

# 국내 로봇활용 SW교육에 대한 연구 동향: 2006년~2016년을 중심으로

## Domestic Research Trends on Software Education Using Robot: From 2006 to 2016

이정민, 박현경  
이화여자대학교 교육공학과

Jeongmin Lee(jeongmin@ewha.ac.kr), Hyeon-Kyeong Park(hyeonkyeong@ewhain.net)

### 요약

본 연구는 국내 로봇활용 SW교육에 관한 최근 연구 동향을 분석하고, 로봇활용 SW교육 및 연구 시사점을 제안하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 최근 11년간 국내 학술지에 게재된 로봇활용 SW교육 관련 논문 108편을 대상으로 연구동향을 분석하였다. 연구결과, 국내 로봇활용 SW교육 연구는 점차 증가하는 추세이며, 연구방법은 개발연구가 가장 많이 이루어졌다. 과반수이상의 연구에서 초등학생을 대상으로 연구를 진행하였으며, 프로그래밍 도구로는 스크래치, NXT-G 등을, 로봇 도구로는 마인드스톰 시리즈, 피코 크리켓 등을 활용하는 것으로 나타났다. 또한 로봇활용 SW교수설계 시 PBL, CPS 등의 교수설계 모형을 적용하였으며, 로봇활용 SW교육은 학습자의 인지적·정서적 영역의 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구는 국내 로봇활용 SW교육의 교육적 가치를 확인하고, 향후 로봇활용 SW교육 연구의 방향성을 제공하였다는 점에서 의의가 있다.

■ 중심어 : | 로봇활용 SW교육 | SW교육 | 프로그래밍 교육 | 연구동향 |

### Abstract

The purpose of this study was to analyze domestic research trends of software education using robot, and find out implications for studies. The 108 articles from 2006 to 2016 in terms of software education using robot were analyzed. Results showed that there has been the growing number of articles, the development research was most frequently used in those studies. And most articles were studies on elementary school students. There used programming such as Scratch, NXT-G etc. and utilized robot likes Mindstorms series, Picocriquet etc. Also, there applied to PBL, CPS etc. on software education using robot. Finally, Positive results were shown in learners' cognitive and affective domain. This research has an significance in terms of verifying the educational implications of software education using robot, and offering the direction of software education using robot in the future.

■ keyword : | Software Education Using Robot | Software Education | Programming Education | Research Trends |

## I. 서론

구글의 인공지능(AI) 프로그램인 '알파고(AlphaGo)'

와 프로바둑기사 이세돌 9단의 대결 이후, 최근 소프트웨어 교육(이하 'SW교육')에 대한 관심과 필요성이 증대되고 있다. 특히 4차 산업혁명으로 인해 세계 각국에

\* 본 연구는 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (NRF-2016S1A5A2A03926873)

접수일자 : 2017년 07월 12일

심사완료일 : 2017년 08월 21일

수정일자 : 2017년 08월 21일

교신저자 : 이정민, e-mail : jeongmin@ewha.ac.kr

서는 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking: CT)을 갖춘 창의적 인재양성에 집중하고 있는 실정이다. 컴퓨팅 사고력이란 컴퓨팅 기술을 바탕으로 복잡한 문제를 효과적으로 해결하는 종합적인 사고능력으로[1], 21세기 학습자가 갖추어야 할 학습역량으로 인식되고 있다[2]. 이에 따라 미국이나 영국, 이스라엘 등 국외 여러 나라는 컴퓨팅 사고력의 향상을 위해 교육과정에 SW교육을 도입하고, 프로그래밍 관련 교육을 필수로 지정하였다[3]. 또한 국내에서도 컴퓨팅 사고력 향상 및 SW교육 활성화를 위해 2015년 개정 교육과정에 SW교육을 정보 교과로 지정하고, 이를 점차 확대해나가고 있다[4]. 현재 약 900개의 SW교육 연구·선도 학교가 SW교육 활성화를 위한 연구를 진행 중에 있으며, 몇몇의 대학교에서는 소프트웨어 기초교육과 관련된 과목을 필수과목으로 신설하였다[5].

SW교육과 관련된 대다수의 선행연구에서는 프로그래밍 학습이 학습자의 논리적 사고력, 창의력, 과학적 태도 등의 향상에 효과적임을 밝히고 있다[6-9]. 김형철 외(2015)의 연구에서는 고등학교 1,2학년 29명을 대상으로 38차시에 걸쳐 PSA 중심 프로그래밍 학습이 학습자의 문제해결력과 논리적 사고력에 미치는 영향을 살펴본 결과, 통계적으로 유의한 향상을 보였다[6]. 또한 김경규와 이종연(2016)의 연구에서도 중학교 1, 2, 3학년을 대상으로 24차시동안 컴퓨팅 사고력 기반 프로그래밍 학습의 효과성을 분석한 결과, 논리적 사고력과 창의적 문제해결 능력의 향상을 규명하였다[10]. 그러나 프로그래밍 학습이 성별에 따라 효과가 다르게 나타나고[11][12], 프로그래밍 과정에 대한 학습자의 부정적 경험이 기존 프로그래밍 학습의 문제점으로 지적되었다. 이와 관련하여 이은경과 이영준(2008)은 초보 학습자 혹은 나이가 어린 학습자에게 추상적 사고를 요구하는 알고리즘이나 프로그래밍 교육이 인지적 부담으로 작용할 수 있으며[13], 대부분의 프로그래밍 수업이 특정 프로그래밍 언어의 사용법이나 문법 위주로 진행이 되고 있어 학습자의 흥미와 동기를 유지시키는 데 어려움이 있음을 언급하였다[14].

위와 같은 문제점을 보완하고자 최근 프로그래밍 학습에 로봇을 활용하는 연구들이 이루어지고 있다. 선행

연구에 따르면, 로봇은 학습자의 흥미와 관심을 유발하는데 효과적인 도구이며[15], 창의성, 문제해결능력 등의 역량을 향상시키는 데 도움을 주는 것으로 알려져 있다[16]. 이에 다양한 연구에서 로봇활용 프로그래밍의 효과성을 분석하였고, 학습자의 창의력, 문제해결력, 성취도 및 참여도의 향상뿐만 아니라 학습동기, 흥미 유발 등의 측면에서도 긍정적인 연구결과들이 보고되고 있다[17-21]. 유인환과 김태완(2006)의 연구에서는 마인드스톰을 이용한 프로그래밍 학습이 초등학교 6학년 학습자들의 창의력 향상에 효과적임을 밝혔으며[22], 대학생을 대상으로 4CID 모델 기반 로봇활용 프로그래밍 학습의 몰입효과를 살펴본 이은경과 이영준(2008)의 연구에서도 실험집단의 몰입수준이 통제집단에 비해 유의미하게 높게 나타났다[23]. 또한 메타분석을 통해 로봇교육과 프로그래밍 교육의 효과를 비교한 양창모(2014)의 연구에 따르면 로봇교육의 효과크기는 0.6664, 프로그래밍 교육의 효과크기는 0.4060으로 나타나 유의미한 차이를 보였으며, 로봇교육은 정의적 영역의 향상에 효과가 있는 것으로 확인되었다[24].

이와 같이 다양한 연구에서 로봇을 활용한 프로그래밍 학습이 학습자의 인지적, 정의적 영역에 효과적임이 밝혀졌으며, 이 외에도 스토리텔링이나 CPS(Creative Problem Solving), PBL(Problem Based Learning) 등을 적용한 로봇활용 SW교육연구[25-28], 시스템 및 로봇도구를 개발하는 연구[29][30] 등이 활발하게 이루어지고 있다. 또한 교육부의 '2015 소프트웨어 교육지침'에 따라 SW교육이 점차 확대되고, 앞으로 로봇활용 SW교육의 수업 도입 및 관련 연구는 더욱 증가할 것으로 예상된다. 따라서 로봇활용 SW교육의 효과적인 도입과 연구의 가이드라인을 제공하기 위해 현재까지 진행된 관련 연구동향을 분석함으로써 로봇활용 SW교육의 흐름을 살펴보고, 이를 종합적으로 정리할 필요가 있다.

이에 본 연구는 2006년부터 2016년까지 최근 11년간 국내 학술지에 게재된 로봇활용 SW교육 관련 연구동향을 분석하고, 로봇활용 SW교육 및 연구의 기초자료를 제공함으로써 향후 로봇활용 SW교육 연구에 대한 시사점을 제언하고자 한다. 이를 바탕으로 설정한 연구

문제는 다음과 같다.

1. 연구 내용적 측면(발행논문 수, 연구 방법, 연구 대상, 수업 도구, 교수설계 모형 및 수업 전략)에서 국내 로봇활용 SW교육 연구 동향은 어떠한가?
2. 로봇활용 SW교육의 효과성 측면에서 국내 로봇활용 SW교육은 학습자의 인지적 영역, 정서적 영역에 어떠한 효과를 보이는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 자료 수집

국내 로봇활용 SW교육의 연구동향을 알아보기 위하여 2006년부터 2016년까지 발행한 국내 학술지 논문을 분석대상으로 하였다. 논문 목록 추출 시 사용된 검색 키워드는 ‘소프트웨어 교육(Software education)’, ‘SW 교육’, ‘프로그래밍 교육’, ‘로봇활용’, ‘로봇교육’ 등이었다. 본 연구에서는 국내에서 실시된 로봇활용 SW교육의 전반적인 연구동향을 살펴보고자 위의 키워드를 선정하게 되었다. 1차 목록 추출 후, SW교육(프로그래밍 교육)에서 완성형 교구, 보드형 교구, 피지컬 컴퓨팅, 텐저블 블록 등의 교육용 로봇도구를 활용한 연구들로 2차 논문분류를 진행하였다. 위의 과정을 통해 검색된 논문 목록은 최종적으로 3차 검토 과정을 거쳤으며, 교육공학 석사전공생 1명과 교육공학 교수 1인이 분류 및 코딩을 진행하였다. 3차 목록 추출을 통해 최종 분석 대상으로 선정된 논문은 총 108편이다.

