

학습 활동 주제별 프로그래밍 교육 효과 메타분석

전성균[†] · 이영준^{††}

요 약

교육용 프로그래밍 언어의 도입은 다양한 학습활동을 전개할 수 있도록 교육환경을 변화시켰다. 이러한 학습 활동들이 프로그래밍 학습에 어느 정도 효과가 있는지 분석할 필요가 있다. 이를 위해 8가지 주요 학습 활동 주제별로 메타 분석 하였다. 연구 대상은 1993년부터 2015년까지 논문지에 게재된 프로그래밍 교육 논문이다. 분석 기준에 부합하는 총 44편의 논문에서 추출한 77개의 연구 자료를 선정했다. 본 연구의 주요결과를 살펴보면, 인지적 영역과 정의적 영역에서 .595와 .594로 중간 수준의 효과 크기를 나타냈다. 인지적 영역에서는 학습 주제별 유의한 차이는 없으나 수리, 시뮬레이션, 애니메이션 영역에서 중간 수준의 효과크기로 비교적 일관된 결과를 나타냈다. 정의적 영역에서는 학습 주제별 효과크기는 유의한 차이는 없지만, 개별 연구 간에 그리고 학습 주제 간에 동질성이 높게 나타났다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 시사점을 제시하였다. 첫째, 학습자들은 다양한 학습 활동 주제에 따라 학습하는 것이 바람직하다. 둘째, 교수자들은 시뮬레이션, 애니메이션, 수리 활동에 주목할 필요가 있다. 셋째, 연구자들은 효과적인 학습을 위해 다른 요인을 찾아보는 연구가 필요하다.

주제어 : 프로그래밍 교육, 메타 분석, 학습활동

A meta analysis of programming education effects according to learning activity themes

SeongKyun Jeon[†] · YoungJun Lee^{††}

ABSTRACT

The introduction of educational programming language has changed programming learning environment to learn programming through various learning activities. We need to analyze how effective these learning activities could be in programming learning. We performed a meta analysis of the programming learning effects according to 8 types of learning activities. The 44 studies were collected from 1993 to 2015 for the meta analysis. The study data of 77 were extracted among 44 studies through several steps. The major results were as follows. The effect size of cognitive domain was shown to be mid-level with .595 and the effect size of affective domain was shown to be mid-level with .594. We analysed according to learning activities. The effect size were no significant difference between learning activities in the cognitive domain. But simulation, animation and mathematical activities was shown to be more consistent results and mid-level effect size. Although the effect size were no significant difference, the homogeneity was shown to be high in the affective domain. The implications were suggested from research findings. First, it is desirable that learners learn programming according to various learning activity themes. Second, instructors should pay attention to simulation, animation and mathematics activities. Third, researchers need research to find another factors for effective learning.

Keywords : Programming Education, Meta Analysis, Learning Activities.

[†] 정 회 원: 용천초등학교 교사
^{††} 종신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)
 논문접수: 2015년 12월 4일, 심사완료: 2016년 2월 1일, 게재확정: 2016년 3월 26일

1. 서론

프로그래밍 교육은 학생들이 스스로 학습의 주체가 되어 주어진 과제를 분석하고, 해결 방법을 탐색하며, 실행하는 과정에서 발생하는 오류를 수정해가는 경험을 통해 문제해결력, 논리적 사고력 등의 고차원적인 사고 능력을 배양할 수 있다[1]. 그러나 초보 학습자들에게는 프로그래밍 학습이 어려운 영역으로 인식되었다. 프로그래밍 학습시 학습자들에게 나타나는 대부분의 오류는 단순한 문법적 오류이고[2], 이를 해결하는 과정에서 학습자들에게 인지적 부담이 가중된다[3]. 이러한 문제를 해결하기 위해 교육용 프로그래밍 언어가 도입되었다. 특히 블록 기반 비주얼 프로그래밍 도구는 블록을 드래그 하면서 프로그래밍 할 수 있다. 블록은 색상별로 범주화 되어 있고, 그 모양에 따라서 결합 여부가 직관적으로 판단할 수 있기 때문에 문법적 오류로 인한 인지적 부담을 줄일 수 있다. 과거에는 주로 수리 문제 해결 및 선 그리기와 같이 학생들의 흥미와 관심을 끌지 못하는 학습 활동이 주로 이루어졌다[4]. 반면 최근에는 스크래치, 앨리스, 코듀, 앱 인벤터와 같은 다양한 교육용 프로그래밍 언어로 애니메이션, 게임, 시뮬레이션, 프로젝트 등의 다양한 학습 활동이 가능하다[5][6][7].

