

# 예비교사를 위한 온라인 피지컬 컴퓨팅 교육과정 개발과 적용

김태령\* · 한선관\*\*

서울녹번초등학교\* · 경인교육대학교 컴퓨터교육과\*\*

## 요약

본 연구는 예비교사를 대상으로 피지컬 컴퓨팅 교육을 온라인 환경에서 실행하기 위한 교육과정의 개발과 적용에 관한 연구이다. 먼저 ADDIE 교수설계 모형에 따라 15주 과정의 소프트웨어와 피지컬 컴퓨팅 교육과정을 설계하였다. 온라인에서 사용할 수 있는 도구로 스마트폰 기반의 EPL인 포켓코드와 그에 포함된 각종 센서를 사용한 프로그램을 주제로 교육을 실시하였다. 프로그램 적용 결과 예비교사들의 교수효능감은 개인효능감, 교수학적 지식, 테크놀로지 교수내용 지식, 결과 기대, 학생에 대한 신념이 모두 유의미하게 향상되었다. 소프트웨어 태도 부분은 소프트웨어 흥미와 소프트웨어의 가치 부분이 유의미하게 증대되었고 소프트웨어 공학자에 대한 인식은 변화가 없었다. 일반적으로 피지컬 컴퓨팅의 경우 조작 활동이 많이 들어가 온라인 환경에서 실행하기 어렵다. 해당 연구와 같이 비대면 환경 또는 블렌디드 환경에서 효율적인 교육을 지속할 수 있는 다양한 교육과정이 개발되길 기대한다.

키워드 : 소프트웨어교육, 피지컬컴퓨팅, 온라인학습, 교수효능감, 소프트웨어태도

## Development and application of online physical computing curriculum for pre-service teachers

Tae-ryeong Kim\* · Sun-gwan Han\*\*

Seoul Nokbun Elementary school\*

Dept of Computer Education GyeongIn National University of Education\*\*

## Abstract

This study is about development and application of a curriculum to implement physical computing education in an online environment for pre-service teachers. First, a 15-week software and physical computing curriculum was designed according to the ADDIE instructional design model. As a tool that can be used online, education was conducted on a program using various sensors using Pocket Code, an EPL based on a smartphone. As a result of the application of the program, Personal efficacy, Pedagogical knowledge, Technology teaching content knowledge, Result expectation, and Student belief were all significantly improved. In the software attitude part, Software interest and Software value part increased significantly, and the Perception of software engineers did not change. In general, in the case of physical computing, it is difficult to execute in an online environment because it involves a lot of manipulation activity. Through various studies that can continue education in a non-face-to-face environment or a blended environment in the post-corona era, it is hoped that it will be possible to provide a high-quality curriculum to pre-service teachers in charge of future education.

Keywords : Software education, Physical Computing, Online education, Teaching efficacy, Software attitude

---

교신저자 : 한선관(경인교육대학교 컴퓨터교육과)

논문투고 : 2021-06-20

논문심사 : 2021-06-20

심사완료 : 2021-07-28

## 1. 서론

### 1.1 연구의 필요성 및 목적

컴퓨팅 사고력을 바탕으로 한 소프트웨어 교육은 이제 누구나 필요성을 공감하는 큰 교육의 줄기이다. 소프트웨어 교육을 통해 학생들은 실생활 문제를 해결할 수 있는 컴퓨팅 사고력을 길러왔고 전국의 거의 모든 대학교는 해당 교육의 필요성을 느껴 소프트웨어 과목을 교양으로 편입하였다. 교육대학교의 경우에도 소프트웨어 교육 과목을 신설하여 모든 예비교사를 대상으로 소프트웨어 교육을 필수적으로 이수하도록 하였다.

그러나 지난 2020년에 직격탄을 맞은 코로나19 사태로 인하여 초중등학교와 마찬가지로 대학교 역시 비대면 위주의 수업을 진행하였고, 실기 과목에 해당하는 수업이 정상적으로 이루어지지 않는 등 많은 어려움에 부딪혔다. 소프트웨어 교육 과목 역시 같은 상황이었으며, 특히 아날로그인 현실세계와 밀접한 센서를 많이 이용하는 피지컬 컴퓨팅 교육 역시 원래 목표했던 기준을 달성하기 어려웠다.

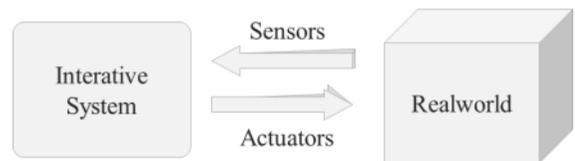
이러한 상황에서 정보교육이나 소프트웨어 교육 등 실기가 포함되는 수업도 변화에 맞추어 온라인을 활용한 과정들을 개발하고 적용하고 있다[11][18]. 그러나 일반적으로 소프트웨어 교육은 중심의 이론 위주 강의이거나 컴퓨터를 이용한 EPL, 프로그래밍 관련 강의인 경우가 많아 센서를 실제 현실에서 직접 활용하는 피지컬 컴퓨팅 교육과는 다른 양상을 보인다. 이러한 이유로 피지컬 컴퓨팅 교육은 소프트웨어 교육에서 매우 중요함에도 비대면 상황에서 정상적으로 이루어지지 못했던 것이 사실이다[3].

