

Computational Thinking of Middle School Students in Korea

Seong-Won Kim*, Youngjun Lee**

*Researcher, Global Institute For Talented Education, KAIST, Daejeon, Korea

**Professor, Dept. of Computer Education, Korea National University of Education, Cheongju, Korea

[Abstract]

In this study, we developed a test tool to measure the computational thinking ability of middle school students and investigated their computational thinking power using the tool. The test tool used exploratory factor analysis to examine the computational thinking scales of Korkmaz et al. (2017) and derive suitable factors and questions for middle school students in Korea. The developed test tool was applied to 492 middle school students to analyze differences in computational thinking ability according to gender, grade, programming experience, type of programming language, and interest. According to the study, male Korean middle school students had higher computing power than females. In addition, students who had programming experience or used text-based rather than block-based programming languages demonstrated higher computational thinking. There was no significant difference in the computational thinking of middle school students according to grade, and the level of interest in artificial intelligence only had a slight influence on computational thinking.

▶ **Key words:** Computational thinking, Middle school student, Test tool, Software education, Programming

[요 약]

본 연구에서는 중학생의 컴퓨팅 사고력을 측정하기 위한 검사 도구를 개발하고, 개발한 검사 도구를 활용하여 중학생의 컴퓨팅 사고력을 조사하였다. 검사 도구는 Korkmaz, Çakir, & Özden(2017)의 computational thinking scales를 탐색적 요인 분석을 실시하여 한국의 중학생에게 적합한 요인과 문항을 도출하였다. 개발한 검사 도구를 492명의 중학생에게 적용하여 성별, 학년, 프로그래밍 관련 경험, 경험한 프로그래밍 언어의 종류, 관심 정도에 따른 컴퓨팅 사고력의 차이를 분석하였다. 연구 결과, 한국의 중학생은 여정보다 남성의 컴퓨팅 사고력이 높았으며, 프로그래밍 관련 경험이 있거나 텍스트 기반 프로그래밍 언어를 경험하였을 때 컴퓨팅 사고력이 높은 것으로 나타났다. 반면에 학년에 따라 중학생의 컴퓨팅 사고력은 유의한 차이가 없으며, 인공지능에 대한 관심만 중학생의 컴퓨팅 사고력에 유의한 영향을 주었다.

▶ **주제어:** 컴퓨팅 사고력, 중학생, 검사 도구, 소프트웨어 교육, 프로그래밍

-
- First Author: Seong-Won Kim, Corresponding Author: Youngjun Lee
 - *Seong-Won Kim (sos284809@gmail.com), Global Institute For Talented Education, KAIST
 - **Youngjun Lee (yilee@knue.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
 - Received: 2020. 03. 16, Revised: 2020. 05. 02, Accepted: 2020. 05. 03.

I. Introduction

증기기관을 발명되고, 공장에 기계가 도입함에 따라 공장의 생산력이 급증하였다. 이에 따라 산업과 사회, 노동 등 다양한 영역의 변화가 시작되었고, 이러한 변화를 산업혁명이라고 명명하였다. 기술의 발전에 따라 전기 에너지와 컨베이어 벨트를 통한 2차 산업혁명, 컴퓨터를 통한 3차 산업혁명이 나타났다. 최근에 나타나는 4차 산업혁명 시대에서는 빅데이터와 인공지능, 로봇의 발전에 따라 산업의 지능화, 초연결사회 등이 나타나고 있다. 4차 산업혁명 시대에서는 산업뿐만 아니라 사회, 경제와 인간의 삶의 형태까지 모든 부분에서 변화가 일어나고 있다[1]. 4차 산업혁명에서는 지능정보기술의 중요성이 증가하였고, 전 세계적으로 지능정보기술 분야의 인재를 양성하기 위하여 소프트웨어 교육에 대한 관심이 증가하였다[2]. 이에 따라 미국, 영국, 일본, 중국 등에서 소프트웨어 교육을 필수화하고, 학교 현장에서 소프트웨어 교육을 활성화하기 위하여 산학연이 협업하여 다양한 인프라, 연구, 교육을 진행하고 있다[3].

이러한 흐름에 발맞추어 한국도 2015 개정 교육과정에서 초, 중학교 교육과정에 소프트웨어 교육을 필수화하였다. 한국은 다른 나라와 마찬가지로 컴퓨팅 사고력을 핵심 역량으로 지정하고, 학생의 컴퓨팅 사고력을 향상시키기 위하여 연계성 있는 교육과정 구성, 교수-학습 및 평가 연구, 컴퓨팅 사고력 관련 이론 연구 등이 활발하게 진행되었다[4]. 이와 같이 소프트웨어 교육의 핵심 역량으로 주목 받고 있는 컴퓨팅 사고력은 Wing(2006)의 연구에서 처음 정의되었다. Wing(2006)은 '컴퓨터 과학의 기초적인 개념에 기반을 둔 문제해결, 시스템 설계, 인간 행동의 이해를 포함하는 개념'이라고 말하였다[5]. 이영준 외(2014)는 컴퓨팅 사고력을 '컴퓨팅 시스템의 역량을 활용하여 해결하고자 하는 문제를 효과적이고 효율적으로 해결할 수 있는 절차적 사고 능력'이라고 정의하였다. 이외에도 CSTA, Google과 다양한 연구자에 의하여 컴퓨팅 사고력의 정의와 구성 요소를 연구하고 있다[6][7][8].

그뿐만 아니라 컴퓨팅 사고력을 평가하기 위한 연구도 활발하게 진행되고 있다. 선행 연구에서 컴퓨팅 사고력의 평가 요소는 지식과 수행, 태도였으며, 컴퓨팅 사고력의 평가 방법은 지필 시험, 자기 보고식 설문, 산출물 검사 등을 통하여 이루어지고 있었다[9][10]. 컴퓨팅 사고력의 평가 방법은 다양하지만, 선행 연구에서는 평가 방법에 따라 학생의 컴퓨팅 사고력이 다르게 나타났[11][12]. 또한, 연구 대상은 초등학생과 대학생에게 편중되어 있으며[9], 검사 도구의 타당도 확보 연구가 부족한 것을 확인할 수

있었다[13][14]. 2015 개정 교육과정에서 소프트웨어 교육은 초, 중학생을 대상으로 진행되고 있지만, 컴퓨팅 사고력 평가 연구는 초등학생을 중심으로 진행되고 있었다.

선행 연구를 종합하였을 때, 중학생을 위한 컴퓨팅 사고력 검사 도구를 개발하고, 중학생의 컴퓨팅 사고력을 조사하는 연구가 필요하다는 것을 확인할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 중학생의 컴퓨팅 사고력을 조사하기 위한 검사 도구를 선정하고, 선정한 검사 도구의 타당도를 검증하는 연구를 진행하였다. 또한, 타당도가 검증된 검사 도구를 중학생에게 적용하여, 중학생의 컴퓨팅 사고력에 미치는 변인을 조사하였다.

II. Literature Reviews

박상욱 외(2019)는 국제 컴퓨터·정보 소양 연구(International Computer and Information Literacy Study, ICILS)을 통하여 한국 중학교 2학년의 컴퓨팅 사고력을 측정하고, 컴퓨팅 사고력에 영향을 미치는 변인을 살펴보고, 한국의 컴퓨팅 사고력 교육 현황을 분석하였다. 또한, ICILS 2018 참여국과 한국의 컴퓨팅 사고력 검사 결과를 비교하는 연구를 진행하였다. 연구 결과, 한국의 컴퓨팅 사고력은 ICILS 2018 참여국 중에 가장 높았고, 상위권과 하위권의 차이가 가장 큰 것으로 나타났다. 또한, 한국 학생의 컴퓨팅 사고력은 성별, 컴퓨터 사용 경험, ICT 사용 정도, CT 관련 학습과 유의한 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 박상욱 외(2019)의 연구에서 중학생의 컴퓨팅 사고력을 측정하기 위하여 '자율주행 버스'와 '드론으로 농사 짓기'를 주제로 알고리즘을 시각적으로 표현하고, 관련 자료를 수집하여 결론 도출을 위한 시뮬레이션을 활용하거나 프로그램을 개발 및 테스트, 디버깅하는 과제를 개발하였다[15]. 본 연구에서 활용한 검사 도구와 달리 수행을 통하여 컴퓨팅 사고력을 측정하는 것을 확인할 수 있었다.

