

컴퓨팅 사고력 평가에 관한 시스템 매핑 기반 국내 문헌 고찰

최속영[†]

요 약

제 4차 산업혁명 시대의 도래로 컴퓨팅을 통한 문제해결의 중요성이 강조되면서 핵심역량으로서의 컴퓨팅 사고력을 높이기 위한 소프트웨어 교육이 필수과목으로 지정되었다. 컴퓨팅 사고력을 위한 교육이 효과적으로 이루어지기 위해서는 무엇보다도 컴퓨팅 사고력 평가를 위한 적절한 도구들이 뒷받침되어야 한다. 그동안 컴퓨팅 사고력 평가에 관한 연구들이 수행되어 왔지만, 그러한 연구들에 대한 체계적인 고찰이 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 국내에서 수행되어온 컴퓨팅 사고력 평가에 관한 연구들을 분석하여 그 평가도구들이 기반하고 있는 선행 연구와 평가 요소, 그리고 평가 방법 등을 분석하였다. 이를 토대로 컴퓨팅 사고력 평가 방법 연구에 대한 시사점을 제시하였다.

주제어 : 컴퓨팅 사고력 평가, 문헌연구, 시스템 매핑

Review of Domestic Literature Based on System Mapping for Computational Thinking Assessment

Sook-Young Choi[†]

ABSTRACT

With the advent of the 4th Industrial Revolution, the importance of solving problems through computing has been emphasized, and software education to improve computational thinking as a core competency has been designated as an essential subject. In order for education for computational thinking to be effective, appropriate tools for evaluating computational thinking must be supported. While studies on computational thinking have been conducted in the meantime, there have been no systematic studies on such evaluation-related studies. This study analyzed the related studies on the computational thinking assessment conducted in Korea and analyzed the previous research of the evaluation tools, evaluation criteria, and evaluation methods. Based on this, the implications for the study of computational thinking evaluation method were suggested.

Keywords : Computational Thinking Evaluation, Literature Review, System Mapping

[†]종신회원: 우석대학교 정보보안학과 교수(교신저자)

논문접수: 2019년 11월 4일, 심사완료: 2019년 11월 27일, 게재확정: 2019년 11월 30일

* 이 논문은 우석대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 연구됨.

1. 서론

제 4차 산업혁명의 도래는 사회 구조적으로 다양한 변화를 가져오고 있다. SW 및 빅데이터 등 정보통신기술(ICT)의 발달로 업무영역이 자동화되고, 인공지능 및 3D 프린터 등의 등장으로 일자리 지형이 크게 변화할 것으로 예측하고 있다[1]. 미래 사회의 변화를 대비한 인재 양성은 중요한 문제로, 미래 인재에게 가장 필요로 하는 교육은 제 4차 산업혁명의 핵심인 SW에 대한 교육이라 할 수 있다. 이러한 SW 교육의 핵심 목표는 컴퓨팅 사고(CT: Computational Thinking) 기반의 문제해결 능력을 함양하는 것이라 할 수 있다.

이에 따라 CT를 SW 교육의 주요한 핵심역량으로 인지하고 각국에서는 CT 향상을 위한 다양한 교육 정책 및 전략들을 추진하고 있다. 국내에서도 2015 개정 교육과정의 정보교과에서 추구하는 교육 역량으로 CT를 명시하였으며, 이를 효율적으로 구현하기 위한 교수학습 방법 및 모델 등이 개발되고 있다[2]. CT 함양 교육에서 CT 향상 정도를 측정하는 것은 중요한 문제이기 때문에 이에 대한 연구들이 진행되어 왔다. 하지만 이에 대한 연구는 아직 부족한 상황이며, CT를 평가하는데 있어 평가 요소 및 평가 방법에 대한 체계적인 분석이 이루어지지 않았다. CT 평가에 관련된 문헌 연구로, 최형신(2018)은 소프트웨어 프로그래밍 교육을 통한 CT 개발에 관한 국내 연구들을 고찰하면서 하나의 연구문제로 CT 개발 효과를 어떻게 평가하고 있는지 분석하였다[3]. 이 연구의 경우 CT 개발 효과를 분석하기 위해 Brennan & Resnick(2012)에 의해 개발된 CT 프레임워크[4]에 기반하여 분석하고 있으며, CT 평가에 초점을 맞추기 보다는 CT 교육의 관점에서 수행되었다.

본 연구에서는 CT 평가에 관한 관련연구들을 분석하며, 이를 위해 다음과 같은 사항들을 고려한다. 먼저, CT 평가도구들이 어떠한 선행연구를 기초로 하여 개발되었는지를 분석한다. 또한 어떤 요소들을 평가하며 어떠한 방법으로 평가하고 있는지를 분석한다. 이를 통해 CT 평가 방법들에 대한 체계적인 분류와 함께 CT 평가 방법 연구를 위한 시사점을 논의한다.

2. 이론적 배경

2.1 CT 관련 국내 문헌 연구

최근에 SW 교육의 관심이 높아지면서 이에 대한 연구들이 활발히 수행되어 왔다. 특히 SW 교육의 목표가 CT 역량을 길러주기 위한 방향으로 초점이 맞춰짐에 따라 CT를 함양하기 위한 교수학습 방법 및 전략들을 설계하고 그것들을 수업에 적용하는 등 다양한 연구들이 수행되고 있다. CT에 관한 문헌 연구로 한정민 외(2017)의 연구가 있는데, 2008년부터 2017년까지 CT와 관련된 연구들을 대상으로 하여 연구주제, 연구대상, 적용교과의 관점에서 분석하였다[5]. 또한 최형신(2018)의 연구에서는 2016년도에서 2018년도에 국내에서 이루어진 연구 중 SW 교육 프로그래밍 교육이 CT에 미치는 영향에 대해 기술하고 있는 연구들을 선정하여 프로그래밍 교육이 어떠한 교수 방법을 사용하고 있는지, 또한, 프로그래밍 교육을 통해 CT 개발 효과를 어떻게 평가하고 있는지 분석하였다[3]. 이와 같이 CT 관련 문헌연구들이 수행되어 왔지만 CT 평가에 관한 체계적인 문헌연구는 아직까지 이루어지지 않았다.

2.2 CT 평가를 위한 CT 요소

CT 함양 교육이 효과적으로 이루어지기 위해서는 우선 CT 역량을 평가할 수 있는 적절한 평가도구의 개발이 선행되어야 한다. 국내외적으로 CT 평가도구를 개발하기 위한 연구들이 수행되어 왔다. CT 역량을 평가하기 위해서는 CT 평가요소를 무엇으로 구성할 것인가가 고려되어야 한다. CT 평가요소는 평가도구가 기존의 어떤 선행 연구에 기반을 두고 개발했는지에 따라 그 평가요소가 달라진다. 즉, 기존의 CT 관련연구들에서 CT를 어떻게 정의하고 CT 요소를 어떻게 구성하고 있는지에 따라 달라진다. Wing (2006)의 CT 소개 이후 여러 기관과 여러 학자들이 CT에 대한 정의 및 구성 요소들에 대해 발표하고 있다.

본 연구에서는 CT 요소를 [6]의 연구에서 구분한 방식에 기반하여 지식, 수행, 태도의 3가지 관점에서 구분하였다. 지식은 컴퓨터과학 지식과 프로그래밍 언어의 구문과 관련된 부분으로 순차, 조건, 반복, 연산자, 함수 등이 포함된다. 수행은 실제적으로 문제를 해결하는 과정으로 추상화와 분해

와 같은 CT 요소들을 사용하여 알고리즘을 작성하고 실제 구현하는 과정을 의미한다. 태도는 정의적인 요소로 문제해결에 관한 자신감과 인내심, 다른 사람들과의 의사소통, 협업 능력, 탐구심, 창의성 등을 의미한다. <표 1>은 CT 평가에 관한 연구들이 기반으로 하고 있는 기존의 CT 평가 혹은 CT 정의 및 구성요소에 관한 내용을 이 3가지 관점에서 분석한 내용이다. CT의 3가지 관점을 다 포함하고 있는 연구는 Brennan & Resnick (2012)가 개발한 CT 프레임워크이다[4]. CT 프레임워크는 CT를 교육하고 평가하기 위해 컴퓨팅 개념, 컴퓨팅 수행, 컴퓨팅 관점의 3가지 차원에서 접근하고 있다. 컴퓨팅 개념은 순차구조, 조건구조, 반복구조와 같이 프로그래밍에 사용되는 개념들이고, 컴퓨팅 수행 개념은 실제 문제 수행을 위한 전략들을 나타낸다. 컴퓨팅 관점은 컴퓨팅을 세상의 문제를 발견하고 해결하는 도구로 보는 관점으로 표현하기와 연계하기 등이 포함된다.

