

초등SW융합교육의 효과에 대한 메타분석

Effects of SW-STEAM Education for Elementary School: A Meta-Analysis

배윤주, 이정민

이화여자대학교 교육공학과

Yoonju Bae(educatorbae@gmail.com), Jeongmin Lee(jeongmin@ewha.ac.kr)

요약

본 연구는 국내 초등SW융합교육의 효과를 메타분석을 통해 종합적이고 체계적으로 분석하는데 그 목적이 있다. 이를 위하여 초등SW융합교육 관련 29편의 학위논문 및 학술지를 대상으로 메타분석을 시행하였고, 총 60개의 효과크기가 나타났으며 R프로그램을 활용해 결과를 도출하였다. 연구결과는 다음과 같다. 첫째, SW융합교육의 전체효과크기는 .35의 중간효과크기로 나타났다. 둘째, SW융합교육의 효과크기는 인지적, 정의적 영역 모두에서 통계적으로 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다. 셋째, SW융합교육의 효과에 있어 조절변인들 모두 연구간 효과크기의 차이를 유의하게 설명하는 것으로 나타났다. 이와 같은 연구결과에 따라 초등SW융합교육이 학습효과를 증진시킨다는 통합적 결론을 도출하고 초등SW융합교육 설계 및 실행시 고려해야할 가이드라인을 제안하였다.

■ 중심어 : | 소프트웨어교육 | 소프트웨어융합교육 | 초등교육 | 메타분석 |

Abstract

The purpose of this study is to synthesize and specifically analyze the effects of elementary SW-STEAM Education on learning outcomes by using meta-analysis. 29 papers are selected and total of 60 effect sizes are deduced. Total effect size is a medium effect of .35, which reveals significant effect on the cognitive and affective domains, and 8 moderator variables explain the difference in total effect sizes as well. The results show that SW-STEAM education is effective for elementary students' learning outcomes. Practical implication for design and implementation are addressed.

■ keyword : | SW Education | SW-STEAM Education | Elementary Education | Meta-analysis |

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

4차 산업혁명 시대는 지식정보기술 사회로, 사물인터넷, 인공지능, 로봇과 같은 컴퓨팅 사고력을 바탕으로 한 기술들의 중요성이 증가하고 있으며 실생활에서 소프트웨어 도구를 활용해 문제를 해결하는 능력의 필요성이 높아지고 있다. 이로 인해 교육 현장에서도 소프트웨

어를 다루는 능력과 융합적 사고라는 역량이 미래 사회의 학습자에게 가장 필요한 중심 역량으로 부상하였다.

지난 2015년 교육부는 이러한 시대적 상황을 반영해 '2015 개정교육과정'을 고시하여 SW교육을 전면적으로 교과 과정에 포함될 수 있도록 교육과정을 개편하였다. 구체적으로, 초등학교에서는 2019년부터 5·6학년 학생들에게 기존 ICT활용 중심교육에서 SW기초 소양 배양 및 문제해결기반 사고력을 중심으로 한 SW교육

접수일자 : 2020년 07월 22일

수정일자 : 2020년 08월 21일

심사완료일 : 2020년 09월 02일

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

을 필수적으로 17시간 이수하게 하였으며, 중학교에서는 2018년부터 최소 34시간을 운영하도록 하였다. 아울러 미래창조과학부에서도 '디지털 창조경제 시대인 21세기를 주도하기 위해 타 학문과의 융합과 건전한 소통능력을 통해 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 능력을 갖춘 인재'를 미래가 요구하는 인재라고 정의했다. 또한 2015년부터 초등학교 고학년층을 대상으로 하는 'SW 인재 조기 발굴 프로젝트' 및 '초·중등 소프트웨어 교육 성과발표회'를 실시했으며, 전국 초등학교에서는 정부가 지원하는 SW교육 시범학교, 연구학교 및 희망학교 등을 중심으로 SW교육을 운영하기 시작했다[1].

정부 부처뿐만 아니라 교육계에서도 사회적 변화에 발맞춰 SW융합교육을 통해 학습자들이 가지고 있는 생각을 구조화시키고, 실생활의 문제를 해결하기 위해 다양한 분야의 지식들을 융합하여 활용하고 창의·융합적인 사고를 통해 문제를 해결 할 수 있는 능력이 중요해지고 있다는데 인식을 같이하고 있다[2]. 이러한 SW융합교육 중심의 패러다임 변화에 따른 SW융합교육 효과성 연구의 추세에 있어, 특히 초등학생을 대상으로 한 연구가 다양하게 이루어지고 있었다[3-6]. 초등 고학년층부터 시작되었던 SW교육이 점차 초등 저학년으로 내려오고 있으며[7], 4차 산업혁명시대를 선도할 창의 융합형 미래 인재 양성을 위해서는 저학년층부터 1SW리터러시를 갖추어야 하기 때문에[8], 초등학생을 대상으로 한 SW융합교육이 효과적으로 이루어지는 것이 중요하다. 또한 초등SW융합교육은 이후 중·고등학교의 SW교육 및 SW융합교육에 영향을 미칠 수 있으므로 초등SW융합교육의 안정적인 정착이 중요할 것으로 판단된다.

한편 초등SW융합교육이 성공적으로 교육현장에 정착하여 지속적으로 운영되려면 학습효과에 영향을 주는 다양한 변인들을 탐색하여야 한다. 여러 연구들에서 SW융합교육이 학습자들에게 긍정적 효과를 미치는 것으로 보고되고 있으나, SW융합교육 수업에 긍정적 또는 부정적 영향을 주는 교과설계 요소가 무엇인지를 분석한 연구를 찾기에는 어려움이 있었다. [9]에 따르면 피지컬 컴퓨팅의 사용은 로봇 제작 과정이 포함되기 때

문에 다른 SW도구에 비해 인지적 부담을 증가시켜 학습효과에 있어 차이를 가져올 수 있으며 학년별, 각 교과에 따른 학습 목표에 따라서도 SW융합교육이 동일한 효과를 보이지 않을 수 있다. 그러므로 메타분석을 통해 그간 실시된 실험 연구의 효과크기를 산출하고 결과 값을 다층적으로 분석해보고자 한다. 즉 본 연구에서의 메타분석 활용은 확정적 결론을 제시하는 것 보다는 초등SW융합교육 연구 분야에 대한 연구의 동향을 파악하여 향후 연구에 있어서 시사점 및 방향성을 제안하는 근거를 마련하는 것에 목적을 가지고 있다[10]. 이에 본 연구는 SW융합교육이 정보 정책 차원에서 본격적으로 시작된 2015년도부터 2020년 4월까지 출판된 국내 학술지 및 학위과정의 논문 29편을 대상으로 SW융합교육의 통합적 효과를 분석하고자 하였다. 이러한 시도는 SW융합교육의 흐름을 분석하고 체계적으로 종합하는 것에 도움이 될 것이며 향후 SW융합교육에 관한 수업을 설계하는 교육 현장의 일선 교사들에게도 유익한 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구 문제