### 2. 자료 분석

최종 연구대상 논문은 [표 1]의 분석틀을 바탕으로 분류하였다. 먼저 발행논문은 연도별로 구분하였으며, 연구방법은 실험연구, 개발연구 1형, 개발연구 2형, 질적연구, 문헌연구, 조사연구, 혼합연구, 기타로 분류하였다. 교육환경에서는 외재변수를 완벽히 통제하는 진 실험 연구가 어려울 것이라 판단되었기 때문에 실험연구의 경우 준실험연구를 대상으로 하였다. 개발연구는 개발연구 1형과 2형으로 나누었는데, 개발연구 1형은

로봇활용 SW교육 프로그램이나 교육과정, 혹은 시스템 개발에 중점을 둔 연구를 의미한다. 개발연구 2형은 개발연구 1형 연구에 효과성 검증이나 타당도 검증을 위한 델파이 연구까지 실시한 연구를 포함하였다. 질적 연구는 인터뷰나 관찰 등을 통해 연구의 효과나 과정을 설명한 참여관찰, 비참여관찰, 민속학적 연구 등을 포함하였다.

또한 문헌연구에는 선행연구들을 고찰하고 연구 동향을 분석한 연구를, 조사연구에는 조사(설문지)를 통해 변인들 간 관계 규명을 기술한 연구를 포함하였다. 혼합연구는 양적연구방법과 질적연구방법을 동시에 적용한 연구를 포함하였으며, 마지막으로 위의 연구방법에 포함시키기 어렵다고 판단된 연구는 기타에 포함하였다. 셋째, 연구목적은 효과성 검증, 프로그램 개발, 변인과의 관계 분석 등으로 분류하였으며 연구대상은 초 등학생, 중학생, 고등학생, 대학(원)생, 성인, 혼합으로 구분하였다. 연구에서 활용된 프로그래밍 도구와 로봇 도구, 교수설계 모형은 연구별로 기입하였으며 각 연구별로 독립변인과 매개변인, 종속변인을 나누어 기재하였다.

특히 본 연구에서는 로봇활용 SW교육의 효과성을 심층적으로 분석하고자 Cohen(1988)의 *d* 효과크기 계산법에 따라 종속변인별로 효과크기를 계산하였으며 [31], 정확한 통계치를 제시하지 않은 논문은 효과크기 분석에서 제외하였다. 완성된 데이터는 빈도분석을 실시하여 1년 단위로 경향성을 분석하였다.

표 1. 연구 대상 코딩 분류표

분석 범주	분석 내용 및 하위 범주
발행논문 수	연도별 분류
연구 방법	실험연구, 개발연구 1형, 개발연구 2형, 질적연구, 문헌연구, 조사연구, 혼합연구, 기타
연구 목적	효과성 검증, 프로그램 개발, 변인과의 관계 분석 등
연구 대상	초등학생, 중학생, 고등학생, 대학(원)생, 성인, 혼합
프로그래밍 도구	연구별 기입
로봇 도구	연구별 기입
교수설계 모형	연구별 기입
연구 변인	독립변인, 매개변인, 종속변인, 변인 간 관계성, 기타
연구 결과	연구별 기입

### III. 연구 결과

#### 1. 발표 연도에 따른 발행 논문 수

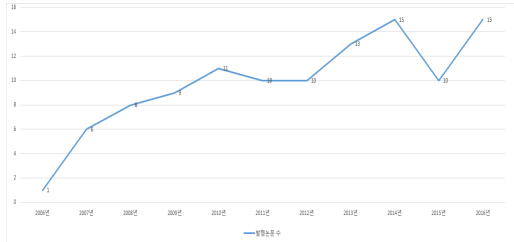


그림 1. 발표연도별 발행논문 수

발표연도에 따른 로봇활용 SW교육 논문 수를 살펴 보면 2006년에는 1편, 2007년에는 6편, 2008년에는 8편, 2009년에는 9편, 2010년에는 11편, 2011년과 2012년에는 10편, 2013년에는 13편, 2014년에는 15편, 2015년에는 10편, 2016년에는 15편으로 나타났다. [그림 1]을 보면 2006년에는 1편이었던 논문 수가 점차 증가하여 최근 5년동안 매년 10편 이상의 논문이 발행되었으며, 이를 통해 로봇활용 SW교육에 대한 관심과 이를 교육적으로 활용하고자 하는 시도가 증가한 것을 알 수 있다.

그러나 2006년부터 2014년까지 증가 추세를 보이던 논문 수가 2015년에는 소폭 하락하였다. 이는 2015년에 발표된 개정교육과정의 영향을 받은 것으로 사료되며, 2016년에 로봇활용 SW교육 연구가 다시 증가한 점을 미루어보아 2015 개정 교육과정이 SW교육에 대한 연구자들의 관심을 더욱 증대시킨 것으로도 해석할 수 있다. 또한 2017년부터 소프트웨어 교육이 의무화되기 때문에 앞으로 로봇활용 SW교육 연구는 더욱 더 증가할 것으로 예상할 수 있다.

표 2. 발표 연도별 연구 방법

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	계
실험연구	1	1	2	3	3	2	1	2	1	2	5	23
개발연구 1형	-	-	-	-	-	-	1	4	2	2	3	12
개발연구 2형	-	5	5	6	8	7	5	5	9	5	3	58
질적연구	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	3
문헌연구	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	1	5
조사연구	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2
혼합연구	-	-	1	-	-	-	1	-	1	1	1	5
기타	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
계	1	6	8	9	11	10	10	13	15	10	15	108

#### 2. 연구 방법

로봇활용 SW교육 연구에서 가장 많이 사용된 연구 방법은 개발연구 2형으로, 전체 분석 논문의 약 54%를 차지하였다. 개발연구 2형은 로봇활용 SW교육 프로그램 및 교육과정, 시스템 등을 개발하여 그 효과성을 살펴보기거나 델파이연구를 통해 타당성을 검증한 연구로, 58편의 연구에서 개발연구 2형의 연구가 이루어졌다. 두 번째로 가장 많은 빈도수를 보인 연구방법은 실험연구로, 전체 분석 논문의 약 21%를 차지하였다. 대부분의 실험연구는 로봇활용 SW교육을 독립변인으로 설정하였으며, 인지적·정의적 측면의 다양한 변인들의 효과성을 분석하였다. 세 번째로 가장 많이 사용된 연구방법은 개발연구 1형으로, 총 12편(약 11%)의 논문에서 로봇활용 SW교육 프로그램 및 교육과정, 시스템 개발 등에 대해 다양한 의견을 제시하였다.

이외에 사용된 연구방법으로는 문헌연구와 혼합연구가 5편, 질적연구가 3편, 조사연구가 2편이었다. 특히 혼합연구는 설문조사와 관찰, 인터뷰 등을 혼합하여 사용함으로써 로봇활용 SW교육에 대한 학습자의 양적, 질적인 부분을 함께 살펴보았다는 점에 의의가 있다. 또한 문헌연구와 질적연구, 조사연구는 상대적으로 매우 적은 빈도수를 보였는데, 이는 아직까지 대부분의 연구가 로봇활용 SW교육의 효과성을 측정하는 것에 더 중점을 두고 있기 때문으로 짐작할 수 있다.

#### 3. 연구 대상

최종 분석 대상으로 선정된 108편의 논문 중 연구대상을 명확히 밝힌 연구는 총 86편으로, 이를 학교급별로 나누면 아래의 [표 3]과 같다.

표 3. 발표연도별 연구대상

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	계
초등학생	1	3	5	2	8	9	5	5	5	7	3	53
중학생	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	1	4
고등학생	-	-	-	2	-	-	1	-	1	-	2	6
대학(원)생	-	2	1	1	1	1	1	1	4	-	2	14
성인	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
혼합	-	-	-	-	2	-	1	-	2	-	4	9
계	1	5	6	8	11	10	8	6	12	7	12	86

가장 많은 빈도수를 보인 연구대상은 초등학생으로, 86편의 논문 중 53편의 논문(약 62%)에서 초등학생을 대상으로 연구를 수행하였다.

그 중에서도 초등학교 고학년(4-6학년)을 대상으로 한 연구가 총 46편으로 전체 논문(86편)의 53%를 차지하였다. 또한 초등학교 저학년(1-3학년)을 대상으로 한 연구는 2편이었으며, 그 외에 2-5학년을 대상으로 한 연구가 1편, 3-6학년을 대상으로 한 연구가 2편, 학년을 밝히지 않은 연구가 2편으로 나타났다.

