

Development of Science Subject Program based on Programming Learning to Improve Computational Thinking Ability in middle school.

Hye-Young Lee*, Tae-Wuk Lee**

Abstract

In this paper, we propose a Science subject program based on programming learning to improve computational thinking ability in middle school. As the necessity of software education rises recently, the subject of information was designated as the mandatory subject in elementary, middle and high schools. In order to cultivate the ability that enables the learners to search the knowledge in need by themselves and raise troubleshooting method, not the existing indoctrination, his thesis was willing to improve Computational Thinking ability and improve the ability of considering and thinking the matters by using scratch language. For that, this thesis developed and suggested science subject program that utilizes the programming learning.

▶ Keyword : Programming Learning, Computational Thinking

1. Introduction

21세기 지식·정보사회의 인재는 정보처리기술을 올바르게 활용할 뿐 아니라, 새로운 지식과 정보, 기술을 창의적으로 생성하고 이를 통해 문제를 해결하는 능력을 갖추어야 한다. 이에 2015 정보 교과 교육과정 주요 개정 방향은 소프트웨어 교육 강화를 위한 국가·사회적 요구를 반영하여 초·중학교에서 소프트웨어 교육을 필수로 이수하는 방안이 제시되었고, 이에 초등학교에서는 정보와 관련되어 있는 현재 실과 내용을 소프트웨어 기초 소양이 포함된 교육 내용으로 개편, 중학교에서는 '과학/기술-가정'으로 구성된 현재 교과군을 '과학/기술·가정/정보' 교과군으로 개편되었다. 2015 교육과정 총론의 주요개정 목표는 모든 학생들의 학습 분야인 인문·사회·과학기술에 대한 기초적인 소양을 함양시켜서 인문학적인 상상력과 과학기술 창조력을 함께 갖춘 창의 융합형 인재 양성을 목표로 하고 있다. 창의 융합형 인재 양성을 위한 교과 교육과정과 핵심역량을 반영한 교과 교육과정, 학생중심교육과정, 교과 교육과정의 리더십을 확보, 범교과 학습 주제를 포함한 교과 교육과정을 개발

하는 것이 2015 교과 교육과정 주요 개정 방향이다[1]. 정보교과는 컴퓨터 과학 분야의 기본적인 개념과 원리, 그리고 과학기술을 바탕으로 실생활과 그 이외의 여러 가지 학문 분야의 문제를 창의적이고 효율적으로 해결하기 위한 학문 분야이다. 다양한 학문 분야에서 단순히 암기한 지식들은 현실에서 적용되기 힘들며, 다양한 경험들을 바탕으로 구조화가 잘 이루어진 지식과 정보는 실생활에서도 효율적으로 문제를 해결해 나가는 힘이 된다. 이렇게 실생활에서 중요한 역할을 하는 문제해결력을 신장시키기 위해, 교사중심의 수업에서 벗어나 학생 중심으로서의 교육이 이루어져야 함이 계속 중요시 되고 있다. 학생중심의 수업은 학생들이 수업의 주체가 되고, 학생들 스스로가 학습에 대한 목적을 가지게 되며, 적극적인 참여와, 협동, 상호작용을 통해서 정보와 경험을 쌓고, 그 과정을 통해 지식을 구성할 수 있게 되는 것이 특징이다. 학생들이 실생활에서 만나게 되는 문제들을 컴퓨팅 사고력을 활용해 해결할 수 있도록 이끌어 낼 수 있는 교육이 바로 프로그래밍 교육이다. 프로그래밍 교육은 흔히 생각하게 되는 소프트웨어 개발자들을 양성하기 위한 교육이 아니라, 주어진 문제를 창의적으로 해결하는 아이

*First Author: Hye-Young Lee, Corresponding Author: Tae-Wuk Lee

*Hye-Young Lee (1018lovehy@naver.com), Dept. of Computer Education at Korea National University of Education

**Tae-Wuk Lee (twlee@knu.ac.kr), Dept. of Computer Education at Korea National University of Education

• Received: 2015. 12. 10, Revised: 2015. 12. 17, Accepted: 2015. 12. 24.