본 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

- 연구문제 1. 국내 초등학교 학습자를 대상으로 한 SW융합교육이 학습에 미치는 전체 평균 효과크기는 어떠한가?
- 연구문제 2. 국내 초등학교 학습자를 대상으로 한 SW융합교육이 학습 영역별 효과(인지적 영역, 정의적 영역)에 미치는 평균 효과 크기 및 하위요소별 평균 효과크기는 어떠한가?
- 연구문제 3. 조절 변인에 따른 국내 초등학교 학습자를 대상으로 한 SW융합교육의 평균 효과크기는 차이가 있는가?
- 3-1. 국내 초등학교 학습자를 대상으로 한 SW융합교육의 일반적 특성에 따른 평균 효과크기는 어떠한가?
- 3-2. 국내 초등학교 학습자를 대상으로 한 SW융합교육의 설계특성에 따른 평균 효과크기는 어떠한가?

1. SW를 이해할 뿐만 아니라 SW를 직접 디자인하고 이를 통해 새로운 정보를 수집·평가·생산 체계를 수립하여 문제를 해결하는 능력

II. 이론적 배경

1. SW융합교육

2015개정 교육과정은 다양한 기초 지식을 바탕으로 폭넓은 전문 분야의 지식, 경험, 기술을 융합하여 새로운 것을 창출해내는 창의·융합 사고 역량을 기르는데 목적이 있다[11]. 이에 기존의 SW교육이라는 개념을 보다 구체화하여, 본 연구에서는 단순한 SW기초소양에서 나아가, 학습자의 컴퓨팅 사고력 기반 창의·융합능력을 향상시키기 위해 SW교육과 타학문을 연계하여 현장에 적용한 융합프로그램으로 SW융합교육의 개념을 정의했다.

SW교육 필수화에 대비하기 위해 교육부와 미래창조과학부는 2015년부터 소프트웨어 교육 선도학교를 점진적으로 늘려가며 운영을 실시했으며, 소프트웨어 교육 우수사례를 발굴하였다. 이를 통해 학교의 소프트웨어 교육 역량이 강화되었으며, 2015년부터 축적되어온 사례들과 노하우가 인근학교로 확산되는 긍정적 결과를 보였다. 우수사례의 예로는 전남시창초등학교에서 초등 3-4학년 대상으로 수학, 사회, 체육 교과와 융합한 SW융합교육을 실시한 사례와 초등5-6학년 대상으로 사회, 수학 교과와 융합하여 SW융합교육을 실시한 사례가 선정되었다[12].

2. SW융합교육의 연구동향

2.1 SW융합교육 학습효과 관련 선행 연구

1) 인지적 영역

인지적 영역의 학습효과는 '안다'는 것과 관계되는 기초적인 정신적, 지적 과정 전반을 가리킨다[13]. 먼저 문제 해결을 위해 컴퓨터 도구를 사용해 논리적으로 자료를 조작하고 분석하여 그 결과를 표현하는 컴퓨팅 사고력과 관련하여, [14]는 초등학교 6학년 미술교과에서 SW융합교육을 적용하였는데 그 결과 컴퓨팅 사고력의 하위요소인 문제해결력에 있어 유의미한 향상을 보였다. 한편 학습자가 자신의 학습목표를 어느 정도로 달성했는지에 대해 평가하는 학업성취도에 대해 분석한 [15]는 초등학교 국어교과에서 SW도구인 VR을 융합하여 수업에 적용한 결과, SW융합 수업이 학습자 중심으로 수업이 이루어지는 능동적 교육활동을 실현하고 학

생들이 학습활동을 자기주도적으로 이끌어갈 수 있는 수업분위기가 형성되어 학업성취도에 유의한 영향을 미쳤다고 보고했다. 그 외에도 창의성, 창의적 문제해결력, 논리적 사고력, 교과개념 등의 인지적 영역 학습효과에서도 대부분 SW융합교육을 통한 학습효과의 향상·개선 폭이 유의미하였다고 보고했다.

2) 정의적 영역

정의적 영역의 학습효과로는 SW융합교육이 학습태도, 학습흥미도, 학습동기 등의 변화에 긍정적인 영향을 미칠 것이라 예측하고 그 효과를 규명한 연구들이 주를 이루었으며 대체로 유의미한 효과가 있다고 나타났다. [6]은 과학교과 '계절의 변화' 단원에 피지태양고도측정기, 슬라이드러거 교구를 통해 아두이노와 융합한 수업을 진행하여 과학적 학습태도에 유의미한 교육적 효과가 있음을 밝혔으며 특히 협동성 영역에서 가장 큰 효과를 보였다. 이는 학습자들이 피지컬컴퓨팅(확장형) 도구를 활용하여 수업에 참여했을 때 또래 간의 협동심이 필요하다고 느끼게 되어 이 영역에서 긍정적인 교육적 결과가 나타난 것으로 보인다. 학습동기의 경우 많은 연구들이 학습동기의 하위영역인 주의력, 관련성, 자신감, 만족감 측면에서 분석되었다[16][17]. 다른 단원에 비해 난이도가 높은 물체의 빠르기 단원에 피지컬 컴퓨팅(완성형)을 융합한 수업을 진행한 [16]은 학습자들이 피지컬 컴퓨팅을 통해 직접 경험을 해봄으로써 적극적으로 수업에 참여할 수 있는 분위기를 형성해 학습동기 형성에 긍정적 영향을 미쳤다고 밝혔다. 그 외에도 SW 자기효능감, 협업역량, 탐구능력 등의 정의적 영역 학습효과에서도 대부분 SW융합교육을 통한 학습효과의 향상·개선 폭이 유의미하였다고 보고되었다.

2.2 SW융합교육 학습효과 메타분석 선행연구

국내에서 'SW융합교육'의 학습효과를 메타분석한 연구는 미흡한 실정이며, 대부분 'SW교육'의 학습효과 관련 메타분석이 중심이 되었고[18-22], 최근에 와서야 특정 소프트웨어를 활용한 SW교육 학습효과를 분석함에 있어 SW융합교육을 조절변수로 포함시켜 메타분석을 진행한 연구가 등장하였다[23].

2016년부터 2019년까지 발행된 논문 20편을 대상

으로 분석한 [21]은 2015 개정 교육과정으로 소프트웨어 교육이 강화되면서 컴퓨팅 사고력, 창의성 등을 증진하기 위한 유의미한 학습활동인 피지컬 컴퓨팅 교육을 활용한 SW교육 연구들을 종합적으로 분석하여 학교 현장에서 겪는 어려움을 해결하기 위해 앞으로의 연구 추진 방향을 제시하는 것에 목적을 두고 연구하였다. 그 결과, 피지컬 컴퓨팅을 활용한 SW교육이 초·중·고 모두에서 정규수업, 비정규수업 등 다양하게 추진되고 있었고, 다양한 피지컬 컴퓨팅 도구를 사용하는 초등학교와 달리 중·고 학교급의 각 교과에서 전통적으로 사용해왔던 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용하는 모습을 보였다고 그 함의를 보고하였다.