즉, 교육용 프로그래밍 언어의 개발 및 보급은 프로그래밍 교육 환경에 변화를 주었다. 기존의 텍스트 기반 도구에서 주로 활용하던 수리, 도형 그리기와 같은 형태의 학습 활동 뿐만 아니라, 학생들의 흥미와 학습 양식을 반영하여 애니메이션, 게임, 시뮬레이션, 프로젝트 등의 다양한 학습 활동이 가능하게 하였다. 많은 학생들이 프로그래밍 교육에 즐겁게 참여할 수 있는 환경을 제시하였다[4].

본 연구에서는 이러한 다양한 학습 활동이 실제 프로그래밍 교육에 어떤 영향을 미쳤는지 비교 분석하고자 한다. 그 동안 축적된 프로그래밍 교육 연구를 종합적으로 메타 분석하여 프로그래밍 교육을 위한 효과적인 교수·학습 방법을 위한 시사점을 제시하고자 한다. 이와 같은 연구 목적을 달성하기 위해 본 연구에서는 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

연구 문제1. 프로그래밍 교육이 인지적, 정의적 영역에 미치는 전체 평균 효과 크기는 어느 정도인가?

연구문제 2. 프로그래밍 교육이 학습활동에 따라 인지적, 정의적 영역에 미치는 각각의 효과 크기는 어느 정도이며 학습 활동 주제 간에 효과 차이가 있는가?

2. 선행 연구

프로그래밍 교육 연구가 활발히 이루어지면서 메타 분석 연구가 최근 몇 차례 시도 되었다.

진영학(2011)은 2000년부터 2010년 까지 스크래치, 스킵, 앨리스, 로고, 두리틀 등의 교육용 프로그래밍 언어를 활용한 논문 31편에서 45개의 연구 자료를 대상으로 메타분석 하였다. 전체 평균 효과 크기는 1.01로 매우 높게 나타났다. 학령별로는 초·중학생이 각각 1.04, 1.13으로 큰 효과 크기를 보이고 고등학생이 .59로 중간 정도의 효과 크기를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 교육용프로그래밍언어 종류별 분석에서는 로고, 스킵, 스크래치가 매우 큰 효과 크기(1.0 이상)를 보였고 나머지 앨리스, 두리틀도 큰 효과크기(0.8 이상)를 보이고 있다. 종속변인별로 분석한 결과 창의성, 문제해결력, 논리적 사고가 학습 동기보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 이를 바탕으로 프로그래밍 교육이 정의적 영역보다 인지적 영역에 더 적절하다고 해석하였다[8].

양창모(2014)는 1988년부터 2014년까지 70편의 논문 중에서 101개의 연구 자료를 대상으로 메타 분석 하였다. 분석결과 인지적 영역과 정의적 영역의 평균효과 크기는 각각 .632, .666 이었다. 교육 처치 기간과 효과 크기의 상관관계를 분석한 결과 상관계수 $r=-0.191$ 로 상관관계가 없는 것으로 판단했다. 사용 언어별 평균 효과 크기는 스킵과 두리틀의 평균 효과 크기가 높고, 로고, 스크래치, 앨리스의 경우 보통의 효과를 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다[9].

진영학(2011)의 연구에서는 로고, 스킵, 스크래치가 가장 높은 효과 크기를 보였지만 양창모(2014)는 스킵과 두리틀의 효과 크기가 높게 나타

났다. 즉 선행 연구에서 프로그래밍 언어별 효과 크기 비교는 일관된 결과를 보여주지 못하고 있다. 교육용 프로그래밍 언어들이 유사한 특성을 가지고 있어서 학습효과에 미치는 영향이 비슷하게 나타나는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 다른 관점에서 메타분석을 시도할 필요가 있다.

교육용 프로그래밍 언어는 문법을 익히는데 과도한 인지적 부담을 줄여서 초보 학습자들의 진입 장벽을 낮춰줬다. 학습자들이 보다 자유롭게 학습할 수 있는 환경을 제시하는 방향으로 발전해 왔다[2]. 교수자에게는 보다 다양한 학습 환경을 설계할 수 있는 환경이 주어졌다. 즉, 프로그래밍 언어가 보다 쉽게 익힐 수 있게 됨으로써, 교수자의 교육학적 지식과 교수학습 지식을 활용하여 보다 효과적인 학습 프로그램을 설계할 수 있다. 그에 따라 프로그래밍 교수 학습에서 교수자들에게 보다 많은 역할과 책임을 기대하게 된다. 따라서 교수자는 교육용 프로그래밍 언어의 특징을 파악하고 그에 따라 적절한 교수학습을 설계할 수 있어야 한다.

