

마이크로비트를 활용한 알고리즘 기반 SW교육이 초등학생 창의성에 미치는 효과

강동완* · 김승현* · 김용민* · 홍현미** · 김종훈*
제주대학교* · 서울대학교 교육연구소**

요 약

본 연구는 초등학생의 창의력 향상을 위한 교육적 방안으로 마이크로비트를 활용한 소프트웨어 교육 프로그램을 ADDIE 개발 모형을 기반으로 개발하여 적용한 후 효과를 분석하였다. 교육 프로그램은 현직 초등학교 교사 40명을 대상으로 실시한 사전 요구분석 결과를 바탕으로 하여 개발하였다. 개발한 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위해 ○○대학교에서 실시한 교육기부 프로그램의 지원자 24명을 대상으로 6일 동안 1일 7차시씩 42차시를 진행하였다. Torrance의 TTCT 검사를 활용하여 사전·사후 검사를 실시하고 교육적 효과를 분석하였으며, 분석 결과, 본 연구에서 개발한 소프트웨어교육 프로그램이 초등학생의 프로그래밍 능력을 향상시켜 창의력 요소들에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

키워드 : 창의성, 마이크로비트, 소프트웨어 교육, 피지컬 컴퓨팅

Effects of Algorithm-based SW education using micro-bit on elementary school students' creativity

Dongwan Kang*, Seunghyun Kim*, Yongmin Kim*, Hyunmi Hong**, Jonghoon Kim*
Jeju National University*, Seoul National University**

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a software education program using micro:bit based on the ADDIE development model and to analyze the effects of the development of creativity of elementary school students. The education program was developed based on the results of the pre-demand analysis conducted on 40 elementary school teachers in Jeju. In order to verify the effectiveness of the developed education program, 42 students who participated in the education donation program conducted by ○○ University were enrolled in 24 hours for 7 days for 6 days. The results of the analysis show that the software education program developed in this study has positive effects on the creativity factors by improving the programming ability of elementary school students.

Keywords : Creativity, Micro:bit, Software Education, Physical Computing

이 논문은 2018학년도 제주대학교 교원성과지원사업에 의하여 연구되었음

교신저자 : 김종훈(제주대학교 초등컴퓨터교육전공)

논문투고 : 2018-04-02

논문심사 : 2018-04-17

심사완료 : 2018-04-26

1. 서론

소프트웨어가 개인·기업·정부의 전반에 광범위하게 사용되어 삶의 질을 향상시키고 기업과 정부의 경쟁력이 지속적으로 제고되는 사회인 소프트웨어 중심사회가 도래했다. ‘소프트웨어 중심사회(SW Oriented Society)’는 정부가 선언한 핵심가치로, 정부는 소프트웨어의 중요성을 강조하며 소프트웨어의 진흥과 개발을 촉진하고 있다[1]. 소프트웨어 중심사회가 가능하게 된 것은 20세기 산업사회에서 지식기반사회로의 전환 이후, 21세기 현재 지식기반 경제사회에서 창의력기반사회로의 변화가 일어나고 있기 때문이다. 이에 전 세계적으로 각 나라의 경제를 주도할 창의적인 인재, 특히 소프트웨어 분야에서의 창의적인 인재 육성에 대한 관심이 뜨겁다[2].

국외에서는 이런 변화에 대응하고, 소프트웨어 중심사회를 이끌어 나갈 인재 양성을 위해 소프트웨어(SW) 교육을 발빠르게 추진 중이다. 영국, 핀란드, 에스토니아, 미국, 인도 등 많은 나라에서 SW 교육을 국가 정책을 통해 지원하고 있다. 국가마다 차이는 있으나, 대부분 초등학교 수준부터 적용하고 있으며 기존에 이루어 지던 정보통신기술(ICT) 교육을 프로그래밍 교육으로 전환하고 있다[3].

우리나라에서도 2015 개정 교육과정의 역량 중 하나인 지식정보처리 역량을 신장시킬 수 있도록, 중학교에서는 2018년부터 SW 교육이 의무화되며, 초등학교에서도 2019년부터 5-6학년 학생들이 SW교육을 필수적으로 이수하도록 개정되었다[4].

SW 교육은 컴퓨터 과학(computer science)의 이론적 기초를 바탕으로 주어진 문제를 창의적으로 해결하는 것을 의미하며, 학습자는 SW 교육을 통해 자신이 원하는 것을 상상하여 프로젝트를 창작하고 타인과 아이디어를 공유하는 과정을 통해 창의성을 신장시킬 수 있다[5].

SW 교육을 좀 더 효과적으로 진행하는 방법 중 하나는 로봇을 프로그래밍 교육에 활용하는 것이다. 로봇을 사용하는 경우, 학생들은 시뮬레이션 등의 가상의 환경이 아닌 실제 환경에서 본인들이 만든 프로그램과 로봇을 상호작용하도록 만들 수 있기에, 현실 문제 해결에 학습자를 더욱 몰입하게 할 수 있는 장점이 있다[5].

또한 컴퓨터 과학의 핵심 개념을 쉽고 재미있게 습득하도록 할 수 있으며 자기주도적 학습이 가능하다[6].

특히 프로그래밍 교육에서는 자신의 프로그래밍을 확인하고 오류를 수정하는 디버깅 과정이 중요한데, 프로그래밍 교육에 로봇을 활용하면 자신의 프로그래밍을 쉽게 눈으로 확인할 수 있어, 디버깅 과정에 도움을 받을 수 있다[7].

