

# 교육용로봇기반 SW융합교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력, 협업능력 및 의사소통능력에 미치는 효과

최형신\* · 이정민\*\*

춘천교육대학교 컴퓨터교육과\* · 이화여자대학교 교육공학과\*\*

## 요약

소프트웨어교육은 학습자로 하여금 문제의 해결책을 정보처리 체계에 의해 효과적으로 처리되도록 문제를 구성하고 자신의 사고를 제시할 수 있는 컴퓨팅 사고력 증진을 목표로 하고 있다. 더욱이 이 컴퓨팅 사고력이 발휘되는 문제해결의 장이 실제적인 사회적 맥락 속에서 의미 있는 문제해결의 경험을 제공해 줄 때 더 바람직한 소프트웨어교육이 될 수 있을 것이다. 본 연구에서는 소프트웨어교육에서 구체적인 결과물을 볼 수 있다는 장점을 가지고 있는 교육용 로봇을 활용하여 학습자가 몰입하여 해결할 수 있는 사회적 문제 상황 속에서 로봇과 프로그래밍을 결합하여 동료들과 함께 문제를 해결할 수 있는 기회를 제공하는 로봇기반 SW융합수업을 초등학교 4학년 학생을 대상으로 운영하고 그 효과를 컴퓨팅 사고력과 사회적 역량(협업능력과 의사소통능력) 측면에서 살펴 보았다. 본 연구는 초등교육 현장에서 사회적 맥락을 가진 문제해결상황에서 컴퓨팅 사고력을 배양할 수 있는 교육용로봇기반 SW융합수업 사례를 제공하고, 이 수업의 효과성을 컴퓨팅 사고력과 사회적 역량의 관점에서 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

키워드 : 소프트웨어교육, 컴퓨팅 사고력, 교육용로봇기반 SW융합교육, 협업능력, 의사소통능력

## The Effects of Educational Robot-based SW Convergence Education on Primary Students' Computational Thinking, Collaborative and Communication Skills

Hyungshin Choi\* · Jeongmin Lee\*\*

Chuncheon National University of Education, Dept. of Computer Education

Ewha Womans University, Dept. of Educational Technology

## ABSTRACT

The aim of software education is to increase students' Computational Thinking(CT) skills that they can compose problems and provide solutions which can be carried out effectively by information-processing systems.

본 논문의 일부 내용은 International Conference on Computational Thinking Education 2018에서 발표되었음.

교신저자 : 최형신(춘천교육대학교 컴퓨터교육과)

논문투고 : 2020-02-10

논문심사 : 2020-02-22

심사완료 : 2020-03-26

Furthermore, if problem solving situations can provide students with meaningful problem solving opportunities in authentic social contexts, then software education would be more valuable. This study pursued educational robot-based SW convergence education where 4th grade primary students have access to tangible outputs and can engage in authentic problem solving situations working with peers by using robots and programming. In addition, this study investigated the effectiveness of the classes in terms of computational thinking skills and social capabilities(collaborative skills and communication skills). The current study provides educational robot-based SW convergence education cases of a primary school and discusses the effectiveness of the classes in terms of students' computational thinking skills and social capabilities.

Keywords : Software Education, Computational Thinking, Educational Robot-based SW Convergence Education, Collaborative skills, Communication skills

## 1. 서론

소프트웨어교육(이하 SW교육)의 필수화와 함께 컴퓨팅 사고력을 증진시키고자 하는 코딩과 같은 소프트웨어 소양교육이 주목받고 있다. 소프트웨어 소양교육은 학습자로 하여금 문제의 해결책을 정보처리 체계에 의해 효과적으로 처리되도록 문제를 구성하고 자신의 사고를 제시할 수 있다는 점에서 컴퓨팅 사고력 증진에 효과적이라고 할 수 있다[4][18]. 그런데 이러한 컴퓨팅 사고력이 발현되는 문제해결의 장은 구체적인 사회적 맥락 속에서 실제적이고 의미 있는 문제해결의 경험을 제공해 줄 수 있어야 한다. 그런 측면에서 생활과 밀접한 관련이 있는 문제 상황(지진, 인명 구조, 재활용, 식량부족 등)속에서의 문제를 해결하는 과정에서 컴퓨팅 사고력을 연마하고 활용할 수 있다면 더욱 바람직한 SW교육이라고 할 수 있을 것이다.