[24]의 경우, 2006년-2017년까지 국내의 연구논문 42편을 분석하여 전체적으로 SW교육프로그램이 학생들의 컴퓨팅 사고력을 '중간보다 낮은 수준' 또는 '중간 수준' 정도의 크기만큼 향상시키는 교수·학습방법임을 확인하였다. 위 두 연구는 모두 교육도구 및 교육방법에 있어서 SW교육이 아닌 SW융합교육이 주는 함의를 고찰하지 못한 한계가 있으며, SW교육의 학습효과에 관해 학급별로 비교 분석하여 학년별로 집중 분석되지 않았다는 점, 언플러그드교육, 피지컬컴퓨팅 등 특정 소프트웨어를 적용한 연구들만을 대상으로 분석하였다는 점 등의 한계를 가지고 있다 판단했다.

한편 [23]은 SW융합교육을 조절변인으로 포함시켜 초등학생을 대상으로 언플러그드 컴퓨팅교육의 효과에 대해 연구한 2019년까지의 연구논문 9편을 분석하였다. 32개의 효과크기를 이용해 연구결과를 산출한 결과 중 조절변수인 SW융합교육 실시 여부에 따른 효과크기를 분석한 결과에 따르면, SW융합교육의 효과크기가 일반 SW교육의 효과크기보다 상당한 차이로 크게 나타나는 동시에 통계적으로도 유의한 차이를 보였으므로, 다양한 타 교과 영역에서 SW교육과 교과과정을 연계한 SW융합교육을 활성화하는 것이 필요하다고 지적하였다.

이상과 같은 선행연구의 한계점과 시사점을 통해 본 연구는 초등학교 학습자를 대상으로 학년별, 소프트웨어 도구별로 구분하였으며, SW융합교육의 연구들을 조사 및 수집하여 29편의 논문을 대상으로 분석하여 60개의 효과크기를 이용해 메타분석을 통해 학습자들의

학습에 미치는 전체 효과크기의 산출과 다양한 학습영역에 따른 효과크기를 확인하여 어떠한 설계요인이 SW융합교육의 학습효과에 있어 더 긍정적인 효과를 가져 오는지에 관한 근거를 제시하고자 한다.

III. 연구방법

1. 분석대상

자료의 수집은 국내 초등학교 학습자를 대상으로 한 SW융합교육에 관한 메타분석을 실시하기 위해 교육부의 지침고시가 있었던 2015년도부터 2020년 4월까지 국내에서 발표된 학술지 게재논문 및 석·박사 학위논문을 국회전자도서관(<http://dl.nanet.go.kr>), 한국교육학술정보원(<http://www.riss.kr>)의 데이터베이스를 활용해 수집하였다. 주요 검색어로는 SW교육, 소프트웨어교육, SW융합교육, 소프트웨어융합교육, SW교육의 효과, 소프트웨어교육의 효과, SW수업, 소프트웨어수업, SW-STEAM, 소프트웨어융합 등을 키워드로 하였다.

자료의 선정은 다음의 기준에 근거하여 선정했다. 첫째, 연구대상은 국내 초등학교 학습자이며, 국외 학습자 또는 국내 유아, 중·고·대학생, 성인(교사 등)을 대상으로 한 연구는 제외하였다. 둘째, 연구의 설계방식은 실험연구 중 단일집단(사전-사후), 통제집단(사전-사후) 연구를 분석 대상으로 하였고 때문에 SW융합교육에 관한 문헌연구, 질적 연구 등은 분석자료 선정에서 제외하였다. 셋째, 메타분석을 진행하기 위해서는 효과크기를 구하기 위한 일련의 정보들이 제시되어 있어야 하므로 실험집단과 통제집단 모두 각각의 평균과 표준편차가 제시되어 있지 않은 연구들은 분석자료 선정에서 제외하였다. 넷째, 학위논문을 학술지에 게재한 경우 학위논문을 제외하고 학술지 논문을 분석하였다. 다섯째, 평균과 표준편차 등이 제시된 경우에만 포함시켰으며 인터뷰 등을 통해 효과를 평가한 경우나 단순히 만족도를 조사한 경우는 분석대상에서 제외했다.

이를 기준으로 한 논문 선정 과정을 간략하게 정리하면, 키워드를 통해 검색된 연구는 4280편이며, 그 중 초록과 제목을 중심으로 1차 선정된 연구는 208편이었

다. 학술지-학위논문 중복연구 6편, 연구대상이 적합하지 않은 연구 14편, 필요한 통계치 포함하지 않은 연구 90편, 연구 목적에 적합하지 않은 연구 64편을 제외한 결과 최종 메타분석 대상이 된 연구 수는 29편이었다.

2. 자료코딩

메타분석에서 분석 범주를 설정하는 방법에는 선행 연구나 이론적 배경에 따라 설정하는 방식, 연구자의 직관을 바탕으로 설정하는 방식, 연구결과에서 제시된 공통의 변수를 추출하여 범주화하는 방법 등이 있다 [25].

본 연구에서는 선행연구들의 연구결과에서 제시된 공통의 변수들을 바탕으로 연구자가 만든 코딩표와 코딩 메뉴얼을 통해 자료 코딩을 진행했다. 코딩표와 코딩 메뉴얼은 연구자 및 교육학박사 1명, 박사과정 재학생 1명, 석사 2명의 자문을 얻어 만들었으며, 충분한 협의의 통해 코딩의 범주화 문제들과 신뢰성 문제를 해결하였다. 최종적으로 분석을 실시하게 된 29편의 연구들에 대해 메타분석에 적합한 정보들로 코딩항목을 연구의 특성, 연구내용 관련정보, 연구 설계와 관련된 정보, 효과크기의 계산과 관련된 정보로 선정하여 이를 바탕으로 분석을 진행했다.

2. 자료 분석방법

본 연구에서는 각각의 효과크기가 동일한 모집단의 효과크기를 추정하고 있는지에 대해 알아보기 위해 동질성 검사를 시행하였으며, 조절변수들이 모두 범주형 변수에만 존재하여 메타 ANOVA를 실시했다. 메타 ANOVA를 통해서 해당 변인의 하위집단들의 효과크기 차이 여부를 검증하고 해당 변인의 효과크기의 이질성에 대한 영향을 확인할 수 있었다.

본 연구의 경우 각 연구의 대상, 개입방법, 연구의 환경, 연구기간 등이 서로 다르다는 점을 감안하여 모든 연구의 모집단 효과 크기의 이질성을 전제로 무선평형 모형을 채택하여 전체 효과크기를 산출했다. 또한 전체 효과크기를 계산할 때는 개별 연구들을 하나의 단위로 사용하고, 하위집단의 효과크기를 측정할 때에는 개별 연구들의 하위 효과크기를 하나의 단위로 사용해 분석했다.