김성식 외(2019)는 대학생의 문제 해결 프로그래밍 교육에 컴퓨팅 사고력 평가를 위하여 검사 도구를 개발하였다. 검사 도구에서 컴퓨팅 사고력은 문제 분해, 추상화, 알고리즘 절차, 자동화로 영역을 구성하고, 각 영역을 측정하기 위하여 지필형 검사와 자기 보고식 설문지로 개발하였다. 개발한 검사 도구는 예비 교사를 대상으로 타당도와 신뢰도를 검증하였다[16].

주여진과 마대성(2018)은 컴퓨팅 사고력을 측정하기 위한 추상화 역량 평가 기준을 개발하였다. 선행 연구 분석을 통하여 추상화를 객체, 데이터, 절차 추상화로 나누어

학교급별로 성취, 평가 기준을 개발하였다[17].

김민자와 유길상, 김현철(2017)은 대학생 중 프로그래밍 비 전공자를 위한 프로그래밍 수업의 산출물을 컴퓨팅 사고력 기반 평가 루브릭을 개발하는 연구를 진행하였다. 평가 루브릭을 개발하기 위하여 SRI education에서 개발한 CT Practices design pattern(CTP)을 준거 틀로 활용하였다. CTP의 설계 패턴을 활용하여 컴퓨팅 사고력 평가 루브릭의 영역, 역량 요소, 평가 요소, 평가 자료, 평가 단계를 개발하였다. 루브릭의 영역은 추상화 모델의 설계, 창의적 산출물의 설계 및 적용, 산출물의 자가 평가이며, 학교급에 따라 평가 자료를 개발하고 검증하였다[18].

박주연(2019)은 초등학교의 프로그램 산출물을 통하여 컴퓨팅 사고력을 평가하는 연구를 진행하였다. 컴퓨팅 사고력 평가를 위하여 초등학교의 산출물을 Dr.Scratch를 통하여 개발 수준을 평가하였다. Dr.Scratch에서 컴퓨팅 사고력은 제어, 데이터 표현, 추상화, 사용자 상호작용, 동기화, 병렬화, 논리를 하위 영역을 가지며, 프로그램의 코드를 분석하여 영역별로 수준(기본, 개발자, 마스터)을 산출하였다. 연구 결과에서 초등학교의 컴퓨팅 사고력은 성별에 따라 차이가 존재하며 여성보다 남성이 높았다[19].

이은경(2019)은 한국과 미국의 중학교 교육과정에서 컴퓨팅 사고력 성취기준을 ICILS 2018의 컴퓨팅 사고력의 영역과 비교·분석하였다. 연구 결과, 한국과 미국 모두 컴퓨팅 사고력 관련 성취기준의 수는 높으며 개념 요소는 비슷하였으나, 기능 수준에서는 차이가 존재하였다. 한국은 문제 분석 및 정형화 영역에서 구체적인 성취 기준이 포함되어 있었지만, 미국은 해결 방안 계획 및 평가 영역에 중점을 둔 것으로 나타났다. 알고리즘, 프로그램, 인터페이스 개발 영역에서는 한국과 미국이 모두 구체적인 성취기준이 포함되어 있지만, 한국보다 미국이 다양하고 구체적인 진술이 포함되어 있었다[20].

최숙영(2019)은 컴퓨팅 사고력 평가에 대한 국내 선행 연구를 분석하여 평가 도구의 요소, 방법 등을 분석하였다. 선행 연구를 분석한 결과, 컴퓨팅 사고력 평가 관련 연구는 37편 존재하였으며, 2014년부터 연구가 시작되어서 시간이 흐를수록 더 활발하게 연구되는 것으로 나타났다. 연구 대상은 초등학교와 대학생이 가장 많았으며, 중, 고등학교를 대상으로 진행된 연구는 2편에 불과하였다. 컴퓨팅 사고력을 측정하기 위한 평가 도구는 김병수(2014)의 연구에서 개발한 계산적 인지력 검사 도구를 가장 많이 활용하였다[21]. 계산적 인지력 검사 도구는 이은경(2009)에서 PISA 문제를 기반으로 개발한 컴퓨팅 사고력 검사 도구를 개선하고, 타당도와 신뢰도를 검증한 검사 도구이다

[22]. 이외에도 Brennan & Resnick(2012)의 Computational thinking framework와 Moreno-leon *et al.*(2015)의 Dr.Scratch, 비버챌린지 문항을 활용하는 것으로 나타났다[23][24][25]. 컴퓨팅 사고력 평가 선행 연구에서 평가 요소는 모두 학생의 수행을 측정하는 연구였으며, 일부 연구에서는 지식과 태도도 함께 측정하였다[9].

컴퓨팅 사고력을 측정하기 위한 연구가 다양하게 진행됨에 따라 컴퓨팅 사고력 평가 도구들간의 상관관계를 분석하는 연구가 진행되었다. 김은지와 이태욱(2018)은 컴퓨팅 사고력의 자기보고식 설문과 수행 검사(비버챌린지)를 측정하는 검사 도구는 유의한 상관관계가 없다고 말하였다[11]. 노지예와 이정민(2018)은 지필 시험과 수행 검사(비버챌린지), 자기보고식 설문의 상관관계를 분석한 결과, 교육 프로그램 적용 전에는 수행 검사와 자기보고식 설문이 유의한 상관관계를 가지고 있지 않지만, 사후 검사에서는 유의한 상관관계를 가진다고 말하였다. 또한, 이러한 결과는 자기보고식 설문의 특성 때문에 나타났다고 설명하였다[12].

선행 연구를 종합하면, 컴퓨팅 사고력의 중요성이 증가함에 따라 컴퓨팅 사고력 평가 연구가 증가한다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만, 중학생을 위한 선행 연구는 부족하며, 컴퓨팅 사고력을 측정하는 검사 도구 간의 상관관계가 명확하지 않았다. 따라서 중학생을 대상으로 한 연구를 진행하고, 타당도와 확보된 검사 도구의 개발과 검사 도구의 적용을 통하여 컴퓨팅 사고력에 영향을 미치는 변인 분석이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다.

III. Methods

1. Research Overview

본 연구에서는 한국 중학생의 컴퓨팅 사고력을 측정하기 위한 연구를 진행하였다. 첫 번째로 선행 연구를 분석하여 한국의 중학생에 컴퓨팅 사고력을 측정하기 위한 검사 도구를 선정하였다. 선정한 검사 도구의 타당도를 검증하기 위하여 중학생 132명을 대상으로 검사 도구를 실시하였다. 설문은 구글 설문지를 활용하여 온라인으로 실시하였고, 2019년 12월 1일부터 2020년 12월 10일까지 진행하였다. 중학생의 검사 결과를 탐색적 요인 분석을 통해 적합하지 않은 문항을 제거하고, 타당도가 확보된 문항으로 검사 도구를 구성하였다. 타당도를 확보한 검사 도구는 중학생 492명에게 실시하였다. 설문은 구글 설문지를 활용하여 온라인으로 실시하였고, 2019년 12월 30일부터 2020년 1월 17일까지 진행하였다. 설문 결과는 성별, 학년, 매체를 통

한 프로그래밍 경험 여부, 프로그래밍 경험 여부, 프로그래밍 교육 경험 여부, 경험한 프로그래밍의 종류, 피지컬 컴퓨팅 경험 여부, 로봇, 프로그래밍, 인공지능의 관심도에 따라 중학생의 컴퓨팅 사고력의 차이를 분석하였다.

2. Participants

본 연구에서는 한국의 492명의 중학생을 대상으로 컴퓨팅 사고력을 조사하였다. Krejcie와 Morgan(1970)은 모집단을 대표할 수 있는 표본의 크기를 모집단의 20%로 제시하였지만, 모집단의 크기가 너무 큰 경우(e.g. $n > 10,000$)에는 표본의 크기가 400명 이상이면 연구할 수 있다고 말하였다[26]. 교육통계서비스(kess.kedi.re.kr)에 따르면 2019년 한국의 중학생 수는 1,294,559명이었다. 따라서 한국 중학생의 표본 크기가 백만 명 이상이므로 표본의 크기가 400명 이상이어야 한다. 본 연구에서는 약 500명의 중학생이 연구에 참여하였으므로 연구 대상이 모집단을 대표하기 충분하다고 판단하였다. 본 연구에 참여한 중학생은 4개 권역(서울·경기, 충청·강원, 전라·제주, 경상)에 설문 조사를 진행하여 전국의 연구 대상으로 표집하였다.

