

# 초·중등 SW교육의 평가요소 개발

박주연<sup>†</sup> · 김종혜<sup>††</sup> · 김석희<sup>†††</sup> · 이현숙<sup>††††</sup> · 김수환<sup>†††††</sup>

## 요 약

SW교육의 목적은 컴퓨팅 사고력을 가진 창의·융합 인재양성에 있다. SW교육 내용과 방법은 다양하여 확실적인 평가로는 학생들이 배운 내용에 대한 적합한 평가가 이루어지기 어렵다. 학습 내용에 맞는 적합한 평가가 이루어지기 위해서 SW교육의 핵심적인 내용이 무엇인지 기준이 될 평가요소가 개발된다면 현장에서 SW교육 평가가 수월하게 이루어질 수 있을 것이다. 따라서 본 연구는 초·중등학교에서의 SW교육의 효과성을 측정할 수 있도록 평가요소를 개발하여, 학교 현장에서 SW교육의 평가내용 및 평가방법을 개발할 때 사용할 수 있는 체계적인 틀을 제공하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 문헌연구, FGI를 통한 현장적합성 검토, 전문가 협의, 델파이 조사를 진행하였다. 연구 결과 인지적 영역의 평가요소는 Computational Materials & Outputs(CMO), Computational Concepts(CC), Computational Practices(CP)의 세 영역, 17개의 키워드로, 정의적 영역의 평가요소는 가치, 태도, 컴퓨팅 사고력 효능감, 흥미의 네 영역, 13개 세부영역으로 개발되었다. 본 연구에서 개발한 SW교육 평가요소는 교육 현장에서 실행될 SW교육 내용에 맞는 평가내용을 개발하기 위한 준거틀로 사용되기를 기대한다.

**주제어** : SW교육 평가요소, 컴퓨팅 사고력, 인지적 영역, 정의적 영역

## Development of evaluation factors for SW education in elementary and secondary schools

Juyeon Park<sup>†</sup> · Jonghye Kim<sup>††</sup> · Soohwan Kim<sup>†††</sup> · Sughee kim<sup>††††</sup> · HyunSook Lee<sup>†††††</sup>

## ABSTRACT

The Goal of SW education is to cultivate creative and convergent human resources with computational thinking ability. The content and methods of SW education are diverse, and it is difficult for the students to properly evaluate what they have learned. In order to appropriately evaluate the learning contents, SW education evaluations should be able to easily evaluate the core content of the SW education. The purpose of this study is to provide a systematic framework that can be used to develop evaluation factors to evaluate the effectiveness of SW education in elementary and secondary schools. We conducted a literature review, a field suitability review through FGI, an expert consultation, and a Delphi survey. As a result, the metrics of the cognitive domain were developed with 17 keywords in three categories: Computational Materials & Outputs (CMO), Computational Concepts (CC), and Computational Practices (CP). Also, metrics of the affective domain were developed with 13 sub-areas in four categories: value, attitude, computational thinking efficacy, and interest. The SW education evaluation factors developed in this study can be used as a framework to develop the evaluation contents in accordance with the contents of education.

**Keywords** : SW education, evaluation factors, computational thinking

† 정 회 원: 이대부속초등학교 교사      †† 정 회 원: 경기과학고등학교 교사      ††† 정 회 원: 회룡초등학교 교사  
 †††† 정 회 원: 한국과학창의재단 연구원      ††††† 중신회원: 충신대학교 조교수(교신저자)  
 논문접수: 2017년 10월 24일, 심사완료: 2017년 11월 20일, 게재확정: 2017년 11월 27일  
 \* 이 논문은 미래창조과학부의 2015년 방송통신정책연구 초·중등 SW교육 실태조사 및 효과성 측정지표 개발 연구(15-진  
 흥-077)의 일부 내용을 수정, 보완한 것이며 미래창조과학부의 공식적인 견해와는 다를 수 있음.

## 1. 서론

세계는 제조업 중심의 산업경제시대에서 디지털 창조경제시대로 옮겨가고 있는 중요한 시점에 있으며 그 핵심동력은 바로 소프트웨어이다. 소프트웨어가 사회 전반에서 변화와 혁신을 일으키는 핵심 요소로 자리 잡고 있으며, 세계 주요 국가들은 소프트웨어 역량을 가진 인재 양성을 위해 다각적인 노력을 기울이고 있다[1].

이에 우리나라에서도 소프트웨어가 혁신과 성장, 가치 창출의 중심이 되고 개인·국가·기업의 경쟁력을 좌우하는 ‘소프트웨어 중심사회’로 진입하였음을 공표하였다. 또한, 이러한 시대에 필요한 소프트웨어 역량을 가진 창의융합인재를 양성하기 위한 국가적 차원에서의 정책적 접근이 필요함에 따라 소프트웨어 중심사회를 위한 인재양성 추진계획을 발표하였다. 그 핵심 내용은 초·중등학교에서 SW교육의 본격적인 확산, 산업현장의 요구를 반영한 대학 SW교육 혁신, 민관협력을 통한 SW문화 확산 등으로, 3개 분야 12개 과제를 중심으로 한 기본 틀을 마련하였다[2].

이를 위해 초·중등 SW교육 필수화에 대비한 다양한 SW교육 활성화 정책과 사업들이 추진되고 있다. 특히 SW교육의 우수 모델을 발굴하고 이를 주변학교로 확산하기 위해 교육부와 미래창조과학부에서는 SW교육 연구·선도학교를 지정하여 SW교육 정착에 박차를 가하고 있다[2][3]. 2015년에는 전국 160개 SW교육 선도학교와 68개 연구학교, 2016년에는 교육부와 미래창조과학부 양부처가 공동으로 운영하는 900개 SW교육 연구·선도학교가, 2017년에는 1200개 SW교육 연구·선도학교가 운영되고 있다[3].

SW교육 운영지침에 따르면 SW교육의 목적은 ‘컴퓨팅 사고력을 가진 창의, 융합 인재양성’에 있다. 기초 교육인 초등학교에서부터 SW교육을 강화하는 것은 SW교육을 통해서 컴퓨팅 관점에서 문제를 바라보고 효과적이고 효율적으로 문제를 해결하는 능력인 ‘컴퓨팅 사고력’을 함양하는 것이 보편교육의 가치를 가지기 때문이다. 즉, 컴퓨팅 사고력의 향상은 미래의 핵심역량으로써 모든 학생들에게 필수적으로 교육되어야 한다는 것이다[4][5].

이를 위해 교육 현장에서는 SW교육 선도학교를 중심으로 언플러그드, 교육용 프로그래밍, 피지컬 컴퓨팅 등을 활용한 다양한 형태의 SW교육을 실시하고 있다. 다양한 형태로 이루어지고 있는 SW교육이 그 목표를 달성하고 있는가는 목표와 일관된 평가를 통해서 검증할 수 있다. 이에 SW교육의 효과성을 평가하는 방안에 관한 여러 연구들이 이루어지고 있다[6][7][8].

