

창의성 발현을 위한 컴퓨팅 사고의 활용 방안 연구

과학영재학교 학생들의 디자인 교육방법을 중심으로

A Study on Utilization of Computational Thinking for Implementing Creativity

focusing on the method of teaching design for science gifted students

주 저 자 : 이지연(Lee, Ji Youn)

한국교통대학교 커뮤니케이션디자인학과 강사

교 신 저 자 : 나 건(Na, Ken)

홍익대학교 국제디자인전문대학원 교수
knahidas@gmail.com

<https://doi.org/10.46248/kidrs.2022.4.388>

접수일자 2022. 11. 25. / 심사완료일자 2022. 12. 24. / 게재확정일자 2022. 12. 26.

Abstract

This study aims to inquire into creative manifestation of people without experience in design focused on computational thinking with a view to improving problem-solving abilities, in times of the increasing needs for problem-solving abilities and creativity due to growing complex problems of today. Though creativity is usually manifested by emotions and intuition of designers, it requires systematic computational thinking based on Big data, AI and Internet-based coding. As a way of strengthening problem-solving abilities, this study intends to examine how logical and quantitative computational thinking influences to improve creativity in design. For the purpose of this, through literature review regarding computational thinking, way of thinking of designers, design thinking and creativity, this study conducted thinking based on computer program oriented to students of school with gifted education, who do not have science-based design experience. This study aims to stop the quality investigation of left-brain and right-brain, scratch thinking and design thinking and ways to gain benefits, stop using them, and target science-based gifted school students who do not have a design environment. A social enterprise logo using Adobe Illustrator. After specifying the design, it was divided into four personas based on the contents of the interview. Through this, it was derived that the students obtained satisfaction during the design process by helping to solve problems through idea implementation, automation of implementation, materialization of implementation, and abstraction of implementation.

Keyword

Computational Thinking(컴퓨팅 사고), How to implement Creativity(창의성 발현 방법), Design thinking(디자인 씽킹)

요약

본 연구는 21세기형 인재들의 창의성 발현을 위한 효과적인 디자인 교육 방법을 찾기 위해 컴퓨팅 사고의 활용 방안에 대해 고찰하는 것을 목적으로 하였다. 알고리즘을 바탕으로 하는 인공지능과 같은 고도의 기술 발달은 디자인 전문성이 없이도 구현이 가능한 시대를 만들어 주었기 때문에 전문적 경험기반의 통찰력을 필요로 하는 스킬이 없는 대상들에게 구조적인 사고를 통한 체계를 갖게 함으로써 디자인 프로젝트 진행에 필요한 창의성 발현을 용이하게 하는 것이 효과적인 교육 방법이라고 판단하였기 때문이다. 본고는 좌뇌와 우뇌, 컴퓨팅 사고와 디자인 사고 및 창의성 발현 방법에 대한 문헌조사를 통해 이론적 근거를 마련하고, 디자인 경험이 없는 과학기반의 영재학교 학생들을 대상으로 어도비 일러스트레이터를 사용한 사회적 기업의 네이밍과 로고 디자인을 실시한 후 인터뷰를 통해 나온 내용을 바탕으로 정성적으로 분석하였다. 학생들은 어도비 일러스트레이터를 이용한 아이디어 구현, 구현의 자동화, 구현의 구체화 및 구현의 추상화를 통해 디자인 프로젝트 수행 시 도움이 된다는 의견을 내었으며 디자인 프로세스를 진행하는 동안 아이디어 발상과 결과물을 구현하는데 있어 만족감을 얻었다는 내용을 도출하였다.

목차

1. 서론

1-1. 연구 배경 및 목적

2. 이론적 고찰

2-1. 디자인 프로세스에서 창의성 발현

2-2. 컴퓨팅 사고

3. 연구방법

3-1. 분석방법과 범위

3-2. 인터뷰

1. 서론

1-1. 연구 배경 및 목적

본고는 저자가 국내 최초 과학 예술 영재학교인 세종과학예술영재학교에서 6년간 다양한 디자인 수업을 진행하면서 학생들에게 디자인에 대한 경험을 통해 융합적인 사고와 창의성을 키우고자 시도했던 교육 내용을 토대로 작성되었다. 어도비 일러스트레이터를 활용한 로고디자인과 레이저 커팅을 이용한 입체 제작, 그리고 라이노 프로그램을 이용한 3D 프린팅 중 가장 학생들의 관심을 집중시켰던 어도비 일러스트를 활용한 로고 디자인 결과물과 학생들 의견 분석을 통해 컴퓨팅 사고(Computational Thinking)가 디자인 프로세스에서 창의성 발현에 어떻게 활용이 가능한지를 파악하고자 한다. 이는 이공계 진학을 목표로 과학과 수리 탐구를 추구하는 학생들의 성향과 상반된 감성 기반의 디자인 교과목은 그들의 관심과 접점이 되는 요소에 적합한 디자인 교육 프로그램에 적용 방안을 찾아 융합적인 사고를 키우는데 도움이 되고자 함이다.

사회의 급속한 발달과 복합적 문제들의 증가로 문제 해결력에 대한 요구가 늘어나고 있다. 이는 창의성과 직접적인 관련이 있으며, 컴퓨팅 사고는 기술적인 관점에서 이성적이고 선형적 사고를 통해 문제 해결을 도울 수 있다(Jeannette M. Wing, 2006)는 연구가 본고의 작성하는 근거가 된다. 특히 초·중·고등학생을 대상으로 코딩교육이 확산되고 있는 현상은 수직적 사고와 창의적이고 유연한 수평적 사고에서 분야 간의 경계를 넘어서 융합을 통해 창의적 문제해결력을 가진 인재로 키우기를 희망하며, 전공이 정해지지 않은 대학 입학 전의 교육이 더욱 효과적이라는 자넷 윈(Jeannette M. Wing, 2006)의 연구가 뒷받침하고 있다. 과학을 바탕으로 코딩이나 프로그래밍에 관련된 교육의 중요성이 커지면서 많은 교육프로그램이 실행되나, 감성을 바탕으로 하는 디자인 분야와의 균형적인 융합은 초기 단계적 시도만이 이루어지고 있어 발전이 필요한 상황이다.