미국의 컴퓨터과학교사 협회인 CSTA는 CT의 개념을 자료수집, 자료분석, 자료표현, 문제분해, 추상화, 알고리즘과 절차, 자동화, 시뮬레이션과 병렬화로 구분하였다. CSTA & ISTE(2011)는 CT에 대한 조작적 정의를 제시하고 있는데 자료를 논리적으로 조직 및 분석, 추상화를 통해 자료를 표현, 알고리즘 사고를 통해 해결책을 자동화, 가능한 해결책을 정의 및 구현, 해결책을 다른 문제들로 일반화 등을 포함하는 문제해결과정으로 정의하고 있다[7]. 또한 이러한 문제해결과정을 지원하기 위한 태도들로 자신감, 인내심, 협동능력과 의사소통 등을 포함하고 있다.

Selby(2013)는 CT의 다섯가지 요소로 알고리즘 사고, 평가, 문제 분해, 추상화, 일반화를 제시하였다[8]. SRI Education은 PACT(Principled Assessment of Computational Development) 프로젝트에서 CT 평가를 위해 'CT Practice Design Pattern'을 개발하였다[9]. 이 설계 패턴에는 컴퓨팅에서 개발 효과 분석, 해결책과 산출물을 설계 및 구현, 추상화와 모델들을 설계 및 적용, 자신과 다른 사람의 산출물을 분석 등을 포함하고 있으며, 이러한 설계 패턴을 지원하는 지원 설계 패턴으로 의사소통과 협업 능력을 포함하고 있다. 미국 College Board의 AP CS Principles

Curriculum Framework (2017)에서는 CT 수행(Practices)를 제안하였다. 이 수행에는 컴퓨팅과 실세계의 연결, 컴퓨팅 산출물 작성, 추상화, 문제 및 산출물 분석과 같은 수행 부분과 의사소통과 협업 능력과 같은 태도 부분을 포함하고 있다[10]. Korkmaz 외 (2017)는 ISTE(2015)의 CT에 대한 정의에 기반하여 CT의 하위 요소로 창의성, 비판적 사고, 알고리즘적 사고, 협력, 문제해결을 포함하고 이에 기반한 측정도구를 개발하였다[11].

비버챌린지(Bebras Challenge)는 2004년 리투아니아에서 처음 시작되어 CT 평가를 위한 국제 시험으로 자리잡게 되었다. 이것은 과제 해결 중심의 평가 모델로 정보과학 교육에 동기를 유발하고 CT를 평가하기 위한 목적으로 개발되었다[12]. 비버 챌린지의 과제들은 정보과학의 개념 및 컴퓨팅 사고의 요소를 포함하고 있으며 경쟁과 협력, ICT 소양 함양, CT의 신장을 목표로 한다. 비버챌린지의 평가는 크게 5가지 영역으로 구분되며, 정보과학적 개념을 이용한 문제해결로 이루어진다. 첫째 영역은 알고리즘과 프로그래밍, 둘째 영역은 자료구조, 표현, 셋째 영역은 컴퓨터 프로세스, 하드웨어, 넷째 영역은 통신과 네트워킹, 다섯째 영역은 인터랙션, 시스템, 사회로 구성된다. 최근에 국내에서도 CT 평가를 위해 비버챌린지를 이용하고 있다.

Dr. Scratch는 Moreno-León 팀에 의해 개발된 자동 스크래치 코드 분석틀로 7개의 CT 요소를 기준으로 코드를 분석한다. 그 CT 요소는 데이터 표현, 논리 사고, 사용자 상호작용, 제어 구조, 추상화, 병렬화, 동기화 등을 포함한다[13]. 김병수는 CT 평가를 위해 '계산적 인지력 검사' 도구를 개발하였다[14]. 이 검사 도구는 추상적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고, 재귀적 사고, 알고리즘적 사고를 통합적으로 측정하도록 되어 있으며 10가지 평가 주제로 구성된다. 각 평가 주제는 순차, 조건, 반복, 병렬처리, 변수, 난수, 알고리즘, 객체, 함수, 재귀 등을 포함하고 있다.

2.3 CT 평가 방법의 분류

CT 평가는 다양한 방법으로 이루어질 수 있는데 최근의 연구에서 CT 평가 방법들을 구분하여 기술하고 있다. <표 2>는 각 연구에서 분류하고 있는 CT 평가 방법들을 보여준다.

<표 1> CT 정의 및 평가 관련 연구에서 3가지 관점에서의 평가요소

CT 정의 및 평가 관련 연구	평가 요소			연구결과물
	지식	수행	태도	
Brennan & Resnick (2012)	<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨팅 개념 순차구조, 조건구조, 반복구조, 연산자, 병행처리, 데이터, 이벤트 	<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨팅 수행 실험하기와 반복하기 테스팅과 디버깅 제사용과 재구성 추상화와 모듈화 	<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨팅 관점 표현하기, 연계하기 질문하기 	<ul style="list-style-type: none"> CT 프레임워크
CSTA & ISTE(2011)		<ul style="list-style-type: none"> 자료를 논리적으로 조직, 분석 추상화를 통해 자료 표현 알고리즘 사고를 통해 해결책을 자동화 가능한 해결책을 정의, 분석 및 구현 문제의 해결과정을 다양한 다른 문제들로 일반화함 	<ul style="list-style-type: none"> 복잡성을 다루는 자신감 어려운 문제를 해결하는 인내심 모호성에 대한 참을성 개방형 문제를 다루는 능력 사람들과의 협동능력 및 의사소통 능력 	<ul style="list-style-type: none"> CT 조각적 정의 CT 9가지 요소
Selby(2013)		<ul style="list-style-type: none"> 추상화, 분해, 알고리즘적 설계, 평가, 일반화 		<ul style="list-style-type: none"> CT 요소
SRI Education(2013)		<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨팅에서 개발 효과 분석 해결책과 산출물을 설계 및 구현 추상화와 모델들을 설계 및 적용 자신과 다른 사람의 산출물을 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 의사소통 능력 협업 능력 	<ul style="list-style-type: none"> CT Practices Design Pattern
College Board (2014)		<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨팅과 실세계의 연결 컴퓨팅 산출물 작성 추상화 문제 및 산출물 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 의사소통 능력 협업 능력 	<ul style="list-style-type: none"> AP CS Principles Curriculum
Korkmaz, akir & zden(2017)		<ul style="list-style-type: none"> 문제해결 알고리즘적사고 	<ul style="list-style-type: none"> 의사소통 능력 협업 능력 창의성 	<ul style="list-style-type: none"> CT 측정도구
비버첼린지		<ul style="list-style-type: none"> 알고리즘과 프로그래밍 자료, 자료구조, 표현 컴퓨터 프로세스, 하드웨어 통신과 네트워킹 인터랙션, 시스템, 사회 	<ul style="list-style-type: none"> 정보사회와 정보윤리적 관점 경쟁과 협력기반의 학습과 평가 	
Moreno-Leon, Robles, & Roman-Gonzales (2015)	<ul style="list-style-type: none"> 제어구조 데이터표현 병렬성 동기화 상호작용 	<ul style="list-style-type: none"> 추상화와 문제분해 논리적 사고 		<ul style="list-style-type: none"> Dr. Scratch
김병수(2013)	<ul style="list-style-type: none"> 순차구조, 조건분기, 반복, 동시성, 변수, 난수, 알고리즘, 객체 함수, 재귀 	<ul style="list-style-type: none"> 문제해결 추상화 알고리즘적사고 		<ul style="list-style-type: none"> 계산적 인지력 검사도구

김성식 외 (2019)의 연구에서는 지필형 검사, 자기보고식 설문, 산출물 검사로 구분하고 있다[15]. 지필형 검사는 특정 프로그래밍 언어나 환경에서

진행하기 때문에 특정 언어에 대한 지식 및 기능을 평가하게 된다. 자기보고식 설문지는 프로그래밍 언어나 환경, 회수에 제약 없이 사용할 수 있다

는 장점이 있다.