이와 같이 로봇은 여러 가지 장점으로 인해 기존 프로그래밍 교육의 대안이 될 수 있으나, 단지 로봇이라는 새로운 테크놀로지의 활용을 통한 흥미 유발은 일시적일 수 있으므로 로봇 활용 SW 교육의 특징을 고려한 다양한 접근이 필요하다[8][9].

본 연구에서는 소프트웨어 교육의 효과를 극대화하기 위하여 마이크로비트(micro:bit)를 활용하였다. 마이크로비트는 학생들의 SW 교육을 위해 2015년 영국 공영방송 BBC에서 개발한 ARM 기반 임베디드 시스템이다. 개발 직후 영국의 7-12세 학생들에게 무료로 배포되었고, 교육용 임베디드 시스템으로 전 세계로 전파되어 효과적으로 사용되고 있다. 하지만 국내의 교육 환경에는 적용된 사례가 없고, 해외의 교육 사례에서도 창의성이 미치는 영향에 대한 연구 사례가 미비하여 마이크로비트를 교육 도구로 선정하였다.

사전 요구분석을 통해 주제 및 교육내용을 마이크로비트를 활용하는 방향으로 선정하였으며 교육 프로그램을 개발하였다. 초등학교 4, 5, 6학년 학생들 중 지원자 표본(volunteer sample) 24명의 학생을 대상으로 투입하였다. 컴퓨팅 사고력의 구성요인은 (i) 계산적 인지력(추상적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고, 재귀적 사고, 알고리즘적 사고)과 (ii) 창의성(창의적 사고)으로 구분하여 설정하였다.

마이크로비트를 사용한 교육 프로그램 실시 후, 계산적 인지력과 창의성 검사를 실시하였으며, 검사도구로는 토란스(Torrance)의 TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking) 검사지 도형 A형을 사용하였다.

2. 이론적 배경

2.1 SW교육

‘컴퓨팅 사고력을 가진 창의·융합 인재’를 키워내기 위해 생활과 소프트웨어, 알고리즘과 프로그래밍, 컴퓨팅과

문제해결의 3개의 영역을 통해 정보윤리의식과 태도를 바탕으로 실생활의 문제를 컴퓨팅 사고로 해결할 수 있는 역량을 지닌 인재를 키워내는 교육을 말한다 [10].

초등학교에서의 소프트웨어 교육은 프로그램 개발 역량보다는 정보윤리의식과 태도를 바탕으로 실생활의 문제를 컴퓨팅 사고로 해결할 수 있는 것에 역점을 둔다. 지식 전달 위주의 교육이 아닌 실천 위주의 교육을 통해 컴퓨팅 사고력의 의미와 중요성을 학습자 스스로 인식하며 가치를 확인할 수 있도록 교육 방법을 설계한다.

2.2 마이크로비트

micro:bit는 영국에서 소프트웨어 교육을 위해 2015년에 개발한 ARM 기반 임베디드 시스템이다. 개발 직후 영구 7-12세 학생들에게 무료로 배포하였고 현재 공영 방송 BBC와 교육용 임베디드 시스템으로 전세계로 전파 중이다[11].

micro:bit는 ARM Coretex-M0을 기반으로 256KB 플래시 메모리와 16KB 램을 내장하고 있는 40*50mm 정도의 작은 임베디드 시스템이다. 소프트웨어 교육에 중점을 맞추어 개발되었으며 다양한 하드웨어 장치 및 프로그래밍에 필요한 다양한 개발 도구를 지원한다[12].

micro:bit는 공식 홈페이지에서 프로그래밍 도구들을 제공하고 있다. 사용자는 다양한 개발 도구 중 하나를 선택하여 프로그래밍할 수 있는데, 마이크로파이썬, 자바스크립트, C++, 블록 에디터 등이 지원된다. 또한 터치스크린이 지원되는 스마트 기기에서 활용할 수 있는 앱도 제공되고 있다.

micro:bit는 앞면에 5X5 형태로 정렬된 25개의 LED가 부착되어, 사용자가 작성한 프로그램과 다양한 이미지를 쉽게 확인할 수 있도록 배치되었다. 지원하는 함수를 통하여 문자열 혹은 내장된 60여가지의 이미지가 출력 가능하다. 하지만 안타깝게도 현재 문자열 출력 중 한글 출력은 지원하지 않는다.

micro:bit에는 프로그래밍 가능한 총 세 개의 버튼이 내장되어 있다. 전면부 두 개의 버튼과 후면부 하나의 버튼이 위치하였고, 전면의 버튼은 다른 기기에 정보를 전달하거나 프로그램을 실행하는 데 이용되고, 후면의 버튼은 프로그램 초기화 및 재시작에 이용된다.

후면부에는 다양한 센서들이 위치해 있다. 자기장을

이용해 방향을 파악하는 나침반 센서와 움직이는 속도와 행동을 감지하는 가속도 센서, 그리고 스마트폰 및 기타 블루투스 기기와 통신을 위한 블루투스 모듈이 탑재되어 있다.

또한 여러 개의 micro:bit를 연결하거나 확장 센서를 부착하기 위해 필요한 핀을 별도로 지원하고 있다. micro:bit는 총 19개의 핀을 내장하고 있으며 3개의 터치 센서가 내장된 핀과 아날로그 신호를 디지털 신호를 바꿔주는 역할을 하는 나머지 핀들로 구성되어 있다.

