

마이크로비트 기반의 창의 컴퓨팅 교육 프로그램 개발

구덕희 · 우석준

서울교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

소프트웨어 교육이 교육 현장에서 다루어지기 시작했지만 현장 교사가 활용할 수 있는 피지컬 컴퓨팅 교구 및 수업 가이드라인이 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 마이크로비트라는 피지컬 컴퓨팅 교구를 활용한 창의 컴퓨팅 교육 프로그램을 제시하였다. 교육 프로그램에 적용된 동시따옴발(MDIAP) 교수학습모형은 동기 유발, 시연하기, 따라하기, 응용하기, 발표하기의 5단계로 구성되었다. 교수-학습 과정은 마이크로비트의 기본 센서와 추가적인 센서, 구동장치를 활용한 메이커 학습으로 구성하여 나선형으로 제시하였다. 이러한 일련의 교수 학습 활동을 통하여 학생들의 창의 컴퓨팅 사고력을 키울 수 있을 것으로 기대한다.

키워드 : SW교육, 창의 컴퓨팅 교육, 마이크로비트, 소프트웨어 교육 프로그램

The Development of A Micro:bit-Based Creative Computing Education Program

Dukhoi Koo, Seokjun Woo

Dept. of Computer Education, Seoul National University of Education

ABSTRACT

Software education has started as a compulsory subject or part in elementary, middle and high school, but there is a limitation for using the physical computing toolkit and instructional guidelines that teacher can use. The purpose of this study is to propose a computing education program using a physical computing toolkit called the Micro:bit. The novel instructional model is called "MDIAP" which consists of five stages : Motivation, Demonstration, Imitation, Application, Presentation. Instructional process is presented in spiral, consisting of basic micro-bit sensors, and maker's learning using additional sensors and actuators. This study will help students to enhance creative computational thinking through the MDIAP instructional activities.

Keywords : Software Education, Creative Computing Education, Micro:bit, SW education program

교신저자 : 구덕희(서울교육대학교 컴퓨터교육과)

논문투고 : 2018-04-16

논문심사 : 2018-04-19

심사완료 : 2018-04-21

1. 서론

새롭게 다가오는 ‘4차 산업혁명’ 시대에 대한 관심이 증대되면서 4차 산업혁명 시대에 어울리는 인재에 대한 필요성이 증가하고 있다. 그에 맞추어 우리 교육 현장도 변화가 필요하다는 주장이 대두되고 있다. 그러한 추세에 맞추어 소프트웨어 교육을 강화하고 2015 개정 교육과정부터 SW교육을 의무화하였다. 이에 따라 중등은 소프트웨어 교육이 2018년도부터 실시되고 초등 교육 현장에서는 2019년도부터 실시될 예정이다. 기존의 소프트웨어 교육은 문법 암기, 코딩 능력 등 프로그래밍 능력을 강조하였다. 그러나 현재 강조되고 있는 소프트웨어 교육은 기존의 지식 위주 교육이 아닌 수행 위주의 교육을 통하여 컴퓨팅 사고력의 의미와 중요성을 학습자 스스로 인식하고 가치를 확인하는 데에 그 목적이 있다[7]. 이를 위해서는 기존의 프로그래밍 수업을 벗어나 새로운 교수 방법과 프로그램이 요구된다. 그러나 현장에서 소프트웨어 교육을 담당할 교사가 활용할 수 있는 교육용 교구나 수업 가이드라인이 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 새로운 교육 목표 달성을 위한 소프트웨어 교육 프로그램을 개발하고자 한다. 본 연구에서 다룰 소프트웨어 교육 프로그램은 컴퓨팅 환경과 실생활이 밀접하게 연결되는 마이크로비트 피지컬 컴퓨팅 교구를 활용하고자 한다.

2. 이론적 배경





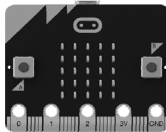
2.1 피지컬 컴퓨팅과 마이크로비트

피지컬 컴퓨팅이란 소프트웨어와 하드웨어를 사용하여 아날로그 세상을 감지하고, 반응할 수 있는 상호 작용형 시스템을 의미한다[5]. 피지컬 컴퓨팅의 작동 원리를 살펴보면 장치의 센서를 통해 외부 정보를 받아들이고 이를 처리하여 스피커, 모터 등의 동작 장치를 통하여 반응한다. 원활한 피지컬 컴퓨팅이 이루어지려면 센서, 작동장치 등의 하드웨어와 이를 활용할 소프트웨어의 상호작용이 중요하다고 할 수 있다.