최근 컴퓨팅 사고의 정의를 컴퓨팅의 기본적인 개념

4. 결론

참고문헌

과 원리를 기반으로 문제를 효율적으로 해결할 수 있는 사고 능력이라 하였고 모델링이나 시뮬레이션 등의 추상화를 통해 자료를 표현하는 것, 문제를 컴퓨터로 해결할 수 있는 형태로 구조화하는 것을 포함한다는 교육부 운영지침(2015.2)이 발표된 것으로 보아 국가적 차원에서도 중요성을 인지하였음을 알 수 있다. 현재 복잡한 문제의 해결을 위해 발산적 사고와 수렴적 사고의 적절한 조화를 바탕으로 한 창의적 문제해결(creative problem solving)능력은 다양한 분야에서 요구되고 있는 실정이다. 특히 디자인 분야에서 아이디어 발상과 구현을 위해 사용하던 손으로 하던 스케치와 렌더링 표현기법들은 컴퓨터 프로그램의 사용으로 대체되고 표현력 향상을 위해 반복적 연습을 하던 방식은 사라지고 있는 추세이다.

일반적으로 예술가나 디자이너의 사고방식은 감성을 기반으로 하고 있다. 이는 창의성 발현과 밀접한 관련을 가지고 있어 디자이너들의 사고하는 방식을 기반으로 한 사용자 위주로 논리적 사고와 감성적인 사고를 공통분모로 창의성을 발현시키는 디자인 씽킹(design thinking)은 디자인 분야뿐만 아니라 인문, 공학, 의학 등의 다양한 분야에서 사용하고 있는 추세는 지속되고 있다. 디자인 씽킹은 “직관적 사고나 분석적 사고의 한 쪽이 아니라 통합적으로 접근하는 사고”라고 로저 마틴(Roger Martin)은 강조하였고, 이는 분산적 사고와 수렴적 사고를 반복적으로 사용하여 사용자를 만족시키는 혁신에 목적을 두고 있음을 의미한다. 또한 오픈소스(open source)나 3D 프린터의 보급으로 디자인과 연관성이 없는 학생들에게도 디자인 프로젝트를 수행할 수 있는 기회가 많아지고 있어 스스로 무언가를 디자인하고 제작해야 할 상황에 대비하여야만 하는 실정이며 프로그래밍은 아이들에게 “각자의 생각에 대해 생각하는 길(way to think about their own thinking)”을 열어줄 수 있는 효과적인 학습법¹⁾이라고 했다.

위와 같은 배경을 바탕으로 본 연구의 범위는 과학 영재고 학생들을 대상으로 16주간 매주 2시간의 수업

1) <http://www.hankookillbo.com/>

(어도비 일러스트레이터의 사용 방법 교육과 응용)으로 진행된 사회적 기업의 네이밍과 로고 디자인 위주로 구성되어 있다. 연구의 방법은 컴퓨팅 사고에 관한 개념, 그리고 디자인 프로세스에서 창의성 발현과 연관된 단행본과 국내외 학술 논문 위주의 문헌을 통한 선행 연구를 기반으로 참여했던 과학영재고 학생들의 인터뷰를 통해 컴퓨팅 사고가 디자인 프로세스에서 창의성 발현에 미치는 영향과 어떠한 방식으로 디자인 교육에 적용할지에 대해 알아보고자 한다.

2. 이론적 고찰

2-1. 디자인 프로세스에서 창의성 발현

폴 토렌스(E. Paul Torrance)는 창의성은 문제해결 방식의 탐색이며 결과를 추측하여 가설을 세우고 가설에 대한 검증 및 재검증을 통해 결과를 전달하는 과정이라 했고, 칙센트미하이(Csikszentmihalyi)는 창의성을 ‘몰입 경험(flow experience)’이라 표현했으며, 몰입은 순전히 자신의 주도하에서 이루어지고 실행의 주체가 되어 느끼는 만족감은 몰입의 필수 요소라 하였다. 창의성을 발현시키기 위해 다양한 분야에서 각기 분야에 맞는 방법으로 시도하고 있다. 주로, 논리와 감성, 즉, 좌뇌와 우뇌로 나누어져 있고, 두 분야를 연결하는 사고의 프로세스의 대표로 ‘디자인 씽킹(design thinking)’을 얘기할 수 있다. ‘분석과 소비자조사를 하는 순간 창조성이 사라진다 하였고 창의성은 방해받지 않는 열정적인 디자이너에게서 나온다’고 하였다. 현대 산업사회에서는 디자인의 과정과 만드는 과정은 별개이며 디자인의 과정이 끝난 후에 만드는 과정이 시작되었다.

디자인은 최선의 해결책을 구하기 위한 것 보다는 탐구하는 과정임을 의미²⁾하나 현실적으로는 논리적으로 과정에 임하는 사고보다는 결과물에 치중하는 경우가 빈번함을 알 수 있다.

