

초·중등학교 피지컬 컴퓨팅 교육 연구의 메타 종합 분석

이은경[†]

요 약

최근 소프트웨어 교육 강화 정책 및 2015 개정 교육과정을 통해 피지컬 컴퓨팅 교육이 활발히 추진되고 있다. 피지컬 컴퓨팅 교육은 컴퓨팅 사고력, 창의성, 협력적 문제해결력 향상 등을 위해 유의미한 학습 활동임에도 불구하고 매우 복잡하고 융합적 학습 활동이라는 측면에서 실제 학교 현장의 수업 적용 시 많은 어려움이 따른다. 이를 지원하기 위한 다양한 연구들의 추진되어 왔으며, 본 연구에서는 그 간 추진되어 온 초·중등학교 피지컬 컴퓨팅 교육 연구들을 종합적으로 분석하고 학교 현장에서의 어려움을 해결하기 위한 향후 연구 추진 방향에 관해 논의하고자 하였다. 본 연구에서는 우리나라 초·중등학교에서의 피지컬 컴퓨팅 교육의 추진 현황, 방법, 효과성 등에 관한 양적, 질적 연구들을 종합적으로 분석하기 위해 메타 종합 분석 연구를 사용하였으며, 연구 결과, 피지컬 컴퓨팅 교육의 목적, 교수 학습 방법, 도구들의 활용 현황을 파악하고 이에 따른 교육 효과들을 확인하였다.

주제어 : 피지컬 컴퓨팅, 컴퓨팅 사고력, 창의성, 메타 종합

A Meta-Synthesis of Research about Physical Computing Education in Korean Elementary and Secondary Schools

Eunyoung Lee[†]

ABSTRACT

A physical computing education is helpful for enhancing learners' computational thinking, creativity, and collaborative problem solving ability and so on. Recently, it is being actively promoted according to the software education policy and the 2015 revised national curriculum in Korea. This study describes a meta-synthesis of research on physical learning education that investigates the extent to which there is evidence of benefits and challenges for physical computing education. 37 articles were identified, and 20 articles met the inclusion criteria. The synthesis resulted in the list of purposes, teaching and learning methods, and physical computing tools, and benefits of physical computing education.

Keywords : Physical Computing, Computational Thinking, Creativity, Meta-Synthesis

[†]중심회원: 한국교육과정평가원 부연구위원
논문접수: 2019년 7월 27일, 심사완료: 2019년 9월 17일, 게재확정: 2019년 9월 18일

1. 서론

피지컬 컴퓨팅 교육은 학습자가 전자 회로를 구성하고 이를 프로그래밍 하는 과정을 통해 창의적 결과물을 생성하고 직접 손으로 만지고 조작하는 경험을 제공한다는 점에서 학습에 관한 흥미와 동기를 유발하고, 학습 효과를 증진시킬 수 있다 [1][2].

우리나라의 경우, 초·중학교에서의 소프트웨어 교육이 의무화되고, 2015 개정 교육과정 및 소프트웨어 교육 운영지침에 피지컬 컴퓨팅 관련 교육 내용이 추가되었으며, 2015 개정 정보과 교육과정에서 제시하고 있는 피지컬 컴퓨팅 내용 요소 및 성취기준은 프로그래밍이 가능한 마이크로프로세서와 다양한 입출력 장치를 활용하여 창의적 피지컬 컴퓨팅 시스템을 구성하고, 이를 제어하기 위한 프로그래밍 과정을 포함한다[3][4].

피지컬 컴퓨팅 교육은 컴퓨팅 사고력, 창의성, 협력적 문제해결력 향상을 위해 유의미한 학습 활동[5][6]임에도 불구하고, 매우 복잡하고 융합적인 학습 활동이라는 측면에서 실제 학교 현장의 수업에 적용하기에 많은 어려움이 따른다. 실제로 대다수의 교사들은 피지컬 컴퓨팅 수업을 설계하고 이끌어 나가는데 있어서 전문성이 부족할 뿐 아니라, 교육 자료나 도구의 확보, 교육 시간의 확보, 평가의 어려움 등을 호소하고 있다[7].

