

# 마이크로비트를 활용한 지도학습 중심의 머신러닝 교육 프로그램의 개발과 적용

이현국 · 유인환

대구교육대학교 컴퓨터교육과

## 요약

다가오는 지능정보사회의 핵심이 될 인공지능(AI) 교육의 필요성이 대두되면서, 국가적 차원에서도 교육과정에 인공지능 관련 내용을 포함하는 등 관심을 집중시키고 있다. 본 연구에서는 지도학습 중심의 머신러닝을 통해 생활 속 문제를 해결하는 과정에서 학생들의 창의적 문제해결력을 신장시키기 위해 PASPA 교육 프로그램을 제시하였으며, 학습의 효과를 높이기 위해 피지컬 컴퓨팅 도구인 마이크로비트(Micro:bit)를 활용하였다. PASPA 교육 프로그램에 적용된 교수 학습 과정은 문제 인식(Problem Recognition), 해결 방법 논의(Argument), 데이터 기준 세우기(Setting data standard), 프로그래밍(Programming), 적용 및 평가(Application and evaluation)의 5단계로 이루어진다. 본 교육 프로그램을 학생들에게 적용한 결과 창의적 문제해결력의 향상을 확인할 수 있었으며, 세부 영역에서는 특정 영역의 지식·사고, 비판적·논리적 사고 영역에서 유의한 차이를 보임이 확인되었다.

키워드 : 머신러닝, AI 교육, 창의적 문제해결력, 마이크로비트, SW교육

## Development and application of supervised learning-centered machine learning education program using micro:bit

Hyunguk Lee · Inhwan Yoo

Daegu National University of Education

## Abstract

As the need for artificial intelligence (AI) education, which will become the core of the upcoming intelligent information society rises, the national level is also focusing attention by including artificial intelligence-related content in the curriculum. In this study, the PASPA education program was presented to enhance students' creative problem-solving ability in the process of solving problems in daily life through supervised machine learning. And Micro:bit, a physical computing tool, was used to enhance the learning effect. The teaching and learning process applied to the PASPA education program consists of five steps: Problem Recognition, Argument, Setting data standard, Programming, Application and evaluation. As a result of applying this educational program to students, it was confirmed that the creative problem-solving ability improved, and it was confirmed that there was a significant difference in knowledge and thinking in specific areas and critical and logical thinking in detailed areas.

Keywords : machine learning, AI education, creative problem-solving skills, Micro:bit, SW education

본 논문은 이현국 석사학위논문을 수정, 보완한 것임.

교신저자 : 유인환(대구교육대학교 컴퓨터교육과)

논문투고 : 2021-11-10

논문심사 : 2021-12-07

심사완료 : 2021-12-09

## 1. 서론

세계경제포럼의 창시자 클라우스 슈바브(Klaus Schwab, 2015)가 4차 산업 혁명을 언급한 이후로, 전 세계에서 4차 산업혁명에 대한 관심이 크게 증대되었고, 핵심 기술 중 하나인 인공지능도 주목받고 있다[1]. 인공지능 기술 중 하나인 머신러닝(Machine Learning)의 지도학습(Supervised Learning)은 학습 데이터를 처리하는 데 있어서 활용 가능성이 크고[2], Machine Learning for kids, Teachable Machine 등 다양한 학습 플랫폼이 존재한다. 우리나라에서 2020년 고시된 실과 정보과 교육과정에 따르면 인공지능 교육의 목표 중 하나를 머신러닝 모델 활용으로 실생활 문제를 창의적, 효율적으로 해결하는 능력으로 정의하고 있다[3]. 창의적 문제해결력 향상과 관련하여 피지컬 컴퓨팅 도구 마이크로비트(Micro:bit)를 활용하는 연구가 활발히 이루어지고 있으며[4][5], 마이크로비트를 활용한 다양한 소프트웨어 교육 적용 사례들이 생겨나고 있다[6][7]. 그러나 아직 해외와 국내를 막론하고 머신러닝 활용 교육이 아동의 창의적 문제해결력에 미치는 영향력에 관하여 분석한 연구 사례가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 마이크로비트와 머신러닝을 활용하여 실생활 문제를 해결하는 교육 프로그램을 제시하고, 프로그램의 수료 여부가 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 소프트웨어 교육