[표 1] 디자이너의 사고

디자이너	디자이너의 사고 ⁴⁾	특징
Ted Happold	아무것도 모르는 상태를 불편하게 생각하지 않음.	개방적, 확산적 사고
Rag Talbot	경험(불확실한 상황, 위험과 기회)에 개방적.	
Santiago Calvatrava	디자인 문제를 이해하기 위해 드로잉을 이용.	드로잉을 활용한
Richard MacCormac	그림으로 아이디어 발견, 평가, 설명용으로 사용.	발상과 시행착오
Robert Venturi	두 가지 아이디어를 동시에 진행 후 조합.	평행적 사고

[표1]의 그림으로 아이디어를 평가(Richard MacCormac)하거나 두 가지 아이디어를 동시에 진행 후 조합(Robert Venturi)는 경우는 자유로운 발상을 기반으로 하는 Ted Happold, Rag Talbot에 비해 용이한 복사를 통하면 좀더 수월하게 진행이 가능한 부분이므로 컴퓨터 프로그램을 이용하면 효율을 높일 수 있다. 이는 자동적으로 계산되어 표현되는 프로그램은 디자이너의 창의성 발현을 도울 수 있음을 예측할 수 있다.

창의성은 수렴(converse)과 확산(diverse), 소프트스킬(soft skill)과 하드스킬(hard skill) 등 각각 좌뇌와 우뇌의 특징을 가지고 있어, 반복적인 과정에 의해 완성이 되어간다. 창의성을 발현하는 방법은 좌뇌와 우뇌의 활용방법에 따라 나누어지고 각각의 역할을 통해 창의적 아이디어를 완성하는데 기여하여 결과물 제작에 시너지를 낸다. 소프트스킬은 인적자본 개발과 직업적 성공에서 중점적으로 중요한 역량으로 무형적인 기량이고, 하드스킬은 유형적인 기량으로 쉽게 판별되고 시험을 보고 시간의 흐름에 따른 변화를 추적할 수 있는 측정 가능한 결과를 말한다.⁵⁾ 목표달성을 위한 통합적이고 체계적인 능력을 키우기 위한 6C(협력, 의사소통, 콘텐츠, 비판적 사고, 창의적 혁신, 자신감)⁶⁾가 있으며, 심리학자들이 정리한 공통적인 훈련 방법은 장기기억을 수립하는 ‘의도적인 훈련(deliberate practice: 에릭슨 The making of an expert, Harvard Business Review, 2007)이다. 특정한 공간, 2. 내용을 계획적으로 세분화 하고 반복해서 훈련, 3. 즉각적인 피드백,

2) 로저 마틴, [디자인 씽킹 바이블], 유엑스 리뷰, 2018, p24.

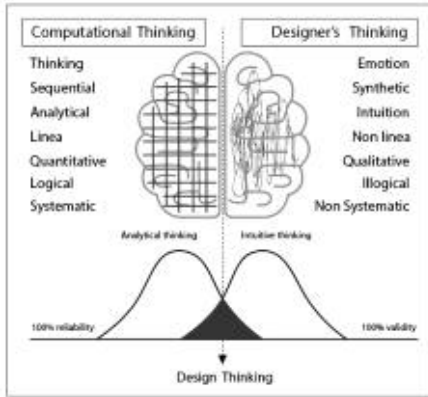
3) 나이절 크로스, [디자이너는 어떻게 생각하는가], 안그라픽스, 2013, p15-18.

4) 나이절 크로스, [디자이너는 어떻게 생각하는가], 안그라픽스, 2013, p23-30.

5) 로베르타 골린코프, 캐시 허시-파섹, 최고의 교육, 예문아카이브, 2018, 57P.

6) 로베르타 골린코프, 캐시 허시-파섹, 최고의 교육, 예문아카이브, 2018, 24,30P.

4. 고도의 주의력⁷⁾이 필요하다고 했다.



[그림 1] 컴퓨팅적 사고와 디자인 씽킹

[그림1]은 상반되는 디자이너의 사고와 컴퓨팅 사고를 비교한 것으로 디자이너의 사고에 비해 컴퓨팅 사고는 감성보다는 생각, 합성보다는 연속적, 직관보다는 분석적, 비선형적이기 보다는 선형적, 정성적이기 보다는 정량적이며, 논리적이고 체계적이라는 특징을 가지고 있다. 저자는 디자이너의 관점에서 서로 다른 두 분야를 경험하면서 공통의 분모를 디자인 씽킹이라고 보았다.

디자인 씽킹은 서로 다른 분야를 융합 가능하게 하여 창의적인 발상의 과정으로 대표적인 역할을 하고 있다. [그림1]과 같이 로저 마틴(Roger Martin, 2018)의 편향 격차를 재편입한 것으로 상반되는 두 가지 사고의 공통분모는 디자인 씽킹으로 혼합적인 사고를 바탕으로 균형의 중요성을 의미한다. 또한 ‘디자인 씽킹’은 해법 찾기를 위해 제약조건을 알아본 뒤에 종합적으로 사고하는 것으로 확산적 사고의 역할과 수렴적 사고의 역할의 활용이 문제 찾기와 문제 해결에 도움을 준다고 했다(리팅이 외3, 2012).

[표 2] 창의성 발생의 원천

학자명	창의성의 발생원천 ⁸⁾
Edward Lee Thorndike (1911)	시행착오 (trial & error)
J.P. Guilford (1950)	문제에 대한 민감성 (sensitivity to problems)
Robert W. Weisberg, (1986, 2003)	평범한 사고 (ordinary thinking)
Sternberg & Lubart(1995)	자원 (resources)
Amabile (1983, 1996)	영역 관련 기술 (domain-relevant skills)

[표 3] 창의적 문제해결

학자	정의
Torrance, 1979	창의성은 창의적 문제를 해결할 때 작용.
Isaksen, 1985	문제이해, 아이디어 산출, 행동의 계획 및 실행의 단계.
Sternberg, 1991	창의성의 지적능력은 문제발견, 문제정의, 문제해결 능력을 의미함.
Mumford, 1991	문제표상의 중요성, 확산, 수렴적 사고의 순환적 반복을 통해 새로운 해결책 생성, 사전지식의 재구성, 재조직, 결합,
Treffinger, 1994	확산적, 수렴적사고의 상호작용으로 새로운 해결책을 만드는 사고과정.
Lubart, 1994	창의성을 문제해결의 관점에서 정의함.