이에 따라, 피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 내용 구성 방안[8], 학습자 발달 수준에 적합한 피지컬 컴퓨팅 도구의 선정 및 효과성 검토[9][10], 피지컬 컴퓨팅 학습용 도구의 설계 및 개발[11], 교사의 피지컬 컴퓨팅 전문성 강화[12][13] 등을 위한 다양한 연구들이 추진되고 있다.

본 연구에서는 우리나라 초·중등학교 피지컬 컴퓨팅 교육 연구들을 종합적으로 분석하고, 학교 현장에서의 어려움을 해결하기 위해 향후 추진되어야 할 연구 방향에 관해 논의하고자 하였다. 이에 따라 초·중등학교에서의 피지컬 컴퓨팅 교육의 추진 현황, 방법, 효과성 등에 관한 양적, 질적 연구들을 종합적으로 확인하기 위해 메타 종합(Meta-Synthesis) 연구 분석을 사용하였다. 메타 종합 연구 분석은 체계적인 문헌 검색과 분석의 과정에 기반 한 양적, 질적 연구 결과의 통합적 해석

으로, 단지 연구 결과의 비교 분석이 아닌 연구 방법에 따른 연구 결과의 종합적 분석이라는 특성을 가진다[14][15]. 또한 사회적, 문화적으로 구성된 지식을 보는 관점에 근거한 철학적 틀에 기반 한 통합 방법이다[16].

2. 연구 방법

본 연구는 Denner 외(2019)의 연구에서 사용한 메타 종합(Meta-Synthesis) 연구 분석 방법 및 절차에 준하여 수행되었다[17]. Cooper(2017)는 메타 종합 분석 과정을 문제 설정, 문헌 검색, 정보 추출, 품질 및 중요성 평가, 연구 결과의 분석과 통합, 증거 해석, 결론 제시의 7단계로 구분하였으며[18], Denner 외(2019) 연구에서는 이러한 7단계에 따라 연구를 추진하되, Suri와 Clark(2009)에 의해 제시된 메타 종합 연구 분석에서의 품질 보장을 위한 3가지 원칙들을 각 단계별로 설명하였다 [17][19]. 해당 원칙은 정보에 입각한 주관과 성찰, 정보 입수 목적에 따른 선택적 포함, 청중에 적합한 투명성으로 구분된다[19].

본 연구에서는 국내 초·중등학교의 피지컬 컴퓨팅 교육 관련 연구의 메타 종합 분석을 다음 각 단계별로 추진하였으며, Denner 외(2019)의 연구에서와 마찬가지로, 각 단계별 연구 결과의 품질 보장을 위한 3가지 원칙을 고수하였다. 이에 따라 본 연구에서는 3명의 전문가(초등 컴퓨터 교육 1인, 중등 컴퓨터 교육 2인)가 참여하여, 단계별 분석 결과를 논의하였다.

2.1 문제 설정

본 연구에서 추진하고자 하는 메타 종합 분석의 목적은 국내 초·중등학교의 피지컬 컴퓨팅 교육과 관련한 연구 동향을 파악하고자 하는 것이다. 이에 따라 설정한 세부 목표는 다음과 같다.

- 1) 피지컬 컴퓨팅 교육의 목적은 무엇인가?
- 2) 피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 환경(방법, 도구)은 무엇인가?
- 3) 피지컬 컴퓨팅 교육의 결과는 무엇인가?

<표 2> 피지컬 컴퓨팅 교육 목적

교육 목적	총계	시기				대상			상황	
		16	17	18	19	초	중	고	정규	비정규
컴퓨팅 사고력	7	4	1	1	1	5	1	1	4	3
문제해결력	4	3	1	-	-	3	1	-	3	1
논리적 사고력	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-
창의성	7	4	1	2	-	5	1	1	4	3
융합 역량	2	1	-	-	1	-	2	-	-	2
태도/흥미	6	4	2	-	-	4	1	1	3	3
만족도	3	1	2	-	-	2	-	1	3	-

후 시점인 2016년에 피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 연구가 가장 활발히 추진되었음을 보여준다. 그러나 정규 교과에 피지컬 컴퓨팅 내용 요소가 편성된 중학교가 아닌 초등학교의 정규 수업 활동을 통해 연구가 활발히 추진된 점은 주목할 필요가 있다.

