

# 로봇 활용 SW 교육에서 보조 교사 유무에 따른 컴퓨팅사고력, 로봇에 대한 태도의 차이

노지예

광운대학교 로봇SW교육원

## 요 약

본 연구는 초등학교에서 로봇 활용 SW 교육을 실시하여 학생들의 CT, 로봇에 대한 태도에 미치는 효과를 알아보고 보조 교사 유무에 따른 차이를 알아보고자 하였다. 이를 위해 서울의 A 청소년수련관의 로봇 활용 SW 교육에 참여한 초등학생 29명을 실험집단과 통제집단으로 나누고, 로봇 활용 SW 교육을 실시하였으며, 수집된 자료는 대응 표본  $t$ 검정, 공분산분석을 통해 평균의 차이를 분석하였다. 연구 결과, 로봇 활용 SW 교육을 실시한 후 학생들의 CT와 로봇에 대한 태도가 유의하게 향상되었으나, 통제집단의 CT는 유의하게 향상되지 않았다. 또한 보조 교사 유무에 따른 사후 CT의 차이는 유의하였으며, 로봇에 대한 태도의 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 본 연구는 로봇 활용 SW 교육의 효과를 검증하고, 보조 교사 유무에 따라 차이가 있는지 규명하여 로봇 활용 SW 교육에 대한 이해를 확장시켰다는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있다.

키워드 : SW 교육, 로봇 활용 SW 교육, 보조 교사 유무, 재구성중심모델, CT, 로봇에 대한 태도, 엔트리, 햄스터 로봇

## The Difference of Computational Thinking and Attitudes toward Robots according to Assistant Teacher in SW Education Using Robot

Jiyae Noh

KwangWoon University Robot SW Education Center

## ABSTRACT

In this study, we conduct SW education using robot in elementary school, to examine the effects of SW education using robot and identify differences depending on the presence of assistance teacher. In order to achieve the purpose of this study, SW education using robot was conducted to 29 students. After collecting data, we examined mean difference using matched pair  $t$ -test and ANCOVA. Our results show that SW education using robot significantly improved CT and attitudes toward robots. CT, however, was not significantly improved in control group. Further, although improvement in attitudes toward robots was not associated with presence of assistance teacher, presence of assistance teacher did play a role in improvement of CT. This study was investigated effects of the SW education using robot and identify differences depending on the presence of assistant teacher, and expanded the understanding of the SW education using robot.

Keywords : SW education, SW education using robot, Presence of assistant teacher, UMC model, CT, Attitudes toward robots, Entry, Hamster robot

논문투고 : 2018-04-21

논문심사 : 2018-05-14

심사완료 : 2018-05-15

## 1. 연구의 필요성 및 목적

오늘날의 SW는 일상생활의 삶을 보다 편리하게 하는 도구 이상의 의미를 지니며, SW가 일상생활과 산업 구조를 바꾸는 SW 중심 사회로 접어들고 있다[10]. SW가 핵심 요소라는 사회적인 인식이 확대되면서, 국내·외에서는 SW 교육에 대한 중요성을 인식하여, 초, 중등학교에서 SW 교육이 활발히 진행되고 있다.

학교 현장에서 SW 교육이 활성화되면서, SW 교육에 로봇을 사용하는 시도가 확산되고 있다[32]. 로봇은 미래 사회와 기술을 이해하는 데 적합한 소재로[2], 학습자들이 직접 로봇을 조작하여 수업에 몰두할 수 있으므로, SW 교육의 효과를 극대화할 수 있다.

학교 현장의 SW 교육의 목적은 컴퓨팅사고력(Computational Thinking, 이하 CT)을 향상시켜 문제 해결을 위한 역량을 기르고자 하는 것이다[29]. 따라서 SW 교육은 프로그래밍 자체에 중점을 두기보다는 CT의 신장에 중점을 두어야 하므로, CT는 SW 교육의 효과를 측정하는 중요한 변인으로 다루어져야 한다.

더불어 초등학생의 SW 교육이 효과적으로 이루어지기 위해서는 SW 교육이 쉽고 즐겁다는 인식이 전제되어야 하므로, CT와 같은 인지적인 영역 뿐 아니라 정의적인 영역 또한 중요하게 고려되어야 한다[12]. 태도는 로봇 교육 뿐 아니라 기술 교육 프로그램의 중요한 요소이며[3], 로봇에 대한 태도는 SW 교육을 통해 신장될 수 있으므로[18], 로봇에 대한 태도는 SW 교육의 효과를 측정하는 중요한 변인으로 고려되어야 한다.