따라서 본 연구에서는 소프트웨어 교육에서 중요한 역할을 하는 피지컬 컴퓨팅 과목을 온라인으로 실행할 수 있도록 예비교사를 위한 온라인 피지컬 컴퓨팅 교육 과정을 개발하고 이를 적용해보도록 하여 그 효과를 확인해보고자 한다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 피지컬 컴퓨팅 교육

피지컬 컴퓨팅이란 물리적 컴퓨터 시스템을 나타내는 말로 소프트웨어 교육에서는 인간의 감각기관에 해당하는 센서(sensor)가 주변 세계를 인지하고 액추에이터(actuator)를 통해 (Fig. 1)과 같이 물리적인 대화 시스템을 갖추는 것이다. 인간은 시각, 청각, 촉각 등 다양한 감각기관과 촉각에서의 온도, 통증, 질감 등 다양한 확장을 통해 연속적인 값을 가지는 아날로그적 세상을 인지하고 정보를 습득하지만, 전기적 신호를 기반으로 하는 디지털 기기는 세상의 정보를 디지털화하여 이산적인 값으로 전달받아야 한다. 이러한 구조에서 가교 역할을 하는 것이 센서이다. 반대로 출력 부분에서도 디지털로 존재하는 값의 전기적 힘을 물리적인 힘으로 변환하여 아날로그 세상에 영향을 미치도록 하여야 하는데 이러한 역할을 하는 것이 액추에이터이다. 이러한 센서와 액추에이터 사이에 처리하는 과정을 포함하여 현실에 대응할 수 있게 한 것을 피지컬 컴퓨팅이라 하며 이는 인간이 감각기관을 통해 특정 정보를 받아들이고 자신이 생각한 특정 반응을 보이는 것과 유사한 메커니즘을 지니고 있다.



(Fig. 1) Physical Computing System

피지컬 컴퓨팅의 개념은 교육만이 아니라 예술, 제품, 디자인에서도 사용되며 교통 제어 시스템, 공장 자동화 등 현실의 여러 분야에서 통용되는 개념이다. 다양한 분야에 적용되는 피지컬 컴퓨팅의 특징은 초중등 학생들의 경우 다른 소프트웨어 교육 영역에 비해서도 흥미로움을 주는 요인이 되며 이러한 장점으로 인해 각종 메이커, 융합 교육에서도 이를 도입하여 교육을 진행하였을 때 매우 효과적인 교육이 될 수 있음을 여러 연구에서 확인하였다[9][16]. 또한, 최근 인공지능의 발달과 더

불어 비정형 데이터를 수집하는 것과 이와 관련한 사물 인터넷 제품들에 대한 수요가 높아지면서 피지컬 컴퓨팅 교육이 학생 현실에 기반한 결과물을 만들 수 있는 소프트웨어 교육으로 더욱 중요한 위치를 차지하고 있다[5].

이러한 중요성을 지니는 피지컬 컴퓨팅 교육을 정상적으로 진행하기 위해 다양한 온라인 피지컬 컴퓨팅 교육프로그램이 개발되고 있으나 특정 도구와 그에 포함된 센서만을 이용하거나, 초중등학교에서 실행할 수 있는 학생 교육에 관한 내용이 주를 이뤄 다양한 경험을 통해 교수 경험을 늘려야 하는 예비교사의 실정에 맞는 교육프로그램이 부족하다[12]. 미래 교육의 근간이 되는 예비교사들을 잘 높게 양성하기 위해서는 비대면 접촉이 우선시 되는 팬데믹 상황에서도 해당 교육과정이 꼭 필요하다고 생각된다. 본 연구는 이러한 관점에서 예비교사의 온라인 피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 프로그램을 개발하고 적용하고자 한다.

## 2.2 포켓코드(PocketCode)

포켓코드는 오스트리아의 Graz University of Technology에서 MIT의 스크래치에 영감을 얻어 개발된 모바일 블록 프로그래밍 언어이다. 기존의 Scratch의 오픈소스 프로젝트로 제작되었으며 컴퓨팅 사고를 기르는 것을 목표로 하고 있다. 기존의 스크래치에 비해 장점이라 할 수 있는 것은 스마트폰에서 프로그래밍하고 스마트폰에서 실행할 수 있는 모바일 기반의 프로그래밍 언어라는 것이다. 또한, 스마트폰에 있는 다양한 센서들을 이용하여 IoT 관련 프로그래밍을 진행할 수 있는 것이 큰 장점으로 뽑힌다. 게다가 블록의 구성이나 형태, 블록 팔레트의 구분이 스크래치와 거의 유사하여 앞서 블록형 프로그래밍을 경험한 학습자라면 별다른 교육 없이 사용할 수 있다. 포켓코드는 간단한 프로그램을 만드는 데 있어 (Fig. 2)와 같이 기존의 EPL 도구만큼 쉬우며 스마트폰이 가진 인터페이스를 사용하여 기존 애플리케이션처럼 입력(멀티터치, 흔들기, 카메라, 열굴인식 등)과 출력(화면 출력, 소리, 진동, 플래시 등)이 자유롭다. 또한, 자체적으로 이미지 편집도 가능하다는 것과 온라인 공유 공간을 통해 작품을 쉽게 공유하고, 만든 작품을 독립적인 애플리케이션으로 설치할 수 있

는 것 역시 장점이다[21]. 전 세계 3백만 명 이상이 이를 설치하였으며 180개국 이상에서 이를 사용한 경험이 있을 정도로 인기가 있으며 최근에는 스크래치 파일로 변경하거나 그 반대의 경우도 지원하여 더욱 확장성을 늘려나가고 있는 유망한 EPL 도구이다.

포켓코드를 활용한 모바일 프로그래밍 교육에 관해서는 Spieler. B et al(2018)의 연구에서 포켓코드 교육을 위해 만든 템플릿(기본틀)을 활용하여 수업에 적합한 프로그램 소개와 Petri. A et al(2018)에서 여학생을 위한 포켓코드 활용 구성주의 학습에 대한 것 등이 있으나 상기 연구를 제외하고는 이를 활용한 교육 연구가 많지 않다[20][21]. 그리고 해당 도구의 장점인 센서를 활용하여 피지컬 컴퓨팅 교육을 시행한 연구 역시 전무하다.