IV. 연구결과

1. 출판편의 분석

본 연구의 분석 대상 전체 논문 29편, 개별 분석 단위 60개에 대해 실시한 Egger의 회귀 분석에 의하면 회귀 모형의 p value가 통계적으로 유의하므로($t=-2.88$, $df=58$, $p < .01$), 효과크기와 표준오차와의 관계가 없다는 귀무가설을 기각하게 되고, 이는 [그림 1]에서 비대칭과 출판편의가 존재함을 의미한다.

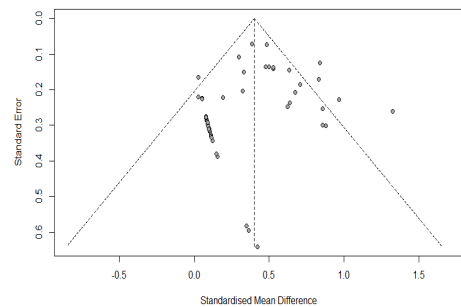


그림 1. Funnel Plot

이러한 출판편의를 보정하기 위해 [26]이 제시한 Trim-and-Fill 기법을 적용했다. 이러한 방법은 비대칭을 대칭으로 교정하여 출판편의로 인해 메타분석에 포함되지 못한 효과크기 사례들이 포함된 경우에 보정된 평균효과크기(Adjusted Value, 무선평형 가정)가 .45(95% CI: .38~.52)로 나타난다. 기존분석 결과인 관찰된 평균효과크기(Observed Value, 무선평형 가정)는 .35(95% CI: .28~.43)이다. 관찰된 평균효과크기와 보정된 평균효과크기를 비교하면 그 값이 증가했음을 알 수 있으며, 95% 신뢰구간에서 0을 포함하고 있지 않기 때문에 통계적으로 유의하게 나타났음을 알 수 있다. Trim-and-Fill 기법을 적용한 후의 Forest Plot은 [그림 2]와 같다.

이러한 결과는 본 연구가 출판편의 현상이 일부 존재하고 있긴 하나 전체 효과크기에 영향을 줄 정도는 아님을 확인할 수 있는 결과이며, 연구결과에 영향을 줄 가능성이 미미하기 때문에 본 연구의 효과크기는 비교적 안정적인 결과라고 판단할 수 있다.

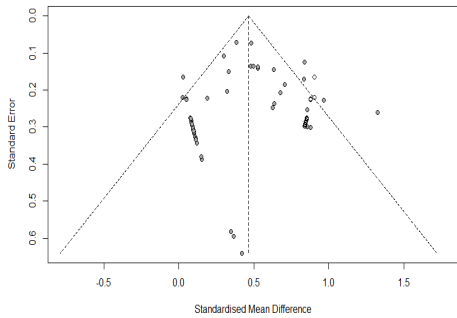


그림 2. Funnel Plot Trim-and-Fill

2. SW융합교육의 전체 평균 효과크기

본 연구는 총 29편의 논문을 대상으로 60개의 효과 크기가 나타났고, 독립성 가정 위반의 문제를 해결하기 위해 분석단위 이동 방법을 사용하였다.

무선효과모형으로 측정한 결과, 전체 효과크기는 .35로 나타났다.

표 1. 무선효과모형에 의한 효과크기 측정

변인	모형	K	ES (g)	95% CI		Q	df	p	I ²
				Lower	Upper				
SW 융합 교육	무선	60	.35	.28	.43	104.21	59	.00	43.4

주) K=효과크기 수; ES(g)=Effect size(Hedges' g); 95% CI= 95% 신뢰구간; Q= 관찰된 분포의 정도(분산); df= 동일 모집단효과 크기에 기초한 분산; I²= 총 분산 대비 실제 분산의 비율

전체효과크기에 대한 95% 신뢰구간이 .28~.43으로, 신뢰구간 내에 0이 포함되지 않았으므로 전체 효과크기는 통계적으로 유의하다고 할 수 있고[27], 본 연구의 평균효과크기를 해석하면, SW융합교육이 학습자들에게 미치는 효과가 중간정도의 효과크기를 갖는 것으로 볼 수 있다(ES≥ .20)[28]. [표 1]을 보면, 동질성 검증 결과를 보여주는 Q값이 104.21(p=.00)로 연구표본이 동질적이지 않음을 보여준다. 총 분산대비 연구간 분산의 비율을 보여주는 I²의 값은 43.4로 중간 정도의 이질성을 띠는 것으로 확인할 수 있다. 이와 같이 무선 효과모형에 근거한 메타분석의 분석대상이 된 29편의 연구물로부터 얻은 총 60개의 효과크기를 통해 계산한 SW융합교육의 전체 평균 효과크기는 .35이다.

이러한 결과를 그림을 통해 개별 연구의 효과크기와

신뢰구간 그리고 전체 평균효과크기, 신뢰구간 등을 살펴보면 [그림 3]과 같다. 본 연구의 경우 개별 연구들의 효과크기는 대부분 0에서 1.5사이에 분포한 것을 알 수 있으며, 소수의 연구가 음(-)의 값이 관찰되어 모든 경우에 있어 효과가 있지는 않았다.

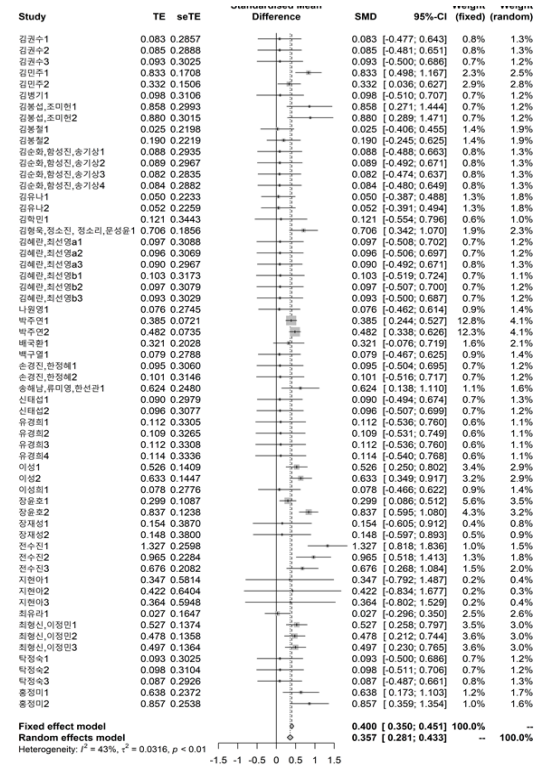


그림 3. Forest Plot

3. 종속변인에 미치는 평균효과크기

기존의 개별연구들에서 SW융합교육 효과의 차이를 가져오는 변인이 무엇인지 알아보기 위해 선행연구에서 포함하고 있는 주요 범주형 변인에 따라 효과크기를 분석하였으며, 전체 평균효과크기 분석에서 동질성 기각이 이루어져 무선효과분석을 이용해 세부적인 효과크기 값이 추출되었다.

