

골드버그 장치 기반 소프트웨어 융합교육 도구 개발

이시훈* · 김성훈** · 손정명*** · 김은경*** · 조완섭*
충북대학교* · 고려대학교** · 한국교원대학교***

요약

본 연구의 목적은 SW융합교육을 위한 골드버그 장치 기반의 교육 도구를 개발하는 것이다. 2015개정교육과정에서는 효과적인 SW교육을 위하여 다양한 교과와의 융합을 강조한다. 특히 물리 교과는 순차적인 움직임, 에너지의 수치화, 시뮬레이션 등 컴퓨팅 사고력과 밀접한 연관성을 갖고 있어 SW융합교육의 소재로 자주 사용된다. 본 연구에서는 물리적인 지식, 개념, 조작 등을 활용하는 골드버그 장치를 기반으로 한 교육용 프로그램을 개발하였다. 프로그램의 효과성 검증을 위해서 델파이 검증을 통해 설문 문항을 개발하였으며 이를 기반으로 기초 만족도 조사를 실시하였다. 그 결과 개발된 프로그램은 SW융합교육을 위한 프로그램으로 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 나타났다.

키워드 : 소프트웨어(SW)교육, 융합교육, 골드버그 장치, 가상환경, 실감형 저작

Development of Goldberg device-based Software Convergence Education Tool

Sihoon Lee* · Sunghoon Kim** · Jungmyung Son*** · Eungyeong Kim** · Wansub Cho*
Chungbuk National University* · Korea University** · Korea National University of Education***

Abstract

The purpose of this study is to develop a Goldberg device-based software(SW) convergence Education tool. The 2015 revised curriculum emphasizes convergence with various subjects for effective SW education. In particular, physics is often used as a material for SW convergence education because it is closely related to computational thinking such as sequential movement, quantification of energy and simulation. In this study, we developed an educational program based on the Goldberg device that utilizes physical knowledge, concepts and manipulation. In order to verify the effectiveness of the program, the survey questions were developed through Delphi verification and a basic satisfaction survey was conducted based on this. As a result, the developed program can be effectively used as a program for SW convergence education.

Keywords : SW education, Convergence education, Goldberg device, Virtual Environment, Real-Type Authoring

본 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부, 문화체육관광부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임.
(2019000771. 실가상 융합 몰입형 콘텐츠의 제작 및 서비스를 위한 협업 저작 플랫폼 핵심 기술 개발, R2019050039. 공간체형
콘텐츠 제작을 위한 협업형 대형 콘텐츠 저작플랫폼 개발)

교신저자 : 조완섭(충북대학교)

논문투고 : 2021-04-05

논문심사 : 2021-04-19

심사완료 : 2021-05-07

1. 서론

초중등 소프트웨어(SW)교육은 컴퓨팅 사고력(Computational thinking)을 증진하는 것을 목표로 한다. 컴퓨팅 사고력은 어떤 문제나 현상을 컴퓨팅의 관점에서 바라보고 추상화와 자동화를 거쳐 컴퓨팅을 통해 문제를 해결하는 능력이다[4]. 컴퓨팅 사고력을 증진하기 위해서는 학생들이 알고리즘 및 프로그래밍 과정을 직접 경험하고, 이 과정에서 문제에 대한 분해와 추상화·자동화하는 과정을 통해 체득하는 것이 효과적이다[6].

2015개정 교육과정에서는 효과적인 SW교육을 위하여 다른 교과와의 수업과의 융합교육을 통해 접근할 것을 권고하고 있다. SW융합교육은 학습자들의 생각을 구조화하고, 실생활의 문제를 해결하기 위해서 다양한 분야의 지식들을 융합하여 활용하고 창의·융합적 사고를 촉진할 수 있다는 점에 큰 의의를 갖는다. 2013년 노벨 화학상은 컴퓨터 프로그램인 참(CHARM)을 활용하여 직접 실험을 하지 않고도 화학 반응을 예측할 수 있는 연구방법을 개발한 과학자에게 돌아갔다. 과학분야에서 컴퓨팅 사고력을 기반으로 한 문제해결 역량은 중요성을 실감할 수 있는 사례이다.