디어를 생성해 내는 도구이다. 이러한 프로그래밍 교육을 받을 수 있는 현재의 학교교육은 2015 개정 교육과정으로 인해 기존의 시수보다는 많이 확보가 되었지만, 아직 소프트웨어의 단순 활용교육에 치중되어 있기 때문에 컴퓨팅 사고력을 신장시키기 위한 교육방법들은 턱없이 부족하다. 이에 본 연구에서는 학생들의 프로그래밍 활동으로 컴퓨팅 사고력을 신장시킬 수 있도록 스크래치 프로그래밍을 중심으로 중학교 과학교과 프로그램을 개발하였다.

본 논문의 이후 구성은 다음과 같다. 2장에서는 컴퓨팅사고력과 스크래치프로그래밍 언어에 대한 관련 연구를 고찰하고, 3장에서는 과학교과 학습 프로그램 교수방법을 제안하고, 4장에서는 이에 대한 결론을 맺는다.

II. Preliminaries

1. Computational Thinking

컴퓨팅 사고력은 기존의 ‘계산적 사고’, ‘정보과학적 사고’ 등 다양한 용어로 사용되어 오던 것을 일관성 있게 기술한 용어이며, 사람들이 실제 생활환경 속에서 접하게 되는 다양한 문제들을 어떻게 해결할 것인지를 논리적, 절차적으로 사고하고, 사고한 문제 해결 과정을 효율적으로 해결하려는 종합적인 사고과정이라고 할 수 있다.

이러한 컴퓨팅적인 사고는 21세기에 살아가는 학습자가 갖추어야 할 핵심역량으로 강조되고 있어, 모든 사람이 반드시 알아야 하는 읽기, 쓰기, 셈하기와 마찬가지로 기초 소양으로 인식되고 있다.

컴퓨터 과학에서는 컴퓨터를 활용한 문제 해결 과정이 일반적인 사고력과 문제해결력에 긍정적인 영향을 준다는 점에 기반을 두고 컴퓨팅 사고력에 대한 논의를 진행해 왔다. 이에 국내외의 여러 연구자들에 의해서 컴퓨팅 사고력의 개념에 대해 정의하고 있다.

다음 표 1은 컴퓨팅 사고력 또는 계산적 사고에 대한 국내외의 관련 연구에 의해 정의된 컴퓨팅 사고력에 대한 내용이다 [2][9][10][11][12][13][14].

Table 1. Research related computational thinking

researcher (no date)	contents of research	
Wing (2006, 2008)	title	Computational thinking
	define	Computational thinking is taking an approach to solving problems, designing systems and understanding human behaviour that draws on concepts fundamental to computing.

EunKyung Lee (2009)	title	Robot Programming Teaching and Learning Model to Enhance Computational Thinking Ability
	define	Basic ability to have and to be with people living in modern society, The basic concepts and theories of computer science, system design and in accordance with And solve the problem, An abstract thinking skills, including understanding human behavior.
HyungCh oel Kim (2011)	title	functional element consideration of learning tools, the calculation principles for computer science education
	define	computational thinking is computational system to any work effectively and efficiently using the approach or attitude that will should be acquired. A broad sense of form that can understand the world.
DaeYung Kwon (2011)	title	Algorithmic brick based tangible robot and hybrid programming environments for enhancing computational thinking
	define	Computational thinking is Everyone are essential skills that would be used until the middle of the 21 years old. computer science of the basic concepts and problem solving, according to the principles of understanding of human behavior in a variety of academic disciplines, including system design and computer scienceMean range of mental tools, including the area.
YoungJu n Lee et al. (2014)	title	fundamental research for Introduction of primary and secondary stage of computational thinking
	define	Computational thinking is Wanting to solve problems using the competence of computing system of effective and efficient procedure which enables it to deal with any ability to think.

2. Scratch Programming

스크래치는 프로그래밍을 처음 접하는 학생들을 위한 교육용 프로그래밍 언어이다. 기존의 텍스트 기반의 프로그래밍 언어와는 달리, 명령어들이 블록으로 이루어져 있어, 코딩을 할 때 블록을 차례대로 나열하는 방식으로 프로그래밍을 할 수 있고, 또한 블록들 속에 명령어들이 기재되어 있기 때문에, 문법에 대한 부담 없이 원하는 프로그래밍을 해 낼 수 있다. 이미지, 소리, 음악과 같은 다양한 멀티미디어지원이 가능하며, 쉽게 조작이 가능하고, 웹을 통해 공유 또한 가능하므로 여러 가지 예제들을 쉽게 찾아볼 수 있다는 큰 장점을 가지고 있다. 그래서 스크래치는 프로그래밍을 처음 접하는 학생들을 위한 도구로

많이 사용되고 있으며 컴퓨터과학 전공 및 비전공자 신입생을 위한 프로그래밍 학습 도구로도 사용되고 있다[2].