컴퓨팅 사고력을 측정한 492명의 연구 대상의 특성은 다음과 같다. 연구 대상의 성별은 남성이 248명(50.41%), 여성이 244명(49.59%)으로 균등한 성비를 보였다. 학년을 살펴보면, 2학년이 399명(81.10%)으로 가장 많았고, 1학년이 62명(12.60%), 3학년이 31명(6.30%)순으로 나타났다. 프로그래밍에 대한 경험 여부를 살펴보면, 매체를 통해 접해본 적이 있는 학생은 392명(79.67%)이고, 프로그래밍을 직접 경험해본 적이 있는 학생은 403명(81.91%), 프로그래밍 교육을 경험해본 학생은 398명(80.89%)이었다. 중학생이 경험한 프로그래밍 언어의 종류를 살펴보면, 블록 기반 프로그래밍 언어가 313명(63.62%), 텍스트 기반 프로그래밍 언어가 71명(14.43%), 둘 다 경험한 학생은 19명(3.86%)이었다. 피지컬 컴퓨팅을 경험해본 적이 있는 학생은 395명(80.28%), 경험이 없는 학생은 97명(19.72%)이었다. 이를 통하여 본 연구에 참여한 연구 대상은 성별이 균등하며, 학년은 2학년이 가장 많으며, 전체의 80%의 학생이 프로그래밍과 피지컬 컴퓨팅 관련 경험이 있다는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에 참여한 연구 대상의 특성은 Table 1과 같다.

3. Test tool

본 연구에서 중학생의 컴퓨팅 사고력을 측정하기 위하여 Korkmaz, Çakir, & Özden(2017)의 Computational Thinking Scales(CTS)를 사용하였다. CTS는 5점 리커트

척도로 응답하게 개발되었으며, 하위 요인으로 창의성(Creativity, CR), 알고리즘적 사고(Algorithmic Thinking, AT), 협력(Cooperativity, CO), 비판적 사고(Critical Thinking, CRT), 문제 해결(Problem Solving, PS)이 있다. 문항은 창의성이 8문항, 알고리즘적 사고 6문항, 협력 5문항, 비판적 사고 5문항, 문제 해결 6문항으로 총 29개이다. CTS는 터키의 1,306명의 대학생을 대상으로 검사 도구의 신뢰도와 타당도를 검증하였다. CTS의 Cronbach α 는 .822이며, 창의성은 .843, 알고리즘적 사고는 .869, 협력은 .865, 비판적 사고는 .784, 문제 해결은 .727이었다. CTS에서 창의성은 문제의 해결 방법을 찾을 때 새로운 관점을 통하여 문제에 접근하여 기존에 생각하지 못한 해결 방안을 구상할 수 있는 역량, 알고리즘적 사고는 문제 해결 과정을 알고리즘으로 표현하거나 알고리즘을 바탕으로 순차적으로 문제 해결을 진행할 수 있으며,

Table 1. Characteristics of participant

Domain		N	%
Gender	Male	248	50.41
	Female	244	49.59
Grade	1	62	12.60
	2	399	81.10
	3	31	6.30
Experience of programming through the media	Yes	392	79.67
	No	100	20.33
Experience of programming operation	Yes	403	81.91
	No	89	18.09
Experience of programming education	Yes	398	80.89
	No	94	19.11
Type of experienced programming language	Block	313	63.62
	Text	71	14.43
	Both	19	3.86
	No	89	18.09
Experience of physical computing	Yes	395	80.28
	No	97	19.72
Interest toward robot	1	79	16.06
	2	63	12.80
	3	170	34.55
	4	103	20.93
	5	77	15.65
Interest toward artificial intelligence	1	59	11.99
	2	51	10.37
	3	166	33.74
	4	128	26.02
	5	88	17.89
Interest toward programming	1	75	15.24
	2	79	16.06
	3	158	32.11
	4	91	18.50
	5	89	18.09
Total		492	100.00

여러 알고리즘을 비교 및 평가하여 효율적인 알고리즘으로 개선할 수 있는 역량, 협력은 문제 해결 과정에서 개인이 협력하여 다양한 아이디어를 생성하고, 효율적으로 문제를 해결할 수 있는 역량, 비판적 사고는 문제 해결을 위하여 정보와 개념, 방법, 척도, 맥락뿐만 아니라 해석, 분석, 평가, 결론을 판단하고 결정할 수 있는 역량, 문제 해결은 일상생활에 마주하는 여러 가지 문제를 지식을 활용하여 해결할 수 있는 역량을 의미한다[27]. CTS는 대학생을 대상으로 개발되었으므로, 본 연구에서는 한국의 문화적 맥락을 고려하고 연구 대상에 맞추어 검사 도구를 타당도를 확보하기 위하여 요인 분석을 진행하였다. CTS는 영문으로 개발되었으므로 컴퓨터 교육 전문가 집단의 번역과 역 번역을 통하여 검사 도구를 번안하였다.

4. Analysis

중학생의 컴퓨팅 사고력을 분석하기 위하여 다음과 같은 방법으로 분석하였다. 검사 도구의 타당도를 검증하기 위하여 탐색적 요인 분석을 실시하였다. 탐색적 요인 분석의 요인 추출 모형은 주성분 분석, 요인 회전은 베리맥스를 이용한 직각 회전, 요인 수 결정은 Kaiser 방식을 사용하였다. 탐색적 요인 분석 결과에서 문항의 공통성이 .500 이상이며 요인 적재량이 .500 이상인 문항을 선별하였다.

요인에 따른 중학생의 컴퓨팅 사고력을 분석하기 위하여 독립 표본 t-검정(성별, 프로그래밍 경험 여부, 교육 경험, 매체를 통한 경험, 피지컬 컴퓨팅 경험)과 일원배치 분산분석(학년)을 실시하였다. 일원배치 분산분석은 사후 검정으로 Tukey HSD를 사용하였다. 인공지능, 프로그래밍, 로봇에 대한 관심 정도에 따른 중학생의 컴퓨팅 사고력은 다중회귀분석을 통해 분석하였다. 다중회귀분석에서는 다중 공선성 판단을 위하여 변수별로 VIF가 10보다 작은지 확인하고, 잔차의 독립성 확인을 위하여 Durbin-Watson이 1과 3 사이인지 확인하였다.

IV. Result

1. Verification of computational thinking test tool

중학생의 컴퓨팅 사고력 검사 도구를 검토하기 위하여 검사 도구 실시 결과의 평균, 표준편차, 왜도, 첨도를 살펴 보았다. 이를 통하여 평균값이 수용 가능 여부와 검사 결과가 편중되어 있지 않은지 확인하였다. 또한, 컴퓨터 교육 전문가를 대상으로 검사 도구의 번역이 적절한지와 중학생에게 사용하기 적합한지 분석하였다.

CTS의 구인 타당도를 검증하기 위하여 탐색적 요인 분석을 실시하였다. 탐색적 요인 분석 결과는 Table 2와 같다. 탐색적 요인 분석을 실시한 결과, 공통성과 요인 적재량이 낮은 문항이 존재하는 것을 확인하였다. 따라서 해당 문항을 하나씩 제거하며, 탐색적 요인 분석을 반복적으로 진행하였다. q8과 q19는 공통성(communality)이 .500 이하이기 때문에 검사 도구에서 제외하였다. q21과 q5, q23, q22는 요인 적재량(factor loading)이 .500 이하여서 탐색적 요인 분석을 통하여 검사 도구에서 제거하였다.