3.2 피지컬 컴퓨팅 교육 환경 구성

피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 환경은 어떻게 구성되었는지 여부를 살펴보기 위해 교육 목적에 따른 교수 학습 방법은 무엇인지, 피지컬 컴퓨팅 교육에 활용한 하드웨어 및 프로그래밍 도구는 무엇인지 분석하였다.

3.2.1 교수 학습 방법

각 논문의 교육 목적 달성을 위해 설계한 교수 학습 방법은 문제해결학습, 프로젝트학습, 설계기반학습, 탐구학습으로 분류하고, 어떤 방법을 사용하였는지 명확히 진술되어 있지 않거나 구분이 어려운 경우, 기타로 분류하였다. 문제해결학습은 창의적 문제해결학습을 포함하여 문제 또는 과제를 중심으로 교수 학습을 진행한 경우를 포함하였고,

설계기반학습은 디자인 사고 기반 또는 학습에 있어서 창의적 설계나 산출물 평가의 과정을 중요시한 경우를 포함하였다. 프로젝트기반학습은 개별 또는 짝, 소규모 그룹별 프로젝트 중심으로 교수 학습이 추진된 경우를 모두 포함한다. 분석 결과는 <표 3>과 같다.

분석 결과를 구체적으로 살펴보면, 프로젝트기반 학습 방법을 가장 많이 활용한 것으로 나타났다. 또한 프로젝트기반학습은 가장 다양한 교육 목적 달성을 위해 활용된 교수 학습 방법이다. 프로젝트기반학습에 이어서 설계기반학습이 컴퓨팅 사고력, 문제해결력, 창의성, 융합역량, 태도/흥미와 같이 다양한 교육 목적 달성을 위해 추진된 것으로 확인되었다.

3.2.2 피지컬 컴퓨팅 도구

피지컬 컴퓨팅 도구는 피지컬 컴퓨팅 창작물 구성을 위해 활용한 하드웨어와 해당 창작물 제어를 위해 활용한 프로그래밍 도구로 구분하였다. 하드웨어는 크게 보드형, 모듈형, 로봇형으로 구분하였으며, 보드형은 아두이노와 같이 프로그래밍 가능한 마이크로프로세서, 센서 등이 통합된 보드 형태

<표 3> 교수 학습 방법

교육 목적	총계	교수 학습 방법				
		문제해결학습	프로젝트기반학습	설계기반학습	탐구학습	기타
컴퓨팅 사고력	7	-	3	1	1	2
문제해결력	4	2	-	2	-	-
논리적 사고력	1	-	1	-	-	-
창의성	7	2	3	1	-	1
융합 역량	2	-	1	1	-	-
태도/흥미	6	1	3	1	1	-
만족도	3	1	2	-	-	-

<표 4> 피지컬 컴퓨팅 도구

교육 목적	총계	하드웨어			소프트웨어		
		보드형	모듈형	로봇형	블록 기반	텍스트 기반	알 수 없음
컴퓨팅사고력	7	3	3	1	5	-	2
문제해결력	4	3	1	-	3	1	-
논리적사고력	1	-	-	1	1	-	-
창의성	7	6	1	-	3	2	2
융합역량	2	2	-	-	-	2	-
태도/흥미	6	5	1	-	5	1	-
만족도	3	2	1	-	2	1	-

의 도구들을 포함하였다. 따라서 아두이노, 스크래치 센서보드, 릴리패드 아두이노, 라즈베리파이, 메이키 메이키, 일반 센서 등을 포함한다. 모듈형은 마이크로비트, 비트브릭, 코블, 모디와 같이 블록들의 조합을 통해 피지컬 컴퓨팅 장치를 구성하는 도구이다. 로봇형의 경우, 프로그래밍이 가능한 로봇 형태를 의미한다. 소프트웨어의 경우, 보드나 모듈형 장치들을 프로그래밍하기 위해 사용한 도구로 블록 기반, 텍스트 기반으로 분류하였다. 블록 기반은 스크래치, 엔트리와 같은 블록 기반 교육용 프로그래밍 도구가 포함된다. 논문에서 프로그래밍 도구를 특별히 언급하지 않은 경우, 알 수 없음 항목으로 분류하였다. 구체적인 내용은 <표 4>와 같다.