스크래치를 개발한 Resnick(2009)은 학습자들의 흥미와 관계없이 기하학적 도형 그리기 혹은 수리적인 문제를 해결하는 학습이 주를 이루는 기존의 프로그래밍 교육 방식을 개선하고자했다. 이를 위해 다양한 연령, 흥미와 배경을 지닌 사람들이 게임, 애니메이션, 시뮬레이션, 프로젝트 등을 창의적으로 만들고 다른 사람들과 공유할 수 있는 프로그래밍 학습 환경을 추구했다[4]. 실제로 2000년 이전의 국내 연구에서는 주로 수학의 기하학적 도형을 그리기 위한 학습 활동, 간단한 수리 문제 해결 활동이 주를 이루었다[10][11][12]. 2000년대 이후부터 학생들이 보다 쉽게 학습할 수 있는 환경이 제공되면서 게임, 애니메이션, 시뮬레이션, 프로젝트뿐만 아니라 알고리즘을 구현해보는 활동 등으로 다양하게 이루어졌다. 따라서 이러한 학습 활동 주제별로 효과를 분석하는 것은 변화하는 프로그래밍 교육 환경을 보다 정확히 바라볼 수 있고, 교수자들에게 보다 효과적인 프로그래밍 교육을 위한 시사점을 제시할 수 있다.

3. 연구 방법

3.1 자료 수집 및 선정

본 연구에서 사용할 자료를 수집하기 위해 학술연구정보서비스를 이용하여 한국연구재단의 등재지를 대상으로 논문을 수집하였다. 검색에 사용한 키워드는 ‘프로그래밍 교육’이다. 키워드로 검색하여 수집한 국내 논문은 447편이었다. 메타 분석을 위해 효과 크기를 산출하는데 필요한 통계값(평균, 표준편차, 사례 수)이 있어야 한다. 이를 만족하는 논문 80편을 선정하였다. 로봇을 활용한 연구 자료는 배제한다. 최종적으로 44편의 논문에서 77개의 연구 자료를 선정하였다.

3.2 자료 분석

44편의 논문에서 추출한 77개의 연구 자료는 종속 변인에 따라 인지적 영역 55개, 정의적 영역 22개로 나뉜다. 인지적 영역에는 문제해결력, 논리적 사고력, 학업성취도, 프로그래밍 성취도, 창의성 등이 있고, 정의적 영역에는 학습동기, 자기효능감, 몰입, 학습태도, 학습 만족도 등이 있다.

본 연구에서 조절변수로 활용하는 학습 활동 주제는 분석 대상 연구에서 실제 프로그래밍 교육 활동의 학습 지도안 혹은 지도 계획을 분석하여 수리, 게임, 그리기, 시뮬레이션, 알고리즘, 프로젝트, 애니메이션, 복합 등 총 8가지범주로 분류하였고, 그 내용은 <표 1>와 같다.

<표 1> 학습 활동 주제별 주요 내용

학습 주제	주요 내용
수리	간단한 수리 문제 해결하기
게임	재밌는 게임 만들기
그리기	간단한 도형 그리기
시뮬레이션	과학 원리를 시뮬레이션으로 표현하기
알고리즘	알고리즘 개념을 적용하여 프로그래밍하기
프로젝트	학습자가 원하는 프로그램 만들기
애니메이션	애니메이션 만들기
복합	학습 주제가 2가지 이상 혼합된 경우

학습 활동 주제별 연구자료 현황은 <표 2>와 같다.

<표 2> 학습 활동 주제별 연구자료

학습주제	인지적 영역	정의적 영역	소계
수리	15	6	21
게임	7	2	9
그리기	5	1	6
시뮬레이션	2	.	2
알고리즘	5	3	8
프로젝트	5	1	6
애니메이션	5	5	10
복합	11	4	15
총합	55	22	77

3.3 효과 크기 산출 및 통계 처리 방법

최종 선정된 44편의 논문에서 얻은 77개의 연구 자료는 CMA(Comprehensive Meta Analysis V2)프로그램을 이용하여 분석하였다. 인지적 측면과 정의적 측면 두 영역으로 나뉘어 효과크기를 분석했다. 그리고 인지적 영역과 정의적 영역 각각에서 학습 활동 주제별로 분석했다.

3.3.1 동질성 가정 검증

동질성 검증에 Q통계값과 df를 활용한다. Q값은 메타 분석에서 각 효과 크기들의 관찰된 분산을 의미하며, 이는 표집오차분산(sampling error)과 실제 연구 간 분산(true variance)을 모두 포함하는 총분산을 의미한다(총분산=표집오차분산+실제분산). 한편 df(자유도)는 각 연구의 모집단의 효과 크기가 모두 동일하다고 가정할 때 기대하는 기대분산의 값이다. 따라서 총분산-기대분산=실제분산이므로 Q-df는 실제 연구 간 효과의 차이로 인한 분산의 정도를 의미한다. 만약 $Q > df$ 이면 각 연구의 모집단 효과 크기는 서로 다르다. 하지만 $Q < df$ 이면 연구 간 실제분산은 0이다. 즉, 모집단 효과 크기는 모두 같다고 할 수 있다. 하지만 Q통계치는 ‘연구간 실제분산=0’, 또는 ‘모든 연구의 모집단 효과 크기는 동일하다’라는 영가설을 유의확률(p)로 검증할 따름이며, 메타분석에 사용된 연구 수에 많은 영향을 받는다[13].

