

# 2015 개정 정보 교육과정에 따른 피지컬 컴퓨팅을 활용한 정보교육에서 성별에 따른 태도와 성취도 차이분석

심재권<sup>†</sup> · 김현철<sup>††</sup> · 이원규<sup>†††</sup>

## 요 약

DIY(Do It Yourself)와 메이커 운동의 영향으로 미디어, 의류, 공연 등의 다양한 분야에서 피지컬 컴퓨팅이 활용됨에 따라 학생에게 피지컬 컴퓨팅을 교육하거나 정보교육에서 피지컬 컴퓨팅을 활용하고자 하는 요구가 증가하고 있다. 피지컬 컴퓨팅 교육은 정보교육에서 프로그래밍 활동을 통해 컴퓨팅 사고력을 학습하기 위한 목적으로 활용의 폭을 넓혀가고 있다. 하지만 피지컬 컴퓨팅 교육은 최근에 등장하여 연구기간이 짧을 뿐 아니라 교육적인 효과에 대한 연구도 부족한 상황이다. 본 연구는 성별에 따라 피지컬 컴퓨팅 교육을 통해 인식하는 프로그래밍에 대한 태도와 알고리즘 설계능력의 향상의 정도를 분석하고자 하는 목적으로 중학생과 고등학생에게 피지컬 컴퓨팅 교육을 한 학기 동안 제공한 후 태도와 성취도의 결과를 분석하였다.

**주제어** : 피지컬 컴퓨팅 교육, 프로그래밍 교육, 컴퓨팅 사고력

## A Study on Gender Differences in Programming Attitude and Achievements on Physical Computing Education in Informatics Curriculum Revised 2015

JaeKwoun Shim<sup>†</sup> · Hyeoncheol Kim<sup>††</sup> · WonGyu Lee<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

From the influence of DIY (Do It Yourself) and the Maker Movement diverse areas in media, clothing, performing that requires physical computing. That is why the requests of teaching students about physical computing or using physical computing in education area has been increasing. Physical computing education is learning computational thinking by using programming activities, the usage of physical computing is still increasing. However, physical computing education became known recently with the lack of time to research, not only that the effectiveness in education is lacking as well. This research analysed the attitude and accomplishment from different gender of middle schoolers and high schoolers for one semester to see their ideas in programming and increase of designing algorithms.

**Keywords** : Physical Computing Education, Programming Education, Computational Thinking

---

† 정 회 원: 고려대학교 컴퓨터교육학과  
†† 중신회원: 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과  
††† 중신회원: 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과(교신저자)  
논문접수: 2016년 5월 11일, 심사완료: 2016년 6월 20일, 게재확정: 2016년 6월 29일

## 1. 서론

최근 제 3의 DIY(Do It Yourself) 물결이라 일컬어지는 DIY운동은 컴퓨터 기술과 접목되어 누구나 인터넷을 통해 전자부품에 대한 기초적인 지식과 사용법을 습득하여 손쉽게 피지컬 제품(Physical Goods)을 제작할 수 있게 되었다[1]. 컴퓨터 기술 기반의 새로운 피지컬 제품(Physical Goods)은 센서와 전자부품과 결합되어 인간이 인식하는 감각의 영역을 디지털 정보로 변환하여 다양한 목적으로 사용할 수 있도록 제작되고 있다[2]. 더 나아가 아날로그의 실세계와 디지털화된 가상세계 간의 상호작용을 하는 물리적인 매개체(Physical Objects)로 활용할 수 있다[3]. 물리적인 매개체를 활용하는 컴퓨팅 환경을 피지컬 컴퓨팅이라 하고, 전통적인 입력과는 달리 다양한 센서를 기반으로 현실세계의 환경 정보나 인간의 행동 정보 등을 디지털화하여 컴퓨터에서 처리하고, 물리적인 세계에서 인간이 지각할 수 있도록 아날로그 형태로 결과를 출력하는 과정을 의미한다[4]. 기존에 인간이 아날로그 형태로만 인식할 수 있었던 영역이 센서를 통해 디지털 형태로 변환되어 정보처리과정을 통해 인간이 구체적인 형태로 인식할 수 있게 됨에 따라 기술과 공학 분야 뿐 아니라 예술, 교육, 광고, 공연 등의 다양한 분야에서 활용되고 있다. 특히 교육 분야에서의 피지컬 컴퓨팅의 활용은 미국을 중심으로 하는 STEM 교육에서 과학과 수학 등의 교육내용에 접목되어 학생의 흥미와 동기를 유발시킬 뿐 아니라 융합적인 형태로 새로운 방식의 탐구를 제안하고 있다[5]. 또한 우리나라에서는 2015 개정 정보교육과정의 교육내용으로 컴퓨팅 시스템에 피지컬 컴퓨팅을 새롭게 추가하여 중학생과 고등학생을 대상으로 피지컬 컴퓨팅 교육을 준비하고 있다[6].

