

MODI를 활용한 피지컬 컴퓨팅 수업 운영 및 만족도

서은실

신라대학교 교양과정대학 조교수

Operation and Satisfaction of Physical Computing Classes Using MODI

Seo, Eunsil

Assistant Professor, College of General Education, Silla University

ABSTRACT

Recently, the Internet of Things is attracting attention as an important key technology of the 4th Industrial Revolution, and SW education using physical computing is suggested as a good alternative to supplement the problems raised by beginners in programming education. Among the many teaching tools that can be used for physical computing education, MODI is a modular manufacturing tool that anyone can easily assemble like Lego. MODI is a teaching tool that can improve learners' achievement by linking a self-linked block-type code editor called MODI Studio to lay the foundation for programming in a relatively small amount of time and immediately check the results in person. In this paper, a physical computing education method using MODI was designed to be applied to basic programming courses for programming beginners and applied to after-school classes for middle school students. As a result, it was found that students' interest and satisfaction were much higher in physical computing classes using MODI than in text-based programming classes. It can be seen that physical computing education that allows beginners to see and feel the results in person is more effective than grammar-oriented text programming, and it can have a positive effect on improving basic programming skills by increasing students' participation.

Keywords: MODI, SW education, Physical computing, EPL

1. 서 론

인공지능(AI) 기술과 함께 대두되고 있는 사물인터넷(Internet of things, 이하 IoT)은 4차 산업혁명의 중요한 핵심 기술로 주목받고 있으며, 2015년 개정 교육과정에 따른 정보 교과 교육과정에서는 우리가 살아갈 미래 사회가 IT 기술이 주도하는 산업구조를 갖추게 될 것이라는 판단에 근거하여 창의·융합형 인재를 양성하기 위한 SW 교육을 강화해야 한다고 강조하고 있다[13][2].

이러한 SW 교육 강화 정책과 관련하여 2015 개정 정보 교과 교육과정의 두드러진 특징은 정보 교과가 중학교 교육과정에서 필수교과가 되었다는 점과 피지컬 컴퓨팅의 개념이 추가되었다는 점이다[19].

이에 따라 중학교 학생들은 SW 교육을 통해 피지컬 컴퓨팅을 학습하고 이를 활용하여 실생활의 문제를 해결할 수 있는 능력을 길러야 한다[1].

피지컬 컴퓨팅(physical computing)은 물리적인 세계와 컴퓨터 그리고 인간의 상호작용을 가능하게 하는 기술로서 현대인들이 마주할 수 있는 수많은 상황에 적용되고 있는 기술이다. 최근에 각광받고 있는 사물인터넷(IoT; Internet of things)은 피지컬 컴퓨팅 기술이 적용된 응용 사례로 스마트 홈, 스마트 의료 분야, 스마트 에너지 관리 시스템 등 다양한 분야에 활용되고 있다[31].

이처럼 피지컬 컴퓨팅과 같은 현대 사회의 IT 기술은 빠른 속도로 발전하고 있고, 이에 따라 현대인의 삶은 편리하고 효율적으로 변하고 있다. 따라서 피지컬 컴퓨팅을 학습하는 것은 세상을 이해하는 하나의 방법으로서 유용한 기술을 습득하여 더 나은 삶을 실현하는 데 중요한 기초가 될 수 있다[30].

현재 중학교 정보 인정 교과서 16종에 실려 있는 피지컬 컴퓨팅 교구는 E-센서보드, 코디노, 아두이노, 피코보드, 비트 브릭의 5가지이며[21], 학교 현장에서는 학교 여건, 학습자 수준 등을 고려하여 효과적인 피지컬 컴퓨팅 교구를 선정하고 있지만, 대체로 아두이노나 E-센서보드의 활용비율이 높은 편이다.

하지만 현 중·고등학생들은 프로그래밍 경험이 많지 않아서 대부분 피지컬 컴퓨팅 교육에서의 초보자일 가능성이 높으므로 문법 위주의 텍스트 프로그래밍을 활용한 피지컬 컴퓨팅 교육

Received October 26, 2022; Revised November 27, 2022

Accepted December 5, 2022

† Corresponding Author: ses2349@naver.com

©2023 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

에 어려움을 느낄 수 있으며, 이는 학습 동기를 떨어뜨려 효율적인 학습 효과를 기대하기 힘들다.

이에 본 논문에서는 많은 피지컬 컴퓨팅 활용 교구 중 MODI라는 모듈형 제작 도구를 선정하여 <중등토요방과후학교> 프로그램에 신청한 중학생들을 대상으로 수업을 진행하였다. 모듈형 제작 도구인 MODI는 코딩을 전혀 모르는 초등학교부터 대학생 이상의 사물인터넷(IoT) 엔지니어까지 넓은 연령과 기술 수준을 아우르는 교육 도구로 별도의 EPL이 아닌 자체 연동할 수 있는 MODI Studio라는 코드 편집기를 이용하여 비교적 적은 시간을 통해 프로그래밍의 기초를 다지고, 아울러 프로그래밍의 결과를 실물로 바로 확인할 수 있는 피지컬 컴퓨팅 교육에 적합한 활용 교구이다. 이에 본 연구에서는 MODI를 활용한 피지컬 컴퓨팅 수업을 통해 학생들의 프로그래밍에 대한 흥미를 높이고, 프로그래밍 기초 실력을 향상시켜 학습의 만족도 뿐만 아니라 학생 개개인의 성취도를 높일 수 있는 수업을 계획하고 실제 운영한 사례와 해당 수업의 긍정적인 결과를 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 국내외 SW 교육 동향

