

# 컴퓨팅 사고력 평가를 위한 3가지 상호보완적 접근 방안

최형신\* · 김미송\*\*

춘천교육대학교 컴퓨터교육과\* · 웨스턴 온타리오 대학교 교육과정 연구 학과\*\*

## 요 약

컴퓨팅 사고력(CT: Computational Thinking)은 21세기 핵심 역량으로 주목받으며 소프트웨어교육을 통한 CT 역량 증진에 많은 관심이 모아지고 있으나, 효과적인 CT역량 평가 방법의 설계 및 구현에 대한 더 많은 연구가 필요하다. 본 연구는 한 학기 동안 CT역량 증진을 위한 비전공자 프로그래밍 수업을 수강한 52명의 예비교원을 대상으로 세 가지 CT 평가 방법을 활용하여 수업의 효과를 살펴보았다. CT 평가 방법은 (1) 사전-사후 베브라스 CT 검사, (2) 그룹 스크래치 프로젝트에 대한 Dr. Scratch 자동 평가, 그리고 (3) 예비교원의 스크래치 프로그래밍을 통한 CT역량 평가 지필 시험을 포함한다. 본 연구의 결과 CT 역량을 위한 평가 방법의 통합이 긍정적인 효과를 보이는 것으로 나타났다. 본 논문은 이러한 CT 평가 방법의 통합의 장점 및 시사점을 논의하고 있다.

키워드 : 컴퓨팅 사고력 평가, 베브라스 검사, 스크래치, Dr. Scratch, 스크래치 시험, 수업 타당도, 예비교원

## A Complementary Approach of Three Methods for Computational Thinking Assessment

Hyungshin Choi\*, Mi Song Kim\*\*

Dept. of Computer Education, Chuncheon National University of Education\*,

Dept. of Curriculum Studies, University of Western Ontario\*\*

## ABSTRACT

As computational thinking(CT) is gaining focus as a key 21st century skill much attention has been paid to promoting CT through software education. However, more studies are needed to design and implement effective CT assessment methods. This study aims to investigate the effects of three CT assessment methods in a course designed to enhance CT competencies of 52 pre-service teachers with a non-computer science background during one semester. To analyze pre-service teachers' CT competencies, we used 3 CT assessment methods: (1) pre- and post-testing based on Bebras computational thinking challenge questions, (2) Dr. Scratch to analyze group scratch projects automatically, and (3) scratch exam designed in this study to evaluate the development of CT. Our results show the positive effects of integrating assessment methods for promoting CT competencies. We end this paper with the discussion of advantages and implications of this integration.

Keywords : computational thinking assessment, Bebras test, Scratch, Scratch exam, Dr. Scratch, convergent validity, pre-service teachers

교신저자 : 김미송(웨스턴 온타리오 대학교)

논문투고 : 2017-10-10

논문심사 : 2017-10-11

심사완료 : 2017-10-27

## 1. 서론

소프트웨어가 인공지능, 클라우드 컴퓨팅, 로봇, 자율주행 자동차 등과 같은 4차 산업혁명의 핵심기술의 중심에 있다는 인식과 함께 국내외 공교육에서도 소프트웨어교육이 필수화되었거나 필수화되고 있는 상황이다[3][17]. 소프트웨어교육의 목표는 컴퓨팅 사고력(CT: Computational Thinking)의 배양인데 이는 CT가 4차산업혁명시대에 모두가 가져야 하는 보편적인 리터러시라는 전문가들의 주장이 설득력을 얻고 있기 때문이다[4][9].

이러한 배경으로 CT에 대한 연구가 증가하고 있는 추세에 있으며 소프트웨어교육을 통해 CT를 증진하기 위한 교육 내용과 방법에 대한 많은 자료들이 공유되고 있다. 하지만 이러한 교육프로그램을 통해 CT가 향상되었는지를 평가하는 연구는 초기 단계에 있다[7].