피지컬 컴퓨팅 교육 이전에도 적외선, 거리, 조도 센서 등을 사용하여 외부환경의 정보를 입력받아 프로그래밍을 통해 모터, 부저, LED 등으로 출력하여 결과를 확인할 수 있도록 로봇을 활용하는 교육이 진행되었다[7]. 교육용 로봇은 초중등학생을 대상으로 하는 프로그래밍 교육에서 학생의 학습동기를 향상시켜 프로그래밍 활동에 집중

할 수 있도록 도움을 주고, 학생이 프로그래밍한 결과를 물리적인 환경에서 로봇의 움직임을 통해 구체적으로 확인할 수 있다는 장점으로 인해 초중등학생을 대상으로 하는 프로그래밍 교육에서 다양하게 활용되고 있다[8]. 즉, 로봇을 활용하는 교육은 학생이 현실의 사물을 모방하거나 주어진 목적을 고려하여 로봇을 제작하고, 효율적으로 로봇을 움직이기 위한 알고리즘을 설계하고 프로그래밍하는 것에 중점을 두고 있는 교육이라고 할 수 있다[9].

반면, 피지컬 컴퓨팅 교육은 센서를 사용하여 기존에 아날로그적으로 인식할 수 있었던 영역 이외에 디지털적으로 인식할 수 있는 영역까지 추가하여, 학생이 인식하는 세계를 스스로 구성하는 탐구 경험을 제공하는 교육이다[10]. 디지털적인 탐구과정은 실세계에서 센서를 통해 측정되는 다양한 정보를 바탕으로 주어진 목적이나 문제를 해결하기 위해 핵심요소를 추출하거나 모델링하는 추상화(Abstraction) 과정과 이를 통해 도출된 모델을 프로그래밍하여 자동화(Automation)하는 과정을 필수적으로 포함하고 있어 정보교과에서 핵심이라 할 수 있는 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)을 학습할 수 있는 기회를 제공할 수 있다[11].

하지만 피지컬 컴퓨팅은 교육에서 활용되고, 연구된 기간이 비교적 짧은 뿐 아니라 교육적인 효과에 대한 연구도 부족한 편이다. 2015 개정 정보교육과정에 새롭게 등장한 피지컬 컴퓨팅 교육을 효과적으로 진행하기 위해서는 중학생과 고등학생을 대상으로 하는 피지컬 컴퓨팅 교육을 통한 교육적인 효과에 대한 연구가 요구된다. 또한 기존의 프로그래밍 활동과는 달리 물리적인 도구와 환경을 고려해야 한다는 점에서 남학생과 여학생의 차이에 대한 기초적인 연구가 필요하다.

본 연구는 성별에 따라 피지컬 컴퓨팅 교육을 통해 인식하는 프로그래밍에 대한 태도와 알고리즘 설계능력의 향상의 정도를 분석하고자 하는 목적으로 2015 개정 정보교육과정에 따라 적용되는 중학생과 고등학생을 대상으로 피지컬 컴퓨팅 교육을 한 학기 동안 제공한 이후 남학생과 여학생에 따라 결과를 분석하였다.

## 2. 관련연구

### 2.1 피지컬 컴퓨팅

하드웨어 기술의 발달로 인해 기존의 전통적인 입력과는 달리 다양한 센서를 기반으로 복잡한 인간의 행동을 입력할 수 있고, 컴퓨팅 파워를 통해 입력된 내용을 처리하여 결과를 물리적인 세계로 출력할 수 있어짐에 따라 새로운 컴퓨팅 방식인 피지컬 컴퓨팅이 등장하게 되었다. 피지컬 컴퓨팅이라는 용어는 2004년 Sullivan & Igoe가 처음 사용한 용어로 “넓은 의미에서 소프트웨어와 하드웨어를 사용하여 인간이 아날로그 세계를 감지하거나 반응할 수 있도록 설계된 물리적인 시스템”이라 정의하였다[4]. Papadimitos(2005)는 피지컬 컴퓨팅을 통해 아날로그 세계에 존재하지만 인간이 지각할 수 없거나 정보가 부족한 영역의 내용을 물리적인 매개체를 통해 디지털화하여 인간이 지각할 수 있는 개체(Objects)로 변환할 수 있다고 하였다[2]. 예를 들어 시각으로 확인할 수 있는 빛의 양을 센서를 통해 수치화한 값으로 확인하거나 측정된 빛의 양을 바탕으로 컴퓨팅하여 모터의 회전속도나 소리의 크기 등으로 변환하는 과정을 통해 기존과는 다른 형태로 빛의 양을 인식할 수 있다.

즉, 피지컬 컴퓨팅은 인간이 가지고 있는 감각으로 인식할 수 없거나 인식은 하지만 구체적으로 파악할 수 없는 인간 외부의 영역과 인간의 행동, 생체정보 등의 인간 내부의 영역에 대한 정보를 디지털화 할 수 있도록 측정하고 컴퓨팅 파워를 통해 처리하여 결과를 디지털 환경에서 표현하는 과정을 통해 인간의 감각과 지각의 범위를 확대하는 컴퓨팅 방식이라 할 수 있다.

