

# 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력, 창의성, 학업흥미, 협업능력에 미치는 효과

이정민\* · 박현경\* · 최형신\*\*

이화여자대학교 교육공학과\* · 춘천교육대학교 컴퓨터교육과\*\*

## 요 약

본 연구의 목적은 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력, 창의성, 학업흥미, 협업능력에 미치는 효과를 규명하는데 있다. 이를 위해 서울 소재 A 초등학교에 재학 중인 초등학교 5학년 88명을 대상으로 1학기 동안 로봇 활용 SW교육을 실시하였으며, 수집된 자료는 대응표본  $t$ -검정을 실시하였다. 연구 결과, 로봇 활용 SW교육은 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성, 학업흥미 향상에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 협업능력은 유의한 향상이 나타나지 않았다. 본 연구는 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 인지적·정의적 영역에 미치는 효과를 규명하여 로봇 활용 SW교육에 대한 이해를 확장시키고, 로봇 활용 SW교육이 나아가야 할 방향을 제시하였다는 점에서 의의를 지닌다.

키워드 : 로봇 활용 SW교육, 컴퓨팅 사고력, 창의성, 학업흥미, 협업능력

## Effects of SW Education Using Robots on Computational Thinking, Creativity, Academic Interest and Collaborative Skill

Jeongmin Lee\*, Hyeonkyeong Park\*, Hyungshin Choi\*\*

Ewha Womans University, Dept. of Educational Technology\*

Chuncheon National University of Education, Dept. of Computer Education\*\*

## ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the effects of SW education using robots on Computational Thinking, Creativity, Academic Interest and Collaborative skill. In order to achieve the purpose, SW education using robots was conducted to 88 students in 5th grade in Seoul. After collecting data, we examined mean differences using matched pair  $t$ -test. The results indicated that the SW education using robots is associated with significant improvements in Computational Thinking, Creativity and Academic Interest while Collaborative skill is not associated with significant improvement. This research investigated the effects of the SW education using robots and expanded the understanding of the SW education using robots. In addition, this study provides several implications with regard to suggesting the direction to go further of SW education using robots.

Keywords : SW education using robots, Computational Thinking, Creativity, Academic Interest, Collaborative Skill

---

이 논문은 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2016S1A5A2A03926873)

교신저자 : 이정민 (이화여자대학교 교육공학과)

논문투고 : 2017-11-06

논문심사 : 2017-11-06

심사완료 : 2017-12-16

## 1. 서론

2016년 세계 경제 포럼에서는 미래 사회를 영역간의 경계가 없어져 다양한 기술이 융합되며, 인공지능, 로봇, 사물인터넷과 같은 산업혁명 기술이 주도하는 사회로 예측하였다[27]. 이에 미래 사회의 중요한 능력으로 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)의 중요성이 전 세계적으로 강조되고 있으며[9], 컴퓨팅 사고력을 증진시키는 소프트웨어 교육(이하 SW교육)에 대한 관심도 증가하고 있다. 이스라엘과 영국, 미국, 중국 등 국의 여러 나라에서는 국가 정책을 통해 프로그래밍 교육을 적극적으로 지원하는 추세이며[13], 최근 국내에서도 2015년 개정 교육과정에 따라 SW교육이 의무화되었다.

2015년 개정 교육과정에 따르면 SW교육의 목표는 컴퓨팅 사고를 바탕으로 일상생활의 문제를 해결할 수 있도록 하는 것으로[39][40], 컴퓨팅 사고력을 가진 창의·융합 인재를 양성하는 것을 목표로 한다. SW교육 관련 선행연구에서는 SW교육이 학습자의 논리적 사고력, 창의력, 문제해결능력 등의 향상에 효과적임을 밝히고 있으나[5][7][35], 기존 SW교육은 복잡한 문법 위주로 이루어져 있어 학습자들의 흥미와 동기를 유지시키기 어렵다는 문제점이 제기되었다[14].

이에 따라 기존의 SW교육을 보완하기 위해 교육용 프로그래밍 언어(EPL)가 개발되었으며, 초등학교 저학년부터 중등 교육에까지 다양하게 활용되고 있다. 그러나 교육용 프로그래밍 언어만으로는 컴퓨팅 사고력을 기르는데 한계가 있다[8]. 즉 교육용 프로그래밍 언어, 혹은 프로그래밍 언어를 통해 개발한 결과물은 컴퓨터에서만 제공되기 때문에 이를 실생활과 관련짓기 어렵고, 학습자들의 흥미를 유발하는데 한계가 존재한다. 따라서 학습자들이 학습한 것을 바탕으로 실생활의 문제를 해결할 수 있는 아이디어를 떠올리고, 프로그래밍에 대한 지속적인 흥미를 이끌어내기 위해서는 컴퓨팅 환경과 현실세계의 상호작용이 중요하다[39]. 이에 SW교육에 교육용 로봇, 센서보드와 같은 피지컬 컴퓨팅을 활용하는 연구가 다양하게 이루어지고 있으며, 선행연구에서 피지컬 컴퓨팅을 활용한 SW교육이 학습자의 융합적 역량, 태도, 논리적 문제해결력 등에 효과적임을 밝혔다[9][12][31]. 특히 교육용 로봇은 학습자의 흥미와 관심을 유발하는데 효과적인 도구이며[20], 프로그래밍 결과를 로봇의 동작을 통해 바로 확인할 수 있다는 점에서 몰입 경험을

촉진하는 것으로 나타났다[13][14]. 또한 교육용 로봇은 프로그램의 오류를 찾아내는 디버깅(debugging) 과정을 어려워 하는 초보 학습자들에게 도움을 줄 수 있으며, 몰입, 동기, 창의성 등에도 긍정적인 효과가 있는 것으로 밝혀졌다[14][43][45][47].

이와 같이 SW교육에 교육용 로봇을 활용한 로봇 활용 SW교육은 학습자의 인지적·정의적 영역의 향상에 긍정적인 효과를 보이는 것으로 보고되고 있으나, 물리적 객체의 활용은 학습자들에게 또 다른 인지적 부하를 야기할 수 있으며 새로운 매체에 대한 흥미 유발은 일시적일 수 있다는 문제점도 제기되었다[14]. 따라서 로봇 활용 SW교육의 효과적인 도입을 위해서는 학습자의 동기 유발 및 몰입을 촉진하는 체계적인 교수·학습설계가 필요하다[15]. 또한 SW교육의 목적이 컴퓨팅 사고력의 향상임에도 불구하고 로봇 활용 SW교육 맥락에서 이에 대한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 컴퓨팅 사고력의 요소를 반영한 로봇 활용 SW교육을 실시하고, 그 효과성을 검증함으로써 로봇 활용 SW교육이 21세기 학습자가 지녀야 할 역량인 컴퓨팅 사고력의 향상에 어떠한 영향을 미치는지 확인할 필요가 있다. 이와 더불어 창의성과 협업능력도 21세기 학습자가 갖추어야 할 핵심역량이므로, 로봇 활용 SW교육이 학습자의 창의성과 협업능력에 긍정적인 영향을 미치는지 살펴보는 것도 중요한 의미가 있다. 또한 교육용 로봇은 학습자의 흥미 및 동기유발에 효과적이며[20], 선행연구에서 로봇 활용 SW교육이 학습자의 흥미를 유발시키는 것으로 나타났다[18]. 따라서 본 연구에서는 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 흥미 향상에도 영향을 미치는지 탐구하여 로봇 활용 SW교육의 효과성을 다각적으로 살펴보고자 한다.