본 연구는 SW교육에서 구체적인 결과물을 볼 수 있다는 장점을 가지고 있는 교육용 로봇[1]을 활용하여 학습자가 몰입하여 해결할 수 있는 사회적 문제 상황 속에서 로봇과 프로그래밍을 결합하여 동료들과 함께 문제를 해결할 수 있는 기회를 제공하는 SW융합수업을 설계하고 운영하였다. 또한 이러한 교육용로봇기반 SW융합수업이 초등학교 4학년 학생들의 컴퓨팅 사고력과 사회적 역량(협업능력과 의사소통능력) 향상에 효과가 있는지 알아보하고자 하였다.

본 연구에서 탐색하고자 하는 연구 문제는 다음과 같다.

1. 교육용로봇기반 SW융합교육은 초등학교 4학년

학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적인가?

2. 교육용로봇기반 SW융합교육은 초등학교 4학년 학생의 협업능력 향상에 효과적인가?
3. 교육용로봇기반 SW융합교육은 초등학교 4학년 학생의 의사소통능력 향상에 효과적인가?

## 2. 이론적 배경

### 2.1 교육용로봇기반 SW융합교육

SW교육은 일반적인 학습과는 달리 논리적 사고력과 문제해결력, 그리고 프로그래밍 언어에 대한 지식을 필요로 한다. 이 때문에 처음 SW교육을 접하는 학습자의 경우 SW학습에 대해 어려움을 겪으며 낮은 흥미를 보이고, 학습을 포기하는 경우도 발생한다[8]. 이러한 SW교육의 한계를 보완하기 위한 새로운 접근으로 제시된 로봇기반 SW교육은 로봇을 활용한 프로그래밍 교육을 의미하는데, Papert(1980)는 로봇이라는 도구를 이용하여 SW교육을 실시하면 학습자들이 자발적으로 실생활의 문제를 해결하고 지식을 구성하게 된다고 하며 로봇기반 SW교육의 효과성을 주장하였다[11].

이처럼 교육용 로봇을 SW교육에 이용하면, 프로그래밍 입문 단계인 초등학생들에게 프로그래밍의 결과물이 로봇의 동작을 통해 보여질 수 있다는 점에서 학생들의 몰입 경험을 촉진할 수 있고[7], 로봇을 구체적으로 조작함으로써 학습자를 학습에 능동적으로 참여하게 하는 학습자 주도의 학습을 가능하게 한다[5]. 또한 학습과정에서 본인의 프로그래밍을 시각적으로 확인할 수 있어

컴퓨팅 사고력을 증진시킬 수 있다. 이에 SW교육의 효과적인 교수학습방안으로 로봇기반 SW교육이 주목받고 있다. 특히 SW교육에서는 작성한 프로그래밍의 오류를 찾아내고 수정하는 디버깅 과정이 핵심적인 과정인데, 초보 학습자는 작성한 프로그램과 실제 시스템의 차이를 이해하기 힘들어 학습을 어려워하는 경우가 많다. 그러나 로봇기반 SW교육에서는 로봇을 통해 실행 과정을 쉽게 눈으로 확인하게 되고, 오류를 발견하여 재작업하는데 도움을 줄 수 있게 된다[17]. 이렇게 오류를 발견하고 수정하는 성찰과정을 통하여 학습자들은 컴퓨팅 사고력을 높일 수 있을 뿐 아니라 소프트웨어 교육 과정에 몰입하게 된다.

서영민과 이영준(2010)도 로봇의 활용은 SW교육에 있어 상호작용적이고 놀이중심의 체험적이며 협력중심의 학습환경을 제공한다고 하였다[15]. 학습자들은 로봇, 교사, 다른 학습자와의 상호작용을 할 수 있고 소집단활동을 통해 함께 결과물을 만들어 나간다. 또한 로봇의 간학문적 성격 때문에 다른 교과와의 통합을 용이하게 해준다. 따라서 로봇을 활용하여 SW융합교육을 설계하면 SW교육의 한계점을 극복하는데 큰 역할을 해줄 것으로 사료된다.

## 2.2 교육용로봇기반 SW융합교육의 효과성

국내의 선행연구를 통해 로봇기반SW교육은 학습자의 인지적, 정의적 성과 향상에 효과적인 것으로 밝혀져 왔다. 특히 컴퓨팅 사고력, 창의성, 문제해결력 등의 인지적 영역 뿐 아니라 몰입, 흥미 등의 정의적 성과 향상에도 효과적인 것으로 나타났다. 이에 따라 본 연구 배경과 같이 초등학생을 대상으로 한 로봇기반SW교육에서 컴퓨팅 사고력, 협업능력, 의사소통능력이 어떠한 변화를 보이는지 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 로봇기반SW교육은 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적인 것으로 나타났다. 노지예, 이정민(2017) 연구에서는 초등학교 5, 6학년생을 대상으로 로봇기반SW교육을 실시하고 컴퓨팅 사고력 향상을 살펴본 결과, 컴퓨팅 사고력이 향상된 것으로 나타났다[10]. 이외에도 이정민, 박현경, 최형신(2018) 연구에서는 서울 소재 A 초등학교 5학년생을 대상으로 15차시의 로봇활용SW교육을 실시한 결과 컴퓨팅 사고력의 향상을 확인하였다[9].