기존의 모바일을 활용한 소프트웨어 교육에서는 컴퓨터에서 프로그래밍을 진행해야 하는 앱인벤토를 주로 사용하였다. 안상진, 이영준(2016)은 프로그래밍 교수내용지식(PCK) 향상을 위한 앱인벤토 교육프로그램 설계에서 교수내용지식의 전반적인 향상이 있었음을 밝혔다[2]. 그러나 김성원, 이영준(2017)의 연구에서는 앱인벤토를 활용한 예비교사의 문제해결능력, 자아효능감 관련 연구에서 기존 ICT 수업과 비교해 의미 있는 효과를 보지 못했음을 이야기했는데 그 이유로 많은 블록의 개수와 결과물 확인 과정에서의 빌드(컴파일) 과정의 어려움 등을 꼽았다[13]. 이 외에 몇 가지의 초중등 교육에 앱인벤토를 활용한 프로그래밍 교육이 있었으나 본질적으로 앱인벤토는 인터페이스, 블록의 구성, 난이도의 관점에서 볼 때 교육에서 사용하기에는 어려워 선행연구와 같이 초등 피지컬 컴퓨팅 교육에 필요한 예비교사 프로그래밍 도구의 개발이 필요하다고 판단하였다[1].

포켓코드의 경우 앞서 지적했던 앱인벤토의 너무 많은 블록의 개수로 인한 혼동을 막을 수 있고 직관적으로 기존 스크래치와 같은 형태를 가져 따로 블록의 기능을 탐구하는 과정을 생략할 수 있다. 게다가 앱인벤토에서 프로그래밍의 결과를 일일이 확인하기 위한 APK 컴파일 과정이 컴퓨터와 스마트폰을 지속적으로 오가게 하여 시간을 소요하는 데 비해 포켓코드는 네트워크 연결 없이 스마트폰에서 만들어 재생 버튼으로 곧바로 실행하기에 결과를 확인하고 그에 따른 디버깅 시간을 효과적으로 단축할 수 있다. 이러한 장점은 센서를 사용하여 외부 세계와 통신할 때 더욱더 효율적으로 동작할

수 있는 기반이 된다. 또한, 앱인벤터의 경우 교육용 애플리케이션과 실제 앱 개발의 양쪽 포지션을 모두 가지고 있어 섬세한 앱 개발이 불가능함에도 직관적이지 않은 인터페이스와 불완전한 한글화, 공유 공간의 부재로 인해 소프트웨어 교육 측면에서 학습자들이 접근하기 쉽지 않다[4]. 그러나 포켓코드의 경우 기존의 스크래치를 계승하였기 때문에 훨씬 더 직관적으로 접근하기 쉽고 공유가 활발하여 다양한 프로그램을 제작할 수 있는 동기가 부여된다. 특히 컴퓨터 없이 스마트폰만으로도 블록 프로그래밍과 앱 실행이 가능하다는 것이 학습환경 면에서 가장 큰 장점이기도 하다.

해당 연구에서는 센서를 가지면서도 모두가 구비하고 있는 스마트폰의 장점을 살린 포켓코드를 통해 피지컬 컴퓨팅 교육을 진행하고자 한다.

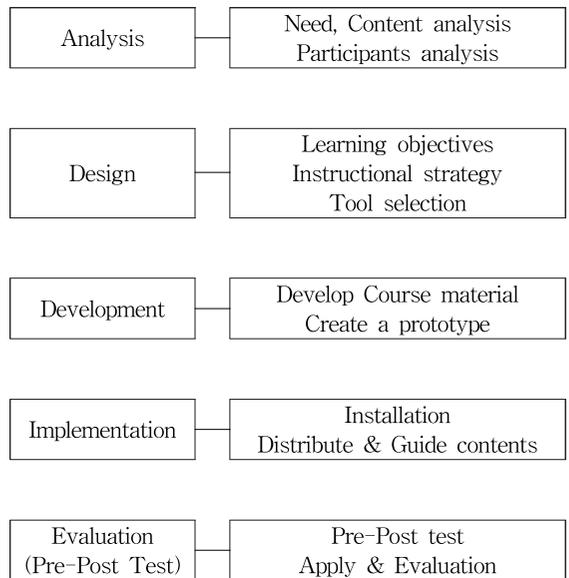


(Fig. 2) PocketCode(EPL) Application

### 3. 연구 방법

#### 3.1 연구 대상과 절차

본 연구는 새로운 형태인 비대면 상황에서의 예비교사를 위한 온라인 피지컬 컴퓨팅 교육과정을 개발하고 적용하기 위한 연구이다. 연구의 대상은 수도권 교육대학교 3학년 학생 30명이며 특정 심화전공의 한 과목으로 진행하였다. 해당 학생들은 이전에 소프트웨어 관련 과목을 수강한 적이 있었으며 본 수업에 30명 모두가 참여하였으나 적용 효과 분석을 위한 사전 설문에 미처 참여하지 못한 1명을 제외하고 29명을 연구 대상으로 선정하였다. 평가는 학생들의 강의 처음과 강의 마지막 시간에 실시했던 사전-사후의 교수효능감 검사와 소프트웨어 교육 태도에 관한 검사를 함께 확인하였다. 이후 통계적인 분석은 IBM SPSS v.26을 이용하였다. 이와 관련한 연구 절차는 (Fig. 3)과 같다.



(Fig. 3) Research Process

#### 3.2 검사 도구

예비교사의 교육과정과 개발과 적용 후에 전체적인 연구의 효과를 확인하기 위하여 이소율, 이영준(2018)의

소프트웨어 교수효능감 검사와 소프트웨어 태도에 관한 검사를 사전-사후로 실시하였다[24].