그러나 SW교육의 목적인 ‘컴퓨팅 사고력’이 향상되었는가에 대한 평가는 ‘사고력’ 자체가 가지는 추상성과 복잡성 때문에 이를 측정할 표준화된 문항을 개발하는 것이 쉽지 않다[6]. 또한, 각 학교에서 실시되는 SW교육 내용과 방법이 다양하기 때문에 표준화된 획일적인 평가로는 학생들이 배운 내용에 적합한 평가가 이루어지기 힘들다. 따라서 실제로 실시되고 있는 SW교육 내용에 따른 평가문항 및 방법이 학교 단위, 또는 학급 단위로 개발되어 평가가 이루어질 필요가 있다. 이를 위해서 우선적으로 SW교육의 핵심적인 내용이 평가될 수 있도록 평가요소가 개발된다면 단위학교 혹은 학급에서는 현재 운영되고 있는 SW교육 내용에 적합한 평가과제, 혹은 문항을 개발하는데 도움이 될 것이다. 평가요소는 평가를 위한 하나의 지표로서 일정한 방향이나 목적을 가지고 SW교육의 효과를 측정할 수 있도록 하기 때문이다[9].

따라서 SW교육의 효과성에 대한 측정을 위해서는 일반화된 평가문항 및 평가방법을 사용하는 것 보다는 각 학급에서 운영한 교육내용에 맞게 평가문항이 개발되어야 하고, 그 준거틀로써 평가요소가 활용될 수 있다. SW교육의 핵심적인 평가요소를 개발하기 위해서는 SW교육의 목적과 내용이 고려되어야 하고, SW교육의 효과성을 측정할 수 있는 기준이 무엇인가에 대한 전문가들의 합의가 필요하다. 이를 통해 기대되는 SW교육의 성과를 예상하여 우리나라의 교육 실정에 맞게 평가요소가 추출되어야 한다.

따라서 본 연구는 초·중등학교에서의 SW교육의 효과성을 측정하기 위한 평가요소를 개발하여 일선 학교 현장에서 SW교육의 평가과제 및 문항, 평가방법 등을 개발할 때 사용할 수 있는 체계적인 틀을 제공하는 것을 목적으로 한다.

## 2. 관련연구

### 2.1 컴퓨팅 사고력의 구성요소

Wing(2008)은 컴퓨팅 사고력의 구성요소로 추상화와 자동화의 개념을 제시하였고, 그 후 컴퓨팅 사고력의 구성요소를 밝히기 위한 여러 연구들이 보고되고 있다[10].

최숙영(2015)은 국내외 연구를 바탕으로 <표 1>과 같이 컴퓨팅 사고력의 구성 요소를 분석하였다[11].

<표 1> CT 구성 요소(최숙영, 2015)

CSTA & ISTE	Selby & Wollard	CB & NSF
<ul style="list-style-type: none"> <li>자료 수집</li> <li>자료 분석</li> <li>자료 표현</li> <li>문제 분해</li> <li>추상화</li> <li>알고리즘과 절차</li> <li>자동화</li> <li>시뮬레이션</li> <li>병렬화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>알고리즘적 사고</li> <li>분해</li> <li>일반화(패턴)</li> <li>추상화</li> <li>평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>컴퓨팅으로 연결</li> <li>컴퓨팅 산출물 개발</li> <li>추상화</li> <li>문제와 산출물 분석</li> <li>의사소통</li> <li>협동</li> </ul>

또한, MIT의 Brennan과 Resnick(2012)의 연구에서는 CT 평가 프레임워크를 개발하여 <표 2>와 같이 컴퓨팅 사고력(Computational thinking, 이하 CT)의 요소를 제시하였다[12].

<표 2> MIT의 CT 하위 요소(Brennan & Resnick, 2012)

Computational Concepts	Computational Practices	Computational Perspectives
시퀀스 반복 병렬처리 이벤트 조건 연산 데이터	점차적인 시도와 개발 테스팅과 디버깅 재사용과 재조합 추상화와 모듈화	표현하기 연결하기 질문하기

Snow(2015)의 연구에 의하면 미국의 SRI에서는 컴퓨팅 사고력의 평가를 위해 <표 3>과 같이 컴퓨팅 사고력의 요소를 제안하고 평가방법을 개발하고 있다[13].

<표 3> CT 평가 요소(Snow, 2015)

CS Concepts	Inquiry Skills	Noncognitive Skills
Algorithms Programming Recursion Abstraction Debugging/Testing Variables	Evaluate Explore Analyze Explain Elaborate Model	Communication Teamwork/collaboration Leadership Self-efficacy Self-concept Persistence

이상의 연구에서 제시한 컴퓨팅 사고력의 구성요소를 분석해 보면, 컴퓨팅 사고력은 지식이나 개념, 기능과 같은 인지적 측면에서 뿐 아니라 MIT의 Perspectives(표2 참조)와 SRI의 비인지능력(표3 참조)인 관점, 태도와 같은 정의적 측면이 포함된 총체적인 접근이 필요한 개념이라는 것을 알 수 있다.

### 2.2 SW교육 평가방법 및 평가요소

SW교육 평가방법에 대한 연구로 Brennan과 Resnick(2012)은 스크래치로 창의컴퓨팅 교육을 진행하고 컴퓨팅 사고력을 평가할 수 있는 세 가지 방법을 <표 4>와 같이 제시하였다[12].

<표 4> CT 평가방법(Brennan & Resnick, 2012)

평가방법	개념	실습	관점
프로젝트 분석 (코드분석)	개념이 포함된 블록의 사용을 평가	N/A	N/A (코멘트 같은 다른 웹사이트의 데이터 분석 시 가능)
작품 인터뷰	제한된 프로젝트에서의 개념에 대한 이해 평가	기억의 제한이 있지만 학생들이 디자인 경험에 기반해서 가능함	일부가능, 직접 물어보기 어려움
디자인 시나리오	제시된 프로젝트에 대해 개념적인 이해의 수준 평가	제시된 프로젝트의 새로운 상황에서 실시간 반응을 평가	일부가능, 직접 물어보기 어려움

또한, Moreno-Leon등(2016)은 CT 평가를 위해서 스크래치 프로젝트를 자동으로 분석할 수 있는 툴을 만들어 데이터 표현, 논리적 사고, 사용

자 상호작용, 플로우 컨트롤의 알고리즘 표현, 추상화 및 문제분해, 병렬화, 동기화의 요소를 평가하도록 하였고[14], 한글을 인식하지 못하는 문제로 국내형으로 수정 개발하여 진행한 연구도 있다[15].

국내 연구로 김병수(2014)는 컴퓨팅 사고력 중 인지적 검사지를 개발하고 그 요소를 순차구조, 조건분기, 반복, 병렬처리, 변수, 난수, 알고리즘, 객체, 함수, 재귀로 설정하였다[16]. 또한, 양병석 등(2016)은 CT평가 프레임워크 요소별 산출물을 정리하고 자동화 가능성을 분석하였다[17]. 전수진, 한선관(2016)은 Computational Practices를 평가하기 위해 실험하기 및 반복하기, 테스트와 디버깅, 재사용과 재구성, 추상화와 모듈화의 4문항을 개발하였고 평가 루브릭을 제시하였다[7].

