JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지 Vol. 23, No. 2: 229~235, Feb. 2019

예비교사를 위한 교수내용지식 관점에서의 소프트웨어 교육내용 주요 내용 탐색

신수범[1] · 한규정[2*]

Core Curriculum Contents of Software Education for Preliminary Teacher based on Pedagogical Contents Knowledge

Soo-bum Shin[1] · Gyu-jung Han[2*]

[1]Professor, Department of Computer Education, Gong-Ju Natl. University of Edu, Gongju, 32553 Korea
[2*]Professor, Department of Computer Education, Gong-Ju Natl. University of Edu, Gongju, 32553 Korea

요 약

초중등 소프트웨어교육을 운영할 수 있는 예비교사 교육과정의 중요성이 제기되고 있다. 하지만 국내에서 예비교사를 위한 소프트웨어교과교육과정에 대해서 어떤 기준에 의해 강화되어야 하는지에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 교수내용지식 4가지를 기준으로 국내외 사례를 분석하였다. 국내 사례는 교육내용과 교수법에 집중적으로 구성되어 있는 것으로 나타났다. 그리고 국내외 사례 분석을 통하여 예비교사를 위한 교수내용지식을 기준으로 하여 소프트웨어 교육내용을 제시하여 보았다. 주요한 내용은 4개 영역을 모두 삽입하였고 교육내용과 교수법을 가장 강조하여 구성하고 소프트웨어교과교육 전문가에게 타당성 검토를 의뢰하였다. 전문가 설문 조사 결과 대부분 타당도와 합의도가 기준치를 넘었지만 학생관리 분야에 대해서 CVR값이 기준값을 하회한 것으로 나타났다.

ABSTRACT

The importance of pre-service teachers' curriculum that can run K12 school SW education is raised. However, there is insufficient study on the standard of SW curriculum for pre-service teachers in domestic. In this study, we analyzed domestic and foreign cases based on four kinds of contents knowledge. Domestic cases were found to be concentrated on curriculum contents of education and teaching methods. Through the analysis of cases in domestic and abroad, we presented the content of SW education based on knowledge of teaching contents for preliminary teachers. The main contents are all four areas, and the curriculum contents and the teaching method are emphasized the most, and the SW subject education experts are asked for the feasibility study. The results of the questionnaire survey showed that although the validity and consensus exceeded the standard, the CVR value for the student management field was lower than the standard value.

키워드 : 교수내용지식, 교육과정, 소프트웨어교육, 예비교사 교육

Keywords : PCK(Pedagogical Contents Knowledge), Curriculum, Software Education, Preliminary Teacher Education

Received 21 January 2019, **Revised** 25 January 2019, **Accepted** 2 February 2019

*** Corresponding Author** Gyu-jung Han(E-mail:kyujhan@gjue.ac.kr, Tel:+82-41-850-1751)
Professor, Department of Computer Education, Gong-Ju Natl. University of Edu, Gongju, 32553 Korea

Open Access http://doi.org/10.6109/jkiice.2019.23.2.229 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright ⓒ The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Ⅰ. 문제제기

최근 초중등 소프트웨어교육이 시행됨에 따라서 예비교사교육 과정의 중요성이 커지고 있다. 컴퓨터과학교육을 선도하고 있는 해외 주요 국가에서도 예비교사교육과 교원연수에 대해 주요 영역으로 설정하고 있다[1].

그런데 국내 소프트웨어교육에 대한 교사교육에서 기본소양이나 교수능력에 대한 교육을 강조하고 있지만 체계적이지 못한 측면이 있다. 그리고 Aman(2017)은 예비교사 교육에서 초중등 학생을 가르칠 수 있는 컴퓨팅사고력 교육이 이루어져야 한다고 제시하였다[2]. 이것은 일종의 소프트웨어교육의 도입 목적과 관련되어 있는 제언이라고 할 수 있으며 교사교육과정 구성에서 도입 목적을 고려해야 한다는 것으로 해석할 수 있다.