내장된 핀들과 다양한 센서들을 이용하여 아두이노와 라즈베리 파이 같이 다양한 기기들과 연결하여 프로그램을 제작할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 하나의 프로그램을 한 번만 실행할 수 있다는 점에서 한계가 있다.

micro:bit는 내장된 운영체제가 없으므로 실행을 위해 파이썬이나 micro:bit 전용 자바 스크립트 기반 블록 코딩 프로그램 등을 통하여 프로그래밍 언어로 프로그램을 작성하고 해당 머신코드로 변환 후 마이크로 컨트롤러의 메모리에 업로드해야만 프로그램이 작동 가능하다[13].

micro:bit는 별도의 기기 없이도 웹 브라우저를 통해 프로그램 실행 모습을 볼 수 있다. 화면상의 실행 모습에는 LED 스크린, 버튼, 나침반 센서, 가속도 센서, 디지털 핀들의 작동 모습이 나타난다.

micro:bit는 주로 100줄 이내의 프로그램을 작성할 때에 최적의 성능을 보이는 것으로 나타나며, 이에 따라 주 사용 대상이 SW교육을 접한지 오래지 않은 초등학생들로 설정되었다[14].

2.3 창의성

창의성에 대한 여러 학자의 관점을 분류하는 가장 대표적인 방법은 인지적 측면, 정의적 측면 그리고 통합적 관점으로 분류하는 것이다[15].

창의성을 인지적 측면으로 보는 시각은 창의적 활동의 기본 요소를 문제 해결 능력과 지식으로 보는 관점이다. 대표적인 학자는 Guilford와 Torrance 등이 있다.

Guilford(1959)는 창의성이란 새로운 사고를 생산해내는 능력이라고 설명하며, 인간 지적 능력의 한 가지로 생각하였다[16].

Torrance(1978)는 창의적 사고를 결함, 부족한 요인, 방해요인 등을 인지하고 이에 대한 가설을 수립하고 검

중, 수정 또는 재검증하여 최종적인 결과를 전달하는 과정이라고 설명하였다. 그가 개발하여 널리 사용되는 TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking)에서는 유창성, 융통성, 독창성, 그리고 정교성 등과 같은 인지적 요소를 창의성의 구성 요인으로 간주하고 있다[17].

2.4 프로그래밍 교육

프로그래밍이란 수식 혹은 작업을 컴퓨터에 알맞게 정리하여 순서를 정하고 컴퓨터의 명령어로 고쳐 작성하는 작업을 말하는 개념으로 명령어(코드)를 쓰는 작업을 코딩(coding)이라고도 한다[18].

프로그래밍 교육은 그 자체만으로 교육적 의미가 있다. 프로그래밍 과정이 논리적 사고력, 문제해결력, 창의력 신장에 교육적 효과가 있다는 것이 입증되었기 때문이다[19].

프로그래밍은 건물을 짓는 과정에 비유할 수 있다. 튼튼하고 안전한 건물을 짓기 위해서는 잘 설계된 설계도가 필요하듯, 프로그래밍 과정에서 생기는 문제를 해결하기 위해서는 알고리즘 학습이 필수적으로 필요하다. 따라서 프로그래밍 교육은 알고리즘 학습을 하며 문제 해결에 대한 전략을 습득하는 방식으로 이루어지는 것이 더욱 효과적이다[20].

2.5 선행연구 분석

로봇 프로그래밍 활용 수업의 가치는 다섯 가지로 정리할 수 있다. 첫째, 로봇 프로그래밍 학습은 학습자 간 협력적 학습 환경을 제공하기에, 학습자에게 상호작용적이며 체험적인 학습 환경을 제공할 수 있다. 둘째, 학습자들이 스스로 반성하고 사고할 수 있는 학습 환경을 제공한다. 셋째, 로봇 프로그래밍은 놀이 중심 학습 환경을 제공하기에 편리하고 통합적인 환경 제공에 유리하다. 넷째, 간학문적 로봇의 성격은 다양한 교과와 연계할 수 있는 가능성을 보여주며 이는 컴퓨터 과학 및 프로그래밍에 대한 긍정적인 태도를 이끌고 지적 호기심 유발에 효과적이다. 다섯째, 융합교육적인 관점에서 로봇 프로그래밍은 유용한 학습 방식이 된다[21].

노지에(2017)의 연구에 따르면 로봇을 활용한 SW교육이 학생들의 컴퓨팅사고력, 창의성, 몰입을 향상시키

는 것으로 나타났으며, 로봇 활용 SW교육은 초등학생에게 필요한 수업이고 초등학생들의 고등사고력 신장에 유용함을 확인하였다. 또한 SW 교육에 로봇을 활용하면, 추상적인 문제 해결 과정을 구체적인 도구를 통해 보완할 수 있으며, 프로그래밍의 결과를 로봇을 통해 직접 확인할 수 있게 된다. 따라서 현실 속 문제 해결에 학습자를 몰입하게 할 수 있으므로 궁극적으로 학습 효과의 향상을 가져올 수 있다[22].