안성훈(2016)은 SW교육을 위한 프로그래밍 평가지표를 <표 5>와 같이 개발하고 제시하였다. 1~3단계는 교육적 가치 측면에서, 4단계는 SW의 품질적 측면에서 평가 영역을 설정하고 검증하였다. 이는 SW교육의 가치와 SW의 품질요소 측면이 혼재되어 있어서 실제 교육현장에 적용하기 위해서는 SW교육과정과의 연계가 필요하다[8].

<표 5> SW교육에서 프로그래밍 평가지표(안성훈, 2016)

단계	평가요소
문제인식 및 정의	문제 정의
	문제 분해
	목표 정의
문제해결방법 탐색	자료수집 및 분석
	자료 표현
	추상화
	독창성
프로그램 설계	알고리즘과 절차
	병렬화
	동기화
프로그램 구현	기능화
	효율화
	일반화
	신뢰성
	사용성

이상에서 살펴본 SW교육의 평가방법 및 평가요소는 Brennan과 Resnick(2012)이 제안한 개념, 실습, 관점의 세 가지 영역과 유사하거나 CSTA와 ISTE에서 제시한 CT 구성요소를 따르고 있다. 이는 다른 나라의 교육과정에 근거하거나 CT

의 기본적인 요소를 중심으로 개발된 것이어서, 우리나라에서 실시하고 있는 SW교육의 성취기준과 내용요소를 반영한 SW교육을 위한 평가요소의 개발이 필요하다. 특히, 기존의 국내외 연구에서는 개념과 기능을 중심으로 하위요소가 개발되었고, 실제 학습결과로 나타나는 산출물의 영역이 없으며, 정의적인 영역에 대한 하위요소에 대한 고려가 부족하여 지식, 기능, 태도를 고려한 평가요소 개발이 필요하다.

### 3. 연구방법

본 연구는 초·중등학교에서의 SW교육을 위한 평가요소 개발을 위해 <표 6>과 같은 단계로 연구를 수행하였다.

<표 6> 연구절차

단계	평가요소 개발 과정	대상
1	선행연구 분석을 통한 SW교육 평가요소 초안 설계	연구진
2	현장적합성 검토(FGI)를 통한 SW교육 평가요소 방향 설정 및 수정	초·중·고등학교 SW교육 연구·선도학교 교사
3	전문가 협의를 통한 SW교육 평가요소 수정 및 추가	SW교육 전문가 (교대, 사대 컴퓨터교육과 교수진)
4	델파이 기법(3차)을 통한 SW교육 평가요소 수정 및 확정	SW교육 전문가 (컴퓨터 교육 연구진, 박사수료 이상)

#### 3.1 SW교육의 평가요소 초안 설계

SW교육의 평가요소 초안을 인지적 영역과 정의적 영역으로 구분하여 설계하였다.

먼저, 국내외 SW교육의 방향과 평가의 내용요소들을 분석하여 인지적 영역의 평가요소 초안을 설계하였다. 평가요소 영역을 컴퓨팅 사고 개념, 컴퓨팅 사고 수행, 창의성으로 구성하고, 각 영역별 세부 영역 및 설명, 성취기준(안)을 설계하였다. 인지적 영역의 평가요소는 2015 개정 교육과정과 CSTA와 ISTE(2011)에서 제시한 CT 요소와 연계성을 검토하여 개발하였다[18][19].

두 번째로, 정의적 영역의 평가요소 초안은 현

재 초·중학교에서 수행한 SW교육 인식조사와 연계하여 이를 기반으로 하였다. 정의적 영역의 초안은 한국교육학술정보원(KERIS)에서 초·중등학교에 조사한 SW교육 인식조사 문항을 분석하여 설계하였다[20].

### 3.2 FGI를 통한 SW교육의 평가요소의 현장 적합성 검토

SW교육 평가요소의 현장적합성 검토를 위해 SW교육 연구·선도학교 담당교사 8명과 포커스 그룹 인터뷰(FGI)를 실시하였다. FGI는 학습자의 수준차를 고려하여 초등학교와 중·고등학교로 구분하여 실시하였다. FGI를 실시하기 전에 각 선생님들에게 FGI 사전 질문지를 전달하여, SW교육 실태 및 SW교육 효과성에 대해 미리 생각해 오도록 하였다. FGI 사전 질문지는 SW수업 실태, SW수업 운영, SW수업 방식, SW수업 효과성, SW교육 전반적 인식의 총 5개 영역으로 이루어졌다. FGI는 미리 전달된 질문지를 바탕으로 하되, 진행자의 질문에 자유롭게 의견을 교환하는 개방적인 토의방식을 사용하였다.

현장 적합성 검토를 실시한 결과는 다음과 같다. 첫째, SW교육을 평가하는 영역으로는 컴퓨팅 사고력, 문제해결능력, 창의력이 포함되어야 한다. 둘째, SW교육 평가요소는 인지적 영역 뿐 아니라 정의적 영역으로 구분하여 설계할 필요가 있다. 이는 학생들이 SW교육을 왜 받아야 되는지에 대한 강한 동기부여가 중요하기 때문이다. 셋째, 국가 교육과정 목표와 내용요소를 중심으로 설계를 해야 학교현장에 괴리되지 않는다.

### 3.3 전문가 협의를 통한 SW교육 평가요소 수정 및 추가

선행연구 분석과 FGI를 통한 현장적합성 검토 과정을 통해 제시된 지표들을 기반으로 평가요소를 설계하고, 전문가 협의를 진행하였다. 전문가 협의는 컴퓨터교육학과 교대, 사대 교수 4인으로 구성되었으며, 협의 전에 전문가들에게 미리 평가요소 초안과 검토사항을 보내 검토의견을 토대로 협의를 진행하였다.

인지적 영역의 평가요소에 대한 전문가 협의

결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 인지적 영역의 평가요소를 유목화 할 필요가 있어서 컴퓨팅 사고 개념, 컴퓨팅 사고 수행의 두 개념으로 정하였다. 둘째, 인지적 영역의 평가요소별 세부영역의 재구조화가 필요하다. 인지적 영역의 세부영역이 많고, 프로그래밍 언어의 특성에 의존하는 지엽적인 내용이 많다는 의견이 있어서, 현재 평가요소의 세부영역들 중 공통된 부분을 재구조화하여 세부요소를 수정하였다.

