를 활용한 문제해결

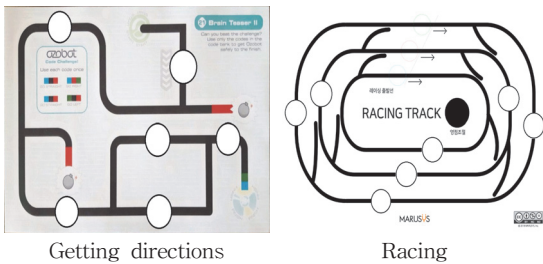
* 관련 교과: 위밍업 - 활동지를 활용한 문제해결 활동 (2차시)

* 수업 개요:

활동지를 활용하면서 학생들이 오조봇에 대해 친숙해지고, 학습 활동에 흥미를 갖도록 함.

* 다음의 3가지 활동으로 구성함.

- 활동1: 주어진 지도에서 스토리텔링과 함께 산책 코스를 정하여 오조봇 움직이기
- 활동2: 오조코드를 활용하여 도착지까지 오조봇을 안내하며 길을 찾아 문제해결하기
- 활동3: 오조코드를 활용하여 레이싱하기



(Fig. 1) Ozobot activity sheets

2) 2주차 수업: 스포츠 게임 만들기

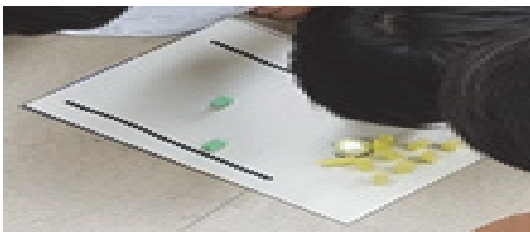
* 관련 교과: 6학년 체육 2. 도전 (1) 표적을 정확히 맞혀요 (2차시)

* 수업 개요:

다양한 스포츠 게임을 떠올려 보고 그것을 오조봇으로 구현하도록 재구성해봄.

* 다음의 3가지 활동으로 구성함.

- 활동1: 스포츠 경기 종목에 대해 알아보고 오조봇 경기로 재구성하기 위한 아이디어 회의하기
- 활동2: 오조봇 경기를 실제로 제작하기



(Fig. 2) Ozobot bowling

- 활동3: 다른 모듈의 스포츠 경기를 체험하며 평가하기

3) 3주차 수업: 자유 놀이 만들기①

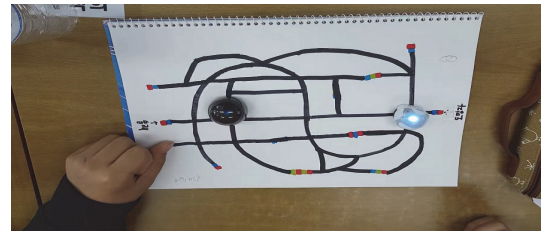
* 관련 교과: 6학년 체육 1. 건강 (1) 여가 활동을 즐겨요 (2차시)

* 수업 개요

학생들이 평소에 하는 놀이를 오조봇으로 구현하도록 함.

* 다음의 3가지 활동으로 구성함.

- 활동1: 하고 싶은 놀이를 오조봇으로 표현하기 위하여 아이디어 회의하기
- 활동2: 모듈별로 오조봇 놀이를 제작하기



(Fig. 3) 'Hide and seek' game

- 활동3: 여러 모듈의 오조봇 놀이를 체험하며 평가하기

4) 4주차 수업: 마을 만들기

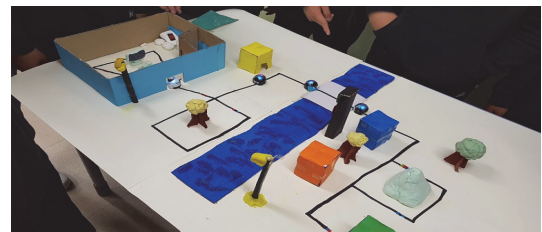
* 관련 교과: 6학년 미술 3. 미술과 하나 되기 (8) 자연과 함께하는 건축 (2차시)

* 수업 개요

자연과 조화를 이룬 건축물을 살펴보고 그 특징을 알아본 후 자연환경과 어울리는 마을을 만들어봄.