이를 위해 본 연구에서는 SW교육의 목적에 따라 컴퓨팅 사고력의 요소를 반영한 로봇 활용 SW교육을 설계하고, 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력, 창의성, 흥미, 협업능력에 효과적인지 살펴보고자 한다. 또한 선행연구에서 프로그래밍 학습이 성별에 따라 효과가 다른 것으로 나타났기 때문에[26][37], 본 연구에서는 로봇 활용 SW교육이 성별에 따른 차이가 존재하는지 추가적으로 살펴봄으로써 로봇 활용 SW교육의 의의와 고려사항을 함께 제시하고자 한다. 본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 로봇 활용 SW교육은 초등학교 5학년의 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적인가?

둘째, 로봇 활용 SW교육은 초등학교 5학년의 창의성 향상에 효과적인가?

셋째, 로봇 활용 SW교육은 초등학교 5학년의 SW교육에 대한 학습 흥미 향상에 효과적인가?

넷째, 로봇 활용 SW교육은 초등학교 5학년의 협업능력 향상에 효과적인가?

## 2. 이론적 배경

### 2.1 로봇 활용 SW교육

기존 SW교육의 한계를 보완하기 위한 새로운 접근으로 제시된 로봇 활용 SW교육은 프로그래밍 언어에 물리적 교구들을 활용하는 실제적인 프로그래밍 교육을 의미한다. 로봇 활용 SW교육에서 학습자들은 프로그래밍 언어를 통해 로봇의 움직임을 제어함으로써 창의적인 작품을 만들 수 있으며[15], 학습자의 컴퓨팅 사고력과 논리적 사고력 등을 향상시킬 수 있는 효과적인 교수·학습환경으로 주목받고 있다[24][33].

특히 교육용 로봇은 프로그래밍에 대한 학생들의 흥미와 관심을 유발하고, 프로그래밍을 통해 로봇과 상호작용함으로써 실제적이며 즉각적인 피드백 제공이 가능하다는 점에서 교육적 효과가 뛰어나다[15]. 이와 관련하여 로봇 활용 SW교육에 대한 의의를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 로봇은 프로그래밍의 과정 및 결과를 실제적으로 보여줌으로써 학습자의 흥미와 몰입정도를 높일 수 있다. 즉 로봇을 통해 프로그래밍의 결과를 직접 확인할 수 있으므로 문제 해결 과정에 대한 학습자의 몰입도를 높일 수 있다[14]. 둘째, 로봇 활용 SW교육에서 학습자는 로봇을 조작하는 경험을 통해 자기주도적 학습이 가능하다[21]. 셋째, 로봇 활용 SW교육은 학습자의 디버깅 과정에 효과적이다[28]. 디버깅은 프로그래밍 교육에서 가장 중요한 과정으로, 프로그래밍의 과정 및 결과를 확인하고 오류를 수정하는 과정이다. 특히 SW교육을 처음 접하는 학습자일수록 디버깅 과정을 어려워하므로, 로봇을 활용하여 그 과정을 직접 눈으로 확인할 수 있도록 한다면 디버깅 과정에 도움을 줄 것으로 예상된다.

또한 서영민과 이영준(2010)은 로봇 활용 SW교육의

6가지 가치를 제시하였으며[29], 그 내용은 다음과 같다. 첫째, 로봇 활용 SW교육은 학습자에게 상호작용적 학습 환경을 제공한다. 둘째, 로봇 활용 SW교육은 놀이 중심학습의 환경을 제공한다. 셋째, 로봇 활용 SW교육은 통합적인 학습 환경을 제공한다. 넷째, 로봇 활용 SW교육은 다양한 교과와 연계할 수 있는 통합적 접근이 용이하다. 다섯째, 로봇 활용 SW교육은 프로그래밍에 대한 긍정적인 태도를 이끌고 지적 호기심을 유발시킬 수 있다. 여섯째, 로봇 활용 SW교육은 융합 교육적 관점에서도 유용하다. 이를 정리하면 로봇 활용 SW교육은 학습자에게 놀이 중심의 상호작용적 학습환경을 제공함으로써 학습자의 긍정적인 태도 및 지적 호기심을 유발시키고, 교과 및 융합 교육적 관점에서 통합적인 접근이 가능한 교수·학습환경으로 볼 수 있다.

이에 따라 로봇을 SW교육에 활용하는 움직임이 활발하게 이루어지고 있으며, 다수의 선행연구에서는 로봇 활용 SW교육이 학습자의 창의성, 컴퓨팅 사고력 등의 인지적 영역뿐만 아니라 흥미도와 만족도, 몰입 등의 정의적 영역 향상에도 효과적인 것으로 확인되었다[3][6][10][19][22][23][24][25][36][46]. 로봇 활용 SW교육의 효과크기를 분석한 양창모(2014)의 연구에 따르면, 로봇 활용 SW교육의 효과크기는 0.664, SW교육의 효과크기는 0.406으로 나타나 로봇 활용 SW교육이 기존의 SW교육보다 더 효과적인 교수·학습방법으로 밝혀진 바 있다[42]. 따라서 로봇 활용 SW교육은 기존의 SW교육을 보완하는 효과적인 교수·학습방법임을 알 수 있다.