이에 본 연구는 CT평가 연구에서 활용된 평가 도구들을 고찰하는데 있어 이들 중 객관적인 방법을 활용하면서도 현장에서 교사가 활용할 수 있는 평가방법들에 초점을 두었다. 또한 소프트웨어교육을 어떤 특정 프로그래밍 언어나 환경에서 진행하게 되기 때문에 특정 언어에 대한 지식 및 기능을 평가하게 되는 제한점을 극복할 수 있는 독립적인 CT평가 방법도 탐색하였다. 아울러 소프트웨어교육 과정중이나 과정의 결과로 만들어지는 산출물에서 CT역량의 증거를 확인할 수 있는 평가방법을 포함시키고자 하였으며 이 방법의 구현에서 교사가 직접 일일이 평가하기에 시간 소요가 많기 때문에 이를 자동화해서 평가하는 방법을 탐색하였다. 또한 본 연구는 예비교사 대상의 소프트웨어교육에서 CT 역량을 평가하고 이들 평가 방법들의 역할 및 관계를 고찰해 보고자 하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 컴퓨팅 사고력 평가 유형

컴퓨팅 사고력을 평가하는 연구들에 활용된 평가방법을 유형별로 보면 Dr. Scratch[5]등과 같은 자동화 도구를 활용하여 프로그래밍 산출물을 평가하는 방법, 베브라스 검

사(Bebras Test)[8]와 같이 컴퓨팅 사고력의 전이(Transfer)를 측정하는 방법, 특정 프로그래밍 언어에 대한 이해를 평가하는 지필형 검사 등으로 나타나고 있다.

#### 2.1.1 Dr. Scratch 활용 프로젝트 평가

Dr. Scratch는 Scratch 교육용 프로그래밍 언어로 작성된 프로젝트를 평가해 주는 웹기반의 도구이다[5][11]. Dr. Scratch는 평가자(예를 들면 교사, 연구원 등)에게 상당한 프로그래밍 지식을 요구하지 않고, 학습자가 만든 스크래치 프로젝트를 쉽고 편리하게 자동적으로 평가할 수 있도록 해 준다. 컴퓨팅 사고력에 대한 정의가 아직까지는 학자들간에 이견이 있기 때문에, Dr. Scratch는 컴퓨팅 사고력 정의에 일반적으로 공유되고 있는 세부영역에 중점을 두고 있다. 즉, 추상화/문제분해, 논리적 사고, 동기화, 병행, 프로그램 흐름 제어, 사용자 상호작용, 자료 표현과 같은 7가지 세부 영역으로 구성된다[13]. 각 세부 영역은 3단계 레벨로 나누어져 있으며 0점에서 3점까지 평가될 수 있다(<Table 1> 참조).

평가 세부 영역 중 몇 가지만 살펴보면, 추상화/문제분해 영역은 한 개 이상의 스프라이트(sprite) 사용시 1점, 추가 블록(custom block) 사용시 2점, 클론(clone) 사용시 3점으로 평가된다. 논리적 사고 영역은 ‘만약 ~ 라면’의 사용시 1점, ‘만약 ~라면 ~아니면’ 사용시 2점, 논리적 연산자 사용시 3점으로 평가된다. 자료 표현 영역은 객체 속성 사용시 1점, 변수 사용시 2점, 리스트 사용시 3점으로 평가하고 있다.

Dr. Scratch는 Brennan과 Resnick이 제안한 컴퓨팅 사고 프레임워크[12]의 CT 개념, CT 수행, CT 관점 영역에서 CT 수행에 해당하는 추상화(문제분해)를 포함시켜 평가하고 있다는 점에서 CT 개념(concepts)만을 평가하는 데서 조금 더 확장되어 있다고 할 수 있다. 또한 SW교육의 최종 프로젝트를 평가하는 총괄 평가(summative evaluation)로 활용할 수 있으며, SW교육 과정 중에 언제라도 학생들의 프로젝트를 평가할 수 있어 형성적 평가(formative evaluation) 방법으로도 활용 가능하다.

Dr. Scratch를 활용한 국내의 CT 평가 연구로 김수환[14]은 컴퓨터 비전공 대학생 45명을 대상으로 스크래치 프로젝트를 분석한 결과 학습자 수준이 높을수록 평

<Table 1> Dr. Scratch's score assignment[13]

CT dimension	Competence Level		
	Basic (1 point)	Medium (2 point)	Proficient (3 point)
Abstraction and problem decomposition	More than one script	Use of custom blocks	Use of 'clones' (instances of sprites)
Logical thinking	If	If else	Logic operations
Synchronization	Wait	Message broadcast, stop all, stop program	Wait until, when backdrop changes, broadcast and wait
Parallelism	Two scripts on green flag	Two scripts on key pressed or sprite clicked	Two scripts on receive message, video/audio input, backdrop change
Flow control	Sequence of blocks	Repeat, forever	Repeat until
User interactivity	Green flag	Keyboard, mouse, ask and wait	Webcam, input sound
Data representation	Modifiers of object properties	Variables	Lists

가 요소의 점수가 높게 나타나 Dr. Scratch의 각 항목이 학생들의 CT수준을 평가하는 요소로 활용될 수 있음을 보고하였다. 국외 연구로 Moreno-Leon과 Robles[11]는 8개 학교에 재학중인 10~14세 학생 100명을 대상으로 해서, 각자 만든 스크래치 프로젝트를 Dr. Scratch를 이용해서 평가 할 수 있고, 평가 결과물 뿐만 아니라 관련된 피드백을 이용해서 스스로 스크래치 프로젝트를 향상시킬 수 있음을 보여주었다.