교육현장에서는 SW융합교육은 주로 과학교과를 기반으로 많이 이루어지고 있다. 과학교과는 조작, 수치화, 시뮬레이션 등에 대한 측면에서 SW와 밀접한 연관이 있다. 블록형 프로그래밍을 활용한 과학 SW융합교육은 학생들의 과학적 개념이해와 융합적 문제해결력에 긍정적인 영향을 미친다. 그러나 과학교과를 기반으로 시도되고 있는 융합교육 연구들은 그 수에 비해서 실질적인 효과가 다소 부족하다는 점이 지적되고 있다[1]. 이에 과학을 활용하는 SW융합교육은 보다 체계적이고 효과적인 방법을 찾기 위하여 노력할 필요가 있다.

본 연구에서는 과학교과를 기반으로 하는 SW융합교육 도구를 개발하고자 한다. 과학교과 중 물리 영역과 융합하여 SW교육을 할 수 있는 프로그램을 개발하고자 하였으며, 교육 현장에서 자주 활용되는 융합교육 방법인 골드버그 장치를 기반으로 한 프로그램으로 기획하였다. 개발한 도구의 타당도 검증을 위해 전문가 그룹의 델파이 조사를 실시하였으며, 그 결과를 바탕으로 교사, 예비교원, 학생들에 대한 만족도 조사를 실시하였다.

2. 이론적 배경

2.1. 골드버그 활용 교육

루브 골드버그 장치(Rube Goldberg machine)는 미국의 만화가 루브 골드버그가 연쇄 반응에 기반하여 고안한 만화에 모티브를 얻어 기술자들과 과학자들에 의해 만들어진 것으로 '가장 단순한 과제를 해결하기 위해 만든 가장 복잡한 기계'를 의미한다[8]. 학교 교육 현장에는 2007 개정 초등 과학 교육과정 6학년 2학기 3단원 '에너지와 도구' 단원에 골드버그 장치와 에너지 전환을 설명하는 글쓰기 활동으로 제시되었다[5][14].

초창기의 골드버그 장치는 기계적 조작활동을 통한 학생들의 창의적 문제해결력을 향상시키는 것을 목적으로 활용되었지만 우리나라에서 과학교육을 활성화시키기 위해 STEAM 교육과정을 본격적으로 적용한 2007 개정 교육과정부터는 과학교과에서 눈에 보이지 않는 과학적 개념, 즉 전기회로, 중력, 에너지 보존현상 등에 친숙하고 생동감 있게 접근하기 위해 활용되고 있다[2]. 최근에는 이와 더불어 컴퓨터 에이전트 형태로 과학 개념에 대한 골드버그 장치를 도입하여 과제집착력, 협업능력 등 학생들의 융합적 사고력을 향상시키는 도구로 활용하는 방향으로 변화하고 있다[3][11]. 본 연구에서는 중력, 마찰력, 탄성력 등 눈에 보이지 않는 어려운 물리적 개념을 물리엔진 기반 교육 도구를 활용하여 교육하는 방법을 연구하고자 한다.

2.2. SW융합교육

SW교육은 비교적 다양한 조작, 수치화, 시뮬레이션 등이 요구되는 과학 영역과 다양한 융합이 시도되고 있다. 과학 기반 SW융합교육은 인지적, 정의적 영역 모두에서 효과적이라는 측면에서 학생들의 과학에 대한 흥미와 과학지식에 대한 이해력을 효과적으로 향상시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다. 이는 과학 기반 SW융합교육이 컴퓨팅 사고력과 함께 융합적 소양을 길러줄 수 있다는 점에서 시사하는 점이 크다[13].