현재 국내에서 로봇 활용 SW교육에 활용되는 교육용 로봇은 한국과학기술원(KAIST)의 ‘카이로봇’, 지능교육로봇연구회의 ‘로보로보’, SK텔레콤의 ‘알버트’ 하늘아이에서 개발한 ‘아이로보(I-ROBO)’, 로보메이션의 ‘웹스터’ 등이 있으며, 국외에서 개발된 교육용 로봇 교구들은 LEGO사의 ‘마인드스톰(MINDSTORMS)’, Playful Invention Company의 ‘피코크리켓’ 등이 있다. 또한 교육용 로봇 교구는 목적에 따라 교구를 조립하여 활용이 가능한 완성형(로봇), 다양한 센서나 전자부속을 연결하여 활용할 수 있는 확장형(보드)으로 구분이 가능하다. 즉 마인드스톰 시리즈나 피코크리켓과 같은 로봇은 완성형에 포함되고, 아두이노 시리즈(아두이노 우노 등), 헬로보드, 센서보드와 같은 보드형 도구는 확장형에 해당된다고 볼 수 있다. 국내·외 로봇활용 프로그래밍 교

육에서 가장 많이 활용하는 로봇은 LEGO사의 마인드스톱 시리즈로, 첫 번째 버전인 RCX부터 NXT를 거쳐 현재 EV3가 출시된 상태이다. 마인드스톱 시리즈는 조립이 간단한 블록조립형으로써, 다양한 프로그래밍 언어로 제어가 가능하다는 점에서[37] 초·중·고등교육에서 활발히 활용되고 있다.

## 2.2 로봇 활용 SW교육의 효과

국내·외 선행연구를 통해 로봇 활용 SW교육은 학습자의 인지적·정의적 영역 향상에 효과적인 것으로 밝혀졌다. 이에 따라 본 연구 배경과 같이 초등학생을 대상으로 한 로봇 활용 SW교육에서 컴퓨팅 사고력, 창의성, 흥미, 협업능력이 어떠한 변화를 보였는지 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 로봇 활용 SW교육은 학습자의 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적인 것으로 나타났다. 노지예와 이정민(2017)은 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력에 미치는 효과를 분석하고자 초등학교 5,6학년을 대상으로 연구를 수행하였다[24]. 연구 결과, 로봇 활용 SW교육을 실시한 후 학생들의 컴퓨팅 사고력이 유의하게 향상되었음을 확인하였으며, 성별에 따른 차이는 나타나지 않았다. 또한 김순화, 함성진과 송기상(2015)의 연구에서는 초등학교 4-6학년을 대상으로 컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육 프로그램을 실시하고, 그에 따른 효과성을 분석하였다[11]. 연구 결과 실험집단의 컴퓨팅 사고력이 유의하게 향상되었으며, 융합적 사고력의 하위요인인 과학선호도와 자기주도적 학습능력이 향상되었음을 확인하였다.

둘째, 로봇 활용 SW교육은 학습자의 창의성 향상에 효과적인 학습환경으로 보고되었다. 박경재와 이수정(2010)은 두리틀과 로봇 프로그래밍 교육이 창의성에 미치는 효과를 비교하기 위하여 초등학교 6학년 99명을 로봇활용 프로그래밍반, 두리틀 활용 프로그래밍반, 일반수업반으로 나누어 10차시에 걸쳐 연구를 실시하였다[24]. 연구 결과, 두리틀과 로봇활용 프로그래밍이 학생들의 흥미와 창의성을 향상시키는 데 효과적이었으며, 특히 두리틀은 창의적 성격영역(호기심, 민감성, 집착력)에, 로봇활용 프로그래밍은 창의적 능력(유창성, 독창성, 융통성)에 효과적인 것으로 나타났다. 또한 유인환과 김태영(2006)의 연구에서도 초등학교 6학년을 대상으로 마인드스톱을 활용한 프로그래밍 교육을 실시한 결과, 실험집단의 창의력이 유의하게 향상되었음을 확인하였

다[46]. 국외의 경우, Nemiro, Larriva와 Jawaharlal(2015)도 초등학교 4-6학년 194명을 대상으로 3년간 연구를 수행한 결과, SRI(School Robotics Initiative)가 학생들의 창의적 행동 향상에 긍정적인 영향을 미침을 확인하였다[23].

셋째, 로봇 활용 SW교육은 학습자의 흥미 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 먼저 이재인과 성영훈(2011)의 연구에서는 초등학교 3-6학년 30명을 대상으로 16차시 동안 마인드스톱 NXT를 활용하여 스토리텔링 기반 로봇 프로그래밍 교육을 실시하였다[19]. 그 결과, 학습자의 72%가 프로그래밍에 흥미를 느끼고 학업성취도가 향상되었음을 확인하였다. 이와 유사하게 유선경과 김태영(2013)의 연구에서는 초등학교 6학년 영재학생을 대상으로 마인드스톱을 활용한 SW교육을 실시한 결과, 학생들의 흥미도 향상 뿐 아니라 창의성 향상에도 효과적인 것으로 나타났다[47].

마지막으로 로봇 활용 SW교육은 학습자의 협업능력에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 채수풍과 전석주(2015)는 초등학교 6학년을 대상으로 로봇 활용 STEAM 기반 프로그래밍 교육을 실시하고 그 효과를 살펴보았다[2]. 그 결과 로봇 활용 STEAM 기반 프로그래밍 교육이 초등학생들의 협동과 의사소통 능력 발달에 효과가 있음을 확인하였다. 또한 성영훈(2015)은 초등학교 5,6학년 여학생을 대상으로 STEAM기반 스토리텔링 로봇활용 교육을 실시한 결과 실험집단의 학습태도 평균이 통제집단보다 높게 나타났으며, 협력적 학습활동과 학습동기 지속에 효과적인 것을 확인하였다[38].

이상의 선행연구를 바탕으로 로봇 활용 SW교육은 초등학생의 컴퓨팅 사고력, 창의성, 흥미, 협업능력 등의 향상에 효과적임을 알 수 있으며, 특히 21세기 역량으로 요구되는 고등인지능력의 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다.

## 3. 연구방법

### 3.1 연구 대상

본 연구는 2017년 1학기에 서울 소재 A 초등학교에 재학 중인 5학년 전체 4개반 학생들을 대상으로 실시되었다. 연구 대상자들은 2016년 1,2학기에 교육용 언어 프로그램 ‘엔

트리(Entry)’를 학습한 경험이 있으며, 2017년 1학기에는 교육용 언어 프로그램 ‘스크래치(Scratch)’와 교육용 로봇 ‘알버트(Albert)’를 활용하여 프로그래밍을 학습하였다. 또한 본 수업은 컴퓨터공학을 전공한 1명의 컴퓨터 교사가 4개반을 모두 가르쳤으며, 수업은 1주에 1차시씩 진행되었다. 측정 및 설문은 수업 시간 중에 실시하였으며, 사전·사후 설문에 모두 응답한 88명을 최종 연구 대상으로 선정하였다. 최종 연구 대상자 88명 중 남학생은 50명(56.8%), 여학생은 38명(43.2%)이었다.

### 3.2 로봇 활용 SW교육

본 연구에서는 2017년 1학기에 서울 소재 A 초등학교 5학년생을 대상으로 15차시의 로봇 활용 SW교육을 실시하였다.