산출물 검사의 경우에는 학습의 산출물을 통해 평가하는 방법으로 평가자가 루브릭을 이용한 평가를 하거나, 자동화된 도구를 활용하여 평가할 수 있다. 자동화된 도구를 활용하는 방법은 대표적으로 Dr. scratch가 있다.

Brennan과 Resnick(2014)는 CT 평가에 대한 프레임워크를 제시하면서 3가지 평가방법을 비교 분석하였다[4]. 먼저, 온라인상에서 학습자가 일정 기간 산출한 프로젝트 산출물 모은 후 Scrape 도구를 사용하여 평가하는 형성평가 방법이다. 두 번째는 프로젝트에 관련된 산출물을 기반으로 하여 심층 인터뷰를 하는 방법이다. 이 방법의 경우에는 프로젝트 결과물보다는 과정을 이해할 수 있는 장점이 있지만 많은 시간이 소요된다는 문제점이 발생한다. 마지막으로 ‘디자인 시나리오’를 이용하는 평가방법으로 CT 관련 활동에 중점을 두고 설계한 방법으로 학습자에게 다른 학습자가 만든 프로젝트를 제시한 후 자신의 생각과 어떻게 개선할 것인지 이야기하도록 하거나, 오류 및 리믹싱(remixing) 하는 과정을 포함한다.

김민정 외 (2017)의 연구에서는 CT의 측정 방법을 3가지 방법으로 분류하고 있다[16]. 먼저 특정 검사도구를 사용하는 경우이다. 계산적 인지력 검사 도구 혹은 계산적 사고력 검사를 활용하여 평가하는 방법이다. 두 번째 방법은 설문조사를 실시하는 것으로 자기 기입식 방법으로 평가하는 방법이다. 세 번째는 관찰 방법을 사용하는 경우로 학습자들의 개발일지 내용과 학생 관찰을 통해 CT 신장을 측정하는 것이다.

최형신과 김미송(2017)은 CT 평가 유형을 크게 3가지로 구분하고 있다[17]. 먼저 Dr. Scratch와 같은 자동화도구를 활용하여 프로그래밍 산출물을 평가하는 방법이다. 두 번째는 비버챌린지를 이용하는 방법이다. 비버챌린지는 어떤 특정 교육용 소프트웨어나 하드웨어에 대한 사전 지식을 요구하지 않는 장점이 있다. 세 번째로 지필시험으로, 학교 현장에서 쉽게 활용될 수 있는 방법이다.

노지예와 이정민(2018)의 연구에서 CT 평가 방법을 크게 4가지로 구분하고 있다[18]. 지필시험, 비버챌린지, 자기보고식 설문, 산출물 평가로 구분하고 있는데, 그들의 연구에서는 산출물 평가는 평

가자의 주관적인 요소가 개입될 수 있음을 우려하여 그것을 제외하고 지필시험, 비버챌린지, 자기보고식 설문을 이용하여 CT를 평가하고 있다.

<표 2> CT 평가 방법 분류

연구자	CT 평가 방법
Brennan & Resnick(2014)	<ul style="list-style-type: none"> · 자동화 도구를 이용한 산출물 평가 · 심층 인터뷰 · 디자인 시나리오
김민정 외(2017)	<ul style="list-style-type: none"> · 검사도구 · 설문조사 · 관찰방법
최형신,김미송(2017)	<ul style="list-style-type: none"> · 자동화도구 · 비버챌린지 · 지필시험
노지예,이정민(2018)	<ul style="list-style-type: none"> · 비버챌린지 · 지필시험 · 자기보고식 설문 · 산출물 평가
김성식 외(2019)	<ul style="list-style-type: none"> · 지필형 검사 · 자기보고식 설문 · 산출물 검사

3. 연구 문제 및 연구 방법

3.1 연구 문제

국내 CT 평가에 관한 연구는 크게 CT 평가도구 개발을 목적으로 한 연구들과 CT를 함양하기 위한 교수전략 및 방법을 설계하고 이를 적용하여 CT 함양 효과를 분석하기 위해 기존의 CT 평가도구를 이용하거나 이를 수정하여 사용하고 있는 연구들로 구분된다. 본 연구에서는 이 두 가지 관점의 연구들을 대상으로 하여 CT 평가 연구에 대한 체계적인 고찰을 위해 다음과 같은 연구문제를 정하였다.

- 1) 기존의 CT 평가도구를 사용한 경우 어떤 CT 평가도구를 사용하고 있으며 혹은 평가도구를 개발한 경우 어떠한 선행 연구에 근거하고 있는가?
- 2) CT 평가는 어떤 요소들을 평가하고 있는가?
- 3) CT 평가는 어떠한 방법으로 이루어지고 있는가?

3.2 연구 방법

소프트웨어공학 분야의 문헌연구의 방법은 크게 체계적 문헌 고찰(Systematic Literature Review) 과 체계적 매핑(Systematic Mapping) 방법으로 구분될 수 있다[19]. 체계적 문헌고찰과 체계적 매핑 연구는 이 특정 연구 문제에 대해 검색 가능한 연구 결과를 종합하는 방법이다. 체계적 문헌 고찰의 경우 연구문제가 보다 협의의 관점에서 접근하는 것에 비해 체계적 매핑 방법은 보다 넓은 관점에서 접근하는 것으로 그 관련연구들을 분류하고 그 결과를 시각적으로 표현하고 있다. 체계적 문헌 고찰의 경우 핵심질문으로 연구대상, 중재, 비교중재, 중재 결과를 고려하고 있으며 검색된 문헌의 질을 평가하는 과정을 포함하게 된다. 그에 반해 체계적 매핑방법은 핵심 질문으로 연구대상과 중재만을 고려하며 연구의 깊이 있는 평가를 하기 보다는 정리와 분류의 관점에서 접근하고 있다. 본 연구는 체계적 매핑에 기반하여 문헌연구를 수행하였다.

3.2.1 문헌 검색 절차

연구 문제의 답을 얻기 위해 검색된 연구대상의 범위는 2014년도부터 2019년 6월까지 국내 학술 연구지에 게재된 논문으로 다음과 같은 조건으로 단계적으로 추출하였다.

문헌 검색은 한국학술정보원서비스에서 연도별로 국내 학술연구지 대상으로 키워드 및 제목에서 '컴퓨팅 사고력 평가' '컴퓨팅 사고력 검사' 'SW 교육 평가' 'SW 교육 검사'를 사용하여 1차 검색한 후 그 결과를 대상으로 초록과 키워드를 검색하여 CT 평가에 관한 내용이 포함되어 있는 않은 논문들과 교육적 맥락에서 CT 평가를 고려하고 있지 않은 논문들을 배제하고 총 37편의 논문을 선정하였다.

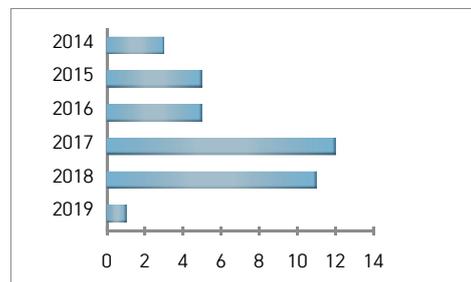
연구의 타당성을 높이기 위해 연구 과정에서 컴퓨터교육전공 박사과정 1인을 제 2분석자로 두고 문헌 분석의 기준을 충분히 협의하면서 진행하였다.

4. 연구 결과

4.1 일반 분석 결과

4.1.1 출판년도

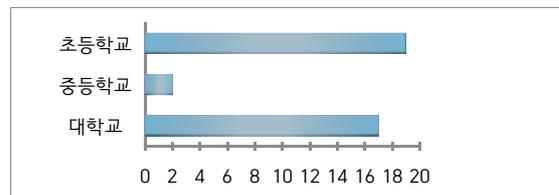
CT 평가에 관한 연구 현황을 연도별로 분석하였다. 국내에서는 CT 평가에 관한 연구들은 2014년도부터 발표되기 시작하였다. 2014년도에 3편, 2015년도에 5편, 2016년도에 5편이 발표되었다. 2017년도에 12편, 2018년도에 11편으로 그 시기에 많은 연구들이 수행된 것을 볼 수 있었다. <그림 1>은 이를 보여준다.