* 다음의 3가지 활동으로 구성함.

- 활동1: 자연환경과 조화를 이루는 건축물에 대한 아이디어를 찾아서 공유하고 오조봇 마을의 모습을 구상하기
- 활동2: 역할을 나누어서 오조봇 마을 제작하기



(Fig. 4) Ozobot town

- 활동3: 완성된 마을과 자신의 역할을 평가하기

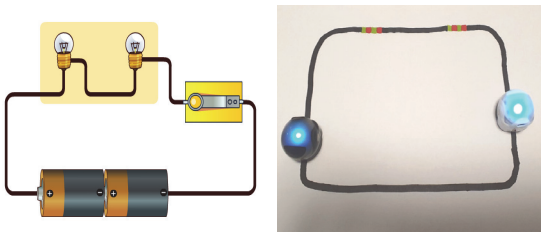
5) 5주차 수업: 전구의 연결 방법에 따른 전구의 밝기 변화

* 관련 교과: 6학년 2학기 과학 2. 전기의 작용 (4) 전구의 연결 방법에 따라 전구의 밝기는 어떻게 달라질까요? (1차시)

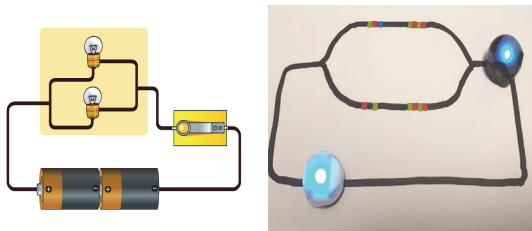
* 수업 개요:

전구를 직렬 연결한 회로에서 전구 한 개를 빼내면 불이 켜지지 않지만, 전구를 병렬 연결한 전기 회로에서는 전구 한 개를 빼내어도 전구에 불이 켜진다는 사실을 오조봇으로 구현해봄.

- * 다음의 3가지 활동으로 구성함.
- 활동1: 전구의 연결 방법에 따른 전구의 밝기를 관찰하고 밝기가 비슷한 회로에서 공통점 찾기
- 활동2: 오조봇으로 전기 회로를 만들어서 전기회로를 이해하고 전구를 하나 빼었을 때의 현상을 예측하기
- 활동3: 전구의 직렬연결과 병렬연결을 이해하고 전구의 밝기 비교하기



(Fig. 5) Serial connection of bulb



(Fig. 6) Parallel connection of bulb

6) 6주차 수업: 이웃 나라의 모습 알아보기

- * 관련 교과: 6학년 2학기 사회 2. 이웃 나라의 환경과 생활 모습 (1) 우리와 가까운 나라의 모습 (2차시)

* 수업 개요

중국, 러시아, 일본의 지형적 특징을 소개하기 위하여 학생들이 팀을 나누어서 사전 조사를 통해 새롭게 알게 된 내용을 오조봇을 활용하여 소개함.

- * 다음의 3가지 활동으로 구성함.

- 사전 활동: 각 나라의 지형적 특징을 확인한 후 친구들에게 알려주고 싶은 내용을 소개할 준비하기
- 활동1: 말은 나라를 소개하는 자료를 제작하기



(Fig. 7) Presentation on China

- 활동2: 발표하고 의견나누기

7) 7주차 수업: 소프트웨어 체험 행사를 계획하고 진행하기

- * 관련 교과: 창의적 체험활동(계획 및 준비 2차시, 행사 진행 1차시)

* 수업 개요

두 팀으로 나누어서 한 팀은 저학년 학생들과 함께 할 프로그램을 계획하고, 다른 한 팀은 부모님을 초대하여 체험할 프로그램을 계획함.

학생들이 배운 내용을 토대로 쉽고 재미있는 활동을 스스로 선정하고 준비하여 운영함.

- * 다음의 3가지 활동으로 구성함.