즉 초중등학교 소프트웨어교육을 위한 예비교사교육 또는 현직교사 연수과정은 일정한 교육학적 원리를 두고 구성해야 한다는 것이다. 교수법이 왜 필요하고 컴퓨터과학 기본 소양이 교사교육과정에 왜 필요한지에 대한 논리가 미흡하며 그 이외에 교사교육과정에서 필요한 것은 무엇인지를 고려해야 할 필요가 있다.

이때 Schulman의 교수내용지식은 그 교사교육과정 구성 원리를 제시해 줄 수 있다. 특히 Cochran, Grossman이 명확하게 교수내용지식 요소를 제시하고 있다. 이에 본 연구에서는 이를 적용하여 국내 예비교사 소프트웨어 교육과정을 분석하여 개선방향을 제시해 보고자 한다. 그리고 개선방안에 대한 전문가 설문을 통해 교수내용지식 기반 소프트웨어교육에 대한 교사교육과정의 타당도를 확인하고자 한다.

Ⅱ. 소프트웨어교과에서의 PCK 주요 요소

Shulman은 1986년에 교육학 일반의 지식과 교과내용의 결합된 내용이 교사에게 필요한 지식이라고 제시하면서 교수내용지식((Pedagogical Contents Knowledge; PCK) 교육의 중요성을 제시하였다[3]. 즉 실제 교사의 교수활동이 나타날 때는 교과내용지식(Contents Knowledge; CK)과 교육학지식(Pedagogical Knowledge; PK)이 교사 나름대로의 관점으로 혼합되어 나타난다는 것을 강조한 것이다. 하지만 Shulman은 PK와 CK의 결합부분을 제시했지만 그것이 구체적으로 어떤 것이어야 하는지는 제시하지 않았다. 이에 Cochran, Grossman, Magnusson은 PCK의 구체적인 성격을 제시하였다. Cochran은 맥락적인 상황, 학습자의 요소 Grossman은 교수목적, 교수법 그리고 Magnusson은 변형된 교육학과 교과내용을 강조하였다[4][5]. 그리고 Saeli는 Grossman의 PCK 요소를 중심으로 4가지 요소를 프로그래밍교육에 표 1과 같이 연계하였다[6].

Table. 1 PCK Element-Specific Programming Education

PCK Elements	Specific Example of PCK in Programming Education
Educational Objectives	- Problem solving ability, logical thinking ability, mathematical thinking ability increase - Students can deepen their understanding of the subject and improve their computing thinking. - Good understanding of IT devices
Curriculum Contents	- Educational content to understand the program or completed program - Teaching about data, commands, and grammar, which are the three elements of programming
Learner Management	- Misconceptions - the effects of program learning, the general properties and operating principles of computer systems, the concept of bugs, and the knowledge of instructors to help learners understand OOP methods
Teaching Method	- Identify what facilitates learning in programming - There is a need for a variety of teaching methods - Strategy to rewrite the implemented program

Saeli는 Grossman의 관점에서 프로그래밍 PCK요소를 제시하였지만 부분적으로는 Cochran 등의 맥락적인 상황지식 등 환경적 요소 등도 일부 강조하였다.

본 연구에서는 Grossman에 많은 영향을 받은 Saeli의 PCK요소를 기반으로 하여 국내외 실제 소프트웨어교육에 대한 예비교사 교육과정을 분석해 보고자 한다.

그리고 국내에서 소프트웨어교육은 컴퓨터교육 또는 컴퓨터과학교육으로 불리고 있는데 본 연구에서는 소프트웨어교육으로 통합해서 기술하고자 한다.

Ⅲ. SW교과교육과정의 PCK기반 사례 분석

3.1. 국내 교사양성대학 SW교육과정 분석

본 연구는 국내 초등 교사 양성 대학 9개를 선정하여

소프트웨어교과교육과정을 요약하였다.

그리고 전술한 바와 같이 PCK 요소는 교육목적, 교육내용, 교수법 및 평가, 학습자 관리 및 환경의 4개의 요소에 의해 이를 분류하여 표 2에 제시하였다.