<그림 1> 연도별 연구현황

4.1.2 연구 대상

CT 교육 및 CT 평가가 이루어진 연구대상을 살펴보면 <그림 2>와 같이 초등학교 19편, 중등학교 2편, 대학생 17편으로 대부분 초등학생과 대학생에 적용한 연구들이 많음을 볼 수 있다. 대학생의 경우에는 많은 연구들이 초등교육대학교의 예비교사들을 대상으로 이루어졌다.

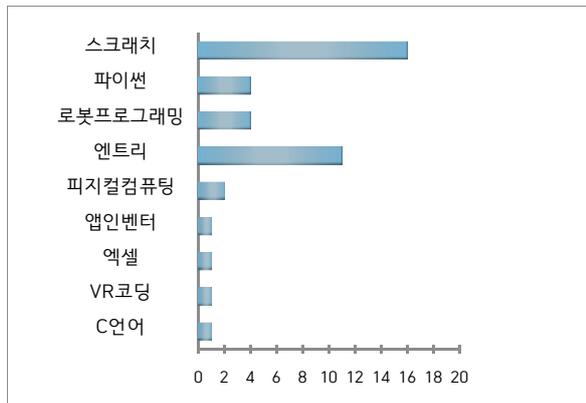


<그림 2> 연구별 연구대상

4.1.3 교육 내용

CT 함양을 위한 교육은 대부분 프로그래밍 교육을 통해 이루어지고 있다. 각 연구에서 고려하고 있는 프로그래밍 교육의 내용으로 어떤 언어나 틀을 사용하고 있는지를 분석하였다. <그림 3>에서 볼 수 있는 바와 같이 가장 많이 사용되고 있는 것은 스크래치언어로 총 16개편의 연구에서 사용되었다. 그 다음으로 엔트리 수업은 11편의 연구에

서 파이썬과 로봇프로그래밍은 각각 4편의 연구에서 코드이노와 같은 피지컬컴퓨팅 수업은 2편의 연구에서 앱인벤터, 액셀, VR코딩, C언어는 각각 1편의 연구에서 사용되었다.



<그림 3> CT 교육내용

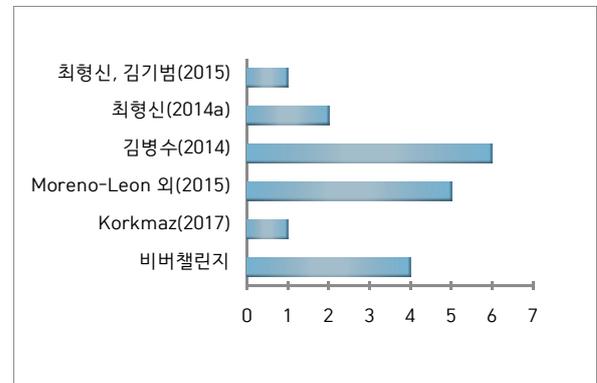
4.2 CT 평가도구의 관련 선행 연구

본 연구에서는 첫 번째 연구문제인 CT 평가를 위해 사용되고 있는 도구들이 기존의 어떤 도구를 이용하고 있는지 혹은 그 연구에서 새롭게 CT 평가도구를 개발하여 이용하고 있다면 기존의 어떤 연구에 기반하여 개발하였는지를 분석하였다. 이에 대한 연구 질문은 두 번째 연구문제인 CT 평가를 위해 어떤 요소들을 고려하고 있는 지에 대한 연구 질문과도 관련이 된다.

4.2.1 기존 평가도구를 사용하는 경우

CT 평가를 위해 기존의 도구들을 그대로 사용하거나 각 연구에 맞게 수정하여 사용하고 있는 연구들을 분석한 결과는 <그림 4>와 같다. 김병수(2014)의 계산적 인지력 검사 도구는 서영호외(2016)의 연구[20]를 포함한 6편의 연구에서 CT 평가를 위해 사용하였다. Moreno-Leon 외(2015)가 개발한 Dr. Scratch를 이용하여 CT 평가를 위해 자동으로 코드를 분석하고 있는 연구들로 5편의 연구가 존재한다. 김수환(2015a)의 연구에서는 컴퓨터 비전공 학생들을 대상으로 Dr. Scratch를 이용하여 스크래치 프로젝트를 분석하였다[21]. CT 평가를 위해 비버챌린지를 이용하는 연구는 4편이 존재하며, 전수진외(2018)의 연구에서는 비버챌린

지 2017년 문항을 이용하여 초등학생들의 CT 능력을 검사하였다[22].



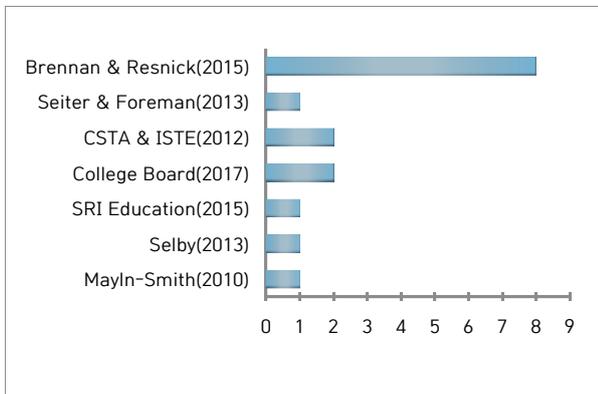
<그림 4> CT 평가에 사용된 기존 평가도구

최형신과 김기범(2015)의 CT 능력 평가 설문지 [23]는 송의상과 길준민(2017)의 연구에서 예비교사들을 대상으로 한 소프트웨어 교육프로그램을 개발하여 적용한 후 CT의 향상 정도를 측정하기 위해 사용하였다[24]. 노지혜와 이정민(2018)의 연구에서는 최형신(2014a)의 로봇활용교육의 효과 검증을 위해 개발한 CT 능력 평가 설문지를 수정하여 사용하고 있다[18]. Korkmaz 외(2017)에 의해 개발된 CT 측정도구는 이정민과 고은지(2018)의 연구에서 사용되었다[25]. 그 연구에서는 소프트웨어 교육이 중학생의 CT에 미치는 효과를 분석하기 위해 CT 측정을 위한 도구로 이 도구를 사용하였다.

4.2.2 기존 연구에 기반하여 새롭게 개발한 경우

CT 평가도구를 새롭게 개발하여 사용한 연구들의 경우, 각 연구들이 기반으로 한 선행 연구들을 살펴보면 <그림 5>와 같다. 먼저, Brennan와 Resnick(2015)가 제안하고 있는 'CT 평가 프레임워크'가 가장 많이 사용되었다. 이 프레임워크를 기반으로 하여 최형신(2014a)의 연구에서는 로봇활용교육의 효과성을 검증하기 위해 CT 평가도구를 개발하였다[26]. 이 연구를 포함하여 총 8편의 연구에서 CT 평가도구를 개발하였다. 미국의 CSTA & ISTE(2011)에서 제시한 CT 평가요소를 기반으로 한 연구는 2편이 존재하며 박주연 외 (2017)는 SW 교육의 평가요소로서 CT 사고의 개념과 수행을 평가하기 위한 평가도구를 개발하였다[27].

College Board의 AP CS Principles Curriculum Framework(2017)에 기반한 연구로 김재경(2017)의 연구를 포함하여 2편이 있다. 김재경(2017)은 CT 개념과 프로그래밍 실습 역량 평가를 위한 루브릭을 이 CT Practice에 기반하여 개발한 후 대학교 수업에 적용하였다[28]. Selby(2013)의 CT의 5가지 요소를 기반으로 하여 한 연구로 최형신(2016)의 연구가 있다[29]. 이 연구에서는 예비교사들의 CT 역량 계발을 위한 수업 설계 및 적용 후 CT 역량 평가를 위해 이 5가지 CT 요소들을 기반으로 하여 설문지를 개발하여 적용하였다.