분석 결과를 구체적으로 살펴보면, 통합 보드 형태의 도구를 가장 많이 사용하고, 스크래치, 엔트리와 같은 블록 기반 프로그래밍 도구를 가장 많이 사용한 것으로 나타났다. 텍스트 기반 프로그래밍 도구의 경우, 중학교와 고등학교 학습 상황에서 활용하였으며, 중학교 학습 상황의 경우, 영재를 대상으로 한 연구 또는 융합 교육 활동에서 추진되었다(<표 5> 참조).

3.3 피지컬 컴퓨팅 교육 결과

피지컬 컴퓨팅 교육의 목적으로 가장 많이 나타

난 컴퓨팅 사고력, 창의성, 태도/흥미와 관련하여 각 목적에 따른 결과를 교수 학습 환경과 관련하여 종합적으로 분석하였다.

3.3.1 컴퓨팅 사고력

분석 대상 논문들에서 피지컬 컴퓨팅 교육의 목적으로 가장 많이 설정된 항목은 컴퓨팅 사고력이다. 교수 학습 방법으로 프로젝트기반학습, 설계기반학습, 탐구학습 등이 활용되었으며, 실험집단의 사전·사후 학업성취 결과 비교를 통해 알고리즘 설계, 자료표현, 수행 및 검증, 일반화 능력 등 컴퓨팅 기능(computational practices) 실행 능력의 향상을 확인하였고, 피지컬 컴퓨팅 실행을 통한 프로그래밍과 컴퓨팅에 관한 자신감 향상 가능성이 확인되었다(<표 6> 참조).

3.3.2 창의성

분석 대상 논문에서 컴퓨팅 사고력과 함께 가장 많이 설정된 피지컬 컴퓨팅 교육의 목적은 창의성이다. 창의성 향상을 위해 적용된 교수 학습 방법은 프로젝트기반학습, 문제해결학습, 설계기반학습으로 창의성을 설명하는 특정 요인인 과제 집착, 호기심, 확산적 사고, 동기, 정교성, 소통, 창의적 성향 등의 변화를 검증하였다(<표 7> 참조).

<표 5> 연구 대상별 피지컬 컴퓨팅 도구 분석

대상	총계	하드웨어			소프트웨어		
		보드형	모듈형	로봇형	블록 기반	텍스트 기반	알 수 없음
초	13	8	3	2	8	1	4
중	3	2	1			3	
고	3	2	1		2	1	
중/고	1	1			1		

<표 6> 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 연구 결과

교육 목적	교수 학습 방법	총계	결과 분석	
			양적 검증	질적 검증
컴퓨팅사고력 (n=7)	프로젝트기반학습	3	- 알고리즘설계능력의 향상 - 자료표현, 수행 및 검증, 일반화 능력의 향상	- 컴퓨팅 사고력의 확장 가능성 탐색
	설계기반학습	1	- 해당 교수 학습 방법의 유의한 효과성을 확인하지는 못하였으나, 확산적 사고와 실행능력이 문제해결력의 증진에 더 큰 효과가 있다고 판단	
	탐구학습	1	- 프로그래밍 자신감 향상	
	기타	2	- 컴퓨팅 개념 이해도(학업 성취) 향상	- 컴퓨팅 실천 변화 확인

<표 7> 창의성 향상을 위한 연구 결과

교육 목적	교수 학습 방법	총계	결과 분석	
			양적 검증	질적 검증
창의성 (n=7)	문제해결학습	2	- 과제 집착, 호기심 영역의 변화 - 확산적 사고, 동기 요소의 변화	
	프로젝트기반학습	3	- 정교성 향상 - 창의력 향상	- 창의적 활동의 중요성 확인
	설계기반학습	1	- 창의와 소통 증진	
	기타	1	- 창의적 성향의 증진	

<표 8> 태도/흥미 향상을 위한 연구 결과

교육 목적	교수 학습 방법	총계	결과 분석	
			양적 검증	질적 검증
태도/흥미 (n=6)	문제해결학습	1	- 과학적 태도 증진	
	프로젝트기반학습	3	- 프로그래밍 태도 증진 - 흥미 증진	- 흥미 증진
	설계기반학습	1	- 과학적 태도 증진	
	탐구학습	1	- 흥미, 적극성 향상	

3.3.3 태도/흥미

컴퓨팅사고력, 창의성과 더불어 태도와 흥미와 관련된 피지컬 컴퓨팅 교육 효과에 관한 연구가 많이 추진되었다. 태도와 흥미 또한 다양한 교수 학습 방법을 적용한 상황에서 검증되었으며, 프로그래밍에 대한 태도, 자신감 뿐 아니라 과학적 태도, 적극성, 창작물 생성을 통한 흥미 증진 등이 검증되었다(<표 8> 참조).