한편, I^2 는 연구간 이질성을 나타내는 지수로 이는 총분산에 대한 실제분산 비율을 나타낸다. 일반적으로 I^2 가 25%이면 이질성이 작은 것으로 해석하며, 50%이면 중간 크기로, 75% 이상 되면 이질성이 매우 큰 것으로 해석한다.

따라서 유의확률(p-value)이내에서 $Q > df$ 이고, I^2 이 50% 이상이면 효과 크기의 이질성이 상당하다고 판단 한다. 이러한 동질성 통계지수는 연구들의 효과크기 간 동질성을 가정하는 고정효과모형에서만 계산할 수 있다[14]

3.3.2 효과모형(Effects Model)

메타분석에서 평균 효과 크기를 계산하는 방식에는 고정효과모형(fixed effect model)과 무선효과

모형(random effects model) 두 가지 방식이 있다. 고정효과모형은 ‘모든 연구의 모집단 효과 크기는 동일하다’는 가정 하에, 평균 효과 크기는 각 연구의 동일한 모집단 효과 크기를 추정된 값이다. 반면 무선효과모형은 ‘대상자, 개입방법, 기간 등이 다르기 때문에 모든 연구의 모집단 효과 크기는 서로 다르다’는 가정 하에, 서로 상이한 모집단의 효과 크기 분포의 평균을 추정한다. 메타분석 시에 평균 효과 크기를 계산할 때 어느 모형을 선택할 것인가는 각 연구들이 동일한 모집단 효과를 가정하고 있는지 그리고 분석의 목적이 무엇인가에 따라 결정되어야 한다[13].

본 연구에서 분석하고자 하는 대상 연구들의 표본 및 개입방법 등은 서로 다르다. 따라서 효과 크기의 이질성을 가정하고 있으며 연구간 분산을 인정하므로 기본적으로 무선효과모형을 이용하여 분석하였다.

3.3.3 출판 편향과 안정성 계수

긍정적이고 통계적으로 유의한 결과를 도출한 연구는 그렇지 않은 결과를 도출한 연구보다 더 쉽게 출판되는 경향이 있고 이를 출판편향이라 한다[15]. 즉, 출판된 연구의 결과가 수행된 모든 연구의 결과를 대표하지 못할 때 출판 편향이 발생한다. 따라서 메타분석의 신뢰도를 높이기 위해서는 출판 편향을 검증할 필요가 있다. 출판편향을 확인하기 위한 대표적인 방법으로 깔때기 그림(Funnel Plot)을 활용한다. 깔때기 그림은 비대칭성을 시각적으로 파악함으로써 출판 편향을 진단한다. X축에는 효과 크기, Y축에는 표준오차를 나타내어 그 분포가 대칭으로 나타나면 출판편향이 없는 것이고 비대칭성을 보이면 출판 편향이 있음을 보여준다[16].

출판편향이 있다고 판단되면 그 다음 단계는 오류가 어느 정도 인지 분석할 필요가 있다. 일반적으로 안전성 계수(fail-safe N)방법을 활용한다. 안전성계수는 전통적으로 Rosenthal 계산 방식을 활용하여, 출판되지 못해 메타분석에서 누락된 연구의 수를 계산한다. 즉, 안전성 계수는 연구 결과를 번복하는데 필요한 연구의 수를 의미한다 [17].

3.3.4 효과 크기의 산출 및 해석

효과크기를 산출하는 방식에는 대표적으로 Cohen's d가 있다. 실험집단과 통제집단의 표준편차를 통합한 값인 통합표준편차(Pooled Standard Deviation)를 사용하여 효과크기를 계산한다. Cohen's d로 계산된 효과크기는 작은 표본에서 절대적인 효과 크기를 과대 추정하는 경향이 있다. 따라서 이를 교정해 주는 Hedges's g가 필요하다. 연구에서 표본이 큰 연구와 작은 연구가 섞여 있을 때는 모두 g로 전환해 주는 작업이 필요하다[14]. Cohen(1988)은 효과크기를 해석하는데 있어 <표 3>과 같이 표준을 제시했다[18].