최근 4차 산업혁명으로 소프트웨어교육의 관심이 높아지고 있다. 이에 소프트웨어교육에서는 창의·융합적인 인력 양성의 필요성이 대두되고 있다[11][27]. 이러한 소프트웨어교육의 가치에 대해 전 세계적인 공감대가 형성되면서 주요 선진국들은 소프트웨어 강화 정책을 통하여 유년기부터 필수 교과목으로 지정하여 의무적으로 시행하고 있다[22]. 즉, 소프트웨어교육을 통해 기르고자 하는 인재상은 특정 분야의 고도의 전문가가 아니라 미래 사회의 문제들을 발견하고 그 문제의 다양한 해결책을 주도적으로 구안하고 이행할 수 있는 혁신적인 리더이다.

세계 여러 국가들이 일류 국가로의 도약을 위해서 교육 정보화 자원의 개발과 활용을 위한 국가 차원의 비전 제시와 추진전략을 이미 수립한 상태이고 그 비전과 추진전략을 위해 구체적인 사업들이 진행 중이다[11]. 영국 교육 고용부가 발표한 정책 전략, 일본 문부성이 추진하고 있는 밀레니엄 프로젝트 등이 국가 차원에서 장기적인 비전을 제시하고 추진전략을 수립하여 구체적인 사업들을 진행 중인 대표적인 예라 할 수 있다[11][23].

세계적으로 소프트웨어가 중요해 짐에 따라 국내에도 소프트웨어교육의 열풍이 불었다. 이에 2015 개정 교육과정의 소프트웨어교육도 강화되었다. 특히 초등학교는 2019년부터 17시간,

중학교는 2018년부터 34시간 이상 소프트웨어교육을 필수화하기로 하였다[3].

교육부와 미래창조과학부에서 발표한 소프트웨어교육 활성화 기본 계획(2016)에 따르면 교원의 충분한 확보 및 전문성 강화를 통한 소프트웨어교육 필수화 기반을 구축하고 초·중등 소프트웨어교육을 활성화하며 대학의 소프트웨어 전문 인재를 양성하고 올바른 소프트웨어교육 문화 조성 및 홍보를 강화하겠다고 하였다[10].

2. 피지컬 컴퓨팅

피지컬 컴퓨팅이란 인간을 비롯한 물리적인 세계와 컴퓨터 간의 상호작용을 위한 시스템으로 인간의 감각기관에 해당하는 센서(sensor)가 주변 세계를 인지하고 액추에이터(actuator)를 통해 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 액추에이터다. 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[8].

즉, 이러한 피지컬 컴퓨팅 시스템은 물리적 세계와 컴퓨터의 상호작용을 위해 각자가 인지할 수 있는 형태의 신호로 변환하는 변환기(transducer)와 정보를 처리할 수 있는 마이크로컨트롤러(microcontroller)로 구성된다. 변환기는 물리적 세계의 신호를 컴퓨터가 감지할 수 있는 신호로 변환하는 입력 변환기(input transducer)와 컴퓨터 내부에서 처리된 결과를 물리적 세계의 신호로 변환하는 출력 변환기(output transducer)로 구분할 수 있다. 일반적으로 입력 변환기는 센서(sensor)를 포함하고 있고, 출력 변환기는 액추에이터(actuator)를 포함하고 있다[13][26].

피지컬 컴퓨팅의 개념은 교육만이 아니라 예술, 제품, 디자인에서도 사용되며 교통 제어 시스템, 공장 자동화 등 현실의 여러 분야에서 통용되는 개념으로 초·중등 학생들의 경우 다른 소프트웨어교육 영역에 비해서도 흥미로움을 주는 요인이 되며 이러한 장점으로 인해 각종 메이커, 융합 교육에서도 이를 도입

하여 교육을 진행하였을 때 매우 효과적인 교육이 될 수 있음을 여러 연구에서 확인할 수 있다[7][18].

특히, 피지컬 컴퓨팅을 활용한 프로그래밍 학습의 효과에 대한 다양한 연구 결과들을 정리하면 다음과 같다.

- ① 윤정구·김영식(2018) 텍스트 기반 프로그래밍 학습을 실시한 집단에 비해 아두이노를 활용하여 프로그래밍 학습을 실시한 집단이 창의적 문제해결력에서 유의미한 향상을 보임[17].
- ② 김재휘·김동호(2016) 프로그래밍 교육만 받을 때보다 피지컬 컴퓨팅 교육이 함께 이루어질 때 만족도와 컴퓨팅 사고력 관련 문제해결력이 향상됨을 보임[5].
- ③ 김혜진·서정현 외(2016) 아두이노를 활용하여 프로그래밍 학습을 실시한 집단이 프로그래밍 학습만 실시한 집단에 비해 창의적 문제해결력에서 유의미한 향상을 보임[9].
- ④ Rubio et al.(2013) STEM 학위 과정의 학생들을 대상으로 프로그래밍 학습을 실시한 결과, 아두이노를 활용하면 더 많은 학생들이 프로그래밍을 즐기고, 효과적으로 학습에 참여하며, 학습 효과가 향상됨을 보임[28].