4. 결론

본 연구에서는 국내 초·중등학교 피지컬 컴퓨터

교육 현황을 파악하고자 관련 연구들의 메타 종합 분석을 수행하였다. 분석 과정은 문제 설정, 문헌 검색, 정보 추출, 평가, 분석의 단계를 거쳐, 각 논문의 연구 결과를 통합하고 연구 성과에 관한 검증 내용을 종합적으로 검토하여 결론을 제시하였다. 문제 설정 단계를 통해 제시한 3가지 연구 문제에 따른 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 국내 초·중등학교에서 추진되어 온 피지컬 컴퓨팅 교육의 목표를 확인한 결과, 컴퓨팅 사고력, 문제해결력, 논리적 사고력, 창의성, 융합 역량, 태도와 흥미, 교육과정 및 수업 만족도의 7가지 요소가 확인되었다. 이 중, 컴퓨팅 사고력과 창의성의 향상, 태도와 흥미의 증진 등이 가장 빈번한 교육 목표로 나타났으며, 컴퓨팅 사고력을 목표

로 한 연구의 경우, 연구 분석 시작 시기인 2016년부터 현재까지 꾸준히 이루어지고 있으며, 초등학교 뿐 아니라, 중학교, 고등학교, 정규 수업 및 비정규 수업에서 다양하게 추진된 것을 확인하였다.

둘째, 두 번째 연구 문제로 선정된 피지컬 컴퓨팅 교육 관련 환경 구성과 관련하여 연구에서 적용한 교수 학습 방법과 피지컬 컴퓨팅 교육을 위해 활용한 도구들의 특성을 확인하였다.

피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 내용 및 교수 학습 설계, 실행에 있어 주로 활용된 교수 학습 방법은 문제해결학습, 프로젝트기반학습, 설계기반학습, 탐구학습이며 프로젝트기반학습이 가장 많이 활용된 것을 확인하였다. 피지컬 컴퓨팅 교육은 물리적인 피지컬 장치의 설계 및 구성, 피지컬 장치의 동작 제어를 위한 프로그래밍 과정을 포함하는 종합적 활동을 요구한다는 측면에서 프로젝트기반학습은 가장 적합한 교수 학습 방법으로 판단된다. 설계기반학습의 경우, 프로젝트기반학습과 공통성이 있으나, 창의적 방법으로 개인의 피지컬 컴퓨팅 장치를 설계하고 구현해보는 과정을 강조한다는 측면에서 차이가 나타났으며, 융합 교육을 위한 교수 학습 전략으로 활용되었다는 특성을 보였다.

피지컬 컴퓨팅 교육에 있어서 교수 학습 내용이나 전략과 더불어 어떤 피지컬 컴퓨팅 도구를 사용할 것인가도 매우 중요한 문제이다. 이를 뒷받침하는 근거로, 최근에는 학습자의 발달 단계와 교육과정에 적합한 피지컬 컴퓨팅 도구의 설계나 개발, 비교 분석 연구들이 추진되어 왔다. 해당 연구들은 비록 본 연구의 분석 대상에서 제외되었지만, 도구 선정 전략의 중요성을 뒷받침한다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 실제 피지컬 컴퓨팅 교수 학습 현장에서 사용되고, 교수 학습 효과가 검증된 연구들을 대상으로 도구 활용 현황을 분석하였다. 특히, 학교급별 도구 활용 현황 분석 결과를 살펴보면, 초등학교의 경우, 보드형, 모듈형, 로봇형 등 다양한 도구를 활용하고 있음을 알 수 있다. 프로그래밍 도구의 경우, 중학교와 고등학교에서 텍스트 기반 도구를 활용하는 반면, 초등학교에서는 대부분 스크래치, 엔트리와 같은 블록 기반 프로그래밍 도구를 활용하고 있음을 확인하였다. 중학교의 경우, 텍스트 기반 프로그래밍 도구를 대부분 활용

하고 있는 것으로 나타났으나, 이러한 결과는 본 연구 분석 대상 논문에 중학교 학생들을 대상으로 한 연구가 매우 소수이며, 정보 교과 교육보다는 수학이나 과학, 기술 등의 타 교과와의 융합 교육 형태로 이루어짐에 따라 해당 교과에서 전통적으로 사용하던 프로그래밍 도구를 활용하였기 때문인 것으로 보인다.