### 2.2 STEAM교육에서 피지컬 컴퓨팅의 활용

피지컬 컴퓨팅은 비전통적인 형태의 입력과 자유로운 출력 방식을 사용하여 컴퓨터와 인간의 상호작용을 탐구하는 것으로 교육 분야에서는 학생이 감지할 수 있는 에너지, 학생이 만들어내는 소리, 동작, 열 등의 다양한 에너지를 입력으로 활용하고, 학생이 고안할 수 있는 다양한 형태로

출력할 수 있어 미국을 중심으로 하는 STEM 프로그램에서 주로 활용되고 있다[12]. Polytechnic Institute of New York University의 K-12 STEM 교육센터에서 뉴욕 주의 중고등학생을 대상으로 운영하는 CrEST(Creativity in Engineering, Science, and Technology) 프로그램을 살펴보면, 기초적인 전기와 회로에 대한 지식을 가르치고 아두이노를 사용하여 LED, 부저, 모터 등을 제어하는 등의 다양한 활동과 스마트홈 프로젝트를 12주에 걸쳐 방과후학교의 형태로 운영하고 있다[13]. 미국의 과학재단(National Science Foundation)에서 운영하는 ITEST(Innovative Technology Experiences for Students and Teachers) 프로그램에서 STEM과 ICT를 연계하는 다양한 교육 중에 피지컬 컴퓨팅을 활용하는 교육을 제공하고 있다[14]. 예를 들면, ITP(Interactive Telecommunications Program)을 통해 고등학생을 대상으로 새로운 기술에 대한 이해와 기술을 바탕으로 실세계와 가상의 세계의 의사소통을 체험하기 위한 목적으로 피지컬 컴퓨팅 교육을 실시하였다[5]. 교육내용은 음악, 유전, 시뮬레이션을 주제로 구분하여 진행되었다. 음악을 주제로 한 활동은 다양한 센서를 활용하여 입력을 받아 음을 출력하는 악기를 제작하는 활동으로 예를 들어 거리센서를 이용하여 거리가 멀면 높은 음을 내고, 거리가 가까우면 낮은 음을 내는 악기를 제작하는 활동을 하였다. 유전을 주제로 하는 활동은 얼굴의 표정을 구성하는 형질의 DNA 탐구하고, DNA를 조절할 수 있는 입력장치를 제작하여 모니터화면에 입력에 따라 얼굴 표정이 변화하는 프로그램을 제작하는 활동을 하였다. 마지막으로 시뮬레이션과 관련된 활동은 과학에서는 플래시(Flash) 프로그램을 사용하여 나무로 만든 지층의 움직임에 따라 단층을 만드는 모습을 시뮬레이션하거나 수학에서는 공의 움직임에 따라 좌표의 값의 변화를 시뮬레이션을 하는 등의 다양한 내용으로 피지컬 컴퓨팅을 체험할 수 있도록 하였다.

국내에서도 2년간의 추적연구를 통해 피지컬 컴퓨팅 기반의 STEAM 프로그램의 효과를 확인하려는 연구가 진행되었다[15]. 연구는 초등학교 4학년을 대상으로 센서보드를 사용하는 STEAM

프로그램을 20차시 분량으로 약 10개월 정도를 제공하고, 2년 후 실험집단이 초등학교 6학년이 된 이후의 교육적인 효과를 확인하고자 하였다. 연구 첫째에 초등학교 4학년을 대상으로 한 연구 결과에서는 과학적 문제해결력, 과학적 태도, 창의적 과학문제 해결검사, 교육과정 만족도 검사, 아동 인성검사에서 피지컬 컴퓨팅 기반의 STEAM 교육 프로그램을 제공여부에 따라 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다 [16]. 피지컬 컴퓨팅 기반의 STEAM 교육을 제공받았던 실험집단이 초등학교 6학년이 된 이후에 교육을 제공받지 못한 통제집단과 과학적 문제해결력, 과학적 태도, 창의적 과학문제 해결검사, 교육과정 만족도 검사, 아동 인성검사에서의 차이를 분석한 결과 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되어 STEAM 프로그램의 교육처치를 지속적으로 받지 못하여 교육적인 효과가 사라진 것으로 분석되었다. 즉 피지컬 컴퓨팅 기반의 STEAM 교육을 제공하면 과학적 문제해결력, 과학적 태도, 창의적 과학문제 해결검사, 교육과정 만족도 검사, 아동 인성검사에서 교육적인 효과가 유의미하게 나타나지만 이를 지속적으로 유지시키기 위해서는 꾸준한 노력이 필요함을 시사하는 것으로 연구되었다.