아래의 표 2를 보면 스크래치 프로그래밍과 관련된 연구들의 목적이 논리적 사고력 신장, 문제해결력 향상, 창의성 향상, 스크래치 교육의 긍정적인 영향, 게임 중독 치료 등으로 매우 다양하였다[3][4][5][6][7][8]. 하지만, 본 연구에서 개발하고자 하는 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 과학 교과 프로그램이나, 상관연구 및 비교 실험 연구는 아직 많지 않은 편이다.

Table 2. Research related scratch programming

researcher (no date)	contents of research	
Jeong-B eom Song, Soeng-H wan Cho, Tae-Wuk Lee (2008)	title	The Effect of CPS-based Scratch EPL on Problem Solving Ability and Programming Attitude
	contents	Scratch programming in 6th grade in elementary school students time special activity by learned. As a result, the 6th grade in elementary school to improve the intrinsic motivation of learners and problem solvers were shown to works.
Soeng-H wan Cho, Jeong-B eom Song, Seong-S ik Kim, Kyung-H wa Lee (2008)	title	The Effect of CPS-based Scratch EPL on Problem Solving Ability and Programming Attitude
	contents	Middle school students cps model based Learning to improve problem-solving, applying the Scratch programming of the outcome of this experiment by positive influence.
SeonKwa n Han, SooHwa n Kim, JungBo Seo (2010)	title	The Development of the Game Addiction Remedy Program based on Scratch Programming
	contents	Scratch an elementary school students playing games with a high-risk group game addiction treatment activities and alternative education programs to experimentation. As a result, a sense of self-esteem, self control capability test results were positive and creative joy, etc.
Seong Jin Ham, Soon Hwa Kim, Se Young Park, Ki Sang Song (2014)	title	Development of CT-STEAM Education Program Enhancing Integrated Thinking Skills for Elementary School
	contents	He proposed a CT-STEAMI models and Teaching-learning class. As a result, information and creative and active future through an expert in computer education in school and verifying the validity that can help solve the problem.
Jun-Pil Cho	title	The Development of Learning Program Using Scratch to Foster

(2012)		Logical Thinking Ability of Middle School Students in Technology Education
	contents	Program was developed Been checked by specialist Scratch the acquisition of middle school students our logical thinking skills that can apply through the education technology.
Seong-Ji n Ham, Changm o Yang (2011)	title	The Development of the Game Addiction Remedy Program based on Scratch Programming
	contents	Education programming is problem solving skills and enhancing a positive influence on the logical mind.

III. The Proposed Scheme

1. Analysis of educational curriculum

본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 중학교 1학년 학생들을 주된 학습자로 계획하였다. 프로그래밍 중심 과학 교과 프로그램의 설계단계에서 교육 프로그램의 주제 선정을 위하여 중학교 1학년의 과학교과 내용을 분석하였다.

국민 공통 기본 교육과정의 2009 개정 과학과를 살펴보면, 3학년부터 10학년까지는 과학의 기본개념을 이해한다. 또한 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 일상생활의 문제를 합리적이고 창의적으로 해결하는데 필요한 과학적 소양을 기르는 교과로서 구성내용 영역은 운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주의 네 가지 영역으로 구성되어 있다. 이 4가지의 구성내용 영역 중 운동과 에너지 영역을 본 연구에 적용하였고, 스크래치 프로그램의 적용을 위하여 운동과 에너지 영역중 적당한 단원의 내용 요소를 표 3과 같이 추출하였다.

Table 3. Science subject of The amendment curriculum 2009, MOE

grade	chapter	section	lesson
1	7. force and motion	1. force and our lives	2. buoyancy

중학교 1학년 과학과 교육과정 중 대단원 7단원의 힘과 운동, 중단원 1단원의 힘과 우리 생활, 소단원 2단원의 부력을 프로그래밍 학습내용으로 선정하였다. 해당 단원의 학습 목표는 다음 표 4와 같다.