소프트웨어 교수효능감 검사의 경우 기존 Bleicher의 STEBI-B 과학교수효능감에 소프트웨어 교육만의 교수학적 내용지식(PCK)과 테크놀로지 교수내용지식(TPACK), 사회문화적 영향에 대한 신념을 묻는 문항을 추가하여 개발된 검사로 소프트웨어, 정보, 컴퓨팅 교육에서 사용할 수 있는 검사이다. 이 도구의 범주는 크게 개인 효능(Personal Software Education Teaching Efficacy, PSETE)과 결과 기대(Software Education Outcome Expectancy, SEOE)로 나누어져 있다. 이 중 개인 효능(PSETE)은 기존 개인 효능(Personal Efficacy, PE)과 커리큘럼과 설명, 평가 등 교수법에 관한 교수학적 내용지식(PCK), 그리고 테크놀로지 교수내용지식(TPACK)의 세 가지로 이루어져 있으며, 결과기대(SEOE)에는 기존의 결과 기대(Outcome Expectancy, OE) 문항과 학생(Student, ST), 사회문화적(Society, SC) 영향에 대한 신념을 포함하여 총 30문항으로 이루어져 있다. 본 연구에서 사회문화적(SC) 영향에 대한 신념은 관계가 없는 지표이기에 제거한 후 이용하였다.

소프트웨어 태도 검사는 Moore & Martin(1990)이 수정·개발한 Inventory of Science Attitudes(ISA)를 양정임(2006)이 우리나라의 실정에 맞게 번역, 빈안한 검사를 소프트웨어 과목에 맞춰 변형하였다[23]. 해당 도구는 소프트웨어에 대한 흥미(Interest in Software), 소프트웨어 및 소프트웨어 공학자에 대한 인식(Perceptions of SW engineers and their work), 소프트웨어의 사회적 가치(Value of Software to Society)로 총 27문항이다. 두 검사 도구 모두 .85 이상의 신뢰도를 보여주었다. 검사 도구의 실험 적용은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Experimental Design (N=29)

Group	Pre-test	Program	Post-test
Group 1	$O_1$	$X_1$	$O_2$

$O_1$  : SW Teaching Efficacy, SW attitudes

$O_2$  : SW Teaching Efficacy, SW attitudes

$X_1$  : Online Physical Computing Class

#### 4. 교육과정 설계 및 개발

새로운 상황에서 새로운 교육과정을 적용하기 위한 최적의 수업을 만들기 위해 교육과정 개발 방법 중 ADDIE 체제적 교수설계 모형을 통해 교육과정을 개발하고 적용하였다. ADDIE 모형은 Analysis(분석), Design(설계), Development(개발), Implementation(실행), Evaluation(평가)로 이루어지는 학습자 중심의 목적 지향적 교수체제 설계 방법으로 교수체제설계의 대다수 모형은 해당 모형을 기반으로 작성되었다.

##### 4.1 분석

교육 대상은 수도권 교육대학교 3학년 학생 30명으로 피지컬 컴퓨팅에 관한 과목을 수강하는 학생이다. 수업을 구성하기 전 진행한 사전 설문 결과 <Table 2>와 같이 해당 학습자들은 기존에 소프트웨어 교육 기초 수업을 통해 스크래치 또는 엔트리 중 하나 이상을 다루는 수업을 경험한 적이 있었다. 또한, 코로나19로 온라인 수업이 일반화되면서 다양한 온라인 플랫폼을 경험해보았으며 대다수가 녹화된 강의(79.3%) 또는 화상(20.7%) 강의를 선호하는 것으로 나타났다. 피지컬 컴퓨팅 경험의 경우 종류는 다양했으나 적어도 1회 이상 다뤄본 학생이 17.2%였다. 본 설문에 참여한 학생들 외에 비대면 상황에서 이뤄진 소프트웨어 교육에 관한 다양한 연구를 살펴보면 박윤수 외(2021)에서는 자율적 학습 콘텐츠 접근 방법과 이용 시간, 과제 제출을 병행할 수 있다는 점에서 장점이 있다고 보았고 반대로 해당 상황에서 소통 부재, 집중력 저하, 과제 압박의 단점이 있다고 보았다[19]. 또한 정화영(2021)의 연구에서는 수업에 대한 피드백, 평가 면에서 부정적인 시각이 늘어날 수 있음을 이야기하였다[8]. 이에 따라 자율적 학습 콘텐츠의 장점을 살리면서도 소통과 피드백을 주는 방법을 고안해야 할 것으로 판단하였다.

일반적으로 피지컬 컴퓨팅 교육 환경에서 관련 내용을 처음 배우는 경우 도구의 사용법과 피드백이 포함된 시연 모방 중심의 직접교수법이 효과적이다[15]. 해당 수업 역시 평소에는 로봇이나 센서 등 다양한 도구들을 많이 사용하지만 코로나19로 인한 비대면 상황에서는 구비된 도구들을 사용할 수 없었다. 그래서 예비교사들

에게는 선수학습인 블록 프로그래밍과 유사하며 누구나 가지고 있는 피지컬 컴퓨팅 기기인 스마트폰을 사용할 수 있도록 하고 수업 방식 면에서는 학생들의 의견과 결을 같이하여 여러 번 돌려볼 수 있는 동영상 제공 하되 라이브 형태의 질의응답을 진행하는 것이 도움이 될 것으로 분석하였다[10][25][15].

<Table 2> Class Survey for Online (n=29)

Step	Question	Answer	N(%)
1	Preferred teaching style	Recorded lecture	23(79.3%)
		Live Seminar lecture	6(20.7%)
		Providing Class material	0(0%)
		Submitting assignments	0(0%)
2	Preferred Online Platform (Duplicate Selection)	School's Platform	27(93.1%)
		Youtube	22(75.9%)
		Zoom	13(44.8%)
		Google Meet	28(96.6%)
		Google Classroom	19(65.5%)
3	EPL Language experience (Duplicate Selection)	Scratch	28(96.6%)
		Entry	17(58.6%)
		Python	7(24.1%)
		Pocketcode	0(0%)
		Mblock	0(0%)
		Etc.	0(0%)
4	Physical Computing experience	Yes	5(17.2%)
		No	24(82.8%)

#### 4.2 설계

먼저 분석을 토대로 교육의 목표를 설정하였다. 목표는 소프트웨어와 피지컬 컴퓨팅에 대한 기본 개념을 익히고 이를 실제로 다루어보는 경험을 통해 관련 지식과 소프트웨어 교육에 대한 태도, 소프트웨어 교육에 관한 교수효능감을 향상하는 것으로 하였다. 이를 위한 세부 과제로 학생들에게 소프트웨어 교육에 대한 전반적 내용과 함께 피지컬 컴퓨팅의 이해, 피지컬 컴퓨팅 교육의 실제 내용을 교구 교육하는 것을 목표로하였다.