과학 기반의 SW융합교육의 장점으로 인해 교육현장에서는 많은 적용방안이 연구되고 있다. 물리 단원과 연계한 SW 융합교육프로그램은 학생들의 기초탐구능력,

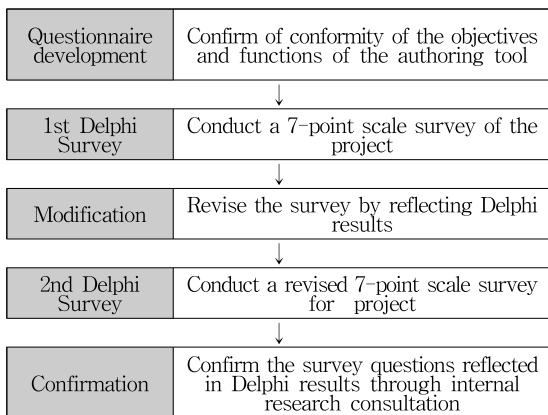
과학학습동기, 학업성취도, 물리 단원의 개념 이해에 효과적이며[7], 블록형 코딩 프로그램과 피지컬 도구를 활용한 과학 수업은 학생들의 창의적 문제해결력 향상과 과학적 태도 함양에 효과적이고 SW 및 SW활용 과학 수업에 긍정적인 인식을 주었다[12].

한편, 교과적 맥락 없는 SW활용 교육은 오히려 컴퓨팅 사고력과 프로그래밍 능력에만 대체로 한정된다는 점이 지적되기도 한다[15]. 따라서 융합의 기반이 되는 영역들의 효과를 고루 향상시킬 수 있는 실질적인 교육 도구에 대한 연구가 필요하다는 제언에 의거하여 본 연구에서는 개발된 교육 도구를 학교급별 실과 및 과학교과 내용과 연계하여 적용할 수 있도록 설계하였다.

3. 연구방법

본 연구에서는 골드버그 장치를 기반으로 한 SW 융합도구를 개발하고자 하였다. 개발된 저작 도구가 연구진이 정의한 SW융합교육의 목표를 달성하기에 적합한 것인지를 검증하기 위한 설문 문항 개발을 <Table 1>과 같은 절차로 진행하였다.

<Table 1> Questionnaire development process



초중등 소프트웨어 교육 전문가 10인을 대상으로 2회에 걸쳐 델파이 검증을 실시하였다. 전문가는 SW융합교육에 평균 10년 이상의 교육 경력 또는 연구 경력을 가진 자로 10명을 선정하였다. 초등학교 교사 6명, 중학교 교사 4명이 참여하였으며, 중학교 교사는 골드버그

융합교육 경력이 3년 이상인 자로 구성하였다. 전문가 참여현황의 구체적인 내용은 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Delphi Validation Participants Status

Classification	Participants	
	number (person)	Percentage (%)
Type	Elementary	6 (60)
	Secondary	4 (40)
Degree	Bachelor	1 (10)
	Master	6 (60)
	Doctor	3 (30)
Educational Experience	Less than 10 years	2 (20)
	more than 10 years	8 (80)
Expertise	SW convergence Education	10 (100)
	Goldberg convergence Education	4 (40)

델파이 조사 문항은 7점 척도의 객관식 문항과 타당도가 낮은 내용에 대한 자율 서술 문항으로 구성하였다. 델파이 결과는 평균(M), 표준편차(SD), 내용 타당도 비율(Content Validity Ratio, CVR)로 나타낸다. 평균의 최댓값은 7이며, CVR을 아래의 공식과 같이 정의하여 계산하여 제시하였다. P는 리커트 척도 7점 중 5점 이상인 ‘타당하다’의 응답수를, T는 전체 응답수를 의미한다. CVR 패널수가 10명인 경우 CVR이 0.62보다 낮게 나타난 항목은 타당도가 유의미하지 않은 것으로 간주한다[10].

$$CVR = \frac{P - (T/2)}{T/2}$$

델파이 검증을 거쳐 개발한 프로그램의 교육현장 사용성을 테스트하기 위해 초등학교 교사 30명, 예비 교사 30명, 초중등학생 1,307명을 대상으로 프로그램 적용 후 만족도 조사를 실시하였다. 만족도 평가를 위한 문항은 리커트 5점 척도로 개발하였다. 프로그램 운영은 2020년 11월 16일부터 29일까지 2주간 진행하였으며, 프로그램에 참여한 구체적인 내용은 <Table 3>, <Table 4>와 같다.