이렇듯 피지컬 컴퓨팅은 학생들이 아이디어를 쉽게 표현할 수 있도록 하는 학습 환경을 제공하였고, 학습자의 흥미를 유발시켜 학습 동기를 높이고, 논리적 사고력과 창의적 문제해결력을 신장시킬 수 있으며, 참여도 및 성취도를 높이는 데에도 효과적이다[13][14][15][6].

3. EPL(Education Programming Language)

교육용 프로그래밍 언어(Education Programming Language, 이하 EPL)는 주로 프로그래밍 학습의 도구로 개발된 프로그래밍 언어로 실제 문제 해결을 위한 전문적 프로그램 개발 툴보다는 프로그래밍 교육을 목적으로 디자인되고 개발되었다. 초기에는 범용 프로그래밍 언어(C, Java 등) 전문 교육의 진입장벽을 낮추기 위한 목적으로 등장하였으나, 최근에는 실제 애플리케이션 개발보다 알고리즘을 만들고 프로그래밍하는 훈련을 통해 논리적이고 절차적인 사고력을 증진시키기 위한 학습 도구로서 각광받고 있다. 즉, 본격적인 SW 개발에 앞서 창의적인 생각과 프로그램 경험을 쌓게 하는 것에 목적을 두고 있기 때문에 접근성과 친화력이 우수하다. 또한 명령어를 직접 타이핑하기보다는 블록/그래픽 객체들의 조립을 통해 프로그래밍을 보다 직관적으로 경험할 수 있는 시각적 인터페이스가 추세이다. 이러한 EPL은 50여 종이 넘는 다양한 종류가 있으며, 대표적으로 스크래치(Scratch), 스크래치 주니어(Scratch Jr.), 엔트리(Entry), 블록컬리(Blockly), 코두(Kodu), Logo, Alice, 앱 인벤터(App



Fig. 1 Types of Educational Programming Languages

Inventor), 엠블록(mblock) 등이 있다[12].

현재 피지컬 컴퓨팅 교육에서는 대체로 스크래치(Scratch), 엔트리(Entry), mblock과 같이 텍스트가 아닌 블록 형태의 코드를 사용하는 EPL을 활용하는 경우가 많다. 이는 프로그래밍 초보자가 텍스트 기반의 복잡한 문법을 사용하는 고급 프로그래밍 언어를 바로 접하게 되면 프로그래밍이 어렵다고 느끼고 금방 포기하는 경우가 생길 수 있으며, 학습자들의 적극적인 참여와 몰입을 기대하거나 유지하기 어렵기 때문이다[4][24].

현재 초·중·고등학생들은 프로그래밍 경험이 많지 않아서 대부분 피지컬 컴퓨팅 교육에서의 초보자일 가능성이 높으므로 블록 형태의 EPL을 활용하면 프로그래밍 입문 단계의 학생들도 비교적 적은 시간을 통해 배울 수 있으며, 자신의 프로그래밍 결과를 바로 확인할 수 있다는 점에서 몰입 경험을 촉진할 수 있고(Sengupta, et al., 2013)[29], 자기주도적 학습 활동과 반성적 사고가 가능하다(Peters-Burton et. al., 2015). 특히 프로그래밍 과정에서는 프로그램의 오류를 찾아내어 수정하는 과정이 중요한데, 초보 학습자는 작성한 프로그램과 실제 구현 결과에서의 일어나는 차이를 인지하기 어렵다(유인환, 2013)[16]. 하지만 블록형 EPL을 활용한 피지컬 컴퓨팅 교육에서는 자신이 작성한 프로그램을 바로 피지컬 컴퓨팅의 동작으로 확인할 수 있으므로, 오류수정 과정에서 도움을 받을 수 있다는 장점이 있다.

4. MODI & MODI Studio

모디(MODI)는 리스로보가 개발한 마이크로 운영체제(OS)를 탑재한 모듈형 로봇 플랫폼이다. ‘모디’는 누구나 쉽게 원하는

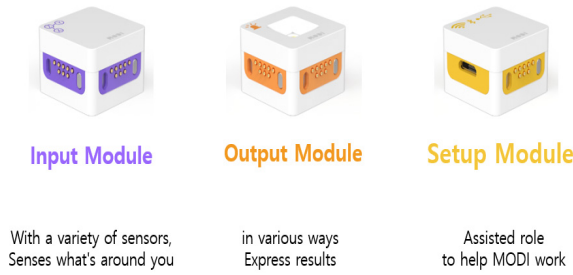


Fig. 2 MODI Module

기능을 가진 로봇을 만들 수 있도록 설계된 블럭형 제작 도구로, 코딩을 전혀 모르는 초등학생부터 대학생 이상의 사물인터넷(IoT) 엔지니어까지 넓은 연령과 기술 수준을 아우르는 교육 도구다. 다양한 모듈을 조합해 사물인터넷(IoT), 로봇 등 전자 기기를 만들 수 있는 코딩 모듈 하드웨어다. 모듈은 크게 입력, 출력, 셋업 부문으로 구성되고, 기능별로 색깔이 다르다. 입력 모듈은 보라색, 출력 모듈은 주황색, 셋업 모듈은 노란색이다. 개별 모듈은 LED, 스피커, 적외선, 마이크, 모터, 중력 센서 등 고유한 기능을 탑재했다. 부문마다 고유 기능을 보유한 여러 모듈을 레고처럼 조립하듯 맞춰 원하는 전자기기를 만들어내는 게 특징이다.