소프트웨어 교육이란 컴퓨터 과학의 기본적인 개념과 기술을 활용하여 생활 속의 다양한 문제들을 창의적으로 해결할 수 있는 능력인 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)을 기르는 교육이다[8]. 초등 수준에서 소프트웨어 교육 목표는 프로그래밍 알고리즘의 설계 능력보다 정보윤리의식을 바탕으로 컴퓨팅 사고력을 활용해 생활 속 문제를 이해하고 해결하는 것을 목표로 한다[9]. 한편 2020년 고시 실과 정보과 교육과정에 따르면 인공지능 기초 과목의 교육 목표를 인공지능과 머신러닝 모델의 활용 방법을 바탕으로 실생활의

다양한 문제를 창의적으로 해결하는 것으로 정의하고 있다[3]. 따라서 초등 인공지능 교육의 방향성 또한 머신러닝 모델의 구체적인 이해보다는 이를 활용하여 다양한 문제를 창의적이고 효율적으로 해결할 수 있는 능력에 초점을 맞추는 것으로 이해할 수 있다.

### 2.2 마이크로비트(Micro:bit)

마이크로비트는 소프트웨어 교육 활용을 위해 2015년 영국의 BBC를 중심으로 하여 파이썬 소프트웨어 재단 및 마이크로소프트가 공동 연구개발한 ARM 기반 피지컬 컴퓨팅 시스템이다[10]. 2020년 12월에 더 많은 스피커와 추가 터치 센서, 음성 인식용 마이크를 탑재한 새로운 마이크로비트인 BBC micro:bit V2가 개발되었다. 마이크로비트의 16kb 램은 100줄 이내의 코딩을 실행했을 때 최고의 성능을 보이는 것으로 나타났다[11]. 본 연구에서는 기기의 다양한 센서와 LED화면의 직관성을 활용해 학습 과정의 창의력을 극대화하고, 100줄 이내의 간단한 코딩으로 해결할 수 있는 문제의 교육 도구로서 마이크로비트를 선정하였다.

### 2.3 머신러닝(Machine Learning)

머신러닝(Machine Learning)은 인공지능의 한 분야로서, 경험을 통해 자동으로 향상되는 컴퓨터 알고리즘을 말한다[12]. 머신러닝은 접근방식에 따라 지도학습(Supervised Learning)과 비지도학습(Unsupervised Learning), 강화학습(Reinforcement Learning)으로 구분한다. 지도학습이란 입력-출력 쌍을 기반으로 학습 데이터(Training Data)를 레이블(Label)에 매핑(Mapping)하는 함수를 학습하는 작업을 말하며, 최종적으로는 주어진 데이터 입력에 대하여 예측하고자 하는 결과 레이블을 올바르게 추측해낼 수 있도록 하는 알고리즘이다[13]. 비지도학습은 데이터에서 패턴을 학습하는 알고리즘 유형이다. 입력값에 대한 명확한 목표값인 레이블이 지정된 지도학습과는 달리, 입력값에 대한 목표값이 지정되지 않는 차이점이 있다[14]. 강화학습이란 현재 상태(State)에서 최선 결과(Reward)를 위한 행동(Action)을 찾도록 하는 머신러닝 알고리즘이다[15]. 입/출력 쌍이 필요 없고, 문제 상황에 대해 명시적인 차선책이 존

제하지 않는다는 점에서 머신러닝의 다른 방법들과 차이가 있다.

## 2.4 Teachable Machine

Teachable Machine은 Google에서 개발한 머신러닝 모델을 만들 수 있도록 제작된 웹 기반 프로그램이다 [16]. Teachable Machine은 머신러닝 중 지도학습을 사용하여 컴퓨터가 모습이나 음성을 인식하도록 가르치며, 모습과 음성 데이터를 수집하고 가공하는 과정을 통해 지도학습 과정을 별도의 프로그램 설치 없이 웹상에서 바로 체험해 볼 수 있다. 텍스트 프로그래밍 언어인 파이썬, HTML 코드를 통하여 스크래치(Scratch) 등 다른 플랫폼과의 연동을 지원한다. 본 연구에서는 일본의 Yengawa Lab에서 개발한 SCRATCH MICROBIT MORE(V1)를 활용해 Teachable Machine과 Scratch를 연동하였다[17].