<Table 3> Teacher Participants in satisfaction survey

Classification	Prospective teacher		Teacher	
	number (person)	Percentage (%)	number (person)	Percentage (%)
Type Elementary	21	70	8	26.7
Secondary	9	30	22	73.3
Total	30	100	30	100

<Table 4> Student Participants in satisfaction survey

Classification	Students	
	number (person)	Percentage (%)
5th grade	219	16.9
6th grade	11	0.8
7th grade	536	41.3
8th grade	176	13.5
9th grade	70	5.4
10th grade	208	16
11th grade	78	6
12th grade	1	0
합계	1,307	0

4. 골드버그 장치 기반 SW교육 도구 개발

연구의 목적은 초등학교, 중학교 SW교육에서 활용할 수 있는 골드버그 기반의 SW융합교육 도구를 개발하는 것으로, 골드버그 장치를 컴퓨터 프로그램의 가상의 공간에서 효과적으로 체험할 수 있도록 (Fig. 1)과 같이 물리엔진이 적용된 3D 환경을 기반으로 개발하였다 (www.ebssw.kr/coding/ddgoView.do). 물리적 실험을 가상공간을 활용하여 실시할 시 실험 도구 조작 능력, 실험 환경 등에 제약이 적어 일반 실험보다 높은 학습 효과를 얻을 수 있기 때문이다[9].



(Fig. 1) Operating scenes of the developed program

프로그램 언어는 (Fig. 2)와 같이 구글의 Blockly 기반의 블록형 프로그래밍 언어를 사용하여 초등학생들도 프로그램을 체험해 볼 수 있도록 제작하였다. 프로그램 내의 오브젝트들은 그 특징에 따라 고유한 기능 블록, 개별 속성 값을 가지고 있다. 학습자는 공이 목적지까지 안전하게 도달할 수 있도록 각각의 오브젝트들의 작동 방법과 시간을 고려하여 코딩해야 한다.



(Fig. 2) Coding methods of the developed program

목적지점까지 굴러가는 과정에서 상호작용하게 되는 오브젝트들의 움직임은 (Fig. 3)과 같이 이벤트 연결을 통해 제어할 수 있다. 학생들은 이러한 과정을 통해 객체지향 프로그래밍과 이벤트 드리븐 방식에 대한 대략적인 개념을 학습할 수 있다.



(Fig. 3) How to connect events in the developed program

5. 연구결과

5.1. 델파이 전문가 검증

연구진이 생각하는 SW융합교육 도구의 정의와 목표는 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Definition and Objectives of SW Convergence Education Tools

	Explanation
Definition	SW convergence education tools are that intuitively produce and experiment with content in 3D virtual environments. It allows to simulate learning environments that are difficult to experience directly in the real world.
	1. SW convergence education tools should provide elements that allow teachers to link the contents of science, math, technology, and art. It should be able to produce content easily.
Objectives	2. The learners should be able to visualize and express changes in the content or data of the relevant learning elements while experimenting with SW convergence content.
	3. Learners should be able to directly change(code) and experiment with the properties and behavior of learning elements of convergence content in virtual space presented by teachers.

상기의 목표를 달성하기 위한 기능으로 실감형 교육 콘텐츠 저작, 교과융합 지식과 학습 데이터의 시각화, 교육 콘텐츠의 시뮬레이션 등 세 가지를 설정하였다. 각 기능에 대한 세부적인 내용은 <Table 6>과 같이 정의하였다.