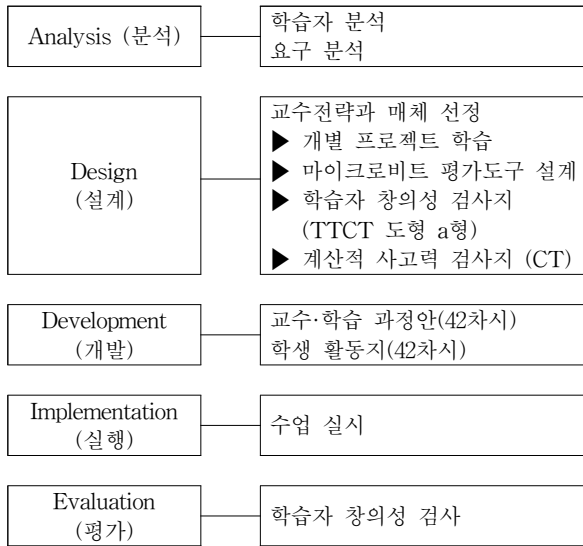
박광렬(2016)은 임베디드 컴퓨팅 전자키트를 활용한 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 임베디드 컴퓨팅 전자키트를 활용한 수업 주제와 활동이 초등학교 과정에서 창의 영역과 교과 영역의 학습에 활용성이 높고 실습수업에 적절하다. 둘째, 2015 개정 교육과정 실과 과목에 적용되는 소프트웨어 교육에 대한 새로운 접근이자 대안으로 볼 수 있다[23].

장재성(2017)은 피지컬 컴퓨팅을 활용한 교육을 통해 다음과 같은 효과를 확인하였다. 첫째, 피지컬 컴퓨팅을 교육에 활용한 결과 창의성 하위요소 중 유창성, 독창성, 유연성, 정교성 능력에서 유의미한 향상을 관찰할 수 있었다. 둘째, 교육에 참여한 학생들로부터 스스로 협업 능력에 대한 인지적 향상과 사회적 역량이 모두 성장했다고 생각하는 것을 알 수 있었다. 셋째, 교육에 참여한 대부분의 학생들의 스스로 창의성이 향상되었고, 생활 속의 문제를 다양한 방법으로 해결하고자 노력하게 되었다고 응답하였다. 이러한 응답들로 볼 때 피지컬 컴퓨팅을 활용한 교육은 초등학생의 창의성과 협업 역량을 향상시키는데 도움이 된다고 볼 수 있다[24].

3. 마이크로비트를 적용한 SW교육

3.1 연구절차

본 연구에서는 교육 프로그램 개발의 일반 모형인 Dick과 Carey의 ADDIE 모형에 따라 교육 프로그램을 개발하였다. 분석, 설계, 개발, 실행, 평가의 단계를 순서대로 실시하여 요구분석에 따라 교육프로그램을 설계 및 개발, 실행하였고, 결과를 창의성 검사를 통해 평가하였다.



3.2 교육 프로그램 개발

3.2.1 요구 분석

본 연구는 ADDIE모형의 절차에 따라 Rossett의 요구 분석 모형을 사용하였다. Rossett 모형은 기업 교육에서 활용되는 교육 요구 분석 모형으로 요구 분석의 실행자들이 적용하기 쉬운 안내를 제공한다. 요구분석은 현직 초등교사 40명을 대상으로 실시하였다.

<Table 1> SW education subject preference survey

	computer language	Unplugged	Physical Computing
teacher	2(5.1%)	17(43.6%)	21(51.3%)

SW교육 주제에 대한 우선순위 조사결과는 <Table 1>과 같다. <Table 1>에 의하면 교사는 SW교육 주제 중 피지컬 컴퓨팅에 대한 선호도가 가장 높고 그 다음으로 언플러그드인 것으로 나타났다.

<Table 2> Improve capacity through SW education

	CT	Problem solving	Creativity	Etc
teacher	23(58%)	10(25%)	6(15%)	1(2%)

SW교육을 통해 기대되는 효과는 <Table 2>와 같다. <Table 2>에 의하면 SW교육을 통해 기대되는 효과로는 컴퓨팅 사고력과 문제해결력, 창의성 순으로 나타났다.

<Table 3> learning methods for SW education

	Lecture/ Practice	Team project learning	individual project learning
teacher	15(36.8%)	19(47.4%)	6(15.8%)

SW교육을 위한 학습 방법 조사의 결과는 <Table 3>과 같다. <Table 3>에 따르면 교사들은 팀 프로젝트형, 강의/실습형, 개인 프로젝트형의 순서로 선호하고 있다.

요구 분석 결과를 분석한 결과 다음과 같은 요구를 도출해낼 수 있었다.

첫째, 피지컬 컴퓨팅에 대한 관심도가 높아 SW교육을 통한 창의성 신장의 교육 도구로 피지컬 컴퓨팅 도구를 사용하는 것이 효과적일 것이라 여겨진다. 김혜진(2016)의 연구에서처럼 다양한 피지컬 컴퓨팅 도구들은 센서를 활용하여 회로를 구성하다 보면 회로 구성에 시간을 많이 허비하게 되어 조립과정 및 준비과정에만 시간이 많이 걸리게 된다. 따라서 SW 교육을 통한 창의성 향상이 우선적인 목적이 될 수 있도록 회로 구성이 간단하고, 쉽게 프로그래밍할 수 있는 마이크로비트를 활용 기기로 선택하여 프로그램에 적용하였다.

둘째, SW교육을 통해 컴퓨팅 사고력과 문제해결력, 창의성이 신장될 것으로 기대되고 있다. 본 연구에서는 TTCT 검사를 활용하여 학생들의 창의성에 초점을 맞추어 신장 정도를 확인하겠다.