## 2.5 창의적 문제해결력

Isaksen과 Treffinger(1985)는 창의적 문제해결력을 수렴적, 확산적 사고로서, 창의적 사고를 필요로 하는 문제해결 과정에서의 능력”으로 정의하였다[18]. 한국교육개발원(2001)은 창의적 문제해결력을 문제 해결 과정에서 많은 요인들이 종합적, 역동적으로 상호 작용하여 문제 해결에 유용하면서도 독창적인 해결방법을 만들어 내는 것이라 정의하고 있다[19]. 한편 한국 교육 개발원의 연구책임자 조석희(2003)는 문제 해결력에 대하여 현재의 상태와 목표 상태의 간극을 빠르게 줄일 수 있는 지적이고 창의적인 능력이라고 정의하였다[20]. 이처럼 창의적 문제 해결력의 의미는 연구자가 보는 관점의 차이에 따라, 그리고 연구를 목표로 하는 대상과 방향에 따라 조금씩 차이가 있다. 본 연구는 창의적 문제해결력을 ‘문제를 해결하기 위하여 학습자가 활용할 수 있는 논리적이고 확산적인 사고와 동기적 요소’로 정의한다.

## 2.6 관련 연구

강동완(2018)과 서영호(2021)는 마이크로비트를 중심으로 한 피지컬 컴퓨팅 교육 프로그램을 개발 및 적용

하여 초등학생의 창의력과 컴퓨팅 사고력에 긍정적인 영향을 주는 것을 확인하였다[4][5]. 이학경(2018)은 마이크로비트를 활용해 블록 기반과 텍스트 기반의 두 프로그래밍 언어들을 연계하여 교육할 수 있는 학습 모형과 프로그램을 개발하였으며[6], 구덕희(2018)는 마이크로비트를 활용한 창의 컴퓨팅 교육 프로그램인 MDIAP 교수학습모형을 개발하였다[7].

## 3. PASPA 교육 프로그램 개발

### 3.1 개발 방향

본 연구의 목적은 피지컬 컴퓨팅 도구 마이크로비트와 Teachable Machine을 활용하여 머신러닝의 분야 중 하나인 지도학습을 중심으로 생활 속 문제를 해결하는 프로그램을 개발하고, 이것이 학생들의 창의적 문제해결력에 주는 영향을 분석하고자 하는 것이다. 프로그램 개발 과정에서 고려한 사항은 다음과 같다.

첫째, 해결할 학습 문제는 교육과정의 범위를 벗어나지 않는 것으로 한다. 박대륜(2020)의 연구에 따르면, 학생들은 주위에서 인공지능을 적용할 수 있는 문제를 탐색하기 어려워한다[21]. 프로그램에서 최종적으로 해결해야 할 과제는 교사가 구체적으로 제시하고, 이해 범위는 교육과정의 틀을 벗어나지 않는 것으로 한다.

둘째, 학습 데이터의 기준을 세우는 과정을 강조한다. 머신러닝의 핵심 과정은 학습 데이터의 레이블을 입력한 후, 입력값과 매핑하여 예측하고자 하는 결과를 올바르게 추측해내는 것이다. 데이터의 기준을 세우는 과정은 결과값의 신뢰도를 높이는 데 핵심적인 역할을 한다. 이 과정을 특히 강조할 수 있도록 프로그램을 설계한다.

셋째, 다양하고 폭넓은 사고를 장려한다. 본 연구의 측정 목표인 창의적 문제해결력 향상을 위하여 학생들이 확산적인 사고를 할 수 있는 기반을 마련할 수 있는 프로그램을 구성한다.