오상훈 렉스로보 대표는 “모디 모듈 하나하나가 인공지능 레고라고 생각하면 된다. 초등학생도 2시간만 배우면 로봇을 만들 수 있는 SW교육 플랫폼”이라고 소개할 정도로 각각의 센서들이 모듈화되어 있고, 전선 없이 자석처럼 가져다 대면 쉽게 결합되므로 피지컬 컴퓨팅 교육의 초보자들도 쉽고 재미있게 경험할 수 있다. 스마트폰으로도 코딩이 가능하여 누구나 손쉽게 자이로 RC카, 스마트 스위치 등을 만들 수 있다. 기존 제품에 부착해 사물인터넷(IoT) 환경도 직접 구축이 가능하다. 또한 블럭 코딩이 가능한 모디 스튜디오(MODI Studio)와 연동하여 자연스럽게 코딩을 배우게 되므로, 별도의 EPL을 사용하지 않아도 된다는 장점이 있다[20].

III. 연구방법

1. 수업 대상 및 주차별 수업 내용

본 논문에서 제시하는 MODI를 활용한 피지컬 컴퓨팅 수업은 경남 S 대학의 사범대 컴퓨터교육과와 해당 시교육청에서 공동 주관하여 거주 시내의 모든 중학생 중 <중등토요방과후학교> 수업에 신청한 17명의 중학생들을 대상으로 매주 토요일 오전에 3차시씩 8주간 실시하였고, 신청한 학생들이 직접 해당 학교 실습실에 나와서 대면수업 형태로 진행되었다. 남녀학생

의 비율은 남학생 82%(14명), 여학생 18%(3명)으로 피지컬 컴퓨팅 수업에 대한 관심이 여학생들보다 남학생들이 높은 편이었다.

본 수업은 프로그래밍 초보자들을 위한 기초 프로그래밍 강좌에 적용할 수 있도록 MODI를 활용한 피지컬 컴퓨팅 수업을 설계하여 중학생들을 대상으로 실시하였다. 해당 수업의 주차별 학습 내용은 Table 1과 같다.

Table 1 Modi Learning Contents by Week

Program	Easy, Fun, Do it~ MODI~!!	
Week	Thema	Activity Details
1	Essay, Hello, MODI	<ul style="list-style-type: none"> The Fourth Industrial Revolution and Software The Importance of Software Education MODI Unplugged <ul style="list-style-type: none"> Making a Flashlight
2	Essay, Hello, MODI Studio	<ul style="list-style-type: none"> Install MODI Studio MODI Studio Tutorial MODI Studio Programming <ul style="list-style-type: none"> Turn on the LED using the button Create Traffic Light Application : Making a Rainbow
3	Fun, MODI(1)	<ul style="list-style-type: none"> Computational Thinking Algorithms and Expressions Flow Chart MODI Programming <ul style="list-style-type: none"> Create a Sign While Using The Bathroom Application : Add Infrared Module
4	Fun, MODI(2)	<ul style="list-style-type: none"> Sequential/selective repeated structure algorithm If / If~Else / If~Elif~Else Block While Block MODI Programming <ul style="list-style-type: none"> Vehicle Rear Detection Sensor Waking up Sleeping Facial Expressions
5	Fun, MODI(3)	<ul style="list-style-type: none"> Logical Operator : And / Or Number Variable Random Variable Loop Block MODI Programming <ul style="list-style-type: none"> A Revolving Pencil Holder Music box
6	Fun, MODI(4)	<ul style="list-style-type: none"> MODI Mobile Apps Install MODI Play MODI Programming <ul style="list-style-type: none"> A Joystick Car A Three-stage Mood Lamp
7	Do it, MODI(1)	<ul style="list-style-type: none"> To devise a Ppersonal Mission Project Designing a Personal Mission Project Implementing a Personal Mission Project
8	Do it, MODI(2)	<ul style="list-style-type: none"> Demonstrate and Present Personal Mission Projects

첫 수업에는 4차 산업혁명과 소프트웨어에 대한 이론적인 접근을 통해 현 시대적 흐름과 소프트웨어의 중요성을 알아본다. 또한 프로그래밍이 전혀 필요 없는 언플러그드 형태의 예제를 직접 실습해보면서 생소한 MODI 모듈의 기능과 사용법을 알아본다. LED, 버튼, 스피커, 배터리 등의 2~3개의 모듈만으로도 손쉽게 우리 일상에서 사용하는 기기들을 구현할 수 있음을 실습을 통해 익혀봄으로써 MODI에 대한 흥미도를 높이고, 아울러 다음 수업에 대한 기대감 또한 높일 수 있다.