- 활동1: 학생 및 학부모 체험 프로그램을 진행할 팀을 나누고, 아이디어 회의를 통해 행사 내용을 결정하고 계획세우기(학생 대상 미션사다리게임과 학부모대상 축구게임 결정)
- 활동2: SW교육 체험 물품을 제작하고, 행사 준비하기
- 활동3: 타 학년 학생들과 학부모를 모시고 SW교육 체험 행사 진행하기



(Fig. 8) Mission ladder game & soccer game

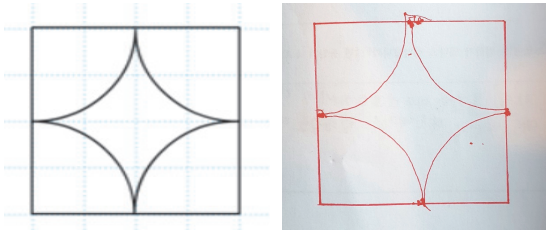
8) 8주차 수업: 원주율 알아보기

- * 관련 교과: 6학년 2학기 수학 5. 원의 넓이 (3) 원주율을 알아볼까요 (2차시)

* 수업 개요

햄스터의 펜 홀더를 활용하여 원과 관련한 여러 가지 모양을 그려보고, 이 과정에서 그려진 원을 통해 원주율까지 알아보도록 함.

- * 다음의 3가지 활동으로 구성함.
- 활동1: 햄스터의 펜 홀더와 돌기 기능을 활용하여 원을 그리기
- 활동2: 반원의 반, 반원, 원을 활용하며 여러 가지 모양 그리기



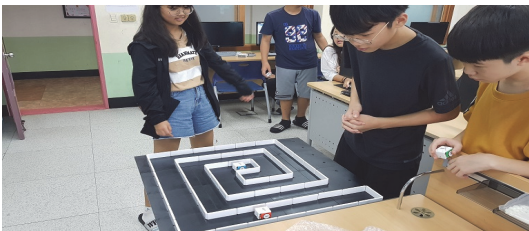
(Fig. 9) Textbook picture and picture drawn with a hamster robot

- 활동3: 햄스터가 그린 원을 통해 원주와 지름을 측정하고 원주÷지름으로 원주율을 구하기

9) 9주차 수업: 미로 탈출하기

- * 관련 교과: 6학년 체육 5. 안전 (2) 안전하게 즐기는 야외 활동 (2차시)
- * 수업 개요
보정을 통하여 햄스터를 원하는 방향으로 이동하는 방법을 익히고, 같은 구조가 반복되는 미로에서 반복 기능을 활용하여 코딩을 해봄.
- * 다음의 3가지 활동으로 구성함.

- 활동1: 햄스터가 똑바로 나아가도록 직진 보정하기
- 활동2: 미로 탈출 조건을 확인하고 짝과 역할 나누기
- 활동3: 다양한 미로를 모두 탈출해보기

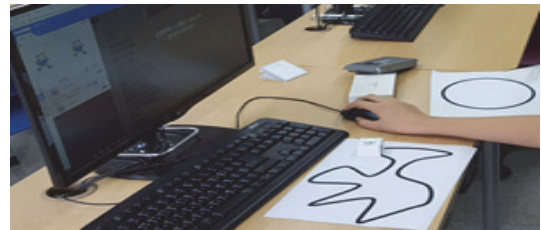


(Fig. 10) Escaping a maze

10) 10주차 수업: 달리기 경주하기

- * 관련 교과: 6학년 체육 1. 건강 (2) 운동 체력을 길러요 (2차시)
- * 수업 개요
왼쪽 바닥 센서의 값과 오른쪽 바닥 센서의 값의 변화를 통해 센서의 개념을 이해하고, 이것을 활용하며 조건문을 블록코딩에 활용해봄.
- * 다음의 3가지 활동으로 구성함.

- 활동1: 바닥 센서에 대해 알아보고, 센서 활용의 필요성 이해하기
- 활동2: 바닥 센서의 값을 활용하며 선을 따라 움직이도록 코딩하기



(Fig. 11) Moving along the line

- 활동3: 바닥 센서의 값을 활용한 달리기 경주하기

11) 11주차 수업: 로봇청소기 만들기

- * 관련 교과: 6학년 실과 2. 가족과 가정일 (2) 가정일의 분담과 실천, 4. 발명과 로봇 (1) 발명과 문제 해결, (3) 로봇의 기능과 구조 (2차시)
- * 수업 개요
근접 센서 값의 변화와 반복, 조건의 블록코딩을 활용하여 로봇청소기를 만들어 봄.
- * 다음의 4가지 활동으로 구성함.