### 3.2 개발 절차 및 학습 모형

본 연구는 마이크로비트를 활용해 지도학습을 중심으로 실생활의 문제를 창의적으로 해결하는 것을 목표로 하고 있다. 따라서 한국교육개발원(KERIS, 2015)이 개

발한 소프트웨어 교수-학습 모형 중 <Table 1>의 디자인 중심모형(NDIS 모델)의 4단계를 교육 프로그램의 기반으로 정했다[22].

<Table 1> NDIS Model Details

Stage	Content
Needs	• User-centered needs analysis
Design	• Algorithm design
Implementation	• Implementing artifacts by programming
Share	• Self-reflection through product sharing and feedback

NDIS 모델은 프로젝트 학습법에서 아이디어를 얻은 방법으로, 소프트웨어를 개발하는 과정에서 고도의 창의적 설계를 진행할 수 있도록 과정이 구성되어 있다. 사용자 중심의 요구 분석 이후 패턴을 찾아 분석하여 알고리즘을 설계하고, 산출물을 공유하고 피드백하는 과정에서 결과물을 개선하는 선순환 구조가 본 연구의 목적과 부합하였다.

<Table 2> ML Model Details

Stage	Content
Problem Recognition and Analysis	• Recognize real-life problems that can be solved using machine learning
Data Collection	• Collect after analyzing necessary data among text, image, and number
Data Preprocessing and Feature Extraction	• After quantifying, schematizing, and labeling the collected data, the necessary data is selected
ML Model Training and Evaluation	• Train machine learning models and evaluate model accuracy based on selected data
ML Programming	• Programming using machine learning models
Application and Problem Solving	• Solve the problem by applying the created program
Share and Feedback	• Improve the program through program sharing and feedback

여기에 머신러닝을 학습 프로그램에 추가한 모형을 개발하기 위하여 박대륜(2020)의 ML 교수-학습 모형을 참고하였다[21]. <Table 2>는 ML 모델의 수업 내용이다.

본 프로그램은 학습 데이터의 기준을 세우는 과정을 특히 강조하고, 학습자의 확산적 사고를 장려하는 것을 목표로 한다. 따라서 학습자가 설계한 프로그램을 개선하는 과정은 학습자 스스로 피드백하기보다는 산출물 공유 과정에서 결과물을 개선하는 NDIS 모델의 선순환 구조가 유리하다고 판단되었다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 PASPA 교육 프로그램을 개발하였다. 각 단계별 세부 내용은 <Table 3>과 같다.

<Table 3> PASPA education Program

Stage	Minor Stage
Problem Recognition	• Motivation
Argument	• Proposed problems to be solved
	• Brainstorming different ideas for how to solve a problem
	• Establishing data classification standards
Setting data standard	• Collecting data
	• Labeling with computer-readable content
Programming	• Programming a problem-solving algorithm using processed data
Application and Feedback evaluation	• Share and give feedback
	• self-reflection

문제 인식(Problem Recognition) 단계에서는 머신러닝을 활용해 해결할 수 있는 문제를 교사가 직접 제시한다. 해결방법 논의(Argument)단계에서는 문제 해결을 위한 다양한 아이디어를 브레인스토밍하는 단계이다. 데이터 기준 세우기(Setting data standard) 브레인스토밍한 아이디어를 공통점에 따라 분류하여 일정한 기준을 세우는 단계이며, 프로그래밍(Programming)은 앞 단계에서 세운 기준에 따라 지도학습 프로그래밍을 완성하고, 적용 및 평가(Application and evaluation)에서 산출물을 공유하고 피드백한다. 본 교육과정의 특징은 데이터 기준 세우기 단계부터 적용 및 평가의 단계가 선형적으로 이루어지는 것이 아니라, S, P, A의 3단계가

여러 번 순환하며 반복적으로 이루어지는 데에 있다. 따라서 프로그래밍 과정에 초점을 두기보다는 여러 번 분류 기준을 수정하고 보완하는 과정에서 데이터 기준 세우기(Setting data standard)단계를 반복적으로 체험함으로써 지도학습의 원리를 자연스럽게 이해할 수 있도록 구성하였다.