Table. 2 Analysis of the Curriculum of the Teacher Education based on PCK

Division	Topics	PCK elements	Ratio (%)	Based on 15weeks
Subject Education	SW Education, History/ Background	Curriculum Contents	22	3
	K12 Curriculum Analysis/ Textbook Selection	Curriculum Contents	10	10.5
	Teaching Method	Teaching Method & Assessment	21	3
	Assessment	Teaching Method & Assessment	5	1
Subject Contents	Computational Thinking/ Computer Science	Curriculum Contents	9	1.5
	Algorithm/Programming/ Physical Computing	Curriculum Contents	28	3.5
	Information Ethics/ Copyright	Curriculum Contents	4	0.5

위의 표 2는 9개 대학 15주의 교수요목에 대해 7개 영역으로 재분류하였으며 4개의 PCK 요소를 연계하여 표에 제시하였다.

그리고 1주차 소프트웨어교육 배경, 역사는 교육과정 변천사에 대한 내용으로 판단하여 PCK의 교육내용 요소로 판단하였다. 위의 표 2에서 나타난 바와 같이 PCK의 교육목적, 학습자 관리 및 환경요소는 없으며 교과내용의 비중이 대단히 높은 것으로 파악할 수 있다.

3.2. 해외 교사양성대학 CS교육과정 분석

해외 교사양성대학은 조지아 대학과 이스라엘의 사례이다. 조지아대학의 교과목명은 컴퓨터과학 교수방법으로서 교수법에 초점을 맞추고 있지만 PCK요소를 모두 갖추고 있다. 이 과정의 목표는 교수법역량 강화와 예비교사의 오개념에 대한 정확한 이해를 목표로 하고 있다.

다음은 조지아대학의 PCK기반 교육과정을 요약한 도표이다[7].

Table. 3 Georgia Univ. Pre-teacher CS Teaching Method

Weeks	PCK Elements	Topics
1	Purpose	Introduction on programming learning reasons
2	Purpose	Recognize programming challenges and needs
3	Students Management	Discuss how to diagnose and correct students' CS misconceptions
4	Teaching Method	Reflective writing about the effects of programming like colleagues
5		
6	Assessment	Reflective writing on CS concept formation and CS evaluation methods
7	Curriculum Contents	Discuss the application procedure of OOP, how to design curriculum
8	Curriculum Contents	Select topics for teaching content, teaching methods, assessment, and lesson planning for a particular grade
9	Teaching Method	Make a draft on the selected CS theme and discuss feedback
10	Teaching Method	Write and discuss specific tasks and criteria that students want to learn
11	Assessment	Discussing the evaluation and evaluation criteria and feedback
12-15	Teaching Method, Assessment	Complete teaching and learning projects such as teaching and learning plans, assignments, evaluation standards, and evaluation sites

미국의 경우 조지아대학교 1개의 사례이지만 국내의 교수요목과 비교되는 점은 교육과정영역과 교수방법의 차이다. 국내의 과정은 교육내용 영역의 비중이 높지만 조지아대학의 경우 교수방법의 대한 비중이 매우 큰 편으로 파악되었다.

또한 교육목적과 학습자 심리에 대한 내용이 국내의 경우에는 없지만 조지아 대학의 경우에는 표 3의 3주차에 나타났다.

이스라엘의 경우에는 컴퓨터과학교육 전문가들이 분석한 내용을 요약하여 제시한 것이기 때문에 국내 교육과정과의 비교분석은 제외하였다.

Noa Ragonis et al.(2010)은 이스라엘의 5개 교사양성대학의 학과장급과 교수 14명과 인터뷰를 통해서 컴퓨터과학 교사 교육과정에서 필요한 요소를 제시하였다[8]. 그중에서 교과내용학 영역을 제외하고 교과교육학 영역의 내용을 제시하면 표 4와 같다.