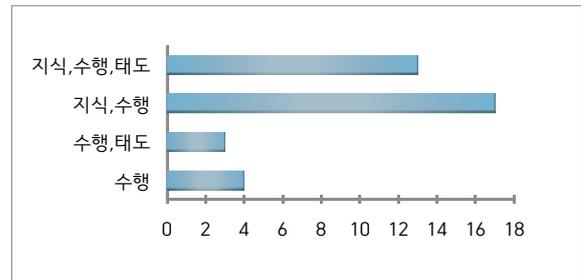
<그림 5> 개발된 평가도구의 기반 선행연구

김민자 외 (2017)의 연구[30]에서는 SRI Education의 PACT(2015) 프로젝트에서 개발한 CT Practice Design Pattern에 기반하여 비전공자 프로그래밍 수업의 창의적 산출물에 대한 CT 평가를 위해 평가 루브릭을 개발하였다. 박종호의 연구(2015)에서는 MayIn-Smith(2010)의 CT 평가 방식을 이용하여 CT 평가 척도를 개발하였다[31].

4.3 CT 평가요소

각 연구에서 고려하고 있는 CT 평가요소들은 기존의 어떤 평가도구를 사용하고 있는지 혹은 어떤 연구에 기반을 두고 평가도구를 개발했는지에 따라 그 평가요소가 달라진다. 본 연구에서는 CT 평가요소를 지식, 수행, 태도 3가지 관점에서 구분하였으며, 각 연구들이 고려하고 있는 평가요소와 평가방법을 <표 3>과 같이 분석하였다. 각 연구에서 고려하고 있는 CT 평가 요소들을 분류해보면 <그림 6>과 같다. <그림 6>에서 볼 수 있는 바와 같

이 13편의 연구가 3가지 관점에서 CT 평가를 수행하고 있으며, 가장 많은 경우는 지식과 수행의 관점에서 CT를 평가하는 것으로 17편이 이에 해당된다. 4편이 수행과 태도의 관점에서 이루어졌으며, 3편의 경우에는 수행의 관점에서만 이루어졌다. 모든 연구에서 고려하고 있는 것은 수행의 관점이다.



<그림 6> 각 연구들이 고려하고 있는 CT 평가요소

각 연구들이 기반으로 하고 있는 선행연구에서 3가지 관점을 추구한다 하더라도 연구의 특성에 따라 세가지 관점을 다 지원하지 않고 수행의 관점에서만 평가를 하거나 혹은 지식과 수행의 관점에서만 평가하고 있는 경우들이 있다. 또한 연구에서 기반으로 하고 있는 선행연구의 관점이 수행과 태도이지만 지식의 관점을 추가로 평가하기 위해 지필고사 같은 평가 방법을 사용하고 있는 경우를 확인할 수 있었다.

4.4 CT 평가 방법

국내의 CT 평가 관련 연구에서 사용된 CT 평가방법을 분석한 결과는 <그림 7>과 같다. 평가방법으로 산출물검사(평가루브릭), 지필시험, 자기보고식 설문, 검사도구, 관찰방법(과정평가), 비버챌린지, 자동화도구, 심층인터뷰, 디자인 시나리오 등이 있다. 평가루브릭에 의한 산출물검사를 통해 CT평가를 하는 연구로는 김거현과 유인환(2017)의 연구[32]를 포함한 4편의 연구들이 있다. 산출물 검사를 통한 평가는 평가자에 의해 평가가 이루어지거나 학습자에 의한 자가 평가가 이루어지는 경우도 있다.

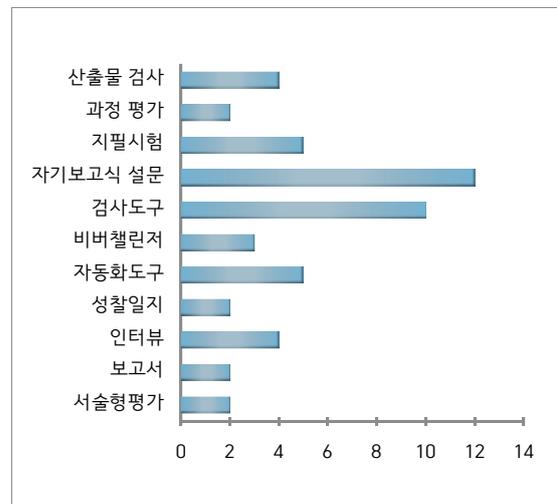
<표 3> 각 연구들의 평가요소, 평가방법, 기반 선행연구

연구자	연구 대상	평가요소			평가방법	평가도구			기반 선행 연구
		지식	수행	태도		기존	수정	개발	
1 송의상·김준민(2017)	대학	✓	✓	✓	· 설문지	✓			· 최형신,김기범(2015)의 CT 평가 설문지
2 전수진,한선관(2016)	대학		✓		· 서술형 수행 평가			✓	· Brennan & Resnick(2012)의 CT 프레임워크
3 김수환(2015a)	대학	✓	✓		· 코드 자동분석	✓			· Moreno-Leon, et al. (2015)의 Dr. Scratch
4 김수환(2015b)	대학	✓	✓	✓	· 코드 자동분석 · 설문지	✓		✓	· Brennan & Resnick(2012)의 CT 프레임워크, Scrape · Dr. Scratch
5 최형신(2014a)	대학	✓	✓		· 평가척도 기반 산출물 평가			✓	· CSTA의 9가지 CT역량 · Brennan & Resnick(2012)의 CT 프레임워크 · Seiter & Foreman(2013)의 PECT모형
6 최형신(2014b)	초등	✓	✓	✓	· 설문지 · 교사 모니터링			✓	· Brennan & Resnick(2012)의 CT 프레임워크 · Bers(2013)의 PTD 모델
7 최형신외(2014)	초등	✓	✓	✓	· 산출물기반 인터뷰 · 산출물 질적 분석			✓	· Brennan & Resnick(2012)의 CT 프레임워크
8 최형신·김기범(2015)	대학	✓	✓	✓	· 지필고사 · 설문지 · 산출물기반 인터뷰	✓		✓	· Brennan & Resnick(2012)의 CT 프레임워크
9 최형신(2016)	대학		✓	✓	· 설문지 · 탐별 보고서 · 개인별 성찰일지			✓	· Selby(2013)의 CT 요소
10 최형신·김미송(2017)	대학	✓	✓		· 지필고사 · 비버챌린지 문항 · 코드 자동분석	✓		✓	· Dr. Scratch · 비버챌린지
11 김미송·최형신(2018)	대학		✓	✓	· 자기평가 · 탐별 보고서 · 개인별 성찰일지		✓	✓	· Selby(2013)
12 주여진·마대성(2018)	초등		✓		· 평가기준 기반 과정 평가			✓	· CSTA CS 교육과정 · 한국 정보 교육과정 · 영국의 컴퓨팅 교육과정
13 김재경(2017)	대학	✓	✓	✓	· 지필고사 · 평가척도 기반 산출물기반 평가			✓	· College board의 AP CS Principles Curriculum Framework
14 김민자외(2017)	대학	✓	✓		· 평가척도 기반 산출물기반 평가			✓	· SRI Education의 CT Practices Design Pattern
15 전수진외(2017)	초등	✓	✓		· 비버챌린지 문항	✓			· 비버챌린지
16 전수진(2017)	대학		✓		· 서술형 수행 평가	✓			· Brennan & Resnick(2012)의 CT 프레임워크
17 한영신(2018)	대학		✓	✓	· 설문지		✓		· Jang(2001)의 컴퓨터활용능력 검사도구
18 서영호외(2016)	초등	✓	✓		· 검사도구	✓			· 김병수(2014)의 계산적 인지력 검사도구
19 노지예(2018)	초등	✓	✓		· 검사도구	✓			· 김병수(2014)의 계산적 인지력 검사도구
20 이철현(2017)	초등	✓	✓	✓	· 검사도구 · 구조화된 면담지	✓			· 교육부에서 개발한 초등형 CT 검사도구
21 김용민·김종훈(2018)	초등	✓	✓		· 검사도구	✓			· 김병수(2014)의 계산적 인지력 검사도구
22 성영훈(2017)	초등	✓	✓	✓	· 설문지			✓	· Brennan & Resnick(2012)의 CT 프레임워크