<Table 6> Detail function of SW Convergence Education Tool

Classification	Explanation
1. Realistic-type Education contents authoring	It should provide functionality as a authoring tool that allows teachers to create SW-converged educational content in 3D virtual spaces.
2. Visualization of curriculum convergence knowledge and learning data	The function of visualizing the explanation or implementation of relevant knowledge should be provided along with the behavior of realistic contents,

3. Simulation of Education Contents	It should provide the ability for learners to modify the properties and movement of content authored by the teachers and simulate it.
-------------------------------------	---

SW융합교육 도구의 정의와 목표 및 기능에 대한 타당성 평가결과는 <Table 7>과 같다. 먼저 SW융합교육 도구의 [정의]는 평균 6.5에 CVR 1로 타당한 것으로 나타났다. SW 융합도구의 [목표] 영역에서는 목표2가 평균은 6.25로 높았으나 CVR이 0.4로 기준치보다 낮아 내용타당도가 유의미하지 않는 것으로 나타났다. SW융합교육 도구의 [기능] 영역에서는 기능2는 평균이 5.5로 다른 기능의 평균값에 비해 낮으며, CVR이 0.4로 기준치보다 낮아 내용타당도가 유의미하지 않는 것으로 나타났다.

<Table 7> 1st Delphi Results for SW Convergence Tool Survey

Classification	M	SD	CVR
Definition	6.5	0.82	1
Objectives	1	6.6	0.97
	2	6.25	1.37
	3	6.625	0.97
Functions	1	6.6	0.7
	2	5.5	1.27
	3	6.7	0.48

1차 델파이 전문가 설문 시 타당성이 부족하다고 생각하는 부분에 대하여 자유로운 서술 의견 응답을 받았다. 델파이에 참여한 전문가들의 주된 내용은 목표 대상이 교수자인지 학습자인 모호하다는 점과 목표 2에서 시각화의 대상이 모호하다는 점이다. 이를 바탕으로 연구진 회의를 거쳐 다음과 같은 방향으로 내용을 수정하였다.

먼저, 목표 대상이 교수자인지 학습자인지 명시화할 필요가 있었다. 그래서 목표 1,2는 교수자 입장에서, 목표 3은 교수자, 학습자로 분리하였다. 그리고 교수자간, 학습자간 산출물 공유 및 리믹스 기능 내용 추가하였다. 다음으로 기능 측면에서 정의한 목표를 달성하기 위해 필요한 도구의 기능과 학습 내용으로 이원화하였으며, 해당 도구의 기능과 학습 내용간의 연관성을 높이고자 명칭을 통일하였다. 이에 따라, 기능 분류를 저작 / 시각화 / 시뮬레이션 /커뮤니티로 구분하고, 학습 내용의 하

위요소는 기능 분류에서 커뮤니티를 제외하였다. 수정된 내용은 <Table 8>, <Table 9>와 같다.

<Table 8> Modified Objectives of SW Convergence Education Tools

Explanation	
Objectives	1. SW convergence education tools should provide elements for teachers to link science, mathematics, technology, and art. It should be able to produce content easily.
	2. It should be possible for learners to visualize and represent changes in the content or data of related learning elements while experimenting with SW convergence education content.
	3. Teachers should be able to provide an active learning environment tailored to students' individual abilities so that individual learning can be possible according to the their level.
	4. Learners should be able to directly code and experiment with the properties and behaviors of learning elements of convergence content in virtual space presented by teachers.
	5. Results should be shared between teachers and learners.

<Table 9> Modified Detail function of SW Convergence Education Tool

Explanation	
Authoring	• Realistic-type Education contents authoring (Teacher) It should provide the function as an authoring tool for teachers to generate convergent educational content for STEAM education in a 3D virtual space.
Visualization	• Visualization of convergence knowledge and learning data (Teacher) It should provide a function to visualize the explanation or implementation of relevant knowledge along with the operation of realistic content.
Simulation	• Simulation of Education contents (Teacher) It should provide the ability for learners to modify and simulate the attributes and behaviors of content written by teachers. (Learner) Learners can modify the attributes and behavior of the content.
Community	• Sharing and recycling contents (Teacher) It should be possible to share and recycle educational contents produced or modified. (Learner) Learners should be able to share their work.