2주차 수업에서는 각 센서를 제어하기 위한 블록 코딩 프로그램인 MODI Studio를 직접 다운받아 설치해보고, 간단한 예제를 통해 MODI Studio 사용법을 익혀본다. 특히, 모듈 중에서 가장 활용도가 높은 버튼 모듈의 사용법을 알아보고, 버튼 모듈과 결합할 수 있는 LED, 스피커 모듈을 활용한 응용 예제를 실습하면서 각 모듈의 기능을 하나씩 익혀본다.

3주차 수업에서는 컴퓨팅 사고력의 필요성에 대해서 배우고, 관련된 사고력 문제를 다루어본다. 그리고 알고리즘을 이해하기 위한 모듈 활동을 해본다. 4개의 모듈로 나눈 뒤 각 모듈에 준비물을 똑같이 배분한 후 <샌드위치 만들기> 활동을 한다. 이 활동을 통해 각 모듈에서 구현한 샌드위치 만들기 알고리즘의 오류를 다 같이 찾아보면서 알고리즘의 개념과 좀 더 효율적인 알고리즘의 조건들을 알아본다. 또한, 다이얼 모듈과 LED 모듈을 활용한 <화장실 사용 중 사인 만들기> 예제를 실습해 본다.

4주차 수업에서는 전 시간의 예제를 확장할 수 있도록 적외선 모듈을 새롭게 활용한 예제를 혼자서 해결해보는 시간을 가지면서 앞 시간에 배웠던 모듈을 복습해보고, 새로운 모듈을 추가하여 구현할 수 있는지에 대해서 스스로 사고해보고 적용해보면서 문제해결력을 기른다. 프로그래밍의 3대 논리에 해당하는 순차, 선택, 반복 알고리즘이 적용된 예제를 실습하면서 알고리즘의 개념을 다시 한번 익혀본다.

5주차 수업에서는 전 시간에 구현해 보았던 <자동차 후방감지 센서 만들기> 예제에서 사용했던 적외선 모듈과 비슷한 초음파 모듈의 차이점을 예제를 통해 익히고, 일상생활에서 이 모듈들을 활용한 제품이나 사례를 찾아보면서 각 센서의 활용 범위를 알아본다. 그리고 해당 예제를 선택문과 반복문으로 구현했을 때의 차이점을 직접 코딩을 통해 확인해보고 해당 구문의 적절한 사용법을 익힌다. 아울러 변수와 랜덤의 개념도 익혀보고, 이를 적용한 예제를 직접 구현해본다.

6주차 수업에서는 MODI 모듈을 핸드폰으로 제어하는 방법을 배워본다. 각자 소지한 핸드폰에 모바일 전용 앱인 MODI Play를 설치한 후 모바일 조이스틱으로 제어할 수 있도록 그동안 배운 모듈을 활용하여 자동차를 만들어 본다. 이 과정에서 자동차의 바퀴 역할을 하는 모터를 어떻게 동작시켜야지 직진 및 좌·우회전을 원활하게 할 수 있는지 적절한 코드 블록을 찾



Fig. 3 After-School Classes on Saturdays

아서 적용해보고 블록에 줄 수 있는 값을 미세하게 조정해보면서 스스로 문제의 답을 찾는 과정을 경험하게 된다.

7 & 8주차 수업에서는 그동안 배운 MODI 모듈을 최대한 활용하여 우리 주변에서 접할 수 있는 IT 제품이나 가상의 기기를 설계 및 구현해보고 발표까지 완료하는 개인 프로젝트를 통해 성취도를 높일 수 있다.

8주간의 MODI 활용수업을 통해 컴퓨팅 사고력 과정과 알고리즘 및 순서도에 대한 기본 개념을 익혀 컴퓨팅 사고력의 마지막 자동화 단계 전에 이루어져야 할 자료수집, 분석 및 구조화, 문제 분해, 모델링과 알고리즘 도출의 중요성도 배울 수 있다. 또한 프로그래밍의 3대 논리인 순차, 선택, 반복 구조에서 사용되는 명령어 블록들을 실습 예제를 통해 적용해보고, 해당 결과를 MODI 모듈로 바로 확인하면서 자신이 작성한 알고리즘의 문제를 쉽게 수정하여 프로그래밍의 기초 능력도 향상시킬 수 있다. 또한, 모바일 앱을 이용하여 MODI 모듈을 제어하면서 사물인터넷의 기본 개념도 익혀본다. 이러한 매 주차별 활동의 마지막 단계에서는 각자 활동지를 작성하면서 수업내용을 다시 한번 정리하는 시간을 가질 수 있고, 이렇게 작성된 8주간의 활동지는 MODI를 활용한 피지컬 컴퓨팅 수업에 대한 포트폴리오 형태의 결과물을 각자 생성하게 되므로 학생 스스로 자신의 경험을 시각화해서 보여줄 수 있는 유용한 자료로 활용될 수도 있기 때문에 매우 유의미한 과정이라고 할 수 있다.

