Journal of The Korean Association of Information Education Vol. 23, No. 6, December 2019, pp. 529-542

체계적 문헌고찰을 통한 메이커 교육 관련 연구 분석

전유현 · 송의성

부산교육대학교 창의IT융합교육과

요약

4차 산업혁명의 도래로 사회가 요구하는 인재상이 변함에 따라 메이커 교육이 새로운 패러다임으로 대두되고 있으며 관련 연구 또한 증가하고 있다. 본 연구에서는 메이커 교육 관련 논문 65편을 대상으로 체계적 문헌고찰을 진행하였다. 메이커 교육을 학교 교육 현장에 적용하기 위해 고려할 요소를 중점적으로 분석하였으며 이를 통해 메이커 교육 연구가 나아가야 할 방향을 제시하고자 하였다. 분석 결과 메이커 교육 프로그램 개발 관련 논문의 1.4%만이 정규 교과 수업에서 활용 가능한 프로그램을 다루고 있는 것으로 나타났다. 또한, 활용한 메이커 교구의 대부분이 사전학습과 컴퓨터 시설을 필요로 하였다. 대부분의 프로그램이 2개 이상의 교과가 융합된 형태로 설계되었으며, 다수의 프로그램이 협동과 공유의 시간을 갖는 것으로 나타났다. 이러한 문헌고찰 결과를 바탕으로 향후 메이커 교육 연구에서는 교육 프로그램의 정규 교과과정 내 적용 방안, 학교급 별 권장 교구 및 사전 도구 교육, 학교 내 메이커스페이스의 구축, 메이커 산출물 공유 방안, 교사 연수 등에 대한 연구가 필요하다는 시사점을 제시하였다.

키워드 : 메이커 교육, 메이커 교육 연구현황, 메이커 교육 프로그램, 메이커 교육모형, 메이커 도구

Analysis of Studies about Maker Education Based on Systematic Review

YooHyeon Jeo · UiSung Song

Dept. of IT Convergence Education, Busan National University of Education

ABSTRACT

Adverting of the 4th Industrial Revolution, maker education is emerged as a new paradigm and related studies keep increasing, As ideal human resources model has been changed. For this study, 65 theses on maker education were reviewed. The study has mainly analyzed the key factors for applying maker education in school. Though this study, it hopes to propose how further maker education studies should be developed. From the theses, 1.4 percent of the maker education program is actually usable in regular school class. For utilizing this education, it requires prior training and needs computer facilities. Most programs were designed as fusion form in more than two subject and included cooperative activities and sharing time. Further studies should be conducted on the application of education programs of within regular classes of school, recommended tools based on the school levels and prior training for tools, established the Makerspace in schools, shared student's output, evaluated students, and teacher training.

Keywords: Maker, Maker Education, Current Status of Maker Education Studies, Maker Education Program, Maker Education Instructional Model, Maker Tools

교신저자: 전유현(부산교육대학교)

논문투고: 2019-10-31 논문심사: 2019-11-13 심사완료: 2019-11-26

1. 서론

1.1 연구의 필요성과 목적

4차 산업혁명 시대로 사회가 변화함에 따라 사회가 요구하는 인재상과 핵심 역량 역시 변화하였으며 교육 또한 21세기의 핵심 역량을 갖춘 인재를 양성하기 위한 패러다임으로의 전환이 요구되고 있다. 이에 대한 하의 방안이 '메이커 교육(Maker education)'이다.

메이커 교육은 필요한 물건을 만들기 위해 학습자가 활동에 자발적으로 참여하고, 그 과정과 결과를 공유하 며 이를 위해 다른 학습자들과 유기적으로 소통하는 형 태의 교육이다[19].

학습자는 문제 인식 및 해결, 공유 및 협업, 결과물 분석 및 개선 등의 과정을 통해 자기주도성, 창의력, 비 판적 사고력, 판단력, 소통, 협업능력을 기를 수 있으며, 이는 2015 개정 교육과정이 추구하는 인간상(자주적인 사람, 창의적인 사람, 교양 있는 사람, 더불어 사는 사 람)과도 부합한다[28].

이러한 메이커 교육의 특성을 바탕으로, 주요 시도 교육청들은 메이커 교육의 활성화를 위해 꾸준히 관련 예산을 확대하고 있으며 교육 공간인 메이커 스페이스를 확대하고자 노력하고 있다.

메이커 교육은 기존의 교육 프로그램과 달리 교구에 관한 교육, 메이커 스페이스의 구축 등의 사전 준비가 요구되는 교육[30]으로 학생들에게 교육을 적용하기 위한 초기 진입장벽이 높아, 메이커 교육의 효과적인 정착을 위해서는 보다 다양한 방면에서의 연구와 가이드라인이 요구된다.

현재 학계에서 메이커 교육과 관련된 연구가 활발히 이루어지고 있으나, 연구가 현황 분석 및 방향성 제시, 교육 프로그램 개발과 같은 특정 영역에 편중되어 있다.

또한, 국내 메이커 교육 연구에 관한 문헌을 고찰한 논문[17][23]이 출판된 바가 있으나, K-12를 대상으로 한 교육 프로그램의 학교급 별 교육과정 내 활용 분야, 핵심역량, 기반 모형, 교구 교육 및 메이커스페이스 구축의 필요성 등 메이커 교육을 교육과정 내에 적용하기 위해 필요한 실제적 요소들에 대한 구체적인 연구는 부족하였다.

따라서 기존 메이커 교육 연구 분석을 통해 연구현황 과 문제점을 파악하고, 메이커 교육의 성공적 정착을 위 한 발전적 방향을 모색하는 것이 필요하다.

본 연구는 2019년 10월까지 국내에서 발간된 학술지를 대상으로 체계적 문헌고찰 연구 방법을 수행하여 메이커 교육의 연구 현황과 개발 된 교육 프로그램을 보다구체적이고 다양한 기준에서 체계적으로 분석하고, 메이커 교육이 교육과정 내에 안정적으로 정착할 수 있도록 메이커 교육이 나아가야 할 방향을 제시하고자 하였다.

본 연구에서 구체적으로 분석하고자 하는 요소는 다음과 같다.

첫째, 현재 메이커 교육의 연구현황 및 연구 분야 둘째, 메이커 교육 프로그램의 대상 학교급과 활용 영역

셋째, 메이커 교육 프로그램의 활용 교구 및 제반 시설 필요성

넷째, 메이커 교육 프로그램의 활용 교과 다섯째, 메이커 교육 프로그램의 개발 기반 모형 여섯째, 메이커 교육 프로그램의 핵심 역량 일곱째, 메이커 교육 프로그램의 협업 및 소통 요소

1.2 해외 동향 및 선행 연구 분석

1.2.1 메이커 교육 해외 동향

메이커 교육은 DIY(Do It Yourself) 운동에서 영향을 받아 확산되고 있는 메이커 운동에서 파생되었다[18]. 메이커 운동(Maker Movement)이란, 사람들이 창의적 으로 만들기를 실천하고 경험과 지식을 공유하고 나누 려는 경향을 말한다[10].