23	박형용외(2017)	초등	✓	✓	✓	· 설문지	✓			· 안성훈외(2015)에서 개발한 도구
24	김민자·김현철(2018)	대학	✓	✓		· 검사도구			✓	· College board의 AP CS Principles Curriculum · 비버챌린지
25	박정호(2015)	초등	✓	✓	✓	· 지필검사 · 검사도구		✓	✓	· Malyn-Smith(2010) CT 평가 · Wiebe(2003)의 컴퓨터과학 태도
26	신주현·송기상(2015)	초등	✓	✓		· 검사도구	✓			· 김병수(2014)의 계산적 인지력 검사도구
27	전수진·한선관(2016)	대학	✓	✓		· 설문지			✓	· Brennan & Resnick(2012)의 CT 프레임워크
28	박대륜·유인환(2018)	초등	✓	✓		· 검사도구	✓			· 김병수(2014)의 계산적 인지력 검사도구
29	노지예·이정민(2018)	초등	✓	✓	✓	· 지필시험 · 비버챌린지 문항 · 설문지	✓	✓	✓	· 비버챌린지 · 최형신(2014)의 CT 평가 설문지
30	김성식외(2019)	대학		✓		· 검사도구 · 설문지				· 2015 개정 정보교육과정
31	박주연(2017)	초등	✓	✓		· 코드 자동분석	✓			· Dr. Scratch
32	박선주(2018)	대학	✓	✓		· 코드 자동분석	✓			· Dr. Scratch
33	이정민·고은지(2018)	중등	✓	✓	✓	· 검사도구 · 산출물기반 인터뷰	✓			· Korkmaz(2017)의 CT 측정도구 · Brennan & Resnick(2012)의 CT 프레임워크
34	김거현·유인환(2017)	초등	✓	✓		· 검사도구	✓			· 김병수(2014)의 계산적 인지력 검사도구
35	서영호외(2016)	초등	✓	✓		· 검사도구	✓			· 김병수(2014)의 계산적 인지력 검사도구
36	노지예·이정민(2018)	초등	✓	✓		· 설문지	✓			· 최형신외(2014)의 CT 평가 설문지
37	박주연외(2017)	초·중등	✓	✓	✓	· 평가척도				· CSTA(2011) CT 요소 · KERIS SW 교육인식조사 문항

지필시험을 통한 CT 평가를 수행하고 있는 연구로는 최형신과 김기범(2015)의 연구[23]를 포함하여 5편의 연구가 있다. 가장 많은 사용되는 방법으로는 학습자에 의한 자기보고식 설문을 이용하는 연구로 한영신(2018)의 연구[33]를 포함하여 12편의 연구가 있다. 그 다음으로 많이 사용되는 것은 CT 평가를 위해 검사도구를 이용하는 경우로 김용민과 김종훈(2018)의 연구[34]를 포함한 총 10편의 연구가 있다. 이 연구들이 대부분 사용하고 있는 검사 도구는 김병수(2014)가 개발한 계산적 인지력 검사 도구이다. 비버챌린지를 이용하여 CT를 평가하는 연구들로 3편의 연구가 있다. Dr. Scratch와 같은 자동화도구를 이용하여 CT를 평가하는 연구는 5편의 연구가 있다. 개인별 성찰일지를 통해 CT를 평가하는 연구들은 김미송과 최형신(2018)의 연구 [35]를 포함하여 2편이 있다. 또한 학생들의 프로젝트 산출물을 가지고 학생과의 인터뷰를 통해 CT를 평가하는 연구는 [23]의 연구를 포함하여 4편이 있다.

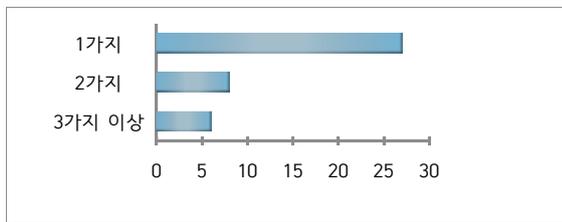
학생들의 프로그래밍 과정에 대한 관찰을 통해 CT를 평가하고 있는 경우는 주여진과 마대성(2018)의 연구[36]를 포함하여 총 2편의 연구가 있다.



<그림 7> CT 평가 방법

마지막으로 서술형 수행 평가를 이용하는 연구는 전수진과 한선관(2016)의 연구[37]를 포함하여 2편이 있다. 또한 팀별 보고서를 통해 평가가 이루어지기도 하는데 2편의 연구가 있다.

많은 연구들에서 CT 평가를 위해 위의 방법들 중 한 가지 이상을 사용하고 있음을 확인할 수 있었다. CT 평가를 위해 사용된 평가 방법들의 수에 따라 각 연구를 분류한 결과는 <그림 8>과 같다. 가장 많은 경우는 1가지 방법을 사용한 CT 평가로 총 20편의 연구가 있다. 7편의 연구에서 2가지 방법을 6편의 연구에서 3가지 방법을 사용하였다.



<그림 8> CT 평가 방법 종류

5. 결과 분석 및 논의

CT 평가에 관한 연구는 2014년 이후 계속 증가세를 보이고 있음을 확인할 수 있다. 특히, 2014년 초·중등 SW교육 강화 방침이 확정되고 2018년 이후에 SW과정이 정규 교과 과목으로 편성하기 위한 계획 등이 발표됨에 따라 CT를 함양하기 위한 교육에 대한 관심과 함께 연구가 증가되어 왔음을 볼 수 있다.

문헌 연구를 통해 분석된 CT 교육 및 CT 평가가 이루어진 연구대상은 초등학생과 대학생이 다수를 이루고 있는데, 초등학교의 경우에는 방과후 수업 등을 통해 SW교육이 이루어짐으로 인해 연구들이 진행되었음을 볼 수 있다. 또한 2018년도부터 중학교에서 SW 교육이 의무 교육이 되었고 이전에는 SW교육이 중등학교에서 거의 이루어지지 않았기 때문에 중학생을 대상으로 한 연구는 거의 진행되지 않았음을 확인할 수 있었다. 한편 최근 몇 년 사이 국내외 적으로 SW 교육의 중요성이 부각됨에 따라 많은 대학들의 교양 교과목에서 CT 및 SW 교과목을 필수화하여 이수하도록 하고 있

다. 이에 따라 이들을 대상으로 한 연구들이 많이 진행되고 있음을 볼 수 있다.

CT 함양을 위한 프로그래밍 교육의 내용을 살펴보면 스크래치와 엔트리 교육이 주를 이루고 있다. 이것은 실제 프로그래밍 교육이 중등학교에서 필수로 이루어지기 전에 이루어진 연구들이 대부분이기 때문인 것으로 고려된다. 2018년도부터 중학교에서 필수과목으로 수업이 이루어지고 있기 때문에 향후 파이썬 및 다양한 툴을 적용한 연구들이 많이 진행이 될 것으로 예상된다.

5.1 CT 평가 도구의 기반 선행 연구

기존에 개발된 CT 평가도구를 이용하는 연구에서 가장 많이 참조가 되고 있는 것은 김병수(2013)의 계산적 인지력 검사도구와 Moreno 외(2015)가 개발한 Dr Scrtach를 가장 많이 사용하고 있다. 특히 초등학생을 대상으로 한 CT 연구에서 김병수의 계산적 인지력 검사도구를 사용하였다. 최근의 연구에선 CT 평가를 위해 비버챌린지 문항을 이용하는 연구들이 증가되고 있다.

CT 평가를 위해 새롭게 평가도구를 개발하는 경우에는 Brennan와 Resnick(2015)가 제안하고 있는 CT 평가프레임워크를 가장 많이 참조하고 있다. 이 CT 프레임워크 경우 기본적으로 스크래치 프로그래밍을 기반으로 하여 개발되었기 때문에 컴퓨팅 개념의 관점을 평가하는 경우에는 다른 언어들에서는 맞지 않은 부분도 존재한다. 뿐만 아니라 이 연구에서는 CT의 개념을 코딩의 관점에서 접근함으로써 컴퓨팅 개념의 경우에는 블록코딩의 기본 프로그래밍 블록 등을 이해하고 있는 것에 맞춰져 있다고 볼 수 있다. 하지만 실제로 CT를 이용하여 문제를 해결하기 위해서는 자료구조, 알고리즘과 같은 CS 개념 등에 대한 이해도 필요하다고 볼 수 있기 때문에 이에 대한 고려가 필요하다고 볼 수 있다.