한편, SW 교육은 실습이 큰 비중을 차지한다는 점에서 다른 과목과 큰 차이가 있다. 우리나라에서는 2019년부터 초등학교에서 SW 교육이 의무적으로 시행될 예정이다[30], 학교에는 다양한 수준의 학생들이 모두 한 학급에 편성되어 학생들의 개인차가 발생하므로, 교사 한 명으로는 원활한 수업 진행이 어려운 것이 현실이다[28]. 따라서 학교 현장에서 로봇 활용 SW 교육이 효과적으로 시행되기 위해서는 보조 교사의 지원이 필수적이며, 이에 관한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 초등학생들을 대상으로 로봇 활용 SW 교육을 실시하여 효과성을 검증하고, 보조 교사 유무에 따른 차이를 검증하고자 한다. 본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 로봇 활용 SW 교육은 초등학생의 CT와 로봇에 대한 태도를 유의하게 향상시키는가?

둘째, 로봇 활용 SW 교육 환경에서 보조 교사 유무에 따라 학생들의 사후 CT, 로봇에 대한 태도에 차이가 있는가?

## 2. 이론적 배경

### 2.1 로봇 활용 SW 교육과 교수, 학습 모델

로봇은 학생의 몰입을 유지하기 위한 좋은 도구이나, 쉽게 몰입하는 만큼 본래의 교육 목표를 잊어버리기 쉽다는 문제점 또한 제기되고 있다[13]. 따라서 교수·학습 모형에 대한 고려 없이 로봇을 도입하는 것은 경계해야 하며, SW 교육의 특징을 고려한 교수, 학습 설계가 필요하다.

한국교육개발원과 한국교육학술정보원(2015)[17]에서는 CT의 신장이라는 SW 교육의 목표를 달성하기 위해, 5가지의 교수, 학습 모델(CT 요소 중심 모델, 시연 중심 모델, 재구성 중심 모델, 개발 중심 모델, 디자인 중심 모델)을 개발하여 제안하였다. 5가지의 모델은 행동주의, 인지주의, 구성주의 관점을 고려하여 학습 목표 영역(지식, 기능, 태도) 중 기능 영역을 중심으로 하되, 지식, 태도 영역이 포함될 수 있도록 개발되었다. 본 연구에서는 5가지의 교수, 학습 모델 중 초급 수준의 학습자에게 적합한 재구성중심모델(Use, Modify and reCreate Model, 이하 UMC 모델)을 선정하여 수업에 적용하였다.

UMC 모델은 발견학습법의 다양한 사례를 토대로 수정, 재구성 과정을 통해 개념과 원리를 발견하는 모델로, 놀이(Use), 수정(Modify), 재구성(reCreate)의 3단계로 구성되어 있다. 놀이 단계는 교사의 시연을 따라 간단한 프로젝트를 제작하고 작동시켜 보는 단계로, 피지컬컴퓨팅, 완제품 등이 포함될 수 있다. 수정 단계는 간단한 프로젝트에 내용을 확장하거나 아이디어를 추가하는 단계로, 놀이 단계에서 사용된 모듈이나 알고리즘을 변형하여 사용하는 것을 의미한다. 재구성 단계는 학습한 기능이나 내용을 기반으로 확장된 프로그램을 만드는 것이다.

## 2.2 관련 선행 연구

### 2.2.1 CT

CT는 컴퓨터과학자처럼 사고하는 것으로, 추상화(abstraction)와 자동화(automation)를 통한 문제 해결 능력이라고 할 수 있다[31]. 즉, CT는 문제 해결을 위한 추상화 개념을 정립하고 문제 해결에 적합한 자동화 장치를 선택하여 문제를 해결하는 것이며, 컴퓨터의 영역을 넘어 다른 영역에도 긍정적인 영향을 주는 것을 의미한다[8].

선행연구에서는 로봇 활용 SW 교육이 초등학생의 CT에 긍정적인 영향을 준다고 보고하고 있다. Saez-López, Roman-Gonzalez & Vazquez-Cano(2016)[25]는 스페인의 초등학생 107명을 대상으로 2년간 스크래치를 활용 교육을 실시하였으며, 그 중 1년차 교육의 사전, 사후에 VBCCT(Visual Blocks Creative Computing Test)를 활용하여 학생들의 CT를 측정하였다. 연구 결과, 학생들의 CT 점수가 유의하게 향상되었음을 밝혔다.

국내에서도 유사한 연구 결과가 보고되었다. 이정민, 박현경과 최형신(2018)[22]의 연구에서는 초등학교 5학년 학생 88명을 대상으로 엔트리와 알버트 로봇을 활용하여 15차시의 로봇 활용 SW 교육을 실시하였다. 연구 결과, 로봇 활용 SW 교육은 학생들의 CT를 유의하게 향상시켰으며, 창의성, 학습 흥미에도 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

### 2.2.2 로봇에 대한 태도

로봇에 대한 태도란, 로봇에 대한 학습자의 호의적, 비호의적으로 반응하는 심리적 경향성을 의미한다[3]. 선행 연구에 따르면, SW 교육에서 태도는 학습 성과에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 짐작할 수 있으나[16] 로봇 활용 SW 교육 환경에서 로봇에 대한 태도를 연구한 경우는 많지 않으므로[18], 추가적인 연구가 필요하다.