표 2. 무선효과모형에 의한 효과크기 측정

효과 영역	K	ES (g)	95% CI		Q	df	p
			Lower	Upper			
정의적	27	.39	.26	.53	.62	1	.04
인지적	33	.33	.23	.42			

SW융합교육의 효과영역을 크게 인지적, 정의적 영역으로 구분하여 비교해본 결과, 정의적 영역과 인지적 영역 모두 95% 신뢰구간에서 0을 포함하고 있지 않기 때문에 SW융합교육이 정의적, 인지적 영역에 미치는 효과크기는 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, [표 2]와 같이 정의적 영역(.39), 인지적 영역(.33) 순으로 효과크기가 큰 것으로 나타났다.

4. SW융합교육 학습효과 하위영역 효과크기

[28]의 효과크기 분류에 의하면 인지적 영역의 하위 요인들은 창의성, 논리적 사고력, 컴퓨팅 사고력, 창의적 문제해결력, 융합적 사고력이 중간정도의 효과크기를 나타냈고, 학업성취도, 교과개념은 작은 효과크기를 나타냈다. 정의적 영역에서는 SW자기효능감이 큰 효과크기를, 창의적성향, 학습흥미도, 협업역량, 학습동기는 중간 정도의 효과크기를 나타냈고, 탐구능력에서는 작은 효과크기를 나타냈다.

표 3. 학습효과 하위영역별 평균 효과크기

학습 영역	K	ES (g)	95% CI		Q	df	p	
			Lower	Upper				
정의적	창의성	4	.58	.36	.79	16.59	12	.16
	논리적 사고력	4	.34	.11	.56			
	컴퓨팅 사고력	6	.30	.07	.52			
	창의적 문제해결력	7	.30	.09	.51			
	융합적 사고력	3	.26	-.07	.60			
	학업성취도	5	.15	-.12	.44			
	교과개념	3	.09	-.29	.48			
인지적	SW 자기효능감	3	.82	.45	1.18			
	창의적성향	3	.47	.12	.83			
	학습흥미도	10	.37	.17	.57			
	협업역량	3	.34	.01	.67			
	학습동기	6	.34	.08	.59			
	탐구능력	3	.11	-.31	.54			

5. 조절변인별 SW융합교육 평균 효과크기

5.1 출판유형

출판유형은 학술지와 학위논문으로 분류할 수 있다. 학술지에 게재된 연구는 .44의 중간효과크기를, 학위논문으로 발표된 연구도 .32로 중간효과크기를 나타냈

다. 학술지가 학위논문 보다 큰 효과크기를 보였으며, 메타 ANOVA를 실시한 결과 학술지에 게재된 연구와 학위논문으로 발표된 연구로부터 통계적으로 유의한 평균차이가 있었다(Q = 99.58, df = 58, p<.05). 따라서 출판유형에 따른 효과성이 집단별로 구분되었다.

5.2 출판년도

출판년도는 교육부 지침 고시가 있었던 2015년부터 2020년까지의 연구로 구분하였다. 출판년도의 효과크기는 2020년이 가장 컸으며, 2018년부터 연구된 비율이 점차 증가했다. 하위 집단별로 메타 ANOVA를 실시한 결과 출판년도는 통계적으로 유의한 평균차이가 나타났다(Q = 80.57, df = 54, p<.05). 따라서 출판년도에 따른 효과성이 집단별로 구분되었다.

5.3 학년

학년별 평균 효과크기에 유의한 차이가 있는지 알아보기 위해 3~4학년, 5~6학년, 혼합으로 집단을 구분하여 분석하였다. 그 결과 3~4학년(.53), 5~6학년(.34), 혼합(.09) 순으로 나타나 SW교육 필수 적용학년인 5~6학년에 비해 3~4학년에 더 효과크기가 크게 나타남을 알 수 있었다. 하위집단별로 메타 ANOVA를 실시한 결과 학년은 통계적으로 유의한 평균차이가 나타났다(Q = 84.06, df = 57, p<.05). 따라서 학년에 따른 효과성이 집단별로 구분되었다.

5.4 수업유형

수업유형에 따른 평균 효과크기에 유의한 차이가 있는지 알아보기 위해 교과와 비교과로 집단을 구분하여 분석하였다. 비교과는 동아리 활동이나 캠프 활동을 의미한다. 그 결과 비교과(.50), 교과(.37) 순으로 효과크기가 나타났으며, 하위집단별로 메타 ANOVA를 실시한 결과 수업유형은 통계적으로 유의한 평균차이가 나타났다(Q = 100.25, df = 58, p<.05). 따라서 수업유형에 따른 효과성이 집단별로 구분되었다.

5.5 중심융합교과

SW융합교육은 소프트웨어에 관한 기초적인 지식을 쌓는 교육이 아닌 소프트웨어와 하나 이상의 교과가 융

함되어 교육이 이루어지는 융합교육이다. 본 연구에서는 한 프로젝트에서 소프트웨어와 융합되는 하나 이상의 교과들 중 중심으로 융합되고 있는 교과에 따른 평균 효과크기에 유의한 차이가 있는지를 분석하였다. 그 결과 국어(.52), 수학(.44), 사회(.40), 과학(.34), 미술(.34), 도덕(.02) 순으로 나타났으며 도덕을 제외한 교과에서 모두 중간효과크기를 보였다. 하위 집단별로 메타 ANOVA를 실시한 결과, 통계적으로 유의한 평균 차이가 있었다($Q = 93.28, df = 54, p < .05$). 따라서 중심융합교과에 따른 효과성이 집단별로 구분되었다.

5.6 처치 횟수(수업차시)

SW융합교육의 처치 횟수(수업차시)에 따른 효과크기를 살펴보면 16차시 초과(.52), 8차시 이하(.40), 8차시 초과(.39), 24차시 초과(.37) 순으로 효과크기가 큰 것으로 나타났다. 즉 16차시 초과로 진행했을 때가 가장 높은 효과크기를 나타냈고, 24차시 초과로 진행했을 때 가장 낮은 평균효과크기가 나타났다. 하위집단별로 메타 ANOVA를 실시한 결과 통계적으로 유의한 평균 차이가 있었다($Q = 102.90, df = 56, p < .05$). 따라서 처치 횟수(수업차시)에 따른 효과성이 집단별로 구분되었다.