### 2.1.2 베브라스 검사 활용 평가

베브라스(Bebras)는 2004년 리투니아에서 시작되어 국제 시험으로 자리잡은 컴퓨팅 사고력 챌린지 문항이다[8]. 베브라스는 실제 생활에서 접할 수 있는 문제를 해결하는데 컴퓨팅 사고를 활용하도록 하는 문항으로 설계되어 있

다. 어떤 특정 교육용 소프트웨어나 하드웨어에 대한 사전 지식을 요구하지 않는다는 점에서 CT교육의 사전 및 사후 검사용으로 사용될 수 있는 장점이 있다. 베브라스 검사에서 측정하는 컴퓨팅 사고력의 세부 요소에는 문제 분해, 추상화, 알고리즘적 사고, 평가, 일반화가 포함되어 있다.

베브라스 검사지를 활용한 컴퓨팅 사고력 평가에 대한 국내 연구로 박영기와 정인기[18]는 초등학생 4~6학년 300명을 대상으로 베브라스 문항을 사용하여 컴퓨팅 사고력을 평가하였다. 총 12문항으로 구성된 검사지에는 미로 탐색 알고리즘, 연결 리스트, 논리적 추론 등과 같은 정보과학 개념에 대한 내용이 포함되었다. 연구 결과 전반적으로 50% 이상의 정답률을 나타냈으며 학생들은 알고리즘적 사고에 관련한 문항을 어려워하는 것으로 나타났다. 한편 이정민, 정연지, 박현경[10]은 초등 SW교육에서 성별에 따른 컴퓨팅 사고력의 차이에 대한 연구에서 한국 베브라스 도전 문제를 활용하여 초등학교 5학년 86명을 대상으로 컴퓨팅 사고력을 측정하였다. 연구 결과 SW수업에서 컴퓨팅 사고력은 성별에 따른 유의한 차이를 나타내지 않는 것으로 나타났다. 또한 정용열, 이영준[15]은 정보 교육에서 베브라스 문항의 활용 가능성을 분석한 연구에서 컴퓨팅 사고력 역량의 평가 기능외에도 교수-학습 개선 도구로서의 활용 가능성을 제시하였다.

베브라스 검사지를 활용한 국외 연구로 Roman-Gonzales, Moreno-leon, Robles[13]는 스크래치 프로그래밍 CT검사 점수와 베브라스 검사 점수의 수렴 타당도를 검증하였다. 중학생 179명을 대상으로 측정한 결과 두 점수간에 통계적으로 유의한 상관( $r=.52$ )을 나타내는 것으로 보고하였다. 또한 Ruf, Muhling, Hubwieser는 초등학교 6학년 29명을 대상으로 베브라스 문항 중 알고리즘적 사고 관련 9문항을 평가에 활용하였다[1]. 18차시의 스크래치 수업 전후에 검사를 실시한 결과 정답률은 63.2%에서 83.5%로 증가하였고 오답율은 29.9%에서 15.7%로 감소하는 결과를 나타냈다.

### 2.1.3 스크래치 지필 시험

스크래치 지필 시험을 활용한 국내의 연구로 최형신과 김기범은 불륨의 디지털 텍사노미의 6수준을 평가하기·창안하기, 적용하기·분석하기, 기억하기·이해하기의 3수준으로 구성하여 개발하였다[2][6]. 연구 결과 평가하기·창안하기에서 가장 낮은 점수를 나타냈으며 기억하기·이해하기

에서 그 다음으로 낮은 점수를 보였다. 상대적으로 적용하기·분석하기에서 가장 높은 점수를 받은 것으로 나타났다.

