

피지컬 컴퓨팅을 통한 CT역량 개발 연구 : 코드블록[®] 활용 3D 프린팅 수업의 시사점*

최형신**

춘천교육대학교

요약

컴퓨터 화면속에만 존재하는 결과물을 넘어서서 구체적인 사물을 만들고 그 과정에서 소프트웨어 프로그래밍 원리 및 실재를 경험할 수 있는 피지컬 컴퓨팅의 교육방법이 주목받고 있다. 본 논문은 초등예비교사들이 3D 프린팅 및 모델링을 경험하면서 이 과정에서 프로그래밍 원리를 이해할 수 있는 수업 방안을 모색하였다. 이를 위해 턴커카드 코드블록[®](Codeblocks) 프로그래밍 환경을 컴퓨팅 사고력 프레임워크에 기반하여 분석하고 이를 3D 프린팅 수업에 도입하였다. 본 수업을 예비교사들을 대상으로 적용하고 반구조화된 설문을 실시하여 예비교사들의 수업에 대한 반응 및 인식을 조사하였다. 본 연구는 예비교사교육 현장에서 코드블록을 3D 프린팅 수업에 도입하여 컴퓨팅 사고력과 연계하는 수업 사례로서 예비교사 소프트웨어교육에 시사점을 제공한다.

키워드 : 피지컬 컴퓨팅, 3D 프린팅, 3D 모델링, 예비교사 교육, 컴퓨팅 사고력, 소프트웨어 교육

A Study on Developing CT through Physical Computing : Implications of 3D Printing Class using Codeblocks[®]

Hyungshin Choi

Chuncheon National University of Education

ABSTRACT

The educational method of physical computing, where students can experience software programming principles and practices while making concrete objects beyond outputs residing just inside of computer monitors, are drawing attentions. This current research sought an instructional method for pre-service teachers that they can experience 3D printing and modeling and at the same time they can understand programming principles in the 3D modeling processes. To achieve this aim, the TinkerCAD Codeblocks[®] was analyzed based on the computational thinking framework and a course utilizing the Codeblocks[®] to 3D modeling was devised. The designed class was applied to pre-service teachers and the students' perceptions of the class were collected by using a semi-structured survey. This study provides implications to software education for pre-service teachers as an instructional case that 3D printing is used to connecting computational thinking skills.

Keywords : Physical Computing, 3D Printing, 3D Modeling, Pre-service Teachers Education, Computational Thinking, Software Education

* 이 논문은 2017년도 춘천교육대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

** 교신저자 : 최형신(춘천교육대학교)

논문투고 : 2019-05-14

논문심사 : 2019-06-11

심사완료 : 2019-06-24

1. 서론

최근 메이커 교육에 대한 관심과 3D 프린터에 의 접근성 증가로 3D 모델링 및 3D 프린터 활용 수업에 대한 연구가 증가하고 있다[1][4][5][7][8][9][14][15]. 3D 모델링과 프린팅을 경험하게 하는 수업, 3D 모델링을 예술 및 수학교과 도형 학습에 접목하여 활용한 수업 또는 발명교육과 연계한 수업 등으로 첨단 기술을 경험하고 일부 교과와 연계한 수업으로 활용되고 있다.

또한 최근 소프트웨어교육의 필수화와 함께 교육용 프로그래밍, 피지컬 컴퓨팅, 언플러그드 교육 등 다양한 교육방법이 개발되고 있다. 특히 피지컬 컴퓨팅 구현을 통한 소프트웨어교육은 가상의 공간에 존재하는 소프트웨어 프로그래밍의 결과물을 넘어서서 현실에 물리적으로 존재하는 구체적 결과물을 만들어내는 과정에서의 학습 효과에 초점을 맞추고 있다. 즉 마이크로 컨트롤러를 가지고 다양한 입출력 장치를 연결하여 소프트웨어에 반응하는 물리적 결과물을 만들어내는 문제해결력 신장이 피지컬 컴퓨팅이 제공해 주는 교육의 효과로 인식되고 있다[3].

3D 프린터를 활용한 소프트웨어교육은 구체적인 객체를 만들어내는 점에서 피지컬 컴퓨팅 교육의 연장선에 있다고 할 수 있다. 이러한 모델링 과정에서 프로그래밍을 연계하여 소프트웨어를 통해 구체적인 사물을 표현해내는 것은 학생들이 소프트웨어의 유용함을 깨닫는 중요한 경험이 될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 기존 킨커카드 모델링 소프트웨어에 추가된 코딩 환경인 코드블록(<https://www.tinkercad.com/learn/codeblocks>)을 분석하고 이를 3D 모델링 수업에 도입하고 학습자의 반응을 살펴보고자 하였다[6].