창의성과 밀접한 연관성이 있는 창의적 문제해결력은 오스본(Osborn, 1963)에 의해 제안되었고, 파네스(Parnes, 1981), 트레핑거(Treffinger, 1983)에 의해 구체화 된 창의적 문제해결능력은 다 분화되고 지식기반의 사회가 되면서 점차 중요성이 강조되고 있고 특히 학교 교육에서 필요성은 점차 커지고 있는 추세이다.

2-2. 컴퓨팅 사고

컴퓨팅적 사고는 컴퓨터 공학의 기본 개념으로 문제 해결을 하고 시스템 설계하며 과학자가 아닌 일반인들을 위한 보편적인 사고이자 기술로써 인간의 행동을 이해 한다는 방식이다. 축소(reduction), 내장(embedding), 변형(transformation), 시뮬레이션(simulation)을 통해 문제 재구성되는 논리적이고 선형적인 사고의 방식이다. 이는 사고 중심이며 단계를 통해 진행되는 연속성을 가지고 있고, 분석적이면서 체계를 갖춘 생각의 방식이다. 시스템 설계, 문제 해결을

7) 완웨이강, 이공계의 뇌로 산다. 더숲, 2016, 서울, 138, 152P.

8) 로버트 W. 와이스버그, Creativity, 시그마프레스, 2009, p114

가능하게 하며 시스템의 심미성, 디자인의 간결함과 정밀함을 판단할 수 있는 사고력이다. 최악의 시나리오에 대한 예방, 보호, 회복에 관한 사고이며, 불확실한 상태에서 계획을 세우는 논리적이며 이성적인 사고라고 말한다.

컴퓨팅 사고는 [표4]와 같이 알고리즘적 사고를 비롯하여 재귀적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고로 분류되며 아이디어의 수렴에 적합한 요소들로 구성되어 있다. 주판으로부터 시작된 컴퓨팅 사고는 데이터(data)라고 부르는 저장 항목과 저장 능력을 가지고 있다. 또한 처리되고 있는 정보(information)를 나타내는 '표현(representation)'방법으로써 개념을 가지고 있으며 계산의 능력을 가지고 있다.⁹⁾

[표 4] 컴퓨팅적 사고의 종류

컴퓨팅적 사고의 종류 ¹⁰⁾	
알고리즘적 사고	문제해결에 필요한 과정을 순차적으로 나열, 적용하는 사고의 과정
재귀적 사고	하나의 사고 과정을 계속적으로 반복하여 사고하는 것
비판적 사고	어떤 주장을 깊이 있고 폭넓은 맥락에서 더욱 잘 이해하려는 사고
논리적 사고	미리 가지고 있는 정보를 사용하여 새로운 정보를 찾아내는 추론의 과정

아래[표5]에 의하면 컴퓨팅 사고는 인간의 지능을 추상화된 도구를 이용하여 확장(Peter Lee)하는 과정과 현상(Bill Wulf)이며, 일을 처리하는 방법을 공식화(Gerald Sussman)하는 방법이고, 일련의 과정들을 생각하고 디지털로 표현(Edward Fox)하고 자동화(Robert Constable)하는 것이라 정의하였다.

일반적으로 컴퓨팅 사고의 중심이라 생각하는 알고리즘(algorithm)은 정해진 규칙에 따라 실행했을 때 목적을 달성하거나 문제를 해결하도록 하는 독립된 동작들의 순서를 의미한다. 또한 컴퓨터 프로그램들은 동시에 여러 개의 작업들을 수행할 수 있게 만드는 동시적 실행(concurrent execution)이 가능하다. 이는 논리적이고 절차화 된 사고와 방법론을 통해 문제를 컴퓨터과학의 원리와 개념을 바탕으로 해결하는 인지적 사고의 과정임을 의미한다.

9) David D Riley, Kenny A. Hunt, [컴퓨팅 사고], 인피니티북스, 2014, p.8-128

10) 박승유, 중학생의 컴퓨팅 사고력과 인지 능력간의 상관관계 분석, 고려대학교 석사학위논문, 2017

[표 5] 컴퓨팅적 사고의 정의

학자	컴퓨팅적 사고의 정의 ¹¹⁾
David Moursund	개발(developing) - 표현(representing) - 시험(testing) - 디버깅(debugging)
Peter Lee	인간의 지능을 추상화 도구를 통해 확장하는 것
Bill Wulf	어떠한 문제를 해결하는 과정과 추상적 현상
Don Abrahamson	컴퓨터 관련 기호 체계의 방법을 설계하는 과정
Gerald Sussman	일을 처리하는 정확한 방법을 공식화하는 방법
Edward Fox	인간이 세상에 접근하는 과정들을 생각하고 디지털로 표현될 때 하는 일들
Robert Constable	지적인 과정을 자동화하는 것, 정보처리 과정을 연구하는 것.

David Barr, John Harrison, & Leslie Conery(2011)의 연구에 따르면 컴퓨팅 사고는 자료수집(data collection), 자료 분석(data analysis), 자료표현(data representation), 문제분해(problem decomposition), 추상화(abstraction), 자동화(automation), 알고리즘과 절차(algorithms & procedures), 시뮬레이션(simulation), 그리고 병렬화(Parallelization)의 9가지 개념을 가지고 있다고 하였다.¹²⁾

2-3. 선행연구

본고의 선행연구는 컴퓨팅적 사고에 관한 연구 중, 디자인 분야 혹은 비 디자인 분야에서 디자인 관련 프로젝트 수행에 필요한 창의성 발현 가능성의 관점으로 조사하였다. 컴퓨팅적 사고는 동시적, 전략적, 절차적(이은경, 2009)이고, 디자인 기반의 프로그래밍 능력과 흥미도의 관련성(김순환, 한선관, 2012)이 있으며, 융합능력과 협업에도 긍정적(정예진, 2018)이고 자기 효능감, 만족도(권정인, 2018)를 높인다는 연구가 선행되었다. 반면에 부정적 자극에 민감(박승유, 2017)하다는

11) Report of a workshop on the Scope & nature of Computational thinking, National Research Council, 2009.