<표 3> 효과크기 해석 기준

작은 효과크기	중간 효과크기	큰 효과크기
.20	.50	.80

4. 연구 결과

4.1 인지적 영역에 미치는 효과

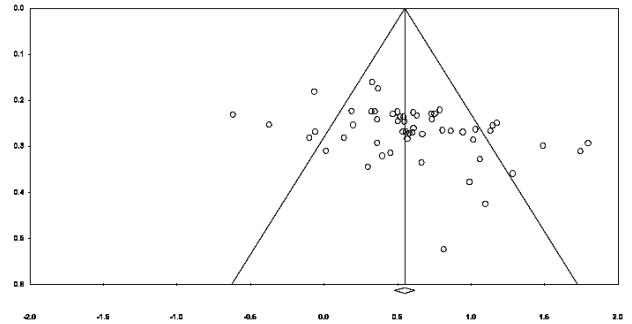
본 연구에서 프로그래밍 교육이 학생들의 인지적 영역에 미치는 효과 크기에 대해 55개의 개별 연구 자료에 대한 메타분석을 실시한 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 인지적 영역의 프로그래밍 교육 효과크기

모형	수	효과 크기	표준 오차	분산	95% 신뢰구간		Z-value	P-value
					하한 값	상한 값		
무선	55	.595	.059	.004	.478	.711	10.012	.000

인지적 영역에서 프로그래밍 교육의 전체 평균 효과 크기는 .595로 중간 수준이라고 볼 수 있다. 본 연구에서는 분석 대상 연구들의 표본 및 개입 방법이 상이하기 때문에 무선효과 모형을 이용하여 분석하였다.

55개의 연구 자료에 대한 출판 편향을 분석하였다. [그림 1]에서 보는 바와 같이 깔때기 그림 모양이 좌우 비대칭임을 확인할 수 있다. 이는 출판 편향이 있음을 의미한다.



[그림 1] 인지적 영역 출판 편향

이에 오류의 정도를 분석하기 위하여 Rosenthal의 안정성 계수 fail-safe-N으로 분석한 결과 3976로 나타났다. 이는 전체 효과가 유의하지 않게 되려면 3976개의 추가 연구가 필요함을 의미한다. 따라서 본 연구의 출판 편향에 대한 안정성은 확보되었다고 볼 수 있다.

4.2 인지적 영역 학습 활동 주제별 프로그래밍 교육 효과

본 연구에서는 <표 1>에서 제시한 8가지 학습 활동 주제를 조절 변수로, 메타 ANOVA분석을 하였다. 분석 결과는 다음 <표 5>와 같다. 분석은 집단 내에서 고정효과 모형으로 분석하고 집단 간에도 고정효과 모형으로 분석하였다. 집단 내·집단 간에 고정효과 모형으로 분석함으로써 조절 변수에 따라서 범주화된 하위 집단 내 동질성 및 집단 간 동질성을 파악할 수 있다.

분석 결과를 살펴보면 그리기(0.853)가 큰 효과 크기를 보이고 그 다음으로 게임, 시뮬레이션, 애니메이션, 수리가 중간 효과 크기를 보인다.

알고리즘, 그리기, 게임, 혼합, 프로젝트 집단은 $Q > df$, $p < .05$ 이다. 집단 내에 동일한 모집단 효과 크기가 존재한다는 귀무가설을 기각한다. 이질성을 나타내는 I^2 도 높은 편이다. 즉, 집단 내에 이질성이 높다는 의미이다. 한편, 애니메이션, 수리는 $Q > df$ 이지만 $p > .05$ 이다. 시뮬레이션은 $Q < df$ 이고 $p > .05$ 이다. 집단 내에 효과 크기가 동일하다는 귀무가설을 기각하지 못한다. 또한 이질성을 나타내는 I^2 이 굉장히 낮다. 애니메이션, 수리, 시뮬레이션 활동은 집단 내에서 동질성이 높다는 의미이다.

<표 5> 인지적 영역 학습 활동 주제별 프로그래밍 교육 효과크기

집단	수	효과 크기	표준오차	분산	95% 신뢰구간		Z-value	P-value	동질성 검정			
					하한값	상한값			Q-value	df (Q)	P-value	I ²
고정효과분석												
알고리즘	5	.452	.132	.017	.194	.710	3.429	.001	32.058	4	.000	87.523
애니메이션	5	.555	.099	.010	.361	.749	5.612	.000	4.031	4	.402	.771
그리기	5	.853	.135	.018	.588	1.118	6.308	.000	21.113	4	.000	81.054
게임	7	.742	.095	.009	.555	.929	7.774	.000	22.753	6	.001	73.630
수리	15	.549	.061	.004	.429	.669	8.987	.000	15.026	14	.376	6.829
혼합	11	.451	.078	.006	.299	.604	5.809	.000	36.601	10	.000	72.678
프로젝트	5	.362	.115	.013	.136	.588	3.136	.002	1.975	4	.027	63.554
시뮬레이션	2	.611	.239	.057	.142	1.079	2.554	.011	.190	1	.663	.000
집단 내									142.747	47	.000	
집단 간									13.930	7	.052	
전체	55	.553	.034	.001	.486	.621	16.138	.000	156.678	54	.000	65.534

4.3 정의적 영역에 미치는 효과

프로그래밍 교육이 학생들의 정의적 영역에 미치는 효과 크기에 대하여 22개의 개별 연구 자료에 대한 메타 분석을 실시한 결과는 <표 6>과 같다.