학생들이 코드블록을 가지고 코딩을 하면서 3D 모델링을 하는 과정에서 컴퓨팅 사고력 프레임워크의 세부 요소에 노출될 수 있는지 분석하였다. 또한 코드블록을 3D 프린팅 및 모델링 소프트웨어교육에 도입한 수업을 초등예비교사들에게 적용하여 학습자들의 인식과 반응을 조사하였다. 이를 바탕으로 초등예비교사를 대상으로 한 수업에서 3D 프린팅에 코딩을 접목하는 방법에 대한 교육적 시사점을 도출하고자 하였다.

본 연구에서 탐색하고자 하는 연구 문제는 다음과 같다.

1. 킨커카드 코드블록(CodeBlocks)은 컴퓨팅 사고력 프레임워크의 세부요소에서 어떤 요소들을 포함하고 있는가?

2. 코드블록을 도입한 3D 모델링 수업에서 초등예비교사들은 컴퓨팅 사고력에 대해 무엇을 지각하는가?

2. 이론적 배경

2.1 컴퓨팅 사고력 프레임워크

컴퓨터 과학자인 Wing은 컴퓨팅 사고력을 컴퓨터 과학자와 같이 사고하는 것 또는 컴퓨팅 솔루션을 수용하기 위해 문제를 구성하는 과정에서의 정신적 활동이라고 하였다[19]. 다소 추상적인 개념인 컴퓨팅 사고력을 잘 교육하고 평가하기 위해서 Brennan과 Resnick이 고안하여 널리 활용되고 있는 도구는 컴퓨팅 사고력 프레임워크이다[2]. 이 프레임워크는 3개의 차원 즉, 컴퓨팅 개념(순차, 반복, 병행, 이벤트, 조건, 연산자, 변수), 컴퓨팅 수행(단계적 수행, 테스트/디버깅, 재사용/리믹싱, 추상화/모듈화), 컴퓨팅 관점(표현하기, 연계하기, 질문하기)으로 구성된다. 본 연구에서는 킨커카드 코드블록을 3D 모델링 수업에 도입하고자 할 때 코드블록이 컴퓨팅 사고력 프레임워크의 세부요소들 중 어떤 요소들을 포함하고 있는지 분석하였다.

2.2 선행 연구 분석

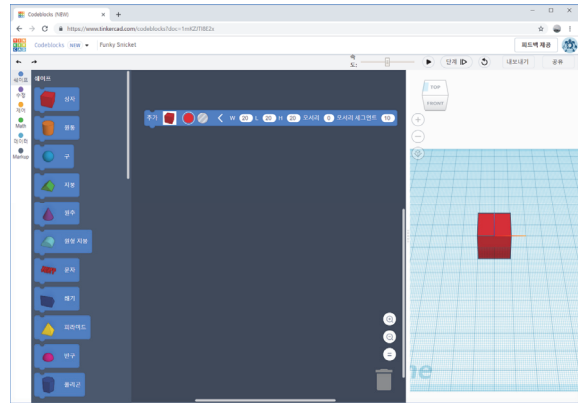
최근 3D 프린터에 대한 접근성 및 메이커 교육에 대한 관심의 증가로 3D 프린터를 수업에 활용하는 연구들이 활발히 진행되고 있다. 최형신(2015)은 초등교육에 적합한 3D 모델링 소프트웨어를 선정하기 위해 대표적인 다섯 가지 소프트웨어를 분석하여 학습 난이도가 낮은 킨커카드가 초보 3D 모델링 학습자에게 적합한 것으로 보고하였다[4]. 구덕희(2018)는 CAD SW를 이용한 3D 프린팅 초등 교육 프로그램 개발을 위해 5단계(동기 유발, 시연하기, 따라하기, 응용하기, 발표하기)로 구성된 동시파용발 교수-학습 모형을 구성하였는데 이를 통해 기존에 학생들이 어려워했던 점을 보완할 수 있을 것으로 보았다[7]. 김충식 외(2018)는 초등학생들을 위해 스토리텔링을 기반으로 킨커카드를 활용한 3D 모델링 학습 프로그램을 설계 및 적용한 결과 긍정적인 학습자 반응을 보고하였다[5]. 이영찬 외(2015)는 스케치

업 소프트웨어를 활용하여 초등대상 발명교육을 위한 수업을 설계하여 적용한 결과 일반적 수업에 비해 창의성 향상에 효과적임을 밝힌바 있다[9]. 신수범 외(2013)는 스케치업 소프트웨어를 이용하여 초등 도형학습의 효과를 분석한 결과 공간 시각화 능력과 공간 방향 능력 분야에서 유의미한 효과를 보고하였다[14]. 또한 이상구 외(2015)는 수학과 예술의 융합인재교육을 위해 3D 프린팅 STEAM 교육사례를 소개하면서, 3D 프린팅 수업이 수학적 개념을 시각화하고 체험하면서 수학의 심미성 및 수학과 예술의 관계를 지각하는 교육 모델임을 보고하였다[8].