12) 권정인, Computational thinking 기반의 교수-학습이 학습자의 창의적 문제해결에 미치는 효과성 연구, 성균관대학교 박사학위논문, 2014.

연구가 있다. 즉 부정적인 자극에 노출되지 않는다면 논리적, 연속적인 사고로 디자인 프로젝트에도 긍정적인 영향을 줄 수 있으며, 자기효능감과 만족감을 주면서 융합과 협업을 가능하게 만드는 사고임을 예측할 수 있다.

[표 6] 컴퓨팅적 사고의 선행연구

학자	내용	키워드
이은경 2009 ¹³⁾	대학생들을 대상으로 한 로봇 프로그래밍 교수학습은 분석적 사고, 동시적 사고, 전략적 사고, 절차적 사고는 컴퓨팅적 사고와 관련성이 있음을 도출.	컴퓨팅사고의 개념
김수환 2012 ¹⁴⁾	디자인을 기반 self-프로그래밍 능력도와 흥미도는 컴퓨팅적 사고에 긍정적인 변화를 일으켰음을 증명함.	디자인 연관성
최숙영 2016 ¹⁵⁾	앱 인벤터와 아두이노는 창의성과 융합적 사고를 향상시키고 유사한 문제 해결을 할 수 있다는 긍정적인 반응.	피지컬 컴퓨팅 영향
박승유 2017 ¹⁶⁾	컴퓨팅적 사고는 기억을 저장, 갱신하는 능력, 주의력을 향상시키나 부정적 자극에 빠르고 민감하게 반응함.	자극에 관한 반응
백승철 2017 ¹⁷⁾	복합성이 많은 사회적 문제는 디자인 사고 방법론의 유연성이 문제해결을 가능하게 하는데 도움이 됨.	디자인 사고, 문제 해결력
정예진 2018 ¹⁸⁾	컴퓨팅적 사고는 영재에게 융합적 사고력을 신장, 창의적 융합능력 향상과 협업 역량에 긍정적임을 도출.	영재와 연관성
권정인 2018 ¹⁹⁾	소프트웨어 교육은 학습자들 간의 상호작용, 자기 효능감, 만족도를 높이며, 데이터수집, 알고리즘, 절차가 가장 중요한 요소임.	교육과 연관성

- 13) 이은경, Computational Thinking 능력향상을 위한 로봇 프로그래밍 교수 학습 모형, 한국교원대학교 박사학위논문, 2009.
- 14) 김수환, 한선관, Computational Thinking향상을 위한 디자인기반 학습, 한국컴퓨터교육학회 논문지 제19권 제2호, 2016.
- 15) 최숙영, 김세민, 앱 인벤터와 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 교육이 공업계 고등학교의 창의, 융합적 사고에 미치는 영향, 한국컴퓨터교육학회 논문지 제19권 제6호(2016.11)
- 16) 박승유, 중학생의 컴퓨팅 사고력과 인지 능력간의 상관관계 분석, 고려대학교 석사학위논문, 2017.
- 17) 백승철, 보성혜, 김남희, 노규성, 디지털 융합시대의 디자인 사고 기반 사회문제 해결 아이디어 구체화 프로세스에 관한 연구, Journal of digital convergence, ISSN:1738-1916, <https://doi.org/10.14400/JDC.2017.15.2.155>.
- 18) 정예진, 컴퓨팅 사고력(CT)를 활용한 수학중심 STEAM프로그램이 초등 수학 영재 학생의 융합적 사고력 및 협업 역량에 미치는 영향, 고려대학교

2009년부터 2018년까지 컴퓨팅 사고는 개념에 관한 연구를 바탕으로 타 분야와의 협업, 융합 혹은 사용 확장 가능성에 대해 연구해 온 것으로 보인다. 이를 디자인의 관점에서 적극적 활용 방안에 관한 연구는 창의성 발현을 유도하기에 적합하다.

3. 연구방법

3-1. 분석방법과 범위

인터뷰를 위한 질문의 근거는 컴퓨팅 사고, 디자인 프로세스에서 창의적 문제해결, 디자인 씽킹을 비교하기 위해 [표6]과 같이 디자인 수행의 단계를 수직적으로 배열하였다. 논리적, 수직적 사고를 바탕으로 한 컴퓨팅 사고의 9가지 개념, 창의적 문제해결력에 기반을 둔 4가지 단계, 그리고 수평적, 확산적 사고 기반의 디자인 씽킹 프로세스를 근거로 하여 질문하고 그 대답을 정성적으로 분석하였다. 시행 방법은 인터뷰 시행 전에 디자인에 대한 경험이 없는 36명의 과학영재학교 학생들에게 그래픽 디자인에 사용도가 높은 어도비 일러스트레이터(adobe illustrator)를 사용법, 네이밍과 로고디자인을 16주간 진행한 후 그들의 아이디어 발상과 표현에 어도비 일러스트레이터가 어떠한 영향을 주었는지 알아보았다. 디자인 전공자들에게 어도비 일러스트레이터는 손으로 그리던 삽화를 컴퓨터로 할 수 있게 만들어준 프로그램이므로 아이디어를 구현하여 다양한 인쇄에 적용하는 활용법 위주로 사용해 왔다.



[그림 2] 어도비 일러스트레이터의 기능

이러한 전형적인 사용방법은 점차 프로그램의 업그레이드와 기능의 확장으로 아이디어의 표현은 물론 자

석사학위논문, 2018.

- 19) 권정인, 김재현, A Study on the design and effect of computational thinking and software education, KSII Transaction on internet and information systems Vol.12, NO.8, Aug. 2018.