이를 위해 학생들이 기존에 선수학습으로 가지고 있던 소프트웨어 교육 일반에 관한 내용과 기존 EPL 도구를 상기하는 과정을 포함하고 이후에 스마트폰을 활용한 피지컬 컴퓨팅 교육으로 설계하였다. 그 과정에서 센서의 개념을 순차적으로 학습하는 것보다 결과물을 만드는 각각의 주제를 중심으로 교육을 진행하는 것이 효과적일 것으로 보았다[1][6]. 각 수업과 학생 지식에 대한 평가는 중간고사와 기말고사를 포함하여 매주 실

행한 과제 프로그램을 영상으로 제출하고 각 내용을 익힌 후에는 실제 학생들에게 적용할 수 있는 지도안을 설계하여 문서로 제출하도록 하였다.

하나의 수업 안에서는 <Table 2> 사전 설문문의 '동영상 활용'에 대한 요구와 더불어 선행 연구에서 장점으로 꼽은 콘텐츠 이용 방법과 시간 활용의 용이성 때문에 동영상 형태의 학습이 적절하다고 보았다. 거기에 소통과 피드백의 증대를 위해 영상 학습 진행 후 화상을 이용하여 매주 같은 시간에 질의응답 시간을 운영하는 블렌디드 학습을 계획하였다.

피지컬 컴퓨팅에 이용하는 주요 도구로는 모바일용 EPL 도구인 포켓코드를 이용하였다. 피지컬 컴퓨팅에서 필요한 센서와 처리 장치, 표현 방법을 모두 가지고 있고 기존의 스크래치, 엔트리 등과 비슷한 블록 형태의 프로그래밍 도구이며 다양한 확장을 통해 여러 피지컬 도구로 범용할 수 있는 도구를 선정하였다.

#### 4.3 개발

설계를 토대로 하여 총 15주간의 교육과정을 <Table 3>와 같이 구성하였다. 각 차시의 주제는 개발하는 애플리케이션의 분야별로 명명하였으며 프로그램 내에서는 센서 기능을 사용하여 만들 수 있는 여러 가지 프로그램들을 함께 만들어보았다. 학생들에게는 제시된 애플리케이션 외에도 같은 기능 또는 센서를 이용하여 만들 수 있는 프로그램을 제작하도록 하였다.

예비교사들의 수업을 위한 피지컬 컴퓨팅 교육과정을 만든 후에는 수업시간에 사용할 영상 교육자료를 제작하였다. 피지컬 컴퓨팅의 특성상 만들기의 과정과 센서를 실제 현실에서 사용하는 모습을 보여줄 수 있도록 프로그램과 배경지식에 대한 설명, 만들기 과정을 스마트폰 화면과 함께 카메라로 강의자의 손 부분을 녹화하여 한 동영상에 두 개의 화면이 동시에 나오도록 인코딩하여 온라인에 업로드하였다. 또한, 주차마다 학생들과 실시간 세미나를 이용한 질의응답 시간을 제공하여 어려운 부분이나 궁금한 점을 해소하는 소통의 시간을 확보하였다.

한 차시의 수업에서는 먼저 여러 가지 센서를 체험하고 이후 이에 맞는 간단하고 새로운 프로그램을 제시하여 활용까지 나아가도록 하였다. 또, 해당 주차에 적절한 과제를 통해 복습과 함께 교육 현장에서 어떻게 접목하고 가르칠 수 있을지 고민해보도록 하였다. 학습자에 대한 평가는 매주 제출하는 과제와 더불어서 SW-

피지컬 컴퓨팅 관련 지식을 보는 서술 형태의 시험, 초등학생에게 적용할 수 있는 피지컬 컴퓨팅 교육프로그램을 설계하는 것으로 마무리를 지었다.

<Table 3> Online Physical Computing Curriculum

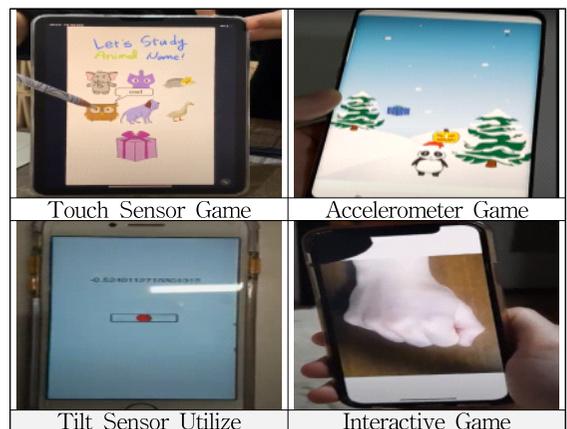
week	Subject	Activity Contents
		Icebreaking
1	Orientation	Background and necessity of software education
2	SW Education Theory	Software thinking ability (CT) Software education types Software education teaching model
3	Physical Computing Theory	Physical computing concept and background Physical computing tools Physical computing in curriculum
4	EPL Review	Blockcoding review Making simple program with EPL
5	Introduce Pocketcode	Installing Pocketcode Exploring Pocketcode Interface Pocketcode compass (Magnetic sensor)
6	Interactive Game	Shake rock paper scissors game (Acceleration sensor) Making self-introduction app
7	Touch Game	Touch run competition (Touch sensor) Catching flies game Making touch counter
8	Utilizing Sensor Game	Side scrolling game (Tilt sensor) Eating cakes falling from the sky
9	Animation	Screen transition animation Touch interactive animation
10	Safe Application	Making seismograph (Acceleration sensor) Sound level meter
11	AIoT(1)	Face recognition lock Book reading App
12	AIoT(2)	My location notification SOS app Controlling other applications in the smartphone
13	Voice Recognition	Speech to text Move your character with voice Command by voice
14	Physics Game	Create a balance game Create a physics magic App
15	Extension	Pocketcode extension program guide Scalability of the physical computing