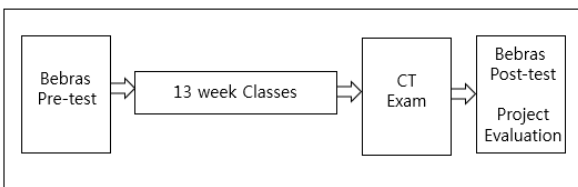
스크래치 지필(온라인) 시험을 활용한 국외 연구로 Roman-Gonzales, Moreno-Leon, Robles[13]는 시퀀스, 반복 구조, 선택 구조, 함수 등의 컴퓨팅 개념을 포함시킨 28개의 객관식 문항을 개발하였다. 중학생 179명을 대상으로 측정한 결과 스크래치 지필 시험 점수는 베브라스 검사 점수와 유의한 상관을 보였으며 Dr. Scratch 평가 점수와도 유의한 상관을 보였다.

### 3. 연구 방법

#### 3.1 연구 대상 및 절차

본 연구는 한 학기 동안 교육용 프로그래밍 수업을 수강한 52명의 예비교원을 대상으로 하였으며, 성별을 살펴보면 여학생 40명(76%)과 남학생 12명(24%)으로 구성되었다. 사전 프로그래밍 경험 유무를 조사한 결과 사전 프로그래밍 경험이 있는 학생이 10명(19%)이었고, 사전 프로그래밍 경험이 없는 학생이 42명(81%)인 것으로 나타났다. 또한 연령별로 보면 49명(94%)이 20대이며 3명(6%)이 30대 이상으로 조사되었다.

본 연구를 진행한 수업은 총 13차시로 구성되었으며 스크래치 프로그래밍 환경, 블록 사용과 연습 과제, 몇 가지 유형의 콘텐츠 개발, 팀프로젝트 제작을 내용으로 하였다. 팀프로젝트는 3인 1팀으로 게임, 애니메이션, 디지털 스토리 등의 콘텐츠를 설계하고 제작하는 것으로 이루어졌다. 베브라스 사전 검사는 스크래치 프로그래밍 수업을 진행하기 전에 이루어졌으며 학기말에 스크래치 지필 시험이 이루어지고 베브라스 사후 검사와 프로젝트 평가가 순차적으로 진행되었다(Fig. 1) 참고).



(Fig. 1) Research Procedures

### 3.2 평가 도구 및 자료 수집

#### 3.2.1 베브라스 사전-사후 검사

본 연구에서 사용된 베브라스 문항은 총 8문항으로 영국의 2014년, 2015년 베브라스 문항 중에서 선정하여 한글로 번역한 뒤 사용하였다. (Fig. 2)에 제시된 문항은 샘플 문항으로서 컴퓨팅 사고력 세부 역량 중에서 문제 분해, 추상화, 평가, 일반화가 포함된 문항이다.

Hm, what to take for lunch today?  
The cafeteria gives instructions on how to choose a Beaver lunch.  
This is shown as a diagram:

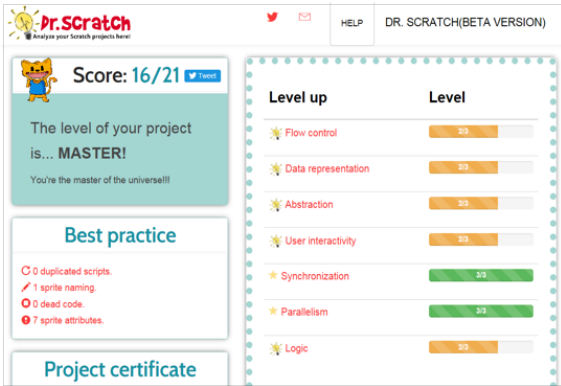
Below the tray you see different types of food containers.  
The numbers indicate how many containers of this type can be added to a tray.  
Each container can only have food items put in it that are shown below it.  
The numbers indicate how many food items of this type can be added to the containers.

**Question:**  
Which of the following lunches is not a proper Beaver lunch?

(Fig. 2) Bebras Sample Item[8]  
(출처: UK Bebras CT Challenge 2015)

#### 3.2.2 Dr. Scratch 프로젝트 평가

본 연구에서 수집한 팀프로젝트는 3인 1팀으로 개발되었으며 Dr. Scratch 사이트에 업로드하여 자동으로 점수를 생성하였다(Fig. 3) 참조). 도구 사용시 오류가 발생하는 경우는 평가표(<Table 1> 참조)를 기준으로 수동으로 채점하였다. 팀프로젝트이므로 팀원이 모두 동일한 점수를 받도록 하였다.