5.7 소프트웨어 교육 도구 유형

SW융합교육에 있어 다양한 교과에 어떤 소프트웨어를 사용했는지를 의미하며, 스크래치, 엔트리와 같은 블록코딩, 아두이노, 초코파이보드처럼 전자부속이나 다양한 센서를 연결하여 활용할 수 있는 피지컬 컴퓨팅(확장형), 목적에 따라 교구를 조립하여 활용이 가능한 피지컬 컴퓨팅(완성형), 언플러그드 교육, VR로 집단을 구분하여 분석하였다. 그 결과 피지컬 컴퓨팅 완성형(.52), 블록코딩(.35), 피지컬 컴퓨팅 확장형(.32)은 중간정도의 효과크기를 보였고, 언플러그드(.09)와 VR(.08)은 작은 효과크기를 나타냈다. 하위집단별로 메타 ANOVA를 실시한 결과 통계적으로 유의한 평균 차이가 있었다($Q = 82.16, df = 55, p < .05$). 따라서 소프트웨어 도구에 따른 효과성이 집단별로 구분되었다. 이상과 같이 각 조절 변인에 따른 SW융합교육의 평균 효과크기를 정리하면 아래의 [표 4]와 같다.

표 4. 전체 조절변인별 효과크기

변인	하위 영역	K	ES (g)	95% CI		Q	df	p
				Lower	Upper			
출판 유형	학술지	23	.45	.36	.55	102.17	58	.00
	학위논문	37	.37	.31	.43			
출판년도	2020	16	.47	.36	.57	80.57	54	.01
	2017	5	.45	.25	.64			
	2015	10	.44	.36	.52			
	2018	11	.43	.29	.56			
	2019	15	.090	-.05	.24			
	2016	3	.09	-.16	.36			
학년	3-4학년	19	.53	.44	.61	84.06	57	.01
	5-6학년	35	.34	.27	.41			
	혼합	6	.09	-.11	.30			
수업 유형	비교과	8	.50	.39	.61	100.25	58	.00
	교과	52	.37	.31	.43			
중심 융합 교과	국어	13	.52	.40	.64	93.28	54	.00
	수학	7	.44	.28	.59			
	사회	10	.40	.31	.49			
	과학	25	.34	.26	.43			
	미술	4	.34	.09	.59			
	도덕	1	.02	-.29	.35			
처치 횟수	16차시 초과	6	.52	.29	.76	102.90	56	.00
	8차시 이하	17	.40	.30	.50			
	8차시 초과	33	.39	.32	.45			
	24차시 초과	4	.37	.12	.62			
SW 교육 도구 유형	피지컬 컴퓨팅 (완성형)	20	.52	.44	.61	82.16	55	.01
	블록코딩	24	.35	.28	.42			
	피지컬 컴퓨팅 (확장형)	6	.32	.10	.54			
	언플러그드	4	.09	-.20	.38			
	VR	6	.08	-.14	.32			

V. 결론

본 연구는 SW융합교육의 학습 효과에 대해 체계적이고 종합적으로 분석하기 위해 29편의 연구에서 산출된 60개의 효과크기를 통해 SW융합교육의 전체 평균효과크기, SW융합교육이 종속변인에 미치는 평균효과크기, 조절변인에 따른 SW융합교육의 평균 효과크기에 대한 메타분석을 실시했다.

1. 결론 및 논의

첫째, 무선효과모형으로 29편에서 추출된 60개의 효과크기를 분석한 결과 SW융합교육의 전체 효과크기는 .35로 나타났다. 선행연구에서도 전체효과크기가 .314로 나타났으며[24], 이는 [28]의 분석기준에 의하면 중간 정도의 효과크기를 나타내고 있음을 알 수 있다($ES \geq .20$). 따라서 SW융합교육을 적극적으로 활용하여 학습자들의 학습효과를 증진시킬 필요가 있을 것으로 사료된다.

둘째, SW융합교육이 종속변인에 미치는 평균 효과크기 값에 비추어 인지적, 정의적 영역 모두에서 SW융합교육이 효과적임을 확인할 수 있었고, 구체적으로 하위 요인별로 SW융합교육이 종속 변인에 미치는 평균효과크기를 살펴보면, 인지적 영역에서는 창의성, 논리적 사고력, 컴퓨팅 사고력, 창의적 문제해결력 영역에서 효과적임을 알 수 있었으며 정의적 영역에서는 SW 자기효능감, 창의적 성향, 학습흥미도, 협업역량, 학습동기영역에서 효과적임을 알 수 있었다. 이는 학습동기, 학습흥미도를 포함한 정의적 영역에서 SW교육이 주요했다고 분석한 선행연구[29-32]와 맥을 같이 한다.

특히 정의적 영역에서 SW 자기효능감이 매우 높은 효과크기(.82)가 나타났다는 점을 비추어 보건대, SW융합교육이 학습자의 참여를 증가시켜 학습자의 자신감을 높여 보다 효율적인 학습이 이루어질 수 있게 하는 교육 방법이라는 점을 알 수 있다. 또한 이러한 분석 결과는 학습자들로 하여금 SW융합교육 프로그램 자체에 대한 흥미를 불러일으킬 수 있는 교과와 SW와의 융합 및 프로젝트적인 교수 설계가 있을 때 비로소 학습자의 학습 효과가 극대화됨을 시사한다. 이에 교수 현장의 교수자들은 연령, 학년과 같은 특성 뿐 아니라 성별, SW융합교육 참여 유무, 해당 과목에 대한 흥미도 등과 같은 개인별 특성을 미리 파악하여 SW융합교육 프로그램을 설계하는 것이 높은 SW자기효능감을 토대로 학습효과를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

셋째, SW융합교육의 조절변인에 따른 평균 효과크기의 차이를 세부적으로 살펴보면, 출판년도의 경우 2018년도부터 연구의 수가 꾸준하게 증가함을 알 수 있었다. 이는 교육부에서 초등학교 5-6학년 학생들에게 2019년부터 SW교육을 필수적으로 17시간 이수를 하도록 2015 개정 교육과정을 시행하였고, 그 준비 과정

에서 2018년부터 실험 연구들이 기존에 비해 다량 보고되어 그 연구 비중이 높게 나타나기 시작했다고 판단된다.

한편 선행연구에서는 교과, 비교과와 같은 수업유형에 있어 정규수업시간에 SW교육이 이루어진 경우가 보다 큰 효과크기를 가진다고 보고하였으나[19], 본 연구의 분석 결과로는 정규수업시간 외에서 SW융합교육 수업이 이루어 졌을 때 효과크기가 더 크게 나타났다는 점에서 체험학습의 외연을 다기화 하는 방향도 충분히 강구 될 수 있을 것으로 기대된다. 다만 비교과 SW융합교육이 이루어진 사례수가 8개로 교과에 비해 상대적으로 적었다는 점을 감안하여 추가적인 후속연구가 필요할 것으로 보인다.