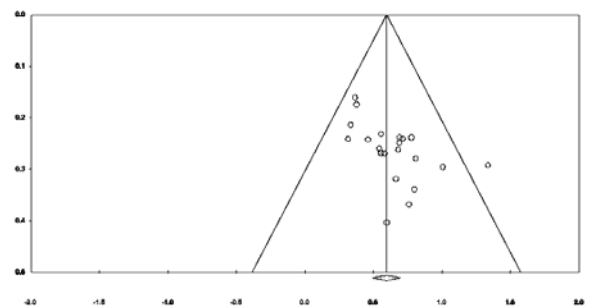
<표 6> 정의적 영역의 프로그래밍 교육 효과크기

모형	수	효과 크기	표준 오차	분산	95% 신뢰구간		Z-value	P-value
					하한 값	상한 값		
무선	22	.594	.053	.003	.490	.698	11.178	.000

정의적 영역에서 프로그래밍 교육의 전체 평균 효과크기는 .594로 중간 수준이라고 볼 수 있다.

다음으로 22개의 연구 자료에 대한 출판 편향을 분석했다. [그림 2]에서 보는 바와 같이 깔때기 그림 모양이 좌우 비대칭임을 확인할 수 있다. 이는 출판 편향이 있음을 의미한다.

이에 오류의 정도를 분석하기 위하여 Rosenthal의 안정성 계수 fail-safe-N으로 분석한 결과 733으로 나타났다. 이는 전체 효과가 유의하지 않게 되려면 733개의 추가 연구가 필요함을 의미한다. 따라서 본 연구의 출판 편향에 대한 안정성은 확보되었다고 볼 수 있다.



[그림 2] 정의적 영역 출판 편향

4.4 정의적 영역 학습 활동 주제별 프로그래밍 교육 효과크기

정의적 영역의 학습 활동 주제별 프로그래밍 교육의 효과 크기를 분석한 결과는 다음 <표 10>과 같다. 효과 크기는 게임(0.964)이 큰 효과 크기를 보이고, 그리기, 알고리즘, 프로젝트, 혼합, 수리가 중간 효과 크기를 보인다.

알고리즘, 애니메이션, 그리기, 게임, 수리, 혼합, 프로젝트 등 모든 영역에서 집단 내에 효과 크기가 동일하다는 귀무가설을 기각하지 못한다. 또한 이 질성을 나타내는 I²이 게임영역을 제외하고는 굉장히 낮게 나오는 것으로 이는 집단 내에서 동질성이 높다는 의미이다.

<표 7> 정의적 영역의 학습 활동 주제별 프로그래밍 교육 효과크기

집단	수	효과 크기	표준 오차	분산	95% 신뢰구간		Z-value	P-value	동질성 검정			
					하한값	상한값			Q-value	df (Q)	P-value	I^2
고정효과분석												
알고리즘	3	.746	.195	.038	.364	1.128	3.826	.000	.186	2	.911	.000
애니메이션	5	.476	.098	.010	.284	.669	4.844	.000	2.277	4	.685	.000
그리기	1	.799	.339	.115	.134	1.464	2.354	.019	.000	0	1.000	.000
게임	2	.964	.186	.035	.599	1.328	5.186	.000	2.711	1	.100	63.113
수리	6	.557	.099	.010	.363	.752	5.611	.000	3.490	5	.625	.000
혼합	4	.563	.120	.014	.328	.799	4.687	.000	2.333	3	.506	.000
프로젝트	1	.689	.249	.062	.201	1.177	2.769	.006	.000	0	1.000	.000
집단 내									1.998	15	.753	
집단 간									6.704	6	.349	
전체	22	.594	.053	.003	.490	.698	11.178	.000	17.702	21	.668	.000

5. 논의 및 결론

5.1 인지적 영역

55개의 연구 자료를 바탕으로 프로그래밍 교육이 인지적 영역에 미치는 전체 효과 크기는 <표 5>에 제시한 바와 같이 .595로 중간 수준이다.

다음으로 프로그래밍 교육의 효과를 보다 상세히 분석하기 위해 조절 변수로 학습 활동 주제 8가지를 선정하여 분석하였다. 학습 활동 주제별 프로그래밍 교육 효과 크기는 <표 5>에 제시하였다. 먼저 주목할 점은 애니메이션, 수리, 시뮬레이션 영역의 이질성이 낮다는 점이다. 전체 분석 결과에서는 각 개별 연구의 이질성이 높은 편($I^2=65.534$)으로 나타났다. 따라서 애니메이션, 수리, 시뮬레이션 영역의 이질성이 낮다는 점은 다른 학습 활동에 비해 보다 일관된 교육 결과를 제시한다는 의미이다. 또한 분석 결과 학습 활동 주제별 효과 크기는 통계적으로 유의한 차이가 없다고 나타났다. 이러한 연구 결과는 두 가지 의미로 해석할 수 있다.