#### 4.4 실행

예비교사들의 수업을 위하여 학교 내부의 LMS 시스템에 강의 동영상 을 탑재하고 평가에 사용할 문제는행 시스템을 점검한 후 강의 주차에 맞춰 동영상과 강의자료를 제공하였다. 또한, 강의 시간에 맞춰 화상회의를 예약해두어 부족한 부분을 보충할 수 있도록 하였다. 그리고 메신저의 단체 대화방을 통해 부족한 소통을 증대하고 강의 내용에 대한 피드백을 언제든지 전달할 수 있는 창구를 개설하고 이를 안내하였다.

#### 4.5 평가

강의 사전에 먼저 소프트웨어 교육 교수효능감 검사와 소프트웨어 교육 태도에 관한 검사를 전체에게 실시하였고 이후 개발된 강의를 현장에서 적용하였다. 매주 3시간씩 15주에 걸쳐 두 클래스의 30명에게 적용되었고 모든 과정에 참여한 학생은 최종적으로 29명이었다. 수업 중간 학생들이 주는 ‘과제의 제작 시간이 너무 오래 걸린다’ 등의 피드백에 따라 동영상 편집을 통해 내용을 줄이거나 늘였으며, 과제를 수정하기도 하였다. 정해진 시간 이전에 동영상 강의는 업로드되었고 화상 강의 시간 역시 정해진 시간에 열렸다. 학생들은 (Fig. 4)와 같이 과제물로 자신의 과제를 제출하였다. 모든 강의를 끝나고 난 뒤 마지막 단계에서 같은 내용의 설문을 이용하여 사후 검사를 시행하였다.



(Fig. 4) Student's work

5. 연구결과

5.1 교수효능감

먼저 결과에 사용된 표본의 개수가 29명이기에 Shapiro-Wilk Test를 먼저 실시하고, 정규성을 만족한 부분에서는 대응표본 t-검정을 시행하였다. 반면 정규성을 만족하지 못하는 부분에서는 비모수적 통계를 통해 결과를 분석하였다. 정규성 분석에서 결과 기대 (Outcome Expectancy) 중 학생(ST) 신념에 관한 부분을 제외하고는 모두 정규성을 만족하였다. 검사 도구의 신뢰도는 영역별로 모두 0.7 이상을 충족하였으며, 전체 문항에 대해서도 0.855로 높은 신뢰도를 보였다. 소프트웨어 교육 교수효능감의 정규성 검정 결과는 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Teaching Efficacy Normality test (Shapiro-Wilk test)

Division	F	df	p
PE	.966	29	.514
PCK	.943	29	.161
TPACK	.946	29	.186
PSETE (PE, PCK, TPACK)	.962	29	.434
OE	.967	29	.556
ST	.895	29	.012*
SEOE (OE, ST)	.948	29	.166
Total	.980	29	.843

PE : Personal Efficacy \* $p < .05$   
 PCK : Curriculum, Explain, Evaluation  
 TPACK : Technological, Pedagogical and Content Knowledge  
 PSETE : Personal Software Education Teaching Efficacy  
 OE : Outcome Expectancy  
 ST : Student  
 SEOE : Software Education Outcome Expectancy

정규성을 만족한 부분은 대응 t-검정을 이용하고, 정규성을 만족하지 않은 부분은 Wilcoxon signed-rank test 이용하여 분석하였다. 그 영역별 분석 결과로는 개인효능(PSETE) 부분과 결과 기대(SEOE) 부분이 모두 유의미(<.001) 변화가 있는 것으로 나타났다. 하위 영역별 검증에서도 모두 유의미(<.05)한 결과를 도출할 수 있었다. 이를 통해 본 프로그램이 학생들의 개인 효능

(PE), 교수학적 내용지식(PCK), 테크놀로지 교수내용지식(TPACK), 결과 기대(OE), 학생 기대(ST) 부분에서 소프트웨어 교육 교수효능감에 긍정적인 역할을 했음을 확인하였다. 피지컬 컴퓨팅 수업 후 소프트웨어 교육에 관한 교수효능감의 분석 결과는 <Table 5>와 <Table 6>에서 확인할 수 있다.

<Table 5> Teaching Efficacy Paired Samples t-test

Division	Pre-Post	M	SD	t	p
PE	pre	2.50	.610	-5.897	.000***
	post	3.19	.578		
PCK	pre	2.80	.582	-4.118	.000***
	post	3.36	.772		
TPACK	pre	2.50	.726	-4.888	.000***
	post	3.42	.727		
PSETE (PE, PCK, TPACK)	pre	2.56	.556	-5.976	.000***
	post	3.27	.612		
OE	pre	3.64	.403	-4.284	.000***
	post	4.00	.487		
SEOE (OE, ST)	pre	3.61	.321	-5.219	.000***
	post	3.98	.418		
Total	pre	2.96	.333	-6.871	.000***
	post	3.56	.468		

PE : Personal Efficacy \*\*\* $p < .001$   
 PCK : Curriculum, Explain, Evaluation  
 TPACK : Technological, Pedagogical and Content Knowledge  
 PSETE : Personal Software Education Teaching Efficacy  
 OE : Outcome Expectancy  
 SEOE : Software Education Outcome Expectancy

<Table 6> Teaching Efficacy Wilcoxon Signed Rank test

Division	Pre-Post	M	SD	z	p
ST	pre	3.46	.582	-2.661	.008**
	post	3.87	.641		

ST : Student \*\* $p < .01$

5.2 소프트웨어 태도

소프트웨어 태도 역시 정규성 검정을 실시한 후 대응표본 t-검정을 시행하였다. 정규성 검정 결과 모든 영역에서 정규성을 만족한 것으로 나타났다. 각 영역에 대하여 Cronbach's  $\alpha$  값은 모두 0.7 이상이었고 전체에 대해서는 .680으로 기준을 충족하였다. 문항 중 부정 문항은 역산하여 반영하였다. 정규성 검정 결과는 <Table 7>과 같다.