셋째, 세 번째 연구 문제로 설정한 피지컬 컴퓨팅 교육의 결과를 분석하였다. 분석 대상 논문에서 제시한 대부분의 연구 결과들은 실험 집단을 대상으로 한 사전·사후 검사 결과의 양적 통계 분석을 통해 피지컬 컴퓨팅 교육의 효과를 제시하였으나, 설문 결과의 질적 판단과 학습자 산출물의 질적 판단 및 검증을 통한 결론을 제시한 경우도 있다.

본 연구에서는 피지컬 컴퓨팅 교육의 목적으로 가장 빈번히 나타난 컴퓨팅 사고력, 창의성, 태도와 흥미와 관련한 연구 결과를 구체적으로 살펴본 것이며, 컴퓨팅 사고력 관련 연구들의 경우, 컴퓨팅 사고력을 구성하는 요소 중 개념(concepts)이나 관점(perspectives)보다는 주로 기능(practices)적 측면의 향상에 긍정적 결과를 보여주고 있다. 창의성 측면에서는 창의성을 설명하는 요인인 창의적 성향, 호기심, 과제집착, 확산적 사고 등의 요인에 피지컬 컴퓨팅 교육이 효과적임을 보여준다. 태도와 흥미 측면에서는 알고리즘 설계나 프로그래밍, 과학적 탐구와 같이 일반적으로 어렵고 지루하다고 판단되는 영역에 대한 긍정적 인식과 태도의 변화, 흥미의 증진이 이루어졌음을 보여주고 있다.

이러한 연구 결과는 향후 우리나라 초·중등학교 피지컬 컴퓨팅 교육의 방향과 해결해야 할 과제가 무엇인지 논의하는데 있어 다음과 같은 시사점을 가진다.

첫째, 중학교 및 고등학교 정보 교과 교육과정에 제시된 피지컬 컴퓨팅 관련 교육 내용 및 성취기준 도달을 위한 연구가 추진될 필요가 있다. 본 연구에서 문헌 검색을 통해 수집된 연구의 대부분은 초등학교 학생들을 위한 연구들이었으며, 중·고등학교의 경우, 영재 교육 등 특수 교육 상황이나 공업계열 고등학교 학생들을 위한 연구들로, 중학교와 일반계열 고등학교 학생들을 위한 연구가 부족한 것으로 나타났다. 2015 개정 교육과정에서 중학교에 정보 교과가 필수로 선정되고 피지컬 컴퓨팅 관

련 내용이 처음 도입된 만큼 해당 내용에 관한 연구가 추진될 필요가 있다.

둘째, 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 피지컬 컴퓨팅 교육 내용 및 교수 학습, 평가 방안 설계와 관련한 구체적인 연구가 추진될 필요가 있다. 현재의 연구들은 주로 컴퓨팅 사고력의 기능적 요소에 집중하고 있는 경향을 보이며, 피지컬 컴퓨팅 도구 활용이 개인의 창의적 성향이나 인식의 변화, 흥미 증진에 도움을 줄 수 있다는 사례 정도를 보여준다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 피지컬 컴퓨팅 교수 학습 상황에서 유의미한 교수 학습 전략은 무엇인지 등을 구체적으로 살펴보고 이를 반영한 교육 과정 및 새로운 교수 학습 설계를 제안하는 연구가 추진될 필요가 있다.