첫째, 여러 가지 학습 활동 주제 중에서 교육 효과에 유의한 차이를 줄 수 있는 압도할 만한 학습 활동 주제는 없다는 것이다. 프로그래밍 교육을 받는 학생들은 다양한 학습 수준, 흥미, 동기 등을 지녔다. 따라서 다양한 학생들에게 긍정적 영향을 줄 수 있는 학습 활동 주제를 탐색하는 연구 활동은 분명 필요하고 의미 있지만, 현 단계에서는 그러한 학

습 활동 주제는 없는 것으로 연구 결과 나타났다. 가드너는 특정 영역의 지능에 치우친 현재의 교육을 비판하며, 학생들이 지닌 다양한 지능을 8가지로 제시하였다. 개인의 강점 지능뿐만 아니라 잠재된 지능도 개발할 수 있도록 다양한 학습 주제로 교육할 것을 주장한다[19][20]. 따라서 특정 학습 활동 주제를 동일하게 교육하기 보다는 학생, 교사의 역량, 학습 내용에 따라 다양한 학습활동을 전개하는 것이 바람직하다.

둘째, 애니메이션, 수리, 시뮬레이션 활동을 주목할 필요가 있다. 앞서, 통계적으로 유의한 차이는 없지만 애니메이션, 수리, 시뮬레이션은 다른 영역에 비해 연구간 동질성이 높게 나타났다. 비교적 일관되게 중간 크기 이상의 효과 크기를 보인점이 의미가 있기 때문에 세부적으로 학교급별로 분석했다. 수리영역의 15개 연구자료는 초등학교 4, 중학생 2, 고등학교 6, 대학생 3개로 구성되었다. 수리 영역의 학교급별 효과크기는 대학생 .858, 고등학교 .543, 중학생 .503, 초등학교 .367로 나타났고 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 학교급이 올라갈수록 보다 긍정적인 효과를 보이고 있다. 애니메이션은 5개의 연구자료 중에 4개가 초등학교 대상 연구이다. 시뮬레이션은 2개의 연구자료 모두 중학생 대상 연구이다. 시뮬레이션은 중학생, 애니메이션은 초등학교생들에게 주로 적용되었다.

5.2 정의적 영역

22개의 연구 자료를 바탕으로 프로그래밍 교육이 정의적 영역에 미치는 전체 효과 크기는 <표 9>에 제시한 바와 같이 .594로 중간 수준이다.

정의적 영역의 학습 활동 주제별 프로그래밍 교육 효과 크기는 <표 7>에 제시하였다. 먼저 게임 영역을 제외한 모든 영역에서 이질성이 굉장히 낮은 것으로 나타났다. 전체 분석 결과에서도 이질성이 낮게 나타났다. 따라서 프로그래밍 교육은 전체 효과뿐만 아니라 개별 학습 활동 주제에 따라서도 학생들의 정의적 영역에 비교적 일관되게 긍정적 영향을 준다고 판단할 수 있다. 이는 인지적 영역에서는 기본적으로 이질성이 굉장히 높고 일부 애니메이션, 수리, 시뮬레이션 영역에서 이질성이 낮게 나타난 것과 대조를 이룬다.

정의적 영역에서 학습 활동 주제별 효과 크기는 통계적으로 유의한 차이가 없다고 나타났다. 인지적 영역의 결과와 같지만, <표 7>의 결과와 함께 분석하면 의미는 다르다. 즉 인지적 영역에서는 기본적으로 개별 연구 이질성이 높게 나타났고, 그 중 일부 영역에서만 이질성이 낮게 나타났다. 그래서 이질성이 낮게 나타난 학습 활동 주제가 의미가 있다고 해석하였다. 그러나 정의적 영역은 기본적으로 개별 연구 이질성이 낮게 나타났다. 그리고 학습 활동 주제별로도 이질성이 낮게 나타났다. 인지적 영역에서는 일부를 제외하고 대체로 이질성이 높게 나타났고 이는 프로그래밍 교육에 다른 요인이 많은 영향을 미친다고 해석할 수 있다. 반면 정의적 영역에서는 대체로 이질성이 낮은 상태로 효과 크기가 중간 수준으로 나타는 것으로 프로그래밍 교육 그 자체가 학생들에게 일관된 영향을 준다고 볼 수 있다. 정의적 영역이 학생들의 흥미, 동기, 만족감, 태도 등을 측정하였고 이러한 측면에서 학생들은 프로그래밍 교육에 긍정적인 태도 및 관심을 보인다고 해석할 수 있다. 이러한 연구 결과는 2015 개정 교육과정에 프로그래밍 교육 도입으로 인해 가중되는 학습 부담을 우려하는 일부 여론에 다른 시각을 제시할 수 있다.

5.3 시사점

분석 결과 시사점은 다음과 같다.