또한, Saez-López, Roman-Gonzalez & Vazquez-Cano(2016)연구에서는 프로그래밍 개념과 논리 부분이 향상되었음을 보고하였고[13], Saez-López, Sevillano-García, & Vazquez-Cano(2019)연구에서는 프로그래밍교육에서 로봇의 효과성을 강조하면서 mBot을 활용한 프로그래밍교육이 수학적, 컴퓨팅 사고에서도 향상을 가져왔다고 보고하였다[14].

한편, Kim과 Lee(2019)의 연구에서는 프로젝트 기반 로봇기반 SW교육 프로그램을 개발하여 초등학교 6학년 학생 114명에게 실시한 결과 컴퓨팅 사고력이 향상하였으나, 통계적으로 유의하지 않았다[6]. 이처럼 컴퓨팅 사고력에 대한 효과는 영역별로 다양하게 나타나고 있으며, 유의하지 않은 결과도 있어 재검증이 요구된다.

둘째, 로봇기반 SW교육의 협업능력 향상에 대한 효과는 연구결과마다 상이하다. 채수풍과 전석주(2015)는 초등학교 6학년을 대상으로 로봇활용 STEAM 기반 프로그래밍 교육을 실시하고 그 효과를 살펴보았는데, 그 결과 로봇활용 STEAM기반 프로그래밍교육이 초등학생의 협업능력 향상에 효과적인 것을 확인하였다[2]. 그러나, 이정민, 박현경, 최형신(2018)연구에서는 로봇활용 SW교육이 협업능력에 미치는 효과가 통계적으로 유의하지 않았다[9]. 연구자들은 해당 연구가 도우미를 활용하여 협력을 촉진하긴 했지만, 기본적으로 개인 과제를 진행하는 형태로 수업이 이루어졌기 때문일 수 있다고 하며, 협업과제의 필요성을 주장하였다.

그러므로 본 연구에서는 팀 중심의 협업과제로 해결하는 문제해결형 프로젝트 기반 수업으로 교육용로봇기반 SW융합교육을 설계하였고, 협업이 많이 진행되기 때문에 협업능력이 향상될 것으로 보았다.

Kong, Chiu & Lai(2018)의 연구에 따르면 협업적인 태도를 가진 학습자일수록 장기적인 SW교육의 성과에도 영향을 미친다고 보고하였으므로[8], 협업능력은 SW교육지속이나 효능감 등에도 영향을 미칠 수 있다. 또한, 팀프로젝트기반 수업으로 협업이 촉진된다면 학생들 사이에 커뮤니케이션 기회가 많아지기 때문에 의사소통능력 향상에 도움이 될 것으로 사료된다. 즉, 협업 프로젝트 과정에서 로봇을 통해 실제로 프로그래밍이 이루어지는 것을 시각적으로 함께 보면서 학습자들은 서로의 경험을 공유하게 되고, 이 과정에서 팀원 간 의사소통이 많이 필요하기 때문에 의사소통능력의 향상은 축



영하였다(Fig. 2 참조). 디자이너는 문제해결을 위한 로봇을 설계하고 엔지니어는 로봇이 작동할 수 있도록 프로그램을 작성하도록 하였다. 수업 중에 학생들은 두 가지 역할을 교대로 하면서 두 역할을 모두 경험할 수 있는 기회를 제공하였다. 또한 4명의 학생이 한 팀이 되어 문제를 해결하고 두 개의 로봇을 동시에 활용하여 문제를 해결하는 상황도 포함하였다.

<Table 1> Robotics class modules' content

No	Content	Subject
1	Introducing Rescue Robots - Assemble robots - Program robots - Share ideas of robots' roles	Ethics, Social Science
2	Designing Rescue Robots - Design robots to signal a disastrous situation - Assemble teams' robots - Share team's problem solving robots	Social Science, Science
3	Future Food Problem Solving Robots - Assemble a pollination model with a bee and a flower part - Program pollination process - Share teams' models	Science
4	Building Earthquake-resistant Houses - Investigate earthquake simulator and design earthquake-resistant houses - Assemble teams' simulator and houses - Share the testing results	Science
5	Recycling Helper Robots - Assemble classifying robots and recycling objects - Program the classifying robots - Share the testing results	Science, Social Science
6	Collaborative Robots - Provide a mission requiring a collaborative problem solving - Combining robots to collaborate - Discuss the importance of collaboration	Ethics
7	Designing Future Robots - Design a future robot with a mission - Assemble robots and program - Present teams' future robots	Arts, Social Science