정의적 영역의 평가요소에 대한 전문가 협의 결과는 다음과 같다. 첫째, 인지적 영역의 평가요소는 영역 특수성에 기반하여 개발되었으나, 정의적 영역의 평가요소는 타 교과에서도 평가할 수 있는 일반적인 요소라는 의견이 제시되었다. 따라서 정의적 영역에서도 정보과학적 관점을 기반으로 한 평가요소가 필요함에 따라 ‘학업적 자존감’을 ‘컴퓨팅 사고력 효능감’으로 변경하였다. 둘째, 정의적 영역의 평가요소 세부영역에 대한 용어 수정이 요구되었다. 먼저, ‘태도’ 영역의 ‘협력’과 ‘협동’은 비슷한 개념이므로 ‘협동’ 영역을 삭제하고, ‘협력’으로 수정하였다. 또한, 평가요소 영역과 그 세부영역이 동일한 용어였던 ‘흥미’ 영역의 세부영역을 ‘학습흥미’로 수정하였다.

### 3.4 델파이 기법을 통한 SW교육 평가요소 수정 및 확정

문헌연구, 현장적합성 검토(FGI), 전문가 협의를 통해 수정된 평가요소를 토대로 델파이 조사를 진행하였다. Okoli와 Pawlowski(2004)에 의하면 델파이 방법의 패널의 크기는 통계적 검정력에 의존하기 보다는 전문가들의 합의에 도달하기 위한 그룹의 역동성이 중요하므로 10-18명 정도가 적합한 것으로 알려져 있다[21]. 본 연구에서는 패널 선정 기준을 SW교육 관련 연구를 지속적으로 진행해 온 SW교육 분야 등재 학술지에 게재 경력을 가진 박사 수료 이상의 전문가로 정하고, 최종적으로 연구 참여의사를 밝힌 13명으로 델파이 조사를 진행하였다. 이들은 컴퓨터 관련 학과 교수 3인, 교육대학교 컴퓨터교육과 교수 5인, SW교육 관련 연구원 2인, 정보 교사 1인, 컴퓨터교육과 박사 수료 2인이다.

텔파이 1차 설문조사는 개방형 설문의 형태가 아니라 구조화된 설문조사 도구를 구성하여 사용하였다. 이는 앞서 문헌연구 분석을 통한 평가요소 초안 설계, 현장교사들의 FGI를 통한 현장적 합성 검토, 전문가 협의를 통한 평가요소 수정의 연구과정이 있었기 때문이다. 1차 텔파이 설문지에서는 연구 목적 및 연구 추진 과정에 대한 정보를 제공하고, 평가요소의 타당성 및 적합도에 대한 전문가들의 의견을 리커트 7점 척도로 수집하고, 개방형 의견을 수집하였다. 1차 텔파이 조사지는 인지적 영역과 정의적 영역으로 구분되었다. 인지적 영역은 총 4개의 문항으로 ‘키워드 설명의 적절성’, ‘영역과 키워드 연계성의 적절성’, ‘추가 요소에 대한 의견’, ‘인지적 영역의 모델에 대한 적절성’으로 구성되었고, 정의적 영역은 총 3개의 문항으로 ‘평가요소별 설문문항의 적절성’, ‘세부영역별 평가요소의 적절성’, ‘추가 요소에 대한 의견’으로 구성되었다. 1차 텔파이 조사 결과는 평균 산출과 기타 검토 의견을 수합하여 연구진 내에서 평가요소 및 설명을 수정하였다.

2차 텔파이 조사에서는 1차 텔파이 조사 결과로 리커트 척도에서 4점 이상 선택한 전문가 수, 평균, 1차 때 선택한 척도에 대한 정보를 제공하고, 적절성 수정 여부를 리커트 7점 척도로 체크하도록 하였다.

3차 텔파이 조사에서는 연역적인 방식으로 문항을 재배치하였다. 이유는 앞서 두 번에 걸친 텔파이 문항이 응답자들에게 친숙해졌고, 문항의 구성을 구조화하여 평가요소 간 위계를 쉽게 이해하도록 하기 위해서이다. 인지적 영역에서는 평가요소를 도식화한 ‘모델의 적절성’을 먼저 묻고, ‘영역과 평가요소의 연계성의 적절성’, ‘키워드에 따른 설명의 적절성’을 묻는 형태로 재구성하였다. 정의적 영역에서는 ‘세부영역과 평가요소 간 연계성의 적절성’을 먼저 묻고, ‘평가요소에 따른 설문문항의 적절성’을 그 다음으로 묻는 형태로 재구성하였다. 또한, 2차 텔파이 조사 결과로 리커트 척도에서 4점 이상 선택한 전문가 수와 평균, 2차 때 선택한 척도에 대한 정보를 제공하고, 적절성 수정 여부를 리커트 7점 척도로 체크하도록 하였다.

텔파이 조사에서는 전문가들의 합의에 대한 판

단으로 변동계수(coefficient of variation:  $v = \frac{\text{표준편차/평균}}$ )가 0보다 크고 0.5이하인 경우는 합의가 잘 이루어진 것으로 판단한다[22]. 이에 3차 텔파이 조사 결과 모든 항목에서의 변동계수가 0.5이하로 매우 좋은 합의를 이룬 것으로 판단하여 텔파이 조사를 종료하였다. 또한, 내용 타당도는 Lawshe(1975)가 제안한 내용 타당도 비율(CVR: content validity ratio)을 구하여 확인하였으며, 0.54를 기준으로 항목을 선택하고, 평균을 비교하여 검토하였다[23].

## 4. 연구결과

### 4.1 텔파이 조사 결과

#### 4.1.1 인지적 영역

3차에 걸친 텔파이 조사 결과 인지적 영역의 평가요소는 Computational Material & Output(CMO), Computational Concepts(CC), Computational Practice(CP)의 세 영역으로 정해졌고, 각 요소에 대한 조작적 정의는 다음과 같다.

- Computational Materials & Outputs(CMO) : 컴퓨팅 사고력의 기저가 되는 알고리즘, 데이터, 프로그램을 Computational Materials로, 컴퓨팅 사고 역량의 결과로 추상화, 자동화를 Computational Outputs 으로 설정함. 이는 다른 과제의 기초가 되는 재귀적 속성을 가짐.
- Computational Concepts(CC) : 컴퓨팅 사고력을 학습하거나 향상시키기 위해 배워야 하는 중요한 개념
- Computational Practices(CP) : 컴퓨팅 사고력을 학습하거나 향상시키기 위한 수행 능력 및 실행과정

인지적 영역에서의 세부 영역과 키워드 연계성과의 적절성에 대한 텔파이 조사 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> 인지적 영역과 키워드 연계성의 적절성