김성원과 이영준(2016)[18]의 연구에서는 예비 교사 88명을 세 집단(ICT 수업 집단, 프로그래밍 수업 집단, 로봇 프로그래밍 수업 집단)으로 나누어 한 학기 동안 수업을 실시한 후 로봇에 대한 태도를 측정하였다. 연구 결과, ICT 수업 집단과 프로그래밍 수업 집단은 로봇에

대한 태도가 유의하게 향상되지 않았으나, 로봇 프로그래밍 수업 집단의 로봇에 대한 태도는 유의하게 향상되었다.

초등학생을 대상으로 로봇에 대한 태도를 측정한 연구도 보고되었다. 백성희와 금지현(2014)[3]의 연구에서는 초등학생 46명을 대상으로 8주간 방과후 학교 로봇 교육 프로그램을 진행하였다. 연구 결과, 로봇에 대한 태도가 유의하게 향상되었으며, 특히 로봇에 대한 태도의 하위요인 중 로봇과 흥미, 로봇의 중요성 요인이 향상되었다.

### 2.2.3 로봇 활용 SW 교육과 보조 교사

보조 교사의 활용이 활발하게 이루어지고 있는 분야는 원어민이 필요한 영어 교육과 장애아들을 위한 통합 교육이며[28], SW 교육 환경에서 보조 교사에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 보조 교사는 SW 교육 환경에서 학습자의 성취에 영향을 미치는 중요한 요인이므로[28], 이에 관한 연구가 필요하다.

로봇 활용 SW 교육에서 보조 교사의 유무에 따른 학습 효과를 비교한 연구는 많지 않으나, 대학의 SW 교육에서 학생들의 질의, 응답을 도와줄 튜터의 필요성을 언급한 연구가 보고되었다. 서주영(2017)[26]의 연구에서는 비전공자의 프로그래밍 학습의 어려움에 관한 연구를 수행하기 위하여 인문계열 학생 27명과 이공계열 21명을 대상으로 설문을 실시하였다. 연구 결과, 이공계열 학생은 주변의 프로그래밍 전공자나 경험자와의 교류가 쉬우므로 별도의 수업 보조 자원에 관한 요구가 높지 않았으나, 인문계열 학생들은 주변의 도움을 받기 어려우므로 수업의 질의, 응답을 도와줄 튜터나 수업 보조 자료가 절실히 필요하며, 비전공자의 프로그래밍 학습에 도움을 줄 수 있는 제도적 지원이 필요하다고 언급하였다.

대학에서 튜터 유무에 따라 학생 성적의 차이가 나타났다는 연구 결과도 보고되었다. 임재홍, 우영희, 김보원, 이기재와 양유정(2016)[21]의 연구에서는 대학에서의 튜터 제도의 효과를 알아보기 위하여 3년간 튜터 유무에 따른 학생들의 성적의 차이를 알아보았다. 연구 결과, 대부분의 과목에서 튜터 과목이 비튜터 과목에 비해 학생들의 성적이 통계적으로 유의하게 높았음을 밝혔다.

로봇 활용 SW 교육에서 보조 교사의 지원 유형이 학습성과에 미치는 영향을 분석한 연구도 보고되었다. 송정범, 권오성, 고병오, 양권우와 신수범(2011)[28]의 연구에서는 초등학생 72명을 대상으로 1박 2일간 피코크리켓을 활용한 로봇 활용 SW 교육을 실시하였다. 실험집단에는 필요한 정보를 제공하거나 질문에 답변해 주는 형태의 보조 교사를 지원하였고, 통제집단에는 공동으로 제작하는 형태의 보조 교사를 지원하였다. 연구 결과, 실험집단의 자기효능감이 더 높게 향상되었으며, 그 차이가 통계적으로 유의하였다. 또한 이러한 연구 결과가 나타난 이유는, 통제집단은 보조 교사가 직접적으로 학생들에게 도움을 주었으므로, 실험집단에 비해 학습 과정에서 학습자의 자기주도성이 결여되는 결과를 초래하였기 때문이라고 하였다.

### 3. 연구 방법

#### 3.1 연구 대상 및 연구 절차

본 연구는 서울 지역의 A 청소년 수련관에서 진행된 로봇 활용 SW 교육에 참여한 학생 37명을 대상으로 진행되었다.

실험집단과 통제집단 모두 엔트리와 햄스터 로봇을 활용한 로봇 활용 SW 교육을 실시하였으며, 4주간 12차시의 집중 교육을 실시하였다. 실험집단과 통제집단 모두 강사, 수업 내용, 강의 장소 등은 모두 동일하였으나, 실험집단에만 보조 교사를 배정하였다. 공동으로 제작하는 형태의 보조 교사보다는 필요한 정보를 제공하거나 질문에 대답해 주는 형태의 보조 교사가 학습성과 향상에 더 효과적이었다는 선행연구[28]에 따라, 본 연구에서는 실험집단의 보조 교사가 학습자들을 관찰하며 질문에 답변해 주거나 필요한 정보를 제공하는 역할을 수행하도록 하였다.