두 번째로 많은 빈도수를 보인 연구는 대학(원)생을 대상으로 수행한 연구로, 약 16%를 차지하였다. 대학교 수업의 특성상 대부분의 연구에서 학년을 나누지 않고 연구를 수행하였으며, 일반대학교나 교육대학교 등 다양한 학습 환경에서 이루어졌음이 확인되었다. 그 외에 중학생을 대상으로 수행한 연구가 4편, 고등학생을 대상으로 수행한 연구가 6편으로 나타났으며, 혼합연구는 초·중·고등학생을 대상으로 한 연구 1편, 초등학생과 중학생을 대상으로 한 연구 1편, 중학생과 고등학생을 대상으로 한 연구 2편, 초등학생과 고등학생을 대상으로 한 연구 1편 등 총 9편으로 나타났다.

#### 4. 수업 도구

최종 분석 대상으로 선정된 논문 중 프로그래밍 도구와 로봇 도구를 밝힌 연구를 바탕으로 빈도분석을 실시하였다. 연구대상과 같이 수업도구 역시 연도별로 연구동향을 살펴보고자 하였으나, 연도에 따른 차이가 거의 없고, 오히려 학교별로 도구 사용에 차이가 있는 것으로 나타나 학교급 별로 분석하였으며 분석결과는 다음과 같다.

#### 4.1 프로그래밍 도구

연구에서 활용한 프로그래밍 도구를 학교급별로 정리하면 [표 4]와 같다. 먼저 초등학교의 경우, 블록형 언어인 스크래치(Scratch)를 활용한 연구가 9편, LEGO 마인드스톰 로봇 제어용인 로보랩(ROBORAB)과 Bricx Command Center를 활용한 연구가 각 4편이었으며, NXT-G와 피코 블록(Pico Blocks)을 활용한 연구가 각 3편이었다. 둘째, 중학생의 경우, NXT-G와 아두이노 IDE가 각 1편의 연구에서 활용되었다. 셋째, 고등학생의 경우 LEGO 마인드스톰 로봇 제어용인 로보C 언어와 로보랩(ROBORAB), 스크래치(Scratch), 앱 인벤터(App Inventor)가 각 1편의 연구에서 활용되었으며 대학(원)생의 경우 NXT-G가 6편, NXT, NXC, 스크래치(Scratch), 아두이노 IDE 등이 각 1편씩 연구에 활용되었다. 마지막으로 학교급을 혼합한 연구에서는 C 언어인 아두이노 IDE가 3편이었으며, 그 외에 NXT-G, 스크래치(Scratch), 비주얼베이직 등의 도구를 활용한 것으로 확인되었다.

특히 스크래치(Scratch)는 블록형 기반의 프로그래밍 도구로써, 블록에 쓰여 있는 단어만으로도 직관적인 파악이 가능하므로 프로그래밍을 처음 접하는 초등학생들이 쉽고 편하게 사용할 수 있다. 이러한 이유 때문에 초등학생을 대상으로 한 연구에서 스크래치(Scratch)를 가장 많이 활용한 것으로 짐작된다. 또한 대다수의 연구에서 LEGO 마인드스톰 로봇을 가장 많이 활용하였기 때문에([표 6] 참고), LEGO 마인드스톰 로봇 제어용인 NXT-G와 NXT, 로보랩(ROBORAB) 등의 프로그래밍 도구도 많이 활용된 것으로 예상된다.

표 4. 학교급별 프로그래밍 도구

대상별	프로그래밍 도구		빈도	
초등 학생	LEGO 마인드스톰 로봇 제어용	NXT-G	3	
		NXC	2	
		로보랩(ROBORAB)	4	
		Bricx Command Center	4	
	블록형 언어	피코 블록 (Pico Blocks)	3	
		스크래치(Scratch)	9	
		엔트리	1	
	c언어	C언어	1	
		AVR Studio	2	
		아두이노 IDE	1	
	비주얼 베이직	비주얼베이직	2	
	모바일용 언어	앱인벤터	1	
	기타	두리틀, 스택미니, 스택카드 등	18	
중학생	LEGO 마인드스톰 로봇 제어용	NXT-G	1	
	c언어	아두이노 IDE	1	
고등 학생	LEGO 마인드스톰 로봇 제어용	로보랩(ROBORAB)	1	
	블록형 언어	스크래치(Scratch)	1	
	모바일용 언어	앱 인벤터(App Inventor)	1	
대학 (원)생	LEGO 마인드스톰 로봇 제어용	NXT-G	6	
		NXT	1	
		NXC	1	
		Lego Mindstroms education EV3	1	
		RobotC	1	
		블록형 언어	스크래치	1
	c언어	C언어	1	
		아두이노 IDE	1	
	모바일용 언어	앱 인벤터	1	
	혼합	LEGO 마인드스톰 로봇 제어용	NXT-G	1
블록형 언어			스크래치 (Scratch)	1
c언어			아두이노 IDE	3
비주얼 베이직		Borlanc C++	1	
		비주얼베이직	1	
기타		B-Bricks (텐지블 프로그래밍 도구)	1	
		웹플로우차트	1	

4.2 로봇 도구

연구에서 활용한 로봇 도구를 완성형(로봇)과 확장형(보드형)으로 나누어 학교급별로 제시하면 [표 5]와 같다.

첫째, 초등학생의 경우 완성형 로봇인 LEGO 마인드스톰 시리즈를 활용한 연구가 17편이었으며, 피코크리켓도 4편의 연구에서 활용된 것으로 나타났다. 확장형 로봇 중에서는 아두이노 시리즈 4편, 라인트레이서가 4

표 5. 학교급별 로봇 도구

대상별	로봇 도구		빈도
초등 학생	완성형 (로봇)	마인드스톰 (MINDSTORMS) 시리즈	17
		피코크리켓	6
	확장형 (보드형)	아두이노 시리즈	4
		라인트레이서	4
		기타(RCX기반의 로봇, MCU키트, Robo-Robot, 헬로보드, 아이로직킷 등)	18
중학생	완성형 (로봇)	마인드스톰 (MINDSTORMS) 시리즈	1
		피코크리켓	2
	확장형 (보드형)	아두이노 시리즈	1
고등 학생	완성형 (로봇)	마인드스톰 (MINDSTORMS) 시리즈	2
		아두이노 시리즈	1
	확장형 (보드형)	Bitbrick	1
대학 (원)생	완성형 (로봇)	마인드스톰 (MINDSTORMS) 시리즈	10
		피코크리켓	1
	확장형 (보드형)	아두이노 시리즈	1
혼합	완성형 (로봇)	마인드스톰 (MINDSTORMS) 시리즈	1
		아두이노 시리즈	1
		센서보드	1
	확장형 (보드형)	ABOT	1
		LED 디스플레이 키트	1
		연구에서 설계된 로봇	1

편, Robo-Robot이나 헬로보드, 아이로직 키트 등이 활용되었다. 둘째, 중학생의 경우 LEGO 마인드스톰 시리즈가 1편, 피코크리켓이 2편이었으며, 확장형인 아두이노 시리즈도 1편의 연구에서 활용되었다. 셋째, 고등학생의 경우 LEGO 마인드스톰 시리즈가 2편의 연구에 활용되었으며, 아두이노 시리즈와 Bitbrick이 각 1편씩 연구되었다. 넷째, 대학(원)생의 경우 LEGO 마인드스톰 시리즈가 10편의 연구에서 활용되었으며, 피코크리켓과 아두이노 시리즈가 연구에 각 1편씩 활용되었다. 마지막으로 혼합연구의 경우 LEGO 마인드스톰 시리즈와 아두이노 시리즈, 센서보드 등이 1편씩 활용되었음을 확인하였다. 이를 통해 초등학생에서 대학(원)생에 이르기까지 가장 널리, 그리고 가장 많이 활용되는 로봇 도구는 LEGO 마인드스톰 시리즈이며 총 31편의 연구에서 활용하였음을 알 수 있었다. 이 외에도 피코크리켓과 아두이노 시리즈도 다양한 학습자를 대상으로 활용이 가능함을 확인하였다.

5. 로봇활용 SW교육의 교수설계 모형 및 학습전략

로봇활용 SW교육 선행연구를 살펴본 결과, 학습맥락과 환경에 따라 다양한 교수설계 모형과 학습전략이 적용되고 있음이 확인되었다.

로봇활용 SW교육에서 활용된 교수설계 모형으로는 문제기반학습(Problem based Learning: PBL)[19][25][32], 창의적 문제해결(Creative Problem Solving: CPS)[28][33], 안내된 발견식[22][34], 4CID[23][35], ADDIE[36], 4C-STEAM[37][38], 학습주기모형[39] 등이 있었다.

문제기반학습은 학생들이 실제적이고 비구조화된 문제를 해결하는 과정을 통해 비판적 사고와 협력을 기를 수 있는 학습 환경으로써[40], 총 7편의 로봇활용 SW교육환경에 적용되었다. 심규현, 이상욱, 서태원(2014)의 연구에서는 초등학교 4-6학년층을 대상으로 PBL 기반 STEAM 교육과정을 개발하였다[41]. 교육과정은 ‘문제 제시 단계-문제해결 방안 탐색 단계-문제해결 단계’로 구성되었으며, ‘문제 제시 단계’는 학생들이 주어진 문제에 대해 이해 및 분석을 하는 단계이고, ‘문제해결 방안 탐색 단계’는 조별 토의를 거쳐 문제해결을 위한 계획을 수립하는 단계이다. 마지막으로 ‘문제 해결 단계’는 조에서 도출한 결론에 대해 발표 및 질의응답을 하는 단계이며 각 단계에서 교수자는 학습자의 자기주도 학습을 도와주는 조인자 역할을 수행하게 된다. 권구봉, 서영민, 이영준(2012)의 연구에서도 PBL을 적용하여 전문계 고등학생을 위한 프로그래밍 학습을 설계하였다[32]. 수업의 과정은 ‘수업 전개-문제 제시- 문제 정의- 문제 분석- 정보 수집 및 공유- 문제 해결책 산출- 학습 정리 및 평가’로 이루어졌으며, 수업에서 제시된 문제 상황은 다음의 [표 6]과 같다.