셋째, 본 연구에 적용할 학습 방법으로 팀별 프로젝트학습법과 강의/실습형, 개인 프로젝트형이 효과적일 것으로 분석되었다. 본 연구에서는 강의/실습형을 기본 교육 형태로 하되, 학생이 개인 프로젝트를 스스로 계획하고 실행하는 과정을 같이 진행할 수 있도록 프로그램을 구성하였다.

3.2.2 프로그램 설계

마이크로비트를 활용한 SW교육 프로그램을 설계하기 위하여 학습자의 학년에 따른 학습수준과 프로그래

명의 난이도를 고려하여 학습 내용을 선정하고 교수전략, 교수매체를 정한 후, 학습 활동의 효과를 검증하기 위한 평가도구를 설계하였다.

학습 내용은 <Table 4>와 같이 진술하였다.

<Table 4> The Theme of education program

Hour	Learning theme
1-5	Learning Micro:Bit Fundamentals, Micro:Bit Basic functions Practice
6-10	Repeated practice using LED light, Expression of algorithm using loop
11-15	Understanding Operators, Simplify algorithms using logical operators
16-20	Create an algorithm with conditions and operators, Diversification of algorithms using variables
21-25	Creating a project plan for individual projects, Creating individual project objects. Creating a project plan for individual projects Creating individual project projects
26-30	Present your individual project work Input of post-test

교수전략으로는 개별 프로젝트학습법을 활용했고, 교수매체로 교수·학습 과정안, 학생 활동지를 구안하였다.

평가도구로는 수업 활동의 효과 검증을 위해 Torrance의 TTCT 검사지를 사용하였다.

3.2.3 프로그램 개발

본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 6일간 총 42차시의 강의 및 실습에 투입되었다. 6일 중 첫날은 사전 검사와 오리엔테이션 중심으로 진행하였고, 마지막 날은 사후 검사 및 학습자들이 제작한 프로젝트를 학생 및 학부모들을 대상으로 최종 발표하는 시간으로 이루어졌다. 매일 오전 9시부터 오후 15시까지 40분씩 7차시의 수업과 휴식 시간, 점심 시간이 이뤄졌으며, 학습 효과의 극대화를 위해 매일마다 배운 내용을 활용할 수 있는 과제를 제시하였다. 교육 자료 중 2일차 교육 자료에 대해 살펴보면 다음과 같다.

마이크로비트로문제해결하기4



수업일	
이름	

● 학습 목표

→ 마이크로 비트와 관련된 문제 상황을 선택과 변수를 활용하여 해결할 수 있다.

1. 선택 구조

Logic(선택)탭을 활용해 봅시다. 선택은 A가 아니면 B다. 혹은 A가 맞다면 B도 된다. 의 형식으로 활용할 수 있습니다.

선택 구조를 활용한 프로그램 예시

```

    forever
    show leds

    on button A pressed
    set Random to pick random 0 to 1
    if Random > 0
    then show string "T"
    else show string "F"
    
```

당첨자 고르기

화살표 방향이 나오고 다른 사람을 가르킨 뒤 A 버튼을 누르면 T, F로 당첨자를 표시하는 프로그램입니다.

```

    on button A pressed
    set 선택 to ?
    if ?
    then show arrow West
    pause (ms) 500
    show string "Y"
    else show arrow East
    pause (ms) 500
    show string "N"
    
```

참참참 게임

사용자가 A버튼과 B버튼 중 한 방향을 고르고, 컴퓨터가 무작위로 고른 방향과 일치하면 Y, 일치하지 않으면 N을 출력하는 프로그램입니다.

더 생각해보기

- 1) 선택 구조를 활용하여 A 버튼을 누르면 가위 바위 보 중 하나를 출력하는 프로그램을 작성해 봅시다.
- 2) 생활 속 문제들 중 선택 구조로 표현할 수 있는 상황을 찾아 마이크로비트로 표현해 봅시다.

2. 반복 구조

왼쪽의 스크립트를 작성해보고 이미지가 어떻게 움직이는지 관찰하여 봅시다.

반복문을 이용하여 짧게 만드는 방법을 생각해봅시다. while이 아닌 for를 사용해야 해요.

더 생각해보기

- 1) 반복 구조를 활용하여 구구단이 출력되는 프로그램을 만들어 봅시다.
- 2) 생활 속 문제들 중 반복 구조로 표현할 수 있는 상황을 찾아 마이크로비트로 표현해 봅시다.

4.2 연구 대상

본 연구에서 개발한 프로그램의 교육적 효과를 살펴보기 위해 <Table 5>과 같이 ○○대학교에서 실시한 교육기부 프로그램의 지원자 표집에 의한 지원자 표본 (volunteer sample) 24명의 학생을 선정하였다.

학생들을 대상으로 전체 프로그램의 오리엔테이션, 사전·사후의 계산적 인지력 검사, 창의성 검사를 포함하여 총 6일 동안 42차시 수업으로 진행되었다. 교육은 외부 변인 통제가 용이하도록 학기 중 주말반 수업 형식을 지양하고, 방학 기간 동안 하루 중일 6일 동안의 집중교육 형태로 실시하여 학교, 학원 등의 외부 변인을 최대한 통제하였다.

강사 1인이 전체 학습을 진행하였고 보조 강사 2인은 학생들의 문제 해결 활동에 도움을 주었다. 모든 학생은 ‘데스크톱 컴퓨터’를 각자 사용하였고 ‘마이크로비트’의 공식 사이트에서 온라인 코딩을 하였다. 연구 대상에 대한 구체적인 사항을 <Table 5>에 제시하였다.