- 활동1: 근접 센서에 대해 알아보고, 센서 활용의 필요성 이해하기
- 활동2: 근접 센서의 값을 활용하여 자유롭게 움직이도록 코딩하기
- 활동3: 지나간 자리의 쓰레기를 모을 수 있는 로봇청소기 만들기



(Fig. 12) Tong-shaped hamster

- 활동4: 정해진 시간에 가장 많은 쓰레기를 모은 햄스터의 팀이 승리하는 게임하기

12) 12주차 수업: 자유 놀이 만들기②

* 관련 교과: 6학년 체육 1. 건강 (1) 여가 활동을 즐겨요 (6차시)

* 수업 개요

그동안 배운 내용을 활용하며, 해보고 싶은 활동을 학생들 스스로 선정하여 진행함.

* 학생들이 선정한 3가지 활동을 진행함.

- 활동1: 자율주행차 술래잡기 놀이하기
- 활동2: 미로탈출 팀 대항전 놀이하기
- 활동3: 이어달리기 놀이하기



Hide and seek Escape a maze Relay
(Fig. 13) Three kinds of free-play games

4.2 SW교육 프로그램 적용

4.2.1 양적 분석 결과

개발한 SW교육 프로그램을 적용하고 문제해결능력과 의사소통능력에 대한 효과를 분석하였다. 문제해결능력과 관련하여 사전평가와 사후평가 결과 간에 유의미한 차이가 있는지를 분석하고자 대응표본 t-검정을 실시하였다. 문제해결의 세부 요소들인 문제명료화(P1), 원인분석(P2), 최적인 선정(P3), 계획수립과 실행(P4), 수행평가(P5)에 대해서도 추가 분석을 하였다. 분석 결과는 <Table 2>와 같다.

<Table 2> The result of paired t-test: Problem solving

		M	SD	t	p value
Problem Solving	pre	111.79	16.876	3.088	.009**
	post	126.71	15.809		
P1	pre	12.93	1.542	.751	.466
	post	13.29	1.383		
P2	pre	21.14	3.997	3.192	.007**
	post	24.43	2.848		
P3	pre	25.43	4.586	4.213	.001**
	post	31.14	4.639		
P4	pre	25.36	3.543	1.855	.086
	post	27.43	3.897		
P5	pre	26.93	5.470	2.198	.047*
	post	30.43	4.669		

*p<.05, **p<.01

전체적인 문제해결능력은 사전평가 평균 111.79에서 사후평가 평균 126.71로 향상되었으며 유의확률 .009로 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 이로써 로봇기반 교과연계 SW교육 프로그램이 문제해결능력의 향상에 유의미한 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 또한, 문제해결의 하위 영역에 대해서는 ‘원인분석(P2)’, ‘최적인 선정(P3)’과 ‘수행평가(P5)’의 영역에서 유의미한 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 문제해결의 세부 요소들 중 ‘문제명료화(P1)’와 ‘계획수립과 실행(P4)’은 현실적인 목표 확인 및 현실적 자원을 활용한 기획과 관련된다[21]. 이 활동들에 대해서는 프로그램의 적용 과정에서 비교적 교사의 도움이 많이 제공되었기에 유의미한 차이가 발생하지 않은 것으로 판단된다.

의사소통능력에 대해서도 사전평가와 사후평가 결과 간에 유의미한 차이가 있는지를 분석하고자 대응표본 t-검정을 실시하였다. 의사소통의 세부 요소들인 해석(C1), 역할수행(C2), 자기제시(C3), 목표설정(C4), 메시지전환(C5)에 대해서도 추가 분석을 하였다. 분석 결과는 <Table 3>과 같다.