Table 3은 탐색적 요인 분석을 통하여 타당도를 확보한 중학생의 컴퓨팅 사고력 검사 도구이다. 검사 도구의 문항은 모두 요인 적재량이 .500과 공통성이 .500보다 컸다. Kaiser-Meyer-Olkin 값은 .897이며, Barlett의 구형성 검정의 Chi-square은 5940.150이며, 유의확률이 .000이었다. 검사 도구의 분산 설명은 67.203%으로 사회과학 논문에서 요구하는 분산 설명 값인 60%보다 크므로 Table 2. Factor analysis results of the test tool

	Component					Com. fact.
	1	2	3	4	5	
q11	.819	.166	-.049	.154	.083	.701
q12	.783	.124	-.003	.169	.113	.658
q10	.758	.229	.054	.066	.089	.641
q13	.757	.279	.175	.086	-.029	.673
q14	.690	.162	-.025	.207	.147	.518
q20	.611	.365	-.086	.160	.140	.557
q7	.098	.672	.152	.184	.007	.519
q9	.294	.668	-.067	.151	.077	.400
q4	.226	.639	-.096	.147	.428	.565
q22	.398	.616	.001	.159	.158	.642
q3	.082	.603	-.076	.277	.434	.732
q23	.507	.571	.011	.078	.071	.670
q6	.160	.563	-.055	.328	.323	.690
q19	.385	.561	.024	.179	.023	.567
q5	.326	.495	-.025	.128	.387	.756
q21	.433	.462	-.041	.265	.176	.723
q8	.292	.401	.097	.070	.374	.791
q27	.012	-.108	.839	.059	.032	.698
q26	-.043	-.048	.811	.114	.091	.496
q28	.163	-.186	.781	-.036	.017	.560
q24	.006	.149	.733	-.008	.055	.504
q29	.107	-.008	.731	-.353	.054	.588
q25	-.248	.284	.672	.046	-.156	.595
q17	.176	.240	.025	.835	.059	.563
q16	.117	.153	.031	.806	.189	.620
q15	.286	.200	-.074	.783	.127	.683
q18	.266	.362	-.026	.703	.043	.721
q2	.151	.080	.157	.059	.775	.673
q1	.045	.355	-.009	.205	.728	.674
Eigenvalues	9.610	3.657	2.154	1.662	1.093	
Explained variance	16298	15501	12519	11012	7.347	
Cumulative Variance	16298	31.799	44.318	55.330	62.676	

3은 중학생의 컴퓨팅 사고력을 측정하기에 적합한 것을 확인하였다. 검사 도구의 신뢰도(Cronbach α)는 .875이며, 알고리즘적 사고는 .885, 문제 해결은 .853, 협력은 .881, 창의성은 .836, 비판적 사고는 .632이었다. 중학생의 컴퓨팅 사고력 검사 도구의 요인별 신뢰도는 .031에서 .561 사이의 값이 나타났으며, Table 4와 같다.

2. Computational thinking of middle school students according to factors

2.1. Gender

Table 3을 활용하여 중학생의 컴퓨팅 사고력을 분석하였다. 첫 번째로 성별에 따른 컴퓨팅 사고력 차이를 보면 중학생은 남성($M=3.41, SD=.03$)이 여성($M= 3.24, SD=.02$)보다 컴퓨팅 사고력이 높았다. 또한, 성별 간의 차이는 통계적으로 유의하였다, $t= 4.25, p< .01$. 요인별로 살펴보면, 알고리즘적 사고($t= 5.44, p< .01$), 문제 해결($t= 1.95, p= .052$), 협력($t= 3.03, p< .01$), 창의성($t= 2.23, p= .03$)

Table 3. Exploratory Factor Analysis Results of the Test Tool

	Factor	Item	Factor analysis			Reliability	
			factor loading	Com. pact.	Eigen values	Explained variance	Cronbach α
CT	AT	q11	.841	.713	7.126	18.000	.875
		q12	.796	.719			
		q10	.788	.665			
		q13	.785	.754			
		q14	.707	.679			
	PS	q20	.635	.703	3.641	15.730	
		q27	.839	.576			
		q26	.813	.766			
		q28	.777	.734			
		q24	.735	.799			
	CO	q29	.730	.699	2.119	13.418	
		q25	.674	.570			
		q17	.852	.581			
		q16	.819	.683			
	CR	q15	.797	.718	1.539	12.710	
		q18	.698	.679			
		q7	.762	.670			
		q3	.662	.695			
CRT	q4	.642	.681	1.031	7.345		
	q9	.631	.600				
	q6	.629	.671				
		q2	.811	.567			
		q1	.712	.535			
Kaiser-Meyer-Olkin							.897
Bartlett values					Chj-square	5940.150	
					df(p)	253(.000)	

Note. CT: Computational Thinking; AT: Algorithmic thinking, PS: Problem Solving; CO: COoperativity; CR: CReativity; CRT: CRITICAL Thinking

Table 4. Item-factor scores correlation analysis.

	Factor	1	2	3	4	5
CT	AT	1				
	PS	.011	1			
	CO	.471**	-.049	1		
	CR	.540**	-.031	.561**	1	
	CRT	.314**	.090*	.347**	.529**	1

* $p< .05$
** $p < .01$

은 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 모든 요인에서 여성보다 남성이 평균값이 높았다. 하지만 비판적 사고($t= -1.62, p= .10$)는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 여성이 남성보다 높았다. 이러한 결과를 통하여 중학생은 남성이 여성보다 컴퓨팅 사고력이 높다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 선행 연구와 동일하게 컴퓨팅 사고력은 성별에 영향을 받으며, 남성이 여성보다 높았다[15][28]. 성별에 따른 중학생의 컴퓨팅 사고력은 Table 5와 같다.

2.2. Grade

다음으로 학년에 따른 차이를 살펴보면, 중학생의 컴퓨팅 사고력은 학년에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다, $F(2,489)= .96, p= .38$. 세부 요인을 살펴보면 문제 해결($F(2,489)= 5.15, p= .01$)을 제외하고 모든 요인에서 통계적으로 유의한 차이는 존재하지 않았다. 통계적으로 유의한 차이가 나타난 문제 해결 요인을 살펴보면, 사후 검정에서 3학년($M= 2.90, SD= .89$)은 다른 학년과 유의한 차이가 존재하지 않았고, 2학년($M= 2.93, SD= .79$)은 1학년($M= 2.59, SD= .60$)보다 통계적으로 유의한 차이가 존재하였다. 이를 통하여 학년은 중학생의 컴퓨팅 사고력에 영향을 주지 못하였다. 반면에 문제 해결은 과학이나 수학, 기술 교과에서도 교과 역량으로 정하고, 교육

Table 5. Computational thinking of middle school students by gender

	Gender	N	M	SD	t	p
AT	M	248	3.37	.05	5.44	.00*
	F	244	2.97	.05		
PS	M	248	2.95	.06	1.95	.05*
	F	244	2.81	.04		
CO	M	248	3.69	.05	3.03	.00*
	F	244	3.45	.06		
CR	M	248	3.59	.05	2.23	.03*
	F	244	3.45	.04		
CRT	M	248	3.58	.05	-1.62	.10*
	F	244	3.70	.05		
Total	M	248	3.41	.03	4.25	.00*
	F	244	3.24	.02		

* $p< .05$
Note. M: Male; F: Female

을 진행하기 때문에 학년이 높아짐에 따라 학생의 검사 결과 값이 증가한 것을 확인할 수 있었다. 학년에 따른 중학생의 컴퓨팅 사고력은 Table 6과 같다.

2.3. Programming experience through the media

매체를 통한 프로그래밍 경험을 살펴보면, 경험이 있다고 응답한 학생($M= 3.35, SD= .41$)은 경험이 없다고 응답한 학생($M= 3.24, SD= .53$)보다 컴퓨팅 사고력이 높았다. 또한, 두 집단의 차이는 통계적으로 유의하였다, $t= 2.22, p= .03$. 세부 요인에서도 알고리즘적 사고($t= 2.28, p= .02$), 협력($t= 2.74, p= .01$), 창의성($t= 3.76, p< .01$), 비판적 사고($t= 2.08, p= .04$)에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

다른 영역과 다르게 문제 해결에서는 매체를 통한 경험 있는 경우($M= 2.85, SD= .77$)가 경험이 없는 경우($M= 3.02, SD= .82$)보다 컴퓨팅 사고력 값이 낮았다. 하지만 문제 해결은 매체를 통한 프로그래밍 경험 여부에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다, $t= -1.90, p= .06$. 문제 해결을 제외한 영역에서는 매체를 통한 경험이 있는 경우에 중학생의 컴퓨팅 사고력이 높았다. 이를 통하여 매체를 통한 프로그래밍 경험이 많을수록 중학생의 컴퓨팅 사고력이 높다는 것을 확인할 수 있었다. 매체를 통한 프로그래밍 경험 여부에 따른 중학생의 컴퓨팅 사고력은 Table 7과 같다.