### 2.3 정보교육에서 피지컬 컴퓨팅의 활용

초등학생의 정보과학에 대한 능력을 향상시키기 위한 목적으로 실과교과의 전기-전자 단원에서 활용할 수 있는 피지컬 컴퓨팅 교육 프로그램을 개발하고, 초등학교 6학년에게 적용하여 성취도와 흥미를 분석하고자 하는 연구가 진행되었다 [17]. 실험집단에 적용한 피지컬 컴퓨팅과 전기-전자단원의 연계된 교육내용은 빛 센서를 활용하여 센서의 값이 특정한 값 이하가 되면, 전구의 불을 켜고, 특정한 값 이상이 되면 전구의 불을 끄는 내용으로 아두이노와 S4A(Scratch for Arduino) 프로그래밍 도구를 사용하여 활동을 진행하였다. 통제집단은 기존의 교육과정의 내용에 따라 회로를 구성하여 전구의 불을 켜고 끄는 활동을 수행하는 활동을 진행하였다. 두 집단은 GALT 논리적 사고력 검사를 통해 동질집단임을

확인하였고, 인지발달 수준이 구체적 조작기임을 고려하여 실험집단은 피지컬 컴퓨팅 도구인 아두이노를 스크래치 기반의 제어방식을 사용하였다. 실험결과 전기-전자단원의 성취도에는 실험집단과 통제집단이 통계적으로 유의미한 차이가 나타났지만, 흥미에서는 통제집단도 전자도구 키트를 사용하여 충분히 흥미로운 수업이 진행되어 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않는 것으로 연구되었다.

정보 교과교육의 목표를 달성하기 위한 목적으로 피지컬 컴퓨팅 교육 프로그램을 개발한 연구도 있다. 초등학생을 대상으로 디자인 기반 학습 방법을 활용한 피지컬 컴퓨팅 교육 프로그램이 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)에 미치는 영향을 분석하였다[18]. 피지컬 컴퓨팅 활동에서 교사와 학생, 학생과 학생 간의 대화 프로토콜(protocol)을 CT 요소로 구분하여 분석하였다. 분석결과 CT 요소에서는 분해와 패턴인식이 가장 높은 빈도를 나타내는 것으로 분석되고, CT 문제 해결전략 요소에서는 테스트와 디버깅 전략이 대부분인 것으로 나타났다. 마지막으로 상호작용 양식에서는 확인하기와 질문하기가 절반 이상인 것으로 분석되었다.

정리하면, 피지컬 컴퓨팅은 기술, 공학 뿐 아니라 과학이나 수학, 예술, 의류 등의 다양한 분야에 걸쳐서 광범위하게 활용되고 있는 중이다. 특히 교육 분야에서는 알고리즘을 효과적으로 설계하고 프로그래밍 하는 것에 목적을 두는 로봇을 활용하는 교육과는 달리, 실세계를 디지털화하고 처리하여 결과를 물리적인 객체로 출력하는 일련의 과정을 통해 학생이 인식하는 범위의 확장과 컴퓨팅 능력의 확대를 목적으로 피지컬 컴퓨팅을 가르치고 있다.

## 3. 연구방법

### 3.1 연구대상

전국의 초등학교와 중학교, 고등학교를 대상으로 방과후교실 형태로 진행하는 피지컬 컴퓨팅 교육에 대한 안내를 통해 중학교 1학년에서 고등학교 2학년까지 중학교 30개교, 고등학교 37개교

를 모집하여 교육하였다. 교육에 참여한 학생 중 검사에 모두 설문한 1156명(서울 321명, 경기 421명, 서울과 경기지역 이외 414명)을 선정하여 연구가 진행되었고, 학교급과 성별로 구분한 연구대상은 다음과 같다.

<표 1> 연구대상

구분	스크래치와 센서보드 활용		아두이노 활용		합계	
	남학생	여학생	남학생	여학생	남학생	여학생
중학교	220	64	118	45	338	109
고등학교	148	94	314	153	462	247

실험은 중등학생을 대상으로 프로그래밍에 대한 태도에 대한 설문과 알고리즘 설계 능력에 대한 성취도를 한 학기(15주)동안 피지컬 컴퓨팅 교육을 제공하기 이전과 이후에 측정하였다.

### 3.2 교육내용

연구대상에게 방과후 교실의 형태로 한 학기(15주)동안 교육이 가능하도록 피지컬 컴퓨팅 교육내용을 제공하였다. 제공하는 교육내용은 스크래치(Scratch)와 센서보드를 연동하여 프로그래밍하거나 아두이노(Arduino)를 활용하여 피지컬 컴퓨팅 교육을 할 수 있도록 교육대학과 사범대학의 컴퓨터교육관련 연구진들과 교사들을 통해 교육내용을 구성하고, 교재를 개발 및 검토하였다.