<Table 3> The result of paired t-test: Communication

		M	SD	t	p value
Communication	pre	111.86	16.956	2.846	.014*
	post	127.14	15.654		
C1	pre	34.64	5.138	1.253	.232
	post	36.36	4.700		
C2	pre	31.93	3.025	.567	.580
	post				

	post	32.43	3.936		
C3	pre	17.43	3.155	1.991	.068
	post	19.21	3.423		
C4	pre	16.14	4.704	4.548	.001**
	post	19.57	3.480		
C5	pre	17.71	4.214	1.879	.083
	post	19.57	2.593		

*p<.05, **p<.01

전체적인 의사소통능력은 사전평가 평균 111.86에서 사후평가 평균 127.14로 향상되었으며 유의확률 .014로 통계적으로 유의미한 차이가 나타나서 로봇기반 교과연계 SW교육 프로그램이 학생들의 의사소통능력 향상에 유의미한 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 또한, 의사소통의 하위 영역에 대해서는 ‘목표설정(C4)’의 영역에서 유의미한 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 12주의 학습 활동을 통해 학생들이 의사소통 능력을 신장할 수 있는 기회를 제공하고자 하였으나, 매주 수업 시간이 과제 중심으로 구성되었고 충분한 시간 여유 없이 진행되다 보니 의사소통의 세부 능력들 중에서 목표를 전략적으로 수립하는 ‘목표설정’ 능력은 신장될 수 있었으나, 다른 세부 능력들은 충분히 신장될 수 없었던 것으로 판단된다.

4.2.2 질적 분석 결과

SW교육 프로그램을 이수한 학생들에게 자유 서술 설문을 실시하여 12주간의 SW교육을 받은 후 학생들의 의견을 알아보았다. 먼저 SW교육이 무엇이라고 생각하는지 한 단어로 정의하고, 그 이유를 말하라는 질문을 제시하였다. 학생들은 SW교육에 대해 뿌듯함, 재미, 꿈, 친구, 협동, 우정 등으로 표현하여 친구와 함께 의견을 나누면서 문제를 해결해가는 과정을 중요하게 여기는 것으로 밝혀졌다. 이와 함께 산소, 시간, 필수, 우리의 미래 등과 같이 자신들에게 필요한 교육이라고 생각하는 것으로도 나타났다. 본 연구가 초점을 두었던 문제해결 및 의사소통과 관련한 학생들의 의견 몇 가지를 소개하면 다음과 같다.

“뿌듯함” 미션과 문제를 해결하면 뿌듯하다.

“재미” 수업에 미션이 있고 재미있게 만들어 내는 것도 한다.

“꿈” 생각하고 상상한 무엇이든 만들 수 있고 이를 통해 꿈을 실현할 수 있다.

“우정” 소프트웨어 교육을 하면서 친구들과 우정도 쌓고 더 친해질 수 있었다.

“행복” 친구들과 같이 하니까 재미있다.

“친구” 친구들과 의견을 모아서 소프트웨어를 잘 다룰 수 있게 도와주는 친구같다.

SW교육을 받는 동안 가장 기억에 남는 순간이 무엇이었는지에 대한 질문을 제시하였다. 이 질문에 대해 미션을 해결하거나 머릿속으로 생각한 그대로 코딩이 이루어져 로봇이 움직이는 모습을 보면서 만족과 보람을 느꼈다고 응답한 학생들이 많았다. 또한 친구들과 함께 협동하여 결과를 만들어내는 활동을 좋은 기억으로 밝힌 학생들도 많았다.

선생님이 문제를 내주시면 그 문제를 풀었을 때 신나고 좋았다.

‘치킨 걸고 대항전’ 미션을 하면서 잘 될 때도 있고 잘 안될 때도 있었지만 실패를 하면서 성공을 하니 뿌듯하고 계속하고 싶은 마음이 들었다.

친구들이랑 상의하고 만들어서 동생들에게 재미있게 놀아줬던 것이 뿌듯하고 기억이 남는다.

사회시간에 친구들이랑 이야기를 나누면서 로봇으로 러시아를 같이 만들었던 것이 재미있었다.

SW교육의 좋은 점이 무엇이라고 생각하는지에 대해 질문하였다. 많은 학생들은 미래 사회에 대한 적응력을 키우고, 진로의 폭을 넓히며, 꿈을 실현시킬 수 있을 것 같다고 응답하였다. 또한 문제 상황이 닦혔을 때 무엇을 해야 하는지 알 수 있을 것 같고, 친구들과 함께 문제를 해결하는 것이 재미있어서 새로운 수업이 즐겁다는 응답 등 학생들 모두 SW교육에 대해 매우 긍정적으로 생각하는 것으로 밝혀졌다.