Table 4. learning objective of lesson 7

No	learning objective
1	Can you explain the effects of various phenomena as you can see power in everyday life.
2	Gravity, electricity, magnetism, electric power, resilience, friction etc to describe the various forces.
3	Can understand the principles can display force to measures of force.
4	To seek the resultant of the two forces acting on an object.
5	Changing speed, speed has not changed sports movement, various sports such as a shifting movement represented by a change of location, with time.
6	To describe the movement of objects when not in force at work.
7	An object could explain to exercise when forces were at work.

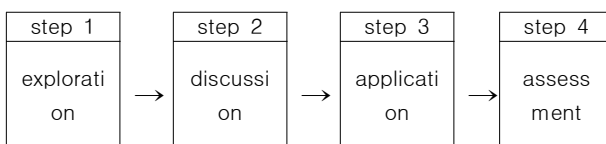
부력단원에서 학생들은 부력의 개념을 익히고, 생활 주변에서 볼 수 있는 부력이 작용하는 현상을 1가지 제시하여, 스크래치 프로젝트로 제작해 봄으로써 부력의 원리를 학습할 수 있도록 내용을 구성해 보았다.

Table 5. Construction of contents

grade	lesson	내용
1	2. buoyancy	After the principles of buoyancy and learning and understand the principles, principle of buoyancy and submarines, Scratch program with projects put together.

표 5와 같이 “생활 주변에서 찾을 수 있는 부력이 작용하는 현상”을 잠수함으로 선정하였고, 이를 프로젝트로 제작하여 학생들에게 제시해 줄 수 있도록 설계하였다. 이 학습은 표 6과 같이 탐색, 토론, 적용, 평가로 진행 된다.

Table 6. Plan of educational program



각 단계별 활동을 통하여 동기유발, 창의적사고, 창의적사고, 상호작용 및 자기반성이 이루어지도록 하였다[1].

탐색하기 단계에서는 동기유발 및 문제제시 단계로 주제와 관련된 이야기책이나 동영상 등을 통해 문제를 제시하여 학생

들이 학습할 문제를 파악하는 활동을 한다.

토론하기 단계에서는 주제에 대한 아이디어를 얻기 위한 단계이다. 학생들은 조사, 발표, 토의활동을 통해 주어진 문제를 학습한다. 이 과정에서 생성된 아이디어는 적용하기에서 이루어지는 프로그래밍 활동의 토대가 된다.

적용하기 단계에서는 토론하기 단계에서 학습한 주제를 실제 프로그래밍으로 작성한다. 이 단계에서 교사는 예시 프로그램을 제시하여 학생들에게 자신만의 프로그램 구상에 도움을 준다.

평가하기 단계에서는 스스로 만든 프로그램을 바탕으로 조별로 발표 및 토론활동을 하며, 토론과정에서 상호평가 및 자기반성 등이 이루어지도록 한다.

2. Science subject program based on programming

교육 프로그램 1단계인 탐색하기에서는 동기유발 및 문제제시 단계로 주제와 관련된 동영상자료를 통해 학습할 문제를 파악할 수 있도록 한다. 영상자료의 내용은 물이 담긴 수조에 스티로폼 공을 밀어 넣는 활동 중 스티로폼 공이 튀어 오르는 모습이며, 이 과정에서 공이 튀어 오르는 이유를 물으면서 동기유발을 이끈다.

탐색하기 단계가 끝나면 2단계인 토론하기 단계가 진행된다. 토론하기 단계에서는 주제에 대한 아이디어를 얻을 수 있는 조사, 발표, 토의활동을 하게 된다. 공이 튀어오르는 이유에 대한 내용을 그룹별로 조사하고, 발표하고, 토론하여 부력에 대한 이론적 개념과 부력의 크기의 원리를 학습한다. 또한, 배가 물에 뜨는 이유를 생각해 보면서 같은 물체라 하더라도 모양에 따라 부력의 크기가 달라지는 것을 이해 할 수 있도록 한다.