SW융합교육에 적용한 소프트웨어 교육 도구의 유형이 학습효과에 미치는 효과크기를 분석한 결과, 피지컬 컴퓨팅 완성형이 가장 높은 효과크기를 보였다. SW교육에 관한 선행연구에서는 소프트웨어 교육 도구 또는 그 유형 간에 있어서 통계적으로 유의한 차이가 나지 않았다고 밝혔으나[18][20][24], 이는 스크래치, 엔트리와 같은 EPL에 한정하여 효과크기를 분석하였기 때문에 본 연구와 차이가 발생한 것으로 보인다.

실시 횟수(수업차시)에 있어서는 16차시 초과(17차시-24차시) 실시했을 때 가장 큰 효과크기를 보였으며, 24차시 초과 실시했을 때 가장 낮은 효과크기를 보였다. 이는 [20]에서 16-20차시 수업을 실시한 하위 집단이 가장 큰 효과크기를 보였고, 25차시 이상을 실시한 하위집단이 상대적으로 가장 작은 효과크기를 보였다고 분석한 값과 유사한 양상을 보였다. 이에 비추어 보건대, SW융합교육의 수업차시를 과도하게 장기로 운영하는 것은 지양될 필요가 있을 것으로 보이며, 장기로 운영 시에 여러 방면에서 주의를 기울여 수업을 설계해야 함을 알 수 있다.

초등학교 3-4학년, 5-6학년, 혼합(초등3-6 포괄)유형으로 학년별 효과크기를 비교 분석한 결과, 그 효과크기에 미치는 영향력이 높은 조절변인은 3-4학년(.53), 5-6학년(.34), 혼합(.09) 순으로 나타났다. 분석 대상 가운데 5-6학년을 연구한 사례 수가 가장 많았던 것은 5-6학년부터 필수적으로 SW교육을 시행하도록 교육과정이 개정된 것이 주요한 원인일 것으로 보인다.

대부분의 선행연구들이 학교급 간의 비교 결과를 제시하고 있는데 반해 본 연구는 초등학교 내에서 SW교육이 필수 시행되고 있는 학년(5-6학년)과 필수가 아닌 학년(3-4학년)을 비교한 것에 의의가 있다. 결과적으로 사례는 5-6학년이 훨씬 많았으나 오히려 3-4학년의 경우 SW융합교육이 학습효과에 미치는 효과크기가 더 크게 나타났다. 이러한 결과는 선행연구[19]에서 SW교육을 실시한 결과 초등학교 저학년이 고학년보다 더 큰 학습효과를 보였다고 분석한 것과 맥락을 같이 한다. 이러한 분석결과는 입학초기 단계에서 기초역량을 튼튼하게 갖추어야 하기 때문에 SW융합교육의 참여 대상을 저학년, 중학년 전반으로 확산시켜 설계해볼 필요가 있다고 제안하는 바이다. 이러한 설계는 SW의무교육 학년이 아닌 초등 학습자들에 대한 SW융합교육의 기회를 넓히는 것에 있어 매우 유의할 것으로 기대해볼 수 있을 것이라 사료된다.

마지막으로 중심융합교과에 있어서는 과학 교과가 중심이 된 경우가 25편으로 가장 많은 사례가 있었으나, 그 효과크기의 순서는 국어, 수학, 사회, 과학, 미술, 도덕으로 나타났다. 기존의 선행연구[24]에서는 중심융합교과가 주로 수학 또는 과학교과였으나, 결과적으로 과목에 따른 분석 값이 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다고 보고했다. 반면 본 연구에서는 과학 교과에 가장 많이 적용된 점은 선행연구와 일치하나, 국어교과에서 가장 효과크기가 컸으며, 과목별 분석 값이 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 학습효과에 미치는 영향에 있어서 국어, 사회 등의 교과를 중심으로 하여 SW융합교육 수업을 진행하는 것이 학습 효과를 과학교과보다 높일 수 있는 가능성이 있음을 밝혔다. 이러한 해석은 컴퓨팅 사고력을 향상시키기 위해 컴퓨터 과학교과가 아닌 타 교과에서도 충분히 학습이 이루어질 수 있다는 선행연구[33][34]와도 그 맥락을 같이 한다.

이러한 분석 결과를 바탕으로 중심융합교과에 있어 수학·과학 등에 국한할 것이 아니라 국어, 사회, 미술 등의 과목을 중심교과로 하여 수업을 설계해보는 시도를 해 볼 것을 제안하는 바이다. 특히 국어의 경우 과학, 수학교과에 비해 더 큰 효과크기를 보였다는 점에서 유아·초등 저학년을 대상으로 한 기초적인 한글 학

습 뿐 아니라 나아가 초등학교 고학년·중·고등학생 등을 대상으로 한 언어 논리 영역에 대한 SW융합교육 프로그램의 교수 설계 등에 있어서도 적극 활용한다면 학습자들에게 좋은 효과를 가져 올 것이라 본다. 아울러 급증하고 있는 다문화 가족의 자녀들이 초·중등에 재학 중인 경우가 적지 않음을 고려하건대, 국어를 중심으로 한 SW융합교육 프로그램의 설계가 확충된다면 그 기대 효과의 사회적 효용 또한 다른 교과에 비해 보다 클 것으로 예측해볼 수 있음을 시사한다.

2. 후속연구를 위한 제언

첫째, 2015 개정 교육과정¹⁾이 실험적으로 적용되기 시작한 2015년 이후부터 점차 연구들이 등장해 2018년부터 본격적인 실험 연구들이 등장했기에 분석 대상의 수가 많지 않은 점은 본 연구의 한계점이라 할 수 있다. 향후 연구에서는 2015 개정 교육과정²⁾ 실시 이후 2022 개정 교육과정 이전의 시기까지, 혹은 2022 개정 교육과정 이후의 연구까지도 포함하여 비교·분석한다면 보다 더 일반화 가능한 함의를 도출할 수 있을 것으로 보인다.

둘째, 본 연구는 초등학생을 대상으로 이루어진 실험 연구를 중심으로 분석하여 유아·중학교·고등학교 대상 연구 뿐 아니라 보다 자유롭고 간학제적인 교육·연구 프로그램에 대한 실험이 가능한 대학생을 대상으로도 메타분석 연구가 이루어진다면 새로운 차원의 시사점을 제시할 수 있을 것이라 사료된다.

셋째, SW융합교육은 앞서 상술한 바와 같이 조절변인들에 따라 효과크기에 차이를 보이기 때문에, 교수자가 수업을 설계할 때 다양한 학습변인들을 고려하여 프로젝트를 진행한다면 학습자들에게 더 큰 효과를 미칠 수 있을 것이라 판단한다. 따라서 교육계에서는 교육 소프트웨어에 대한 연구 개발과 교원연수 등을 통한 지속적인 SW교수역량 개발의 기회를 제공해야 할 것이다.

* 이 논문은 제1저자의 학위논문을 수정, 보완하여 작성한 것이다.