Table. 4 Core elements of Israel CS curriculum

Subject Education	Explanation
CS Pedagogical Theory	Ability to prepare instructional plans, ACM and computer science education journal, inquiry capability, recognition of need for continuous professional development
High School Curriculum	Exploring high school curriculum and international CS course
Teaching	This course is designed to provide the student with a problem to discuss and cope with, to establish a lesson planning process for a specific subject, to evaluate the results of primary and middle school students' academic achievement,
Students Management	Understanding the learning process and difficult topics, Analyzing the difficult areas of the students, Applying the class materials to meet various competencies

위의 표와 같이 이스라엘 컴퓨터과학교육 교육과정은 예비교사의 연구역량, 실질적인 지도안 설계 능력, 학습자 관리 역량을 세부적으로 안내하고 있다. 또한 PCK관점에서도 교육내용, 교수법평가, 학습자심리를 모두 제시하고 있으며 목적에 대한 내용은 미흡한 것으로 나타났다.

Ⅳ. PCK기반 SW 교과과정의 타당성 조사

PCK요소와 소프트웨어교육에 대한 선행 사례를 바탕으로 소프트웨어교육에 대한 예비교사 교과교육과정을 설정하고 전문가의 검토를 통하여 타당성 조사를 하고자 한다.

4.1. 교육과정 주요 내용 설정 전략

소프트웨어교과교육과정을 선정하기 위해 선행사례에서 나타난 시사점을 바탕으로 다음과 같은 전략을 제시하고자 한다.

첫째 구체적이며 실천역량을 함양할 수 있는 교과교육 내용을 선정한다.

국내 교사양성대학의 많은 교육내용 비중은 컴퓨터교육과정 역사, 국내외 사례 안내 등 실질적인 예비교사의 교수능력향상에 도움을 주기 보다는 컴퓨터교육에 대한 기본 지식을 함양시키는 내용으로 판단된다. 이에 교육내용에 대한 일반적인 내용은 축소하며 예비교사가 교수활동을 전개하기 위한 교육과정을 구성하는 전략이 요구된다.

둘째, 소프트웨어교육의 목적과 교수법에 대한 다양한 수업활동이 포함된 교육과정을 구성한다.

Saeli, Grossman의 PCK 요소에서 목적 및 필요성은 매우 중요한 영역이다. 그런데 국내에서 소프트웨어교육의 목적 및 필요성에 대해서 “창의성향상”, “컴퓨팅사고력 증가”, “4차 산업 대비”, “프로그래머 산업인력 육성” 등의 수준에서 간단한 언급수준으로 이루어지고 있다. 이와 같이 간단한 수준에서의 언급은 내면화하기에도 어려우며 예비교사가 초중등 소프트웨어교육의 방향성을 정립하기에도 미흡한 것으로 판단된다. 이에 소프트웨어교육을 해야 하는 이유 또는 목적에 대한 분명한 인지를 위해서 다양한 활동을 교육과정에 포함시킬 필요가 있다. 또한 교수 방법은 예비교사가 갖추어야 하는 가장 필요한 역량으로 판단된다. 따라서 예비교사의 소프트웨어교육의 교수능력에 대한 실질적인 함양을 위해 실천적이며 다양한 레퍼토리를 갖춘 교수법 과정을 교육과정에 삽입할 필요가 있다.

셋째 학습자 및 환경 관리에 대해 비중확대가 필요하다.

이 분야는 국내 소프트웨어교육 분야에서 다소 생소한 영역이다. 특히 프로그래밍을 경험하는 학습자 심리에 대한 연구가 매우 미흡한 수준이기 때문에 예비교사 교육과정에 즉각적으로 이와 같은 내용을 삽입하기에는 어려움이 따른다. 하지만 전술하고 있는 바와 같이 학습자 영역은 모든 교육프로그램에서 교수내용지식의 중요한 부분이라고 할 수 있고 많은 교과교육 영역에서 이를 다루고 있다. Cochran의 경우에도 이를 강조하였다. 해외사례에서도 컴퓨터과학교육에 대한 학습자의 오개념, 어려워하는 분야에 대해 관리하는 내용이 교육과정에 포함되어 있다. 또한 환경적 요소도 교사의 교수활동에 중요한 영향을 미칠 수 있다. PCK개념의 주창자인 Schulman은 교사교육은 실제 교수활동이 일어나는 관련된 맥락적인 교실환경에서 실습이 이루어질 필요가 있다고 제시하였다[3]. 이에 학습자 및 환경 관리에 대한 요소는 소프트웨어교육에 많은 영향을 미칠 수 있어서 개정방향에 삽입하고자 한다.