<Table 5> Students

class	Male	Female	Total
4 Grade	4	1	5
5 Grade	6	5	11
6 Grade	3	5	8
Total	13	11	24

4.3 검사도구

창의성 측정을 위해 사전사후 검사 통제집단설계를 사용하였으며, 창의성 검사 도구는 Torrance의 TTCT (Torrance Tests of Creative Thinking) 검사지 도형a형을 활용하였다.

4.3.1 TTCT(창의성검사지 도형) a형

창의성 측정을 위하여 사전사후검사 통제집단설계를 사용하였다. 검사 도구로는 Torrance의 창의성 측정을 위한 TTCT 검사 중 도형 a형을 활용하였다. TTCT는

4. 연구 방법 및 절차

4.1 연구 가설

연구가설: 마이크로비트의 알고리즘 요소를 활용한 SW교육에 의한 사전과 사후 학습자의 창의성에는 차이가 없다.

대립가설: 마이크로비트의 알고리즘 요소를 활용한 SW교육에 의한 사전과 사후학습자의 창의성에는 차이가 있다.

도형 검사와 언어 검사 두 가지 유형이 있으나 TTCT 도형 검사가 주로 활용된다[25]. 일반 사고 능력과 창의적 업적에 필요한 지적 능력을 측정하는 도구로서 35개의 다른 언어로 번역되어 과거 20년 동안 창의성 연구의 약 75% 이상 사용되어 창의성 검사 도구로 세계에서 가장 널리 사용되고 있다. 특히나 도형 검사는 성, 인종과 언어장벽, 사회경제적 지위와 문화적 배경 등에 크게 영향을 받지 않아 자주 사용되고 있다[26].

TTCT 도형 검사는 ‘그림 구성하기’, ‘그림 완성하기’, ‘쌍의 두 직선 - 선 그리기’ 등 세 가지 활동으로 구성되어 있다. 창의성 영역의 하위요소를 ‘유창성’, ‘독창성’, ‘제목의 추상성’, ‘정교성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’과 이들의 ‘창의력 평균 점수’, 창의적 강점을 포함하는 ‘창의성 지수’로 구분하였으며 표준점수와 백분위 점수를 사용할 수 있는데 본 연구에서는 각 하위요소의 표준점수를 사용하여 검사하였다. 이 검사는 집단의 특성상 수정이 불가피할 수도 있지만, 가급적 표준점수를 사용하므로 동일하고 엄격할 필요가 있다[27].

4.4 연구절차

마이크로비트를 활용한 SW교육을 실시하기 전에 실험집단에게 창의성 사전 검사를 실시하였다. 교육 프로그램은 7일간 총 42차시의 내용으로 구성하였다. 교육 효과를 검증하기 위해 창의성 사후검사를 실시하였으며 본 연구의 설계를 도식화하여 <Table 6>에 제시하였다.

<Table 6> Experimental design

	Pre-test	Treatment	Post-test
class	O ₁	X	O ₂

X : SW education program
 O₁, O₂ : Pre-Post test(Computational cognitive ability, Creativity test)
 ⇒ After the normality test, Paired sample T-test or Wilcoxon's signed rank test
 O₁ : Pre test(Computational cognitive ability, Creativity test)
 ⇒ Independent sample T-test or Mann-Whitney U-test
 O₂ : Post test(Computational cognitive ability, Creativity test)
 ⇒ Independent sample T-test or Mann-Whitney U-test

5. 연구결과

5.1 교육 프로그램 효과 검증

5.1.1 창의성 검사 정규성 검증

마이크로비트를 활용한 알고리즘 중심 SW교육이 창의성에 영향을 주었는지 분석하기 위해 실험집단의 창의성사전 검사 결과가 정규분포를 이루는지 확인하였다.

<Table 7> Normality test

Subscales	Descriptive Statistics(N=24)				stat	p
	M	SD	Max	Min		
Fluency	112.17	16.426	138	68	0.959	0.411
Originality	104.33	19.544	146	51	0.967	0.589
Titles	91.04	32.792	146	0	0.939	0.159
Elaboration	81.04	12.882	105	65	0.910	0.035*
Closure	76.21	26.145	118	0	0.944	0.195
Average	93.08	15.592	114	37	0.791	0.000**
Index	94.58	16.487	118	37	0.815	0.001**

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

창의성 사전 검사에 대해 샤피로-윌크(Shapiro-Wilks) 정규성 검정을 실시한 결과, 정교성, 창의성 평균, 창의성 지수의 유의도가 각각 0.035, 0.000, 0.001으로 나타나 귀무가설을 기각하여 정규성이 만족되지 않은 것으로 나타났다. 나머지 영역에서는 유의도가 유의수준인 .05보다 크게 나타나 귀무가설이 채택되어 정규분포임이 확인되었다.

5.1.2 창의성 사전·사후 검사 비교

사전·사후 검사 결과 창의성의 변화를 알아보기 위해 정규성을 확보한 항목은 모수통계인 대응표본 t검정을 실시하고, 정규성을 확보하지 못한 항목은 비모수 통계인 Wilcoxon 부호 순위 검정을 실시하였다.