#### 3.2.1 스크래치와 센서보드를 활용한 교육

MIT에서 개발한 스크래치는 빛과 소리센서, 버튼, 슬라이더, 저항 등의 다양한 외부입력을 센서보드를 통해 입력받아 스크래치로 프로그래밍할 수 있어 피지컬 컴퓨팅 교육에 적합하다[19]. 초등학생을 대상으로 제공된 스크래치와 센서보드를 활용한 교육에서는 조건문, 반복문, 변수 등의 프로그래밍 개념을 학습하고 프로그래밍하여 빛, 소리, 버튼, 슬라이더 등의 센서보드를 통해 입력되는 다양한 정보를 스크래치에서 처리할 수 있는 형태로 교육내용이 구성되었다. 중학생과 고등학생을 대상으로 제공된 스크래치와 센서보드를 활용한 교육에서는 초등학생을 대상으로 하는 스크래치와 센서보드를 활용한 교육의 내용요소에 리

스트, 중첩반복 등의 요소를 추가하였고, 센서보드를 활용하여 실세계의 아날로그 정보를 스크래치에서 처리하고 출력하는 프로젝트를 수행하는 형태로 교육과정을 구성하였다.

#### 3.2.2 아두이노를 활용한 교육

아두이노(Arduino)를 활용한 교육은 아날로그의 물리적인 세계의 정보를 빛, 소리, 자석, 기울기 등의 다양한 센서를 통해 디지털화하여 입력할 수 있는 부품들과 LED, 버튼, 모터, 서보모터 등의 디지털 정보를 아날로그적으로 다양하게 출력을 할 수 있는 부품들을 아두이노를 통해 연결하고 아두이노를 제어하는 프로그래밍을 통해 현실세계에 대한 인식을 새롭게 경험할 수 있어 피지컬 컴퓨팅 교육에 적합하다[20]. 중학생과 고등학생을 대상으로 하는 피지컬 컴퓨팅 교육에서는 기초적인 전자와 회로구성에 대한 교육내용과 아날로그 신호를 디지털로 변환하기 위한 다양한 센서들의 사용방법과 디지털 정보를 아날로그 신호로 변환하기 위한 다양한 출력 부품들의 사용방법들에 대한 교육내용을 포함하고, 처리를 위해 순차, 반복, 분기, 변수, 배열 등의 프로그래밍 개념과 알고리즘 설계에 대한 교육내용 등으로 구성하였다.

### 3.3 연구도구

#### 3.3.1 프로그래밍에 대한 태도

학생이 인식하는 프로그래밍에 대한 태도를 측정하기 위한 목적으로 프로그래밍에 대한 학생이 인식하는 자신감과 프로그래밍에 대해 학생이 인식하는 가치에 대해서 15주 교육이 종료된 이후, 5점 척도로 설문하였다[21]. 설문은 자기효능감이 3문항, 가치가 3문항으로 구성되었고, 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )는 자신감이 .951, 가치가 .921로 나타나 신뢰로운 것으로 분석되었다.

<표 2> 연구도구의 신뢰도

구분	신뢰도(Cronbach $\alpha$ )
프로그래밍 자기효능감	.951
프로그래밍 가치	.921

### 3.3.2 알고리즘 설계 능력 평가도구

알고리즘 설계는 순차, 반복, 함수, 데이터구조를 출제요소로 하여 선다형 문항으로 제작되었다[22][23]. 문항의 난이도는 A형(사전)이 .318, B형(사후)이 .313으로 나타나 높은 수준의 난이도를 지닌 문항으로 분석되었다[24]. 문항의 변별도는 A형(사전)이 .574, B형(사후)이 .604으로 나타나 전체적으로 변별력이 높은 문항으로 구성된 것으로 분석되었다[25].

<표 3> 알고리즘 설계 능력 평가도구의 난이도와 변별도

구분	난이도	변별도
A형	.318	.574
B형	.313	.604

## 4. 연구결과

### 4.1 프로그래밍에 대한 태도 차이분석

#### 4.1.1 프로그래밍에 대한 자신감

피지컬 컴퓨팅 교육을 경험한 이후 성별에 따라 프로그래밍에 대한 자신감을 분석한 결과, 중학교과 고등학교 모두 남학생이 여학생에 비해 자신감이 높은 것으로 분석되었다.

<표 4> 프로그래밍에 대한 자신감 차이분석(중학교)

구분	평균	표준편차	t
남학생(n=338)	4.25	.83	2.143*
여학생(n=109)	4.06	.81	

\* p < .05

프로그래밍에 대한 남학생과 여학생의 자신감의 차이가 중학교 .19점, 고등학교 .28점으로 커지고, 차이검증에 대한 통계량이 증가한다는 점에서 중학교에서 고등학교로 갈수록 성별에 따른 자신감의 차이가 증가하는 것으로 해석할 수 있다. 하지만 자신감에 대한 평균점수는 중학교에서 고등학교로 학년이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다.

<표 5> 프로그래밍에 대한 자신감 차이분석(고등학교)

구분	평균	표준편차	t
남학생(n=462)	4.22	.79	4.446***
여학생(n=247)	3.94	.80	

\*\*\* p < .001

피지컬 컴퓨팅 교육을 경험한 이후 학생이 인식하는 자신감에 대한 결과를 정리하면, 남학생이 여학생에 비해 높고 중학생이 고등학생에 비해 높은 것으로 분석되었다.