4.2. 교육과정 주요 내용

선행연구사례와 구성전략을 바탕으로 다음과 같은

예비교사 소프트웨어 교과교육 교육과정을 표 5와 같이 구성하였으며 관련 PCK요소를 제시하였다.

Table. 5 Software Curriculum Plan for Pre-Service Teachers Based on PCK Elements

Weeks	Core Contents	PCK Elements
1	Orientation and the Fourth Industrial Revolution and the Evolution of Computer Engineering	Purpose
2	Purpose and necessity of software education	
3	Computational thinking, programming and data structure nature	Curriculum Contents
4	K12 school software curriculum analysis	
5-7	Curriculum Contents Organization Strategy of Programming / Algorithms / Data Structure	
8-11	Software Teaching Method	Teaching Method & Assessment
12	Assessment of SW Education	
13	Students Management in SW Education	Learner & Infra Management
14	Infra Management in SW Education	
15	Assessment	

첫째, 1-2주차는 교수내용지식(PCK)의 왜 가르쳐야 하는가에 대한 내용을 구체화하여 제시하였다. 전술하고 있는 바와 같이 코딩, 컴퓨팅사고력, 피지컬 컴퓨팅을 왜 초등교육에 도입하고, 가르쳐야 하는지에 대한 다양한 활동을 전개할 필요가 있다. 관련분야 자료조사, 토론 등을 통해 왜 필요한지에 대한 내면화전략이 요구된다.

둘째, 3주차는 소프트웨어교육의 모학문인 컴퓨터공학차원에서의 자료구조와 프로그래밍 영역을 해석하고 설명하는 단계로 설정하였다. 또한 최근의 소프트웨어 교육의 모티브가 되고 있는 컴퓨팅사고력과 프로그래밍 그리고 자료구조의 연관성을 분석하는 단계로 활용하는 것이 요구된다.

셋째, 4-7주차는 프로그래밍, 자료구조 등 컴퓨터과학의 기초적이며 핵심적인 영역이 초중등교육에 어떤 수준에서 어떤 구조로 도입되어야 하는지에 대해 조사하고 토론하는 단계로 제시하였다. J. Akker, et al.(1994)은 현재의 교육과정과 이상적인 교육과정을 비교 토론하는 것도 필요하다고 제시한 것과 같이 단순히 교육과정을 안내하는 수준은 뛰어넘는 과정이 필요하다[9].

이를 위해 프로그래밍과 자료구조 영역에 대한 전반적인 이해를 도모하는 활동도 병행하여 운영할 수 있다.

넷째, 8-12주차는 교수법과 평가에 해당하는 단계로서 다양한 교수법의 특징을 살펴보고 실제 소프트웨어 영역에 연계하여 구체적인 수업지도안을 구성하는 활동이 필요하다. Linda Mannila et. al.(2006)는 교수법 활동에서 문법 익히는 것을 최소화시키고 문제해결력을 높이는 방법에 대한 논의도 필요하다고 제시한 것과 같이 다양한 수업 전략을 수립해 보는 활동을 설계할 수 있다[10].

다섯째 13-14주차는 학습자 및 교육 환경 관리와 관련되는 영역이다. 이 영역은 다수의 선행연구에서 학습자의 프로그래밍에 대한 오개념을 파악하고 이를 처지해주는 활동이 필요함을 제시하고 있다[11][12]. 특히 소프트웨어교육에서 환경관리는 실제 수업을 진행할 때 가장 큰 장애요소로 나타날 수 있다. 이에 학습자 및 환경관리에 대한 내용이 필요하다고 할 수 있다.

4.3. 설문 대상 및 분석 방법

설문은 온라인 방식으로 2018년 11월부터 12월까지 약 2주간 걸쳐 실시하였다. 위의 표 5에 해당하는 내용 10개에 대해서 각각 문항으로 제작하여 교사교육 전문가 10명에게 필요성에 대한 설문을 하였다. 설문의 방식은 5단계 리커트 척도를 사용하였으며 5점을 '매우 필요하지 않다'에서 부터 1점은 '매우 필요하다' 등을 제시하는 척도이다. 그리고 델파이 조사 결과를 바탕으로 다시 패널토의를 통해 설문결과를 분석하였다.