수업 전, 후에 CT, 로봇에 대한 태도를 측정하였으며, 사전, 사후 검사 및 설문 중 하나라도 응답하지 않은 학생 8명을 제외한 29명(실험집단 16명, 통제집단 13명)을 최종 연구 대상으로 선정하였다.

#### 3.2 로봇 활용 SW 교육

본 연구는 서울 지역의 A 청소년 수련관에서 진행된 로봇 활용 SW 교육에 참여한 학생들을 대상으로 진행되었다. 1차시에는 햄스터 로봇 충전하기, SW 설치, 로봇과 PC 연결 등의 기본적인 내용을 학습하였으며, 2차시부터는 엔트리와 햄스터 로봇을 활용하여 수업을 진행하였다.

12차시 중 11차시는 협력학습 형태로 진행하였으며, 활동의 내용에 따라 7차시는 2인 1조, 4차시는 4인 1조 형태로 구성되었다. 모든 차시의 수업은 로봇학부 교수 1인과 교육공학 전문가 1인의 검토를 받아 진행하였다. 차시별 학습 내용과 주요 활동은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Lesson plan

Class	Lesson	Classroom activity
1	Hello! Hanster orientation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charging Hamster</li> <li>• Installing SW</li> <li>• Connect Hamster and PC</li> <li>• Decorating my Hamster</li> </ul>
2	Hamster dance (dividing into groups of two)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequence</li> <li>• Debugging</li> </ul>
3	Hamster maze (dividing into groups of four)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequence</li> <li>• Iteration (Repeat 0 times)</li> <li>• Debugging</li> </ul>
4	Hamster on stage (dividing into groups of two)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequence</li> <li>• Iteration (Repeat 0 times)</li> <li>• Debugging</li> <li>• Iteration (Repeat until true)</li> </ul>
5	Singing around (dividing into groups of two)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequence</li> <li>• Iteration (Repeat 0 times)</li> <li>• Debugging</li> <li>• Iteration (Repeat until true)</li> </ul>
6	Hamster ensemble (dividing into groups of two)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequence</li> <li>• Iteration (Repeat 0 times)</li> <li>• Debugging</li> <li>• Iteration (Repeat until true)</li> </ul>
7	Hamster piano (dividing into groups of two)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequence</li> <li>• Debugging</li> </ul>

Class	Lesson	Classroom activity
8	Driving test (dividing into groups of four)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequence</li> <li>• Iteration (Repeat O times)</li> <li>• Debugging</li> </ul>
	Floor sensor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iteration (Repeat until true)</li> </ul>
9	Hamster bumper car (dividing into groups of four)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequence</li> <li>• Iteration (Repeat O times)</li> <li>• Selection</li> <li>• Debugging</li> <li>• Iteration (Repeat until true)</li> </ul>
	Proximity sensor	
10	Hamster sled (dividing into groups of four)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequence</li> <li>• Iteration (Repeat O times)</li> <li>• Selection</li> <li>• Debugging</li> <li>• Iteration (Repeat until true)</li> </ul>
	Proximity sensor	
11	Hamster pet (dividing into groups of two)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequence</li> <li>• Iteration (Repeat O times)</li> <li>• Selection</li> <li>• Debugging</li> <li>• Iteration (Repeat until true)</li> </ul>
	Axis acceleration sensor	
12	Inverted turtle (dividing into groups of two)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequence</li> <li>• Iteration (Repeat O times)</li> <li>• Debugging</li> <li>• Iteration (Repeat until true)</li> </ul>

본 연구에서는 대부분의 학습자들이 SW 교육 경험이 없는 초급 수준의 학습자임을 고려하여 다양한 교수, 학습 모형 중에서 UMC 모델을 사용하였다. UMC 모델의 3단계(놀이, 수정, 재구성)에 따른 교수, 학습 과정은 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Examples of learning task

Class	Learning task
1 Hello! Hanster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charging hamster</li> <li>• Installing SW</li> <li>• Connecting Hamster and PC</li> <li>• Decorating my hamster</li> </ul>
2 Hamster dance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moving hamster (Use)</li> <li>• Hamster dancing(Modify)</li> <li>• Expressing emotions with dancing (Recreate)</li> </ul>
3 Hamster maze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hamster maze (Use)</li> <li>• Making hamster maze (Modify)</li> <li>• Making hamster maze with friend</li> </ul>