본 연구대상자들은 2016년 1,2학기에 EPL 프로그램인 ‘엔트리’를 활용하여 SW수업을 들었기 때문에 SW에 대한 기초지식을 갖고 있는 상태였다. 따라서 로봇 활용 SW수업은 새로운 프로그램인 ‘스크래치’에 관한 기초교육 6차시와 로봇을 활용한 스크래치 수업 9차시로 구성되었다.

각 차시는 컴퓨팅 사고력의 요소를 포함하여 설계되었으며, 사전학습과 본 학습, 사후학습으로 이루어졌다. 먼저, 사전학습에는 본 학습에서 학습할 내용에 대해 미리 조사하거나 생각해보는 활동을 진행하였으며 본 학습에는 ‘문제인식-미션 부여 및 시나리오 토의- 시나리오 운영 및 코딩 학습 지원- 피드백’의 단계를 거쳐 학습을 진행하였다. 그 후, 사후 학습에는 본 학습에서 배운 내용을 적용 및 전이 할 수 있는 과제를 수행하였다.

예를 들어, ‘알버트 암호를 전달하라’ 주제에 대해서는 사전 학습에서 로봇의 감정 표현에 대해 생각해 보고 감정 로봇들을 조사해 보도록 하였고, 본 학습에서는 시나리오대로 수업을 진행하기 위해 로봇은 기분을 어떻게 표현할지 생각해 보고, 각 기분(기쁠 때, 무서울 때, 기분 나쁠 때)에 따라 로봇의 표정을 나타내며 움직이는 미션을 부여하였다. 시나리오 운영 단계에서는 계획한 내용을 코딩하여 디버깅하는 활동을 수행하였으며, 피드백 단계에는 대안적인 방법들을 시도하게 하였다.

본 연구에서 실시한 로봇 활용 SW교육은 ‘알버트 암호를 전달하라’ 등 3가지 주제로 이루어졌으며, 각각의

주제를 3차시 동안 진행하였다. 모든 차시는 교육공학과 교수 1인과 컴퓨터교육 교수 1인, 초등 교사 1인의 검토 과정을 거쳤다.

로봇 활용 SW수업은 개인학습 형태로 진행되었으며, 지도에 앞서 교사는 각 주제에 대해 학생들이 스스로 프로그래밍 해볼 수 있는 기회를 제공함으로써 자율성을 부여하였다. 그 후, 교사는 직접 프로그래밍한 과정을 보여주었고 학생들은 이를 바탕으로 수정 및 보완하는 과정을 거쳤다. 또한 수업 전에 교사는 프로그래밍을 잘하는 학생들을 ‘도우미’로 선정하고, ‘도우미’가 프로그래밍을 어려워하는 친구들을 도와주도록 하였다. 이를 통해 교사는 학생들간의 협동성이 향상되도록 격려했으며, 도움이 필요한 학생에게 개별적인 피드백을 제공할 수 있었다.

### 3.3 연구설계 및 절차

로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력, 창의성, 학습흥미, 협업능력에 미치는 효과를 분석하기 위해 동질 집단 전후 검사 설계 방법을 적용하였다.

이를 위해 본 연구는 초등학교 5학년생을 대상으로 2017년 1학기에 약 15주 동안 SW교육과 로봇 활용 SW교육을 실시하였다. 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력, 창의성, 학습흥미, 협업능력에 미치는 효과를 분석하고자 2017년 3월 정보통신교육활동 첫 시간과 2017년 7월 정보통신교육활동 마지막 시간에 문제풀이형과 설문형 조사를 실시하였다.

### 3.4 연구도구


#### 3.4.1 컴퓨팅 사고력

본 연구에서는 한국 베브라스 도전 문제(Korean Bebras Challenge) 검사지를 활용하여 컴퓨팅 사고력을 측정하였다. 한국 베브라스 도전 문제는 ‘Bebras Challenge Korea’에서 한국의 교육실정에 맞게 번안한 측정도구로, 연구 대상자가 이산적 구조, 알고리즘 개념 등을 사용하는 여러 형태의 문제를 해결함으로써 컴퓨팅 사고력을 평가할 수 있는 도구이다. 본 측정도구는 컴퓨팅 사고력을 측정한 선행연구[17][24]에서 활발하게 사용되고 있으며, 컴퓨팅 사

고려에 대한 자기보고식 평가의 한계를 보완할 수 있는 방법으로 사료된다.

이에 본 연구에서는 한국 베브라스 도전 문제에 수록된 문항 중 난이도 수준(상·중·하)에 따라 각각 2문항씩 추출한 후, 교육공학 전문가 1인, 컴퓨터교육 전문가 1인, 초등교육 전문가 1인의 검토를 받았다. 사전·사후 검사에 따른 본 연구에서 활용한 한국 베브라스 도전 문제 예시는 다음의 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Example of Bebras Challenge Tasks

Task
<p><b>5. Park Cleaning</b></p> <p>■ <b>Backgrounds</b></p> <p>Jihye is the school's park caretaker and is always trying to keep the promenade in the park clean. The walkways are all 27 ways, 10 meters long.</p> <p>Beaver living in a park plays with logs and leaves them on the road often. So Jihye departs from school every morning, checks all the way, and then returns to school. She wants to move to the shortest distance to make this work easier and faster.</p>  <p>■ <b>Task</b></p> <p>How long should Jihye walk at least every morning?</p> <p>A) 270m    B) 280m    C) 300m    D) 540m</p>

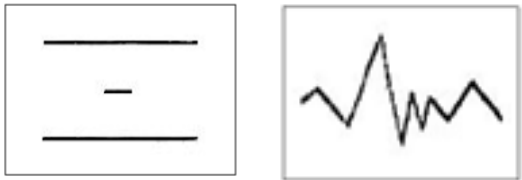
### 3.4.2 창의성

본 연구에서는 손지유와 한기순(2016)의 한국판 Wallach & Kogan(1965) 창의성 검사지를 활용하여 창의성을 측정하였다[34][41]. 해당 검사지는 손지유와 한기순(2016)이 Wallach & Kogan 창의성 검사 문항을 한국의 초등 고학년에게 적합하도록 번안하여 이를 타당화한 도구이다. 손지유와 한기순(2016)의 연구에 따르면 본 측정도구의 전체 신뢰도는 .89였으며[34], 하위요인별 내적 합치도가 .50이상으로 나타났으므로 창의성을 측정하는데 타당한 도구로 볼 수

있다.

본 연구에서는 손지유와 한기순(2016)의 한국판 창의성 검사지 중 도형 검사 2문항을 선정하였으며(<Table 2> 참조), 연구 대상자는 이미지나 패턴에 대해 자유롭게 본인의 생각을 작성하는 형식으로 진행하였다[34].

<Table 2> Example of Creativity Test

Task
Write down what you think the picture below represents.