그리고 10명의 응답자에 대한 타당도 비율(CVR; Content Validity Ratio)값은 0.42이상일 때 타당한 것으로 분석하였다.

4.4. 설문 결과

다음과 같은 설문결과가 나타났다.

첫째, 설문 전체적으로 평균 4.3, CVR 0.72로서 교사교육전문가들은 필요성에 긍정적인 응답을 하였다. 그리고 세부 내용은 표 6과 같다.

Table. 6 Necessity Survey Results

Weeks	PCK Elements	Core Contents	Mean	CVR	Validity
1	Purpose	Orientation and the Fourth Industrial Revolution and the Evolution of Computer Engineering	4.2	0.6	0.75
2		Purpose and necessity of software education	4.7	1	0.85

Weeks	PCK Elements	Core Contents	Mean	CVR	Validity
3	Curriculum Contents	Computational thinking, programming and data structure nature	4.6	1	0.80
4		K12 school software curriculum analysis	4.6	0.8	0.85
5-7		Curriculum Contents Organization Strategy of Programming / Algorithms / Data Structure	4.4	1	0.75
8-11	Teaching Method/ Assessment	SW Teaching Method	4.8	0.8	1.00
12		Assessment of SW Education	4.3	0.6	0.8
13	Students & Environments	Students Management in SW Education	4.1	0.6	0.75
14		Infra Management in SW Education	3.8	0.2	0.50
15		Assessment	4.2	0.6	0.78
Average			4.37	0.72	0.78

둘째, 교수법, 교육과정 구성 전략, 소프트웨어교육 목적은 평균값, CVR, 합의도가 모두 높게 나타남으로서 전문가들은 해당분야에 매우 신뢰하는 것으로 해석할 수 있다. 즉 PCK요소에서 교육목적, 교육내용, 교수법에 대해서 높은 필요성을 인식하는 것으로 해석할 수 있다.

셋째, 학습자 및 환경관리에 대해서는 제대로 인지하지 못하고 있는 것으로 해석할 수 있다.

소프트웨어교수학습 상황에서 학습활동에 영향을 미치는 환경을 어떻게 제어해야하는지에 대해 교사는 인식해야 하지만 대부분의 소프트웨어 교사교육 전문가들은 동의하지 않은 것으로 나타났다. 평균 데이터는 4.2로서 매우 필요한 영역에 근접하고 있지만 CVR 값이 0.2로서 평균값에 의미를 두기 어려운 상황으로 해석할 수 있다.

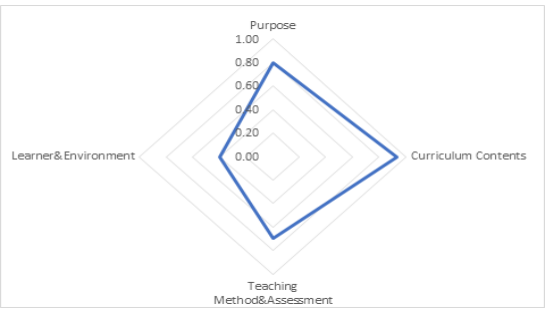

Fig. 4 Validity of SW Curriculum by PCK Elements

그리고 각 CVR 값을 기준으로 PCK 4개 요소별로 주요 교육내용에 대해 방사형 차트로 나타내면 그림 1과 같다.