이상의 3D 모델링 수업 관련 선행연구들은 3D 모델링 및 프린팅 기능의 학습이나 수학 및 예술등에 국한되어 적용되고 있음을 알 수 있다. 더욱이 컴퓨팅 사고력을 증진할 수 있는 코딩 수업과의 연계는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 3D 모델링 및 프린팅 수업에 코드블록을 통한 블록형 프로그래밍을 도입하여 학생들이 3D 모델링 소프트웨어의 사용을 통한 모델링 뿐만 아니라 블록 코딩을 통한 모델링을 경험하게 한 후 컴퓨팅 사고력 관련한 학습자의 반응 및 인식을 살펴보았다.

3. 코드블록 활용 3D 모델링

코드블록(CodeBlocks)은 클라우드 기반 3D 모델링 소프트웨어인 틱커캐드(TinkerCAD)(<https://www.tinkercad.com>)에 시각적 코딩을 통해 모델링을 할 수 있도록 새롭게 추가된 개발 환경이다[17]. 개발 환경은 세 영역으로 나뉘어져 있는데 왼쪽 부분은 사용할 수 있는 코드 블록 영역, 중앙은 필요한 코드를 조립하는 프로그래밍 영역, 오른쪽은 프로그래밍 결과로 확인할 수 있는 모델링 결과 영역이다(Fig. 1) 참고). 결과 화면 상단에는 코드 블록 전체를 3단계 중 원하는 속도로 수행할 수 있고, 각각의 코드 블록을 한 단계씩 수행시켜 결과를 확인해 볼 수도 있다.



(Fig. 1) TinkerCAD codeblocks environment

기존 틱커캐드 환경에서 웨이프들을 활용하여 모델링을 하는 것에 비해 코드블록 환경에서는 각 웨이프를 만들기 위한 코드들이 제공되고 사용자가 코드를 드래그 앤 드랍하여 가져오고 속성값(길이, 넓이, 높이 등)을 입력하여 모델링한다. 코드의 수행을 통해 3D 모델을 생성한 뒤에 다양한 코드들을 가지고 변화를 줄 수 있다. 즉 모델의 회전, 이동, 축적, 복사, 색상 설정, 그룹 생성 등의 코드를 통해 해당 모델을 수정할 수 있다. 기존 틱커캐드에서 3D 모델을 수정할 때에 비해 코드블록 개발 환경에서는 프로그래밍을 통해 모델링 과정을 시뮬레이션하면서 반복하여 재생산할 수 있다.

4. 연구 방법

4.1 연구 대상

본 연구는 2019년 A교육대학교에서 ‘3D 프린팅 활용 소프트웨어교육’ 과목을 수강한 9명의 예비교사(남자 2명, 여자 7명)를 대상으로 파일럿 연구로 수행되었다. 과목 수강자들은 스크래치 및 앱인벤터 등과 같은 프로그래밍 과목 수강을 통해 컴퓨팅 사고력에 대한 기본 지식을 가지고 있었으며, 사전에 3D 모델링 및 프린팅 경험이 없는 학생들이었다.

4.2 자료 수집 및 분석

본 연구의 연구문제 1(틱커캐드 코드블록은 컴퓨팅 사고력 프레임워크의 세부요소에서 어떤 요소들을 포함하고 있는가?)을 위해서 3D 모델링과 프로그래밍을 결합할 수

있는 교육 방법인 코드블록 환경을 Brennan과 Resnick이 제안한 컴퓨팅 사고력 프레임워크(Computational Thinking Framework)의 3차원의 세부요소들에 기반하여 분석하였다[11].

또한 연구문제 2(코드블록을 도입한 3D 프린팅 수업에서 학습자들은 컴퓨팅 사고력에 대해 무엇을 지각하는가?)를 위해서 초등예비교사들이 3D 프린팅 및 모델링을 하면서 블록코드를 사용하여 프로그래밍으로 모델링하는 과정을 수업에 포함시켰다. 본 수업은 과일잇 대상으로 진행하였기 때문에 양적 접근보다는 질적 접근을 취하였고, 반구조화된 설문(semi-structured survey)을 사용하여 예비교사들이 수업 경험을 통해 지각한 내용을 분석 자료로 활용하였다. 설문에는 ‘TinkerCAD 코드블록을 수업에 활용할 경우 TinkerCAD로 3D 모델링하는 것에 비해 어떤 교육적 잠재력을 가지고 있다고 생각하나요?’, ‘TinkerCAD의 코드블록을 활용하여 컴퓨팅 사고력을 증진하기 위한 수업을 할 수 있다고 생각하나요? 그렇게 생각하는 이유는 무엇인가요?’ 등이 포함되었다.