매해 거듭되는 메이커 페어와 박물관, 도서관 등의 메이커 프로그램을 통해 만들기 활동에 대한 교육적인 가치를 발견하게 되었다. 또한, 메이커 운동의 가치가 기존의 교육 이론과도 많은 부분에서 부합한다는 것을 인정받게 되었으며 이를 토대로 메이커 교육에 대한 연구가 시작 되었다[31].

메이커 교육의 학습 요소는 연구자마다 용어의 차이는 있나, 흥미와 호기심을 토대로 아이디어를 생성하고 협력적·자율적으로 구체적 산출물을 제작하며 그 과정과 결과물을 공유하여 또 다른 도전으로 나아간다는 공통점을 가지고 있다[26].

미국의 경우 2014년 오바마 정부가 백악관에서 개최 한 메이커 페어를 통해 메이커 교육의 중요성과 효과성 를 공식적으로 언급하였으며, 교육부가 민간 업계와 파 트너십을 맺어 교육기관의 메이커 교육 관련 시설을 현 대화하고 장비 및 기술 지원을 받는 도전과제를 수행하 기도 하는 등 전국 학교 현장에 대한 메이커 교육의 확 산을 위해 노력하고 있다[29].

싱가폴의 경우 메이커 교육을 교육과정 내에 통합해 나가고 있으며 이를 통해 학생들이 개인적 • 사회적으로 의미 있는 프로젝트를 설계하고 건설하도록 권장하고 있 다. 이와 관련하여 초등학교 내에 메이커 교육 요소가 포 함된 응용학습프로그램(Applied Learing Program, ALP) 을 운영하고 있으며 2023년까지 모든 초등학교에 APL 프로그램을 개발하고 운영하도록 장려하고 있다[22].

영국의 경우 21세기 디지털 역량 함양과 통합 교육 성취 목표 달성을 위해 디자인 및 기술 과목 형태의 메 이커 교육을 국가적인 차원에서 시행하고 있다. 2012-13년에는 초 · 중등 정규 교육과정 내의 STEM 교 육을 강화하고, 학생들의 아이디어 구현을 위해 3D 프 린터를 활용하는 프로젝트를 시작하였으며, 도서관과 연 계한 메이커 스페이스 프로그램을 통한 체험학습 프로 그램을 운영하고 있다[7][11].

1.2.2 선행 연구 분석

국내에서도 메이커 교육 관련 연구가 점차 증가하는 추세이며, 메이커 교육의 현황 및 방향성 제시, 메이커 교육의 효과성, 역량 등 다양한 분야에서의 연구가 이루 어지고 있다.

강인애, 윤혜진(2017)은 문헌연구를 통해 메이커 교육 평가들을 위한 탐색을 진행하였으며 인지적, 체험적, 감 성적, 사회적, 실천적의 5ONs를 구성요소로하는 평가틀 을 개발하였다[12].

이재호, 장준형(2017)은 메이킹 교육의 뚜렷한 지향점 을 제안하기 위하여 SW 코딩 기반 메이킹 역량 척도를 개발하였으며 해당 역량 척도는 분석적 사고능력, 독창 성, 문제 발견 능력 등 총 36개의 메이킹 역량 요소로 이루어져 있다[14].

전우천(2018)은 메이커 교육을 위한 교구의 선택기준 에 대한 개발 연구를 진행하였으며 이를 통해 안전성, 주제호환성, 다목적성, 조작의 용이성, 경제성, 보편적 설계, 내구성, 보안성 총 8분야에 대한 18개 선택기준을 개발하였다[30].

김샛별(2019)의 경우 메이커 교육 관련 연구를 연구 대상과 내용(분야), 연구 방법별로 분류하여 연도별로 출판된 논문의 수를 정리하였으며[23], 김지윤, 이태욱 (2019)의 경우 연구 대상, 적용 분야, 교육 방법, 연구유 형을 분류하여 출판된 논문 수를 정리하였다[17].

이러한 메이커 교육 프로그램의 효과성, 평가틀, 역량 모델 등의 연구에도 불구하고 박태정, 차현진(2019)의 연구에 따르면 교사들은 HW의 가격 및 현장설치 방안, 메이커 교육의 공교육 적용 가능성 및 사례 등 메이커 교육을 현장에 적용하기 위한 방안에 대해 의문을 갖고 고민하고 있으며, 메이커 교육의 현장 적용을 위해 인프 라 및 시설과 교수·학습 자원, 교사의 관심과 참여, 교사 의 전문성을 중요하게 생각한다는 것으로 드러났다[27].

이를 통해 다양한 분야에서의 메이커 교육 관련 연구 가 진행되었음에도 교사들은 여전히 메이커 교육의 현장 적용에 어려움을 느끼고 있으며, 메이커 교육의 현장 적 용에 대한 가이드라인을 필요로 하고 있음을 알 수 있다.

본 연구에서는 메이커 교육을 학교 교육 현장에 적용 하기 위해 고려해야 할 요소를 중심으로 분석 기준을 선정하였다. 해당 기준에 근거해 메이커 교육 관련 연구 의 현황을 구체적으로 분석하여 앞으로의 메이커 교육 연구 방향과 메이커 교육의 현장 적용과 관련한 시사점 을 제시하고자 한다.

1.3 이론적 배경

1.3.1 메이커 스페이스

메이커 스페이스는 메이커 활동에 필요한 정보를 탐 색하고, 다양한 재료와 디지털 제작 장비 등의 도구를 이용해 아이디어를 실현 시킬 수 있도록 하는 공간으로 [3] 메이커 교육은 메이커 스페이스에서 수행되었을 때 더욱 효과적이다[8].

1.3.2 메이커 도구

메이커 도구는 메이커 활동을 위해 필요한 도구들로 전통적 도구(재봉틀, 글루건, 톱, 스크류 드라이버, 칼 등), 제작 장비(3D 프린터, 레이저 절단기, CNC 밀링머 신 등), 코딩(노트북, 컴퓨터, 소프트웨어(엔트리, 스크래

치), 하드웨어(아두이노, 메이키메이키 등)으로 구분할 수 있다[13].

메이커 교육 프로그램 개발 연구에서 많이 사용 되는 도구인 아두이노, 엔트리, 3D프린터의 특성은 다음과 같다.

가. 아두이노

아두이노는 오픈소스 하드웨어로서 통합 개발 환경을 제공한다. 아두이노는 다양한 스위치나 센서로부터 값을 받아들여, 다양한 형태의 출력 장치를 제어할 수 있다[25]. 2000년 대 초 이탈리아 Ivrea의 Interaction Design Institute에서 마이크로 컨트롤러 프로그래밍에 경험이 없었던 학생들이 직접 작품을 설계하고, 프로토타입을 제작할 수 있도록 고안된 것으로 IoT 제품 개발뿐만 아니라 STEAM교육을 위한 도구로도 널리 활용되고 있다[1].

나. 엔트리

엔트리교육연구소에서 개발한 소프트웨어교육 플랫폼으로 블럭형 프로그래밍 언어를 사용한 쉬운 인터페이스로 구성되어 있다. 주어진 과제 및 문제의 해결과컴퓨터적 사고를 보다 직관적으로 수행할 수 있으며 다양한 한글로 된 교육자료 및 엔트리 프로그램의 공유가가능하다. 학생들은 엔트리를 통해 스토리, 게임, 애니메이션 등을 다양하게 제작할 수 있으며 제작된 프로그램의 공유 및 재사용 등을 통해 수정, 재창조, 확장 등을쉽게 할 수 있다[21].