**4. PASPA 교육 프로그램 적용 과정**

**4.1 적용 대상**

본 연구는 읍 단위 ○○지역 △△초등학교 6학년 방과후 코딩 동아리 10명을 대상으로 약 8주간 운영하였다. 대조군은 동학년 동반 비 동아리 부원 학생 10명을 무작위로 선정하였으며, 대조군은 실과 정규 교육과정 내 수업 과정을 진행하였다.

**4.2 적용 내용**

교육 단계는 PASPA 교육 프로그램의 단계를 따랐으며, 학습 주제는 초등학교 6학년 체육 교육과정 중 안전 단원의 신변안전 영역과 관련하여 ‘안전한 하룻길을 위한 인공지능 카메라 만들기’로 설정하였다. 학습 과정에 피지컬 컴퓨팅 도구로 마이크로비트를 활용하였으며, 코딩 플랫폼은 Teachable Machine과 연동이 가능한 스크래치를 활용하였다.

**4.2.1 문제 인식(Problem Recognition)**

스마트 홈 카메라, 사물 인식 AI 카메라, 음성 비서 등 다양한 인공지능 카메라의 예시를 보여주면서 사례를 통한 학습이라는 지도학습의 개념을 설명한다. 이후 하룻길의 다양한 사고 유형과 사례와 학교 주변의 위험 요소를 소개하여 학생들이 안전한 하룻길의 필요성을 깨닫게 했다. 다양한 위험 상황이 존재하므로 문제에 특정한 입력값이 있는 것이 아닌 상황에서 지도학습을 활용하면 효율적으로 해결할 수 있다는 것을 안내하여 학습자가 문제를 수행해나가는 과정의 동기를 높였다. <Table 4>는 문제 인식 단계의 수업 세부 내용이다.

<Table 4> Problem Recognition Stage Lesson Details

Minor Stage	Content
• Motivation	• Introduces news of kidnapping on School road and cases of accidents in blind spots that are out of sight
• Presenting problem	a • Recognizing the need for artificial intelligence cameras

**4.2.2 해결방법 논의(Argument)**

지도학습 과정에서 다양한 입력값에 따른 인식의 정확도를 높이기 위해, 인공지능 카메라를 설치할 구체적인 상황을 설정한다. 설치 장소, 작동 시간, 입력 형태(소리/모양), 입력받은 값에 대한 출력값 등 최종 프로그래밍 단계에 앞서 구체적인 계획을 세우도록 하였다. 아이디어의 발산 과정에서는 아이디어 회의 기법의 하나인 브레인스토밍(Brain Storming)과 포스트잇을 활용하여 학생들의 다양한 확산적 사고를 장려하였다. 학생의 반응은 특정 db 이상의 소리, 두 손을 위로 들거나, 앞으로 내밀거나, 손으로 X자를 그리는 등 다양한 사례를 제시하였다. 단, 프로그램의 오작동 방지 및 인식률을 높이기 위해서는 기준에 일관성을 갖는 것이 중요함을 알려주고, 프로그램이 인식할 수 있는 명확한 상황을 학생들이 선정할 수 있도록 교사의 지도가 필요했다. 구체적인 계획이 세워졌다면, 계획한 모양, 소리 입력값과 관련된 사례를 포스트잇에 붙여 자료를 정리하였다. <Table 5>은 해당 단계의 세부 내용이다.

<Table 5> Argument Stage Lesson Details

Minor Stage	Content
• Idea generation	• Explore hazards around the school.
• Collecting data	• Discuss the criteria for risky behavior
	• Share search results

**4.2.3 데이터 기준 세우기(Setting data standard)**

추출한 요소들과 수집한 자료들을 컴퓨터가 인식할 수 있도록 데이터의 명확한 기준을 세우는 단계이다. 전 단계에 수집한 모양과 소리의 자료들을 기계가 인식할 수 있는 형태로 가공하기 위해 일정한 기준에 따라 나눌 수 있도록 했다. 모양 기준에서는 도움을 요청하는 모습의 공통점에 따라 분류한 후, 발생 빈도별로 정리하

였고, 소리 기준에서도 마찬가지로 소리의 크기와 반복, 지속 시간 등의 공통점에 따라 분류하고 위험한 소리라고 인식할 수 있는 소리의 패턴을 분석하여 인식 기준을 세웠다. <Table 6>은 해당 단계의 세부 내용이다.