토론하기 단계가 끝나면 3단계인 적용하기 단계가 진행된다. 적용하기 단계는 토론하기 단계에서 학습한 주제를 실제 프로그래밍으로 작성한다. 다음 그림 1은 적용하기 단계에서 교사가 제시할 예시 프로그램의 작성코드이다.



Fig. 1. Lesson 7-1-2 buoyancy - stage script of First grade in Middle school

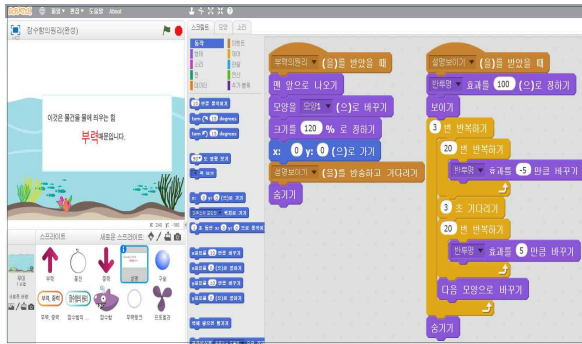


Fig. 2. Lesson 7-1-2 buoyancy – account script of First grade in Middle school

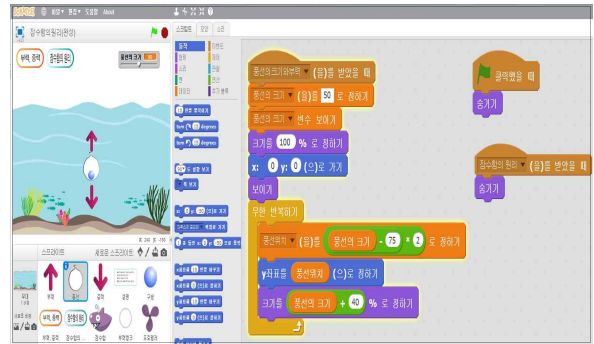


Fig. 5. Lesson 7-1-2 buoyancy – balloon script of First grade in Middle school

그림 1과 그림 2의 무대와 설명 스크립트이다. 무대 배경에는 부력의 원리를 확인하기에 어울리는 물속 배경으로 디자인한다. 그리고 부력의 원리함수와 메뉴보이기 함수를 호출하고, 풍선의 크기 변수는 숨기도록 부력의 원리를 설명을 할 수 있도록 스크립트를 작성한다. 다음 개념설명이 들어갈 스프라이트를 생성하고, 부력에 대한 내용과 중력에 대한 내용을 텍스트로 삽입하여 이론에 관한 설명이 이루어 질 수 있도록 스크립트를 작성하였다.

그림 3, 그림 4, 그림 5는 각각 부력, 중력, 풍선 스크립트 작성코드이다. 부력 스크립트에서는 풍선의 크기가 커질 때, y좌표의 값을 풍선의 크기와 비례하여 커질 수 있도록 수식을 작성하여 무한 반복하도록 작성하였다.(ex : y좌표를 ((y좌표 of 풍선)+(풍선의 크기 + 40) * 0.5)로 정하기로 작성) 중력 스크립트에서는 반대로 y좌표를 ((y좌표 of 풍선) - 60)으로 정하기를 무한 반복하여, 부력과는 반대로 y좌표를 감소시켜서 화살표가 아래로 움직일 수 있도록 코드를 작성하였다. 이러한 코드의 내용은 적용하기 단계의 전단계인 토론하기 단계에서 학생들이 충분한 토론활동을 한 결과로 얻을 수 있는 지식을 토대로 작성 할 수 있도록 교사가 지도해야 한다. 풍선스크립트에서는 풍선의 크지정과 x좌표의 위치지정, 그리고 풍선의 크기에 따라 부력의 크기가 바뀌게 되어, 풍선의 위치 또한 위아래로 이동될 수 있도록 무한반복 수식을 작성하도록 한다.