수정된 설문 문항에 대한 2차 델파이 결과는 <Table 10>과 같다. 평균값은 모두 6 이상으로 최댓값 7에 근접하였으며, CVR은 0.8 이상으로 내용타당성이 유의한 것으로 나타나 개발된 프로그램은 연구진이 설정한 SW

융합교육 도구의 정의, 목적, 기능에 부합한다고 볼 수 있다.

<Table 10> 2nd Delphi Results for SW Convergence Tool Survey

Classification	M	SD	CVR
Definition	6.4	0.7	1
Objectives	1	6.6	0.84
	2	6.2	1.14
	3	6.6	0.7
	4	6.6	0.7
	5	6.7	0.67
Functions	1	6.6	0.7
	2	6.4	0.67
	3	6.7	0.67
	4	6.7	0.67
contents	1	6.3	1.16
	2	6.4	0.84
	3	6.7	0.67

5.2. 만족도 조사 결과

프로그램을 적용 후 프로그램을 사용한 교사와 예비 교원, 학생들의 만족도 조사를 실시하였다. 설문은 2차 델파이 설문 중 학습과 관련된 영역인 내용(content)에 대하여 리커트 5점 척도를 적용하여 실시하였으며 그 결과는 <Table 11>과 같다.

<Table 11> Satisfaction Survey Results of Teacher

Classification	Prospective teacher		Teacher		t	p	
	M	SD	M	SD			
Aut horing	Functional Adequacy	3.8	1.126	4.23	0.626	1.736	0.089
	Level Step Design	3.6	1.102	4.17	0.75	1.842	0.072
Visualization	Completeness	3.8	1.215	3.7	0.952	-0.355	0.724
	Adequacy	3.67	1.155	4	0.947	1.223	0.226
Simulation	Convergence	3.87	1.196	4.17	0.648	1.208	0.233
	Providing an active learning environment	4.2	1.031	4.27	0.583	0.308	0.759
Usability	Suitability	4.03	0.850	4.3	0.535	1.454	0.152
	Ease of deplyment and application	3.47	1.167	3.23	1.357	-0.714	0.478
Educational content Applicability	User Intimacy	4.1	1.155	3.93	0.944	-0.612	0.543
	Utility	3.9	1.162	4.13	0.937	0.902	0.371
	Sharing Experience	4.17	0.791	3.9	0.759	-1.332	0.188
	Self-directed Learning	4.2	0.847	4.23	0.626	0.173	0.863

* : p<.05

응답 결과 예비교원들은 능동적 학습 환경, 시뮬레이션의 적합성, 사용자 친밀성, 경험공유, 자기주도적 학습

부분에서 높은 점수를 부여하였다. 한편 교사는 기능의 적절성, 수준단계 설계, 시뮬레이션, 자기주도적 학습 부분에서 높은 평가를 내려 상대적으로 프로그램의 실제 교육 측면에 대해서 높은 점수를 부여하였다. 반면 적용 및 배포 용이성에서는 두 집단 모두에게 낮은 점수를 받았으며, 수업을 직접 진행한 교사들은 모두 경험의 공유가 부족했다고 지적하였다.

<Table 12> Satisfaction Survey Results of Student

Classification	Elementary		Secondary		Total		t	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
Interests	3.875	1.078	3.674	1.010	3.709	1.025	2.595	0.010 *
Difficulty	2.580	0.983	2.746	0.886	2.717	0.906	-2.536	0.011 *

* : p<.05

학습자를 대상으로 프로그램에 대한 흥미도와 만족도에 대하여 조사한 결과는 <Table 12>와 같다. 적용 결과 초등학생들의 프로그램 만족도가 중등학생에 비해 높은 것으로 나타났다. 반면 난이도는 중등학생들이 더 높다고 생각하는 것으로 나타났다.