동화까지도 적용 가능하게 변형 및 발전되어왔다. 본 프로그램을 사용한 이유는 평면적인 표현을 하는데 있어 어렵지 않게 습득한 후 활용이 쉽고, 타 디자인 수업에 비해 학생들에게 가장 높은 관심을 가졌기에 선택하였다. 수치의 입력을 통해 형성되는 도형 및 회전, 대칭, 패스파인더, 3D 및 재질 등의 기능은 학생들이 자주 사용하는 기능이다.



[그림 3] 어도비 일러스트레이터의 활용²⁰⁾

어도비 일러스트레이터는 코딩이 포함되어 있지는 않지만 최종 결과물에 최대한 가깝게 구현할 수 있도록 치수를 이용한 도형 그리기 및 변형이 가능하다. 또한 어도비 일러스트레이터(adobe illustrator)는 벡터 드로잉 프로그램으로 디지털 삽화는 물론 인쇄를 목표로 하는 로고를 포함한 그래픽 디자인 분야의 작업을 할 수 있는 프로그램이다. 뿐만 아니라 벡터 데이터는 레이저컷이 가능하여 디지털 패브리케이션으로 활용범위를 넓힐 수 있다.

다양한 기능의 추가와 향상으로 웹 출판, 게시, 전자 출판 등과 오토캐드, 어도비 포토샵, 인디자인과 같은 프로그램과의 호환성을 가지고 있어 초보자들에게 습득과 활용성이 높은 프로그램이다. 본 프로그램은 공학적 사고를 하는 영재고 학생들의 창의적 사고 유도를 위한 매개체로 활용하기에 적합하다는 결론을 내렸다. 어도비 일러스트레이터는 [표7]의 수직적, 수평적 사고에 적합한 행위 수행이 가능하고 실험자들이 주로 하는 공학적 실험과 프로토타이핑을 구현에 빈번하게 사용되는 프로그램이다.

[표 7] 질문의 근거

단 계	수직적 사고	수평적 사고	
	Computational Thinking 9 (David Barr 2011)	Creative problem Solving(Basadur, Gelade 2014)	Design Thinking (Bernad Ross 2016)
도 입 시 나 리 오	자료 수집 data collection	발생 generating	공감 empathize
	문제 분해 problem decomposition		
	자료 분석 data analysis	개념화 conceptualizing	정의 definition
	자료 표현 data representation		
아이 디어 확산	알고리즘과 절차 algorithms & procedures	최적화 optimizing	발상 ideation
	추상화 abstraction		
	자동화 automation		
제작 및 아이 디어 수렴	병렬화 parallelization	구현 implementing	프로토타입 prototype
	시뮬레이션 simulation		테스트 test

위의 9가지 개념[표7] 중 디자인에서 창의적 발상에 도움이 되는 시뮬레이션, 병렬화, 자동화, 추상화에 대한 조사를 하고자 한다.

3-2. 인터뷰

본 인터뷰를 통해 알아보고자 하는 것은 디자인을 처음 경험하는 과학도가 되고자 하는 고등학생들에게 어도비 일러스트레이터를 이용한 디자인 수업이 디자인에 대한 문제해결에 도움이 되었는가 하는 것이다. 인터뷰는 36명의 학생들을 16주 동안 수업을 진행한 후, 개개인에게 5점 척도로 구성된 1차 질문[표8]과 주관식으로 질문하는 심화 질문[표10]으로 진행하였고, 심화질문을 통해 아이디어 구현에 단계에서 어도비 일러스트레이터가 디자인 프로젝트 진행에서 창의성 발현에 어떠한 영향을 미쳤는지에 대해 알아보는데 순서로 진행하였다.

20) <https://all3dp.com/2/what-is-a-laser-cutter-simply-explained/>

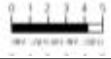
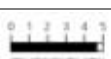
23) 권정인, 김재현, A Study on the design and effect of computational thinking and software education, KSII Transaction on internet and information systems Vol.12, NO.8, Aug. 2018.

[표 8] 1차 질문 - 5점 척도

no	질문
1	어도비 일러스트레이터가 발상에 도움이 되었다.
2	어도비 일러스트레이터가 문제해결에 도움이 되었다.
3	어도비 일러스트레이터 사용의 만족도는 어떠한가.
4	어도비 일러스트레이터 사용이 팀워크에 도움이 되었다.
5	어도비 일러스트레이터 사용이 동기부여를 하였다.
6	어도비 일러스트레이터 사용의 활용도는 어떠한가.

1차 질문에 대한 답변 중 활용도 면에서 매우 만족하며 팀워크와는 관계가 없다는 내용이 결과로 도출되었고, 활용도>만족도>문제해결>발상, 동기부여>팀워크 순으로 답변하였다.

[표 9] 1차 질문의 결과 - 5점 척도

no	질문	5점 척도	순위
1	발상		4
2	문제해결		3
3	만족도		2
4	팀워크		6
5	동기부여		4
6	활용도		1

2차적으로 시행된 질문은 참여 학생들의 문제점을 좀더 파악하고자 창의성과 아이디어 발전에 관련된 내용으로 구성하였다. 퍼실리테이터의 역할과 사용상의 문제점, 그리고 관심 분야가 아닌 새로운 방법을 통해 디자인을 경험하는데 있어 애로 사항은 무엇인지에 대해 알아보고자 하였다.