영역	키워드	1차 평균	2차			3차		
			평균	변 동 계 수	C V R	평균	변 동 계 수	C V R
CC	순차	6.27	6.23	0.12	1.00	6.23	0.12	1.00
	반복	6.36	6.31	0.12	1.00	6.31	0.12	1.00
	선택	6.09	6.31	0.12	1.00	6.31	0.12	1.00
	배열	5.91	5.77	0.13	1.00	5.77	0.13	1.00
	변수	6.27	6.31	0.12	1.00	6.31	0.12	1.00
	함수	6.18	6.23	0.13	1.00	6.23	0.13	1.00
	연산	5.91	6.00	0.15	1.00	5.92	0.15	1.00
	입출력	5.82	5.92	0.13	1.00	6.00	0.14	1.00
CP	분석하다	6.4	6.46	0.15	1.00	6.54	0.13	1.00
	수집하다	6.27	6.23	0.15	1.00	6.15	0.15	1.00
	표현하다	6.5	6.46	0.12	1.00	6.46	0.12	1.00
	설계하다	6.5	6.46	0.12	1.00	6.46	0.12	1.00
	구현하다	6.5	6.46	0.12	1.00	6.46	0.12	1.00
	오류를 수정하다	6.55	6.46	0.12	1.00	6.54	0.10	1.00
	분해하다 (2차추가)	-	6.23	0.13	1.00	6.38	0.08	1.00
CMO (3차 추가)	알고리즘	-	-	-	-	6.23	0.18	0.92
	데이터	-	-	-	-	5.62	0.21	0.92
	프로그램	-	-	-	-	5.54	0.24	0.85
	자동화	-	-	-	-	5.38	0.37	0.85
	추상화	-	-	-	-	5.46	0.38	0.85



모델 1



모델 2

[그림 1] 인지적 영역의 초기 두 모델

<표 8> 인지적 영역 모델의 적절성

또한, 인지적 영역의 평가요소 간의 관계를 한 눈에 이해할 수 있도록 도식화한 모델을 개발하였다. 초기에 개발한 모델은 [그림 1]과 같이 두 종류이다. 두 모델은 두 개의 톱니바퀴가 서로 맞물려 돌아가면서 일을 수행한다는 메타포(은유)를 사용하여, 인지적 영역의 각 요소들을 배치하였다. 모델 1은 컴퓨팅 사고력의 두 축인 CC와 CP를 잇는 동력으로서 CMO에 해당하는 알고리즘, 프로그램, 데이터가 작동하며, 이러한 역동적 활동의 결과로서 컴퓨팅 사고력의 핵심인 추상화와 자동화가 나타나는 그림이다. 모델 2는 컴퓨팅 사고력의 두 축인 CC와 CP를 작동하게 하는 연결벨트로서 CMO인 알고리즘, 프로그램, 데이터가 움직이며, 이것들을 작동시키기 위한 동력으로서 추상화와 자동화가 필요한 것을 나타낸 그림이다. 이 두 모델에 대한 델파이 조사 결과는 <표 8>과 같다.

모델	1차 의견	2차			3차		
		평균	변 동 계 수	C V R	평균	변 동 계 수	C V R
모델 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>추상화의 내용 요소, 알고리즘의 내용요소가 포함되지 않음.</li> <li>Objective(목적)의 위치가 애매하여, 하위 요소들(알고리즘, 프로그램, 데이터)이 목적의 개념을 나타내기에 정보가 부족함.</li> <li>데이터가 목적이라는 정의를 이해하기 어려움</li> </ul>	4.83	0.33	0.62	4.62	0.27	0.85
모델2	<ul style="list-style-type: none"> <li>추상화 자동화는 핵심동력이 아니라 최종 목표의 형태로 표현되어야 함.</li> <li>알고리즘, 프로그램, 데이터가 사고의 과정에서 사용되는 것으로 표현되어야 함.</li> </ul>	4.42	0.31	0.69	4.54	0.28	0.85

4.1.2 정의적 영역

정의적 영역의 초기 영역은 가치, 선호, 태도, 컴퓨팅 사고력 효능감, 흥미의 다섯 개의 영역으로 이루어졌다. 가치에는 유용성/중요성/편리성/필요성이, 선호에는 수업만족도/진로탐색이, 태도에는 몰입도/의사소통/협력/책임성이, 컴퓨팅 사고력 효능감에는 자기주도성/자신감/확장성/응용성이, 흥미에는 학습흥미가 세부영역으로 포함되었다.

정의적 영역에서의 세부영역별 평가요소의 적절성에 대한 델파이 조사 결과는 <표 9>와 같다.

<표 9> 정의적 영역의 세부영역별 평가요소의 적절성

영역	세부영역	평가요소	1차 평균	2차			3차			
				평균	변동 계수	내용 타당 도 비율	평균	변동 계수	내용 타당 도 비율	
가치	유용성	SW 중요성	5.6	5.69	0.18	1.00	5.92	0.08	1.00	
		SW교육의 유용성	6.3	6.38	0.10	1.00	6.31	0.08	1.00	
		실생활에서의 활용	6.2	삭제						
	중요성	SW 교육 중요성	6.3	6.54	0.10	1.00	6.54	0.10	1.00	
		SW 편리성	5.6	5.62	0.19	0.92	5.62	0.19	0.92	
	필요성	SW 수업 필요성	5.8	5.85	0.21	0.92	5.85	0.09	1.00	
SW 필요성		5.8	5.85	0.18	0.92	5.77	0.18	0.92		
선호	수업만족도	교수매체에 대한 만족도	5.4	삭제						
		교수매체의 편리성	5	삭제						
		SW수업 선호도	5.9	6.15	0.09	1.00	6.15	0.09	1.00	
		수업 내용에 대한 만족도	6.3	6.46	0.10	1.00	6.31	0.12	1.00	
		수업에 대한 기대감(2차 추가)	-	5.77	0.14	1.00	5.92	0.11	1.00	
		SW관련 직업에 대한 인식	6.3	6.31	0.14	1.00	6.31	0.14	1.00	
	진로탐색	SW관련 전공에 대한 인식	5.9	6.08	0.14	1.00	5.85	0.14	1.00	
		SW교육에 대한 의지	5.8	5.92	0.16	1.00	6.08	0.12	1.00	