<Table 6> Setting data standard Stage Lesson Details

Minor Stage	Content
<ul style="list-style-type: none"> <li>Establishing data standards</li> <li>Labeling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establishing standards that computers can recognize</li> <li>Labelling collected data according to criteria</li> </ul>

#### 4.2.4 프로그래밍 (Programming)

계획에 따라 Teachable Machine에 데이터를 학습시키고, 순차, 선택, 반복구조의 기본적인 코딩을 통하여 마이크로비트를 코딩하였다. 본 연구에서는 Teachable Machine과 마이크로비트의 연동성을 위해 Yengawa Lab에서 개발한 SCRATCH MICROBIT MORE(V1)를 활용하였다. <Table 7>은 해당 단계의 세부 내용이다.

<Table 7> Programming Stage Lesson Details

Minor Stage	Content
<ul style="list-style-type: none"> <li>Programming</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coding the microbit so that it works according to the criteria it has been classified</li> <li>Proper translation is provided for microbit-more extension program and Teachable Machine use.</li> </ul>

#### 4.2.5 적용 및 평가(Application and evaluation)

완성한 결과물을 공유하는 시간을 가진다. 코드의 대략적인 소개 및 처음에 계획한 대로 코드가 잘 실행되었는지 본인의 소감을 발표하고, 다른 학생들이 시연 및 내용을 피드백해주는 형태로 진행했다. 피드백 과정에서 단순히 소리만 크거나, 손을 앞으로 내미는 행위 등은 오작동 위험이 크다는 등 학생 간 다양한 상호작용을 관찰할 수 있었다. 피드백 받은 내용이 어느 정도 정리되면, 데이터 기준 세우기 단계로 돌아가 아이디어를 수정하고 코드를 보완하거나, 새로운 계획을 세운다. 학생들 대부분은 본인이 만족할 만한 산출물을 만들 때까지 평균적으로 피드백 과정을 한 번에서 두 번 정도 거

쳤다. <Table 8>은 해당 단계의 세부 내용이다.

<Table 8> Application and evaluation Stage Lesson Details

Minor Stage	Content
<ul style="list-style-type: none"> <li>Results sharing</li> <li>Self-reflection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Check that it works properly as intended by the manufacturer.</li> <li>Give feedback to each other</li> <li>Complement your own code according to the feedback received.</li> </ul>

### 4.3 검사도구

사전·사후 검사에서 활용한 창의적 문제해결력 측정 은 한국 교육 개발원의 연구책임자 조석희의 연구 보고서 ‘간편 창의적 문제해결력 검사 개발 연구 (I)(CR2001-33)’를 바탕으로 2004년 서울대 심리연구실 MI연구팀에서 개발한 검사 도구를 활용하였다[23]. 이 도구는 특정한 영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부, 확산적 사고, 비판적·논리적으로 구성되어 있으며, 숫자가 클수록 능력이 높은 것을 의미한다.

각 문항은 하위 영역별 5문항씩 총 20문항으로 구성되며, 본 검사지의 영역별 문항 번호는 <Table 9>과 같다.

<Table 9> Question number for each sub-element of the creative problem-solving ability

No.	sub-elements	question number
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Knowledge and thinking in a specific area,</li> <li>Whether or not you understand and master the skills and technologies</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 5
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Divergent thinking</li> </ul>	6, 7, 8, 9, 10
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Critical and Logical Thinking</li> </ul>	11, 12, 13, 14, 15
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Motivational factor</li> </ul>	16, 17, 18, 19, 20
	4 in total	20 questions in total

본 연구에서는 D초등학교 6학년 방과후 코딩 동아리 10명을 실험반으로, 무작위로 선정한 비 동아리 부원 10명을 대조반으로 선정하였으며, 수업 집단의 수업 전 창

의적 문제해결력을 측정하기 위하여 두 집단의 사전 검사를 실시하고, 8주간의 수업 후 사후검사를 실시하였다.