[표 10] 심화 질문 I

no	질문
1	어도비 일러스트레이터가 디자인 프로젝트 진행을 위한 창의성 발현에 도움이 되는가.
2	전문가의 도움이 필요 없는 시기는 언제인가
2-1	전문가의 도움이 필요한 시기는 언제인가
3	프로젝트 완성에 도움이 되는 것은 무엇인가
4	가장 어려운 단계는 언제인가
5	가장 만족감을 느낀 단계는 어디인가

심화 질문의 결과 디자인 프로세스의 도입단계에서 창의성이 발현된다는 의견이 많았고, 아이디어 확산 단계에서 컨셉을 정하는 데 필요한 방향제시와 프로그램 사용법을 알려주는 전문가(선생님)의 도움이 매우 필요하다는 답변을 주었다. 또한 프로젝트의 완성 단계에 만족감을 얻었으며, 어려운 단계와 창의성 발현이 시나리오 작성과 아이디어 발상을 하는 도입 단계라고 밝혔다.

[표 11] 심화 질문의 결과 I

no	질문	의견(명)
1	창의성 발현	도입, 시나리오 (19) 아이디어확산단계 (6) / 제작단계 (5)
2	전문가의 도움x	아이디어확산단계 (15), 제작단계 (6)
2-1	전문가의 도움	프로그램 습득 (15), 프로그램응용(12)
3	프로젝트완성	전문가의 조언 (17), 아이디어(7)
4	어려운 단계	도입, 시나리오(12), 제작단계(7),
5	만족감	제작단계(16), 아이디어확산단계(6)

[표 12] 심화 질문 II (5점 척도)

no	질문
1	어도비 일러스트레이터가 아이디어 구현을 자동화시켰는가.
2	어도비 일러스트레이터가 아이디어 구현을 개념화시켰는가.
3	어도비 일러스트레이터가 아이디어 구현을 구체화시켰는가.
4	어도비 일러스트레이터가 아이디어 구현에 도움을 주었다.

세 번째로 진행된 심화질문II은 어도비 일러스트레이터가 아이디어의 구현에 어떠한 영향을 미치는지에 알아보기 위해 시행하였고, 아이디어의 구현을 구체화하고 아이디어를 구현을 자동화하고 개념화하는데

도움이 된다는 답변을 하였다. 저자의 경험으로 본교의 학생들은 손으로 표현하는 스케치에 대한 불편함이 있어 원하는 선이나 치수 표현, 개체 정렬이 되었을 때 아이디어의 구현에 만족도를 더 느끼는 것으로 관찰되었다.

[표 12] 심화 질문 II (5점 척도)

no	질문
1	어도비 일러스트레이터가 아이디어 구현을 자동화시켰는가.
2	어도비 일러스트레이터가 아이디어 구현을 개념화시켰는가.
3	어도비 일러스트레이터가 아이디어 구현을 구체화시켰는가.
4	어도비 일러스트레이터가 아이디어 구현에 도움을 주었나.

[표 13] 심화 질문의 결과 II (5점 척도)

no	질문	의견	순위
1	구현의 자동화	0 1 2 3 4 5 (매우 그렇지 않다 매우 그렇다)	2
2	구현의 개념화	0 1 2 3 4 5 (매우 그렇지 않다 매우 그렇다)	2
3	구현의 구체화	0 1 2 3 4 5 (매우 그렇지 않다 매우 그렇다)	1
4	아이디어 구현	0 1 2 3 4 5 (매우 그렇지 않다 매우 그렇다)	4

3-3. 결과

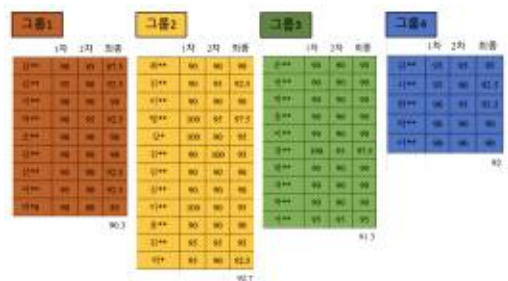
36명의 학생들을 대상으로 인터뷰한 결과 최초의 아이디어가 결과물과 비슷하다는 의견이 36명중 29명으로 압도적이었고, 가장 만족감을 높게 느낀 시기는 프로그램을 사용하여 아이디어를 구현하는 단계라고 36명중 22명이 답하였다. 만족감은 학생들이 자기 주도적으로 프로젝트를 진행하는데 동기부여를 해주는 매우 중요한 요소로 작용하였다는 의견이 있었다.

반면에 가장 힘들었던 단계로 동기부여가 필요한 단계도 프로그램을 배우고(15/36), 응용하는 단계(12/36)이라고 답하였다. 프로그램을 사용하여 발상을 하였을 때 아이디어 구현, 구현의 자동화, 구현의 구체화의 순서로 도움이 된다고 응답하였다.



[그림 4] 자동화, 구체화, 추상화 관련성별 구분

아이디어 구현의 자동화, 구체화, 그리고 추상화와 관련성을 기준으로 4가지 그룹으로 구분하고 사회적 기업의 네이밍과 로고 디자인 결과물과 성적을 비교했을 때 자동화, 구체화, 추상화에 매우 도움이 된다고 답한 그룹의 성적이 92.7점으로 가장 높았으나 미미한 차이로 현저한 성적 차이는 찾아보기 어려웠다.



[그림 5] 그룹별 결과물 평가 점수

4. 결론

본 연구는 4차 산업혁명 시대의 도래로 사회의 급속한 발달과 복합적 문제들의 증가로 문제 해결력에 대한 요구가 늘어나고 있다. 이에 본고에서 문제 해결력을 키우기 위한 방법으로 컴퓨팅 사고가 수직적 사고와 창의적이고 유연한 수평적 사고에서 어떻게 분야 간의 경계를 넘어선 분야 간의 융합을 통해 디자인 프로세스에서 창의성 발현을 가능하게 하는지를 알아보고자 하였다.