셋째, 피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 협력적 프로젝트 학습 방안에 주목할 필요가 있다. 피지컬 컴퓨팅은 피지컬 컴퓨팅 장치의 구성과 동작 원리의 이해 뿐 아니라, 동작 제어를 위한 프로그래밍 활동, 문제 해결을 위한 창의적 창작물 구현을 위한 설계 활동 등을 포함하는 매우 복잡한 융합 활동이다. 이에 따라 최근의 연구들은 협력을 통한 피지컬 컴퓨팅 프로젝트 활동에 중점을 두고 있다. 협력적 프로젝트 학습 상황에서 학습자들은 협력을 위해 어떤 전략을 사용하는지, 어떤 상호작용을 하는지, 협력 촉진을 위해 교사가 수행하는 활동은 무엇인지 등에 관한 연구 추진이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 문외식 (2017). 스크래치와 센서보드를 활용한 융합적 프로그래밍 학습이 초등학생들에게 미치는 효과. **정보교육학회논문지**, 21(1), 23-31.
- [2] 최형신·박주연·소효정 (2016). 릴리패드 활용 E-Textile 동아리 수업 사례 연구 : 미술과 테크놀로지의 융합을 중심으로. **정보교육학회논문지**, 20(4), 409-420.
- [3] 교육부 (2015). **실과(기술·가정)/정보과 교육과정**. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 10].
- [4] 심재권 (2018). 중학교 교과서 피지컬 컴퓨팅 소단원 분석을 통한 시사점 도출. **창의정보문화연구**, 4(3), 251-259.
- [5] Kafai, Y., Lee, E., Searle, K., Fields, D., Kaplan, E., & Lui, D. (2014). A Crafts-Oriented Approach to Computing in High School: Introducing Computational Concepts, Practices, and Perspectives with Electronic Textiles. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1-20.
- [6] 이시훈·한정혜 (2017). 해커톤 기반 초등 SW교육이 창의성과 문제해결력에 미치는 효과성 분석. **한국디지털콘텐츠학회논문지**, 18(5), 995-1000.
- [7] 박상욱·이은경·전성균·정채관 (2018). **컴퓨터·정보 소양 함양 방안 탐색**. 연구보고 RRE 2018-9. 충북: 한국교육과정평가원.
- [8] 유병건·김자미·이원규 (2016). 2015 개정 교육과정의 컴퓨팅 시스템 단원의 집필에 대한 시사점. **컴퓨터교육학회논문지**, 19(2), 31-40.
- [9] 이영재·전형기·김영식 (2017). 2015 개정 교육과정의 초등학교 소프트웨어 교육을 위한 피지컬 컴퓨팅 교구 선택 기준 개발 및 적용. **정보교육학회논문지**, 21(4), 437-450.
- [10] 전형기·김영식 (2018). 2015 개정 초등 교육과정의 SW교육을 위한 피지컬 컴퓨팅 기반 교구 평가 준거 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 21(5), 37-48.
- [11] 엄기순·장윤재·김자미·이원규 (2016). 중등 정보교육의 피지컬 컴퓨팅 교육을 위한 보드 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 19(2), 41-50.
- [12] 성영훈 (2018). 초등 예비교사를 위한 센서보드 활용 DBL SW교육과정 개발과 적용. **창의정보문화연구**, 4(2), 113-123.
- [13] 최형신·김미송 (2017). 디자인 사고와 컴퓨팅 사고를 결합한 새로운 교사 교육 코스 설계. **정보교육학회논문지**, 21(3), 343-350.
- [14] Suri, H. (2013). *Towards Methodologically Inclusive Research Syntheses: Expanding Possibilities*. Routledge.
- [15] Saini, M. and Shlonsky, A. (2012). *Systematic Synthesis of Qualitative Research*. OUP USA.
- [16] Sandelowski, M., Barroso, J., and Voils,

- C. I., (2007). Using qualitative metasummary to synthesize qualitative and quantitative descriptive findings. *Research in Nursing & Health* 30(1), 99-111.
- [17] Denner, J., Campe, S., and Werner, L. (2019). Does Computer Game Design and Programming Benefit Children? A Meta-Synthesis of Research. *ACM Transactions on Computing Education*, 19(3), 1-19.
- [18] Cooper, H. (2017). *Research synthesis and meta-analysis: A step-by-step approach*. Sage Publications, Log Angeles.
- [19] Suri H., and Clarke, D. (2009). Advancements in research synthesis methods: From a methodologically inclusive perspective. *Review of Educational Research* 79(1), 395-430.

이 은 경



1998 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학박사)
2005 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학석사)
2009 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학박사)
2013 ~ 현재 한국교육과정평가원 부연구위원
관심분야: 컴퓨터교육, 학습과학
E-Mail: ekleee76@kice.or.kr