Class	Learning task
	(Recreate)
4 Hamster on stage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repeat one note (Use)</li> <li>• Playing a simple song (Modify)</li> <li>• Singing on stage (Recreate)</li> </ul>
5 Singing around	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Playing a song (Use)</li> <li>• Playing repeated songs (Modify)</li> <li>• Song of Turn (Recreate)</li> </ul>
6 Hamster ensemble	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Playing together 1 (Use)</li> <li>• Playing together 2 (Modify)</li> <li>• Playing my own song (Recreate)</li> </ul>
7 Hamster piano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Playing together 1 (Use)</li> <li>• Playing together 2 (Modify)</li> <li>• Playing my own song (Recreate)</li> </ul>
8 Driving test	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moving and rotating (Use)</li> <li>• Driving a maze (Modify)</li> <li>• Hamster football (Recreate)</li> </ul>
9 Hamster bumper car	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Making a sound car (Use)</li> <li>• Making cars that can not get out of line (Modify)</li> <li>• Making my own car (Recreate)</li> </ul>
10 Hamster sled	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Making a hamster to avoid when encountering obstacles (Use)</li> <li>• Hamster sled (Modify)</li> <li>• Making hamster sledding (Recreate)</li> </ul>
11 Hamster pet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Making hamster dog (Use)</li> <li>• Training Hamster (Modify)</li> <li>• Making my own Hamster dog (Recreate)</li> </ul>
12 Inverted turtle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Making Hamster turtle (Use)</li> <li>• Making a singing turtle (Modify)</li> <li>• Making my own singing turtle (Recreate)</li> </ul>

### 3.3 측정 도구

#### 3.3.1 CT

CT를 측정하기 위한 평가 도구나 선행연구가 많지 않으므로, 학생들의 CT를 평가하는 것은 매우 어렵다 [6][9][15]. 학교 현장에서 CT를 평가하기 위해서는 학생 산출물에서 다양한 측면을 분석하는 것이 효과적이다 [7], 학생 산출물은 사전에 측정하는 것이 어렵고, 사후에만 측정 가능하므로 효과성을 측정하기에 적합하지 않다. Bebras[4] 등 CT와 관련된 문항의 경우도, CT 요소를 평가하기에 적합한 도구이나 [11], 사전, 사후 검사의 형태로 제공되지 않는다는 한계를 가지고 있어 수업의 효과를 측정하기에 어려움이 있다.

따라서 본 연구에서는 김병수(2014)[14]의 도구를 사용하였다. 이 도구는 창의적 사고는 구성 요인에서 제외

되어 있으나, 추상적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고, 재귀적 사고, 알고리즘적 사고를 포함하며, 10가지 평가 주제(순차, 조건, 반복, 병렬 처리, 변수, 난수, 알고리즘, 객체, 함수, 재귀)의 19개 문항으로 구성되어 있다. 김병수(2014)의 도구는 동형 검사(A형, B형)로 구성되어 있으므로 SW 교육의 효과를 측정하기에 적합하며, 선행 연구[27]에서 초등학교의 CT 측정 도구로 사용된 바 있다.

### 3.3.2 로봇에 대한 태도

CT와 마찬가지로 로봇에 대한 태도를 측정할 수 있는 도구 또한 많지 않다[18]. 로봇에 대한 부정적 태도 척도(NARS: Negative Attitude towards Robots Scale)의 경우 비교적 선행 연구가 많이 이루어졌으나[18], 이 도구는 초등학교보다는 성인을 대상으로 한 연구에서 사용되고 있어[23], 본 연구에 적합하지 않다고 판단하였다.

따라서 본 연구에서는 초, 중, 고등학생을 대상으로 개발된 이춘식(2013)[20]의 도구를 사용하였다. 이 도구는 로봇과 흥미 8문항(예: 로봇에 대해 더 많이 알고 싶다), 로봇의 이해 7문항(예: 로봇을 조작하는 것은 남녀 학생 모두에게 어렵다고 생각한다), 로봇의 중요성 9문항(예: 로봇은 모든 사람들에게 필요하다), 로봇과 학습 8문항(예: 로봇 수업은 모든 학생에게 필요하다), 로봇과 직업 8문항(예: 로봇과 관련된 활동을 하면 즐겁다)의 5가지 하위 요인으로 구성되어 있다. 문항은 Likert 5점 척도의 40문항으로, 본 연구에서의 Cronbach's  $\alpha$ 는 .962이며, 선행연구[3]에서 초등학교의 로봇에 대한 태도 측정 도구로 사용된 바 있다.

### 3.4 자료 분석 방법

본 연구를 위해 수집된 자료는 SPSS를 사용하여 신뢰도 분석을 실시하였으며, 로봇 활용 SW 교육이 CT, 로봇에 대한 태도에 미치는 효과를 알아보기 위해 대응 표본  $t$ 검정을 실시하였다. 또한 보조 교사 유무에 따른 차이를 알아보기 위해 CT와 로봇에 대한 태도의 사전, 사후 검사 자료를 바탕으로 기술 통계 분석, 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다.

## 4. 연구 결과

### 4.1 로봇 활용 SW 교육의 효과성 검증

로봇 활용 SW 교육의 학습 효과를 알아보기 위하여, CT 사전 검사와 사후 검사의 차이에 대한 대응 표본  $t$ 검정을 실시하였다. 그 결과, 실험집단( $t = -3.624, p = .003$ )과 통제집단( $t = -2.941, p = .006$ )의 CT 평균 점수 차이는 유의하였다. 통제집단( $t = -.778, p = .448$ )은 CT 평균 점수가 향상되었으나 그 차이가 통계적으로 유의하지 않았다(<Table 3> 참조).