다. 3D프린터

3D프린터는 입체적으로 모델링 된 설계도를 바탕으로 3차원 입체 모형을 만들어내는 기기로 오늘날에는 비전문가도 입문이 가능한 형태의 보급형 제품들이 나오고 있다[9].

라. Kitchenham(2004)의 체계적 문헌 고찰

대부분의 연구는 문헌의 고찰로 시작한다. 그러나 문헌 고찰의 과정이 철저하고 공정하지 않으면 과학적 가치가 없다. 체계적인 문헌 고찰은 체계적인 프로토콜에따라 연구가 공정하게 이루어질 수 있도록 한다[20].

체계적 문헌 고찰은 특정 연구 문제 또는 주제 영역 또는 관심 현상에 관련된 모든 이용 가능한 연구를 식별, 해석하는 수단이며, 기존의 연구 요약, 기존 연구 분석, 새로운 연구 활동을 위한 방향성 제시를 목적으로 한다.

Kitchenham(2004)이 제시한 체계적 문헌고찰 단계는 <table1>과 같다.

Process of Systematic Review

stage	process		
stage 1: • Identification of the need for a review			
Planning	• Development of a review protocol.		
	Identification of research		
atama D	Selection of primary studies		
stage 2:	Study quality assessment		
Conducting	Data extraction & monitoring		
	Data synthesis		
stage 3:	Structure for systematic review		
Reporting	• Peer Review		

1.4 연구 방법

1.4.1 연구 방법

본 연구는 '메이커 교육'을 검색 키워드로 RISS, e-article, KISS 총 세 가지 사이트에서 논문을 검색하고, 본 연구에서는 Kitchenham(2004)의 체계적 문헌 고찰 과정에 따라 Benitti(2012), 김철(2013)이 사용하였던 방법을 활용하여 연구를 진행하였다. 이 방법은 계획 단계(planning)에서 메이커 교육의 체계적 문헌고찰 필요성을 인식하고 문헌의 검색 및 추출을 위한 규칙과 약속을 개발한다. 실행단계(conducting)에서는 개발한 규칙과 약속을 기반으로 문헌 검색을 하고 그 결과를 바탕으로 문헌의 질을 평가한다. 마지막 보고단계(reporting)에서는 문헌을 고찰하고 연구문제에 대해 분석 활동을 하고 도출된 결과를 보고한다[2][6].

본 연구에서도 연구 목적에 맞추어 설정한 검색 조건을 이용하여 논문들을 검색하였고, 검색된 논문들 중 원문 확인이 가능한 논문들에 단계적 필터링을 수행하여 최종적으로 선정된 논문들을 분석하였다. 연구현황, 연구 분야에 대해 조사한 후 특히 교수학습 프로그램과 관련 된 논문을 세분화하여 대상 학교급, 활용 영역, 활용 교구 및 제반 시설 필요성, 활용 교과, 프로그램 개발의 기반 모형, 핵심 역량, 프로그램 내 협업 및 소통요소에 대한 문헌 연구 분석을 수행하였다.

1.4.2 연구 대상

체계적 문헌고찰 연구에는 2019년 2월부터 2019년 10월까지 9개월이 소요 되었다. 이 과정에서 연구자 이외에 1인의 컴퓨터 교육전공 박사를 제 2분석자로 두었다. 본 연구자는 교육경력이 5년 이상이며 영재교육원과 메이커 연구회 운영에 대한 경력을 가지고 있다.

연구진은 RISS 검색엔진을 통해 메이커 교육 관련 논문 20편을 우선적으로 분석하여 문헌 검색을 위한 키 워드, 문헌 추출을 위한 규칙과 약속의 우선순위, 분석 기준과 방법, 범위 등을 충분히 논의하였다.

추출의 대상이 된 문헌은 2019년 10월까지 발표된 모든 국내 학술지로 RISS, e-article, KISS 세 개의 검색엔진을 활용하였다. '메이커 교육'을 검색 키워드로

입력하였으며 검색된 문헌은 김철(2013)의 로봇활용교육의 체계적 문헌고찰에 관한 김철(2013)의 연구를 참고하여 다음과 같은 조건에 따라 단계적으로 추출하였다.

1단계: 연구의 질 관리를 위해 등재지 또는 등재후보 지에 속한 논문만을 분석 대상으로 설정

2단계: e-article, KISS에서 검색된 논문 중 RISS와 중복되는 논문 및 RISS 논문 내에서 중복 논문은 제외

3단계: 메이커 교육과 관계없는 논문은 제외(교육 공간 으로서의 메이커스페이스 관련 논문의 경우 분석에 포함)

Result of studies extraction

	RISS	e-article	KISS	total
Search Results	199	44	66	309
Step1	129	41	37	207
Step2	112	6	5	123
Step3	62	2	1	65
Final Results		65		

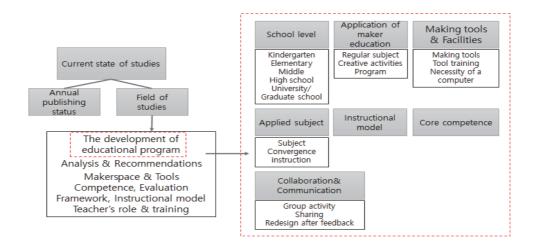
최초 검색 결과 RISS 199편, e-article 44편, KISS 66 편으로 총 309편이었다. 먼저 검색된 문헌별로 제목과 초록을 읽은 후 위의 3단계 조건에 따라 문헌을 분류하고 추출하였다. 초록을 기반으로 추출하기 어려운 경우에는 전체 문헌을 참고하였다. 추출 결과 총 65개의 논문을 분석 대상으로 선정하였다.

1.4.3 분석 기준

연도별 출판 논문 수와 연구 분야에 대해 조사한 후특히 교수학습 프로그램에 대한 논문을 세분화하여 대상 학교급, 활용 영역, 활용 교구 및 제반 시설 필요성, 활용 교과, 프로그램 개발의 기반 모형, 핵심 역량, 프로그램 내 협업 및 소통 요소에 대한 문헌 연구 분석을 수행하였다. 세부 내용은 (fig. 1)과 같다.

1.4.4 연구의 제한점

본 연구에서 분석한 문헌 내용에 대한 해석 및 논의



(fig. 1) Structure for Systematic Review

에는 다음과 같은 제한점이 있다.

첫째, 국내 대표적인 논문데이터베이스에서 메이커 교육 관련 키워드로 논문 검색을 하였으나 이를 통해 검색되지 않은 논문이 존재할 가능성이 있다.

둘째, 학술 논문지 등재 여부에 따라 논문의 질적 수 준을 일괄 평가하여 논문의 질적 수준에 대한 세밀한 통제가 이루어지지 않았다.