현재 개발된 피지컬 컴퓨팅 도구는 매우 다양하고 각

각의 장점과 특징을 가지고 있다. 피지컬 컴퓨팅 도구는 크게 세 종류로 분류할 수 있다. 완성되어있는 로봇을 사용하는 로봇형 도구, 블록 형태로 제공되어 조립하여 활용하는 모듈형 도구, 마이크로 컨트롤러가 부착된 보드 기판에 입출력 장치들을 핀으로 연결하여 활용하는 보드형 도구가 있다[4]. 도구마다 활용하는 프로그래밍 언어가 다르고 조작 방식 또한 프로그래밍 방식이나 전기회로 방식 등에 차이가 있어 활용 난이도 또한 매우 다양하다[5].

<Table 1> Types of Physical Computing

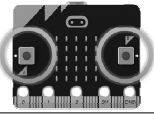


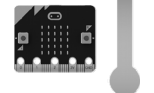
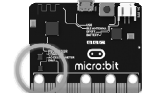
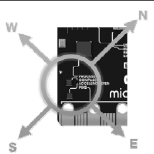
Type	Characters
LEGO WeDo	
	Lego what students make themselves can be manipulated using block type programming.
littleBits	
	Electronics circuit can be freely fabricated from parts designed to be attached by magnet.
Arduino	
	Various sensors and actuators are available as open hardware, but solder is required.
Makey Makey	
	It is able to receive and enter signals in conjunction with conductors accessible in daily life.
Micro:bit	
	Micro:bit have a variety of sensors and actuator and easily can be connected to external power, sensors and actuators. Micro:bits supports many types of programming languages.

초등학교 교육 현장에서 기존의 컴퓨팅 환경에 국한된 소프트웨어 교육에 비하여 피지컬 컴퓨팅을 활용한 소프트웨어 교육은 다음과 같은 장점이 있다.

첫째, 소프트웨어를 활용하여 직관적이고 실제적인 반응을 얻을 수 있어 소프트웨어 교육에 대한 학습자의 흥미도가 높다. 이는 수업 참여도와 몰입도를 높이고 학습 수준을 높이는 데 도움을 준다.

둘째, 피아제의 인지발달이론에 따르면 구체적 발달단계에 해당하는 학습자는 구체적인 조작물을 활용하여 학습이 이루어질 때 학습 결과가 높다. 추상적인 프로그래밍 언어를 실제적이고 구체적인 조작물을 통하여 이해할 수 있도록 하여 학습자에게 생소하고 어려울 수 있는 소프트웨어 교육을 보다 친숙하고 쉽게 배울 수 있도록 한다.

<Table 2> Types of Micro:bit's Sensors

Type	Characters
 <p>Button</p>	There are two buttons on the front of the micro:bit (labelled A and B). These buttons trigger code on the device.
 <p>Pins & USB</p>	There are 25 pin which can connect external power, sensors, actuators.
 <p>Light Sensor</p>	Programming results can be checked with 25 LEDs. These LEDs can also used as light sensor.
 <p>Temperature Sensor</p>	Temperature can be measured in degrees Celsius.
 <p>Accelerometer</p>	This sensor recognizes movement as the X, Y, and Z axes to detect shaking, tilting and dropping.
 <p>Compass</p>	Just like a compass, Micro:bit can detect the magnetic field of the Earth and know its direction. Calibration and initialization is necessary before use.

마이크로비트(Micro:bit)는 영국 BBC에서 개발한 피지컬 컴퓨팅 교구이다. 마이크로비트는 저수준 학습자가 주로 활용하는 블록식 코딩과 고수준의 학습자가 활용하는 텍스트 기반 코딩 모두를 지원하여 학습 수준과 관계없이 모든 학습자가 마이크로비트를 활용할 수 있도록 하였다. 마이크로비트는 기존의 다른 피지컬 컴퓨팅 교구에 비해 기본적으로 내장되어있는 센서의 종류

가 다양하여 다양한 형태의 정보 입력이 가능하다. 또한 내장된 25개의 LED와 통하여 코딩 결과를 직관적으로 알 수 있다. 자체적으로 블루투스, 라디오 기능이 내장되어 있어 모바일 기기와 마이크로 비트 간의 무선 연결을 지원하여 보다 유연한 컴퓨팅 환경을 지원한다.