<Table 3> Matched pair  $t$ -test (CT)

( $n = 29$ )

Group	$n$	Pre-Post difference	$t$	$p$
Experimental	13	-3.731	-3.624*	.003
Control	16	-.594	-.778	.448
Total	29	-2.000	-2.941*	.006

\*  $p < .05$

마찬가지로 로봇에 대한 태도 사전 검사와 사후 검사의 차이에 대한 대응 표본  $t$ 검정을 실시하였다. 그 결과, 실험집단( $t = -.272, p = .019$ ), 통제집단( $t = -2.903, p = .011$ ), 전체 집단( $t = -4.047, p = .000$ ) 학생들의 로봇에 대한 태도 평균 점수의 차이는 통계적으로 유의하였다(<Table 4> 참조).

<Table 4> Matched pair  $t$ -test (Attitudes toward robots)

( $n = 29$ )

Group	$n$	Pre-Post difference	$t$	$p$
Experimental	13	-.354	-.272*	.019
Control	16	-.360	-2.903*	.011
Total	29	-.357	-4.047*	.000

\*  $p < .05$

### 4.2 보조 교사 유무에 따른 차이 분석

로봇 활용 SW 교육을 실시한 후 보조 교사 유무에 따라 학생들의 CT, 로봇에 대한 태도 점수의 차이가 있

는지 알아보기 위하여 공분산분석을 실시하였다.

실험집단과 통제집단의 사후 CT 검사 결과, 실험집단의 평균이 9.000점, 통제집단의 평균이 7.375점으로 실험집단의 평균이 1.625점 높았다. 사전 검사를 통제한 상태에서 실험집단과 통제집단의 평균 점수의 차이가 유의한지 알아보기 위해 공분산분석을 실시한 결과, 실험집단의 사후 CT에 대한 교정평균은 9.804, 통제집단의 교정평균은 6.940으로 나타났으며, 두 집단 간 CT 차이는 유의한 것으로 나타났다( $F = 8.378, p = .008$ , <Table 5>, <Table 6> 참조).

<Table 5> Descriptive statistics (CT)

( $n = 29$ )

Group	n	Pre		Post		Adj.M	SE
		M	SD	M	SD		
Experimental	13	5.269	3.993	9.000	2.993	9.804	.728
Control	16	6.781	4.115	7.375	3.952	6.940	.655
Total	29	6.052	4.019	8.224	3.557	8.372	.484

<Table 6> ANCOVA (CT)

( $n = 29$ )

Source	Type I Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Covariance (Pre CT)	153.693	1	153.693		
Assistance teacher	56.345	1	56.345	8.378*	.008
Error	174.864	26	6.726		
Total	354.293	28			

\*  $p < .05$

실험집단과 통제집단의 사후 로봇에 대한 태도 검사 결과, 실험집단의 평균이 3.943점, 통제집단의 평균이 4.017점으로 통제집단의 평균이 0.074점 높았다. 사전 검사를 통제한 상태에서 실험집단과 통제집단의 평균 점수의 차이가 유의한지 알아보기 위해 공분산분석을 실시한 결과, 실험집단의 사후 로봇에 대한 태도의 교정평균은 3.958, 통제집단의 교정평균은 3.862로 나타났으며, 두 집단간 태도 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다 ( $F = .224, p = .640$ , <Table 7>, <Table 8> 참조).

<Table 7> Descriptive statistics (Attitudes toward robots)  
( $n = 29$ )

Group	n	Pre		Post		Adj.M	SE
		M	SD	M	SD		
Experimental	13	3.583	.501	3.943	.685	3.958	.136
Control	16	3.664	.741	4.017	.649	3.862	.151
Total	29	3.604	.596	3.915	.685	3.910	.102

<Table 8> ANCOVA (Attitudes toward robots)

( $n = 29$ )

Source	Type I Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Covariance (Pre Attitudes toward robots)	5.393	1	5.393		
Assistance teacher	.066	1	.066	.224	.640
Error	7.685	26	.296		
Total	13.144	16			

\*  $p < .05$

### 5. 결론

본 연구는 로봇 활용 SW 교육이 학생들의 CT와 로봇에 대한 태도를 향상시키는지 알아보고, 보조 교사 유무에 따라 차이가 있는지 검증하고자 하였다. 본 연구의 결과를 요약하여 정리하면 다음과 같다.

첫째, 로봇 활용 SW 교육은 학생들의 CT를 향상시키는 것으로 나타났으며, 이는 기존의 선행연구[22][25]와 맥락을 같이 한다. SW 교육에 로봇을 활용하면 자신이 프로그래밍한 것을 눈으로 확인할 수 있어, 가상 현실이 아닌 실세계와 상호작용이 가능하다[19]. 따라서 학습자들이 흥미를 가지고 수업에 더욱 몰두하게 되어 [5], 궁극적으로 학습자의 CT에 긍정적인 영향을 준 것으로 생각된다. 또한 본 수업에서 사용된 UMC 모델은 일련의 놀이, 수정, 재구성 활동을 통해 CT의 전반적인 능력을 이해하도록 개발되었으므로[17], UMC 모델을 기반으로 수업을 설계한 것이 CT의 향상에 도움이 된 것으로 보인다.