5. 연구 결과

5.1 코드블록에 포함된 CT 세부요소

코드블록(Codeblocks) 개발 환경에서 학생들은 프로그래밍을 통해 모델을 자유롭게 변경할 수 있을 뿐 아니라 컴퓨팅 사고의 세부요소들[2]에 노출되는 것으로 파악되었다. 코드블록에서 제공하는 컴퓨팅 사고력 세부요소는 컴퓨팅 사고력 프레임워크의 3개 차원에 있는 다수의 세부요소를 포함하고 있는 것으로 분석되었다(<Table 1> 참고).

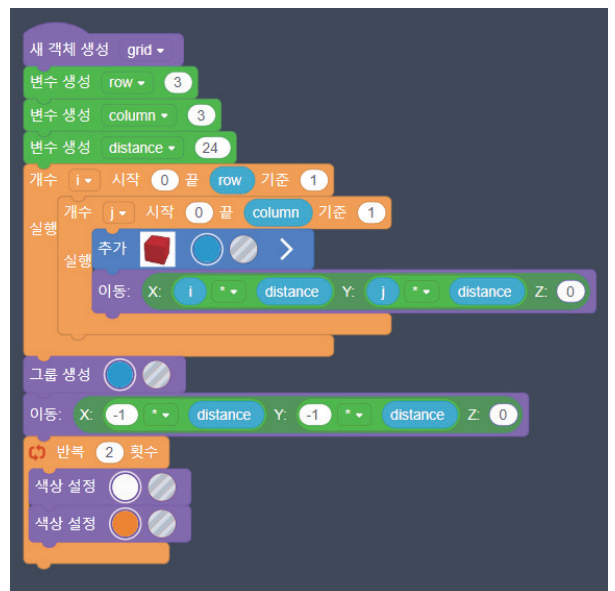
(1) 컴퓨팅 개념 차원

코드블록 환경에서는 블록 기반의 코드들을 드래그 앤 드랍하여 순차적으로 조립하는 방식으로 코딩한다. 반복문의 종류는 2가지로 제공되는데 스크래치[13]의 몇 회 반복하는 유형과 명령어 기반 언어에서 볼 수 있는 For 구문 형태의 반복문이 지원된다(Fig. 2) 참고.

<Table 1> Analyzing Codeblocks’ CT relevance

CT Dimension	CT Elements	Apply
Computational Concepts	Sequence	✓
	Loops	✓
	Parallelism	
	Events	
	Conditional	
	Operators	✓
Computational Practices	Variables	✓
	Incremental/Iterative	✓
	Testing/Debugging	✓
	Reusing/Remixing	✓
Computational Perspectives	Abstracting/Modularizing	✓
	Expressing	✓
	Connecting	✓
	Questioning	✓

코드블록에서 병행의 개념은 반영되지 않는데 이는 모델을 완성하는 목적을 가지고 있기 때문에 동시에 처리하는 기능이 요구되지 않는다는 사실에 기인한 것으로 보인다. 조건문도 제공하고 있지 않는데 이것 또한 원하는 완성 모델에 대한 이미지를 가지고 있으므로 조건에 따라 다르게 표현하는 것이 크게 의미를 갖지 못한다고 할 수 있겠다.

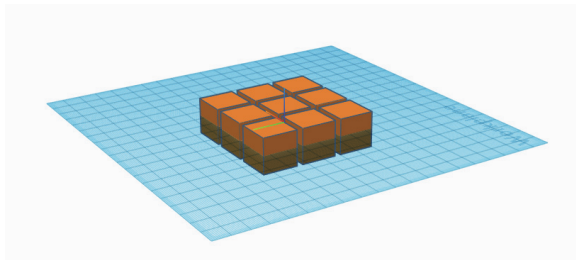


(Fig. 2) Control and Variable blocks

코드블록에서 변수를 정의하는 기능을 제공하는데 변수 사용은 반복문과 함께 모델링에 활용할 때 패턴이 있는 모델링을 반복적으로 생성할 수 있게 하는데 유용하다. (Fig. 3)은 행과 열 변수를 중첩된 반복 구조에서 활용하여 정육면체 9개를 일정 거리 패턴으로 모델링한 예를 보여준다. 이때 x, y, z의 좌표값을 반복문 속에서 산술 연산식에 의해 변경되도록 한다. 또한 제공되는 연산 기능은 난수 생성이나 간단한 함수(Function) 기능을 포함한다.