Table 6. Computational thinking of middle school students by grade

	Grade	N	M	SD	t	p(Post-hoc)
AT	1	62	3.24	.75	.31	.73
	2	399	3.17	.86		
	3	31	3.10	.72		
	Total	492	3.17	.83		
PS	1	62	2.59	.60	5.15	.01*(2>1)
	2	399	2.93	.79		
	3	31	2.90	.89		
	Total	492	2.88	.78		
CO	1	62	3.78	.90	2.52	.08
	2	399	3.53	.89		
	3	31	3.69	.72		
	Total	492	3.57	.88		
CR	1	62	3.48	.68	1.43	.24
	2	399	3.55	.71		
	3	31	3.34	.69		
	Total	492	3.52	.71		
CRT	1	62	3.65	.82	.29	.75
	2	399	3.65	.81		
	3	31	3.53	.81		
	Total	492	3.64	.81		
Total	1	62	3.29	.41	.96	.38
	2	399	3.34	.45		
	3	31	3.24	.38		
	Total	492	3.33	.44		

* $p< .05$

Table 7. Computational thinking of middle school students by programming experience through the media

	Exp.	N	M	SD	t	p
AT	Yes	392	3.22	.82	2.28	.02*
	No	100	3.01	.87		
PS	Yes	392	2.85	.77	-1.90	.06
	No	100	3.02	.82		
CO	Yes	392	3.62	.87	2.74	.01*
	No	100	3.36	.90		
CR	Yes	392	3.58	.68	3.76	.00*
	No	100	3.29	.75		
CRT	Yes	392	3.68	.76	2.08	.04*
	No	100	3.49	.96		
Total	Yes	392	3.35	.41	2.22	.03*
	No	100	3.24	.53		

* $p< .05$

2.4. Programming experience

프로그래밍을 직접 경험한 중학생($M= 3.36, SD= .42$)은 프로그래밍을 경험하지 못한 중학생($M= 3.18, SD= .52$)보다 컴퓨팅 사고력이 높으며, 두 집단의 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다, $t= 3.24, p< .01$. 세부 영역을 살펴보면, 알고리즘적 사고($t= 2.44, p= .01$), 협력($t= 2.85, p< .01$), 창의성($t= 3.90, p< .01$), 비판적 사고($t= 2.44, p= .02$)는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 프로그래밍 경험이 있는 경우에 컴퓨팅 사고력이 더 높았다. 반면에 문제 해결은 프로그래밍 경험에 따라 중학생의 컴퓨팅 사고력이 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다, $t= -.28, p= .78$. 이를 통하여 중학생은 프로그래밍을 직접 경험할수록 컴퓨팅 사고력이 향상된다는 것을 확인할 수 있었다. 프로그래밍 경험 여부에 따른 중학생의 컴퓨팅 사고력은 Table 8과 같다.

2.5. Education experience with programming

프로그래밍 교육 경험에 따른 차이를 살펴보면, 프로그래밍 교육을 받은 중학생($M= 3.36, SD= .40$)은 프로그래밍 교육을 경험하지 못한 중학생($M= 3.19, SD= .56$)보다 Table 8. Computational thinking of middle school students by programming experience

	Exp.	N	M	SD	t	p
AT	Yes	403	3.21	.84	2.44	.01*
	No	89	3.00	.79		
PS	Yes	403	2.88	.78	-.28	.78
	No	89	2.89	.82		
CO	Yes	403	3.64	.87	2.85	.00*
	No	89	3.27	.91		
CR	Yes	403	3.58	.68	3.90	.00*
	No	89	3.27	.78		
CRT	Yes	403	3.69	.75	2.44	.02*
	No	89	3.40	.99		
Total	Yes	403	3.36	.42	3.24	.00*
	No	89	3.18	.52		

* $p< .05$

컴퓨팅 사고력이 높았다. 또한, 프로그래밍 교육 경험에 따라 중학생의 컴퓨팅 사고력 차이는 통계적으로 유의하였다, $t = 3.46, p < .01$. 세부 요인에서도 알고리즘적 사고 ($t = 2.18, p = .03$), 협력($t = 3.58, p < .01$), 창의성($t = 3.84, p < .01$), 비판적 사고($t = 3.13, p < .01$)는 두 집단 간의 통계적으로 유의한 차이가 존재하였다. 또한, 프로그래밍 교육 경험이 있는 학생은 프로그래밍 교육 경험이 없는 학생보다 컴퓨팅 사고력이 높은 것으로 나타났다. 반면에 문제 해결은 두 집단 간의 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다, $t = -.05, p = .96$. 이를 통하여 중학생은 프로그래밍을 직접 경험하거나, 관련 교육을 경험하거나, 매체를 통하여 프로그래밍을 경험하면 컴퓨팅 사고력이 높아진다는 것을 확인할 수 있었다. 선행 연구에서는 소프트웨어 교육 경험이 있는 경우에 학생의 소프트웨어에 대한 인식이 긍정적으로 변하는 것으로 나타났다[29]. 본 연구 결과는 선행 연구와 동일하게 소프트웨어 교육뿐만 아니라 프로그래밍 관련 경험이 소프트웨어 교육의 효과에 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 컴퓨팅 사고력을 함양한 인재를 양성하기 위해서는 중학교에서는 프로그래밍 관련 경험을 제공하고, 프로그래밍 교육을 활성화하는 것이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다. 프로그래밍 교육 경험에 따른 중학생의 컴퓨팅 사고력은 Table 9와 같다.

2.6. Type of programming language

경험한 프로그래밍 언어의 종류에 따른 컴퓨팅 사고력의 차이를 살펴보았다. 집단은 블록 기반 프로그래밍 언어를 사용해 본 집단(a), 텍스트 기반 프로그래밍 언어를 사용해 본 집단(b), 블록과 텍스트 기반 프로그래밍 언어를 모두 사용한 집단(c), 프로그래밍 언어를 사용해본 적이 없는 집단(d)으로 나누어 분석하였다. 연구 결과, 중학생의 컴퓨팅 사고력은 경험해 본 프로그래밍 언어의 종류에 따라 Table 9. Computational thinking of middle school students by education experience with programming

	Exp.	N	M	SD	t	p
AT	Yes	398	3.22	.82	2.18	.03*
	No	94	2.99	.88		
PS	Yes	398	2.88	.79	-.05	.96
	No	94	2.90	.78		
CO	Yes	398	3.62	.86	3.58	.00*
	No	94	3.34	.95		
CR	Yes	398	3.58	.66	3.84	.00*
	No	94	3.27	.84		
CRT	Yes	398	3.68	.74	3.13	.00*
	No	94	3.46	1.02		
Total	Yes	398	3.36	.40	3.46	.00*
	No	94	3.19	.56		

* $p < .05$

라 유의한 차이가 나타났다, $F(3, 488) = 6.66, p < .01$. 집단별로 값을 살펴보면 $c(M = 3.52, SD = .51)$ 가 가장 높았으며, $b(M = 3.46, SD = .42)$, $a(M = 3.32, SD = .40)$, $d(M = 3.18, SD = .54)$ 순으로 나타났다. 사후 검정 결과를 살펴보면, b와 c는 d보다 유의하게 높았다. 세부 요인 간의 차이를 살펴보면, 알고리즘적 사고($F(3, 488) = 13.45, p < .01$), 문제 해결($F(3, 488) = 4.20, p = .01$), 협력($F(3, 488) = 6.24, p < .01$), 창의성($F(3, 488) = 9.87, p < .01$), 비판적 사고($F(3, 488) = 6.21, p < .01$)에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 세부 영역을 살펴보면, 알고리즘적 사고, 협력, 창의성, 비판적 사고에서는 d가 가장 값이 낮으며, a가 그다음으로 높으며, b, c가 가장 높았다. 이를 통하여 경험한 프로그래밍 언어의 종류에 따라 중학생의 컴퓨팅 사고력의 차이가 존재하며, 경험하지 않은 학생보다 블록 기반 프로그래밍 언어를 경험한 학생, 블록보다 텍스트 기반 프로그래밍 언어를 경험한 학생이 컴퓨팅 사고력이 높다는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통하여 중학생의 교육에 활용하는 프로그래밍 언어의 종류에 따라 컴퓨팅 사고력 발달의 차이가 존재할 수 있다는 것이 나타났다. 문제 해결은 다른 영역과 다르게 b가 가장 낮았다. 이러한 현상은 컴퓨팅 사고력 내 문제 해결은 프로그래밍뿐만 아니라 다양한 교과나 교육, 경험의 영향을 받는다는 것을 확인할 수 있었다. 경험한 프로그래밍 언어의 종류에 따른 중학생의 컴퓨팅 사고력은 Table 10과 같다.