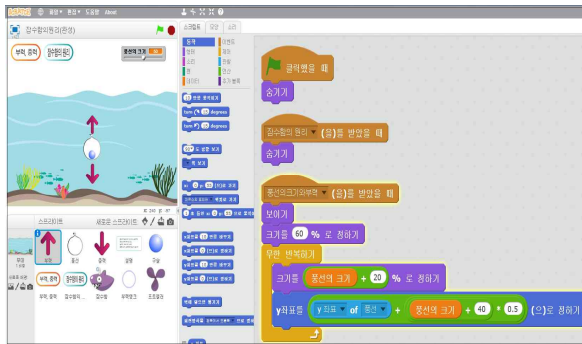


Fig. 3. Lesson 7-1-2 buoyancy – buoyancy script of First grade in Middle school

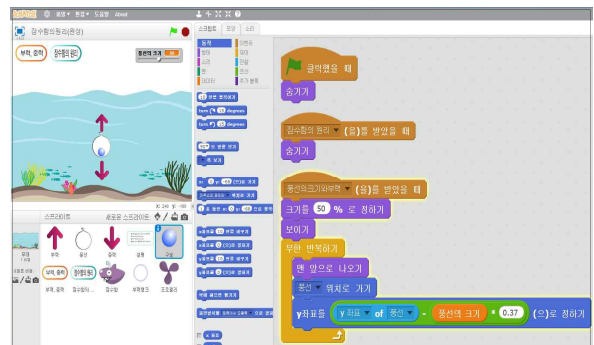


Fig 6. Lesson 7-1-2 buoyancy – marble script of First grade in Middle school

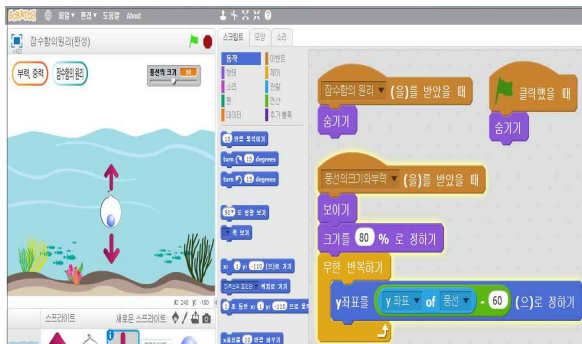


Fig. 4. Lesson 7-1-2 buoyancy – gravitation script of First grade in Middle school

그림 6은 구슬 스크립트 작성코드이다. 구슬은 풍선의 위치와 같은 위치를 유지 할 수 있도록 프로그램을 작성하고, 풍선의 크기에 일정비로 비례하여 위, 아래로 이동할 수 있도록 좌표수식을 지정해 주었다.



Fig. 7. Lesson 7-1-2 buoyancy – button 1 script of First grade in Middle school

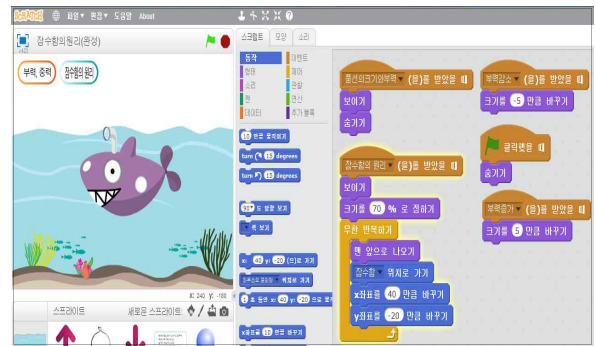


Fig. 10. Lesson 7-1-2 buoyancy – buoyancy tank script of First grade in Middle school



Fig. 8. Lesson 7-1-2 buoyancy – button 2 script of First grade in Middle school



Fig. 11. Lesson 7-1-2 buoyancy – propeller script of First grade in Middle school

그림 7, 그림 8은 각각 2개의 버튼역할로 버튼 1은 부력, 중력을 보여주고, 버튼 2는 잠수함을 보여줄 수 있도록 작성하였다. 부력, 중력 버튼은 풍선의 크기 변수를 나타낼 수 있도록 하고, 풍선의 크기와 부력 함수를 호출하는 역할을 한다. 잠수함의 원리 버튼은 잠수함의 원리 함수를 호출하는 역할을 한다.