5.2 CT 평가 요소

본 연구에서는 CT의 평가 요소를 지식, 수행, 태도의 관점에서 분석하였다. CT 역량의 관점에서 볼 때는 이 3가지 관점을 모두 평가하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 조사대상의 연구들 중에서 많은 수의 연구들이 이 3가지 관점에서 평가를 수

행하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 그러나, 이 3가지 관점을 고려한 평가라 할지라도 다양한 평가 방법을 사용하지 않고 설문지를 통해 CT 평가를 하고 있는 연구들이 존재한다. 따라서 그러한 경우 설문지 분석 결과만을 가지고 CT 능력을 파악하기엔 한계가 있을 수 있다.

5.3 CT 평가 방법

국내의 연구에서 사용되는 CT평가는 산출물검사, 지필시험, 자기보고식 설문, 검사도구, 관찰방법, 비버챌린지, 자동화도구, 심층인터뷰 등 다양한 방법들이 사용됨을 볼 수 있다. 그중에서 자기보고식 설문과 검사도구를 이용하는 경우가 가장 많음을 볼 수 있었다.

자기보고식 설문의 경우 프로그래밍 언어나 환경 등에 제약 없이 사용할 수 있다는 장점이 있는 반면, 이 도구만을 가지고 CT 역량의 향상을 객관적으로 판단하기에는 무리가 있다. 지필검사의 경우는 학교현장에서 쉽게 활용될 수 있다는 장점이 있기 때문에 많이 사용되어 왔다. 그러나, 지필시험 또한 CT의 수행과 태도의 관점이 아닌 컴퓨팅의 개념과 지식의 측면에서 평가가 이루어지기 때문에 이에 대한 보완이 필요하다. 산출물 검사를 통한 CT평가는 평가자에 의해 평가가 이루어질 수도 있고 자동화된 도구를 이용하여 평가가 이루어질 수 있다. 평가자에 의한 평가의 경우는 평가자의 주관 이 들어갈 수 있기 때문에 이에 대한 객관적이고 구체적인 평가루브릭의 개발이 요구된다. Dr. Scratch와 같은 자동화된 도구를 이용하여 평가가 이루어지는 경우는 총괄 평가를 위해 보다 적합하게 사용할 수 있지만 사전 검사의 경우에는 사용할 수 없으며, 스크래치 언어에 맞춰져 있기 때문에 제한점이 있다.

위와 같이 각각의 평가 방법들은 장단점이 있기 때문에 어느 한 방법으로만 CT를 평가하는 것은 적절하지 않을 수 있다. 이에 따라 최근의 CT 평가에 관한 연구들은 1가지 이상의 평가 방법을 통해 서로 보완하고 있음을 볼 수 있다. 최형신과 김미송(2017)의 연구에서는 스크래치 지필검사, Dr Scratch와 비버챌린지 검사를 통한 상호보완적인 방법으로 CT평가를 하였다. 노지혜와 이정민

(2016)의 연구에서도 로봇 활용 SW 교육에서 CT 평가를 위해 지필시험, 비버챌린지, 자기보고식 설문을 함께 사용하였다.

6. 결론

본 연구에서는 국내에서 수행되어 온 CT 평가에 관한 연구들을 대상으로 체계적 매핑 방법을 통해 각 CT 평가 도구들이 기반으로 하고 있는 관련 선행연구들, 고려하고 있는 평가 요소, 평가 방법들을 분석하였다.

CT 평가를 위해 우선적으로 고려되어야 할 것이 무엇을 평가할 지를 결정하는 일이다. 이것은 CT에 대한 정의 및 요소들과 관련이 깊다. CT 정의 및 요소들은 여러 기관과 여러 학자들에 의해 조금씩 다르게 정의되고 있다. CT를 역량의 측면에서 평가할 때 CT 요소들은 크게 지식, 수행, 태도의 측면으로 구분할 수 있으며, 본 연구에서는 이 3가지 측면에서 분석하였다.

CT 평가를 위해 무엇을 평가할 것인지 결정한 후에는 어떻게 평가할 것인지를 결정해야 된다. 이를 위해 여러 가지 고려해야 될 사항들이 존재한다. 먼저, CT의 평가 요소가 지식, 수행, 태도 중 어떤 측면에 해당되는지에 따라 다른 평가 방법들을 적용할 수 있다. CT 관련 지식을 평가하는 경우에는 지필시험 등이 적합할 수 있으며, 수행의 경우에는 학생의 산출물을 평가하는 것이 바람직할 수 있다. 또한 학생의 산출물을 평가하는 경우에도 사람에 의해서 할 것인지 자동으로 할 것인지에 따라 CT 평가 도구가 결정된다. 뿐만 아니라, 어느 시점에서 평가를 할 것인가에 따라 평가 방법이 달라질 수 있다. 평가는 사전, 중간, 사후로 나누어지는데 평가 방법에 따라 사전, 사후가 가능한 것이 있으며, 사후만 가능한 것이 있다. 또한 학습과정에서의 평가로 수행평가를 고려한다면 그에 맞는 평가 방법이 선정되어야 할 것이다.

위와 같이 기존 CT 평가도구를 사용하거나 새롭게 개발을 해야 될 경우, 다양한 측면에서의 고려가 필요하다. 또한 평가 방법들은 각기 장단점이 존재하므로 상호보완적인 관점에서 평가가 이루어지도록 설계되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Oxford Martin School & Citi Research (2016). *The Technology at Work v2.0*.
- [2] 이재호 · 장준형 (2018). 컴퓨팅 사고력 검사 도구 개발을 위한 탐색. *창의정보문화연구*, 4(3), 274-283.
- [3] 최형신 (2018). 소프트웨어 프로그래밍 교육을 통한 컴퓨팅 사고력 개발에 관한 연구 국내연구 고찰. *교육공학논문지*, 34(3), 743-774.
- [4] Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver, Canada.
- [5] 한정민 · 정웅열 · 이영준 (2017). 컴퓨팅 사고력 국내 연구 동향 분석. *한국컴퓨터교육학회 하계 학술발표논문집*, 21(2), 3-5.
- [6] Kolodziej, M. (2017). *Computational Thinking in Higher Education*. Dissertation, Pepperdine University.
- [7] CSTA & ISTE (2011). *Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education*.
- [8] Selby, C. (2013). Computational Thinking: The Developing Definition. *ITiCSE Conference 2013*, University of Kent, Canterbury, England.
- [9] SRI International (2013). *Exploring CS Curricular Mapping*. Retrieved from http://pact.sri.com/?page_id=1380
- [10] College Board (2014). *AP Computer Science Principles: Curriculum Framework 2016-2017*. New York: College Board.
- [11] Korkmaz, O., Çakir, R., & Özden, M. (2017). A Validity and Reliability Study of the Computational Thinking Scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558-569.
- [12] 정웅열 · 이영준 (2017). 정보 교육에서 비버챌린지(Bebras Challenge)의 활용 가능성과 향후 과제. *컴퓨터교육학회논문지*, 20(5), 1-14.
- [13] Moreno-Leon, J., & Robles, G. (2015). Dr. Scratch: a Web Tool to Automatically Evaluate Scratch Projects. *WiPSCE '15 Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*.
- [14] 김병수 (2014). *계산적 사고력 신장을 위한 PPS기반 프로그래밍 교육 프로그램*. 제주대학교 박사학위 논문.
- [15] 김성식 · 김영직 · 조아라 · 이민우 (2019). 문제 해결 프로그래밍 교육에서 컴퓨팅 사고력 평가를 위한 도구 개발: 지필형 검사지 및 자기보고식 설문지. *컴퓨터교육학회 논문지*, 22(3), 89-99.
- [16] 김민정 · 이원규 · 김자미 (2017). 컴퓨팅 사고력 측정에 사용되고 있는 도구분석을 통한 새로운 검사도구 개발방향 제시. *컴퓨터교육학회 논문지*, 20(6), 17-25.
- [17] 최형신 · 김미송 (2017). 컴퓨팅 사고력 평가를 위한 3가지 상호보완적 접근 방안 한국어 (KOR). *정보교육학회논문지*, 21(6), 639-646.
- [18] 노지예 · 이정민 (2018). 로봇 활용 SW 교육에서 컴퓨팅사고력 평가: 지필 시험, 비버챌린지, 자기보고식 설문을 중심으로. *교육공학연구*, 34(3), 849-876.
- [19] Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). Systematic Mapping Studies in Software Engineering. *International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. 17(1), 1-10.
- [20] 서영호 · 염미령 · 김종훈 (2016). 초등학교 SW교육에서 동료 프로그래밍 교육 방법이 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장에 미치는 효과 분석. *정보교육학회논문지*, 20(3), 219-234.
- [21] 김수환 (2015a). Computational Thinking 역량에 대한 학습자 평가를 위한 스크래치 코드 분석. *컴퓨터교육학회논문지*, 18(5), 25-34.