<Table 7> SW Attitudes Normality test (Shapiro-Wilk Test)

Division	F	df	p
Interest	.975	29	.695
Recognition	.983	29	.899
Value	.955	29	.228
Total	.973	29	.628

정규성을 만족한 소프트웨어 태도 검사에 대하여 대응표본 t-검정을 실시한 결과 소프트웨어에 대한 흥미 부분과 가치, 그리고 전체적으로 변화가 유의미(<.05)한 것으로 나타났다. 이는 소프트웨어와 피지컬 컴퓨팅을 통한 SW 교육에 이전보다 흥미를 느끼게 되었고, 그 가치에 대해서도 중요성을 더 인식하는 등의 태도 변화에 영향을 주었다고 해석할 수 있다. 이는 기존 선행 연구의 피지컬 컴퓨팅을 적용한 학생들의 인식 설문에서 컴퓨팅이 나에게 미치는 영향, 컴퓨팅이 사회에 미치는 영향에 대해서 긍정적인 반응이 상승한 것과 같은 의미로 볼 수 있다[7].

반면에 인식 부분의 경우에는 유의미한 결과를 도출하지 못했다. 소프트웨어 교육을 진행했다 하더라도 기존의 소프트웨어 개발자나 공학자들에 대한 인식은 큰 변화가 없었다. 해당 과목 내용이 교육에 관련된 것일 뿐 기존의 소프트웨어 공학과는 유리된 것으로 생각하였다. 소프트웨어 태도에 관한 검사는 <Table 8>과 같다.

<Table 8> SW Attitudes Paired Samples t-test

Division	Pre-Post	M	SD	t	p
Interest	pre	3.09	.425	-3.817	.001**
	post	3.38	.531		
Percept ion	pre	3.27	.372	1.317	.198
	post	3.16	.428		

Division	Pre-Post	M	SD	t	p
Value	pre	4.04	.352	-2.233	.033*
	post	4.13	.339		
Total	pre	3.44	.250	-2.081	.046*
	post	3.53	.309		

6. 결론

급작스레 닦친 비대면 중심의 교육 환경은 사람 대 사람을 중심으로 하는 교육 현장에 많은 변화의 바람을 불어왔다. 많은 것들이 비대면 환경에 적응하기 위해 노력했으나 일부 과목의 경우 학생들과 예비교사들에게 그 의미를 온전히 전달하기 어려웠다. 피지컬 컴퓨팅의 경우도 마찬가지였다. 아날로그와 디지털을 연결하는 그 의미 외에도 학생들이 직접 도구를 조작하며 느낄 수 있는 감정들을 예비교사로서 간접적으로 체험할 기회를 잃어버렸다.

본 연구에서는 이 기회를 되살리기 위해 현대인이 모두 가지고 있는 손안의 피지컬 컴퓨팅 도구인 스마트폰과 프로그래밍 앱인 포켓코드를 이용하여 비대면 상황에서의 예비교사를 위한 온라인 피지컬 컴퓨팅 교육과정을 개발하고 이를 적용하여 그 효과를 확인하였다. 그 결과 예비교사들의 소프트웨어 교수효능감에서는 개인 효능(PE)과 교수학적 지식(PCK), 테크놀로지 교수내용 지식(TPACK)과 더불어 결과 기대(OE)와 학생(ST)에 관한 신념에 해당하는 부분이 모두 유의미하게 향상하였음을 확인할 수 있었다. 소프트웨어 태도에서도 흥미와 가치 부분에 유의미한 향상을 확인하였다. 학생들이 수업 과정에서 소프트웨어에 관심을 더 가지게 되었으며 이의 유용성을 더 중요하게 생각하게 됐다고 볼 수 있다. 반면에 직업으로서의 소프트웨어의 인식에서는 큰 변화를 확인할 수 없었다. 학생들은 소프트웨어 교육이 소프트웨어 공학자들이 하는 것과는 유리되어 있다고 보고 있었다.

본 연구 과정에서 사용되었던 스마트폰과 포켓코드는 기존의 피지컬 컴퓨팅 도구를 대체하기 위하여 사용되었으나 충분한 교육적 효과성을 지닌 바 대면 상황에서도 충분히 사용할 수 있을 것으로 보이며 이는 후속 연구를 통해 확인해 볼 가치가 있다. 먼저 대면 상황에서도 기존의 피지컬 컴퓨팅 수업과의 비교 분석을 통해 해당 도구의 교육적 효과를 검증해야 하며 새로운 EPL

도구의 입장에서 학생들의 교육에도 적용하여 다양한 가능성을 확인해보는 것이 필요하다.

아직 팬데믹으로 인한 교육의 정상화가 완전히 이루어지지 않은 상태이다. 비대면 상황이 지속될 수 있으며 또한 포스트 코로나 이후 시대에는 블렌디드 학습의 대중화가 진행될 것으로 예상되기에 이에 대비할 수 있는 다양한 교육과정 개발이 선행되어야 할 것이다[17]. 본 연구 역시 이러한 교육과정 중 하나로 연구되었으며 앞으로 해당 분야의 더 많은 연구를 통해 우리나라의 교육을 책임지는 예비교사들에게 양질의 교육이 제공되길 기대한다.