2. 본론

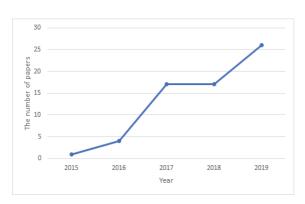
2.1 연구현황 분석

2.1.1 연구현황

메이커 교육에 관한 연구현황을 분석하기 위해 연도 별 논문 출판 편수와 연구 분야를 분석하였다

먼저 메이커 교육과 관련된 논문의 연도별 출판 편수는 (fig. 2)과 같다.

메이커 교육을 키워드로 검색한 결과 2015년도에 처음으로 메이커 교육 관련 논문[16]이 출판되었으며(1편), 해당 논문은 컴퓨터 교육의 디자인 사고 적용에 관한연구였다.



(fig. 2) The Number of Papers on a Yearly Basis

2017-2018년을 기점으로 관련 연구가 점차 활발히 진행되고 있음을 알 수 있으며, 2019년은 10월까지 출판된연구 논문 편수만을 보여주고 있으므로 앞으로 그 수는더욱 증가할 것으로 예상 된다.

Field of studies

A Field of Studies	# of Papers	Ratio (%)
Development of Educational Program	35	53.85
Analysis&Recommendations	13	20.00
Maker Space & Tools	8	12.31
Competence, Evaluation Framework, Instructional Model	6	9.23
Teacher's Role & Training	2	3.08
Etc	1	1.54
총합	65	

2.1.2 교육 프로그램 관련 논문에 관한 구체적 분석

연구현황 분석을 통해 메이커 교육에 대한 연구가 점차 활발히 진행되는 경향성을 보이고 있으며, 그 중에서도 메이커 교육 프로그램에 관한 연구가 가장 많은 수를 차지함을 알 수 있었다. 이에 현재까지 진행되어 온총 35개의 메이커 교육 프로그램 연구에 관한 논문들을 세부적으로 분석하였다.

가. 대상 학교급 및 활용 영역

학교급을 기준으로 볼 때, 초등학생을 대상으로 한 프로그램이 13개(중·고 중복 포함)로 전체(35개)의 52%를 차지하였으며, 초·중·고 중에서 고등학교에서 활용 가능한 교육 프로그램의 연구가 가장 적은 것으로 나타났다.

는 교육 프로그램 연구의 대상 학교급을 정리한 것이다.

School Level

	School Level # of Program		
		Elementary	9
A: 1-1-1	K-12	Middle	7
Available at a		High	5
Single School Level	Kindergarten		2
Level	University/Graduate		6
,	Sub total		29
	Elemen	tary·Middle	2
Componelsonai	Elementary · High		1
Comprehensi	Middle·High		2
ve Program	Elementar	y·Middle·High	1
	Sub Total		6
Total 35			

개발된 35개의 교육 프로그램 중 초·중·고 정규 교과 수업에서 활용 가능한 프로그램은 5개에 불과하다. 메이 커 교육이 창의적 체험 활동이나 교외 활동과 같은 1회 성 체험으로 그치지 않고, 정규 교과 내에서 실질적으로 활용될 수 있는 방안을 모색해야 할 것이다.

특히, 정규 교과 수업 또는 정규 교과·창체 융합에 활용 가능한 프로그램 7개 중 5개가 초등학생 대상의 프로그램 이었으며, 나머지 2개는 중학생을 대상으로 한 프로그램이 었다. 아직까지 고등학교의 정규 교과 수업 중 활용 가능 한 교육 프로그램 개발 연구는 진행되지 않은 상황이다.

는 교육 프로그램 연구의 활용 영역을 분석 한 결과이다.

Application of Maker Education

Educational		D	# of		
	Institution	Programs	Programs		
		Regular Classes	5		
		Creative-Experiential	7		
		Activities			
	School	Regular Classes		18	
		&Creative-Experiential	2		
		Activities			
K		After-School Class	4		
-12	Others	gifted Education	3		
		Library	2	5	
		/Science Hall	Δ		
	Either	Gifted Education,			
	School or	Creative-Experiential	1		
	Others	Activities			
Not Mentioned			3		
K	Kindergarten/University/Graduate 8				
School Students					
	Total 35				

나. 메이커 교육을 위한 교구 및 제반 시설

는 35개의 교육 프로그램 중 메이커 교육 교 구가 사용된 프로그램의 수를 나타낸 것으로 여러 교구가 하나의 교육 프로그램에 적용된 경우에는 중복으로 계산 하였다. 교육 프로그램별 사용 교구 분석 결과 아두이노, 엔트리, 3D 프린터가 가장 많이 활용된 것으로 나타났다.

은 교구를 사용하기 위한 교육 시간의 확보 여부에 관해 분석한 결과이다. 35개의 프로그램 중 총 23개의 프로그램이 교구 사용을 위한 교육 시간을 별도 로 확보해 두었으며, 교구 학습을 위한 개별 학습 시간 을 계획한 프로그램도 3개가 있었다. 이를 모두 합산하 면 개발된 프로그램의 74.29%가 교구 사용을 위한 사전 교육 시간을 필요로 한다는 것을 알 수 있다.

간단한 공작 도구를 제외한 19개의 메이커 교육 교구 중 16개의 교구가 메이킹 활동을 위한 사전 학습과 컴 퓨터 시설을 필요로 하고 있었다. 현재 개발 된 교육프 로그램의 상당수가 메이킹 활동을 위한 컴퓨터 시설을 요구함에도 불구하고 초·중·고 학생들을 대상으로 한 교 내 메이커스페이스 구축 시에 고려해야할 요소, 대표적 인 메이커 교구 별 특성 및 학교급 별 적합한 교구 등 메이커 스페이스의 구축을 위한 구체적이고 실질적인 연구는 부족한 실정이다.

Necessity of Training Time for Tools & Computer

No	Tools for Maker Education	# of	Traini	Com
110.		Programs	ng	puter
1	Aduino(with sensor, SW)	10	O	О
2	Entry	8	О	0
3	3D Printer(with SW)	7	О	0
4	Scratch	5	О	0
5	Makey-makey	5	О	0
6	Cobol	2	О	0
7	WeDo Robot	1	О	0
8	Biplug	1	О	0
9	Laser Cutting Machine	2	О	0
10	Illustration Program	1	О	0
11	Micro:bit	1	О	0
12	Windows Movie Maker	1	О	0
13	SOLD EDGE	1	О	0
14	3D PVR Production Tools	1	O	0
15	Elio	1	О	0
16	CNC Router	1	О	0
17	3D pen	2	-	-
18	4D frame	1	_	-
19	Automata	1	-	-
20	Simple Work Tools	5	-	_
20	(Including Science Kits)			

Training Time for Using Tools

Training Time for Using Tools	# of programs
Plan Time to Train Tools	23
Plan Individual Study Time	3
Do Not Plan	8
Not Mentioned	1
Total	35

기존에 진행 된 메이커스페이스 관련 연구들은 공공도 서관 메이커스페이스 현황 및 구축을 위한 인식 조사 [4][32][33][34], 이미 구축 된 메이커스페이스에서의 학습 과정과 교육적 효과[3] 등에 대한 연구가 대부분이었다.

메이커스페이스 도입 및 구성 방안에 관한 연구의 경우에도 장비 구축 및 전문 인력 채용을 위한 노력과 자금 확보 필요성, 외부 기관과의 유기적 협조[5], 메이커스페이스 안전 규칙, 장소 선정 기준, 도구 선정 등에 대한 간략한 루브릭만이 제시되어 있을 뿐[24] 세부 사항에 대한 실제적 연구는 진행된 바가 없다.