장치 하단의 외부 장치 연결용 핀에 전원 장치, 센서, 모터나 스피커와 같은 작동 장치 등에 연결하여 마이크로비트의 활용도를 높일 수 있다.

마이크로비트는 웹사이트(pxt.microbit.org)를 통한 다양한 코딩 형식을 지원하고 있으며 블록식 코딩이나 python, C++등의 텍스트 코딩을 활용할 수 있다. 또한 SAMSUNG에서 개발한 안드로이드 어플을 활용하여 모바일, 태블릿 PC에서도 코딩이 가능하여 다양한 형식의 언어와 기기를 통해서 마이크로 비트를 활용할 수 있다.

2.2 창의 컴퓨팅 교육

창의 컴퓨팅 교육이란 Wing이 제시한 컴퓨팅 사고력을 키우기 위한 방안으로서 제시되었다. 컴퓨팅 사고란 문제해결 방법 중 하나로 시스템을 디자인하고 컴퓨터 과학의 기본 개념과 원리에 기반을 두고 문제 해결, 시스템 설계, 인간의 행동을 이해하여 문제를 해결하는 방법을 말한다[12]. Jan Cuny, Larry Snyder, Jennette Wing(2010)은 ‘컴퓨팅적 사고란 정형화할 수 있는 문제들과 효과적으로 정보 처리 에이전트에 의해 수행할 수 있는 형태로 표현할 수 있는 해결에 관련된 사고의 과정이다.’라고 재정의하였다[2]. 또한 ISTE & CSTA에서는 ‘모든 사람들을 위한 Digital시대의 기술(Skill)’이라 정의하였다[3].

이러한 정의를 참고하여 컴퓨팅 사고력을 살펴보면 컴퓨터가 문제를 처리하듯이 모호한 문제를 알고리즘화하여 추상화, 구체화하고 일련의 과정을 따라 해결할 수 있도록 하는 사고력이라고 할 수 있다. 따라서 컴퓨팅 사고력을 갖추면 4차 산업혁명 시대에 요구되는 문제해결능력, 비판적 사고 능력을 기를 수 있기 때문에 앞으로 사회에서, 교육 현장에서 더욱 중요할 것이다.

2.3 교수-학습 모델

직접교수모델(Direct Instructional Teaching Model)

은 Beriner와 Rosenshine이 개발한 부진아 프로그램에서 처음 사용하였다. 직접 교수는 기본적으로 분할정복 방식 즉, 전체를 부분으로 나눈 후 각 부분들을 차례대로 학습하면 전체를 이해할 수 있다고 가정한다[3]. 직접 교수법을 활용하여 수업이 진행될 때 교사는 학생에게 새로운 개념과 지식을 설명하고 학생은 교사의 지시에 따라 활동하여 반복해서 연습하는 수업 형태가 나타난다. 따라서 직접교수법은 ‘모방’을 통한 ‘진이’의 형태로 학습이 이루어진다고 본다.

<Table 3> Instructional Process of Direct Instructional Teaching Model

Stage	Process	Contents
Introduction	Explanation	-Introducing of strategy (Function)
		-Need of strategy
		-Importance of strategy
Demonstration	Teacher’s Explanation	-Show and provide examples of strategies being used
	Teacher’s Demonstration	-Guide on how to use strategies -Teacher’s Demonstration
Question	Question & Answer	-Questions & Answers about details step
Repetition	Phases exercise	-Repeat exercise of real situation
	Independent exercise	-Searching for problems
		-Apply to other situation -Self-inspection & Adjustment -Generalization

프로젝트 교수-학습 모델은 학습자가 프로젝트를 설계하고 수행하는 과정을 겪으며 결과물을 만들어 내는 학습법이다. 프로젝트 학습법은 협동학습 활동과 문제 해결 활동, 자료를 수집, 분석하여 결과물을 만드는 활동, 학습자 중심의 자율적인 활동, 고차원 사고능력 개발을 위한 학습자 성찰과정을 강조한다[1].

<Table 4> Instructional Process of PBL(Project Based Learning)[11]

Step	Activities
1	The teacher-coach sets the stage for students with real-life samples of the projects they will be doing.
2	Students take on the role of project designers, possibly establishing a forum for display or competition.

Step	Activities
3	Students discuss and accumulate the background information needed for their designs.
4	The teacher-coach and student negotiate the criteria for evaluating the projects.
5	Students accumulate the materials necessary for the project.
6	Students create their projects.
7	Students prepare to present their projects.
8	Students present their projects.
9	Students reflect on the process and evaluate the projects based on the criteria established in Step 4.