<Table 8> Changes in creativity(Paired sample T-test)

Subscales	N	Pre-Test		Post-Test		t	p
		M	SD	M	SD		
Fluency	24	112.17	16.426	114.26	14.404	-2.981	.007**
Originality	24	104.33	19.544	107.61	17.453	-3.557	.002**
Titles	24	91.04	32.792	95.65	24.107	-1.543	.137
Closure	24	76.21	26.145	79.48	24.755	-2.408	.025*

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

<Table 8>과 대응표본 t검정 결과를 보면 ‘유창성’의 평균점수는 사전 112.17에서 사후 114.26으로 2.09점 상승하였고 t통계값은 -2.981이고 유의확률은 .007로 나타났다. ‘독창성’의 평균점수는 사전 104.33에서 사후 107.61로 3.28점 상승하였고 t통계값은 -3.557이고 유의확률은 .002로 사전 검사 점수에 비해 사후 검사 점수에 유의미한 상승이 나타났다. 그리고 ‘제목의 추상성’의 평균점수는 사전 91.04점에서 사후 95.65점으로 4.61점 상승하였고 t통계값은 -1.543이고 유의확률은 .137, 성급한 종결에 대한 저항’의 평균점수는 사전 76.21점에서 사후 79.48점으로 3.27점 상승하였고 t통계값은 -2.408이고 유의확률은 .025로 ‘제목의 추상성’을 제외한 세 가지 지표에서 유의미한 점수의 상승이 있는 것으로 나타났다.

<Table 9> Changes in creativity(Wilcoxon’s signed rank test)

Subscales	N	Pre-Test		Post-Test		z	p
		M	SD	M	SD		
Elaboration	24	81.04	12.882	91.04	13.766	-2.245	.025*
Average	24	93.08	15.592	97.65	14.093	-2.135	.033*
Index	24	94.58	16.487	96.13	25.770	-1.919	.055

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

샤피로-윌크(Shapiro-Wilks) 정규성 검정에서 정규성이 만족되지 않은 ‘정교성’, ‘창의성 평균’, ‘창의성 지수’는 <Table 9>와 같이 Wilcoxon 부호 순위 검정을 실시하였다. 검정 결과를 보면 ‘정교성’의 평균 점수는 사전 81.04에서 사후 91.04로 10점 증가하였고, 유의확률은 .025로 나타났다. ‘창의성 평균’의 평균 점수는 93.08에서 97.65로 4.57점 증가하였고, 유의확률은 .033으로 나타나 ‘정교성’, ‘창의성 평균’에서 유의미한 점수의 상승이 있는 것으로 나타났다. ‘창의성 지수’의 평균 점수는 사전 94.58점에서 사후 96.13점으로 1.55점 증가하였고, 유의확률은 .055로 나타났다.

5.2 연구 결과 분석

창의성 사전 검사 결과 중 정규성을 확보한 창의성 요소는 대응표본 t검정, 정규성을 확보하지 못한 창의성 요소는 Wilcoxon 부호 순위 검정을 실시하였다.

사전·사후 집단 내 대응표본 t검정 결과 창의성 요소 중 ‘유창성’, ‘독창성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’에서 유의미한 향상을 보였다. 또한 Wilcoxon 부호 순위 검정 결과 ‘추상성’, ‘창의성 평균’에서도 유의미한 향상을 보였다. 따라서, 이번 연구를 통해 마이크로비트를의 알고리즘적 요소를 활용한 SW교육이 초등학생들의 프로그래밍 능력이 향상되었으며 창의성 요소들의 향상에 긍정적인 영향을 미쳤음을 입증하였다.

6. 결론

본 연구에서는 초등학생을 대상으로 창의성을 향상시키기 위하여 마이크로비트를 활용한 알고리즘 교육 프로그램을 제안하고 ADDIE 모형의 개발 단계에 따라 교육 프로그램을 개발 및 적용하였다. 방학 기간 동안 집중교육의 형태로 총 6일 동안 교육을 실시한 후 계산적 인지와 창의성 사전·사후 검사 결과를 검증해 본 결과, 본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 초등학생의 창의성 향상에 효과적인 것으로 나타났다.

다만, 본 연구의 실험집단은 상관연구에 필요한 30명 이상의 참여자를 확보하지 못하여 일반화하는 데에는 한계가 있다. 또한, 본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 비교집단이 없이 실험집단에만 투입하여 창의성 향상이 본 연구에서 개발한 교육프로그램의 영향 때문인지 상관관계를 분석할 수 없다는 문제점이 있다. 추후의 연구에서는 다수의 참여자를 대상으로 실험집단과 비교집단을 구성하여 연구결과에 대한 각 요인 간의 상관관계를 분석할 필요가 있다.

참고문헌

[1] Software Policy & Research Institute (2014), Software Oriented Society: The Meaning and the