2.7. Physical computing experience

피지컬 컴퓨팅 경험이 있는 중학생($M = 3.36, SD = .43$)은 피지컬 컴퓨팅 경험이 없는 중학생($M = 3.19, SD = .47$)보다 컴퓨팅 사고력이 높았으며, 그 차이는 통계적으로 유의하였다, $t = 3.34, p < .01$. 요인별로 차이를 살펴보면, 알고리즘적 사고($t = 3.11, p < .01$), 협력($t = 3.17, p < .01$), 창의성($t = 4.21, p < .01$), 비판적 사고($t = 3.33, p < .01$)는 피지컬 컴퓨팅 경험이 있는 경우에 컴퓨팅 사고력이 높으며, 그 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 반면에 문제 해결은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다, $t = -.69, p = .49$. 따라서 피지컬 컴퓨팅의 경험은 중학생의 컴퓨팅 사고력에 영향을 주며, 경험이 있는 경우에 컴퓨팅 사고력이 높은 것으로 나타났다. 선행 연구에서는 로봇에 대한 경험이 로봇에 대한 태도를 긍정적으로 변화시키며, 로봇에 대한 태도가 긍정적으로 변함에 따라 로봇 교육의 효과가 증가하였다. 본 연구의 결과를 통하여 로봇뿐만 아니라 피지컬 컴퓨팅 기기는 중학생의 소프트웨어 교육인 컴퓨팅 사고력의 향상과 연결된다는 것을 확인할

수 있었다[3][30]. 피지컬 컴퓨팅 경험에 따른 중학생의 컴퓨팅 사고력은 Table 11과 같다.

2.8. Interest toward AI, Robot, and Programming

본 연구에서는 로봇과 인공지능, 프로그래밍에 대한 관심을 5점 리커트 척도로 조사하였다. 또한, 리커트 척도 값에 따라서 컴퓨팅 사고력 간의 상관관계를 다중회귀분석으로 분석하였다. 연구 대상은 인공지능에 대한 관심(M= 3.27, SD= 1.22)이 가장 높았으며, 프로그래밍(M= 3.08, SD= 1.29), 로봇(M= 3.07, SD= 1.27) 순으로 나타났다(Table 2 참고). Durbin-Watson 값은 1.51로 3보다 작으며 2에 가까운 수치이며, VIF 값은 로봇(3.188)과 인공지능(3.050), 프로그래밍(2.464)은 10보다 작았다. 이를 통하여 잔차의 독립성과 다중공선성을 만족시키는 것을 확인할 수 있었다. 다중회귀분석 결과를 통하여 본 회귀식이 설명력을 가지며($F(3,488)=23.652, p < .001, R^2$ 은 .122)이었다. 변수 중에서 중학생의 인공지능에 대한 관심만 통계적으로 유의하며($t= 2.149, p= .032, b$ 는 .057)이었다. 이를 통하여 중학생의 인공지능에 대한 관심이 컴퓨

Table 10. Computational thinking of middle school students by type of programming language

	Group	N	M	SD	F	p
AT	a	313	3.09	.80	13.45	.00* (b>a, c>d)
	b	71	3.69	.83		
	c	19	3.50	.71		
	d	89	2.97	.80		
	Total	492	3.17	.83		
PS	a	313	2.93	.70	4.20	.01* (a>b, d>b)
	b	71	2.58	.96		
	c	19	3.02	.93		
	d	89	2.93	.85		
	Total	492	2.88	.78		
CO	a	313	3.59	.85	6.24	.00* (a,b,c>d)
	b	71	3.78	.86		
	c	19	3.87	1.13		
	d	89	3.22	.89		
	Total	492	3.57	.88		
CR	a	313	3.50	.66	9.87	.00* (a,b,c>d, b>a)
	b	71	3.84	.61		
	c	19	3.80	.73		
	d	89	3.26	.82		
	Total	492	3.52	.71		
CRT	a	313	3.65	.75	6.21	.00* (a,b>d)
	b	71	3.88	.75		
	c	19	3.76	.73		
	d	89	3.33	1.01		
	Total	492	3.64	.81		
Total	a	313	3.32	.40	6.66	.00* (b,c>d)
	b	71	3.46	.42		
	c	19	3.52	.51		
	d	89	3.18	.54		
	Total	492	3.33	.44		

*p < .05

Table 11. Computational thinking of middle school students by physical computing experience

	Exp.	N	M	SD	t	p
AT	Yes	395	3.23	.82	3.11	.00*
	No	97	2.94	.84		
PS	Yes	395	2.87	.79	-.69	.49
	No	97	2.93	.75		
CO	Yes	395	3.63	.90	3.17	.00*
	No	97	3.32	.77		
CR	Yes	395	3.59	.68	4.21	.00*
	No	97	3.26	.76		
CRT	Yes	395	3.70	.77	3.33	.00*
	No	97	3.40	.92		
Total	Yes	395	3.36	.43	3.34	.00*
	No	97	3.19	.47		

*p < .05

팅 사고력과 정적 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 반면에 인공지능과 프로그래밍에 대한 관심은 중학생의 컴퓨팅 사고력과 유의한 관계가 나타나지 않았다. 로봇, 인공지능, 프로그래밍에 대한 관심에 따른 중학생의 컴퓨팅 사고력의 다중회귀분석 결과는 Table 12와 같다. 로봇과 인공지능, 프로그래밍에 대한 관심과 중학생의 컴퓨팅 사고력 간의 상관관계는 Table 13과 같다.

V. Conclusions

본 연구에서는 중학생의 컴퓨팅 사고력을 조사하고, 컴퓨팅 사고력에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 이러한 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 한국의 중학생을 위한 컴퓨팅 사고력 검사 도구를 구성하였다. 선행 연구에서 개발한 CTS를 한국어로 번역하고, 탐색적 요인 분석을 실시하여 타당도가 확보된 컴퓨팅 사고력 검사 도구를 도출하였다. 중학생의 컴퓨팅 사고력 검사 도구의 요인은 알고리즘적 사고, 문제 해결, 협력, 창의성, 비판적 사고가 있으며, 5점 리커트 척도로 응답하게 개발된 23개의 문항으로 검사 도구를 구성하였다.

둘째, 중학생의 컴퓨팅 사고력은 성별에 따라 차이가 존재한다. Table 12. Computational thinking of middle school students according to interest

Variable	B	SE	β	t	p	R ²
(Constant)	2.893	.055		52.641	.000	.122
ITR	.041	.026	.118	1.569	.117	
ITAI	.057	.027	.159	2.149	.032	
ITP	.038	.023	.112	1.688	.092	

*p < .05

Note. ITR: Interest Toward Robot; ITAI: Interest Toward Artificial Intelligence; ITP: Interest Toward Programming

재하였다. 설문 결과에서 남성은 여성보다 컴퓨팅 사고력이 높았으며, 그 차이는 통계적으로 유의하였다. 세부 요인에서는 알고리즘적 사고, 문제 해결, 협력, 창의성에서는 남성이 여성보다 높았지만, 비판적 사고는 여성이 남성보다 결과 값이 높았다. 한국 중학생의 컴퓨팅 사고력은 국제성취도 평가 결과나 해외의 컴퓨터 교육에서 여성의 참여나 성취도가 낮은 선행 연구와 일치하였다.

셋째, 중학생의 학년은 컴퓨팅 사고력에 유의한 영향을 주지 못하였다. 문제 해결을 제외하고나 모든 세부 요인에서 학년에 따른 컴퓨팅 사고력의 차이는 존재하지 않았다. 문제 해결은 학년에 따라서 통계적으로 유의한 차이가 나타나며, 2학년이 1학년보다 유의하게 높았다.

넷째, 프로그래밍과 관련된 경험은 중학생의 컴퓨팅 사고력에 유의한 영향을 주었다. 매체를 통한 프로그래밍 경험, 프로그래밍의 직접 경험, 프로그래밍 교육의 경험, 피지컬 컴퓨팅의 경험 여부에 따라 중학생의 컴퓨팅 사고력은 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 또한, 프로그래밍 관련 경험이 있는 중학생은 경험이 없는 중학생보다 컴퓨팅 사고력이 높았다. 다른 요인과 달리 문제 해결에서만 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

다섯째, 중학생은 경험한 프로그래밍 언어의 종류에 따라 컴퓨팅 사고력의 차이가 존재하였다. 중학생은 프로그래밍을 경험해보지 않은 학생보다 텍스트 기반 프로그래밍 언어와 블록과 텍스트 기반 프로그래밍 언어를 모두 경험한 학생의 컴퓨팅 사고력이 높았다. 요인에 따라 차이가 존재하였지만, 프로그래밍 언어의 경험이 없는 학생보다 프로그래밍 경험이 있는 경우에 컴퓨팅 사고력이 높았다. 또한, 블록 기반 프로그래밍 언어보다 텍스트 기반 프로그래밍 언어를 경험한 중학생의 컴퓨팅 사고력이 높은 것을 확인할 수 있었다.