다. 활용 교과

은 초·중·고 대상 교육프로그램 27개 중 해당 교과가 활용된 교육 프로그램의 수를 나타낸 것이다. 하나의 프로그램에 여러 개의 교과가 사용된 경우에는 중복 계산하였으며, 활용된 프로그램이 1개 이하인 교과의 경우는 표에 기록하지 않았다.

Applied subject

subjects	# of programs (Not Convergence Instruction)
Technology&Home Economics/Computer	13(6)
Science	10(3)
Society&History	3(0)
Mathematics	2(1)
Art	2(0)
Music	2(0)

가장 많은 교육 프로그램에 활용된 교과는 기술가정/컴퓨터 교과로 27개의 프로그램 중 13개(48.14%)의 프로그램에서 활용되었으며 과학이 10개(37.04%)로 그 뒤를 이었다. 또한 기술가정/컴퓨터, 과학, 수학 3개의 교과를 제외한 나머지 교과는 타 교과와 융합한 형태의교육 프로그램으로 개발되었으며 단독으로 메이커 교육을 활용한 사례는 없었다. 기술가정/컴퓨터 교육이 가장높은 비율을 차지하는 이유는 메이커 교육을 위해 주로사용되는 교구들이 디지털 제작 도구를 기반으로 하는 것과 연관이 있다. 디지털 제작 도구의 사용법 학습을 위해서는 SW 교육이 필수적 요소이고 이를 위해서는 SW 교육이 기반이 될 수밖에 없다.

2015년 9월에 고시된 2015 개정교육과정은 SW교육부문에서 특정한 언어의 교육에 대한 내용을 포함하지 않고 있다[15]. 즉, 표준 코딩언어가 없으며 많은 학생들은 다양한 코딩 언어를 통하여 SW교육을 받고 있는 실정이다. 이는 SW교과와 타 교과 간의 긴밀한 연계가 없다면 메이커 교육을 위해 모든 교과에서 비슷한 형태의교구 교육을 위해 시간을 허비할 수 있음을 의미한다. 메이커 교육을 위한 공통적 교구와 프로그래밍 언어를 선정하고 SW교육에서 이를 배울 수 있도록 하여, 다른교과 내에서 활용이 가능하도록 하는 방안이 필요하다.

라. 프로그램 개발의 기반 모형

와 같이 메이커 교육 프로그램 개발의 기반이 된 모형을 분석한 결과 TMSI모형이 7개로 가장 많은 수를 차지하였으며, 디자인 사고 프로세스가 그 뒤를이었다. 또한 9개의 프로그램은 연구자가 자체 개발한모형을 사용하였다. 이를 통해 메이커 교육을 위해 여러프로그램 모형의 개발이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

Instructional Model

Instructional Model	# of
Instructional Woder	Programs
TMSI(thinkering-making-sharing-improving)	7
Design Thinking Process(Do Hyun Lee et al.)	6
STEAM Education Criteria	2
Design Thinking Process(D-school)	1
SIPCI(Sympathize-Imagine-Plan-Create-Improve)	1
TMI(tinkering-making-improving)	1
Maker Education to Cultivate Entrepreneurship	1
of Adolescents	1
Based on Maker Competence	1
Renzulli's Enrichment Triad Model	1
Self-Development	9
Not Mentioned	5
Total	35

마. 핵심 역량

는 메이커 교육 프로그램 논문 35개 중 교육 프로그램 적용 결과를 구체적으로 분석한 27개의 논문을 대상으로 메이커 교육을 통해 유의미한 효과가 있는 것으로 드러난 역량을 정리한 것이다.

등장한 역량 키워드 빈도수를 분석한 결과 문제해결

력과 창의력을 언급한 논문이 각각 9개로 가장 많았으 - 해 문제해결력, 창의력, 협업, 동기 역량을 키우는 것에 며, 협력/협동/협업 8개, 동기 6개 순으로 나타났다.

를 통해 기존 연구들은 메이커 교육을 통
의 함양에 효과가 있음을 알 수 있었다.

많은 관심이 있었으며, 실제 메이커 교육이 해당 역량들

Core Competence

No.	Author	Publication year	Core Competence
1	JiSun Lee	2015	Academic Motivation, Immersion Level
2	Jaeho Lee, Huijeong Ha	2016	Problem Solving Ability
3	HyungIn Ham, KiYeol Kim, KiSoo Kim	2016	Steam Literacy(Steam, Creativity, Consideration, Communication)
4	HyoJeong So, JiHyang Lee, Bokyung Kye	2017	Overall Learning Experience, A Sense Of Space, Quality Of Learning Experience, Satisfaction, Usability
5	Seonghye Yoon, Woori Kang, Myoungwoo Lee	2017	Attitudes To Sw Education, Creative Problem Solving Ability, Satisfaction And Perceived Achievement
6	Jaeho Lee	2017	Analytical Competence(Data Collection, Data Analysis), Design Competence(Ideological Sophistication, Solution Proposal), Implementation Competence(Outcome Evaluation)
7	Inae Kang	2017	Collaboration, Sharing, Social Engagement
8	Inae Kang	2017	Self-Driven(Achievement Desire, Self-Control, Self-Efficiency), Risk-Taking Tendency, Creativity
9	Inae Kang	2017	Individual Level(Self Motivation On Learning, Responsibility And Ownership, Productive Failures, Tools Literacy) Social Level(Cooperation And Communication In Learning, Sharing And Openness)
10	Inae Kang	2017	Individual Level(Self Motivation, Understanding Of Material And Enhancement Of Tool Utilization Ability, Continued Challenge To Produce Outcome And Increased Problem Solving Ability) Social Level(Sharing Of Activity Process And Outcome, Active Communication With Outcoem)
11	ChulHyun Lee, SeongHun Ahn, SooJeong Lee	2017	Steam Satisfaction, Participation In Steam Classes, Attitude Of Class(Enjoyment (Mathmatics And Science)), Consideration And Communication Self-Directed Learning(Value Recognition, Self-Efficacy, Self-Conceptualization), Choosing The Career Path Of Science And Engineering(Mathematics, Science) Curriculum Preference(Korean, Mathematics, Science, Technology, Social, Music, Art)
12	Youngjin Woo, Jaeho Lee	2018	Making Ability, Making Mind, Collaboration, Visual Thinking, Human Focus, Insight Through Observation, Comprehensive Thinking
13	Yeaeun Ryu, Inae Kang, Yongchan Jeon	2018	Self-Understanding, Understanding About Others, Emotional Control, Emotional Utilization.
14	GyungMi Joe, YeonSeung Lee	2018	Scientific Inquiring Attitude(Interest, Rationality, Judgment Reservation, Openness, Honestness, Cooperation, Accuracy, Failure Acceptance, Criticality), Problem-Solving Ability (Attention, Interest, Explanation, Suggestion, Process, Conclusion)
15	ChangYoun Lee	2018	Self-Efficiency, Intrinsic Motivation, Awareness Of Importance To Collaboration, Opportunities For Career Exploration In Convergence Areas
16	Jaedon Jeon et al.	2019	Spatial Visualization Ability
17	Jungho Park	2019	Confidence, Usefulness, Motivation.
18	JinHee Kim	2019	Problem Specification Ability, Ability To Utilize Research Methodologies, Ability To Operate And Perform Projects, Problem Solving Ability, Self-Directed Learning Ability
19	Seungchul Lee et al.	2019	Creative Problem Solving Ability (Knowledge And Thinking Functions, Understanding And Mastering Technology, Spreading Thinking, Critical And Logical Thinking, Motivational Elements)
20	HyeaJin Yoon	2019	Self-Driven, Productive Failure, Empathy, Sharing
21	SoonYi Jeong,	2019	(Problem-Solving Ideas For Troubleshooting And Statements, And Troubleshooting A Scientific