표 6. 프로그래밍 학습을 위한 문제의 예[32]

차시	지도 요소	로봇 활용 문제 중심 프로그래밍 학습에서 제시된 문제
1-3	손차구조터치센서모터	재호의 동생이 TV에서 1박2일을 보다가 여행장소를 정할 때 회전판을 돌려서 여행지를 정하는 것을 보고 회전판 게임로봇을 만들어 친구들과 놀고 싶어한다. 재호는 동생에게 터치센서와 모터를 이용하여 회전판 게임로봇을 만들어 주려고 한다. 여러분이 재호가 되어 만들어주세요.
4-6	조건구조초음	소희는 친구 집에 놀러 갔다가 벽에 부딪히지 않고 청소하는 청소용 로봇을 보고 너무 신기해서 청소용 로봇을 만들어보기로 했다. 먼저는 클립,

	파센서모터	먼지흡입은 자석을 이용하려고 한다. 여러분이 소희가 되어 청소용 로봇을 제작해보세요.
7-9	반복구조터치센서모터	혜선은 TV를 보다가 미래에는 사람이 운전하지 않더라도 길을 벗어나지 않고 달리는 자동차를 보고 자신도 이와 비슷한 자동차를 만들어 보고 싶어한다. 마침 학교에서 빛센서에 관해 배운 기억이 있고 빛센서를 이용해서 도로를 벗어나지 않고 달리는 자동차를 만들기 계획하였다. 여러분이 혜선이 되어 위와 같은 자동차를 만들어 보세요.

두 번째로 가장 많이 활용된 교수설계 모형은 창의적 문제해결모형(CPS)으로, 창의적 문제해결력 신장을 위해 가장 널리 알려진 모형이다. CPS는 Osborn과 Parnes에 의해 개발된 모형과 이를 바탕으로 Isaksen과 Treffinger가 수정·보완한 모형으로 구분되며, 이를 비교하면 아래의 [표 7]과 같다[42][43].

표 7. CPS 모형 비교 [42][43]

단계	Osborn & Parnes	Isaksen & Treffinger
1	목표 발견	혼란 발견
2	사실 발견	자료 발견
3	문제 발견	문제 발견
4	아이디어 발견	아이디어 발견
5	해결책 발견	해결안 발견
6	수용안 발견	수용안 발견

이와 관련하여 최종원과 양권우(2010)의 연구에서는 초등학생을 대상으로 Osborn과 Parnes의 CPS 모델을 적용하였으며, 다음과 같이 설계하였다[43]. 첫째, ‘목표 발견’ 단계에서는 학습동기를 유발하고 공부할 문제를 확인하는 활동을 실시하였으며 둘째, ‘사실 발견’ 단계에서는 만들어야 할 것이 무엇인지 알아보고 기본 과정에 대해 실습을 진행하였다. 셋째, ‘문제 발견’ 단계에서는 문제를 만들고 만든 문제를 공유하였으며, 넷째, ‘아이디어 발견’ 단계에서는 각자 만든 문제에 더 추가할 부분을 생각하고, 두리틀을 활용하여 문제를 해결하였다. 다섯째, ‘해결책 발견’ 단계에서는 자신이 만든 문제에 아이디어를 적용한 결과를 공유하며 아이디어를 선정하였고, 마지막 ‘수용안 발견’ 단계에서는 각자 만든 프로그램에 대해 문제점을 살펴보고 해결 방안을 구안하는 활동, 응용 프로그램을 만드는 활동이 진행되었다. 전윤주 외(2008)의 연구에서는 초등학교 실과과목에

Isakesn과 Treffinger의 CPS 모형을 적용하였으며, 확산적 사고와 수렴적 사고를 활용하도록 설계하였다 [28]. 먼저 ‘혼란 발견’과 ‘자료 발견’ 단계에서는 주변 사물을 활용하여 문제에 대한 동기유발을 시켰으며, ‘문제 발견’ 단계에서는 여러 방법으로 문제를 진술하고 도전해야 할 것을 선택하였다. ‘아이디어 발견’ 단계에서는 문제 해결 시 고려해야할 사항을 확인하고 로봇 교구를 활용하여 직접 제작을 하였으며, ‘해결안 발견’ 단계에서는 모듈활동을 통해 자신의 작품에 대한 문제점을 발표하고 다양한 방면으로 문제점을 해결하도록 하였다. 마지막 ‘수용안 발견’ 단계에서는 아이디어 실행에 있어 지지/저항 요소를 찾고, 이를 일상생활과 연관지어 파지 및 전이가 일어나도록 설계하였다.

세 번째로 가장 많이 활용된 교수설계 모형은 안내된 발견식 수업모형으로, 안내된 발견식 수업에서 교사는 소크라테스의 대화법을 사용하여 학생이 스스로 문제에 관심을 가지도록 유도하며, 학습 과정을 모니터링 하는 역할을 수행한다[22]. 학생들은 교사의 안내 및 지원에 따라 능동적으로 문제해결과정에 참여하게 된다 [22]. 유인환과 김태완(2006)은 로봇활용 프로그래밍 교육에서 활용할 수 있는 모형으로써 ‘수정된 안내된 발견식 수업모형’을 개발하였으며, 그 단계는 [그림 2]와 같다[22]. 유인환과 김태완(2006)의 연구에서는 초등학교 6학년 을 대상으로 [그림 2]의 모형을 적용하였으며, 학생들의 창의력 신장에 효과적임을 검증하였다[22]. 이진영 외(2009)의 연구에서도 유인환과 김태완(2006)의 수정된 안내된 발견식 수업모형을 적용하였으며, 컴퓨터 학습태도와 컴퓨터 태도에 긍정적인 영향을 미친 것을 확인하였다[44].

이 외에 이은경과 이영준(2007; 2008)의 연구에서는 Merrienboer의 4CID 모형을 기반으로 로봇 프로그래밍 학습을 설계하였다[23][35]. 4CID 모형은 복잡한 문제 해결 과정을 위한 모형으로, 학습 과제(Learning Tasks), 지원 정보(Supportive Information), 과정 정보(Procedural Information), 부분과제 연습(Part-Task Practice)으로 구성되어 있다[35]. 또한 4CID모형은 학습자들이 문제를 해결하는 동안 인지기능 및 메타인지 기능을 향상시킬 수 있도록 과제 및 정보의 제시방식,

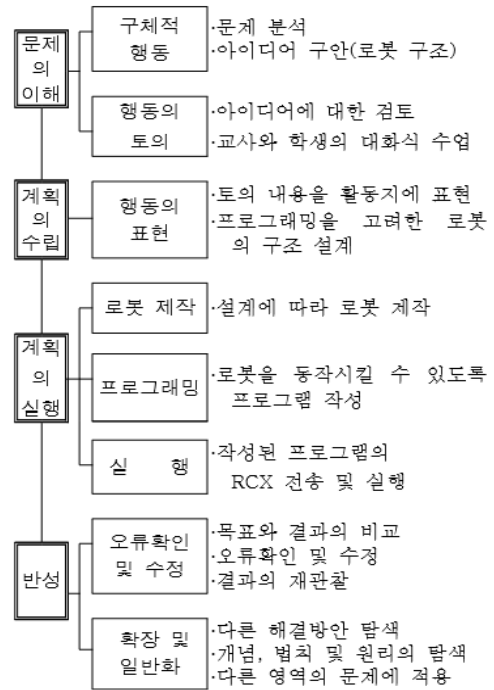


그림 2. 수정된 안내된 발견식 수업모형[22]

시기 등을 조절하며, 풀이된 예제와 완성형 문제를 활용한다[23]. 이에 이은경과 이영준(2008)의 연구에서는 4CID 구성요소에 따른 설계전략을 [표 8]과 같이 제시하였으며, 이를 바탕으로 대학생을 대상으로 20차시에 걸쳐 연구를 수행하였다[23].