한편, 통제집단 학생들의 CT 평균 점수는 향상되었

으나, 평균 점수의 차이가 통계적으로 유의하지 않았다. 실험집단에서는 보조 교사가 학생들에게 필요한 정보를 제공하였으며, 특히 디버깅 과정에서 학생들의 질의, 응답에 도움을 주었다. 반면, 통제집단 학생들은 보조 교사의 도움이 없었으므로, 실험집단에 비해 상대적으로 CT의 향상이 적게 나타난 것으로 생각된다.

더불어 로봇 활용 SW 교육은 학생들의 로봇에 대한 태도를 향상시키는 것으로 나타났으며, 이러한 연구 결과는 기존의 선행연구[3][18]와 맥락을 같이 한다. UMC 모델은 지식, 기능, 태도 영역 중 기능 영역을 중심으로 수업 모델이 개발되었으나, 반드시 기능 영역에만 국한되는 것은 아니며, 기능 영역과 관련된 수업 과정에서 동반되는 정의적인 영역으로 태도 영역의 학습이 가능하다[17]. 본 연구에서는 UMC 모델의 3단계 중 재구성 단계에서, 협력학습을 통해 정의적인 영역의 신장이 이루어지도록 활동 내용을 구성하였으므로, 이러한 협력학습 과정을 통해 학생들의 로봇에 대한 태도가 신장된 것으로 보인다.

둘째, 로봇 활용 SW 교육 환경에서 보조 교사 유무에 따라 실험집단과 통제집단간의 CT 평균 점수의 차이가 있었으며, 그 차이가 통계적으로 유의하였다. 이는 기존의 선행연구[21][26][28]와 맥락을 같이 하며, SW 교육에서 보조 교사의 필요성을 시사한다고 볼 수 있다. 프로그래밍은 학습자들이 어렵게 느끼며[1][25], 기본 개념이 형성되어 있지 않으면 수업을 따라오기 어려우므로[24], 학생들의 실습을 지원할 수 있는 보조 교사가 필요하다.

또한 본 수업에서 사용된 UMC 모델의 놀이 단계는 학생들이 교사의 시연을 따라하는 과정이 포함되어 있었으며, 실험집단에서는 이 과정에서 어려움을 겪는 학생들이 보조 교사의 도움을 받을 수 있었다. 따라서 보조 교사의 도움으로 시간을 단축한 실험집단의 학생들이 통제집단에 비해 상대적으로 문제 해결에 더 많은 시간을 할애하게 되어, SW 교육의 본래 목적인 CT의 향상[29]에 더 효과적이었던 것으로 보인다. 반면, 통제집단 학생들은 보조 교사의 도움이 없었으므로, 실험집단에 비해 상대적으로 CT의 향상이 적게 나타난 것으로 생각된다.

한편, 로봇 활용 SW 교육 환경에서 보조 교사 유무에 따라 실험집단과 통제집단간의 로봇에 대한 태도 평

균 점수는 차이가 나타나지 않았다. 실험집단에서 보조 교사는 교사의 시연을 따라하는 데 어려움을 겪는 학습자를 지원하거나, 하드웨어 연결이나 블록의 위치 등 기초적인 내용에 관한 질문을 해결하는 등의 역할을 수행하였다. 보조 교사의 역할은 수업에서 주로 인지적 영역에 해당하였으므로, 정서적 영역인 로봇에 대한 태도에는 큰 영향을 미치지 못한 것으로 생각된다.

본 연구는 로봇 활용 SW 교육이 초등학생의 CT와 로봇에 대한 태도를 향상시키는 지 알아보고, 보조 교사 유무에 따라 차이가 있는지 검증하여, 로봇 활용 SW 교육에 대한 이해를 확장시켰다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다. 하지만 본 연구는 소수의 학생들을 대상으로 연구 결과를 제시하였으므로, 연구 결과를 일반화하는 데 어려움이 있다. 따라서 더 많은 인원을 대상으로 연구 결과를 재확인할 필요가 있다. 또한 효과성 변인으로 CT와 로봇에 대한 태도만을 측정하였으므로 다양한 성과변인을 포함한 후속연구를 제안한다.

## 참고문헌

- [1] Akinola, S. O. (2015). Computer programming skill and gender difference: An empirical study. *American Journal of Scientific and Industrial Research*, 7(1), 1-9.
- [2] Bae, S. A., (2014). Effect of Technology Contents-Based Robot Education Program on Attitude toward Technology of Elementary School Students. *The Journal of Education*, 34(1), 183-203.
- [3] Baek, S. H., & Keum, J. H. (2014). The Effects of After School Robot Program on the Attitudes Toward Robot and Technological Thinking Disposition of Children. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 20(2), 183-201.
- [4] Bebras (2018). <http://www.bebas.org/> accessed 10 April. 2018.
- [5] Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.