마지막으로 인공지능에 대한 관심은 중학생의 컴퓨팅 사고력에 정적 상관관계를 가지고 있었다. 중학생은 인공지능에 대한 관심이 높을수록 컴퓨팅 사고력이 높은 것으로 나타났다. 반면에 로봇에 대한 관심 정도와 프로그래밍에 대한 관심 정도는 중학생의 컴퓨팅 사고력의 유의한 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다.

Table 13. Item-factor scores correlation analysis.

Variable	ITR	ITAI	ITP
ITR	1.000		
ITAI	.794*	1.000	
ITP	.737	.723	1.000
CT	.327	.334	.314

*p < .05

2015 개정 교육과정에서 소프트웨어 교육은 중학교뿐만 아니라 초등학교에서 실시되고 있으며, 고등학교에서도 활발하게 진행되고 있다. 본 연구에서는 중학생을 대상으로 연구가 진행되었으며, 초등학생과 고등학생을 대상으로 연구가 진행되지 않았다. 한국의 소프트웨어 교육의 효과를 분석하고, 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 교수-학습, 평가 방안을 개발하기 위해서는 초등학생과 고등학생을 대상으로 컴퓨팅 사고력을 조사하는 연구가 필요하다. 컴퓨터나 로봇에 대한 태도, 컴퓨터-정보 소양 연구에서는 한국과 다른 국가 간의 국제비교 연구를 진행하고 있다. 4차 산업혁명 시대의 도래함에 따라 소프트웨어 교육의 핵심 목표인 컴퓨팅 사고력의 중요성이 증가하고 있다. 따라서 다른 역량과 같이 컴퓨팅 사고력도 한국과 다른 국가 간의 국제비교 연구를 진행하는 것이 필요하다. 본 연구는 한국 중학생의 컴퓨팅 사고력의 기준을 제시하였지만, 연구 대상을 확대하고 한국 학생과 미국, 영국 등 소프트웨어 교육을 진행하고 있는 국가 간의 컴퓨팅 사고력 연구를 진행하여야 한다.

본 연구에서는 소프트웨어 교육이 필수화된 이후에 학교 현장에서 2년 동안 소프트웨어 교육을 경험한 중학생을 대상으로 컴퓨팅 사고력을 조사하였다. 2년 동안 초, 중학교에서 소프트웨어 교육이 진행되었지만, 프로그래밍 관련 교육을 경험하지 못한 학생이 존재하였다. 한국은 전체 중학교 20%가 소프트웨어 교육을 중학교 3학년에 배치하여서 소프트웨어 교육이나 프로그래밍 교육을 경험해보지 못한 것으로 생각한다. 따라서 중학생의 컴퓨팅 사고력 연구를 지속적으로 조사하고, 컴퓨팅 사고력에 미치는 변인을 조사하는 것이 필요하다. 또한, 중학생의 컴퓨팅 사고력을 장기적으로 측정하여 소프트웨어 교육이 필수화된 이후에 소프트웨어 교육의 효과를 지속적으로 모니터링하는 것이 필요하다. 이를 통하여 2015 개정 교육과정에 따른 소프트웨어 교육의 효과를 분석하고, 향후 교육과정 개정에 소프트웨어 교육의 방향을 수립하는 것이 필요하다.

2015 개정 교육과정에서 소프트웨어 교육이 필수화된 이후로 소프트웨어 교육은 정규 교과뿐만 아니라 다양한 형태로 진행되었으며, 소프트웨어 교육 관련 행사나 영재 교육 등이 활발하게 이루어졌다. 따라서 소프트웨어 교육을 경험한 학생 사이에서도 경험한 정도의 차이가 존재한다. 또한, 학생의 소프트웨어 교육에 대한 인식이나 컴퓨팅 사고력을 조사하는 선행 연구에서는 소프트웨어 교육을 경험 여부뿐만 아니라 경험한 시간과 형태(정규, 방과후, 동아리, 자유학기제 등)를 조사하였으며, 시간과 형태에 따른 차이를 분석하였다. 이와 달리 본 연구에서는 경험 여부만을 조사하고, 경험 여부에 따른 컴퓨팅 사고력의 차이를 분

석하였다. 따라서 후속 연구에서는 경험한 시간과 형태에 따른 중학생의 컴퓨팅 사고력의 차이를 분석하는 것이 필요하다. 그뿐만 아니라 정규 교과를 통한 소프트웨어 교육과 정규 교과가 아닌 시간에 받은 소프트웨어 교육간의 차이를 분석하여야 한다. 이러한 연구를 통하여 2015 개정 교육과정을 통하여 학생들의 컴퓨팅 사고력의 변화를 분석할 수 있으며, 소프트웨어 교육의 시간에 따른 중학생의 컴퓨팅 사고력의 변화를 도출할 수 있다. 이를 통하여 향후 개정 교육과정에서 중학생의 컴퓨팅 사고력 함양을 위한 소프트웨어 교육의 교육 방안을 도출할 수 있다.

마지막으로 선행 연구에서는 프로그래밍 언어와 피지컬 컴퓨팅 기기의 종류에 따라 소프트웨어 교육의 효과가 다른 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 프로그래밍 언어의 개발 환경에 따라서 프로그램 개발 과정에 학습자에게 요구하는 역량이 다르기 때문이다. 본 연구에서는 2015 개정 교육과정에서 제시한 프로그래밍 언어를 참고하여, 블록과 텍스트 기반 프로그래밍 언어로 나누어 중학생의 컴퓨팅 사고력의 차이를 분석하였다. 향후 연구에서는 프로그래밍 언어의 종류를 상세히 조사하고, 프로그래밍 언어의 종류에 따라 중학생의 컴퓨팅 사고력의 차이가 존재하는지 살펴보아야 한다. 이러한 연구는 향후 교육과정에서 중학생의 컴퓨팅 사고력을 향상시키기 위하여 적합한 프로그래밍 개발 환경을 선택할 수 있도록 도울 수 있다.

본 연구에서는 이와 한계점이 존재하지만, 중학생의 컴퓨팅 사고력을 조사하고, 중학생의 컴퓨팅 사고력에 영향을 미치는 변인을 확인하고, 변인에 따른 컴퓨팅 사고력의 차이를 분석한 것에 의의가 있다. 또한, 연구 결과를 통하여 중학생의 컴퓨팅 사고력을 향상시키기 위한 교육 방안을 도출할 수 있을 뿐만 아니라 교수-학습, 평가 등을 도출하기 위한 연구의 기초 연구로 활용될 수 있다.

REFERENCES

- [1] K. Schwab, "The fourth industrial revolution. Currency," 2017.
- [2] Swkim, and yjlee, "The effect of robot programming education on attitudes towards robots," *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 9, No. 24, pp. 1-11, Jun. 2016. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i24/96104,
- [3] Swkim, and yjlee, "DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ARDUINO-BASED EDUCATION PROGRAM FOR HIGH SCHOOL STUDENTS," *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, Vol. 95, No. 18, Sep. 2017.
- [4] Swkim, and yjlee, "Development of a Software Education Curriculum for Secondary Schools," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 21, No. 8, 127-141, 2016.
- [5] J. M. Wing, "Computational thinking," *Communications of the ACM*, Vol. 49, No. 3, pp. 33-35, Mar. 2006.
- [6] Yjlee, shpaik, jhshin, hcyoo, ikjeeong, sjahn, jwchoi, and skjeon. "Research for Introducing Computational Thinking into Primary and Secondary Education," KOFAC. Retrieved from <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do>.
- [7] Swkim, and yjlee, "A STUDY OF EDUCATIONAL METHOD USING APP INVENTOR FOR ELEMENTARY COMPUTING EDUCATION," *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, Vol. 95, No. 18, Sep. 2017
- [8] Swkim, and yjlee, "The Effects of Programming Education using App inventor on Problem-solving Ability and Self-efficacy, Perception," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 22, No. 1, pp. 123-134, Jan. 2017. DOI: 10.9708/JKSCI.2017.22.01.123
- [9] Sychoi, "Review of Domestic Literature Based on System Mapping for Computational Thinking Assessment," *The Journal of Korean Association of Computer Education*, Vol. 22, No. 6, pp. 19-33, Nov. 2019. DOI : 10.32431/kace.2019.22.6.003
- [10] P. Chen, Y. Tian, W. Zhou, and R. Huang, "A systematic review of computational thinking: Analysing research hot spots and trends by CiteSpace," In the 26th International Conference on Computers in Education. Philippines: Asia-Pacific Society for Computers in Education, 2018.
- [11] Ejkim, and twlee, "Correlation between Self-Report Questionnaire and Beaver Challenge as a Tool for Computing Thinking," *Proceeding of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 26, No. 1, pp. 113-116, Jul. 2018.
- [12] Jynoh, and jmlee, "Computational Thinking Assessment in SW Education Using Robot: Focused on Test, Bebras Challenge and Self-Report Questionnaire," *Journal of Educational Technology*, Vol. 34, No. 3, pp. 849-876, Sep. 2018. DOI : 10.17232/KSET.34.3.849
- [13] Jmlee, and ejkoh, "The Effect of Software Education on Middle School Students' Computational Thinking," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 18, No. 12, pp. 238-250, Dec. 2018. DOI : 10.5392/JKCA.2018.18.12.238
- [14] Dskim, "A Study of the Variables Affecting Computational Thinking of Mathematics and Science Gifted Students," *Journal of Gifted/Talented Education*, Vol. 29, No. 3, pp. 331-347, Sep. 2019. DOI : 10.9722
- [15] Swpark, hkkim, kasang, skjeon, and ischoi, "International Computer and Information Literacy Study : An Analysis of ICILS 2018 Results(RRE 2019-9)," 2019, Retrieved from <http://www.kice.re.kr/resrchBoard/view.do?seq=591&s=kice&m=030101>
- [16] Sskim, yjkim, arjo, and mwlee, "Development of a Tool for Computational Thinking Assessment in Problem-Solving