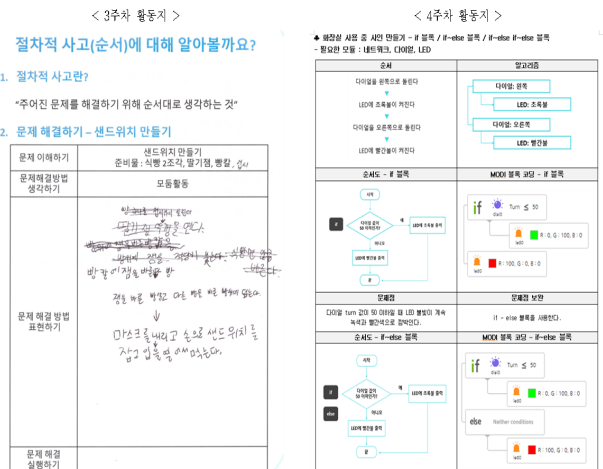


Fig. 4 MODI Activity Sheet

2. 연구 결과

8주간의 MODI를 활용한 피지컬 컴퓨팅 수업에 참여한 학생들을 대상으로 사후 자가 설문을 실시하였다. 설문 문항은 총 5개의 문항으로 네이버 폼을 활용하여 온라인 형태로 진행하였으며 해당 문항은 아래와 같다.

- (1) 토요일방과후교육 프로그램에 대해 만족합니까?
- (2) 토요일방과후교육이 나의 특기 적성 계발에 도움이 되었습니까?
- (3) 친구들에게 토요일방과후교육 강의를 추천하겠습니까?
- (4) 앞으로 통합방과후교육에 계속 참여하고 싶습니까?
- (5) 토요일방과후교육과 관련하여 의견이 있으면 남겨주세요.

먼저 <(1) 토요일방과후교육 프로그램에 대해 만족합니까?>라는 문항의 수업에 대한 만족도는 85%의 매우 긍정적인 답변이 있었고, 서술형 답변에 의하면 일선 학교에서의 피지컬 컴퓨팅 수업은 1회성으로 끝나거나 기본적인 교구 사용법이나 아주 간단한 예제에서 끝나는 데 반해 본 수업은 기본적인 사용법을 기반으로 기능을 좀 더 확장하고 응용할 수 있는 예제들을 직접 실행해보고, 주어진 문제 해결을 위해 사고하고 적용할 수 있는 시간이 넉넉히 제공되어서 좋았다는 반응이 있었다. 그리고 무엇보다 텍스트 코딩보다는 여러 가지 기능의 모듈을 실제로 조작할 수 있어서 훨씬 재미있었고, 모듈을 제어할 수 있는 블록 코딩에 흥미를 느낄 수 있었다는 긍정적인 반응이 많았다.

하지만 <(2) 토요일방과후교육이 나의 특기 적성 계발에 도움이 되었습니까?> 라는 문항에 의하면 매우 그렇다라는 답변이 69%로 8주라는 시간도 개인적인 특기 적성 계발로 이어지는 데는 조금 부족함을 느낀다는 것을 Fig. 6의 결과로 알 수 있다. 그러므로 학생들이 한 분야를 깊이 있고, 심도 있게 배워서 학생들 스스로 기능을 확장하고 창의적인 아이디어를 접목해 볼 수 있는 심화 과정이 계속 연계되어야 함을 알 수 있다.

본인의 수업 만족도와는 별개로 해당 프로그램을 타인에게 추천하겠나라는 (3)번 문항에서는 다른 문항에 비해 매우 그렇

1. Are you satisfied with the secondary Saturday after-school education program?

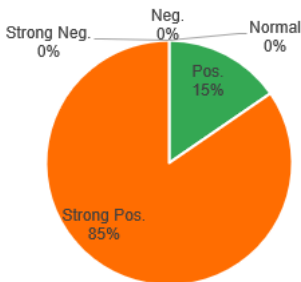


Fig. 5 Class satisfaction

2. Did secondary Saturday after-school education help me develop my specialty aptitude?

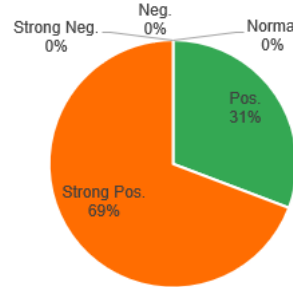


Fig. 6 Special aptitude development contribution

3. Would you recommend a secondary Saturday after-school course to your friends?

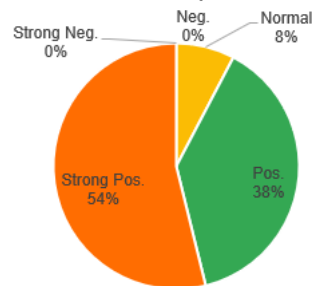


Fig. 7 Class recommendation

다의 답변이 54%로 다소 낮았지만 38%에 해당하는 그렇다의 답변까지 고려했을 때 대체로 긍정적이라는 것을 알 수 있다.