			Proposal And Application.
	MinJung Kim		For A Solution To The Problem) To Conclude And Social Yuneunggam (Emotional Regulation,
			Emotionality And Social Skills, Social Norm).
22	SoonShik Kim	2019	Learning Motivation Of Science, Scientific Attitude, Satisfaction, Interest, Participation
23	SeongSoo Kim,	2010	Character At the Advitor At the Management of Other Association
23	HyunSeok Yoo	2019	Steam Literacy(Cooperative Ability, Knowledge Of Other Areas, Humanism)
24	SumgIn Kim	2019	Steam Literacy(Creativity, Communication)
			Attitudes To Software(Convenience, Degree Of Hope In Related Professions, Importance In Social
25	Jihyun Yoon	2019	Development, Importance Of Education, Need For Knowledge In Terms Of Work), Collaboration
25		(Contradictory, Team Activities), Creative Tendencies	(Contradictory, Team Activities), Creative Tendencies(Curiosity, Task Commitment, Independent
			Self-Directed Learning Ability(Ownership, Information Search And Task Resolution, Intrinsic
26	Yomgseob Lee	2019	Motivation And Introspection),
			Creative Personality(Curiosity, Imagination, Patience/Attention, Adventure)
27	SaetByeol Kim	2019	Collaborative Problem-Solving Ability(Information Science Creativity, Collaboration, Empathy).

바. 교육 프로그램 내 협업 및 소통

교육 프로그램의 과제 수행 유형의 경우 개인 프로젝트 활동 형태 프로그램이 6개, 협동 활동 형태의 프로그램이 26개, 개인 프로젝트 활동 후 전시 공간 제작을 협업하는 형태가 1개, 유형에 대한 언급이 없는 논문이 2편이었다.

또한, 35개의 교육 프로그램 중 산출물 공유 시간이 포함된 프로그램이 31개로 나타났다. 이를 통해 상당수 의 메이커 교육이 협업의 형태로 이루어지고 있으며 타 인과의 산출물 공유를 통해 소통하는 과정이 포함되어 있음을 알 수 있다. 또한, 산출물 공유 방법으로는 학급 내 발표 및 토론, 전시회, 온라인 공유 사이트 탑재(네이 버 밴드, 페이스북, 유튜브, 도서관 홈페이지)가 있었다.

공유 시간이 포함된 31개의 프로그램 중 결과 공유 후 재설계의 시간을 추가로 제공하는 프로그램이 19개였으며 나머지 12개의 프로그램(38.70%)은 피드백을 받은 후 바로 해당 과정을 마무리하거나, 개인적으로 성찰의 시간을 가지는 것에서 그치는 것으로 나타났다. 후자의 경우 반복적인 산출물 제작과 개선을 통한 역량을 기르기에는 부족한 측면이 있어 적절한 시간을 분배하여 재설계 활동을 할 수 있도록 교육 프로그램을 설계하여야 한다.

3. 결과 및 논의

이 장에서는 메이커 교육과 관련된 논문의 분석을 통해 나타난 한계점을 찾고 연구 방향에 대해 논하고자 한다. 첫째, 교수학습설계의 기반이 되는 평가틀, 역량 척도 등에 관한 연구 분야의 확장이 필요하다. 교사의 체계적 교수설계를 돕기 위해서는 교육 프로그램의 개발과 더불어 핵심 역량, 평가 방법, 성취기준과의 연계성에 관한 연구가 뒷받침되어야 할 것이다. 현재 메이커 활동을 접목한 교육 프로그램 개발에 관한 연구는 활발히 수행되고 있으나, 그 외 분야에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

둘째, 고등학교 정규 교육 과정 내에서 메이커 교육을 적용하기 위한 방안에 대한 구체적인 연구가 진행되어야 한다. 초등학생과 중학생을 대상으로 개발한 교육프로그램에 비해 고등학생을 대상으로 한 교육 프로그램 관련 연구가 비교적 적다. 특히 고등학교 정규 교과시간에 적용 가능한 메이커 교육 프로그램은 개발된 바가 없다. 메이커 교육은 특정 기술을 일회성 활동을 통해 연마하는 것에 목적을 두어서는 안 된다. 연속적인메이커 교육 경험을 통해 공유와 나눔의 가치관을 확립하고 관련 역량을 내재화 해 나갈 수 있도록 초-중-고상위 학교급으로 지속적이고 연계성 있는 메이커 교육이 이루어 질 수 있도록 연구가 필요하다.

셋째, SW교육을 통해 메이커 활동을 위한 프로그래밍과 소프트웨어 사용에 대한 전반적인 이해의 폭을 넓히고, 컴퓨터 시설을 포함한 디지털 제작 교구가 갖추어진 시설을 연계하여 구축한다면 많은 교과에서 메이커 교육의 사전 준비와 학생 교육에 대한 부담을 덜고 시설 구축에 관한 예산 사용의 효율성을 증대할 수 있을 것이다.

메이커 활동을 위한 교구 중 상당수가 교구 사용을 위한 사전 학습 시간 확보와 컴퓨터 시설을 필요로 하 는 것으로 나타났다. 이러한 메이커 교구 교육, 메이커 스페이스 제반 시설 확립 등은 실제 정규 수업에서 메 이커 교육을 시행하기 어렵게 하는 장애 요소이다. 메이 커 교육을 위해 갖추어야 하는 시설적 요소가 대부분 컴퓨터 시설이며, 그 별도 교육 역시 해당 교구의 운영 소프트웨어 사용을 위한 교육임을 근거로 보았을 때, 현 재 의무화 단계를 밟고 있는 SW 교육의 연계가 그 해 결책을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

넷째, 초·중·고 각 학교급 별 권장 메이커 도구, 메이 커 도구의 특성 및 도구 사용을 위한 안전 수칙에 대한 구체적인 연구가 필요하다. 메이커 교육에 있어서 교구 의 역할은 매우 중요하며 교구를 어떻게 선택하는가가 수업 전반에 있어서 학생의 흥미와 학업성취도, 안전 문 제 등 다양한 영향을 미친다[30]. 이와 관련하여 교구선 택 기준 개발 연구가 1편[30] 출판되었으나 메이커 교구 선정을 위한 보편적인 선택기준의 제안에서 그쳤다.