참고 문헌

- [1] 미래창조과학부, *SW 중심사회를 위한 인재양성 추진 계획*, 미래창조과학부, 2015.
- [2] 유정근, *코딩을 융합한 초등학교 사각형 개념 지도 프로그램 개발*, 경인교육대학교, 석사학위논문, 2020.
- [3] 김유나, *미디어 아트를 활용한 SW 융합 미술수업이 초등학생의 융합인재소양과 창의적 문제해결력에 미치는 영향*, 한국교원대학교, 석사학위논문, 2020.
- [4] 박주연, 강명희, “초등스프레드 프로그래밍 수업에서 규명된 학습자 특성, 학습물입, 사고력간의 구조적 관계,” *초등교육연구*, 제28권, 제4호, pp.145-170, 2015.
- [5] 신태섭, *스프레드를 활용한 초등과학 교수학습 프로그램 개발 및 적용*, 경인교육대학교, 석사학위논문, 2018.
- [6] 유경희, *아두이노를 활용한 초등학교 6학년 과학계절의 변화 단원 프로그램 개발 및 적용*, 경인교육대학교, 석사학위논문, 2019.
- [7] <http://www.breaknews.com/740687>
- [8] <https://www.news1.kr/articles/?3859806>
- [9] 양창모, “메타 분석을 이용한 로봇교육과 프로그래밍 교육의 효과 비교,” *정보교육학회 논문지*, 제18권, 제3호, pp.413-422, 2014.
- [10] J. H. Littell, J. Corcoran, and V. Pillai, *Systematic reviews and meta-analysis*, New York: Oxford University Press, 2008.
- [11] 교육부, *소프트웨어 교육 운영 지침*, 교육부, 2015.
- [12] 교육부, *우수사례와 노하우로 소프트웨어 교육 필수화 뒷받침*, 교육부, 2019.
- [13] 박성익, 임철일, 이재경, 최정임, *교육방법의 교육공학 적 이해[제 5판]*, 교육과학사, 2015.
- [14] 김봉섭, 조미현, “로봇기반 교과연계 SW교육프로그램 개발 및 적용,” *정보교육학회 논문지*, 제24권, 제1호, pp.87-98, 2020.
- [15] 김권수, *VR 콘텐츠를 활용한 초등국어 프로그램 개발 및 적용*, 진주교육대학교, 석사학위논문, 2019.
- [16] 김혜란, 최선영, “초등과학 수업에서 오조봇 코딩을 활용한 SW융합교육프로그램의 개발과 적용,” *초등과학교육연구*, 제38권, 제2호, pp.234-243, 2019.
- [17] 송영호, *천체관측 소프트웨어를 활용한 비계설정이 초등학생의 과학 학습동기와 학업성취도에 미치는 영향*, 부산교육대학교, 석사학위논문, 2018.
- [18] 김동만, 이태욱, “소프트웨어 교육에 컴퓨터 사고력에 미치는 효과에 대한 메타분석,” *한국컴퓨터정보학회 논문지*, 제23권, 제11호, pp.239-246, 2018.
- [19] 배윤희, 나청수, “언플러그드 활동의 학습효과에 대한 메타분석,” *교육정보미디어연구*, 제25권, 제1호, pp.121-150, 2019.
- [20] 양창모, “교육용 프로그래밍 언어를 사용한 프로그래밍 교육의 효과에 관한 메타분석,” *정보교육학회 논문지*, 제18권, 제2호, pp.317-324, 2014.
- [21] 이은경, “초·중등학교 피지컬 컴퓨팅 교육 연구의 메타 종합 분석,” *컴퓨터교육학회 논문지*, 제22권, 제5호, pp.1-9, 2019.
- [22] 진영학, 김영식, “교육용프로그래밍언어의 효과에 관한 메타분석,” *컴퓨터교육학회 논문지*, 제14권, 제3호, pp.25-36, 2011.
- [23] 이철현, “초등학생 대상 언플러그드 컴퓨팅 교육 효과의 메타분석,” *경인교육대학교 교육연구원 교육논총*, 제39권, 제4호, pp.287-307, 2019.
- [24] 나청수, 주현, 이진주, 김동식, “컴퓨팅 사고력 향상을 위한 국내 SW교육에 대한 메타분석,” *교육공학연구*, 제34권, 제3호, pp.775-815, 2018.
- [25] R. A. Guzzo, S. E. Jackson, and R. A. Katzell, “Meta analysis,” *Research in organizational behavior*, Vol.9. pp.407-442, 1987.
- [26] S. J. Duval and R. A. Tweedie, “non-parametric 'trim and fill' method of accounting for publication bias in meta-analysis,” *Journal of the American Statistical Association*, Vol.95, pp.89-98, 2000.
- [27] 황성동, *R을 이용한 메타분석*, 학지사, 2015.
- [28] J. Cohen, *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.), Hillsdale, 1988.
- [29] 나훈희, *탐구형 앱이 공간감각과 수학적 태도에 미치는 효과*, 서울교육대학교, 석사학위논문, 2015.
- [30] 송영호, *천체관측 소프트웨어를 활용한 비계설정이 초등학생의 과학 학습동기와 학업성취도에 미치는 영향*, 부산교육대학교, 석사학위논문, 2018.
- [31] 전필선, *GSP를 활용한 수학 학습이 학업성취도 및 학습태도에 미치는 효과*, 동국대학교, 석사학위논문, 2016.
- [32] 탁정숙, 유미현, “가상현실 제작 플랫폼 활용 창의융합수업이 창의적 문제해결력, 21세기 학습자 역량 및 사회과 학습흥미에 미치는 효과,” *실과교육연구*, 제24

권, 제4호, pp.73-101, 2018.

- [33] ACM K-12 Taskforce, *A model curriculum for K-12 computer science final report of the ACM K-12 task force curriculum committee*, New York: CSTA. 2003.
- [34] A. Bundy, "Computational thinking is pervasive," *Journal of Scientific and Practical Computing*, Vol.I, No.2, pp.67-69, 2007.

저자 소개

배 윤 주(Yoonju Bae)

정회원



- 2018년 2월 : 동덕여자대학교 회화과 학사
- 2018년 3월 ~ 2020년 8월 : 이화여자대학교 교육공학과 석사
- 2020년 9월 ~ 현재 : 이화여자대학교 교육공학과 박사과정

〈관심분야〉 : 스마트러닝, 테크놀로지기반 학습설계

이 정 민(Jeongmin Lee)

정회원



- 2001년 : 이화여자대학교 교육공학과 학사
- 2003년 : 이화여자대학교 교육공학과 석사
- 2009년 : 플로리다주립대 교육측정 및 통계 석사 & 교육심리 및 교육공학박사(복수학위)

- 2009년 : 퍼듀대학교 연구원
- 현재 : 이화여자대학교 교육공학과 부교수

〈관심분야〉 : 창의성교육, SW교육, 테크놀로지기반학습설계