#### 4.1.2 프로그래밍에 대한 가치

피지컬 컴퓨팅 교육을 경험한 이후 성별에 따라 인식하는 프로그래밍에 대한 가치를 분석한 결과, 중학교와 고등학교 모두 남학생이 여학생에 비해 높게 인식하는 것으로 분석되었다.

<표 6> 프로그래밍에 대한 가치 차이분석(중학교)

구분	평균	표준편차	t
남학생(n=338)	4.31	.80	1.952
여학생(n=109)	4.14	.81	

프로그래밍에 대한 남학생과 여학생의 가치의 차이가 중학교 .27점, 고등학교 .29점으로 커지고, 고등학교의 경우에는 통계적으로 유의미하게 성별에 따라 차이가 있는 것으로 분석되었다. 중학교에서 고등학교로 갈수록 성별에 따른 가치의 차이가 증가하지만, 평균은 감소하는 것으로 나타났다.

<표 7> 프로그래밍에 대한 가치 차이분석(고등학교)

구분	평균	표준편차	t
남학생(n=462)	4.29	.80	3.586***
여학생(n=247)	4.06	.78	

\*\*\* p < .001

피지컬 컴퓨팅 교육을 경험한 이후 학생이 인식하는 가치에 대한 결과를 정리하면, 남학생이 여학생에 비해 높고 중학생이 고등학생에 비해 높은 것으로 분석되었다.

프로그래밍에 대한 태도의 결과를 종합적으로 분석하면, 남학생이 여학생 보다 높게 인식하고 중학생이 고등학생에 비해 높게 인식하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 물리적인 객체를 사용한다는 점에서 피지컬 컴퓨팅 교육과 유사한 로봇을 활용한 교육의 연구결과와 남학생이 여학생보다 교육에 대한 자신감, 흥미, 학습동기가 높다는 기존의 연구와 유사한 것으로 분석되었다[26]. 즉, 센서, 저항, 버튼 등의 전자부품을 조립하고 컴퓨터와 연결하여 프로그래밍 한다는 점에서 피지컬 컴퓨팅 교육도 여학생 보다는 남학생에게 긍정적

인 요소가 내포되어 있음을 시사한다. 따라서 효과적인 피지컬 컴퓨팅 교육을 위해서는 여학생의 학습특성을 고려하는 교수학습방법의 설계가 필수적으로 요구된다[27]. 또한 중학생의 프로그래밍에 대한 태도가 고등학생에 비해 높다는 점을 고려해 보면, 학습동기와 흥미의 관점에서 고등학생보다는 중학생을 대상으로 하는 조기 프로그래밍 교육이 효과적임을 시사한다.

#### 4.2 알고리즘 설계능력 차이분석

피지컬 컴퓨팅 교육을 경험하기 이전과 이후의 알고리즘 설계능력의 차이를 분석하였다. 중학교의 경우, 사전에 남학생은 29.93점과 여학생 32.11점으로 여학생이 높은 것으로 나타났고, 사후에도 남학생은 29.15점과 여학생 33.23점으로 여학생이 높은 것으로 나타났다. 알고리즘 설계능력의 사전과 사후에 대한 통계검증 결과 남학생과 여학생 간에 차이는 유의미한 결과가 나타나지 않았다.

<표 8> 알고리즘 설계능력의 사후 차이분석(중학교)

구분	점수	표준편차	t
남학생(n=338)	29.15	19.63	1.894
여학생(n=109)	33.23	19.36	

고등학교의 경우, 사전에 남학생은 34.06점과 여학생은 36.53점으로 여학생이 높은 것으로 나타났고, 사후에도 남학생 31.95점, 여학생 37.05점으로 여학생이 높은 것으로 나타났다. 알고리즘 설계능력의 사전과 사후점수에 대한 통계검증 결과, 사전에는 남학생과 여학생 간에 차이가 없는 것으로 분석된 반면 사후에는 유의수준 .01에서 통계적으로 유의미하게 남학생과 여학생 간에 차이가 있는 것으로 분석되었다.

<표 9> 알고리즘 설계능력의 사후 차이분석(고등학교)

구분	점수	표준편차	t
남학생(n=462)	31.95	20.49	3.207**
여학생(n=247)	37.05	19.59	

\*\* p < .01

분석결과, 여학생이 남학생에 비해 성취도가 더 높은 것으로 분석되었다. 본 연구에서 사용한 알고리즘 설계능력을 평가하는 방법은 블록형태의 슈도코드로 순차, 반복, 함수, 데이터구조의 개념을 표현한 문항을 온라인 선다형으로 측정하였다.

실기평가 형태가 아닌 프로그래밍 개념이나 이론에 대한 선다형 형태의 평가에서 여학생이 남학생보다 높은 성취도를 보인다는 기존의 특성화 고등학교 학생을 대상으로 프로그래밍 성취도를 분석한 연구결과와 동일한 결과라 할 수 있다[27].