시연중심모델은 직접교수법을 바탕으로 하여 시연-모방-제작 단계로 총 3단계로 구성되어 있다. 교사가 모델을 시연하고 학생들이 모방하여 그것을 바탕으로 학생이 직접 제작하는 활동 중심 모델이다. 컴퓨터 과학의 핵심인 알고리즘과 프로그래밍 활동에 적합한 모델로 교사 중심의 모델이지만, 질문과 대답을 중심으로 학생들의 모방과 제작 활동에 집중할 경우 학습자 중심의 모델로 활동을 구성할 수 있다[9].

<Table 5> Demonstration-Modeling-Making Instructional Model[11]

Stages	Activities
Demonstration	Teacher’s demonstration, explanation. Motivation of standard model
Modeling	Modeling, Question&Answer
Making	Independent exercise, Learning from repeat activities.

2.4 선행 연구 분석

전형기(2018)는 수업에 활용할 피지컬 컴퓨팅 도구를 선정하는 도구를 개발하였고 교구에 따라 소프트웨어 수업에서의 학습자 태도의 변화가 있음을 밝혔다[2].

박혜성(2018)은 정보교사가 인식하는 피지컬 컴퓨팅의 필요성과 피지컬 컴퓨팅 교육에서 겪는 어려움을 분석하였는데 많은 교사들은 연수 프로그램의 부족과 시간의 부족에 어려움을 겪는 것으로 나타났다[8].

김태우(2017)는 현재 교육 현장에서 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용하기 위한 예산이 부족한 현 상황에서 스마

트폰을 피지컬 컴퓨팅 교구로 활용할 수 있도록 하는 어플리케이션을 개발하였다[4].

이학경, 유인환(2018)은 초등학교에서 마이크로비트를 활용한 프로그래밍 언어 교육 방안을 제시하고 이를 위한 학습 모형과 프로그램을 제시하였다[6].

마이크로비트에 관한 국내연구를 살펴보면 아직은 관련 연구가 부족함을 알 수 있다. 그러나 마이크로비트의 교육적 가치가 이미 해외 연구에 의해 증명이 되었고 [6], 마이크로 비트에 대한 교육적 관심이 늘어나고 있어 앞으로 마이크로비트에 관한 국내 연구가 더욱 늘어날 것으로 예상된다.

선행 연구를 살펴보면 교사는 피지컬 컴퓨팅 교육에 대한 필요성을 충분히 인식하고 있으며 피지컬 컴퓨팅 교구 선정 도구 개발 등 피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 관련 연구도 활발함을 알 수 있다. 그러나 교사 재교육 프로그램과 시간의 부족으로 현장 교사들이 어려움을 겪고 있어 이에 대한 대책이 필요한 것으로 나타났다.

3. 교육 프로그램

3.1 수업 모형

마이크로비트를 활용한 창의 컴퓨팅 교육에 적용할 교수학습 모형은 기존에 활용하였던 소프트웨어 교수 학습 모델인 시연중심모델(D-M-M)을 바탕으로 하여 <Table 6>과 같이 개발하였다.

<Table 6> MDIAP Instructional Model

Stage	Activities
Motivation	<ul style="list-style-type: none"> Show the Learning challenge. Motivate students to learn
Demonstration	<ul style="list-style-type: none"> Show examples
Imitation	<ul style="list-style-type: none"> Imitate example
Application	<ul style="list-style-type: none"> Work on the Making Activity based on the existing examples
Presentation	<ul style="list-style-type: none"> Present one's work Sharing one's thoughts

학습 동기 유발 단계에서는 학습 과제를 제시하고 학생들의 학습 동기를 유발한다. 시연하기 단계에서는 실

물 또는 동영상 등 매체를 활용하여 학생들에게 예제를 제시한다. 따라하기 단계에서 학생들은 앞에 제시된 예시를 모방하여 이를 바탕으로 응용하기 단계에서 Making 활동을 하도록 한다. 마지막으로 자신만의 작품을 발표하고 생각을 나누도록 한다.

3.2 교수-학습 내용

마이크로비트의 기본 하드웨어 뿐 아니라 마이크로비트의 확장성에 기반하여 외부 센서와 작동장치를 다양하게 활용하는 메이커 교육이 이루어질 수 있도록 한다. 처음 제시한 예제를 넘어 학생이 자유롭게 프로그램을 발전, 수정할 수 있도록 충분한 시간과 아이디어를 제공하는 것이 중요하다.