다섯째, 메이커 교육을 위한 융합 소양 함양, 교구와 SW의 활용법, 시설 구축 방법 등의 내용을 포함한 교 사 연수 프로그램 개설이 요구된다. 분석 결과 기술가정 /컴퓨터 교과가 가장 많이 메이커 교육 프로그램에서 활용되었으며, 대부분의 교과에서는 다른 과목과 융합된 형태로 교육 프로그램에 활용되었다. 중·고등학교의 경 우 각 과목을 담당하는 교사가 다르며 전공과목이 있기 때문에 융합 교육에 대한 교사의 별도 소양 함양이나 타 교과목 교사와의 연계 없이는 심도 있는 융합 교육 이 이루어지기 힘들다. 교사의 요구사항 분석 결과에서 도 메이커 교육 활성화를 위해서는 교사의 관심과 참여 및 교사 전문성, 인프라 및 시설과 교수·학습 자원이 필 요하다는 의견이 높은 퍼센트를 차지하였다[27].

여섯째, 메이커 교육을 위한 공식 플랫폼을 제작하여 전국의 메이커 교육 활동과 산출물을 공유할 수 있는 플랫폼의 구축이 필요하다. 메이커 교육 프로그램의 기 반 모형을 분석한 결과 TMSI 모형이 가장 많이 활용되 었으며, 디자인 사고 프로세스 모형이 그다음으로 많이 활용되었음을 알 수 있었다. 분석 결과 두 모형 모두 다 른 사람들과의 공유 활동이 포함된 모형이었다. 특히 TMSI의 경우 기존 TMI 모형에서 S(공유) 단계만을 추 가한 모형이었다[11].

이는 메이커 교육 프로그램에 가장 많이 활용된 모형 이 공유단계를 포함하고 있음을 의미하며, 실제로 전체 교육 프로그램 35개 중 88.57%인 31개의 교육 프로그램 에 공유 활동이 포함된 것으로 나타났다.

현재 메이커 교육 프로그램에서 진행되는 대부분의 공 유 활동은 교실 내 발표를 통한 형태이며, 온라인을 통한 공유 활동을 진행하는 경우에는 기존의 범용 플랫폼을 간이로 활용하는 방식으로 진행되었다. 메이커 활동 전용 공유 플랫폼을 활성화한다면 좀 더 다양한 사람들과 진 정한 의미에서의 공유와 소통이 가능할 것으로 기대된다.

일곱째. 메이커 교육 관련 역량에 대한 명확한 정의 와 그 위계에 관한 연구가 필요하다. 메이커 교육을 통 해 유의미한 향상을 보인 역량에 대해 분석한 결과 문 제해결력, 창의력, 동기, 소통, 협력 등의 역량 함양에 메이커 교육이 효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 논 문별로 사용하는 역량 용어가 상이 하였으며 그 위계 역시 통일되지 않은 것을 볼 수 있었다.

역량 분야와 더불어 메이커 교육 관련 개념을 취합하 고 용어를 정리하는 활동을 통해 각 연구자 간의 원활 한 소통과 유의미한 연구 자료의 공유와 발전이 일어날 수 있도록 하는 것이 필요하다.

4. 결론

본 연구에서는 메이커 교육 연구현황 분석과 방향성 제시를 위하여 등재지 또는 등재후보지에 출판된 메이 커 교육 논문을 추출하고 기준에 따라 이를 분석하였다. 연구를 통해 메이커 교육에 관한 논문이 점점 증가하 고 있으며 그 중 학생 교육 프로그램 관련 논문이 전체 의 53.85%를 차지함을 알 수 있었다. 35개의 학생 교육 프로그램 관련 논문을 대상으로 학교급 및 활용 영역, 교구 및 컴퓨터 시설 필요 여부, 교구 사용을 위한 교육 시간 확보 여부, 활용 교과, 기반 모형, 핵심 역량, 협업 및 소통 요소에 대해 세부적으로 분석하였다.

분석 결과 초등학생을 대상으로 한 교육 프로그램이 전체의 52%를 차지하였으며, 초·중·고 정규 교과 수업 에서 활용 가능한 프로그램은 5개에 불과한 것으로 나 타났다. 특히 고등학교 정규 교과 수업에 활용 가능한 교육 프로그램은 개발된 바가 없었다. 메이커 교육 프로 그램에 주로 사용된 교구는 아두이노, 엔트리. 3D프린터 가 있었으며 간단한 공작 도구를 제외한 19개의 메이커 교구 중 16개가 활동을 위한 사전학습과 컴퓨터 시설을

필요로 하였다. 기술가정/컴퓨터 관련 교과가 가장 많은 프로그램에 활용 되었으며 대부분의 프로그램이 2개 이상의 교과가 융합 된 형태로 설계 되었다. 프로그램 개발 기반 모형의 경우 TMSI와 디자인 사고 프로세스 모형이 주로 사용 되었으며 자체 개발 모형을 사용한 경우도 상당수있었다. 메이커 교육을 통해 유의미한 것으로 드러난 역량에는 창의성, 협력, 동기 등이 있었다. 또한 35개 교육 프로그램 중 협동 활동 요소가 포함 된 교육프로그램이 27개, 활동 후 산출물을 공유하는 교육프로그램은 35개 중 31개로 대부분의 수업이 협동과 공유의 시간을 갖는 것으로 나타났다.

분석 결과를 통해 도출한 향후 연구를 위한 제안은다음과 같다. 메이커 교육의 안정적인 정착을 위해서는평가,핵심 역량, 교육모형, 성취기준과의 연계성 등 전반적인 분야에서 대한 연구가 진행되어야 한다. 또한,정규교육과정 내에서의 메이커 교육 수행을 위해서 관련교구의 연구와 메이커스페이스 구축을 위한 매뉴얼이 갖추어져 있어야 한다. 교구 사용을 위한 SW교육 요소를정규 SW교육과 연계하여 교육 과정을 편성하여 여러교과목에서 메이커 도구 교육에 반복적으로 소요되는 시간을 줄이고, 메이커스페이스와 컴퓨터실의 구축 연계를통해 예산의 중복 사용을 방지하는 것이 필요하다.

메이커 교육을 통해 함양할 수 있는 역량을 고려한 교육 프로그램의 설계와 평가 문항 개발을 통해 메이커 교육의 수행과 평가를 일체화하여 교육과정에 녹여내는 연구가 필요하다.

메이커 교육 프로그램은 다양한 산출물을 공유하고 피드백을 통해 산출물을 개선해 나가는 것에서 배우는 것을 목적으로 하고 있다. 공유의 과정이 교실 수업에서 일회성으로 그치지 않고 사회로 확장되어 나갈 수 있도 록 학교급별 연속적인 교육과정 개발과 메이커 산출물 공유를 위한 공식적인 교육 플랫폼의 구축이 요구된다.

메이커 교육은 발전하는 기술 발달과 변화한 사회에 필요한 인재상을 기르기 위한 새로운 교육 패러다임으로 유의미한 가치를 지니고 있다. 활발한 연구를 통해 메이커 교육이 교육 현장에서 학생들에게 제공될 수 있는 기반이 마련되고 있는 현시점에서 기존 연구현황을 파악하고 올바른 방향으로의 차후 연구를 진행하는데 본 연구가 도움이 될 것이다.