### 5. 결론 및 논의

2015 개정 정보교육과정에서 컴퓨팅시스템 영역의 핵심개념으로 피지컬 컴퓨팅을 도입함에 따라 중학생과 고등학생을 대상으로 교육을 진행할 예정이다. 피지컬 컴퓨팅은 2004년에 등장한 이후 꾸준히 교육의 가능성에 대해서 연구가 되어오고 있지만 피지컬 컴퓨팅 교육을 초·중·고등학교를 적용하여 교육적인 효과를 보고자 한 연구는 미비한 편이다.

본 연구는 피지컬 컴퓨팅 교육에 대한 기초적인 연구로 학교급, 성별에 따른 학생의 특성에 따라 교육의 가능성을 확인하고자 하는 목적으로 진행되었다. 실험은 전국의 중학교와 고등학교 학생을 대상으로 스크래치와 센서보드를 활용하는 교육과 아두이노를 활용하는 교육을 제공한 이후 프로그래밍에 대한 자신감과 가치, 알고리즘 설계능력을 측정하였다.

연구결과를 종합하면 프로그래밍에 대한 자신감과 가치는 남학생이 여학생에 비해 높은 것으로 나타났고, 중학생이 고등학생에 비해 높은 것으로 나타났다. 알고리즘 설계능력에서는 중학교와 고등학교 모두 여학생이 남학생에 비해 높은 것은 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 기존의 로봇을 활용하는 교육에서 남학생이 여학생에 비해 흥미와 관심, 학습동기 등의 태도에서 높게 나타나고 성취도가 높다는 기존의 연구와 일치된다[26][28]. 즉, 피지컬 컴퓨팅 교육이 전자부품을 조립하고 전기적인 지식과 함께 프로그래밍 지식이 필요하다는 측면에서 기존의 로봇의 부품을 조립하고 공학적인 기구의 움직임에 대한 지식과 함께 프로그래밍 지식을 요구하는 로봇 활용 교육과 유사하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구의 결과와 기존연구를 토대로 2015 개정 정보교육과정의 컴퓨팅 시스템 영역에서 달성하고자 하는 성취기준인 “마이크로컨트롤

러와 다양한 입·출력 장치로 피지컬 컴퓨팅 시스템을 구성하고 프로그래밍을 통해 제어한다”에 도달하기 위해서는 기존의 로봇을 활용한 교육의 연구결과를 차용할 필요가 있다. 기존의 연구를 고려하여 효과적인 피지컬 컴퓨팅 교육을 위해서는 다음 사항을 고려할 필요가 있다. 첫째 학생의 수준에 적합한 과제와 기술을 제공하여 여학생도 충분히 몰입감을 느낄 수 있도록 학습을 제공할 필요가 있다[26]. 둘째, 성별에 따른 프로그래밍 학습방법의 선호도를 고려하여 과제나 프로젝트를 진행할 필요가 있다[27]. 셋째, 교수학습방법과 학습주제를 선정함에 있어서 여학생의 특성을 고려하여 선정할 필요가 있다[28]. 마지막으로 여학생의 내재적 측면을 고려하여 흥미롭고 친숙하게 받아들일 수 있는 스토리텔링 방식을 활용한 학습을 제공할 필요가 있다[29][30].

본 연구의 한계점으로는 피지컬 컴퓨팅 교육을 위해 학생을 방과 후 교육 형태로 모집하여 실험 집단을 구성하는 과정에서 프로그래밍 교육에 대한 태도가 긍정적인 학생들이 모집될 수 있어 모집단을 대표하지 못할 수 있다. 또한 설문조사의 효율성과 전국단위의 설문인 점을 고려하여 온라인으로 설문과 평가를 진행하게 된 점을 고려할 필요가 있다.

향후 연구로는 정보교과와 특성을 고려하여 피지컬 컴퓨팅 교육에 적합한 교육내용, 교육방법에 대한 연구가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] Stephen Fox (2014). Third Wave Do-It-Yourself(DIY): Potential for prosumption, innovation, and entrepreneurship by local populations in regions without industrial manufacturing infrastructure. *Technology in Society*, 39(November 2014), 18-30.
- [2] Resnick, M. (1998). Technologies for Lifelong Kindergarten. *Educational Technology Research & Development*, 46(4), 43-55.
- [3] Papadimitos, P. (2005). *Physical computing: using everyday objects as communication tools*. Ph.D. dissertation, University College London.
- [4] O’Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). *Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers*. NY: Course Technology Press.
- [5] Gabriela T. R. (2008). Employing Physical Computing in Education: How Teachers and Students Utilized Physical Computing to Develop Embodied and Tangible Learning Objects. *The International JOURNAL of TECHNOLOGY, KNOWLEDGE & SOCIETY*, 4(3), 93-102.
- [6] 교육부(2015). 2015 개정 정보 교육과정.
- [7] Resnick, M. (2007). Sowing the Seeds for a More Creative Society. *Learning & Leading with Technology*, December, 18 - 22.
- [8] 양창모 (2014). 메타 분석을 이용한 로봇교육과 프로그래밍교육의 효과 비교. **정보교육학회논문지**, 18(3), 413-422.
- [9] 아오키히로유키, 심재권, 김자미, 이원규 (2012). 스케치 기반 로봇 시뮬레이션 도구 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 15(2), 57-66.
- [10] Mareen PRZYBYLLA, Ralf ROMEIKE (2014). Physical Computing and its Scope - Towards a Constructionist Computer Science Curriculum with Physical Computing. *Informatics in Education*, 13(2), 241 - 254.
- [11] Stephenson, C., & Barr. V. (2011). Defining Computational Thinking for K-12. *CSTA Voice*, 7(2), 3-4.
- [12] <http://www.isof.org/>
- [13] <http://engineering.nyu.edu/k12stem/crest/>
- [14] <http://stelar.edc.org/>
- [15] 김석희, 유현창 (2014), 2년간의 추적 연구를 통한 Physical Computing 기반의 STEAM 프로그램의 효과. **컴퓨터교육학회논문지**, 17(2), 77-86.
- [16] 김석희, 유현창 (2013). Hands on 센서 기반 고도화된 STEAM 교육 프로그램의 효과. **컴퓨터교육학회논문지**, 16(3), 79-89.