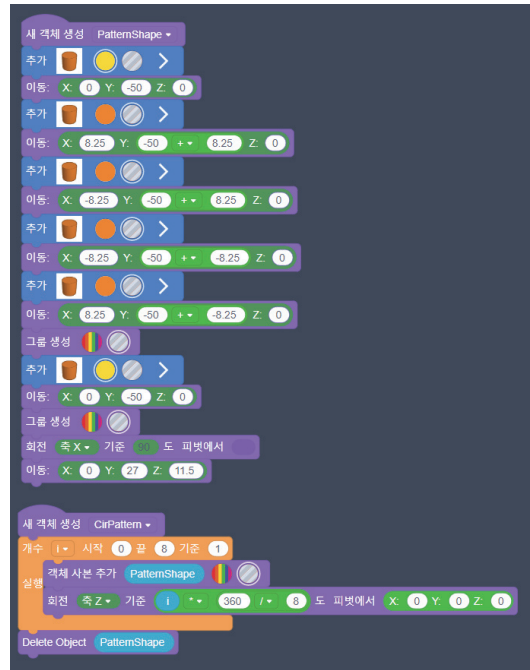
(2) 컴퓨팅 수행 차원

코드블록 환경에서는 코드를 단계적으로 구현하고 완성하고자 하는 모델이 정확하게 만들어지는지 지속적으로 테스트하고, 디버깅이 필요할 때는 각각의 코드 블록을 하나씩 단계별로 수행시켜봄으로써 오류가 발생하는 지점을 발견할 수 있다. 또한 코드블록 환경에서 공유되는 코드를 리믹싱하거나 자신의 이전 코딩을 재사용할 수 있는 환경이 마련되어 있다.



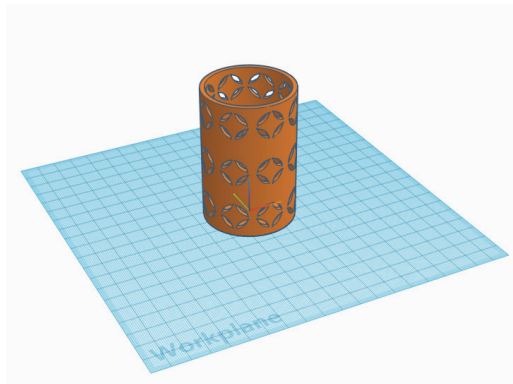
(Fig. 3) Modeling output using Control blocks

또한 코드블록에는 객체(Object)를 생성하는 블록을 제공함으로써 추상화 및 모듈화를 구현할 수 있도록 한다. (Fig. 4)에서 보듯이 하나의 모델을 구성하는 과정을 객체로 정의하고 이를 필요할 때 ‘객체 사본 추가’라는 블록으로 재사용이 가능하도록 한다. 이는 스크래치 3.0 프로그래밍 개발 환경에서 ‘나만의 블록’(my blocks)을 통해 추상화 및 모듈화 기능을 제공하고 있는 것과 유사하다고 볼 수 있다.



(Fig. 4) Object Creation blocks

더 나아가 프로그래밍을 통해 생성된 3D 모델은 하나의 부품(part)으로 등록할 수 있게 돼 있으며, 이 부품은 툰커카드 모델링 환경에서 하나의 독립된 셰이프(shape)로 재사용할 수 있다[12]. 스크래치와 같은 교육용 프로그래밍 개발 환경에서 추상화 및 모듈화의 개념을 배우는 것과 유사하지만 코드블록에서는 추상화 및 모듈화의 결과로 시각화된 객체를 구현할 수 있기 때문에 모듈화 개념이 보다 구체적으로 인식될 수 있다. 또한 이를 3D 프린터로 출력할 수 있어서 모듈화된 객체를 물리적으로 만져볼 수도 있을 것이다((Fig. 5) 참고).



(Fig. 5) Modeling output using object blocks

(3) 컴퓨팅 관점 차원

코드블록 환경에서 학생들은 컴퓨팅을 3D 모델링의 한 도구로 인식하고 스스로 표현(expressing)할 수 있다. 또한 코딩을 통해 만든 3D 모델은 부품 내보내기를 통해 일반 틸커캐드에서 공동 작업할 수 있도록 링크를 공유하고 연계(connecting) 및 협력하여 작업할 수 있다. 아울러 컴퓨팅을 사용해 3D 모델을 메이킹하며 스스로의 질문에 답을 탐색하는 과정(questioning)을 지원한다.

5.2 3D프린팅활용 소프트웨어교육 수업

본 연구에서 활용한 교육 프로그램은 <Table 2>에 간략히 제시되었다. 본 수업을 통해 3D 모델링을 하고 슬라이싱 소프트웨어를 활용하여 변환한 3D 모델을 직접 프린팅 해 보는 체험을 할 수 있도록 하였다. 이때 3D 프린팅에 앞서 3D 펜을 활용하여 수동으로 필라멘트를 녹여 적층하는 프린팅의 원리를 먼저 경험하도록 설계하였다. 또한 TinkerCAD 프로그램을 모델링 도구로 활용하였으며, 3D 프린터는 MakerBot Replicator Plus를 실습에 사용하였고 슬라이싱 소프트웨어는 MakerBot Print 소프트웨어를 활용하였다[10].