해당 문항의 채점은 손지유와 한기순(2016), Wallach와 Kogan(1965)에서 제시한 창의성 검사 기준을 적용하였으며[34][41], 유창성과 독창성으로 나뉘어 두 요소에 대한 각각의 기준으로 채점되었다. 유창성은 각 문항에 대한 반응의 총수로, '주어진 특정 반응에 대하여 얼마나 많은 반응을 보일 수 있는가'를 의미한다. 따라서 각 문항에 대한 적절한 반응은 1점으로, 부적절한 반응은 0점으로 채점되었다. 독창성은 각 문항에 대한 독특한 반응의 총수로, '주어진 특정 자극(문항)에 대하여 얼마나 많이 독특한 반응을 할 수 있는가'를 의미한다. 채점 기준에 따라 독창성은 표집 집단의 5% 이하 응답에 모두 1점을 부여하는 방식으로 채점되었다. 교육공학 전문가 2인이 평가방식에 대해 협의와 훈련을 통해 평가의 신뢰성을 갖도록 하였으며, 해당 응답에 대해 평가자 간의 의견이 일치하는 경우에만 채점을 완료하였다.

### 3.4.3 학습흥미

본 연구는 심규현, 이상욱과 서태원(2014)의 흥미 도구를 활용하여 SW교육에 대한 학습흥미를 측정하였다[32]. 측정도구는 'SW교육에 대해 흥미를 가지고 있다' 등 2개의 문항으로 구성되어 있으며, 리커트식 5점 척도이다. 문항내적 신뢰도 검정 결과 Cronbach's  $\alpha$ 는 .91로 나타났다.

3.4.4 협업능력

본 연구는 Horn et al.(1998)이 개발한 협업능력 검사지를 한국의 교육현황에 맞게 번안한 윤현상과 김삼곤(2001)의 검사지를 활용하였다[4][44]. 윤현상과 김삼곤(2011)의 검사지는 협동성을 측정하는 10문항으로 구성되어 있으며[44], 리커트식 5점 척도이다. 본 연구에서는 연구 맥락에 맞는 문항을 추출하였으며, ‘나는 친구들과 함께 과제를 해결하기를 좋아한다’ 등 9문항을 사용하였다. 본 측정도구에 대한 문항내적 신뢰도 검증 결과 Cronbach’s  $\alpha$ 는 .84로 나타났다.

3.5 자료분석

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS 18.0을 이용하여 분석되었으며, 다음과 같은 절차를 거쳤다. 첫째, 설문 문항의 내적일관성을 검증하기 위해 Cronbach’s  $\alpha$  계수를 확인하였다. 둘째, 기술통계 분석을 실시하고, 수집된 자료의 정규성을 검증하였다. 셋째, 대응표본  $t$ -검증을 실시하여 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력, 창의성, 학습흥미, 협업능력에 유의한 효과가 있는지를 살펴보고 성별에 따른 차이도 분석하였다. 모든 연구 결과는 유의수준 .05에서 분석되었다.

4. 연구결과

4.1 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력에 미치는 효과

로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적인지 살펴보기 위해 대응표본  $t$ -검증을 실시하였으며, 연구결과는 다음의 <Table 3>과 같다. 구체적으로 살펴보면, 사전 컴퓨팅 사고력의 평균은 2.87, 표준편차 1.47이었으며, 사후 컴퓨팅 사고력의 평균은 3.68, 표준편차 1.59로 나타났다. 이는 유의수준 .05에서 유의한 차이로 확인되었으며, 이를 통해 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력에 유의한 향상을 미치는 것으로 규명되었다.

<Table 3> Matched pair  $t$ -test(Computational Thinking) ( $n = 88$ )

Variables		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Computational Thinking	pre	2.87	1.47	-4.41*	.00
	post	3.68	1.59		

\* $p < .05$

또한 성별에 따른 컴퓨팅 사고력 효과를 살펴보기 위해 대응표본  $t$ -검증을 실시한 결과, 남학생과 여학생 모두 사전, 사후 컴퓨팅 사고력의 차이가 유의한 것으로 나타났다(<Table 4> 참조).

이를 구체적으로 살펴보면, 로봇 활용 SW교육을 실시하기 전 남학생의 컴퓨팅 사고력 점수는 2.88, 여학생의 점수는 2.87로 나타났으며 남학생의 점수가 더 높게 나타났다. 로봇 활용 SW교육을 실시한 후, 남학생의 점수는 3.76점으로 약 0.88점 상승하였으며 여학생의 점수는 3.58점으로 약 0.71점 상승한 것으로 확인되었다. 이는 유의수준 .05 수준에서 유의한 차이로 확인되었으며, 이를 통해 로봇 활용 SW교육은 성별에 관계없이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적인 것으로 밝혀졌다.

<Table 4> Matched pair  $t$ -test (Computational Thinking-Gender)

( $n = 88$ )

Variables	Gender		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
CT	Boys (n=50)	pre	2.88	1.51	-3.61*	.00
		post	3.76	1.52		
	Girls (n=38)	pre	2.87	1.44	-2.54*	.01
		post	3.58	1.70		

\* $p < .05$

4.2 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 창의성에 미치는 효과

로봇 활용 SW교육이 초등학생의 창의성 향상에 효과적인지 살펴보기 위해 대응표본  $t$ -검증을 실시하였으며, 연구결과는 다음의 <Table 5>와 같다.

분석 결과, 사전 창의성 평균은 3.29, 표준편차 2.37이었으며 사후 창의성 평균은 4.11, 표준편차 2.57로 나타났다. 이는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의한 차이를 보이므로, 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 창의성 향상에 효과적임을 밝혀졌다.

<Table 5> Matched pair *t*-test (Creativity)  
(*n* = 88)

Variables		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Creativity	pre	3.29	2.37	-3.38*	.00
	post	4.11	2.57		

\**p* < .05

또한 성별에 따라 로봇 활용 SW교육이 창의성에 미치는 효과에 차이가 있는지 살펴보기 위해 대응표본 *t*-검증을 실시하였으며, 그 결과는 다음의 <Table 6>과 같다.

분석 결과, 로봇 활용 SW교육은 성별에 따라 창의성 향상에 차이가 있는 것으로 나타났다. 로봇 활용 SW교육 전 실시한 사전검사에서 남학생의 점수는 2.70, 여학생의 점수는 4.08로 나타났으며 여학생의 점수가 더 높은 것으로 확인되었다. 15주간 로봇활용 SW교육을 실시한 후 측정한 사후 검사에서 남학생의 창의성 점수는 3.55점으로 약 0.85점 향상되었고 이는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 반면 여학생의 창의성 점수는 4.84점으로 약 0.76점 향상된 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이를 통해 로봇 활용 SW교육은 초등학교 남학생의 창의성 향상에 효과적인 것으로 밝혀졌다.