- Programming Education: Paper Type Inspection and Self-Report Questionnaire,” *The Journal of Korean Association of Computer Education*, Vol. 22, No. 3, pp. 89-99, May 2019. DOI : 10.32431/kace.2019.22.3.008
- [17] Yjoo, and dsma, “The Development of Abstractable Competency Assessment Standards for the Measurements of Computational Thinking,” *JOURNAL OF The Korean Association of information Education*, Vol. 22, No. 3, pp. 375-383, Jun. 2018. DOI : 10.14352/jkaie.2018.22.3.375
- [18] Mjkim, ksyoo, and hckim, “Development of a scoring rubric based on Computational Thinking for evaluating students’ computational artifacts in programming course,” *The Journal of Korean Association of Computer Education*, Vol. 20, No. 2, pp. 1-11, Mar. 2017.
- [19] Jypark, “Evaluation of Computational Thinking through Code Analysis of Elementary School Students’ Scratch Projects,” *JOURNAL OF The Korean Association of information Education*, Vol. 23, No. 3, pp. 207-217, Jun. 2019
- [20] Ekle, “A Comparative Analysis of Contents Related to Artificial Intelligence in National and International K-12 Curriculum,” *The Journal of Korean Association of Computer Education*, Vol. 23, No. 1, pp. 37-44, Jan. 2020. DOI : 10.32431/kace.2020.23.1.003
- [21] Bskim, “*Programming education progra based on PPS to improve computational thinking ability*,” doctoral dissertation. Jeju university. 2014.
- [22] Ekle, “*Robot Programming Teaching and Learning Model to Enhance Computational Thinking Ability*,” doctoral dissertation. korea national university of education, 2009.
- [23] K. Brennan, and M. Resnick, “*New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*,” In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association*, Vancouver, Canada (Vol. 1, p. 25), 2012.
- [24] J. Moreno-León, G. Robles, and M. Román-González, “Dr. Scratch: Automatic analysis of scratch projects to assess and foster computational thinking,” *RED. Revista de Educación a Distancia*, Vol. 46, pp. 1-23, 2015.
- [25] V. Dagienė, and G. Futschek, “*Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks*,” In *International conference on informatics in secondary schools-evolution and perspectives* (pp. 19-30). Springer, Berlin, Heidelberg, 2008.
- [26] R. V. Krejcie, and D. W. Morgan, “Determining sample size for research activities,” *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 30, pp. 607-610, Sep. 1970. DOI: 10.1177/001316447003000308
- [27] Ö. Korkmaz, and R. Cakir, and M. Y. Özden, “A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS),” *Computers in Human Behavior*, Vol. 72, pp. 558-569, Jan. 2017. DOI: 10.1016/j.chb.2017.01.005
- [28] S. Atmatzidou, and S. Demetriadis, “Advancing students’ computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences,” *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 75, pp. 661-670, Jan. 2016. DOI: 10.1016/j.robot.2015.10.008
- [29] Swkim, and yjlee, “An Analysis of Perceptions of Students toward Software Education according to School Level,” *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 24, No. 8, pp. 167-176, Aug. 2019. DOI: 10.9708/jksoci.2019.24.08.167
- [30] Swkim, and yjlee, “The Effects of Robot Programming on the Attitudes toward Robot of Pre-service Teachers’ *The Journal of Korean Association of Computer Education*, Vol. 19, No. 6, pp. 91-103, Nov. 2016.

Authors



Seong-Won Kim received the B.S. degree in Computer Education from Korea National University of Education, Korea in 2013. He received the M.S. degree in Biology Education from Seoul National University

in 2015 and the Ph.D. degree in Computer Education from Korea National University of Education, He is currently a researcher in KAIST Global Institute For Talented Education, Korea National University of Education. He is interested in software education robot programming education, STEAM education, AI and TPACK.



Youngjun Lee received the B.S. degree in Computer Science from Korea University, Korea, in 1988. He received the Ph.D. degree in Computer Science from the University of Minnesota, Minneapolis, in 1994.

He is currently a Professor in the Department of Computer Education, Korea National University of Education. His research interests include intelligent system, learning science, informatics education, technology & engineering education and AI.

Appendix A. 중학생의 컴퓨팅 사고력 검사 문항

	요인	문항 번호	문항
컴퓨팅 사고력	알고리즘적 사고	1	나는 수학 기호와 개념을 활용하여 수업 내용을 효과적으로 이해할 수 있다.
		2	나는 문제에서 제시된 숫자 간의 관계를 쉽게 이해할 수 있다.
		3	나는 수학적인 문제 해결 과정에 대하여 많은 관심을 가지고 있다.
		4	나는 일상 생활에서 직면하는 문제의 해결 방법을 수학적으로 표현할 수 있다.
		5	나는 말로 표현 된 수학적 문제를 디지털(컴퓨터나 스마트폰을 통해 표현 및 저장, 활용)로 표현 할 수 있습니다.
		6	나는 문제를 해결하기 위한 적절한 방안을 바로 생각해낼 수 있다.
	문제 해결	7	문제를 해결할 수 있는 방안을 다양하게 생각하는 것은 어렵다.
		8	여러 문제에 대하여 독립적이면서 계획적인 해결 방안을 적용하는 것은 어렵다.
		9	동료와 협력하는 학습 환경에서 나만의 아이디어를 생각해내는 것은 어렵다.
		21	내가 생각한 문제 해결 방안을 직접 시연하는 것은 어렵다.
		22	협력 학습에서 동료들과 함께 무엇을 배우려고 노력하는 것은 어렵다.
		23	나는 문제 해결 과정에서 변수(e.g. x, y)를 사용해야 하는 상황을 인지하고 적절하게 사용하는 방법을 이해하는 것은 어렵다.
	협력	12	나는 친구들과 협력하여 팀 프로젝트로 문제를 해결하는 것을 좋아한다.
		13	나는 혼자 일하는 것보다 동료들과 같이 일할 때 더 성공적인 결과를 얻거나 얻을 것이라고 생각한다.
		14	나는 친구들과 협력 학습을 하는 것을 좋아한다.
		15	나는 협력하여 일할 때 더 많은 아이디어를 생각할 수 있다.
	창의성	16	나는 문제 해결 과정에서 사용하는 지식의 타당성 여부를 판단할 때, 나의 직관과 느낌을 신뢰한다.
		17	나는 충분한 시간이 있고 노력을 기울이면 내가 직면한 대부분의 문제를 해결할 수 있다.
		18	나는 새로운 상황에 직면했을 때 발생할 수 있는 문제를 해결할 수 있다.
		19	나는 문제를 해결하기 위한 계획을 세우고, 계획에 맞추어 행동할 수 있다.
		20	내가 가장 중요하게 생각하는 것들이 이루어질 것이라고 생각한다.
	비판적 사고	10	복잡한 문제를 해결하는 것은 재미있다.
		11	나는 문제 해결 과정을 매우 신중하고 정확하게 생각할 수 있다.

Note. 역 문항: 7, 8, 9, 21, 22, 23