3.2.1 교수-학습 과정

이와 같은 교수 학습 수업 모형과 내용을 바탕으로 하여 교육 프로그램을 초등학교 고학년 대상으로 <Table 7>과 같이 8차시로 구성하였다.

교육 내용을 나선형으로 제시하여 전 차시의 활동이 본 차시에도 활용할 수 있도록 구성하였고 각 차시 당 적어도 하나의 센서나 작동 장치를 활용하여 활동할 수 있도록 구성하여 학생의 흥미를 높일 수 있도록 하였다.

1차시는 코딩을 위한 웹페이지 접속과 LED를 간단히 다루는 활동으로 구성하였다. 학생 수준에 맞추어 프로그래밍 언어를 선택하여 지도한다. 2-3차시는 마이크로비트의 기본 센서인 가속도계와 전 차시에 활용해보았던 LED를 이용하여 만보기를 만드는 활동으로 구성하였다. 4차시는 버튼, 흔들기, 기울이기 등에 음을 프로그래밍하여 음악을 연주하고 만드는 활동으로 기획하였다. 필요에 따라 몇 개의 음만 선택해 오르프 악기로 제작하여 음악 수업과 연계한 융합 학습으로 구성할 수 있다.

<Table 7> MDIAP Instructional Process

Unit	Activities	Notes
1	<ul style="list-style-type: none"> -Access Webpage (https://makecode.micr of Micro:bit and learn how to obit.org/#) -Explore coding method 	<ul style="list-style-type: none"> Experience the basic hardware use it. Guide students to use block

Unit	Activities	Notes
	-Manipulate LED -Experience various built-in sensors -Printing a message with LEDs	programming languages or text programming languages to their level.
2-3	-Use accelerometer -Design algorithms -Making a manipulator -Announce and share	Learn how to utilize accelerometer of Micro:bits. Accelerometer is capable of detecting the direction and the strength in which it is shacked or tilted and it can be used Maker education.
4	-Play music -Make music and share -Play together	Program the sound to the input values of A, B button, and tilting in various directions to play the music. It is possible to create music using only a few notes required for performance. This class can be organized in music class.
5-6	-Make radio -Use radio function -Design algorithms -Maker activity -Announce and share	Communicate using multiple Micro:bit. First, establish the communicate between Micro:bit to be transmitted and the Micro:bit to be received and configure it as a one-way communication, and provide an opportunity to think about the algorithms of two-way communication.
7-8	-To check the sensor -Design algorithms -Maker activity -Announce and share	Connect the door sensors to the micro:bit and use it. First, door sensor is connected it presents algorithms that produce an audible warning when the door is opened, and then presents algorithms with that transmit messages to other Micro:bits when the door is opened.

3.3 교수-학습 과정안

교수-학습과정에서 제시한 프로그램 중 5-6차시 [라디오 기능을 이용한 무전기 메이커 수업]의 교수 학습 과정안을 <Table 8>에 제시하였다.

<Table 8> Lesson Plans of Unit 5 and 6

Learning Process	Activity
Motivation	<ul style="list-style-type: none"> ● Let's think about the communications medium. -Let's talk about how to get news out to our friends.
Learning Question	[Let's make a radio with our physical computing tools]
Demonstration	<ul style="list-style-type: none"> ● Demonstrate radio -Let's take a look at the radio we're making today. -Let's take a look at how the radio works. -One Micro:bit sends a message, the other receive the message.
Imitation	<ul style="list-style-type: none"> ● Make radio -Let's find out what it takes to make a radio. -Let's follow radio program.
Application	<ul style="list-style-type: none"> ● Develop radio program -Let's set a password. And send & receive a message that only one friend can recognize. -Let's make it a two-way program. -Let's make your own radio.
Presentation	<ul style="list-style-type: none"> ● Present own radio. -Let's present the characteristics of my radio.