원래 몰랐던 것을 배운다는 게 재밌으면서 어려운 점이 있지만 그걸 해결하면서 배운다는 게 정말 좋은 것 같다.

코딩을 하면서 선생님이 내어주는 미션을 친구랑 같이 하는 게 재미있었다.

SW교육 전과 후를 비교하여 스스로에게 변화가 있다고 생각하는지에 대해서 다수의 학생들이 SW교육이 무엇인지 관심을 갖게 되었고, 조금이라도 알게 되어 다룰 수 있는 사람이 된 것 같다고 응답하였다. 또한 문제해결 방법을 익힐 수 있었으며, 친구들과 의견을 나누면서 학습했던 경험에 대해 긍정적으로 평가하는 사례들이 많았다.

처음에는 어떤 식으로 해야 할지도 몰랐지만 배우고 나니 어떤 식으로 어떤 땀 이렇게 해야겠다라고 해결하는 법을 알게 되었다.

소프트웨어에 더 관심을 가지게 된 것 같고 친구들과 대화하면서 더 친해지고 협동심도 더 좋아진 거 같다.

전반적으로 학생들은 SW교육 경험에 대해 긍정적인 의견을 제시하였다. 특히 학생들은 SW교육 수업에서 미션으로 주어진 문제들을 친구들과 의사소통하고 협동하면서 해결해 나간다는 점에서 큰 즐거움과 만족감을 느꼈던 것으로 나타났다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 일반 교과와 연계한 로봇 활용 SW교육 프로그램을 개발하고, 학생들에게 적용하여 미래 핵심 역량 신장에 대한 효과를 검증하였다. 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 프로그램 개발과 관련하여 먼저 초등학교 6학년 교육과정을 분석하고, 수학, 사회, 과학, 체육, 미술, 실과 교과 및 창의적 체험활동 영역에서 SW교육과 연계할 수 있는 단원들을 선정하였다. 또한 실질적인 문제해결과 친구와의 적극적인 의사소통에 기여할 수 있는 로봇 활용을 통해 수업의 효과를 극대화할 수 있는 교수학습 활동들을 설계하였다. 그 결과, 12주차 28차시에 걸친 교과연계 로봇 활용 SW교육 프로그램을 개발하였다.

둘째, 본 연구에서 개발된 프로그램을 실제 수업에 적용해보고, 미래교육에서 중시되는 핵심역량을 함양할 수 있는지를 살펴보았다. 여러 핵심역량들 가운데 문제 해결능력과 의사소통능력의 두 가지 역량에 대한 효과

를 살펴보았다. 사전평가와 사후평가를 실시하고, 두 평가 결과 간의 유의미한 차이가 있는지를 살펴보려고 대응표본 t -검정을 실시하였다. 그 결과, 문제해결능력과 의사소통능력에 대해 유의미한 차이가 발견되어서 본 연구를 통해 개발한 SW교육 프로그램이 학생들의 문제 해결능력과 의사소통능력 향상에 유의미한 영향을 주었다는 사실을 확인하였다.

자유 서술 설문을 통해서 학생들이 SW교육에 대해 흥미롭고 유익하며 앞으로의 미래를 위해 꼭 필요한 것으로 느끼는 등 긍정적인 인식을 하게 되었다는 사실 또한 발견하였다. 전통적인 교육 방식에서 벗어나 실질적인 문제를 친구들과 의사소통하며 함께 해결하는 과정 자체에 대해서 학생들은 즐거움을 느끼며, SW교육은 이런 학습의 본질적인 의미를 추구하는 좋은 교육 방법 중 하나인 것으로 인식되었다는 사실이 밝혀졌다.

향후 다양한 핵심역량의 성취를 확인할 수 있는 SW교육 프로그램들이 개발되어야 할 것이며, 그 효과를 검증하는 연구 또한 수행될 필요가 있다. 또한, SW교육의 활성화를 위해 다양한 기자재와 로봇을 갖춘 교육 환경 구축, 교육 제도 변화 등 여러 가지 지원 방안들이 모색될 필요가 있다.