참고문헌

- [1] Arduino.cc. (2019). Arduino-AboutUs. https://www.arduino.cc/en/Main/AboutUs
- [2] Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & education*, 58(3), 978–988.
- [3] Bonggyu Lee, Hyeonjin Kim (2019). Exploring the Learning Process of Makerspace-based Maker Education in school. *Journal of Educational Technology*, 35(2), 159–192.
- [4] Bong-Suk Kang, Youngmi Jung (2018). Awareness on the Establiching and Operation of the Makerspaces in School Libraries. *Journal of the Korean Society for Library and Information Science*, 52(3), 171-192.
- [5] Bo-Young Kim, Seung-Jin Kwak (2017). A Study on the Introduction of Makerspace at Academic Library. *Journal of Korean Library and Information Science Society*, 48(3), 259–279.
- [6] Chul Kim (2013). A Study on Systematic Review of Learning with a Robot. Journal of the Korean Association of Information Education, 17(2), 199–209.
- [7] Department for Education(DfE), UK. (2013). 3D Printers in schools: uses in the Curriculum: Enriching the teaching of STEM and design subjects. Reference No. DFE_002190-2013, Crown Copyright.
- [8] Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. Harvard Educational Review, 84(4), 495–504. quoted in Dongkuk Lee(2019). A Meta-Analysis of the Effects in Maker Education. The Journal of Educational Information and Media, 25(3), 577–600.
- [9] Hyo-Jeong So, Ji-Hyang Lee, Bokyung Kye (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.
- [10] HyungIn Ham, KiYeol Kim, KiSoo Kim (2016).

- Anlysis of the Effects of 3C-Maker Invention Education Program on Middle School STEAM Literacy. *The Journal of Korean Practical Arts Education*, 22(4), 103-119.
- [11] Hyun-jin Cha, Taejung Park (2018). A Development of Recommendations to Promote Maker Education at the Korean Primary & Secondary School Level in Korea through Analysis of Global Maker Education Best Practices. *Journal of Digital Convergence*, 16(11), 97–113.
- [12] Inae Kang, HyeaJin Yoon (2017). Exploring the Evaluation Framework of Maker Education. Journal of The Korea Contents Association, 17(11), 541–553.
- [13] Inae Kang, Myeongki Kim (2017). Exploring Educational Effects of Maker Activity in an Elementary School Class. Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 17(14), 487–515.
- [14] Jaeho Lee, Junhyung Jang (2017). Study of Software Coding-based Making Competencies. *Journal of Creative Information Culture*, 3(2), 81–92.
- [15] Jaeho Lee, Junhyung Jang (2017). Development of Maker Education Program based on Softeware Coding for the Science Gifted. *Journal of Gifted/Talented Education*, 27(3), 331–348.
- [16] JiSun Lee (2015). A Study of Design Thinking Adaptation to Computer Education Based on Computational Thinking -Focused on Computer Education for Elementary School. *Journal of the korean society design culture, 21*(1), 455-467.
- [17] Ji-Yun-Kim, Tae-Wuk Lee (2019). A Study on Systematic Review of Korean Literatures about Maker Education. Proceedings of The Korean Association of Computer Education. *Journal of the Korea Society* of Computer and Information, 23(2), 29–32.
- [18] Jong-Doo Kim, Kum-Dong Nam (2019). Direction of Maker Education and School Education. *Journal of the Educationment*, 1(1), 1-14.
- [19] Jin Hee Kim(2019). Exploring of the Maker Education in Graduate School. *Asia-pacific*

- Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology, 54, 1-10.
- [20] Kitchenham, B.(2004). Procedures for performing systematic reviews. Joint technical report Software Engineering Group, Keele University, United Kingdom and Empirical Software Engineering, National ICT Australia Ltd, Australia.
- [21] Kyu-Jung Han(2107). The effect of the entry programming course on the flow of elementary preliminary teacher. *Journal of The Korean Association of information Education*, 21(4), 403–413.
- [22] NIE News (2016). Featured in Today Makerspaces allow students to get messy and creative. https://www.nie.e.edu.sg/news-detail/featured-intoday-makerspaces-allow-students-to-get-messy-and-creative
- [23] Saet-Byeol Kim(2019). Trend Analysis of Maker Education Research in Korea. Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 19(18), 947-970.
- [24] Seungki Shin, Hyonyong Lee, Youngkwon Bae (2018). A Study on the Design of Framework for Activating the Making Education and Constructing of the Making Space. *Journal of The Korean Association of information Education*, 22(2), 263–274.
- [25] Se-young Shim, Jin-Ok Kim, Jin-Soo Kim (2016). Development of STEAM Learning Program Using Arduino to Improve Technological Problem-Solving Ability for Middle School Students. *The Korean Journal of technology Education*. 16(1), 77-100.
- [26] Sung-in Kim, Jin-soo Kim, Seong-joo Kang, Tae-young Kim, Ji-hyun Yoon (2019). Development and Application of Middle School Students Maker Education Program using Arduino based on Design Thinking. Journal of the Korean Institute of industrial educators, 44(1), 162-189.
- [27] Taejung Park, Hyunjin Cha (2019). Analyzing the effectiveness and teacher's needs in a teacher training program for maker-centered education.

 Journal of the Korean Association of Information

Education, 23(2), 117-127.

542

- [28] The Korean Ministry of Education (2015). 2015
 Revised National Curriculum: general guidelines
 of elementary school and middle school. The
 Korean Ministry of Education, Sejong-si
- [29] Whitehouse(2014). FACT SHEET: President Obama to Host First-Ever White House Maker Faire Office of the Press Secretary. https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-of-fice/2014/06/18/fact-sheet-president-obama-host-first-ever-white-house-maker-faire
- [30] Woochun Jun (2018). A Study on Development of Teaching Aids Selection Criteria in Maker Education. *Journal of Creative Information Culture*, 4(3), 303–310.
- [31] Yeon-Seung Lee, GyungMi Joe (2016). A Consideration on a Meaning of Maker Education in Early Childhood Science Education. *Korean Journal of Children's Media*, 15(4), 217–241.
- [32] Youngmi Jung, Bong-Suk Kang (2018). A
 Qualitative Study on the Awareness of Makerspaces
 Operation among School Library Professionals.

 Journal of the Korean Library and Information
 Science Society, 52(4), 137–162.
- [33] Yunkeum Chang (2017), A Study on the Concepts and Programs of 'Makerspaces' at Public Libraries.

 Journal of the Korean Library and Information Science Society, 51(1), 289–306.
- [34] Yunkeum Chang (2018). Aligning Academic Library Makerspaces with Digital Literacy Education Spaces. *Journal of the Korean Library* and Information Science Society, 52(1), 425–446.

저자소개



전 유 현

2014 한국교원대학교 물리교육과 학사졸업

2017~부산교육대학교 교육대학원 창의IT융합교육과 석사과정

2018~부산국제고등학교 교사 관심분야: 메이커 교육, 창의IT융 합교육

E-mail: jyh1006@korea.kr



송 의 성

2005 고려대학교 컴퓨터과(박사) 2006~부산교육대학교 교수 관심분야: 컴퓨터교육, 로봇교육, 네트워크

E-mail: ussong@bnue.ac.kr