표 8. 4CID 로봇 프로그래밍 학습 설계 전략 [23]

구성 요소	설계 전략	
학습과제	유형	•경쟁이 아닌 상호협력을 요구하는 자세 •귀납적 추론 과정 촉진을 위한 전체 과제 •실제 상황 관련 과제 •풀이된 예제, 완성형, 과제, 전통적 과제
	제시 방식	•풀이된 예제, 완성형, 과제, 전통적 과제 순으로 제시
부분과제 연습	유형	•전체과제 수행을 위해 요구되는 순환적 기능 숙달을 위한 부분 과제 연습 과제
	제시 방식	•전체과제를 먼저 제시한 후, 부분 과제 연습 문제 제시
지원정보	유형	•전문가 모델 •인지적 피드백
	제시 방식	•동영상 시연자료와 같은 멀티미디어를 활용한 전문가 모델



		<ul style="list-style-type: none"> <li>교사의 설명에 의한 인지적 피드백</li> <li>이전 학습 과제에서 제시된 과정 정보의 소거</li> </ul>
과정정보	유형	<ul style="list-style-type: none"> <li>활동지(워크시트)</li> <li>웹기반 멀티미디어 학습 콘텐츠</li> </ul>
	제시 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>전체과제 수행 중 필요시 적시 제공</li> <li>과제와 과정 정보를 한 화면에 통합적으로 제공</li> <li>이전 학습 과제에서 제시된 과정 정보의 소거</li> </ul>

## 6. 로봇활용 SW교육의 효과에 관한 분석

본 연구에서는 로봇활용 SW교육의 효과성을 심층적으로 분석하고자 종속변인별로 효과크기를 분석하였다. 효과성을 검증한 연구 중 각 집단의 통계치를 제시하지 않거나 집단의 차이를 분명하게 기술하지 않은 연구들은 제외하였으며, 최종적으로 51편의 논문을 선정하였다. 종속변인의 하위변인별 통계치도 함께 분석하였으며, 선정된 논문 51편에 대한 종속변인 349개의 효과크기를 살펴보기 위해 Cohen(1988)의 *d* 효과크기 계산법을 활용하였다[31]. Cohen(1988)의 *d* 효과크기는 실험집단과 통제집단의 평균차이를 표준편차로 나눈 값으로, 0.8이상은 큰 효과크기, 0.5~0.8은 보통 효과크기, 0.2~0.5는 작은 효과크기로 해석이 가능하다[31]. *d* 효과크기 계산법에 따라 51편 논문의 효과크기를 분석한 결과, 전체 효과크기는 0.623으로 나타나 로봇 활용 SW교육은 학습자의 인지적, 정의적 영역에 보통의 효과를 보이는 것을 알 수 있었다. 이를 변인별로 살펴보면 다음과 같다.

### 6.1 인지적 영역

다양한 연구에서 로봇활용 SW교육이 학습자의 인지적 영역에 미치는 영향을 살펴보고자 창의력 [13][22][45-47], 문제해결력[12][34][48], 논리적 사고력 [46][49][50], 성취도[20][51], 컴퓨팅 사고력[52]과 같은 변인을 측정하였다. 선행연구를 바탕으로 로봇활용 SW교육은 학습자의 창의력, 문제해결력 등 인지적 영역의 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있으며, Cohen의 *d* 효과크기를 바탕으로 실제적인 효과성을 규명하면 다음과 같다.

먼저 로봇활용 SW교육이 학습자의 창의력에 미치는 효과를 살펴본 연구 중, 실험집단과 통제집단을 명시하

고 정확한 통계치를 제시한 15편의 연구에 대한 효과크기를 계산하였다. 그 결과, 효과크기는 약 0.553으로 나타났다으며 Cohen(1988)의 분석 기준에 따라 로봇활용 SW교육은 학습자의 창의력 향상에 보통정도의 효과가 있다고 볼 수 있다[31]. 학교급별 효과크기를 보면, 초등학교는 0.476, 중학교는 0.324, 고등학교는 0.784, 대학교는 1.945로 나타났다. 즉, 로봇활용 SW교육이 초등학생과 중학생의 창의력 향상에 작은 효과를 보이며, 고등학생에게는 보통의 효과를, 대학생에게는 큰 효과를 보인다고 해석이 가능하다. 또한 대부분의 연구에서 연구대상에 관계없이 창의력의 하위요인별 효과를 살펴 보았으며, 연구에 따라 하위요인별 효과가 다르게 나타났다[22][46]. 이를 통해 로봇활용 SW교육은 학습자의 창의력 향상에 영향을 미치는 것을 알 수 있으며, 보통정도의 효과를 미치는 것으로 해석할 수 있다.

둘째, 로봇활용 SW교육이 학습자의 문제해결력에 미치는 효과를 살펴본 연구 중, 조건(집단 명시 및 정확한 통계치 제시)을 만족한 9편의 연구에 대한 효과크기를 계산하였다. 그 결과, 효과크기는 약 0.484로 나타났으며, 이를 해석하면 로봇활용 SW교육은 학습자의 문제해결력 향상에 작은 효과가 있다고 볼 수 있다[31]. 학교급별 효과크기를 살펴보면, 초등학교는 0.342, 중학교는 0.579, 대학교는 0.658, 정보영재원 0.746으로 나타났다. 즉, 로봇활용 SW교육은 초등학생의 문제해결력 향상에 작은 효과를, 중·고등학생, 정보영재의 문제해결력 향상에 보통 효과를 보였다.

셋째, 로봇활용 SW교육이 학습자의 논리적 사고력에 미치는 효과를 살펴본 연구 중, 조건을 만족한 4편의 연구에 대한 효과크기를 계산한 결과, 약 0.585로 나타났다. Cohen(1988)의 분석 기준에 따라 로봇활용 SW교육은 학습자의 논리적 사고력 향상에 보통정도의 효과가 있다고 볼 수 있다[31]. 4편의 연구모두 초등학생을 대상으로 하기 때문에, 학교급별 효과크기를 언급하기에 어려움이 있었다. 따라서 로봇활용 SW교육은 초등학생의 논리적 사고력 향상에 보통의 효과를 보인다고 해석이 가능하다.

넷째, 로봇활용 SW교육이 학업성취도에 미치는 효과를 살펴본 연구 중, 조건을 만족한 5편의 연구에 대한

효과크기를 계산하였다. 그 결과, 학업성취도에 대한 효과크기는 0.534로 나타났으며 Cohen(1988)의 분석기준에 따라 보통정도의 효과가 있다고 볼 수 있다[31]. 이를 학교급별로 살펴보면 초등학교는 0.485, 대학교는 0.781로 나타났다. 다시 말해 로봇활용 SW교육은 초등학생의 학업성취도에는 작은 효과를, 대학생의 학업성취도에는 보통 효과를 나타낸다고 해석이 가능하다.

마지막으로, 로봇활용 SW교육이 컴퓨팅 사고력에 미치는 효과를 살펴보고자 조건을 만족한 1편의 연구에 대해 효과크기를 계산하였다. 그 결과, 효과크기는 약 0.692로 나타났다. 해당 연구는 초등학생을 대상으로 하였기 때문에, 로봇활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 보통정도의 효과를 보인다고 해석할 수 있다.

이를 정리하면, 로봇활용 SW교육은 학습자의 창의력, 문제해결력, 논리적 사고력, 학업성취도, 컴퓨팅 사고력 영역에 보통의 효과를 보이는 것을 알 수 있다. 또한 인지적 영역에 대한 전체 효과크기는 0.57로 나타났으므로 로봇활용 SW교육은 학습자의 인지적 영역에 보통의 효과를 보이는 것으로 결론지을 수 있다.

## 6.2 정의적 영역

로봇활용 SW교육은 학습자의 인지적 영역뿐만 아니라 정의적 영역인 학습 몰입[23][53][54], 흥미[55-57], 태도[8][58][59], 상호작용 및 협력[60][61] 등에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이에 대해 Cohen의 *d* 효과크기를 활용하여 실제적인 효과성을 규명하면 다음과 같다.

첫째, 로봇활용 SW교육이 학습자의 학습몰입에 미치는 영향을 살펴본 연구 중, 조건을 만족한 5편의 논문에 대한 효과크기를 계산한 결과, 약 0.677로 나타났다. 이를 Cohen(1988)의 분석 기준에 따라 해석하면[31], 로봇활용 SW교육은 학습자의 학습몰입 향상에 보통정도의 효과가 있는 것을 알 수 있다. 학교급별로 살펴보면, 초등학교는 0.452, 중학교는 0.712, 대학교는 0.942로 나타났다. 즉, 로봇활용 SW교육은 초등학생의 학습몰입에 작은 효과를, 중학생의 학습몰입에 보통정도의 효과를, 대학생의 학습몰입에 큰 효과를 보이는 것으로

해석할 수 있다.

둘째, 로봇활용 SW교육이 학습자의 흥미에 미치는 효과를 살펴본 연구 중, 조건을 만족한 6편의 연구로 효과크기를 계산하였다. 그 결과, 효과크기는 약 0.847로 나타났으며, 이를 통해 로봇활용 SW교육은 학습자의 흥미에 큰 효과를 보이는 것으로 해석이 가능하다. 학교급별로 살펴보면, 초등학교는 0.504, 중학교는 0.359, 중-고등학교는 1.713으로 나타났다. 이를 Cohen(1988)의 분석기준에 따라 해석하면[31], 로봇활용 SW교육은 초등학생의 학습흥미에 보통의 효과를, 중학생의 학습흥미에 작은 효과를, 중-고등학교를 혼합한 경우에는 큰 효과를 보이는 것으로 볼 수 있다.