[17] 김찬웅 (2014). **초등학교 정보과학 연관교과에 아두이노를 이용한 피지컬컴퓨팅의 적용 방안연구**. 석사학위논문, 경인교육대학교.

[18] 안준별 (2015). **디자인기반 학습을 활용한 초등학교 피지컬 컴퓨팅 교육 프로그램 개발**. 석사학위논문, 경인교육대학교.

[19] Resnick, M. (2009). Scratch Programming for All, *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.

[20] 손경호 (2013). **아두이노를 활용한 프로그래밍 교육방안 탐구 및 적용**. 석사학위논문, 경인교육대학교.

[21] 심재권, 김자미, 이원규 (2010). 교육용 프로그래밍 도구 활용의 정보과학교육을 통한 초등학생의 정보과학에 대한 인식 분석. **정보교육학회논문지**, 14(3), 385-393.

[22] 김용천, 최지영, 권대용, 이원규 (2013). 초등학생의 프로그래밍 학습을 위한 알고리즘적 사고 문제 모델 기반의 활동지 개발 및 적용. **정보교육학회논문지**, 17(3) 233-242.

[23] 김용천, 이원규 (2014). 스크래치를 활용한 프로그래밍 수업에서 알고리즘 설계 학습을 위한 활동지 개발 및 적용. **한국컴퓨터교육학회 학술대회논문집**, 18(2), 33-36.

[24] Cangelosi, J. S. (1990). *Designing tests for evaluating student achievement*. NY: Longman.

[25] Ebel, R. L. (1965). *Measuring Educational Achievement*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.

[26] 송정범, 백성혜, 이태욱(2009). 성별의 차이를 고려한 로봇 프로그래밍 학습이 여중학생의 몰입수준과 문제해결력에 미치는 효과. **컴퓨터교육학회논문지**, 12(1), 45-55.

[27] 유병건, 김자미, 이원규 (2012). 성별에 따른 프로그래밍 성취도와 문제해결과정의 관계 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 15(6), 1-10.

[28] 배영권 (2007). 성별의 차이를 고려한 로봇프로그래밍 교수전략에 관한 연구. **컴퓨터교육학회논문지**, 10(4), 27-37.

[29] 성영훈 (2015). STEAM기반 스토리텔링 로봇활용교육이 초등학교 여학생들의 학습태도에 미치는 영향. **정보교육학회논문지**, 19(1), 87-98.

[30] 신승기, 최익선, 배영권 (2015). Made with Code를 활용한 여학생의 소프트웨어 교육 방안 탐색. **한국기술학회논문지**, 10(1), 121-136.



### 심재권

2007 경인교육대학교  
컴퓨터교육과(교육학학사)  
2012 고려대학교  
컴퓨터교육학과(이학석사)

2012~현재 고려대학교 컴퓨터교육학과 박사수로  
관심분야: 컴퓨터교육, 프로그래밍 교육  
E-Mail: jaekwoun.shim@inc.korea.ac.kr



### 김현철

1988 고려대학교  
전산과학과(이학사)  
1990 Univ. of Missouri-Rolla  
(전산학 석사)

1998 Univ, of Florida(전산정보학 박사)  
1999~현재 고려대학교 컴퓨터학과 교수  
관심분야: 컴퓨터교육, 기계학습,  
E-Mail: harrykim@korea.ac.kr



### 이원규

1985 고려대학교 문과대학  
영어영문학과(문학사)  
1989 筑波大學 大學院  
理工學研究科(공학석사)

1993 筑波大學 工學研究科(공학박사)  
1996~현재 고려대학교 컴퓨터학과 교수  
관심분야: 컴퓨터교육, 정보검색, 데이터베이스  
E-Mail: lee@inc.korea.ac.kr