<Table 6> Matched pair *t*-test(Creativity-Gender)  
(*n* = 88)

Variables	Gender		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Creativity	Boys ( <i>n</i> =50)	pre	2.70	1.60	-2.89*	.00
		post	3.55	2.14		
	Girls ( <i>n</i> =38)	pre	4.08	2.95	-1.19	.07
		post	4.84	2.92		

\**p* < .05

### 4.3 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 학습흥미에 미치는 효과

로봇 활용 SW교육이 초등학생의 SW교육에 대한 학습흥미에 효과적인지 살펴보기 위해 대응표본 *t*-검증을 실시하였으며, 연구결과는 다음의 <Table 7>과 같다.

이를 구체적으로 살펴보면, 사전에 실시한 학습흥미의 평균은 3.49, 표준편차 1.16으로 나타났으며, 사후에 실시한 학습흥미의 평균은 3.89, 표준편차 .89로 나타났

다. 이는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의한 차이를 보이므로, 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 학습흥미 향상에 효과적임을 알 수 있다.

<Table 7> Matched pair *t*-test(Academic Interest)  
(*n* = 88)

Variables		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Academic Interest	pre	3.49	1.16	-4.25*	.00
	post	3.89	.89		

\**p* < .05

추가적으로 성별에 따라 로봇 활용 SW교육이 학습흥미에 미치는 효과에 차이가 있는지 살펴보고자 대응표본 *t*-검증을 실시하였다(<Table 8> 참고). 분석 결과, 로봇 활용 SW교육을 통해 남학생의 창의성 평균은 0.36점 향상되었으며, 여학생의 창의성 평균은 0.46점 향상되었다. 이는 유의수준 .05수준에서 유의한 차이를 보이므로, 로봇 활용 SW교육이 성별에 관계없이 학습흥미 향상에 효과적임을 알 수 있다.

<Table 8> Matched pair *t*-test(Academic Interest-Gender)  
(*n* = 88)

Variables	Gender		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Academic Interest	Boys ( <i>n</i> =50)	pre	3.66	1.18	-2.67*	.00
		post	4.02	.95		
	Girls ( <i>n</i> =38)	pre	3.26	1.11	-3.51*	.00
		post	3.72	.78		

\**p* < .05

### 4.4 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 협업능력에 미치는 효과

마지막으로 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 협업능력에 효과적인지 살펴보았다. 이를 위해 대응표본 *t*-검정을 실시하였으며, 연구결과는 다음의 <Table 9>와 같다.

분석 결과, 사전 협업능력의 평균은 3.88, 표준편차는 .67이었으며 사후 협업능력의 평균은 3.91, 표준편차 .67로 나타났다. 이를 유의수준 .05에서 검증한 결과, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 로봇 활용 SW교육은 초등학생의 협업능력 향상에 유의한 효과를 미치지 않은 것을 알 수 있다.



<Table 9> Matched pair *t*-test(Collaborative Skill)  
(*n* = 88)

Variables		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Collaborative Skill	pre	3.88	.67	-.42	.68
	post	3.91	.67		

\**p* < .05

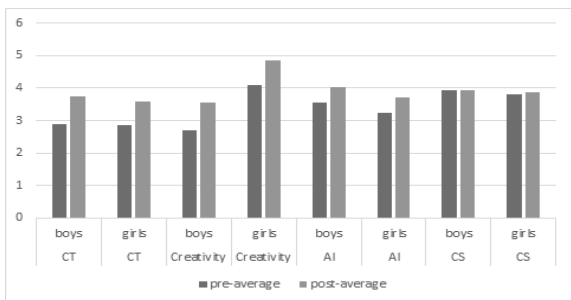
또한 로봇 활용 SW교육이 성별에 따라 협업능력 향상에 차이를 보이는지 살펴보고자 대응표본 *t*-검증을 실시하였다(<Table 10> 참고). 분석 결과, 로봇 활용 SW교육을 통해 남학생의 협업능력 평균은 0.01점 향상하였고, 여학생의 협업능력 평균은 0.06점 향상된 것으로 나타났다. 이는 유의수준 .05수준에서 유의한 차이를 보이지 않으므로, 로봇 활용 SW교육은 성별에 관계없이 초등학생의 협업능력 향상에 유의한 효과를 미치지 않음을 알 수 있다.

<Table 10> Matched pair *t*-test(Collaborative Skill-Gender)  
(*n* = 88)

Variables	Gender		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Collaborative Skill	Boys ( <i>n</i> =50)	pre	3.92	.69	-.157	.88
		post	3.93	.69		
	Girls ( <i>n</i> =38)	pre	3.82	.66	-.492	.62
		post	3.88	.65		

\**p* < .05

이상의 연구결과를 종합하면 로봇 활용 SW교육은 초등학생의 컴퓨팅 사고력, 창의성, 학습흥미 향상에 효과적인 학습환경임을 알 수 있으며, 성별에 따른 변인별 효과를 그래프로 제시하면 다음과 같다.



(Fig. 1) Effects of SW education using robots by gender

### 5. 결론 및 논의

본 연구는 로봇 활용 SW교육이 학습자의 컴퓨팅 사고력, 창의성, 학습 흥미, 협업능력에 미치는 효과를 검증하고자 하였다. 이를 위해 서울 소재 A 초등학교에 재학 중인 5학년 학생 88명을 대상으로 연구를 실시하였으며 다음과 같은 연구결과를 도출하였다.

첫째, 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적인지 살펴보고자 대응표본 *t*-검증을 실시하였다. 연구결과 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었으며, 남학생과 여학생 모두 컴퓨팅 사고력이 향상되었다. 이는 노지예와 이정민(2017)의 연구와 동일한 연구 결과이며 [24], 이를 통해 로봇 활용 SW교육은 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적인 교수·학습 환경으로 밝혀졌다. 따라서 SW교육의 목적이 컴퓨팅 사고력의 향상이라는 점을 미루어보아 로봇 활용 SW교육이 SW교육 목적 달성에 효과적인 교수·학습 환경을 알 수 있다.