참고문헌

- [1] Bae, Y., & Shin, S.(2017). *Trend Analysis of Overseas SW Education Policies*. Korea Education and Research Information Service.
- [2] Heo, M., & Kim, K.S.(2017). A study on the development of programming education model applying English subject in elementary school. *Journal of The Korean Association of information Education*, 21(5), 497-507.
- [3] ISTE & CSTA(2011). *Computational Thinking Leadership Toolkit 1st edition*. (Retrieved January 15, 2020, from <https://id.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadership-toolkit.pdf?sfvrsn=4>).
- [4] Kim, M., & Lee, T.(2016). Development of convergence education program of the 'Life and Electricity-Electron' unit in Practical Arts textbook to enhance computational thinking. *Journal of the Korea Society of*

- Computer and Information*, 21(1), 199-205.
- [5] Korea Institute for Curriculum and Evaluation(2014). *Basic Research for Improving National Curriculum*.
- [6] Kwon, A., & Koo, D.(2018). Development of software education program connection with Mathematics in elementary schools. *The Korean Association of Information Education Research Journal*, 9(1), 73-78.
- [7] Kwon, H., Lee, H., Nangung, J, Park, K., Choi, W., & Kil, H.(2018). *2018 KEDI Survey Research on Student Competencies*. Korean Educational Development Institute.
- [8] Lee, J., & Park, H.(2017). Domestic research trends on software education using robot: from 2006 to 2016. *The Journal of the Korea Contents Association*, 17(10), 190-205.
- [9] Lee, Y., & Hong, M.(2017). A Study on the Teaching Method of Function in Software Education. *The Korean Association of Information Education Research Journal*, 8(1), 33-43.
- [10] Ministry of Education(2015). *Guideline for the Implementation of Software Education*.
- [11] Ministry of Education, & Korea Education and Research Information Service(2017). *2017 Training Material on SW Education for Leading Teachers*.
- [12] Ministry of Trade, Industry and Energy, Korea Institute for Robot Industry Advancement, & Korea Education and Research Information Service(2017). *Job Training for Robot-based SW Education by Level(Basic Course)*.
- [13] OECD(2005). *Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundation(DeSeCo): Executive Summary*. Paris: OECD Press.
- [14] Park, J., & 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.
- [15] Partnership for 21st Century Learning(2019). *Framework for 21st Century Learning*. (Retrieved February 14, 2019, from http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Brief.pdf.)
- [16] Presidential Committee on Education Innovation(2007). *Vision and Strategy for Future Education to Actualize Learning Society*.
- [17] Seo, H., & Kim, K.(2018). Development of STEAM program based on Micro:bit. *The Korean Association of Information Education Research Journal*, 9(2), 68-72.
- [18] Suh, S., Jeong, I., & Yang, Y.(2017). *Comparative Research of Effect and Perception of Software Education using Robotics*. Korea Education and Research Information Service.
- [19] Yoo, I. H. (2013). The Effects on Flow at Using Robots of Introductory Programming Course. *Journal of the Korean Association of information Education*, 17(3). 329-337.
- [20] Yoon, C. E., & Kim, T. E.(2019). Teaching writing in the primary school using Entry software: Focusing on types and aspects of peer feedback. *Primary English Education*, 25(3), 5-30.
- [21] Yu, H., Kim, T., Lee, S., & Song, S.(2004). *Research on the National Standards of Life Competencies and Quality Management for Learning System*. Korean Educational Development Institute.

저자소개



김 봉 섭

2020 청주교육대학교 교육대학원
초등정보로봇교육전공(석사)

2017~현재 노은초등학교 교사

관심분야: 소프트웨어 교육, 로봇
활용 및 메이커 교육, 프로그
래밍

e-mail: kbsuby@korea.kr



조 미 현

1991 Univ. of Wisconsin-Madison
Dept. of Curriculum and
Instruction 교육공학전공(박사)

1991~1997 한국교육개발원 부연
구위원

1997~1998 안동대학교 교육공학
과 교수

1998~현재 청주교육대학교 컴퓨
터교육과 교수

관심분야: 교수설계, ICT 기반 교
수학습 방법, 디자인 사고

e-mail: mihjo@cje.ac.kr