영역	세부영역	평가요소	1차 평균	2차			3차			
				평균	변동 계수	내용 타당 도 비율	평균	변동 계수	내용 타당 도 비율	
태도	몰입도	프로그래밍 몰입	6	6.00	0.12	1.00	6.08	0.08	1.00	
		의사소통	수업을 통한 의사소통	5.3	5.54	0.26	0.92	5.46	0.24	0.92
			친구와 상호작용	6.2	6.31	0.15	1.00	6.38	0.12	1.00
	교사와 상호작용		6	6.15	0.16	1.00	6.00	0.15	1.00	
	협력	수업에서의 협동심	6.3	6.46	0.12	1.00	6.46	0.12	1.00	
		타인과의 협력을 통한 창의성 발현	6	6.23	0.15	1.00	6.31	0.12	1.00	
		공동체의식(2차)	-	6.15	0.11	1.00	6.08	0.11	1.00	
	책임성	프로그래밍 윤리에 대한 책임(2차)	-	5.77	0.14	1.00	5.92	0.11	1.00	
			자기주도성	과제를 해결하려는 노력	6.3	6.46	0.10	1.00	6.46	0.10
	자신의 생각을 표현하는 능력	6.3		6.54	0.08	1.00	6.54	0.08	1.00	
프로그래밍 실행에 대한 탐구심	6.1	6.15		0.13	1.00	6.15	0.09	1.00		
자신의 SW역량에 대한 믿음(2차 추가)	-	5.69		0.15	1.00	삭제				
컴퓨팅 사고력 효능감	자신감	적극적인 수업참여	6.3	6.38	0.10	1.00	6.23	0.12	1.00	
		프로그래밍에의 자신감	6.3	6.31	0.14	1.00	6.08	0.14	1.00	
		정보처리 사고과정에서의 자신감	6.6	6.58	0.08	0.92	6.54	0.10	1.00	
	확장성	SW수업을 통한 성취감	6.2	6.31	0.12	1.00	6.31	0.10	1.00	
		다른 교과에 활용(2차 추가)	-	5.62	0.25	0.85	삭제 후 통합			
		응용성	-	5.85	0.18	1.00	삭제 후 통합			
	확장성	다른 교과에서의 학습전이	-	-	-	-	5.85	0.14	1.00	
		흥미	학습흥미	수업에 대한 흥미	6.5	6.62	0.08	1.00	6.62	0.08
	학습활동에 대한 흥미			6.4	6.54	0.10	1.00	6.54	0.10	1.00
	수업에 대한 지속의지			6.1	6.23	0.10	1.00	6.08	0.11	1.00
SW에 대한 관심	6.3			6.00	0.12	1.00	6.08	0.11	1.00	



### 4.2 SW교육의 평가요소 개발 결과

SW교육의 평가요소는 문헌연구, FGI, 전문가 협의를 통해 평가요소의 방향을 설계하고, 3차에 걸친 델파이 조사를 통해 수정, 보완하여 다음과 같이 최종 개발되었다.

#### 4.2.1 인지적 영역의 평가요소

앞서 설명한 바와 같이 인지적 영역의 평가 영역은 CC, CP, CMO의 세 개로 구성되었다. CMO는 알고리즘, 데이터, 프로그램, 자동화, 추상화의 5개의 키워드로, CC는 순차, 반복, 선택, 리스트, 변수, 함수, 연산, 입출력의 8개의 키워드로, CP는 분석하다, 수집하다, 표현하다, 설계하다, 구현하다, 오류를 수정하다, 분해하의 7개의 키워드로 구성되었다. 각 키워드와 설명은 <표 10>과 같다.

<표 10> 인지적 영역의 키워드 및 설명

영역	키워드	설명	
CMO	알고리즘	문제를 해결하거나 원하는 결과를 얻기 위한 방법 및 절차	
	데이터	컴퓨팅 환경에서 처리할 수 있는 수치 또는 값	
	프로그램	컴퓨터를 실행시키기 위한 일련의 순차적으로 작성된 명령어의 모음	
	자동화	추상화 과정을 통해 도출된 알고리즘은 프로그래밍을 통해 자동화되는 과정임.	
	추상화	실생활의 문제를 분석하고 핵심요소를 추출하여 해결 가능한 형태로 모델링(modeling)하는 과정임	
CC	순차	과제를 위한 일련의 순서	
	반복	동일한 순차 과정을 여러 번 수행하는 것	
	선택	판단 기준에 따라 다양한 결과 중에서 고르는 것	
	리스트	순서가 있는 일련의 데이터 집합	
	변수	실행시간 동안 그 값이 바뀔 수 있는 것	
	함수	특정한 동작을 수행하는 명령어 집합을 정의함	
	연산		수학, 논리, 비교연산을 상황에 맞게 선택, 사용하는 것
			수리, 논리, 비교를 위해 연산자를 사용하는 것
입출력	외부 장치로부터 컴퓨터로, 또는 컴퓨터로부터 외부 장치로 정보를 전송하는 것		

영역	키워드	설명
CP	분석하다	자료의 의미를 이해하고, 패턴을 찾으며, 결론을 도출해냄
	수집하다	문제해결을 위해 필요한 자료가 무엇인지 확인해 해당 자료를 수집함.
	표현하다	정보를 효과적으로 전달할 수 있는 형태(글, 수치자료, 표, 다이어그램 등)로 문제 상황이나 알고리즘을 이해하기 쉽게 나타냄
	설계하다	문제를 해결하기 위해 문제해결방법이나 다양한 알고리즘을 만들
	구현하다	문제의 해결방법을 프로그래밍 언어를 이용해 프로그램을 만들
	오류를 수정하다	알고리즘이나 프로그램의 오류를 발견하여 고치는 과정
	분해하다	컴퓨팅 환경에서 문제가 해결될 수 있도록 문제 상황 분석을 통해 문제를 작고 다룰 수 있는 부분으로 나눈다.

최종적으로 개발한 인지적 영역의 평가요소 모델은 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 인지적 영역의 평가요소 모델

이 모델은 인지적 영역의 두 축인 CC와 CP가 서로 맞물려 돌아가도록 하였으며, CMO의 영역 중 ‘알고리즘, 프로그램, 데이터’는 CC와 CP가 결합하여 만들어지는 데 필요한 기저가 된다. ‘추상화, 자동화’는 CC와 CP가 결합하여 생성된 사고의 결과물로, CMO가 가지는 재귀적 속성은 다음 과제를 해결할 수 있는 기초 재료 및 역량이 된다. CMO 중 알고리즘, 프로그램, 데이터는 산출물의 결과로서 CC와 CP를 연결짓는 다리로 표현

하였으며, CMO 중 추상화, 자동화는 사고의 결과로서 CC와 CP의 결합 결과로 생성된 것임을 강조하였다.

4.2.2 정의적 영역의 평가요소

정의적 영역의 최종 평가요소 영역은 선호 영역이 가치 영역에 포함되면서 가치, 태도, 컴퓨팅 사고력 효능감, 흥미의 네 개로 이루어졌다.

첫째, 가치 영역의 세부영역은 유용성, 중요성, 편리성, 필요성, 수업만족도, 진로탐색이다. 세부영역의 평가요소는 SW의 중요성, SW교육의 유용성, SW교육 중요성, SW의 편리성, SW수업 필요성, SW필요성, SW수업 선호도, SW수업 내용에 대한 만족도, SW수업에 대한 기대감, SW관련 직업에 대한 인식, SW관련 전공에 대한 인식, SW교육에 대한 의지 등의 12개이다. 각 세부영역의 평가요소를 측정하기 위한 설문문항의 예는 16개로 개발하였다.

둘째, 태도 영역의 세부영역은 몰입도, 의사소통, 협력, 책무성이다. 세부영역의 평가요소는 프로그래밍 몰입, 수업을 통한 의사소통, 친구와 상호작용, 교사와 상호작용, 수업에서의 협동심, 타인과의 협력을 통한 창의성, 공동체 의식, 프로그래밍 윤리 책임 등의 8개이다. 각 세부영역의 평가요소를 측정하기 위한 설문문항의 예는 11개로 개발하였다.