- Response, Issue Report 2014-003
- [2] Yang, B., Gil, H., Kim, Y (2016). Effective Online Software Education System for Elementary and Secondary School, Software Policy & Research Institute.
- [3] Wells, D. (2012). Computing in Schools: Time to Move Beyond ICT? *Research in Secondary Teacher Education*, 2(1), 8-13.
- [4] Ministry of Education (2015). Software Education Guideline.
- [5] Brennan, K., & Resnick, M. (2013). Imagining, Creating, Playing, Sharing, Reflecting: How Online Community Supports Young People as Designers of Interactive Media. In C. Mouza and N. Lavigne (eds.), *Emerging Technologies for Classroom*, Springer. 253-268.
- [6] Williams, A. B. (2003). The qualitative impact of using LEGO MINDSTROMS robots to teach computer engineering. *IEEE Transactions on Education*, 46(1), 206.
- [7] Major, L. Kyriacou, T. Brereton, O. P. (2012). Systemic literature review: teaching novices programming using robots. *IET software*, 6(6), 502-513.
- [8] Hong, J. Kim, Y. (2018). Development and Application Effect of STEAM Program Using Robots. *The Korean Association of Information Education Research Journal*, 9(1), 17-24.
- [9] Yoo, I., Bae, Y., Kim, W., Choi, J., Kim, M., Jeon, J. (2018). The Development and Application of STEAM Education in Robot Programming. *The Korean Association of Information Education Research Journal*, 9(1), 157-164.
- [10] Kim, H (2016). A Study of the Direction for Developing Software Education Operating Guide. *Korean Association for Learner-centered Curriculum and Instruction*, 16(8), 529-548.
- [11] Schmidt, A. (2016). Increasing Computer Literacy with the BBC micro:bit. *IEEE Pervasive Computing*, 15(2), 5-7.
- [12] Ball, T. et al., (2016). Microsoft Touch Develop and the BBC micro:bit. 2016 IEEE/ACM 28th International Conference on Software Engineering Companion (ICSE-C), 637-640.
- [13] Micro:bit Educational Foundation. micro:bit homepage, 2015. URL: <http://microbit.org/> [cited 2017. 05. 01]
- [14] Bradley, S. & Gibson, S. (2017). A study of Northern Ireland Key Stage 2 pupil's perceptions of using the BBC Micro:bit in STEM education. *The STeP Journal: Student Teacher Perspectives*. 4(1), 15-41.
- [15] Hong Sun Jeong (2006). Intelligence and creativity : Psychological inquiry For Human intelligence. Yangseowon : Seoul.
- [16] Guilford, J. P. (1959). Three faces of intellect. *American Psychologist*, 14, 469-479.
- [17] Torrance, E. P. (1978). Giftedness in solving future problems. *Journal of Creative Behavior*, 12(2), 75-86.
- [18] Tugun, V. et al., (2017). Coding Education in a Flipped Classroom. *Technology Education Management Informatics (TEM Journal)*, 6(3), 599-606.
- [19] The effect of EPL Programming Based on CPS model for enhancing elementary school students' Creativity. In: Park J., Jeong YS., Park., Chen HC. (eds) *Embedded and Multipedia Computing Technology and Service. Lecture Notes in Electrical Engineering 181*, Springer, Dordrecht, 237-244.
- [20] Choi, J. (2015). Puzzle-Based Algorithm Learning Model for Improving Computational Thinking for Informatics Gifted Students. Korean National University of Education. PhD Thesis.
- [21] Young Min Seo, Young Jun Lee (2010). A Subject Integration Robot Programming Instruction Model to Enhance the Creativity of Information Gifted Students. *The Journal of Korean Association of Computer Education*. 13(1) ,pp 19~26.
- [22] Jiyae Noh (2017). The Effects of SW Education Using Robot. Ewha Women's University. PhD Thesis.
- [23] Park, K. (2016). An Approach for Creative Activity Using of Embedded Computer and Software Developing Tools. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 22(1), 221-239.

- [24] Jae Sung Jang (2017). The Effect of STEAM program using physical computing for elementary students creativity and collaboration ability. Gwangju National University of Education. Master's Thesis.
- [25] Kim Kyung Hee (2006b). Is creativity unidimensional or multidimensional? Analyses of the torrance tests of creative thinking. *Creativity Research Journal*, 18(3), 251-260.
- [26] Kim Kyung Hee (2006a). Can we trust creativity tests? A Review of the Torrance Tests of creative thinking(TTCT). *Creativity Research Journal*, 18(1), 3-14.
- [27] Torrance, E. P. (2010). Torrance Tests of Creative Thinking Directions manual and scoring guide (Figural test booklet A), Korean FPSP.

저자소개



강 동 완

2016 제주대학교 교육대학
초등컴퓨터교육전공(교육학석사)
2017~현재 제주대학교
컴퓨터교육전공 박사과정
관심분야: 마이크로비트, 코딩교육
e-mail: gengsenge@hanmail.net



김 승 현

2010 제주교육대학교 교육대학 초
등컴퓨터교육과(교육학학사)
2016~현재 제주대학교 컴퓨터교육
전공 석사과정
관심분야: 마이크로비트, 피지컬
컴퓨팅
e-mail: muharibun@naver.com



홍 현 미

1999 제주교육대학교 초등미술교
육전공(교육학 학사)
2003 뉴욕주립대학교 컴퓨터 교육 및
교육공학전공(교육학 석사)
2017 서울대학교 교육학과 교육공
학전공 (교육학 박사)
2017~현재 서울대학교 교육연구
소, 연구원
관심분야: 교수설계, SW교육,
STEAM교육
e-mail: hong212@snu.ac.kr



김 용 민

1999 제주교육대학교 실과교육과
(교육학학사)
2017 제주대학교 컴퓨터교육전공
박사과정 수료
관심분야: SW교육, CT
e-mail: minimega@hanmail.net



김 종 훈

1998 홍익대학교 전자계산학과
(이학박사)
1998~1999 ETRI Post-Doc.
1999~현재 제주대학교 초등컴퓨
터교육전공 교수
관심분야: 컴퓨터교육
e-mail: jkim0858@jejunu.ac.kr