디지털세대인 고등학생들을 대상으로 컴퓨터 프로그램을 사용한 발상을 하고 인터뷰를 통해 그들의 의견을 어떠한 방식으로 교육에 적용할 것인지를 알아보기 위해 수평적 사고인 디자인 씽킹과 수직적 사고를 비교하였다. 디자인 프로젝트의 수행 시 확산과 수렴적 사고를 반복하면서 문제 해결을 통한 사용성, 조형성 등의 퀄리티를 높여 결과물의 완성도를 높여가는 것이 요구되나 매 단계별 결과물이 본인의 기대에 미치지 못할 때 지속적인 진행에 대한 동기부여가 어려워 흥미를 잃는 경우를 자주 찾아 볼 수 있었으나 이러한 원인을 해결해주는 것은 어도비 일러스트레이터의 자동화, 구체화, 추상화의 기능이라는 결론에 도달하였고 학생들의 만족도는 디자인 프로세스를 진행할 수 있는 원동력으로 작용될 수 있음을 도출하였다. 만족도는 디자인에 대한 흥미를 유발하고 동기부여를 하는데 도움이 되는 요소로 매우 큰 비중을 차지하는 요소이기 때문에 다양한 방법으로 모색해야 한다.

이러한 결론은 디자인과의 균형적인 융합의 방법에 대해 구체적인 방법을 모색할 때 서로 다른 성향의 두 분야의 성향 파악 후, 방법론의 선택이 결정되어야 교육의 시너지를 높일 수 있다는 것을 의미한다. 본 연구를 통해 아쉬웠던 것은 컴퓨팅 사고에 적합한 타 프로그램을 활용한 심도 있는 실험을 하지 못하였고 디자인 프로젝트 진행 중 세부적으로 자동화 구체화 추상화에 대한 분석이 이루어지지 못했다는 점이다. 후속연구로 클라우드 기반의 3D 모델링 프로그램을 활용하여 디자인 프로세스에서 창의성 발현은 물론 팀워크와의 연관성에 대한 실험과 세부적 관찰을 통해 비전공자에게 적합한 효과적인 디자인 교육 방법에 대한 연구를 진행하고 자 하며, 점차 빨라지는 컴퓨터 교육과 디자인 프로젝트를 위한 창의성에 대한 필요성에 다양한 연구와 디자인 교육 프로그램으로 활용 가능성을 찾아보고자 한다.

참고문헌

- 하워드 가드너, [인간은 어떻게 배우는가], 사회평론, 2015.
- 로베르타 골린코프, 캐시 허사-파섹, [최고의 교육], 예문아카이브, 2016.
- 김효준, [Systematic lateral thinking], 도서출판지혜, 2016.
- 김효준, [Creativity with doing], 도서출판지혜, 2016.
- 김효준, [창의성의 또 다른 이름 트리즈], 인피니티박스, 2009.
- David D Riley, Kenny A. Hunt, [컴퓨팅 사고], 인피니티박스, 2014.
- 뉴 사이언티스트, 닉 보스트롬, 존그레이엄-커밍, 토비 월시, [기계는 어떻게 생각하고 학습하는가], 한빛미디어, 2018.
- 완웨이강, 이공계의 뇌로 산다. 더숲, 2016.
- 우치다 히로유키, [디자인 공감력], 비즈앤비즈, 2010.
- 나이절 크로스, [디자인어는 어떻게 생각하는가], 안그래픽스, 2013.
- 로저 마틴, [디자인 씽킹 바이블], 유엑스 리뷰, 2018.
- Steven P. Dow, Alana Glassco, jonathan kass, Melissa Schwarz, Daniel L. Schwartz, and Scott R. klemmer, Parallel Prototyping Leads to Better Design Results, More Divergence, and Increased Self-Efficacy, Stanford University, DOI 10.1145/1879831.1879836, 2010.
- 백승철, 조성혜, 김남희, 노규성, 디지털 융합시대의 디자인 사고 기반 사회문제 해결 아이디어 구체화 프로세스에 관한 연구, Journal of Digital Convergence, <http://doi.org/10.14400/JDC.2017.15.2.155>, 2017.
- Michael D. Deschryver, Aman Yadav, 'Creative and Computational thinking in the context of new literacies: Working with teachers to Scaffold Complex Technology-Mediated Approaches to Teaching and Learning', JI. of Technology and Teacher Education, 23(3),411-43, 2015.
- Erik Brunvand, Computational Thinking Meets Design Thinking, DOI: 10.1145/2742060.2742123, 2015.
- Jeannette M. Wing, Computational

- Thinking, Communications of the ACM, Vol.49, No.3, 2006.
17. Keon Pettitway, The new media programme: Computational thinking in graphic design practice and pedagogy, Spring V.08 N.01: CAA Conference Edition, 2012.
 18. 권정인, 김재현, A Study on the design and effect of computational thinking and software education, KSII Transaction on internet and information systems Vol.12, NO.8, Aug. 2018.
 19. 이지연, 나건, 창의성의 확산과 수렴적 사고를 중심으로 한 프로토타이핑의 활용도 고찰, 인터스트리얼디자인학회, 통권 제37호,9Vol.10 No.3, 2016.
 20. 이은경, Computational Thinking 능력향상을 위한 로봇 프로그래밍 교수 학습 모형, 한국교원대학교 박사학위논문, 2009.
 21. 이지연, 디자인 프로세스에서 프로토타이핑이 창의성에 미치는 영향, 박사학위논문, 홍익대학교, 2017.
 22. 박승유, 중학생의 컴퓨팅 사고력과 인지 능력간의 상관관계 분석, 고려대학교 석사학위논문, 2017.
 23. 정예진, 컴퓨팅 사고력(CT)을 활용한 수학중심 STEAM 프로그램이 초등 수학 영재 학생의 융합적 사고력 및 협업 역량에 미치는 영향, 고려대학교 석사학위 논문, 2018.
 24. 권정인, Computational thinking 기반의 교수-학습이 학습자의 창의적 문제해결에 미치는 효과성 연구, 성균관대학교 박사학위논문, 2014.
 25. <http://www.papert.org>
 26. <http://www.hankookilbo.com>