<Table 13> Free Narrative Response Results

Response	number (person)	Percentage (%)
Able to learn various subjects such as coding and science.	384	29.4
There are many self-directed activities	273	20.9
Have a lot of cooperative activities with my friends	84	6.4
It includes many activities to make or experience.	214	16.4
Can get information about coding, science-related career paths	137	10.5
Can see how coding, science, etc. are used in real life.	112	8.6
Sufficient discussion is possible	59	4.5
etc.	44	3.4

실험에 참여한 학습자들은 개발된 도구가 기존의 융합 수업과 비교했을 때 코딩, 과학을 관련지어 배울 수 있다는 점이 가장 큰 차이점이라고 응답하였으며

(29.4%), 그 외에 자기주도적 활동이 많다는 점(20.9%), 만들고 체험하는 활동이 많다는 점(16.4%)에 큰 차이가 있다고 응답하였다. 응답 결과의 전체적인 내용은 <Table 13>과 같다.

6. 결론

본 연구에서는 과학과 SW를 융합하여 교육에 활용할 수 있는 도구를 개발하여 적용하였으며, 연구를 통해 나타난 결과는 다음과 같다.

첫째, 골드버그장치의 원리를 적용하여 과학교과에 등장하는 다양한 에너지에 대한 개념을 SW교육적 요소와 융합한 프로그램을 개발하였다. 전문가 델파이 검증 결과 프로그램의 개발 정의, 목표, 기능에 부합하는 것으로 나타나 프로그램이 SW융합교육 도구로 적합하게 개발되었음을 알 수 있다.

둘째, 프로그램에 대한 사용성 평가 결과 프로그램의 시각화, 시뮬레이션, 교육 콘텐츠 적용성에 대해서는 높은 평가를 받아 교육 도구로 충분히 활용될 수 있는 것으로 나타났다. 반면 배포 및 적용 용이성에 대해서는 낮은 평가를 받아 프로그램의 확산 측면에서 한계가 있는 것으로 나타나 프로그램의 최적화 부분에 대한 보완이 필요하다.

셋째, 학습자에게 적용한 결과 개발된 프로그램은 다양한 교과를 배우거나 자기 주도적으로 참여할 수 있다는 점에서 높은 평가를 받았다. 이는 프로그램을 적용하는 데 있어 교수자가 일일이 기능과 방법을 설명하지 않아도 학생들이 스스로 학습할 수 있다는 점에 큰 의미가 있다.

종합하자면 본 연구에서 개발한 SW융합교육 도구는 과학과 SW를 융합한 교육 활용에 효과가 있는 것으로 나타났으며, 프로그램의 일부를 보완한다면 더욱 큰 효과가 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 개발한 SW융합교육 도구를 교육현장에 실제 적용하기 위해서 다음과 같은 후속 연구가 필요하다. 먼저 본 연구를 통해 개발한 프로그램에 대해 델파이 검증 및 만족도 조사를 수행하였으나 진정한 융합 프로그램으로서의 효과성 검증을 위해 컴퓨팅사고력, 문제해결력 등에 대한 검증이 수반되어야 한다. 또한 프로그램의 적용, 배포 용이성을 향상시키고, 프로그램의 오