셋째, 로봇활용 SW교육이 학습자의 태도(수업 및 학습태도, 수학·과학에 대한 태도, 컴퓨터 및 프로그래밍에 대한 태도)에 미치는 영향 Cohen(1988)의 효과크기로 살펴보면 다음과 같다. 먼저 수업 및 학습태도의 경우, 조건을 만족한 연구 4편을 대상으로 효과크기를 계산하였다. 4편의 연구모두 초등학생을 대상으로 하였으며, 계산 결과 효과크기는 1.052로 나타났다. 이에 따라 로봇활용 SW교육은 초등학생의 수업 및 학습태도에 큰 효과를 미치는 것으로 해석할 수 있다. 수학·과학에 대한 태도의 경우, 조건을 만족한 5편의 연구를 대상으로 효과크기를 계산한 결과 약 0.462로 나타났다. 학교급별로 나누어보면, 초등학교는 0.468, 고등학교는 0.270으로 확인되었다. 이를 정리하면 로봇활용 SW교육은 초등학생과 고등학생의 수학·과학에 대한 태도에 작은 효과를 보임을 알 수 있다. 또한 컴퓨터 및 프로그래밍에 대한 태도의 경우, 3편의 연구를 대상으로 효과크기를 계산한 결과 약 0.322로 나타났다. 이는 Cohen(1988)의 분석기준에 따라 로봇활용 SW교육이 학습자의 컴퓨터 및 프로그래밍에 대한 태도에 작은 효과를 미치는 것으로 해석할 수 있다.

이를 정리하면, 로봇활용 SW교육은 학습자의 흥미 및 학습태도에 큰 효과를 보이며, 학습몰입에 보통의 효과를, 수학·과학에 대한 태도와 컴퓨터 및 프로그래밍에 대한 태도에는 작은 효과를 보이는 것을 알 수 있다. 또한 정의적 영역에 대한 전체 효과크기는 0.62로 나타났으므로 로봇활용 SW교육은 학습자의 정의적 측

면에 보통의 효과를 보이는 것으로 해석할 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 로봇활용 SW교육에 대한 최근 연구 동향을 분석하고, 이를 통해 로봇활용 SW교육 및 연구에 대한 시사점을 제안하기 위한 목적으로 실시되었다. 이를 위해 국내 학술지에 게재된 로봇활용 SW교육 연구 108편을 분석하였으며, 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 2006년에 1편이었던 로봇활용 SW교육 연구는 점차 증가하여 2010년을 기점으로 매년 10편 이상씩 발표되고 있다. 이를 통해 로봇활용 SW교육에 대한 관심이 증가하고 있음을 알 수 있으며, 2017년부터 소프트웨어 교육이 의무화된다는 점을 미루어보아 앞으로 로봇활용 SW교육 연구는 더욱 더 증가할 것으로 예상된다.

둘째, 로봇활용 SW교육 연구에서 가장 많은 빈도수를 차지한 연구방법은 개발연구 2형으로써, 총 58편의 연구에서 로봇활용 SW교육의 프로그램이나 시스템을 개발하여 효과성을 살펴보았다. 또한 실험연구는 23편으로 나타났으며, 질적연구와 조사연구가 매우 적은 빈도수를 보였다. 그러나 로봇활용 SW교육의 경우, 학습자가 직접 프로그래밍을 하고 로봇을 제어하는 과정 또한 매우 중요하므로 관찰이나 인터뷰, 내용분석 등을 통해 그 과정을 구체적으로 살펴볼 필요가 있다. 또한 로봇활용 SW교육 환경에서 학습자의 인지적·정의적 측면에 영향을 미치는 다양한 변인간의 관계를 분석함으로써 로봇활용 SW교육의 효과성을 높일 다양한 방법을 모색할 필요도 있다.

셋째, 연구 대상의 경우 초등학교생을 대상으로 로봇활용 SW교육을 실시한 연구가 53편으로 가장 많이 집계되었으며, 대학(원)생이 14편, 고등학생이 6편으로 확인되었다. 초등학교생의 비중이 가장 크긴 하지만, 이를 통해 다양한 학습자를 대상으로 연구가 진행되고 있음을 알 수 있었다. 그러나 2015년 개정 교육과정에 따라 중학교와 고등학교에서도 SW교육이 의무화되기 때문에, 로봇활용 SW교육의 효과적인 도입을 위해 중학생과 고등학생을 대상으로 한 연구가 활발히 진행되어야 한

다. 또한 성인(대학(원)생 제외)을 대상으로 진행된 연구가 없다는 점에도 주목해야 한다. 이미 미국이나 영국, 이스라엘 등의 나라에서는 우리나라보다 앞서 SW 관련 교육과정을 개발하여 이를 시행하고 있으며, 4차 산업혁명을 이끌 인재들을 양성하기 위해 다양한 연구를 진행하고 있다. 그러나 우리나라의 SW교육은 초·중·고등교육에 치중되고 있으며, 성인의 경우 SW교육을 접할 기회가 부족한 상황이다. 우리나라의 경우 점차 생산가능인구가 줄어들 것으로 전망되고 있으므로, 성인을 대상으로 지속적인 교육이 이루어져야 한다. 따라서 초·중·고등학생뿐만 아니라 성인을 위한 SW교육이 함께 이루어질 필요가 있으며, 국가 차원의 적극적인 지원이 요구된다.

넷째, 프로그래밍 도구는 초등학교생의 경우 스크래치(Scratch)를 가장 많이 활용하였으며, 중학생의 경우 NXT-G와 아두이노 IDE를 각각 1번씩 활용한 것으로 확인되었다. 고등학생의 경우에도 로보C언어와 로보랩(ROBORAB), 스크래치 등이 각 1편의 연구에서 활용되었으며, 대학(원)생의 경우 NXT-G가 가장 많이 활용되었다. 초등학교생의 경우 프로그래밍을 처음 접하는 초보자들이 많을 것으로 예상되어 교육용 프로그래밍 언어로 개발된 스크래치(Scratch)를 가장 많이 활용한 것으로 짐작되며, 쉬운 프로그래밍 언어부터 시작하여 점차 어려운 프로그래밍 언어를 활용하도록 교육과정을 설계할 필요가 있다. 또한 로봇 도구는 완성형(로봇)인 마인드스툼 시리즈가 가장 많이 활용되고 있었으며, 이 외에도 피코크리켓, 아두이노 시리즈, 센서보드 등이 활용되었다. 마인드스툼 시리즈의 경우, 다양한 프로그래밍 언어를 통해 로봇 제어가 가능하며 교육적 활용도가 높아 대다수의 연구에서 이를 활용하는 것으로 짐작된다.

다섯째, 로봇활용 SW교수설계 시 다양한 연구에서 문제기반학습(PBL), 창의적 문제해결(CPS), 안내된 발견식, 4CID 등의 모형을 활용한 것으로 확인되었다. 그 중에서도 문제기반학습(PBL)과 창의적 문제해결(CPS)을 적용한 연구가 가장 많았으며, 이를 통해 로봇활용 SW교육이 교사중심의 강의식 수업이 아닌 학습자 중심의 참여형 수업을 지향하고 있음을 예측할 수 있다.

또한 유인환과 김태완(2006)의 연구에서는 로봇활용 SW교육에 맞게 안내된 발견식 모형을 수정하여 활용하였으며, 이은경과 이영준(2007; 2008)의 연구에서는 프로그래밍을 큰 과제로 보고 점차적으로 이를 해결해 나가는 4CID 모형을 적용하였다. 이를 통해 연구 및 수업의 목적에 따라 다양한 교수설계 모형이 적용되고 있으며 학습자의 인지적, 정의적 역량을 향상시키는 데 효과적임을 확인할 수 있었다. 그러나 2017년부터 SW교육이 의무화되므로, SW교육의 체계적인 적용을 위해서는 로봇활용 SW교육에 적합한 통합된 교수설계 모형이 개발될 필요가 있으며, 로봇활용 SW교육을 처음 시도하는 교수자를 위해 보다 직관적인 교수설계 모형이 제시될 필요가 있다.

마지막으로 로봇활용 SW교육의 효과성을 탐구한 연구들은 창의력, 문제해결력, 논리적 사고력, 몰입, 흥미 및 만족도와 같은 변인에 있어 효과성을 규명하였다. 추가적으로, Cohen(1988)의 *d* 효과크기 계산법을 통해 중속변인별 효과크기를 계산해본 결과, 문제해결력에 큰 효과크기를, 창의력과 논리적 사고력, 몰입에 보통 정도의 효과크기를 나타내는 것으로 확인되었다. 이에 따라 로봇활용 SW교육이 실제적으로도 학습자의 인지적·정의적 측면의 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 이해할 수 있다. 그러나 효과크기를 계산한 연구 중, 대부분의 연구가 초등학생을 대상으로 실시되었기 때문에 본 연구에서 계산한 효과크기를 일반화하기에는 어려움이 있다. 따라서 보다 정확한 효과크기 계산을 위해 중학생과 고등학생, 대학생에 대상으로 하는 연구를 추가하여 효과크기를 계산할 필요가 있다. 또한 현재 로봇활용 SW교육 관련 조사연구나 질적연구가 부족한 상황이기 때문에 로봇활용 SW교육에 대한 다양한 측면을 살펴보기에 어려움이 있었다. 따라서 향후 로봇활용 SW교육은 효과성 검증 연구와 더불어 학습 과정을 규명하는 연구가 다양하게 이루어질 필요가 있다.