그림 9, 그림 10, 그림 11은 잠수함의 원리를 알아보기 위한 스크립트이다. 각각 잠수함, 부력탱크, 프로펠러의 스프라이트로 구성되어 있고, 부력탱크의 경우, 부력의 원리에서 구슬스프라이트와 유사한 기능을 가진다. 구슬이 풍선의 위치에 있으며 y좌표를 이동했듯이 마찬가지로, 풍선의 역할이 되는 잠수함의 위치에 계속 있을 수 있도록 스크립트를 작성하였다. 잠수함의 스크립트를 보면, 방향키를 이용해 잠수함을 제어 할 수 있도록 스크립트를 작성하였다. 방향키에 의해 움직이는 잠수함의 위치에 따라 부력탱크의 크기와 위치가 변경될 수 있도록 좌표를 지정해주는 스크립트이다. 잠수함이 좌우로 움직일 경우에는 부력탱크의 크기는 변함이 없고, 위로 움직일 경우에는 y좌표에 10만큼의 변화를 주고, 아래로 움직일 경우에는 y좌표에 -10만큼의 변화를 주어, 부력탱크가 증가하고, 감소하는 원리를 이해할 수 있도록 코드를 작성 하였다.

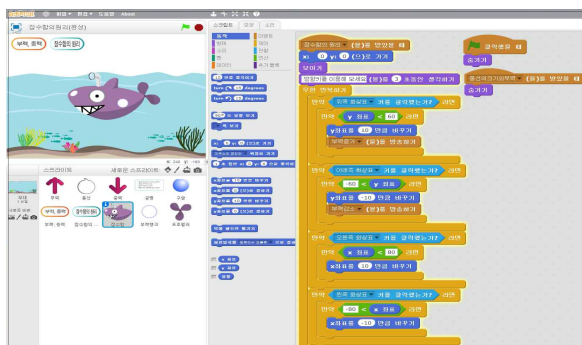


Fig. 9. Lesson 7-1-2 buoyancy – submarine script of First grade in Middle school

스크립트 작성을 통하여 적용하기 단계가 마무리 되면, 평가하기 단계를 진행한다. 평가하기 단계에서는 스스로 만들었거나 또는 토론내용을 참고하여 만든 프로그램을 조별로 발표 및 상호작용을 위한 정리토론을 하며, 토론과정에서 자기반성 등이 이루어지도록 한다.

IV. Conclusions

중학교 1학년 과학교과의 부력이라는 개념을 단순히 지식전달방식인 교사중심의 수업으로 이끌어 가는 것이 아니라, 학습자중심 수업으로 이끌어가기 위하여 교육용 프로그램 스크래치를 활용한 교육프로그램을 제안해 보았다. 교육용 프로그래밍을 통한 학습자 중심의 수업은 탐색하기-토론하기-적용하기-평가하기 단계의 수업과정으로 학생들이 수업의 주체가 되고, 학생들 스스로가 학습에 대한 목적을 가지게 되며, 적극적인 참여와, 협동, 상호작용을 통해서 정보와 경험을 쌓고, 그 과정을 통해 지식을 구성할 수 있게 되는 것이 특징이다. 또한, 부력의 개념을 학습하는 것으로 그치지 않고, 잠수함의 원리를 적용한 프로젝트까지 제작해 봄으로, 학생들이 실생활에서 만나게 되는 문제들을 컴퓨팅 사고력을 활용해 해결할 수 있도록 이끌어 낼 수 있는 교육이다. 이는 소프트웨어 개발을 위한 프로그래밍 교육이 아닌 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 프로그래밍 교육인 것이다.