둘째, 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 창의성 향상에 효과적인지 살펴보고자 대응표본 *t*-검증을 실시하였다. 연구 결과 로봇 활용 SW교육은 초등학생의 창의성 향상에 효과가 있음이 밝혀졌으며, 남학생의 창의성 향상에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다시 말해 로봇 활용 SW교육은 여학생의 창의성 향상에는 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났는데, 이러한 연구결과는 사전-사후 검사에서 여학생의 창의성 평균점수가 남학생의 창의성 평균점수보다 높았다는 점을 고려하여 해석할 필요가 있다. 창의성 사전 검사 결과, 남학생의 창의성 평균은 2.70점, 여학생의 창의성 평균은 4.08점으로 나타났으며, 사후 검사 결과에서는 남학생의 창의성 평균은 3.55점, 여학생의 창의성 평균은 4.84점으로 나타났다. 따라서 여학생의 사전-사후 창의성 점수가 남학생에 비해 높은 수준이었기 때문에 이와 같은 결과가 도출되었음을 알 수 있다. 또한 로봇 활용 SW교육을 통해 남학생의 창의성이 유의하게 향상되었음에 주목할 필요가 있다. 기존의 선행연구는 여학생이 남학생보다 높은 창의성을 가지고 있음을 밝혔기 때문에 [17][24] 여학생과 남학생의 창의성 차이를 줄이는 것이 중요하다. 특히 본 연구에서 로봇 활용 SW교육은 남학생의 창의성 향상에 효과적인 교수·학습환경으로 나타났기 때문에 SW수업에서 성별에 따른 창의성 차이를 줄일 수 있

는 방안으로 사료된다.

셋째, 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 학습흥미 향상에 효과적이지 살펴보고자 대응표본  $t$ -검정을 실시하였다. 연구 결과 로봇 활용 SW교육은 초등학생의 학습흥미 향상에 효과적이었으며, 이는 기존의 선행연구와 일치하는 연구결과이다[20]. 또한 배영권(2007)과 심재권, 김현철과 이원규(2016)의 연구에서 남학생이 여학생에 비해 프로그래밍에 대한 흥미도가 높게 나타나 성향에 따른 차이가 있음을 밝혔으나[1][31], 본 연구결과 로봇 활용 SW교육은 성별에 관계없이 학습자의 학습흥미 향상에 효과적인 교수·학습 환경으로 나타났다. 다시 말해 기존 SW수업은 실기 위주로 이루어졌기 때문에 이론보다 실기에 흥미를 느끼는 남학생들의 학습흥미가 높았을 것으로 해석할 수 있지만, 로봇 활용 SW교육은 여학생들의 학습흥미를 유발시키는 데 효과적인 것으로 알 수 있다.

넷째, 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 협업능력 향상에 효과적이지 살펴보고자 대응표본  $t$ -검정을 실시하였다. 연구 결과 로봇 활용 SW교육은 초등학생의 협업능력 향상에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 남학생과 여학생의 협업능력 향상에 유의한 효과가 없음이 확인되었다. 이와 관련하여 기존의 선행연구에서는 동료 프로그래밍, 웹 2.0도구 등을 활용하여 학습자의 협력을 강조한 SW교육을 실시하였으나[30][45] 본 연구에서는 협력을 촉진하는 교수전략 부재로 인해 이와 같은 결과가 나온 것으로 해석할 수 있다. 본 연구에서는 ‘도우미’라는 역할을 통해 친구들을 도와주도록 격려했으나, 개별 학습 위주로 이루어진 수업이었기 때문에 학습자간 협업능력을 향상시키는 활동이 부족했던 것으로 사료된다. 따라서 로봇 활용 SW교육에서 협업능력을 향상시키기 위해서는 협력활동을 통해 문제를 해결하는 과제를 제시하거나 다양한 도구를 활용할 필요가 있다. 이와 관련된 예로 유인환(2014)은 소통과 협력을 강조하고자 웹 2.0 기반의 도구를 활용하여 로봇 활용 SW교육을 실시하였고[45], 그 결과 협동성이 향상되었음을 확인하였다. 이 외에도 동료교수법을 적용한 동료프로그래밍, 협력적 지식도구를 활용한 로봇 활용 SW교육을 실시함으로써 협업능력을 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구는 로봇 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력, 창의성, 학습흥미, 협업능력에 미치는 효과를 검증하였다는 점에서 의의를 지닌다. 본 연구결과를 바탕

으로 후속연구에 대한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 서울 소재 A 사립초등학교에 재학 중인 초등학생을 대상으로 하였다. 국내 초등학교 중 국립 및 사립 초등학교의 비율은 굉장히 낮기 때문에 연구결과를 일반화하는 데 어려움이 있을 것으로 사료된다. 따라서 후속연구에서는 연구대상을 확대하여 국·공립학교에 재학 중인 초등학생을 대상으로 연구를 실시할 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 학습흥미를 측정하기 위해 2문항으로 구성된 설문을 실시하였다. 그러나 이는 다양한 측면의 흥미도 향상을 살펴보기에 어려움이 있으므로 후속 연구에서는 상황적 흥미, 교과적 흥미 등을 측정할 수 있는 문항을 활용하여 흥미도를 살펴볼 필요가 있다.

## 참고문헌

- [1] Bae, Y. (2007). A study of the robot programming instructional strategies considered gender differences. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 10(4), 27-37.
- [2] Chai, S., & Chun, S. (2015). The effects of STEAM-based programming education with robot on creativity and character of elementary school students. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 19(2), 159-166.
- [3] Han, J., Park, J., Jo, M., Park, I., & Kim, J. (2011). Learning with a robot for STEAM in elementary school curriculum. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 15(3), 483-402.
- [4] Horn, E., Collier, W., Pxford, J., Bond, C., & Dansereau, D. (1998). Individual differences in dyadic cooperative learning. *Journal of Educational Psychology*, 90(1), 153-161.
- [5] Hwang, Y., Myn, K., & Park, Y. (2016). Study of perception on programming and computational thinking and attitude toward science learning of high school students through software inquiry activity: Focus on using Scratch and physical computing materials. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 36(2), 325-335.