지금까지 제언한 바를 바탕으로 로봇활용 SW교육의 교육적 가치와 향후 연구방향을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 로봇활용 SW교육은 기존 SW교육의 문제점을 보완하고, 학습자의 인지적·정의적 측면에 효과적인 교

수·학습방법으로 밝혀졌다. 이에 따라 향후 SW교육에 로봇을 활용하는 시도가 더욱 증가할 것으로 예상되므로, 초·중·고등교육의 학습자를 대상으로 다양한 측면에서 연구를 진행할 필요가 있다. 특히 로봇활용 SW교육에 영향을 미치는 다양한 변인들 간의 관계를 규명하여 로봇활용 SW교육의 효과성을 높이는 방안을 탐색해야 한다. 즉, 학습자 및 교수자, 환경 등의 특성이 학습 성과에 미치는 영향을 규명함으로써 로봇활용 SW교육 교수설계에 대한 시사점을 제공하는 연구가 필요하다. 또한 2015 개정 교육과정에 따라 로봇뿐만 아니라 피지컬 컴퓨팅에 대한 관심도 확산될 것으로 사료된다. 피지컬 컴퓨팅은 하드웨어와 소프트웨어를 결합하여 추상적인 아이디어를 창의적으로 표현하고, 구체적인 산출물을 만드는 과정에 컴퓨팅 원리를 활용하는 것을 의미한다[62]. 이러한 피지컬 컴퓨팅 도구는 형태에 따라 로봇형, 모듈형, 보드형 등으로 나눌 수 있으며, 향후 다양한 형태의 피지컬 컴퓨팅 도구가 개발 및 활용될 것으로 예상된다. 따라서 피지컬 컴퓨팅 도구 중 어떠한 형태의 도구가 SW교육의 효과성을 높일 수 있는지에 대한 연구가 필요한 시점이며, 이와 함께 SW교육에 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용한 교수설계 연구도 이루어져야 한다. 둘째, 4차 산업혁명을 이끌 인재를 양성하기 위해 국내·외에서 SW교육을 의무화하고 있다. 이에 국내에서도 2017년부터 SW교육과정을 의무화하는 등의 노력이 진행되고 있으나, SW교육의 핵심 역량인 컴퓨팅 사고력과 관련된 국내 연구는 부족한 상황이다. 따라서 SW교육의 목적이 '컴퓨팅 사고력의 향상'이라는 점을 미루어보아[5] 초·중·고등교육에서 컴퓨팅 사고력의 향상에 중점을 둔 체계적인 교육과정이 개발되어야 하며, 로봇활용 SW교육에서도 컴퓨팅 사고력의 직·간접적인 효과를 규명해야 한다.

본 연구는 2006년부터 2016년까지 최근 11년간 국내에서 이루어진 로봇활용 SW교육 연구동향을 살펴봄으로써 국내·외의 급격한 변화 속에서 로봇활용 SW교육의 교육적 가치를 확인하고, 향후 로봇활용 SW교육이 나아갈 방향을 제시하였다는 점에 연구의 의의가 있다. 본 연구를 통해 얻은 결과를 바탕으로 연구의 한계점과 후속연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는

국내 논술지에 게재된 논문만을 분석대상으로 선정하였다는 점에서 한계를 가진다. 이에 따라 국외에서 실시된 로봇활용 SW교육 연구도 분석대상으로 포함하여 보다 종합적인 관점에서 로봇활용 SW교육의 연구동향을 살펴볼 필요가 있다. 또한 이를 바탕으로 국내 로봇활용 SW교육과 국외 로봇활용 SW교육을 비교함으로써 로봇활용 SW교육의 교수설계에 대한 총체적인 이해를 도모해야 한다.

둘째, 본 연구에서는 로봇활용 SW교육의 효과성을 심층적으로 살펴보고자 Cohen(1998)의 *d* 효과크기 계산법을 활용하였다. 그러나 이 과정에서 통계치를 명확히 제시하지 않은 연구, 실험집단과 통제집단을 명시하지 않은 연구를 제외하였기 때문에 본 연구에서 제시한 효과크기를 일반화시키기에는 어려움이 있을 것으로 판단된다. 따라서 제외된 논문들에 대해서도 추가적으로 언급될 필요가 있으며, 메타분석이나 다른 방법(혹은 계산법)을 통해 로봇활용 SW교육의 효과성을 종합적으로 살펴보는 후속연구가 진행될 필요가 있다. 특히 메타분석의 경우, 각 연구에서 도출된 연구결과를 통계적으로 통합하여 하나의 수치로 제시하기 때문에 로봇활용 SW교육의 효과성에 대한 신뢰도 및 타당도를 높여줄 수 있을 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 백성혜, 신재홍, 유현창, 정인기, 안상진, 최정원, 전성균, 초중등 단계 *Computational Thinking* 도입을 위한 기초 연구(BD14060010), 한국과학창의재단, 2014.
- [2] J. M. Wing, "Computational thinking," *Communications of the ACM*, Vol.49, No.3, pp.33-35, 2006.
- [3] 김자미, 이원규, "영국의 교육과정 개정으로 본 정보교과의 지식과 문제해결력에 대한 쟁점," 컴퓨터교육학회 논문지, 제17권, 제3호, pp.54-64, 2014.
- [4] 교육부, *소프트웨어 교육 운영 지침*, 교육부, 2015.
- [5] <http://news.unn.net/news/articleView.html?idxno=156585>
- [6] 송정범, 조성환, 이태욱, "스크래치 프로그래밍 학습이 학습자의 동기과 문제해결력에 미치는 영향," 정보교육학회논문지, 제12권, 제3호, pp.323-332, 2008.
- [7] 황요한, 문공주, 박윤배, "소프트웨어 활용 탐구 활동을 통한 고등학생의 프로그래밍과 컴퓨팅 사고력에 대한 인식 변화와 과학 학습에 대한 태도 조사 -스크래치와 피지컬 컴퓨팅 교구의 활용을 중심으로-", 한국과학교육학회지, 제36권, 제2호, pp.325-335, 2016.
- [8] 김형철, 고영민, 김한일, 김철민, "PSA 중심 프로그래밍 학습이 문제해결력과 논리적 사고력에 미치는 효과: 고등학생을 대상으로," 컴퓨터교육학회 논문지, 제18권, 제5호, pp.1-13, 2015.
- [9] W. G. Cathart, "Effects of logo instruction on cognitive style," *Journal of Education computing Research*, Vol.6, No.2, pp.231-242, 1990.
- [10] 김경규, 이종연, "컴퓨팅 사고력 기반 프로그래밍 학습의 효과성 분석," 컴퓨터교육학회 논문지, Vol.19, No.1, pp.27-39, 2016.
- [11] 박성규, 박재용, "컴퓨터 프로그래밍 언어의 활용수준에 대한 성별 차이분석," *성평등연구*, 제2권, pp.47-68, 1998.
- [12] 송정범, 백성혜, 이태욱, "성별의 차이를 고려한 로봇 프로그래밍 학습이 여중학생의 몰입수준과 문제해결력에 미치는 효과," 컴퓨터교육학회 논문지, 제12권, 제1호, pp.45-55, 2009.
- [13] 이은경, 이영준, "로봇 활용 프로그래밍 학습이 창의적 문제해결성향에 미치는 영향," 대한공업교육학회, 제33권, 제2호, pp.120-136, 2008.
- [14] 김태희, 강문설, "레고 마인드스톰 로봇을 이용한 프로그래밍 입문 교육의 효과 측정," 인터넷정보학회논문지, 제11권, 제4호, pp.159-173, 2010.
- [15] 이영준, 이은경, "로봇 활용 알고리즘 학습 프로그램," 컴퓨터교육학회 논문지, 제12권, 제1호, pp.33-44, 2009.