셋째, 컴퓨팅 사고력 효능감의 세부영역은 자기주도성, 자신감으로 세부영역의 평가요소는 과제 해결에 대한 노력, 자신의 생각을 표현하는 능력, 프로그래밍 실행에 대한 탐구심, 적극적인 수업참여, 프로그래밍에의 자신감, 정보처리 사고과정의 자신감, SW수업을 통한 성취감 등의 7개이다. 각 세부영역의 평가요소를 측정하기 위한 설문문항의 예는 7개로 개발하였다.

넷째, 흥미 영역의 세부영역은 학습흥미로, 세부영역의 평가요소는 수업에 대한 흥미, 학습활동에 대한 흥미, 수업에 대한 지속의지, SW에 대한 관심 등의 4개이다. 각 세부영역의 평가요소를 측정하기 위한 설문문항의 예는 6개로 개발하였다.

<표 11>은 정의적 영역의 세부영역별 평가요소와 설문문항의 예를 정리한 것이다.

<표 11> 정의적 영역의 세부영역별 평가요소와 설문문항

영역	세부 영역	평가요소	설문문항의 예
가치	유용성	SW 중요성	나는 SW는 우리 사회를 발전시키는데 매우 중요하다고 생각한다.
		SW 교육의 유용성	나는 친구들에게 SW 교육을 추천하고 싶다. 나는 SW 교육을 통해 실생활에서 문제를 해결하는데 도움이 되었다.
	중요성	SW 교육 중요성	나는 SW가 학교에서 배워야 할 중요한 내용이라고 생각한다.
	편리성	SW 편리성	나는 SW가 우리 생활을 편리하게 해준다고 생각한다.
	필요성	SW 수업 필요성	나는 학교에서 SW 수업시간이 더 들어야 한다고 생각한다.
		SW 필요성	나는 미래에는 대부분의 직업에서 SW 지식이 필요할 것이라고 생각한다.
	수업 만족도	SW 수업 선호도	나는 교육을 받는 동안 가능한 한 많은 SW수업을 듣고 싶다. 나는 가능한 한 많은 SW 교육을 받고 싶다.
		수업 내용에 대한 만족도	나는 SW 수업을 이해하기 쉽다. 나는 SW 교육 내용에 만족한다.
		수업에 대한 기대감	나는 다음 SW 수업이 기다려진다.
	진로 탐색	SW 관련 직업에 대한 인식	나는 미래에 SW와 관련된 직업을 갖고 싶다.
		SW 관련 전공에 대한 인식	나는 대학에서 SW 관련 능력을 필요로 하는 과목을 전공하고 싶다. 나는 미래에 SW 관련 능력을 필요로 하는 과목을 전공하고 싶다.
		SW 교육에 대한 의지	나는 SW 수업에서 요구하는 것보다 더 많은 것을 공부하고 싶다.
태도	몰입도	프로그래밍 몰입	나는 일단 프로그래밍을 시작하면 몰두해서 계속하게 된다.
	의사소통	수업을 통한 의사소통	나는 SW 수업을 통해 친구들과 더욱 많이 소통하게 되었다. 나는 SW 수업을 통해 친구들과 더욱 많이 이야기를 나눈다.
		친구와 상호작용	SW 수업시간은 다른 수업시간에 비해 친구들과 서로 토론을 많이 한다. 나는 SW 수업 중 다른 친구에게 도움을 주고 싶다. 나는 SW 수업 중 다른 친구에게 도움을 주거나 받는다.

영역	세부 영역	평가요소	설문문항의 예
		교사와 상호작용	나는 SW 수업 시간에 선생님과 대화를 많이 한다.
	협력	수업에서의 협동심	SW 수업시간에는 다른 수업에 비해 친구들과 협력하는 활동이 많다.
		타인과의 협력을 통한 창의성 발현	나는 내 동료와 협동한다면 보다 더 쉽고 복잡한 프로그래밍을 할 수 있다.
		공동체 의식	나는 SW 수업에서 친구들과 소통하고, 함께 하는 것이 좋다.
책무성	프로그래밍 윤리에 대한 책임	나는 다른 사람의 프로그램을 복사하여 그대로 사용하지 않는다.	
컴퓨터 사고력 효능감	자기 주도성	과제를 해결하려는 노력	나는 SW 수업시간에는 주어진 문제를 해결하기 위해 스스로 생각하고 해결방법을 찾는다.
		자신의 생각을 표현하는 능력	자신의 아이디어를 프로그램으로 작성할 수 있다
		프로그래밍 실행에 대한 탐구심	나는 프로그램이 어떻게 실행되는지에 대해 질문을 하거나 그 이유를 찾을 수 있다.
	자신감	적극적인 수업참여	나는 SW 수업시간에는 다른 수업에 비해 발표를 많이 한다.
		프로그래밍에의 자신감	나는 SW를 계속 배우면 내가 원하는 프로그램을 만들 자신이 있다.
		정보처리 사고과정의 자신감	나는 SW 교육을 받고 나서는 머릿속에서 문제를 어떻게 해결 할 수 있는지 순서를 그려보는데 자신이 있다.
		SW 수업을 통한 성취감	나는 SW 수업시간에 내가 직접 참여하는 활동을 통해 성취감을 느꼈다.
	흥미	수업에 대한 흥미	
학습활동에 대한 흥미			나는 프로그래밍하는 학습활동이 좋다.
수업에 대한 지속의지			나는 앞으로 SW를 계속 배우고 싶다.
		SW에 대한 관심	나는 SW와 관련된 동아리에서 활동하고 싶다. 나는 SW 수업을 통해 SW에 대한 관심이 커졌다.

## 5. 결론

본 연구의 SW교육의 평가요소는 SW교육의 효과성을 평가할 준거틀로서 문헌연구, FGI, 델파이 조사를 통해 개발되었다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 인지적 영역의 평가요소는 Computational Material & Output(CMO), Computational Concepts(CC), Computational Practice(CP)의 3 영역, 20개의 키워드로 구성되었다.

둘째, 정의적 영역의 평가요소 영역은 가치, 태도, 컴퓨팅 사고력 효능감, 흥미의 네 개 영역, 13개의 세부영역으로 이루어졌다.

본 연구에서 개발한 SW교육의 평가요소는 SW 교육 목적에 따라 각 학교에서 실시한 교육내용에 적합한 평가문항 및 평가방법을 개발하는데 준거틀로 사용될 수 있다. 이 평가요소는 전문가의 합의에 근거한 것으로 SW교육에서 핵심적인 내용들이 측정되도록 준거틀로서 개발하였다. 본 연구에서 개발된 평가요소들 중에서 각 단위학교 혹은 학급에서 실제로 운영한 SW교육의 내용에 따라 적합한 평가요소를 추출하여 사용하면 SW교육이 이루어진 후 적시에 맞춤형 평가가 이루어질 수 있을 것이다. 확실적인 평가에서 벗어나 학습 내용 및 학습 환경에 적합한 평가가 이루어질 수 있도록 개발된 평가요소가 실제 교육현장에서 유용하게 사용되기를 기대한다.