4.4 적용 결과

4.4.1 대조반-실험반 사전 검사 결과

프로그램 적용 전 먼저 두 집단에 대한 사전검사를 실시하여 동질 집단 여부를 검증하였다. 대조반과 실험반 10명의 검사 결과를 I-STATistics를 이용해 t-검정한 결과는 <Table 10>과 같다.

<Table 10> Control-experimental group pre-test results

Group	Ave	S.D	Cases	t	p
Control	3.019	0.381	10	-0.54	0.6050
Experimental	3.045	0.319			

실험반의 창의적 문제해결력 사전검사에 대하여 t-검정하여 분석한 결과, 실험반과 대조반은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 두 집단은 동질 집단임이 검증되었다.

4.4.2 실험반-대조반 사후 검사 결과

실험반에 PASPA 프로그램 적용 이후 창의적 문제해결력의 향상 여부를 확인하기 위해 사후 검사를 실시하였다. 분석한 결과는 <Table 11>와 같다.

<Table 11>Control-experimental group post-test results(\*\* p < 0.01)

Group	Ave	S.D	Cases	t	p
Controlled	3.055	0.489	10	-4.63	0.0010
Experimental	3.799	0.398			

분석 결과, 대조반의 20문항 전체 평균 3.055에 비하여 실험반의 평균 3.799로 높게 나타났다. 두 집단은 통계적으로 p < 0.01 수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으므로(t=-4.6336, df=9, p=0.0012), 프로그램의 적용 결과는 유의미한 차이를 나타냄이 검증되었다.

창의적 문제해결력의 하위 요소별 분석 결과는 <Table 12>과 같다.

하위 요소별 분석 결과, 확산적 사고 영역을 제외한 모든 영역에서 유의한 차이를 보였다. 특히, 특정 영역의 지식·사고, 비판적·논리적 사고 영역에서 각각 유의도 0.001, 0.003의 고도한 유의한 차이를 보였다.

<Table 12>Control-experimental group analysis results by sub-element (\* p < 0.05, \*\* p < 0.01)

sub-element	Group	Ave	S.D	Cases	t	p
Knowledge and thinking in a specific area	Control	2.700	0.435	10	-4.69	0.001
	Experimental	3.440	0.470			
Divergent thinking	Control	2.740	0.760	10	-1.97	0.080
	Experimental	3.260	0.604			
Critical and Logical Thinking	Control	2.980	0.629	10	-4.05	0.003
	Experimental	3.860	0.490			
Motivational factor	Control	3.420	0.503	10	-2.55	0.031
	Experimental	3.840	0.460			

따라서 창의적 문제해결력을 구성하는 하위 요소별 변수들의 유의한 차이에 의하여, 실험반과 비교반은 유의한 차이를 보인다고 할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 지도학습을 중심으로 초등학교 학생에게 익숙한 블록 코딩과 피지컬 컴퓨팅 도구인 마이크로비트를 활용하여 실생활 문제를 해결하는 PASPA 교육 프로그램을 제시하였다. PASPA 교육 프로그램은 코딩을 하는 프로그래밍 과정보다 데이터 수집 계획을 세우고 기준을 세우는 분류 활동을 중점적으로 다룰 수 있도록 설계되었으며, 교사와 학생들의 상호 피드백과 환류 과정이 학습의 성공적인 결과에 핵심적인 역할을 한다. 해당 프로그램을 적용하여 얻은 결과는 다음과 같다.

첫째, 수업 집단에 프로그램을 적용하기 전 사전검사와 적용한 후 사후검사 결과를 비교 분석한 결과, 전반적으로 교육 프로그램이 학생들의 창의적 문제해결력에 향상을 가져다주었다.

둘째, 하위 요소별로 분석하면, 확산적 사고를 제외한 나머지 영역에서 일관된 향상을 보여주었으며, 특정 영

역의 지식·사고, 비판적·논리적 사고 영역에서 유의한 차이를 보임이 확인되었다. 다만 실험집단이 10명으로 크지 않아 광범위하고 큰 집단을 대상으로, 안전 교과 외 타 교과와 내용 요소를 주제로 해도 같은 결과를 얻을 수 있을지에 관한 추가 연구가 필요하다.