메이커 스페이스 실습실에 구비된 세 대의 3D 프린터를 활용하여 개별적으로 출력할 수 있도록 하고, 그룹 활동에서는 3명이 한 팀으로 팀당 한 대의 3D 프린터를 가지고 실습할 수 있도록 하였다. 3D 모델링과 프린팅에 익숙해진 상태에서 코드블록을 소개하고 프로그래밍을 통해 3D 모델링을 하고 이전 경험과 프로그래밍을 통한 모델링 경험의 차이를 느낄 수 있도록 하였다.

<Table 2> Course outline

Lesson	Content
Lesson 1	Introduction to 3D Printing
Lesson 2	Computational Thinking and Physical Computing
Lesson 3-4	Utilizing 3D Pens and Creative Activities
Lesson 5-7	3D Modeling with TinkerCAD, Slicing and 3D Printing(3D Cups, Key Chains, etc.)
Lesson 8	Exploring Thingiverse website[16] and Remixing 3D models
Lesson 9-10	3D modeling with Codeblocks
	- Codeblocks overview
	- Modeling with programming
Lesson 9-10	- Modeling a Tea Light Candle
	- Modeling one's own object
Lesson 9-10	- Printing 3D models
	Analyzing 3D Printing Lesson Plans and Creating one's own Lesson Plans
Lesson 11-12	
Lesson 13	Presentation and Reflections

5.3 학습자 반응 및 인식

반구조화된 설문을 통해 본 수업에 참여한 초등예비 교사들의 프로그래밍을 통한 3D 모델링 경험에 대한 반응을 조사하였다. 초등예비교사들은 틸커캐드 코드블록을 활용한 모델링이 일반 CAD 모델링에 비해 3D 프린팅에 대한 접근성을 제고하며, 모델 변형의 자유로움, 분석적 및 논리적 사고의 요구를 중요하게 생각했다.

학생a: ‘3D 프린팅에 대한 접근성을 많이 높여 줄 수 있다고 생각한다. 그냥 3D 모델링을 하는 것은 다소 조작이 어렵고 활용하기 힘들다. 그런데 코드블록을 활용하면 보다 쉽게 3D 프린팅을 학습하고 조작할 수 있을 것 같다. 그러면 학생들이 우선 쉽게 3D 프린팅에 쉽고 편하게 접근할 수 있다고 생각한다.’

학생b: ‘코드블록 모드를 사용할 때 만드는 방법의 코드만 알고 있다면 언제든지 다시 만들 수 있고 모양을 쉽게 변형할 수 있다.’

학생c: ‘TinkerCAD 3D 모델링이 상대적으로 직관적인데 비해, TinkerCAD 코드블록이 코드를 사용하기 때문에 보다 분석적이고 논리적으로 접근해야하기 때문에 학생들이 논리적 사고력을 기를 수 있다.’

또한 초등예비교사들은 키퍼카드 코드블록을 활용한 모델링의 문제 분해력, 순차, 배열 능력, 디버깅, 재사용성 등과의 관련성을 인식하였다.

학생d: ‘코드블록은 최종적으로 만들어야하는 구조에 대해 머릿속으로 상상해보고 그것을 부분으로 분해하는 과정이 필요하다. 이를 통해 컴퓨팅 사고력을 키울 수 있는 도구로 활용할 수 있다고 생각한다.’

학생e: ‘그냥 모델링하는 것은 CT적인 사고를 활용하지 않아도 눈에 보이는 형태를 마우스로 조절하고, 위치와 크기를 숫자로 입력함으로써 만들어낼 수 있지만, 코드블록을 활용하면 순차, 배열, 분해 등의 CT사고를 기를 수 있다. 이를 통해 컴퓨터가 인식하는 표현 원리를 배울 수 있다.’

학생f: ‘절차적 사고, 단계별로 생각할 수 있다. 그 과정 속에서 쥘 알고리즘을 다른 작품을 할 때도 생각할 수 있고, 틀린 것을 찾는 디버깅 과정을 할 수 있다.’

학생g: ‘코드블록을 사용하면 절차적 사고를 통해 3d물체를 단순한 모양으로부터 단계적으로 만드는 경험을 할 수 있다. 코드블록으로 모델링을 하면서 내가 만들고 싶은 복잡한 물체도 결국은 단순한 모양으로 이루어져 있다는 것을 알게 되고, 그것을 어떻게 단계적으로 결합해야 만들 수 있는지 사고하게 된다. 이는 컴퓨팅 사고력의 추상화와 순차, 반복, 선택과 관련된다.’