학습동기 유발 단계에서 학생들에게 학습 동기를 유발하고 학습문제를 제시하였다. 필요한 경우 모둠 활동으로 구성한다. 시연하기 단계에서는 학생들에게 무전기 예시를 제시하고 어떻게 작동하는지 그 원리와 알고리즘에 대해 생각해볼 수 있도록 한다. 따라하기 단계에서 제시된 라디오와 같은 하드웨어와 소프트웨어를 제작하도록 한다. 이 때 제시된 예제는 송신용 마이크로비트와 수신용 마이크로비트가 정해져있는 일방향 통신으로 구성하였다. 이를 바탕으로 응용하기 단계에서는 암호화, 양방향 통신 등 좀 더 발전된 형태의 무전기를 만들 수 있도록 충분한 시간과 피드백을 제공한다. 피드백 컴퓨팅 수업에 익숙한 학습자일 경우 학습자 간의 피드백으로 문제를 해결하도록 한다. 발표하기 단계에서 각자의 무전기를 발표하고 어떤 기능과 특징이 있는지 발표하고 각자의 생각을 나누어볼 수 있도록 지도한다.

4. 결론

4차 산업 혁명 시대를 앞두고 있는 지금 사회는 과거에 강조한 지식을 외우고 소비하는 능력이 아닌 지식을 찾아 활용하여 새로운 문제 상황을 해결하고 창의적인 생각을 할 수 있는 능력을 갖춘 인재를 필요로 하고 있다. 교육 현장에서도 소프트웨어 교육의 필요성과 중요성이 강조되고 있으며, 과거의 암기 위주의 소프트웨어 교육에서 벗어나 컴퓨팅 사고력을 기를 수 있는 새로운 소프트웨어 교육 방법과 내용이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 새로운 소프트웨어 교수-학습 모형인 동시따옴발 교수-학습 모형을 기반으로 하여 마이크로비트를 활용한 컴퓨팅 교육 프로그램을 개발하였다. 소프트웨어 교육 프로그램을 메이커 교육으로 구성하여 학생이 스스로 생각하고 시도하는 기회를 가질 수 있도록 하였다. 마이크로비트는 기기 자체에 내장된 센서가 많고 확장성이 좋아 학습자가 스스로 구상하여 제작하는 메이커 활동에 활용하기 용이하여 학습 교구로써 창의 컴퓨팅 교육 프로그램에 활용하기 적합하였다.

앞으로 마이크로비트가 가지고 있는 확장성과 소프트웨어 교육에 대한 사회적 차원의 교육적 관심이 만나 앞으로 마이크로비트가 소프트웨어 및 창의 컴퓨팅 교육에 많이 활용될 것으로 예상되며 이를 위한 교육적 연구도 활발할 것으로 기대한다.

참고문헌

[1] Ham, Y. (2001). Study on the Development of Online Project Learning Method, KERIS.
 [2] Jeon, H. (2018). Development and Application of the Selection Tool for Physical Computing-based Learning Aids for Elementary SW Education In The 2015 Revised Curriculum. Korea National University of Education.
 [3] Kim, S. (2014). Trend Analysis and Teaching Cases of Educational Programming Language, KERIS.
 [4] Kim, T. (2017). Development of Physical Computing Educational Application. Major in Elementary Computer Education Graduate School of Education,

Master Thesis of Seoul National University of Education.
 [5] Koo, D. (2016). Hello! EBS Software! Entry ver. Seoul: EBS.
 [6] Lee, H., Yoo, I.(2018). The Plan on Utilization of Micro:bit for Software Education at Elementary Schools, KERA.
 [7] Ministry of Education (2015). Guide of Software education.
 [8] Park, H. (2018). Analysis of the Problems in Physical Computing-based Education Realized by Information Teachers. Korea University Graduate School.
 [9] Park, S. (2015). Study on the Development of the Learning Model for the SW Education, Korean Educational Development Institute.
 [10] Sentance, S., Waite, J., Hodges, S., MacLeod, E., & Yeomans, L. (2017, March). Creating Cool Stuff: Pupils' Experience of the BBC micro: bit. In Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (pp. 531-536). ACM.
 [11] Stix, A., Hrbek, F. (2006). Teachers as Classroom Coaches, Chapter 11.
 [12] Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. Philosophical transactions of the royal society of London A: mathematical, physical and engineering sciences, 366(1881), 3717-3725.
 [13] Wing, J. M. (2010). Computational Thinking: What and Why? Link Magazine.

저자소개

구 덕 회



한국교원대학교 박사
 한국교육학술정보원 선임연구원
 대구교육대학교 교수
 오사카교육대학교 객원교수
 서울교육대학교 컴퓨터교육과 교수
 e-mail: dhk@snue.ac.kr



우 석 준

서울교육대학교 학사

서울교육대학교 교육전문대학원

석사과정(초등컴퓨터교육
전공)

e-mail: snuesj@student.snue.ac.kr