- [16] J. Lindh and T. Holgersson, "Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems?," *Computers & Education*, Vol.49, pp.1097-1111, 2007.
- [17] 김성원, 이영준, "로봇 프로그래밍이 예비 교사의 로봇에 대한 태도에 미치는 영향," *컴퓨터교육학회 논문지*, 제19권, 제6호, pp.91-103, 2016.
- [18] 문외식, "초등학교 프로그래밍 교육을 위한 스크래치 2.0과 센서보드 활용," *정보교육학회논문지*, 제19권, 제1호, pp.149-158, 2015.
- [19] 양권우, "교구로봇을 활용한 프로그래밍 교육이 예비 초등교사의 학습동기 및 학업성취도에 미치는 영향," *정보교육학회논문지*, 제18권, 제4호, pp.575-584, 2014.
- [20] B. S. Fagin, L. D. Merkle, and T. W. Eggers, "Teaching computer science with robotics using Ada/Mindstorms 2.0," *aC SIGAda Ada Letters, Proceedings of the 2001 annual ACM SIGAda international conference on Ada*, 제21권, 제4호, pp.73-78, 2001.
- [21] 신갑천, 허경, "스크래치 EPL을 활용한 라인트레이서 시뮬레이션교육 프로그램 개발," *정보교육학회논문지*, 제15권, 제4호, pp.533-542, 2011.
- [22] 유인환, 김태완, "MINDSTORMS을 이용한 프로그래밍 학습이 창의력에 미치는 효과," *컴퓨터교육학회 논문지*, 제9권, 제1호, pp.1-11, 2006.
- [23] 이은경, 이영준, "4CID 모델 기반 로봇 활용 프로그래밍 학습의 몰입 효과 분석," *컴퓨터교육학회 논문지*, 제11권, 제4호, pp.37-46, 2008.
- [24] 양창모, "메타분석을 이용한 로봇교육과 프로그래밍교육의 효과 비교," *정보교육학회논문지*, 제18권, 제3호, pp.413-422, 2014.
- [25] 권대용, 허경, 이원규, "초등 교육에서의 PBL기반 라인트레이서 로봇프로그래밍 교육방법 개발," *컴퓨터교육학회 논문지*, 제13권, 제3호, pp.13-23, 2010.
- [26] 신승용, 유상미, 김미량, "프로그래밍교육 목적의 로봇게임 프로젝트 학습 구안에 관한 연구," *인터넷정보학회논문지*, 제10권, 제6호, pp.159-171, 2009.
- [27] 이제인, 성영훈, "초등학생을 위한 스토리텔링 기반 로봇 프로그래밍 교육 시스템," *정보교육학회논문지*, 제15권, 제2호, pp.295-305, 2011.
- [28] 전운주, 송정범, 이태욱, "실과에서 로봇활용이 학습자의 문제해결력에 미치는 효과," *실과교육연구*, 제14권, 제4호, pp.209-224, 2008.
- [29] 김경호, 배영권, 유인환, "RCX 기반 로봇 프로그래밍 언어의 한글 컨버터 개발 및 적용," *정보교육학회논문지*, 제11권, 제4호, pp.461-470, 2007.
- [30] 유인환, "웹 기반의 로봇 프로그래밍 교육 지원 시스템 개발," *컴퓨터교육학회 논문지*, 제10권, 제4호, pp.1-16, 2007.
- [31] J. Cohen, *Statistical power analysis for the behavioral sciences(2nd ed.)*, NY: Lawrence Erlbaum, 1988.
- [32] 권구봉, 서영민, 이영준, "전문계 고등학교 학생을 위한 로봇 활용 문제 중심 프로그래밍 교수-학습 설계," *교원교육*, 제28권, 제3호, pp.53-65, 2012.
- [33] 김용민, 김태훈, 김종훈, "초등학교 여학생의 창의성 신장을 위한 로봇 활용 프로그래밍 교육 프로그램 개발 및 적용," *정보교육학회논문지*, 제19권, 제1호, pp.31-44, 2015.
- [34] 진성수, 박관우, "MCU를 활용한 프로그래밍 학습이 문제해결력 향상에 미치는 효과," *정보교육학회논문지*, 제14권, 제3호, pp.319-328, 2010.
- [35] 이은경, 이영준, "로봇 프로그래밍 학습이 문제해결력에 미치는 영향," *컴퓨터교육학회 논문지*, 제10권, 제6호, pp.19-27, 2007.
- [36] 연혜진, 조미현, "메타인지 발달을 위한 인지적 도제 기반의 로봇 프로그래밍 교수-학습 모형 개발," *정보교육학회논문지*, 제18권, 제2호, pp.225-234, 2014.
- [37] 김석희, 유현창, "Hands on 센서 기반 고도화된 STEAM 교육 프로그램의 효과," *컴퓨터교육학회 논문지*, 제16권, 제3호, pp.79-89, 2013.

- [38] 김석희, 이철현, “3년간의 피지컬 컴퓨팅 기반의 STEAM 프로그램의 효과 비교 연구,” 컴퓨터교육학회 논문지, 제19권, 제1호, pp.11-18, 2016.
- [39] 임해미, 최인선, 노선숙, “논리, 비판적 사고 신장을 위한 로봇 프로그래밍의 수학교육 적용 방안,” 수학교육, 제53권, 제3호, pp.413-434, 2014.
- [40] H. S. Barrow, *How to design a problem-based curriculum for the proclinical years*, New York: Springer Publishing Company, 1985.
- [41] 심규현, 이상욱, 서태원, “아두이노를 활용한 STEAM 커리큘럼 설계, 적용 및 효과 분석,” 컴퓨터교육학회 논문지, 제17권, 제4호, pp.23-32, 2014.
- [42] 최종원, 양권유, “CPS를 활용한 프로그래밍 학습이 창의적 문제해결력에 미치는 효과,” 정보교육학회논문지, 제14권, 제4호, pp.497-504, 2010.
- [43] 조성환, 송정범, 김성식, 이경화, “CPS에 기반한 스크래치 EPL이 문제해결력과 프로그래밍 태도에 미치는 효과,” 정보교육학회논문지, 제12권, 제1호, pp.77-88, 2008.
- [44] 이진영, 송정범, 김광열, 백성혜, 이태욱, “피코 크리켓을 활용한 로봇 프로그래밍 학습이 문제해결력과 흥미에 미치는 효과,” 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제14권, 제2호, pp.17-26, 2009.
- [45] 김지현, 김태영, “중등 수학과학 영재를 위한 피지컬 컴퓨팅 교육이 융합적 역량 향상에 미치는 영향,” 컴퓨터교육학회 논문지, 제19권, 제2호, pp.87-98, 2016.
- [46] 김태훈, 김병수, 김종훈, “센서 기반 스크래치 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용,” 정보교육학회논문지, 제18권, 제1호, pp.65-74, 2014.
- [47] 서형엽, “로봇C언어 교육프로그램이 창의력과 프로그래밍 능력 향상에 미치는 효과,” 대한공업교육학회, 제34권, 제1호, pp.210-237, 2009.
- [48] 송정범, 이태욱, “피코 크리켓(Pico Cricket)을 활용한 프로그래밍 교육이 문제해결력에 미치는 효과,” 실과교육연구, 제14권, 제4호, pp.243-258, 2008.
- [49] 권대용, “텐지블 프로그래밍 도구를 활용한 논리적 사고력기반의 초등 로봇 과제 개발 및 적용,” 컴퓨터교육학회 논문지, 제16권, 제3호, pp.13-21, 2013.
- [50] 김영옥, 홍기철, “아두이노를 활용한 피지컬 컴퓨팅 기반 소프트웨어 수업용 어플리케이션이 초등학생의 논리적 사고력에 미치는 효과,” 사고개발, 제12권, 제2호, pp.47-72, 2016.
- [51] 문외식, “예비초등교사의 프로그래밍 교육을 위한 NXT 로봇프로그래밍 학습 콘텐츠 개발,” 한국초등교육, 제23권, 제4호, pp.1-17, 2012.
- [52] 김재휘, 김동호, “컴퓨팅 사고력 향상을 위한 초등 피지컬 컴퓨팅 교육과정 개발,” 정보교육학회 논문지, 제20권, 제1호, pp.69-82, 2016.
- [53] 김경현, “로봇활용수업이 학생의 학습몰입 향상에 미치는 효과,” 컴퓨터교육학회 논문지, 제14권, 제2호, pp.1-12, 2011.
- [54] 유인환, “프로그래밍 초급과정에서 로봇의 활용이 몰입에 미치는 영향,” 정보교육학회논문지, 제17권, 제3호, pp.329-337, 2013.
- [55] 김세민, 유강수, “로봇 활용 STEAM 수업이 다문화 아동의 한국어 학습에 미치는 영향-초등학교 방과 후 수업을 중심으로-,” 디지털융복합연구, 제13권, 제8호, pp.1-8, 2015.
- [56] 문외식, “초등학교 프로그래밍 교육을 위한 스크래치 2.0과 센서보드 활용,” 정보교육학회논문지, 제19권, 제1호, pp.149-158, 2015.
- [57] 한정혜, 박주현, 조미현, 박일우, 김진오, “초등정규교육과정에서 STEAM을 위한 로봇활용교육,” 정보교육학회논문지, 제15권, 제3호, pp.483-491, 2011.
- [58] 성영훈, “STEAM 기반 스토리텔링 로봇활용교육이 초등학교 여학생들의 학습태도에 미치는 영향,” 정보교육학회논문지, 제19권, 제1호, pp.87-98, 2015.
- [59] 심재권, 김자미, 이원규, “교육용 프로그래밍 도구 활용의 정보과학교육을 통한 초등학생의 정보

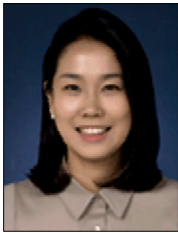
과학에 대한 인식 분석,” 정보교육학회논문지, 제14권, 제3호, pp.385-393, 2010.

- [60] 김태훈, 김민웅, 조한진, “창작 로봇 제작 및 프로그래밍 활동에서 MBTI 이질 성향 팀상호작용 분석,” 공학교육연구, 제18권, 제4호, pp.26-33, 2015.
- [61] 채재호, 배영권, 유인환, “로봇프로그래밍 학습이 초등학생의 논리적 사고력 신장에 미치는 영향,” 교원교육, 제24권, 제2호, pp.361-376, 2008.
- [62] 최형신, 이상민, 이정화, 우창문, “피지컬 컴퓨팅 교육을 통해 교사가 지각한 기회 및 도전요소,” 정보교육학회논문지, 제20권, 제3호, pp.235-242, 2016.

#### 저 자 소 개

##### 이 정 민(Jeongmin Lee)

정회원



- 2001년 : 이화여자대학교 교육공학과 학사
- 2003년 : 이화여자대학교 교육공학과 석사
- 2009년 : 플로리다주립대학교 교육심리 및 교육공학 박사
- 2010년 ~ 현재 : 이화여자대학교 교육공학과 부교수  
<관심분야> : 테크놀로지기반 학습설계, 창의적 문제해결, 스마트러닝, SW교육

##### 박 현 경(Hyeon-Kyeong Park)

준회원



- 2013년 : 국립 안동대학교 교육공학과 학사
- 2015년 ~ 현재 : 이화여자대학교 교육공학과 석사과정
- <관심분야> : 플립러닝, 스마트러닝, 협력학습, SW교육