첫째, 다양한 학습 활동 주제에 따라 프로그래밍을 학습하는 것이 바람직하다. 학습 활동 주제 간에 효과 크기에서 유의한 차이가 없었다. 따라서 어느 특정 학습 활동 주제를 일방적으로 적용하기 보다는 학생들에게 다양한 학습 활동 주제를 접할 수 있는 교육 환경을 제공하는 것이 중요하다.

둘째, 시뮬레이션, 애니메이션, 수리 활동을 주목할 필요가 있다. 인지적 영역에서 다른 영역에 비해 비교적 연구간 동질성이 높게 나타났다. 추가 분석 결과 수리영역은 고학년일수록 보다 효과적이었고, 시뮬레이션은 중학생, 애니메이션은 초등학생들에게 주로 적용되었다. 학습 활동 주제에 따라 학교급 별로 세분화된 교육 프로그램 개발 및 연구가 필요하다.

셋째, 프로그래밍 교육을 효과적으로 할 수 있는 다른 요인을 찾아보는 연구가 필요하다. 본 연구에서 여러 가지 요인 중에서 학습 활동 주제를 선정하여 분석하였다. 그 밖에 다른 요인을 찾아서 프로그래밍에 영향을 미치는 요인을 분석해 볼 필요가 있다. 이러한 요인을 분석하고 규명하는 것은 효과적인 학습 설계를 위한 밑거름이다.

넷째, 프로그래밍 교육은 정의적 영역에서 보다 더 일관된 효과를 보이고 있다. 이는 프로그래밍 교육 자체에 대해 학생들이 긍정적으로 여기고 있다고 해석할 수 있다. 따라서 프로그래밍 교육이 많은 학생들이 원하는 보통 교육이라는 관점에서 보다 심화·확대할 필요가 있다.

참고 문헌

- [1] Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education, 13*(2), 137-172.
- [2] Guzdiel, M. (2004). Programming environments for novices. *Computer science education research, 2004*, 127-154.
- [3] Milne, I., & Rowe, G. (2002). Difficulties in learning and teaching programming - views of students and tutors. *Education and*

Information technologies, 7(1), 55-66.

[4] Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., & Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.

[5] Brennan, K., & Resnick, M. (2013). Stories from the scratch community: connecting with ideas, interests, and people. In *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education*, 463-464.

[6] Maloney, J. H., Peppler, K., Kafai, Y., Resnick, M., & Rusk, N. (2008). Programming by choice: urban youth learning programming with scratch. *ACM SIGCSE Bulletin*, 40(1), 367-371.

[7] Price, T. W., & Barnes, T. (2015). Comparing Textual and Block Interfaces in a Novice Programming Environment. In *Proceedings of the eleventh annual International Conference on International Computing Education Research*, 91-99.

[8] 진영학 · 김영식 (2011). 교육용 프로그래밍 언어의 효과에 관한 메타분석. **컴퓨터교육학회 논문지**, 14(3), 25-36.

[9] 양창모 (2014). 교육용 프로그래밍 언어를 사용한 프로그래밍 교육의 효과에 관한 메타분석. **정보교육학회논문지**, 18(2), 317-324.

[10] 류희찬 · 류제천 (1993). BASIC 프로그래밍 학습이 국민학생의 수학적 문제해결력에 미치는 영향. **수학교육학연구**, 3(2), 69-77.

[11] 백영균 · 우인상 (1994). LOGO 프로그래밍의 수업방법이 문제해결력에 미치는 효과에 관한 연구. **교육공학연구**, 9(1), 73-90.

[12] 박숙영 (1998). Logo 컴퓨터 프로그래밍과 아동의 공간지식. **교육학연구**, 36(1), 213-226.

[13] 황성동 (2014). **알기 쉬운 메타분석의 이해**. 서울: 학지사.

[14] 진윤아 (2015). **Stata를 이용한 메타분석**. 서울: 고려대학교출판부

[15] 정인숙 외 (2011). **체계적 문헌고찰과 메타분석**. 서울: 수문사

[16] 황성동 (2015). **R을 이용한 메타분석**. 서울:

학지사.

[17] Cooper, H., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (2009). *The handbook of research synthesis and meta-analysis*. Russell Sage Foundation.

[18] Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the Behavioral Sciences*(2nd ed.) New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

[19] Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books

[20] Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books

전성균



2003 한국교원대학교
초등교육과(교육학학사)
2011 한국교원대학교
컴퓨터교육과 (교육학석사)

현재 용천초등학교 교사
관심분야 : 정보교육, 로봇프로그래밍, 학습과학
E-Mail : presents@empas.com

이영준



1988 고려대학교 전산학과
(이학사)
1994 미국 미네소타대학교
(전산학 Ph.D.)

현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야 : 정보통신교육, 지능형시스템, 학습과학
E-Mail : yjlee@knue.ac.kr