- [6] Jeon, Y., Song, J., & Lee, T. (2008). The impact of robot use in practical arts education on the learner's problem-solving ability. *The Society of Korean Practical Arts Education Korea*, 14(4), 209-224.
- [7] Kim, H., Ko, Y., Kim, H., & Kim, C. (2015). Effects of PSA programming learning on problem solving ability and logical thinking ability: in the case of high school students. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 17(5), 1-13.
- [8] Kim, J., & Kim, D. (2016). Development of physical computing curriculum in elementary schools for computational thinking. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 20(1), 69-82.
- [9] Kim, J., & Kim, T. (2016). The effect of physical computing education to improve the convergence capability of secondary mathematics-science gifted students. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 19(2), 87-98.
- [10] Kim, K. (2011). The effects of the robot based instruction on improving immersion learning. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 14(2), 1-12.
- [11] Kim, S., Ham, S., & Song, k. (2015). Analytic study on the effectiveness of computational thinking based STEAM program. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 18(3), 105-114.
- [12] Kim, S., & Lee, C. (2016). The three-year comparative study of effects of STEAM education programs based on physical computing. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 19(1), 11-18.
- [13] Kim, Y., & Kim, J. (2015). Development and application of software education program of App Inventor utilization for improvement of elementary school girls' computational thinking. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 19(1), 31-44.
- [14] Lee, E., & Lee, Y. (2008a). The effects of 4CID model based robot programming learning on learners' flow level. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 11(4), 37-46.
- [15] Lee, E., & Lee, Y. (2008b). The effects of a robot based programming learning on learners' creative problem solving potential. *Korean Institute of Industrial Educations*, 33(2), 120-136.
- [16] Lee, H., Han, J., & Jo, M. (2013). Effect analysis of learning with a robot for improving creativity in the regular curriculum of elementary school. *The Journal of Child Education*, 22(2), 19-35.
- [17] Lee, J., Jung, Y., & Park, H. (2017). Gender differences in computational thinking, creativity, and academic interest on elementary SW education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 21(4), 381-391.
- [18] Lee, J., Song, J., Kim, K., Paik, S., & Lee, T. (2009). The effects of robot programming learning using picocriquet on problem solving ability and interest. *The Korea Society of Computer Information*, 14(2), 17-26.
- [19] Lee, J., & Sung, Y. (2011). Development of robot programming education system for children based on storytelling. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 15(2), 295-305.
- [20] Lindh, L., & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems?. *Computers & Education*, 49, 1097-1111.
- [21] Moon, W. (2008). Influential error factors of robot programming learning on the problem solving skill. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 12(2), 195-202.
- [22] Moon, W. (2015). The application of the Scratch 2.0 and the sensor boarded to the programming education of elementary school. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 19(1), 149-158.
- [23] Nemiro, J., Larriva, C., & Jawaharlal, M. (2015). Developing creative behavior in elementary school students with robotics. *Journal of Creative Behavior*, 51(1), 70-90.
- [24] Noh, J., & Lee, J. (2017). The effects of SW education using robot on computational thinking. *Journal of*

- The Korean Association of Information Education*, 21(3), 285-296.
- [25] Park, K., & Lee, S. (2010). A comparative study of the effect of dolittle and robot programming education on creativity. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 14(4), 619-626.
- [26] Park, S., & Park, J. (1998). Sexual difference analysis on application level of computer programming language. *Journal of gender equality studies*, 2, 47-68.
- [27] Schwab, K. (2016). The fourth industrial revolution. *Geneva: World Economic Forum*.
- [28] Seo, S., Nam, D., & Lee, T. (2010). The effect of computational thinking ability using text-base vs visual base programming language on robot programming learning. *Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference*, 18(2), 457-462.
- [29] Seo, Y., & Lee, Y. (2010). A subject integration robot programming instruction model to enhance the creativity of information gifted students. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 13(1), 19-26.
- [30] Seo, Y., Yeom, M., & Kim, J. (2016). Analysis of effect that pair programming develop of computational thinking and creativity in elementary software education. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 20(3), 219-234.
- [31] Shim, J., Kim, H., & Lee, W. (2016). A study on gender differences in programming attitude and achievements on physical computing education in informatics curriculum revised 2015. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 19(4), 1-9.
- [32] Shim, K., Lee, S., & Suh, T. (2014). Development and evaluation of a STEAM curriculum utilizing arduino. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 17(4), 23-32.
- [33] Sin, G., & Hur, K. (2011). Development of education program for line-tracer simulation using scratch EPL. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 15(4), 533-542.
- [34] Son, J., & Han, K. (2016). Validation of the korean version of Wallach & Kogan creativity test. *The Journal of Creativity Education*, 16(2), 81-105.
- [35] Song, J., Cho, S., & Lee, T. (2008). The effect of learning scratch programming on students' motivation and problem solving ability. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 12(3), 323-332.
- [36] Song, J., & Lee, T. (2008). The effect of programming education using pico cricket on improving problem solving ability. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 14(4), 243-258.
- [37] Song, J., Paik, S., & Lee, T. (2009). The effect of robot programming learning considered gender differences on female middle school student's flow level and problem solving ability. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 12(1), 45-55.
- [38] Sung, Y. (2015). The effects of STEAM-based storytelling robotics education on learning attitudes of elementary school girls. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 19(1), 87-98.
- [39] The Korean Ministry of Education (2015). *The guidelines for managing software education*.
- [40] The Korean Ministry of Science, ICT and Future Planning (2014). *The needs and direction towards SW education*.
- [41] Wallach, M. A., & Kogan, N. (1965). *Modes of thinking in young children: A study of the creativity-intelligence distinction*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- [42] Yang, C. (2014). Comparison of the effects of robotics education to programming education using meta-analysis. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 18(3), 413-422.
- [43] Yang, G. (2014). The effect of programming education using hands-on robot on learning motivation and academic achievement of prospective elementary teachers. *Journal of The Korean Association*

of Information Education, 18(4), 575-584.

- [44] Yoon, H., & Kim, S. (2001). The effects of cooperative learning applying jigsaw II on learner's self-regulated learning, achievement, self-esteem & cooperation. *Journal of Fisheries and Marine Scienced Education*, 13(2), 194-211.
- [45] You, I. (2014). Design a plan of robot programming education using tools of web 2.0. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 18(4), 499-508.
- [46] You, I., & Kim, T. (2006). The effects of MINDSTORMS programming instruction on the creativity. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 9(1), 1-11.
- [47] Yu, S., & Kim, T. (2013). The effect of the STEAM-based robot learning on the creativity of elementary IT-gifted students. *Korean Journal of Teacher Education*, 29(3), 219-236.

#### 저자소개



#### 이 정 민

2001 이화여자대학교 교육공학과 (학사)  
 2003 이화여자대학교 교육공학과 (석사)  
 2009 플로리다주립대학교 교육심리 및 교육공학 (박사)  
 2010~현재 이화여자대학교 교육공학과 부교수  
 관심분야: 테크놀로지기반 학습설계, SW교육, 창의성교육, 학습정서  
 e-mail: jeongmin@ewha.ac.kr



#### 박 현 경

2013 국립 안동대학교 교육공학과 (학사)  
 2015~현재 이화여자대학교 교육공학과 석사과정  
 관심분야: 학습자 중심 학습환경설계, 플립러닝, SW교육  
 e-mail: hyeonkyeong@ewhain.net



#### 최 형 신

1988 이화여자대학교 전자계산학 (학사)  
 1993 New Jersey Institute of Technology 컴퓨터정보과학(석사)  
 2007 이화여자대학교 교육공학과 (박사)  
 2009~현재 춘천교육대학교 컴퓨터교육과 교수  
 관심분야: 뉴미디어기반 학습, 컴퓨팅 사고, 피지컬컴퓨팅  
 e-mail: hschoi@cnue.ac.kr