(Fig. 2) Students' activities with robots

#### 4. 연구 결과

##### 4.1 로봇기반 SW융합교육이 컴퓨팅 사고력에 미치는 효과

로봇기반 SW융합교육이 초등학교 4학년 학생들의 컴퓨팅 사고력에 미치는 효과를 살펴보기 위해 대응표본 t-검증을 실시하였다(<Table 2> 참조). 사전 컴퓨팅 사고력의 평균은 1.85, 표준편차 1.06이었으며, 사후 컴퓨팅 사고력 평균은 2.47 표준편차 1.24로 나타났다. 이는 유의수준 .05에서 유의한 차이로 확인되었으며, 이러한 결과로 볼 때 로봇기반 SW융합교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력에 유의한 향상을 가져오는 것으로 확인되었다. 그러나 학생들의 Bebras 검사 평균 점수가 사전과 사후 모두 비교적 낮은 수준을 보인 것은 검사문항이 여섯 문항으로 제한적이었던 것도 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

<Table 2> Matched pair t-test(Bebras test)  
(n = 59)

	M	SD	t	p
Bebras pre-test	1.85	1.06	-3.636*	.00
Bebras post-test	2.47	1.24		

\* p < .05

**4.2 로봇기반 SW융합교육이 협업능력에 미치는 효과**

로봇기반 SW융합교육이 초등학교 4학년 학생들의 협업능력에 미치는 효과를 살펴보기 위해 대응표본 t-검증을 실시하였다(<Table 3> 참고).

<Table 3> Matched pair t-test(Collaborative skills)  
(n = 59)

	M	SD	t	p
pre-test	3.79	.51	-4.247*	.00
post-test	4.03	.48		

\* p < .05

사전 협업능력의 평균은 3.79, 표준편차 .51이었으며, 사후 협업능력 평균은 4.03, 표준편차 .48로 나타났다. 유의수준 .05에서 검증한 결과 통계적으로 유의했으며, 이러한 결과로 볼 때 로봇기반 SW융합교육이 초등학생의 협업능력에 유의한 향상을 가져오는 것으로 규명되었다.

**4.3 로봇기반 SW융합교육이 의사소통능력에 미치는 효과**

로봇기반 SW융합교육이 초등학교 4학년 학생들의 의사소통능력에 미치는 효과를 살펴보기 위해 대응표본 t-검증을 실시하였다(<Table 4> 참고). 사전 의사소통능력의 평균은 3.46, 표준편차 .61이었으며, 사후 의사소통능력 평균은 3.76, 표준편차 .58로 나타났다. 이는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의한 차이를 보이므로, 로봇기반 SW융합교육이 초등학생의 의사소통능력 향상에 효과적임을 알 수 있다.

<Table 4> Matched pair t-test(Communication skills)  
(n = 59)

	M	SD	t	p
pre-test	3.46	.61	-4.425*	.00
post-test	3.76	.58		

\* p < .05

이상의 연구 결과를 종합하면, 교육용로봇기반 SW융합교육은 초등학교 4학년 학생들의 컴퓨팅 사고력 향상

에 통계적으로 유의한 향상을 보이는 것으로 확인되었다. 또한 교육용로봇기반 SW융합교육은 인지적 측면의 효과뿐만 아니라 사회적 측면 즉 학생들의 협업능력 및 의사소통능력에도 향상을 가져오는 것으로 나타났다.

**5. 결론 및 제언**

본 연구는 로봇기반 SW융합교육이 초등학교 4학년 학생들의 컴퓨팅 사고력과 협업능력 및 의사소통능력과 같은 사회적 요인에 미치는 효과를 살펴보고자 하였다. 연구 결과 초등학교 4학년 대상 로봇기반 SW융합교육은 학생들의 컴퓨팅 사고력 향상에 통계적으로 유의한 향상을 보이는 것으로 나타났다. 이는 선행연구[9][10]와 일치하는 결과이다. 그러나 학생들의 Bebras 검사 평균 점수는 사전과 사후 모두 비교적 낮은 수준을 보여서 향후 학생들의 지속적인 컴퓨팅 사고력 개발에 대한 연구가 필요하다고 판단된다. 한편 초등학교 4학년 대상 로봇기반 SW융합교육은 학생들의 협업능력 및 의사소통능력과 같은 사회적 요인에 향상을 가져오는 것으로 나타났다. 본 수업에서 활용된 수업 모듈은 모듈 1-5는 2인 1팀으로 하나의 로봇을 가지고 협업하는 문제해결 과제를 제공하였으며 모듈 6-7은 4인 1팀으로 협력적 과제를 해결한 것이 긍정적인 영향을 준 것으로 사료된다.