류 해결을 위한 최적화 작업을 지속적으로 병행하여 학습자들이 보다 편리하게 사용할 수 있도록 해야한다. 마지막으로 온라인과 오프라인 모두의 환경에서 학생들의 협업·토론을 이끌어 낼 수 있는 협력, 공유 시스템을 마련하여 학생들의 학습 경험이 더욱 넓은 공간과 학습 환경에서 이루어지도록 연구되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Bae, Y., Lee, J. (2020). Effects of SW-STEAM Education for Elementary School: A Meta-Analysis. *The Journal of the Korea Contents Association*, 20(10), 247-258.
- [2] Choi, M. (2011). *Development of Learning Program Based on Goldberg Machine Building Activities - Focusing on High School Physics - Master dissertation*, Korea National University of Education
- [3] Choi, M., Kim, M. (2012). Development and Implementation of Learning Program Based on Goldberg Machine Building Activities. *CNU Journal of Educational Studies*, 18(1), 88-106.
- [4] Denning, P. J., Tedre, M. (2019). *Computational Thinking*. Cambridge, MA; The MIT Press.
- [5] Jo, S., So, G. (2019). The Effect of Goldberg Machines Program Using Energy Concept on Elementary School Students' Task Commitment and Creative Problem Solving. *The Korean Society of Energy and Climate Change Education*, 9(2), 79-93.
- [6] Kim, S., Kim, C., Kim, H. (2017). *Computational Thinking and Coding Education Using Code.org: Coding for Evrey Student*, Seoul: Hanbit Academy. (Original work published 2016)
- [7] Kim, H., Choi, S. (2019). The Development and Application of the SW-STEAM Program by Utilizing Ozobot Coding for Elementary Science Class. *Elementary Science Education*, 38(2), 234-243.
- [8] Kim, Y., Park, N. (2012). Development and Application of Rube Goldberg Machines STEAM based Elementary Education Program. *Journal of The Korean Association Of Computer Education*, 16(2), 117-121.
- [9] Kim, Y., Yoon, S., Shin, B. (2021). Development of a Virtual Reality-Based Physics Experiment Training Simulator Centered on Motion of Projectile. *KIPS Transactions on Software and Data Engineering*, 10(1), 19 - 28.
- [10] Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology*, 28(4), 563-575.
- [11] Lee, K. (2014). An Example-Based Approach to the Synthesis of Rube Goldberg Machines. *Journal of the Korea Computer Graphics Society*, 20(2), 25-32.
- [12] Lee, S., Kwon, N. (2018). The Effects of Elementary Science Class Using SW on Students' Problem Solving Skills and Scientific Attitude. *The Journal of Education*, 38, 289-304.
- [13] Lee, Y., Kim, T. (2020). The Effect of a Physical Computing Convergence Class to the Science Exploration Experiment Subject of High School on the SW Education Recognition and the Convergence Literacy. *Journal of The Korean Association Of Computer Education*, 23(4), 69-78.
- [14] Marisa K., Shawn S. (2019). A Rube Goldberg Approach to Teaching Dynamics of Machine Elements. *Advances in Engineering Education. Fall 2019*, 1-31.
- [15] Yoon, J., Nam, Y., Cho, W. (2020). Development and Application of a Science-SW Convergence Education Program Using Micro:Bit. *Journal of The Korean Association Of Computer Education*, 23(6), 77-87.

저자소개



이 시 훈

2011 청주교육대학교(교육학 학사)
 2018 청주교육대학교 교육대학원
 로봇교육전공(석사)
 2020~현재 충북대학교 빅데이터
 협동과정 (박사과정)
 2019~현재 갈원초등학교 교사
 관심분야: SW/AI교육, 빅데이터,
 텍스트마이닝
 E-Mail: shoon1984@gmail.com



김 은 경

2009 청주교육대학교(교육학 학사)
 2020~현재 한국교원대학교 교육대학원
 초등컴퓨터교육전공(석사과정)
 2019~현재 갈원초등학교 교사
 관심분야: SW/AI교육, 융합교육
 E-Mail: kekbt86@gmail.com



김 성 훈

2011 청주교육대학교(교육학 학사)
 2021 고려대학교 일반대학원 컴퓨
 터학과 (공학 박사)
 2011~현재 청성초등학교 교사
 관심분야: SW/AI교육, 기계학습
 E-Mail: ryankim0409@korea.ac.kr



조 완 섭

1985 경북대학교 (학사)
 1987 KAIST 전산학과 (석사)
 1996 KAIST 전산학과 (박사)
 1987~1990 한국전자통신연구원
 1990~1996 KAIST 교육 및 연구조교
 1997~현재 충북대학교 경영정보학과
 교수
 2001~2002 미국 플로리다주립대 연구원
 관심분야: Databases, Bigdata, AI,
 Blockchain
 E-Mail: wscho@chungbuk.ac.kr



손 정 명

2011 청주교육대학교(교육학 학사)
 2019 청주교육대학교 교육대학원
 초등정보로봇교육전공(석사)
 2020~현재 한국교원대학교 교육대학원
 초등컴퓨터교육전공(박사과정)
 2019~현재 양성초등학교 교사
 관심분야: SW/AI교육, 데이터과학, 메타
 버스
 e-mail: caprison11@korea.kr