학생h: ‘TinkerCAD 코드블록을 통해 모델링하면 알고리즘에 따라 블록을 배치하여 반복, 순차, 선택 기능을 수행할 수 있다. 이 과정에서 학생은 창의적으로 필요한 것들을 구상하고 모델링하여 출력하는 문제해결자가 된다. 문제를 분석하고 분해하고, 필요한 자료를 분석하고 재구성하며 컴퓨팅 사고력을 증진할 수 있다.’

일부 수업 참여자는 코드블록을 다소 어렵게 느끼거나 코드블록을 수업에 도입하기 전에 학생들이 사전에 스크래치나 엔트리와 같은 블록 기반 코딩 선수지식이 필요하다고 생각하는 것으로 나타났다.

학생i: ‘코드블록은 회전이나 반복 요소가 있는 모형을 설계할 때 장점이 있다고 생각한다. 하지만 세밀한 부분을 설계할 때는 학생들 수준에서 코딩을 통해 모델링 하는 것이 어려울 것 같다.’

학생j: ‘스크래치나 엔트리의 블록요소에 공간 감각적인 요소들(수치에 대한 감각)이 필요해서 어렵게 느껴지므로, 자칫하면 학생들이 이해하고 따라오는 것이 아니라, 이해하지 못한 채 교사의 블록대로 따라 놓고 수치를 입력하기만 할 수도 있을 것 같다.’

학생k: ‘TinkerCAD의 코드블록 프로그램 사용은 엔트리나 스크래치를 사용하는 것보다 어려워 프로그래밍에 대한 기초적 지식이 없다면 사용하기가 어렵다.’

학생l: ‘스크래치나 엔트리는 UI가 친근하고 캐릭터를 많이 사용해서 아이들이 더 쉽게 다가갈 수 있는 반면, 키퍼카드는 상대적으로 목적을 위한 기능만 들어 있어서 코드조작 단계에서의 흥미가 떨어질 수 있다.’

6. 결론 및 제언

Seymour Papert가 주창한 Learning by Making, Thinking with Programming[11]을 효과적으로 담고 있는 교육 방법이 피지컬 컴퓨팅 교육이라고 할 수 있다. 본 연구는 피지컬 컴퓨팅 교육에 3D 프린팅 교육을 접목하는 과정에서 모델링 과정을 프로그래밍으로 구현할 수 있는 수업 방안에 관심을 가지고 코드블록이 제공하는 컴퓨팅 사고력 세부요소를 분석하였다. 또한 코드블록을 활용한 모델링수업에서 초등예비교사들을 위한 소프트웨어교육 시사점을 도출하고자 하였다.

코드블록을 분석한 결과를 종합하면 코드블록은 스크래치나 엔트리와 같은 블록 기반의 개발 환경을 제공하여 블록기반 프로그래밍에 익숙한 학습자들에게는 보다

쉽게 3D 모델링에 접근할 수 있는 가능성을 열어준다. 컴퓨팅 사고력 프레임워크에 기반하여 분석해 보았을 때 순차 프로세싱, 반복 프로세싱, 연산자의 활용, 변수 정의 및 활용과 같은 주요 개념을 습득할 수 있으며, 수행 측면에서 단계적 수행, 테스트·디버깅, 재사용·리믹싱, 추상화·모듈화를 실행할 수 있다. 또한 관점 측면에서 표현하기, 연계하기, 질문하기와 관련된 관점의 형성을 지원하고 있다.

스크래치와 엔트리가 범용 콘텐츠 개발 환경인 점을 생각하면 3D 모델을 제작하는 특수 목적을 가지는 코드블록을 이들 언어들과 단순 비교하는 것은 의미가 없지만 3D 모델링과정에서 컴퓨팅 사고력을 길러 줄 수 있는 잠재력을 가지고 있다고 볼 수 있다. 또한 복잡한 3D 모델을 하나의 문제로 상징하고 그 문제를 세부 문제로 분해하여 사고하고 전체를 부분들의 합으로 사고하는 역량을 길러 줄 수 있으며, 코드를 디버깅하는 과정과 시뮬레이션하는 과정에서 오류를 시각적으로 발견하는 경험을 하게하는 특징도 가지고 있다.

또한 코드블록을 사용한 수업에서 수집한 예비교사들의 인식 및 반응을 종합하면 첫째, 코드블록이 3D 모델을 제작하는데 접근성을 제고하고, 모델 변형의 자유로움을 주며, 논리적 및 분석적 사고가 요구된다고 인식하였다. 둘째, 코드블록이 제공하는 기능들이 컴퓨팅 사고력에 기본이 되는 순차, 반복, 변수, 연산자 등에 학습자를 노출시키고 디버깅, 문제 분해, 추상화 및 모듈화 역량을 다루는 것과 관련이 깊다고 생각하는 것으로 나타났다. 끝으로 수업 참여자들은 세밀한 부분의 표현에서는 학생들의 코딩 실력이 다소 부족할 것으로 인식하였고, 스크래치나 엔트리를 대체하는 언어라기보다는 3D 모델링 목적을 위한 언어로서 기능을 할 것으로 인식하였다.