본 연구 결과를 바탕으로 연구의 제한점과 후속연구를 제언하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 강원도 소재의 한 초등학교 4학년 59명을 대상으로 진행되었으며, 따라서 연구결과를 일반화하기에는 한계점을 가진다. 둘째, 본 연구의 협업능력과 의사소통능력은 자기보고형 설문을 통해 측정되었다. 추후 연구에서는 사회연결망분석이나 관찰 등을 통해 팀 내의 협업관계도나 의사소통능력을 평가해볼 필요가 있다. 이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 로봇활용 SW융합교육을 설계하고, 로봇활용 SW융합교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력, 협업능력, 의사소통능력에 미치는 효과를 검증하였다는 점에서 연구의 의의가 있다. 특히 아직 많은 선행연구에서 성취도, 컴퓨팅 사고력 등 인지적 성과에 초점이 맞추어져있고, 사회적 성과인 협업능력, 의사소통능력에 대한 효과검증이 부족했다는 점에서 볼 때 문제해결을 위한 SW융합 프로젝트

형 수업을 설계하면 사회적영역의 성과도 증진시킬 수 있다는 것이다.

### 참고 문헌

- [1] Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground*. New York: Routledge.
- [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] Choi, Y., Noh, J., Lim, Y., Lee, D., Lee, E., & Noh, J. (2013). The Development of the STEAM literacy measurement instrument for elementary, junior-high, and high school students. *Journal of Korean Technology Education*, 13(2), 177-198.
- [4] Cuny, J., Snyder, L., & Wing, J. (2010). Demystifying computational thinking for non-computer scientists. Unpublished manuscript, referenced in <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>.
- [5] Denis, B., & Hubert, S. (2001). Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computer Human Behavior*, 17(5), 465 - 480.
- [6] Kim, S. W., & Lee, Y. (2019). Development of Project-based Robot Education Program for Enhancing Interest toward Robots and Computational Thinking of Elementary School Students. *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, 24(1), 247-255.
- [7] 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(4), 385-398.
- [8] Kong, S-C., Chiu, M. M. & Lai, M. (2018). A study of primary school students' interest, collaboration attitude, and programming empowerment in computational thinking education. *Computers & Education*. 127, 178-189.
- [9] Lee, J., Park, H., & Choi, H. (2018). Effects of SW Education Using Robots on Computational Thinking, Creativity, Academic Interest and Collaborative Skill. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 22(1), 9-21.
- [10] 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.
- [11] Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- [12] Park, Y., & Jeong, I. (2017). Assessing elementary school students' computational thinking skills on Bebras tasks. *The Korean Association of Information Education Research Journal*, 8(1), 27-31.
- [13] Sáez-López, J.-M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using "Scratch" in five schools. *Computers & Education*, 97, 129-141.
- [14] Sáez-López, J., Sevillano-García, M. & Vazquez-Cano, E. (2019). The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot. *Education Technology Research and Development*, 67, 1405 - 1425.
- [15] 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.
- [16] Yoon, H., & Kim, S. (2001). The effects of cooperative learning applying Jigsaw II on learners' self-regulated learning, achievement, self-esteem & cooperation. *Studies on Education of Fisheries and Marine Sciences*, 13(2), 194-211.
- [17] 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.

- [18] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 19(3), 33-35.

### 저자소개

#### 최형신



1988 이화여자대학교 컴퓨터공학  
학사

1993 (미)New Jersey Institute of  
Technology 컴퓨터정보과  
학 석사

2007 이화여자대학교 교육공학  
박사

2009-현재, 춘천교육대학교  
컴퓨터교육과 교수

관심분야: 교육용 프로그래밍, 컴  
퓨팅 사고력,

피지컬 컴퓨팅, 뉴미디어기반학습  
e-mail : hschoi@cnue.ac.kr

#### 이정민



2001 이화여자대학교 교육공학과  
학사

2003 이화여자대학교 교육공학과  
석사

2009 플로리다주립대 교육심리 및  
교육공학박사 & 교육측정 및  
통계 석사(복수학위)

2009 퍼듀대학교 연구원

현재 이화여자대학교 교육공학과  
부교수

관심분야: 테크놀로지기반 학습설  
계, 프로그래밍교육,

창의성교육

e-mail : jeongmin@ewha.ac.kr