### 참고문헌

- [1] An Sang-jin & Lee Young-jun(2014). Elementary and Secondary Programming Education Plan Using App Inventor. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 17(5), 79-88.
- [2] An Sang-jin & Lee Young-jun(2016). Designing Programming Curriculum for Developing Programming Pedagogical Content Knowledge of Pre-service Informatics Teachers. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 19(2), 1-10.
- [3] An Young-hee, Kim Ja-mee & Lee Won-gyu(2016). Teacher Training Support Scheme for Physical Computing Education. *In Proceedings of Korean Association Of Computer Education*, 20(1), 105-107.
- [4] Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association*, 1, 1-25.
- [5] Ga Seok-hyun, Lee Mun-gu & Kim Chan-jong(2020). A Proposal of Scientific Education Program using Physical Computing for the Intelligent Information Society. *In Proceedings of Korean Association Of Computer Education*, 24(1), 83-87.
- [6] Han Kyu-jung(2019). A Case Study on Block Coding and Physical Computing Education for University of Education Students. *International Journal of Creative Information Culture*, 5(3), 307-307.
- [7] Jeong Ha-na & Jhun Young-suk(2020). A Study on the Development of Computational Thinking of Scientifically Gifted Children in Physical Computing Classes using a Flipped Learning Strategy. *Journal of Gifted/Talented Education*, 30(1), 1-23.
- [8] Jeong Hwa-young(2021). An Empirical Study for the Change of Software Lecture in General Education by COVID-19. *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, 19(4), 119-124.
- [9] Kim Ji-hyun & Kim Tae-young(2016). The Effect of Physical Computing Education to Improve the Convergence Capability of Secondary Mathematics-Science Gifted Students. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 19(2), 87-98.
- [10] Kim Ji-ye & Jhun Young-suk(2018). Analysis of Teaching and Learning Process in Physical Computing Class for Elementary Gifted Students in Science. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 22(6), 613-628.
- [11] Kim Kap-soo(2020). An Analysis of Effect of Online Education on Software Education for pre-service elementary teacher. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 24(6), 643-652.
- [12] Kim Kyeong-tae & Lee Chul-hyun(2021). The Effect of Physical Computing Education Using Micro:bit on Creative Problem Solving Ability of Elementary School Students. *Journal of Korean practical arts education*, 34(1), 85-111.
- [13] Kim Sung-won & Lee Young-jun(2017). The Effects of Programming Education using App inventor on Problem-solving Ability and Self-efficacy, Perception. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 22(1), 123-134.

- [14] Kim Tae-ryeong & Han Sun-gwan(2021). Comparison of the effectiveness of SW-based maker education in online environment : From the perspective of self-efficacy, learning motivation, and interest. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 25(3), 571-578.
- [15] Koo Duk-hoi & Woo Seok-jun(2018). The Development of A Micro:bit-Based Creative Computing Education Program. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 22(2), 231-238.
- [16] Lee Jeong-min, Jeong Yeon-ji & Park Hyun-kyeong.(2017). Gender Differences in Computational Thinking, Creativity, and Academic Interest on Elementary SW Education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 21(4), 381-391.
- [17] Ministry of education(2021). A digital-based higher education innovation support plan for the post-coronavirus future education transition. (2021, July 11). Retrieved from <https://moe.go.kr/boardCnts/fileDown.do?m=020402&s=moe&fileSeq=0c82a70919303dfb267610681509a450>.
- [18] Park Ju-yeon(2020). The Mediating Effect of Learning Flow on Learning Engagement, and Teaching Presence in Online programming classes. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 24(6), 597-606.
- [19] Park Youn-soom, Park Ho-hyun & Lee Su-jin(2021). Research on SW Education in the COVID-19 Era:Focusing on Computational Thinking and ICT. *Journal of Digital Contents Society*, 22(4), 629-639.
- [20] Petri, A., Schindler, C., Slany, W., & Spieler, B. (2016). Game Design with Pocket Code: Providing a Constructionist Environment for Girls in the School Context. In *proceedings of the 4th Conference on Constructionism*. 109-116.
- [21] Slany, W. (2014). Tinkering with Pocket Code, a Scratch-like programming app for your smartphone. In *Proceedings of Constructionism*.
- [22] Spieler, B., Schindler, C., Slany, W., Mashkina, O., Beltrán, M. E., Boulton, H., & Brown, D. (2017). Evaluation of Game Templates to support Programming Activities in Schools. In *Proceedings of 11th European Conference on Game Based Learning(ECGGL 2017)*. 600-609.
- [23] Yang Jeong-im(2006). Science-Related Experiences and Attitude toward science of Kindergarten Teachers'. Master thesis. Graduate School of Korea National University of Education.
- [24] Yi So-yul & Lee Young-jun(2018). Development of Software Education Teaching Efficacy Belief Instrument for Elementary School Teachers. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 21(6), 93-103.
- [25] Yoo Eun-jeong & Kim Yung-sik(2018). Designing a Flip-running-based Teaching-learning Strategies for improving Computational Thinking of High School Gifted Students. In *Proceedings of Korean Association Of Computer Education*, 23(1), 129-132.

저자소개



**김 태 령**

2012 경인교육대학교(교육학학사)  
2018 경인교육대학교 융합교육 석사  
2019~ 경인교육대학교 컴퓨터  
교육과 박사과정  
2021~ 서울녹번초등학교 교사  
관심분야 : SW교육,  
Computational Thinking,  
STEAM교육, 인공지능,  
인공지능교육  
e-mail: crossallover@gmail.com



**한 선 관**

1991 경인교육대학교(교육학학사)  
1995 인하대학교 교육대학원(컴퓨터  
교육학석사)  
2001 인하대학교 전자계산공학과  
(전산학 박사)  
2002~현재 경인교육대학교 컴퓨터  
교육과 교수  
관심분야 : 창의컴퓨팅 교육, SW교  
육, 인공지능, 인공지능교육,  
지능형정보시스템, STEAM  
교육, 정보교육, 미래교육  
e-mail: han@gin.ac.kr