<(4) 앞으로 통합방과후교육에 계속 참여하고 싶습니까?>라는 문항의 결과에서는 해당 수업에 참여한 학생들 중 77%에 해당하는 학생들이 차후 연계되는 프로그램에 계속 참여하고 싶다는 의사를 표현하였고, 특히 본 수업과 연계되는 심화과정에 참여하고 싶다는 학생들이 많았다. 그러므로 학생들의 수요에 맞는 단계별·수준별 프로그램의 개발 및 개설이 필요하다는 것을 알 수 있다. 일선 초·중·고등학교에서는 주어진 교육과정

4. Do you want to continue participating in secondary Saturday after-school education in the future?

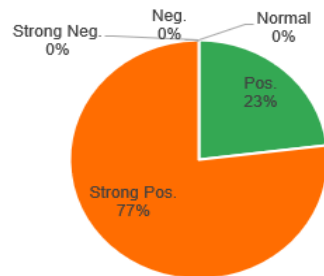


Fig. 8 A willingness to participate in a class

에 따라 움직여야하는 제약이 있으므로, 각 지역의 대학에서는 많은 학생들이 SW 교육에 참여할 수 있도록 다양한 프로그램을 개발하고 편성하여 지역사회에 기여할 수 있는 기회를 마련하는 것도 미래 사회의 SW 핵심 인재를 양성하는 데 큰 역할을 할 수 있다고 하겠다. 이를 위해 관할 교육청과 각 대학들의 긴밀한 연계가 이루어져야하며 다각적인 지원도 필요하다.

IV. 결 론

최근 사물과 컴퓨터의 연결이 손쉬워지면서 피지컬 컴퓨팅을 활용한 SW 교육은 초보자들이 프로그래밍 교육에 있어 제기되는 문제점들을 보완하기 위한 좋은 대안으로 제시되고 있다. 피지컬 컴퓨팅은 디지털 신호와 아날로그 신호정보의 입력을 통해 처리한 결과를 물리적인 방식으로 출력하는 컴퓨팅 시스템으로 정의할 수 있다[20]. 피지컬 컴퓨팅 교육은 평면적인 결과물이 아닌 입체적이고 물리적인 결과를 확인하면서, 자신이 작성한 컴퓨팅 알고리즘의 문제를 쉽게 수정할 수 있다는 장점이 있다[25].

이러한 피지컬 컴퓨팅 교육에 활용할 수 있는 많은 교구들 중 MODI는 누구나 쉽게 레고처럼 조립하듯이 고유 기능을 보유하고 있는 모듈들을 조합하여 사물인터넷(IoT), 로봇 등 전자기기를 만들 수 있는 코딩 모듈 하드웨어이다. 또한 블록 코딩이 가능한 모디 스튜디오(MODI Studio)와 연동하여 자연스럽게 코딩을 배우게 되므로, 별도의 EPL을 사용하지 않아도 된다는 장점이 있다.

본 논문에서는 프로그래밍 초보자들을 위한 기초 프로그래밍 강좌에 적용할 수 있도록 MODI를 활용한 피지컬 컴퓨팅 교육 방법을 제안하였고, 이를 중학생 대상 토요일방과후 수업에 적용하였다. 수업 후 실시한 자가 설문을 통해 MODI를 활용한 피지컬 컴퓨팅 수업에서 학생들의 흥미도와 만족도가 비교적 높다는 것을 알 수 있었다. 이는 프로그래밍 입문 단계의 초보자에게는 문법 위주의 텍스트 프로그래밍보다는 실물로 직접 그 결과를 보고 느낄 수 있는 피지컬 컴퓨팅 교육이 매우 효과적이며, 학생들의 참여도를 높일 수 있어서 프로그래밍 기초 능력의 향상에 긍정적인 효과를 줄 수 있다는 것을 보여주었다. 또한 입문단계에서 느낀 흥미와 성취도는 학생들의 학습 지속력을 연장하고, 차후 연계되는 프로그램 참여에도 긍정적인 효과를 미칠 수 있다. 그러므로 일선 초·중·고등학교의 교육과정에서 편성이 어려운 SW 교육을 각 지역의 대학과 연계하여 많은 학생들이 참여할 수 있도록 다양한 프로그램을 개발하여야 할 것이다. 이는 곧 미래 사회의 SW 핵심 인재를 양성하는 데 큰 역할을 할 수 있다고 하겠다.

본 논문에서는 MODI 활용을 통한 효과적인 피지컬 컴퓨팅 교육방법을 제안하였지만 아직 보완해야 할 점도 있다. 먼저 본 논문에서 제안한 MODI를 활용한 피지컬 컴퓨팅 교육방법이 기존의 텍스트 프로그래밍 수업과 비교하여 어느 정도의 효과성이 있는지를 검증하기 위한 객관적인 평가 절차를 개발하여 더욱 확실한 결과데이터 수집이 이루어져야 하며, 결과데이터의 유의미성을 보이기 위해 해당 프로그램을 여러 기수에 걸쳐 진행하여 풍부한 데이터를 수집한 후 이를 기반으로 검증된 통계·분석 방법을 적용해서 보다 확실한 결과를 도출해야 한다. 풍부한 데이터 수집을 통한 모집단과 표본은 신뢰할만한 분석 결과를 얻기 위한 기본이라 할 수 있기 때문이다. 향후 논문에서는 이러한 사항들을 잘 보완하여 연구하고자 한다.