Ⅴ. 결론

본 연구에서는 Saeli와 Cochran, Grossman이 제시한 PCK요소를 기준으로 소프트웨어교육, 컴퓨터과학교육에 대한 예비교사 교육 사례를 분석하였다. 그리고 이를 기반을 둔 개선된 소프트웨어교육에 대한 교사 교육내용을 구성하였다. 또한 10명의 교사교육전문가를 통해서 델파이 조사를 한 결과 PCK요소 중에서 학습자 관리 영역에 대해서는 그 필요성을 인지하지 못하는 것으로 나타났으며, 그 이외에는 모두 필요하다고 인지한 것으로 해석할 수 있었다. 특히 교육내용 영역에서 그 필요성이 가장 높게 나타나고 있음을 볼 수 있었다. 이것은 교과내용학적인 요소와 교과교육학적인 요소가 복합되어 있는 영역이다. 또한 해당 영역에서는 단순히 초중등 소프트웨어교육과정을 이해하는 수준보다 실천 역량을 키울 수 있는 교육내용이 구성이 요구 된다. 이러한 실천 역량은 실제 초중등 학생들을 위해 교육과정을 선정하고 구성하는 프로젝트 활동을 중심으로 교육과정을 구성하는 것을 의미한다. 조지아대학과 이스라엘 교사양성대학의 사례에서 교육내용 영역에서도 교육과정을 구성하며 실제 평가 전략까지 세우며 토론하는 활동까지 포함시키고 있는 점을 상기할 필요가 있다.

또한 학습자 관리 영역은 중요한 부분이라고 할 수 있지만 교사교육전문가의 인지는 미흡한 것으로 나타났다. 이에 학습자 관리 영역이 왜 필요하고 무엇을 가르쳐야 하는지에 대한 세부적인 추가 연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity(KOFAC) grant funded by the Korean Government(MOE: MINISTRY OF EDUCATION)

References

[1] L. Mannila, V. Dagiene, B. Demo, N. Grgurina, C. Mirolo, L. Rolandsson and A. Settle, “Computational Thinking in K-9 Education”, *ITiCSE-WGR’14*, Uppsala, 23-25, Jun, 2014.

[2] A. Yadav, C. Stephenson and H. Hong, “Computational Thinking for Teacher Education”, *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, vol 60, no. 4, pp. 55-62, 2017.

[3] L. Shulman, “Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching”, *Educational Researcher*, vol. 15, no. 2, pp. 4-14, 1986.

[4] H. Jing-Jing, “A critical review of Pedagogical Content Knowledge components: nature, principle and trend,” *International Journal of Education and Research*, vol. 2, no. 4, pp. 411-424, 2014.

[5] RIE, “Pedagogical Content Knowledge: A Framework For Teacher Education,” *Ultra Scientist*, vol. 27, no. 1B, pp. 1-8, 2015.

[6] M. Saeli, J. PERRENET, W.M.G. JOCHEMS, B. ZWANEVELD, “Teaching Programming in Secondary School: A Pedagogical Content Knowledge Perspective”, *Informatics in Education*, vol. 10, no. 1, pp. 73-88, 2011.

[7] M. Guzidial, Syllabus for CS Methods Course. [Internet]. Available: https://computinged.wordpress.com/, 2015.

[8] N. Ragonis, O. Hazzan, and J. Gal-Ezer, “A Survey of Computer Science Teacher Preparation Programs in Israel Tells Us: Computer Science Deserves a Designated High School Teacher Preparation!,” *SIGCSE’10*, Milwaukee:Wi pp. 401-405, Mar, 2010.

[9] J. Akker, J. and J. Voogt, “The use of innovation and practice profiles in the evaluation of curriculum implementation,” *Studies in Education Evaluation*, vol. 20, pp. 503-512, 1994.

[10] L. Mannila, M. Peltomaki, and T. Salakoski, “What about a simple language? Analyzing the difficulties in learning to program” *Computer Science Education*, vol. 16, no. 3, pp. 211-227, 2006.

[11] F. Hermans, A. Swidan, E. Aivaloglou and M. Smit, “Thinking out of the box: comparing metaphors for variables in programming education. Proceedings of Primary and Secondary Computing Education,” *WiPSCE ’18*, Potsdam, article no. 8, oct. 2018.

[12] T. Sekiya, and K. Yamaguchi, “Tracing quiz set to identify novices' programming misconceptions,” *Koli Calling Proceedings Conference on Computing Education Research*, Tahko, pp. 87-95, 2013.

신수범(Soo-Bum Shin)

컴퓨터교육 박사

※관심분야 : 소프트웨어교육, 교사교육

한규정(Gyu-Jung Han)

이학 박사

※관심분야 : 소프트웨어교육, 피지컬 컴퓨팅