### 참고문헌

- [1] Klaus Schwab(2015). The Fourth Industrial Revolution. Retrived from <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>
- [2] Cunningham P, Cord M., Delany S.J(2008). Supervised Learning. In: Cord M., Cunningham P. (eds) Machine Learning Techniques for Multimedia. Cognitive Technologies. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-75171-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-75171-7_2)
- [3] Ministry of Eucation(2020). Practical Information Department Curriculum (No. 2015-74).
- [4] Dongwan Kang, Seunghyun Kim, Yongmin Kim,, Hyunmi Hong, Jonghoon Kim(2018). Effects of Algorithm-based SW education using micro-bit on elementary school students' creativity. *Journal of The Korean Association of Information Education* 22(2), 285-295.
- [5] Youngho Seo, Gwanmin Kim, Jonghoon Ki(2021). Development and application of a physical computing program applying design thinking to improve the creativity and computational thinking ability: Focusing on Microbit. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 25(2), 377-385.
- [6] HakKyung Lee, InHwan Yoo(2018). The Plan on Utilization of Micro:bit for Software Education at Elementary Schools. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 25-32.
- [7] Dukhoi Koo, Seokjun Woo.(2018). The Development of A Micro:bit-Based Creative Computing Education Program.. *Journal of The Korean Association of Information Education* 22(2), 231-238.
- [8] Ministry of Education (2015). Introduction to the Elementary and Secondary School Curriculum
- [9] Ministry of Education(2015). Software Education Operational Guideline
- [10] Micro:bit educational foundation, micro:bit Homepage, URL: <http://microbit.org/>.
- [11] 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.
- [12] Mitchell, Tom (1997). Machine Learning. New York: McGraw Hill. ISBN 0-07-042807-7. OCLC 36417892
- [13] Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh, Ameet Talwalkar(2012). Foundations of Machine Learning, The MIT Press ISBN 9780262018258.
- [14] Hinton, Geoffrey; Sejnowski, Terrence(1999). Unsupervised Learning: Foundations of Neural Computation. MIT Press. ISBN 978-0262581684.
- [15] Hu, J, Niu, H., Carrasco., J, Lennox, B. Arvin, F(2020). "Voronoi-Based Multi-Robot Autonomous Exploration in Unknown Environments via Deep Reinforcement Learning". *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. 69 (12): 14413 - 14423.
- [16] Teachable Machine. URL: <https://teachablemachine.withgoogle.com/>
- [17] SCRATCH MICROBIT MORE(V1). URL: <https://lab.yengawa.com/project/scratch-micro-bit-more>.
- [18] Isaksen, S. G., & Trefinger, D. G(1985), Creative problem solving : The basic course. Buffalo, NY : Bearly.
- [19] Cho, Seokhee(2001). Development of creative problem solving test. 1 - 2. KEDI.
- [20] Seok-Hee Cho, Young-Sook Jang, Tae-Hee Jeong.(2003). A basic study for the development



of a simple creative problem-solving ability test for gifted identification. [KEDI] Korean Education.

- [21] Daeryoon Park, Joongmin Ahn, Junhyeok Jang, Wonjin Yu, Wooyeol Kim, Youngkwon Bae, Inhwan Yoo(2020). The Development of Software Teaching-Learning Model based on Machine Learning Platform. *Journal of The Korean Association of Information Education* 24(1), 49-57.
- [22] Korea Educational Development Institute(2015). SW education teaching and learning model development study.
- [23] Seoul National University Psychology Lab MI Research Team(2004). Creative Problem Solving Test Tool. Seoul National University Psychology Lab.

### 저자소개

#### 이 현 국



2021 대구교육대학교 교육대학원  
초등컴퓨터교육 석사  
2021. 현재 화성도이초등학교 교사  
관심분야: SW교육, 인공지능 교육  
E-Mail: qw9338@naver.com

#### 유 인 환



2000 한국교원대학교 컴퓨터교육과  
(교육학박사)  
2000~현재 대구교육대학교 컴퓨터  
교육과 교수  
관심분야: 프로그래밍 교육, 로봇 프  
로그래밍, SW 교육, AI 교육  
E-Mail: bluenull@dnue.ac.kr