- [6] Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver, Canada.
- [7] Choi, H. S., (2014). Developing lessons and rubrics to promote computational thinking. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 18(1), 57-64.
- [8] Han, S. K., & Ryu, M. Y. (2016). Software Education for Computational Thinking.
- [9] Jeon, Y. J., & Kim, T. Y. (2016). The Fundamental Study to Develop Evaluation Rubric of the CT-CPS Instructional Model. *Proceedings of Korean Association of Computer Education*, 20(2). 49-54.
- [10] Jeong, Y. S., Yu, J. S., Lim, J. S., & Seon, Y. K. (2016). Software Education. Seoul: Simath.
- [11] Jung, U. Y., & Lee, Y. J., (2017). The applicability and related issues of bebras challenge in informatics education. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 20(5), 1-14.
- [12] Kang, M. H., Park, J. H., Yoon, S. H., Kang, M. J., & Jang, J. E. (2016). The Mediating Effect of Learning Flow on Affective Outcomes in Software Education Using Games. *Journal of Korean Association of Information Education*, 20(5), 475-486.
- [13] KERIS (2017). SW Education Using Robot Training by Level.
- [14] Kim, B. S. (2014). Programming education program based on PPS to improve computational thinking ability. Jeju University doctorate thesis.
- [15] Kim, E. J., & Lee, T. W. (2018). Correlation between Self-Report Questionnaire and Beaver Challenge as a Tool for Computing Thinking. *Korea Society of Computer Information*, 26(1). 113-116.
- [16] Kim, G. H., & Yoo, I. H. (2017). Effects of SW Education Using App Inventor on Computational Thinking and Attitude towards Computer of Elementary School Students. *Journal of Korean Association of Information Education*, 21(4), 371-380.
- [17] Kim, J. S., Han, S. G., Kim, S. H., Jung, S. W., Yang, J. M., Jang, E. D., & Kim, J. N. (2015). A Study on Development of SW Education Teaching and Learning Model. KEDI, CR 2015-35.
- [18] Kim, S. W., & Lee, Y. J. (2016). The Effects of Robot Programming on the Attitudes toward Robot of Pre-service Teachers', 19(6), 91-103.
- [19] Lawhead, P. B., Duncan, M. E., Bland, C. G., Goldweber, M., Schep, M., Barnes, D. J., & Hollingsworth, R. G. (2002). A road map for teaching introductory programming using LEGO mindstorms robots. *ACM SIGCSE Bulletin*, 35(2). 191-201.
- [20] Lee, C. S. (2013). Korean Students' Attitude Scale Towards Robot. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 19(2), 151-168.
- [21] Lim, J. H., Woo, Y. H., Kim, B. W., Lee, G. J., & Yang, Y. J., (2016). A Study on the Improvement of Learning Support System by Analyzing the Effectiveness of the Tutor System. Korea National Open University, 16-06.
- [22] Lee, J. M., Park, H. K., & Choi, H. S. (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.
- [23] Nomura, T., Suzuki, T., Kanda, T., & Kato, K. (2006). Altered attitudes of people toward robots: Investigation through the Negative Attitudes toward Robots Scale. In Proc. AAAI-06 Workshop on Human Implications of Human-Robot Interaction, 29-35.
- [24] Park, J. M., & Kim, H. C. (2011). The effects of "Game-Maker" programming on self-directed learning ability of vocational high school students. *Proceedings of Korean Association of Computer Education*, 15(2). 45-50.
- [25] 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.

- [26] Seo, J. Y. (2017). A Case Study on Programming Learning of Non-SW Majors for SW Convergence Education. *Journal of Digital Convergence*. 15(7), 123-132.
- [27] Seo, Y. H., & Um, M. R. (2016). Analysis of Effect that Pair Programming Develops of Computational Thinking and Creativity in Elementary Software Education. *Journal Of The Korean Association of Information Education*, 20(3), 219-234.
- [28] Song, J. B., Kwon, O. S., Koh, B. O., Yang, K. W., & Shin, S. B. (2011). The Effect of the Learner's Creativity and Self-Efficacy on the Support Type of the Assistant Teacher in *Robot Education*. 14(1). 35-43.
- [29] The Department of Education (2014). Revitalization of elementary and middle school SW education.
- [30] The Department of Education (2015). Guidelines for preparing software education.
- [31] Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- [32] Yoo, S. H., & Moon, O. S. (2007). Development of an elementary school curriculum relating to robot programming for excellence education and its application. *Journal of the Korean Association of Information Education*. 17(5), 59-66.

## 저자소개



### 노 지 예

2004 성균관대학교 경영학과(학사)

2013 이화여자대학교 교육공학과(석사)

2017 이화여자대학교 교육공학과(박사)

2017~현재 광운대학교 박사후연구원

관심분야: 로봇 활용 SW 교육, 교수설계

E-Mail: gabelove@naver.com