이 교육 프로그램은 중학교 1학년을 대상으로 구성된 내용으로, 실제 과학교과 수업시간에 투입해 보아야 하지만, 방과후 특기적성 프로그램으로 투입해 프로그래밍을 위한 수업으로 진행되었다. 따라서 모든 학생에게 일반화하기에는 어려움이 있고, 또한 스크래치와 관련된 사전지식이 있어야 진행이 가능한 프로그램이다. 본 연구의 목적은 학습자의 컴퓨팅 사고를 신장시키는 것이다. 이를 위해 컴퓨팅 사고력을 평가, 검증 할 수 있는 검사 도구가 필요하다. 공신력 있는 검사 도구를 사용하여 컴퓨팅 사고력의 신장을 확인해보아야 할 것이며, 컴퓨팅 사고력 자체를 평가하기 힘들다면, 컴퓨팅 사고력의 구성요소인 논리적 사고력, 또는 창의력 사고력의 검사지를 활용하여 간접적인 검사를 통해 컴퓨팅 사고력 향상을 확인 해 볼 수도 있을 것이다. 컴퓨팅 사고력을 신장시켰는지에 대한 검증을 진행하지 못하였지만, 이 학습 프로그램을 통하여 교수자들이 프로그래밍 중심 과학 교육을 진행할 때에 조금이나마 도움이 되었으면 하는 바람이다. 또한, 이번 연구에서는 프로그램 개발에 대한 주제를 중학교 1학년 과정 중 7단원인 힘과 운동의 부력을 선정하여 진행되었지만, 더욱 다양한 교과단원에서 프로그래밍 중심 교육 프로그램이 다양하게 개발되어야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] Korea Institute for Curriculum and Evaluation, Information science curriculum proposed amendment public hearing, pp. 4-5, Aug 2015.
- [2] TaeHun Kim, STEAM Education Program based on Programming to Improve Computational Thinking Ability, a thesis for a doctorate, Major of Computer Education Faculty of Science Education Graduate School JEJU National University, Feb 2015.
- [3] Seong Jin Ham, Soon Hwa Kim, Se Young Park, Ki Sang Song, Development of CT-STEAM Education Program Enhancing Integrated Thinking Skills for Elementary School, The Journal of Korean association of computer education, 17(6), pp. 81-91, Nov 2014.
- [4] Jeong-Beom Song, Soeng-Hwan Cho, Tae-Wuk Lee, The Effect of Learning Scratch Programming on students' Motivation and Problem Solving Ability, Journal of The Korean Association of Information Education, 12(3), pp. 323-332, 2008.
- [5] Soeng-Hwan Cho, Jeong-Beom Song, Seong-Sik Kim, Kyung-Hwa Lee, The Effect of CPS-based Scratch EPL on Problem Solving Ability and Programming Attitude. Journal of The Korean Association of Information Education, 12(1), pp. 7-8, 2008.
- [6] Jun-Pil Cho, The Development of Learning Program Using Scratch to Foster Logical Thinking Ability of Middle School Students in Technology Education, master's thesis, Graduate School Korea National University of Education, Feb 2012.
- [7] SeonKwan Han, SooHwan Kim, JungBo Seo, The Development of the Game Addiction Remedy Program based on Scratch Programming, Journal of The Korean Association of Information Education, 14(1), pp. 61-68, 2010.
- [8] Seong-Jin Ham, Changmo Yang, Design of Computer Education Curriculum for Elementary Schools using Scratch Educational Programming Language, Journal of The Korean Association of Information Education, 15(3), pp. 413-423, 2011.
- [9] Wing, J. M. Computational thinking, Communications of the ACM, 49(3), 33-35, 2006.
- [10] Wing, J. M. Computational thinking and thinking about computing, Philosophical Transactions of the Royal Society, 366, 3717-3725, 2008.
- [11] EunKyung Lee, Robot Programming Teaching and Learning Model to Enhance Computational Thinking Ability, a thesis for a doctorate, Graduate School Korea National University of Education, Feb 2009.
- [12] HyungChael Kim, functional element consideration of learning tools, the calculation principles for computer science education, a thesis for a master's, Graduate School JEJU National University, Feb 2011.
- [13] DaeYung Kwon, Algorithmic brick based tangible robot and hybrid programming environments for enhancing

computational thinking. a thesis for a doctorate, Korea University Graduate School, Feb 2011.

- [14] YoungJun Lee, SeongHye Baek, JaeHong Sin, HeonChang Yu, InKi Jeong, SangJin Ann, JeongWon Choi, SeongKyun Jeong, fundamental research for Introduction of primary and secondary stage of computational thinking, Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity, 2014.

Authors



Hye Young Lee received the B.S. degree in Information and Communication from Inje University, Gimhae, Korea in 2009. She joined the Graduate School of Computer Education Department at

Korea National University of Education in 2015. She is currently working towards her M.S. degree in Computer Education at Korea National University of Education. Her main research interests are Programming Learning and Computational Thinkings.



Tae Wuk Lee received the B.S. degree in Science Education from Seoul National University in 1978 and M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science and Computer Education from Florida

Institute of Technology, U.S.A. in 1982 and 1985, respectively. Dr. Lee is currently the Professor of the Department of Computer Education at Korea National University of Education, Korea since 1985. He is interested in Computer Science Education and Knowledge Engineerings.