- [22] 전수진·전용주·김슬기·김도용·정인기 (2017). 비버 챌린지 2017을 통한 초등학생들의 컴퓨팅 사고 수준 분석. **정보교육학회논문지**, 22(3), 345-356.
- [23] 최형신·김기범 (2015). 스크래치 프로그래밍이 예비교사에게 미치는 영향 : 컴퓨팅 사고 및 블룸의 텍사노미 활용 평가 한국어. **정보교육학회논문지**, 19(2), 225-232.
- [24] 송의상·길준민 (2017). 초등예비교사의 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 블렌디드 러닝 기반의 소프트웨어교육 프로그램 개발 및 적용. **정보처리학회논문지**. **소프트웨어 및 데이터 공학**, 6(7), 353-360.
- [25] 이정민·고은지 (2018). 소프트웨어 교육이 중학생의 컴퓨팅 사고력에 미치는 효과. **한국콘텐츠학회논문지**, 18(12), 238-250.
- [26] 최형신 (2014a). 로봇활용교육의 효과성 검증을 위한 평가도구 개발 : 사회·문화적 맥락 및 컴퓨팅 사고 연계. **정보교육학회논문지**, 18(4), 541-548.
- [27] 박주연 (2019). 초등학생의 스크래치 프로젝트 코드 분석을 통한 컴퓨팅 사고력의 평가. **정보교육학회논문지**, 23(3), 207-217.
- [28] 김재경 (2017). 컴퓨팅 사고 개념 학습과 프로그래밍 역량 평가를 위한 루브릭 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 20(6), 27-36.
- [29] 최형신 (2016). 예비교원의 Computational Thinking(CT) 역량 계발 방안 : CT의 5가지 핵심 역량 분석 한국어. **정보교육학회논문지**, 20(6), 553-562.
- [30] 김민자·유길상·김현철 (2017). 비전공자 프로그래밍 수업 창의적 산출물의 컴퓨팅 사고력 기반 평가 루브릭 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 20(2), 1-11.
- [31] 박정호 (2015). Storytelling기반 SW교육이 Computational Thinking에 미치는 영향. **정보교육학회논문지**, 19(1), 57-68.
- [32] 김거현·유인환 (2017). 앱인벤터 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 컴퓨터에 대한 태도에 미치는 영향. **정보교육학회논문지**, 21(4), 371-380.
- [33] 한영신 (2018). 비전공자 예비교사의 컴퓨팅 사고력 함양을 위한 프로그래밍 교육의 효과성 분석. **정보교육학회논문지**, 22(1), 41-52.
- [34] 김용민·김종훈 (2018). 스프레드시트를 활용한 데이터 과학 교육 프로그램이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 미치는 효과. **정보교육학회논문지**, 21(2), 219-280.
- [35] 김미송·최형신 (2018). 초등예비교사를 위한 컴퓨팅 사고력 자기평가 방법. **정보교육학회논문지**, 22(1), 61-70.
- [36] 주여진·마대성 (2018). 컴퓨팅 사고력 측정을 위한 추상화 역량 평가 기준 개발. **정보교육학회논문지**, 22(3), 375-383.
- [37] 전수진·한선관 (2016). Computational Thinking 역량 평가를 위한 서술형 수행평가 도구. **정보교육학회논문지**, 20(3), 131-138
- [38] 최형신 (2014b). Computaitonal Thinking 역량 계발을 위한 수업 설계 및 평가 루브릭 개발. **정보교육학회논문지**, 18(1), 57-64.
- [39] 노지예 (2018). 로봇 활용 SW 교육에서 보조교사 유무에 따른 컴퓨팅사고력, 로봇에 대한 태도의 차이. **정보교육학회논문지**, 22(3), 307-316.
- [40] 신주현·송기상 (2015). 컴퓨팅 사고력 교육과 문제 해결 과정에서의 인지부하 변화. **정보기술학회논문지**, 13(4), 121-129.
- [41] 박대륜·유인환 (2018). 초등학생을 위한 로봇 활용 파이썬 학습 모형 개발. **정보교육학회논문지**, 22(3), 357-366.
- [42] 김수환 (2015b). Computational Thinking 개념 평가를 위한 스크래치 코드 분석 시스템 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 18(6), 2015. 13-22.
- [43] 박선주 (2018). 스크래치 프로젝트 분석을 통한 컴퓨사고력 수준 분석. **정보교육학회논문지**, 22(6), 661-669.
- [44] 김민자·김현철 (2018). 컴퓨팅 사고력 관점에서 본 컴퓨터 비전공자 대상 교양 컴퓨팅 수업의 효과성 분석 연구. **컴퓨터교육학회논문지**, 21(1), 11-21.
- [45] 노지예·이정민 (2018). 로봇활용 SW교육 프

로그래밍 설계: 초등학생의 컴퓨팅사고력과 창의적 문제해결력을 중심으로. **교육공학연구**, 34(1), 1-37.

- [46] 최형신 · 정인기 · 소효정 (2014). 컴퓨팅 사고 프레임워크 기반 방과후 스크래치 팀프로젝트 경험의 분석. **정보교육학회논문지**, 18(4), 2014, 549-558.
- [47] 성영훈 (2017). 컴퓨팅 사고 함양을 위한 HVC 학습전략 기반 SW교육모델 개발. **정보교육학회논문지**, 21(5), 583-593.
- [48] 전수진 · 한선관 (2016). 컴퓨팅 사고 향상을 위한 UMC 수업전략의 개발과 적용. **정보교육학회논문지**, 20(2), 131-138.
- [49] 박주연 · 김종혜 · 김석희 · 이현숙 · 김수환 (2017). 초·중등 SW교육의 평가요소 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 20(6), 2017. 47-59.
- [50] 김민자 · 유길상 · 김현철 (2017). 비전공자 프로그래밍 수업 창의적 산출물의 컴퓨팅 사고력 기반 평가 루브릭 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 20(2), 1-11.
- [51] 전수진 (2017). SW 교육에서의 컴퓨팅 사고력 기반 디자인 중심 모형(NDIS)의 효과분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 20(2), 13-21.
- [52] 김거현 · 유인환 (2017). 앱인벤터 활용 SW교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 컴퓨터에 대한 태도에 미치는 영향. **정보교육학회논문지**, 21(4), 371-380.
- [53] 이철현 (2017). 컴퓨팅 사고력 기반 실생활 문제해결학습이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 미치는 효과. **한국실과교육학회지**, 23(4), 91-107.
- [54] 박형용 · 안성훈 · 김종민 · 임현정 (2017). 3수준 다층모형을 통한 초등학생의 컴퓨팅 사고력 및 SW교육태도 영향요인 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 20(6), 83-91.

최 속 영



2008

1998 전북대학교 전산학과 (이학사)

1991 전북대학교 전산학과 (이학석사)

1996 충남대학교 전산학과 (이학박사)

Nova Southeastern University
교육공학 및 원격교육(교육학박사)

1996 ~ 현재

우석대학교 정보보안학과 교수

2012.3 ~ 2013.2 North Carolina State University
연구교수

관심분야: 컴퓨팅교육, 지능형교육, 이러닝시스템,
정보윤리

E-mail : sychoi@ws.ac.kr