또한, 본 연구에서 개발한 평가요소는 교육성과의 두 축인 인지적 영역과 정의적 영역을 모두 포함하여 제시하였으며, 인지적 영역에서는 평가요소 간 개념의 연결성을 보여주는 모델을 제시함으로써 각 평가요소의 개념 및 위계관계를 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

그러나 본 연구에서는 인지적 영역에서의 평가요소를 개념적인 틀로서 개발하였으나 평가문항 및 평가 방법에 대한 구체적 예를 제시하지 못하였다. 또한, 정의적 영역에서는 설문문항만을 제시하였으므로 다음과 같은 추후 연구를 제안한다.

첫째, 개발된 평가요소를 교육 현장에서 단위학교별로 활용할 때에는 각 학교에서 실행하는 SW교육의 내용 및 교수-학습 과정을 고려하여 인지적 영역의 평가 문항 및 평가 방법을 개발하여야

할 것이다. 이 때에는 각 학교의 인적, 물적 자원과 같은 다양한 교육적 환경을 고려하여야 한다.

둘째, 인지적 영역과 정의적 영역을 함께 평가할 수 있는 다면적인 평가 방법의 개발이 필요할 것이다. 실제 수행 과정에서 나타나는 수행능력, 가치 및 태도를 모두 포함할 수 있는 구체적인 평가방법이 개발되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 최형신(2014). Computational Thinking 역량 개발을 위한 수업 설계 및 평가 루브릭 개발. **정보교육학회논문지**, 18(1), 57-64
- [2] 교육부(2015). **SW중심사회를 위한 인재양성 추진계획 발표**. 교육부 보도자료.
- [3] 교육부(2017). **'17년도 SW교육 연구·선도 학교 1200개 선정 결과 발표**. 교육부 보도자료.
- [4] 장영록 외. (2015). **초중등 ICT-SW교육 강화를 위한 실천방안 기획연구**. 한국과학창의재단.
- [5] 이영준, 백성혜, 신재홍, 유현창, 정인기, 안상진, 최정원, 전성균(2014). **초중등 단계 Computational Thinking 도입을 위한 기초연구**. 한국과학창의재단.
- [6] 김민자, 유길상, 김현철(2016). 비전공자 프로그래밍 수업 창의적 산출물의 컴퓨팅 사고력 기반 평가 루브릭 개발. **한국컴퓨터교육학회논문지**, 20(2), 1-12.
- [7] 전수진, 한선관(2016). Computational Thinking 역량 평가를 위한 서술형 수행평가 도구. **정보교육학회논문지**, 20(3), 255-262.
- [8] 안성훈 (2016). 초·중학교 SW교육을 위한 프로그래밍 평가지표 개발. **한국컴퓨터교육학회논문지**, 19(4), 11-20.
- [9] 이인숙,한승연 (2010). u-러닝 연구학교 효과성 평가 지표 개발 연구. **교육정보미디어연구**, 16(2), 145-176.
- [10] Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing, *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 366, 3717-3725.
- [11] 최숙영 (2015). 문제해결의 관점에서 컴퓨팅 사고력 증진을 위한 교수학습에 대한 연구. **한국컴퓨터교육학회 논문지**, 19(1), 53-62.
- [12] Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. Paper presented at annual American Educational Research Association meeting, Vancouver, BC, Canada.
- [13] Snow, E. (2015). *Supporting Computer Science Teaching, Learning & Adoption Through Evidence-Centered Assessment*. 2015 Korea Association of Information Education (KAIE) Winter Conference.
- [14] Moreno-Leon, J., Robles, G., & Roman-Gonzalez, M. (2016). *Comparing computational thinking development assessment scores with software complexity metrics*. In Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2016 IEEE (in press). IEEE.
- [15] 김수환 (2015). Computational Thinking 개념 평가를 위한 스크래치 코드 분석 시스템 개발. **한국컴퓨터교육학회논문지**, 18(6), 13-22.
- [16] 김병수 (2014). **계산적 사고력 신장을 위한 PPS기반 프로그래밍 교육 프로그램**. 박사학위 논문, 제주대학교.
- [17] 양병석, 길현형, 김윤명 (2016). **효과적인 초·중고 SW온라인 교육체계 연구, 레파지토리와 평가를 중심으로**. 방송통신정책연구 15-진흥-055.
- [18] 교육부 (2015). **2015 개정 교육과정-실과, 정보**. 교육부.
- [19] CSTA & ISTE (2011). Operational definition of computational thinking for K-12 Education. 2015. 7. 14일 검색 <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>.
- [20] 한국교육학술정보원 (2005). **교육정보화 효과성 분석 연구-정의적 영역을 중심으로**. 연구보고 RR 2005-2.
- [21] Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & Management*,

42, 15-29.

[ 22 ] Dajani, J. S., Sincoff, M. Z., & Talley, W. K. (1979). Stability and agreement criteria for the termination of Delphi studies. *Technological forecasting and social change*, 13(1), pp.83-90.

[ 23 ] Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology*, 28(4), pp.563-575.



### 이 현 속

2001 서강대학교 화학과 학사  
 2007 서울대학교 화학과 박사  
 2010~현재 한국과학창의재단  
 관심분야 : 융합인재교육  
 (STEAM), 과학과 교육과정, 초등 과학  
 교과서

E-Mail: hslee@kofac.re.kr



### 박 주 연

2003 이화여자대학교  
 초등교육과 학사  
 2005 이화여자대학교  
 초등교육학과 석사

2015 이화여자대학교 교육공학과 박사  
 2005~현재 이화여자대학교 부속초등학교 교사  
 관심분야: 뉴미디어 기반학습, 컴퓨팅 사고력  
 E-Mail: jy3262@hanmail.net



### 김 수 환

1999 인천교육대학교(교육학학사)  
 2006 경인교육대학교  
 컴퓨터교육과(교육학석사)  
 2011 고려대학교 컴퓨터교육과  
 (이학박사)

2013 경인교대 겸임교수  
 2014~현재 총신대학교 조교수  
 관심분야: 컴퓨터교육, Computational Literacy,  
 CT, EPL, Unplugged, CSCL  
 E-Mail: skim@csu.ac.kr



### 김 종 혜

2009 고려대학교 대학원  
 컴퓨터교육과 박사  
 2010~현재 경기과학고등학교 교사  
 관심분야: 정보교육과정

E-Mail: elener123@gmail.com



### 김 석 희

1992 서울교육대학  
 초등교육과(교육학학사)  
 1997 고려대학교 전자공학과  
 (공학학사)

2007 고려대학교 컴퓨터교육(교육학석사)  
 2013 고려대학교 컴퓨터 교육(이학박사)  
 2017 현재 회룡초등학교 교사  
 관심분야: 컴퓨터교육, Physical Computing, IOT  
 E-Mail: riemann@korea.ac.kr