본 연구에서 설계하고 적용한 수업 결과를 기반으로 향후 3D 모델링의 난이도에 따라 코드블록의 활용 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 본 연구가 초등예비교사를 대상으로 진행되었던 만큼 초등학생 대상의 연구도 수행하여 초등학교에서의 도입 적절성도 확인되어야 할 것이다. 더 나아가 생성적 아트(generative art)[18]와 같이 프로그래밍을 통해 표현할 수 있는 다양한 방법과 프로그래밍을 통해서 더 잘 표현할 수 있는 컴퓨터이셔널 디자인 교육은 기존 CAD프로그램으로 할 수 없었던 새로운 형태의 디자인 가능성을 열어줄

것으로 사료된다. 본 연구는 예비교사교육 현장에서 코드블록을 3D 프린팅 수업에 도입하여 컴퓨팅 사고력과 연계하는 수업 사례로서 시사점을 제공한다.

참고 문헌

- [1] Bae, S. (2014) Effect of 3D Pen Aided Activity-Centered Education Program on Creativity and Emotional Intelligence of Elementary School Students. *Journal of The Korean Association of Practical Arts Education*, 27(4), 303-324.
- [2] Brennan, K., & Resnick, M.(2012). New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking. Proceedings of the Annual American Educational Research Association(AERA) meeting, Vancouver, BC, Canada.
- [3] Choi, H., Lee, S., Lee, J., & Woo, C. (2016) Opportunities and Challenges Perceived by Teachers from Physical Computing Education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 20(3), 235-242.
- [4] Choi, H., & Yu, M. (2015) A Study on Educational Utilization of 3D Printing : Creative Design Model-based Class. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 19(5), 167-174.
- [5] Kim, C., & Park, J. (2018) Storytelling based 3D Modeling Class Case. *The Korean Association of Information Education Research Journal*, 9(1), 143-148.
- [6] Kim, Y. & et. al. (2017) Development of Lesson Models for Utilizing 3D Printers in School. *KERIS Report CR 2017-5*.
- [7] Koo, D. (2018) The Development of 3D Printing Primary Education Program Using CAD SW. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 22(5), 557-564.
- [8] Lee, S., Lee, J., Park, K., Lee, J., & Ahn, S. (2015)

Mathematics, Art and 3D-Printing in STEAM Education. *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E*, 29(1), 35-49.

- [9] Lee, Y., & Kim, H. (2015) The Effects of an Invention Education Program Using 3D Design and 3D Printers on Elementary School Students' Creativity. *The Journal of Practical Arts Education Research*, 21(3), 39-54.
- [10] Makerbot website. <http://makerbot.com>
- [11] Martinez, S. L., & Stager, G. (2015). *Invent to Learn: Making Tinkering and Engineering in the Classroom*. Torrance, CA: Constructing Modern Knowledge Press.
- [12] Morrill, R. (2018). Code your 3D designs with Tinkercad's new Codeblocks app. Retrieved on May 8th, 2019 from <https://ultimaker.com/en/blog/52739-code-your-3d-designs-with-tinkercads-new-codeblocks-app>
- [13] Scratch website. <http://scratch.mit.edu>
- [14] Shin, S., & Kim, J. (2018) The Effectiveness of the Figure Learning using 3D Graphics Software. *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, 18(1), 185-192.
- [15] So, H-J., Lee, J-H., & Kye, B. (2017). An Exploratory Study about the Activity Framework for 3D Printing in Education and Implementation. *Journal of The Korean Association of Information Education*. 21(4). 451-462.
- [16] Thingiverse website. <https://www.thingiverse.com>
- [17] TinkerCAD codeblocks website. <https://www.tinkercad.com/learn/codeblocks>
- [18] Wikipedia(2019) Generative art. Retrieved on May 8th, 2019 from https://en.wikipedia.org/wiki/Generative_art
- [19] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 19(3), 33-35.

저자소개



최형신

1988 이화여자대학교(전자계산학 학사)
 1993 (미)New Jersey Institute of Technology (컴퓨터정보과학 석사)
 2007 이화여자대학교(교육공학 박사)
 2009-현재, 춘천교육대학교 컴퓨터교육과 교수
 관심분야 : 교육용 프로그래밍, 컴퓨팅 사고력, 피지컬 컴퓨팅, 뉴미디어기반학습
 E-mail : hschoi@cnu.ac.kr