참고문헌

1. 교육부(2015). **실과(기술·가정)/정보과 교육 과정**. 교육부 고시 제2015-74호 별책10. 서울: 교육부.
2. 교육부(2017). **2015 개정 교육과정 총론 해설 중학교**. 세종: 교육부.
3. 교육부. <http://www.moe.go.kr>. (accessed 2022. Aug. 03).
4. 김미영·김성원(2020). 피지컬컴퓨팅 활용 과학적 문제해결교육이 고등학생의 컴퓨팅사고(CT)에 미치는 효과. **학습자중심교과교육연구**, 20(8), 387-410.
5. 김재휘·김동호(2016). 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 초등 피지컬 컴퓨팅 교육과정 개발. **한국정보교육학회논문지**, 20(1), 69-82.
6. 김종훈·김종진·이태욱(2006). 마이크로 로봇 교육을 통한 초등 학교 창의성 계발에 대한 연구. **한국콘텐츠학회논문지**, 6(8), 124-132.
7. 김지현·김태영(2016). 중등 수학과학 영재를 위한 피지컬컴퓨팅 교육이 융합적 역량 향상에 미치는 영향. **한국컴퓨터교육학회**, 19(2), 87-98.
8. 김태령·한선관(2021). 예비교사를 위한 온라인 피지컬 컴퓨팅 교육과정 개발과 적용. **한국정보교육학회**, 25(4), 621-632.
9. 김혜진·서정현·김영식(2016). 아두이노를 연계한 스크래치 프로그래밍 교육이 중학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향. **학습자중심교과교육연구**, 16(12), 707-724.
10. 미래창조과학부 정보통신정책실 소프트웨어정책관 소프트웨어 교육혁신팀(2016). '소프트웨어교육 활성화 기본계획' 발표. KDI 경제정보센터. https://academic.naver.com/article.naver?doc_id=301606065. (accessed 2022. Aug. 17).
11. 성보옥·민준식·이형욱(2019). 중학교 정보와 과학교과 융합 교육을 위한 코코넛 활용피지컬 컴퓨팅 콘텐츠 개발. **예술인문사회 융합 멀티미디어 논문지**, 9(9), 129-138.
12. 소프트웨어정책연구소. <https://www.spri.kr>. (accessed 2022. Aug. 17).

13. 안득하·김영식(2019). 중학교 SW교육을 위한 피지컬 컴퓨팅 교구의 선정 기준 개발. *컴퓨터교육학회*, 22(5), 39-50.
14. 유인환(2005). 창의적 문제해결력 신장을 위한 로봇 프로그래밍의 가능성 탐색. *이화여자대학교 교육과학연구*, 36(2), 109-128.
15. 유인환(2009). 정보영재의 프로그래밍 교육을 위한 교육용 로봇과 학습프로그램의 개발. *대구교육대학교 초등교육연구논총*, 25(2), 313-331.
16. 유인환(2013). 프로그래밍 초급과정에서 로봇의 활용이 몰입에 미치는 영향. *정보교육학회논문지*, 17(3), 329-337.
17. 윤정구·김영식(2018). 아두이노를 활용한 프로그래밍 교육이 고등학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향. *The SNU Journal of Education Research*, 27(3), 53-73.
18. 이정민·정연지·박현경(2017). 초등 SW교육에서 성별에 따른 컴퓨팅 사고력, 창의성, 학습흥미의 차이. *한국정보교육학회*, 21(4), 381-391.
19. 이태욱·최현중(2016). *정보교과교육론*. 서울: 한빛아카데미.
20. 전자신문(2018). 국산 SW교육용 로봇 '모디', 26일 갤럭시아 백화점서 첫 선. <https://www.etnews.com/20180223000224>. (accessed 2022. Aug. 30).
21. 한국교육학술정보원(2018). 2015 개정 교육과정에 따른 정보교과에서의 피지컬 컴퓨팅 교구 활용방안. 대구: 한국교육학술정보원.
22. J. Ji-uen Editor(2018). *Comparing Two Structural Relationships among Variables Affecting Computational Thinking in Elementary Schools With and Without Computer Science Education Programs*. Seoul, Korea.
23. K. Gi-Hyeon(2004). *Improvement based on an analysis of the current situation of educational software at middle school*. Busan, Korea.
24. Lye, S. Y., & Koh, J. H. L.(2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: what is next for K-12?. *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61.
25. Massimo Banzi(2012). *How Arduino is Open-Sourcing imagination*. [Internet] Available: https://www.ted.com/talks/massimo_banzi_how_arduino_is_open_sourcing_imagination/. (accessed 2022. Sep. 05).
26. O'Sullivan, D., & Igoe, T.(2004). *Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers*. Course Technology Press.
27. P. Namsu Editor(2018). *Identifying Impact Factors on Computational Thinking in the Came-based Preschooler Software Education*. Seoul, Korea.
28. Rubio, M. A., Hierro, C. M., & Pablo, A. P. D. M. (2013). Using arduino to enhance computer programming courses in science and engineering. *In Proceedings of EDULEARN13 conference*, 1-3.
29. Sengupta, P. et al.(2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351-380.
30. Stankovic, J. A. et al.(2005). Opportunities and obligations for physical. *Computer*, 38(11), 23-31.
31. Vermesan, O. et al.(2013). Internet of things strategic research roadmap. *Internet of Things-Global Technological and Societal Trends*, 9-52.



서은실 (Seo, Eun-sil)

1998년: 신라대학교 전자계산학과 졸업

2002년: 신라대학교 교육대학원 컴퓨터교육과 석사

2021년~현재: 신라대학교 교양과정대학 조교수

2022년~현재: 신라대학교 일반대학원 컴퓨터교육학 박사과정

관심분야: 컴퓨터교육, 언플러그드 & 피지컬 컴퓨팅

E-mail: ses2349@naver.com