(Fig. 3) Dr. Scratch Project Evaluation[5]

### 3.2.3 스크래치 지필 시험

본 연구에서 사용한 필기 시험은 블록의 디지털 텍사 노미의 6수준을 평가하기·창안하기, 적용하기·분석하기, 기억하기·이해하기의 3수준으로 구성하였다. 개념에 대한 기억 및 이해를 확인하는 문항, 주어진 스크래치 프로그램을 분석하여 답하는 문항, 그리고 문제의 조건을 제시한 뒤 스크래치 코드 블록들을 제공하고 프로그램을 만들어내는 문항으로 이루어졌다.

총 문항수는 16문항이며 난이도에 따라 1점에서 4점으로 점수 배점을 다르게 배정하였다. 기억하기·이해하기 수준의 문항은 10문항(12점 배점), 적용하기·분석하기 수준의 문항은 5문항(14점 배점), 평가하기·창안하기 수준의 문항은 1문항(4점 배점)으로 총 30점 만점으로 구성하였다.

## 4. 연구 결과

### 4.1 베브라스 사전-사후 검사 결과

프로그래밍 수업 전과 후에 동일한 베브라스 검사지로 CT역량을 평가한 결과 평균 점수가 0.19점(8점 만점) 상승한 것으로 나타났으나, 사전-사후 베브라스 검사 점수의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(<Table 2> 참조). 평균 점수가 사전 및 사후에 모두 비교적 높게 나와 향후 문항 선정에서 난이도 조정이 필요할 것으로 보인다.

<Table 2> Matched pair t-test(Bebras test)

(n = 52)

	M	SD	t	p
Bebras pre-test	6.81	1.48		
Bebras post-test	7.00	1.21	-1.02	.31

\* p < .05

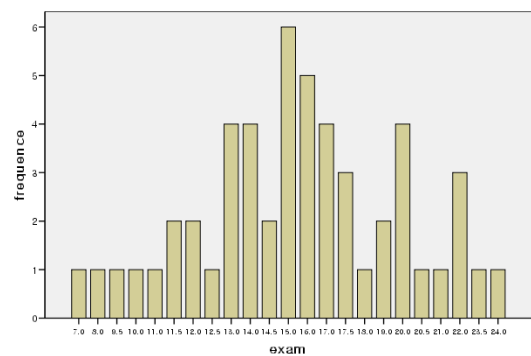
### 4.2 스크래치 지필 시험 결과

프로그래밍 수업 후에 이루어진 스크래치 지필 시험 결과는 평균 15.84점, 표준편차 3.87이었으며, 최대값은 24점 최소값은 7점으로 나타났다(<Table 3> 참조). 빈도수로는 15점이 가장 많은 것으로 나타났다(Fig. 4) 참조). 평균 점수가 낮게 나와 지필 시험 문항의 난이도가 다소 높은 것으로 판단된다.

<Table 3> Scratch paper-and-pencil exam

(n = 52)

	Min	Max	M	SD
Scratch Exam	7.00	24.00	15.84	3.87



(Fig. 4) Frequency of scratch exam

### 4.3 베브라스 검사와 지필 시험 수험 타당도

스크래치 지필 시험 점수와 베브라스 사전 및 사후 검사 점수의 상관을 살펴본 결과 지필 시험은 베브라스 사전-검사와는 약한 상관(r=.305)을 보였으며 베브라스

사후-검사와는 중간 정도의 상관( $r=.406$ )을 나타냈다 (<Table 4> 참조). 이때 베브라스 사전-사후 검사 점수 모두 지필 점수와 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

<Table 4> Correlations Exam \* Bebras Test  
( $n = 52$ )

	Bebras Pre-test	Bebras Post-test
Exam	.305*	.406*

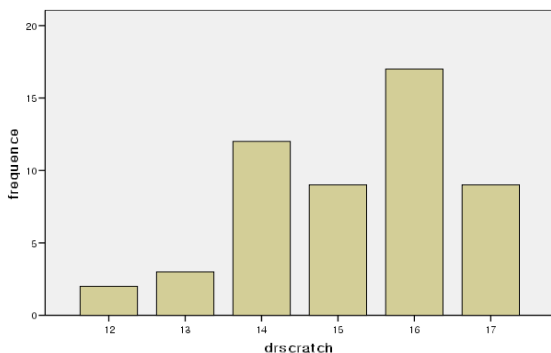
\*  $p < .01$

#### 4.4 Dr. Scratch 평가 결과

예비교원들의 프로젝트를 Dr Scratch 도구로 평가한 결과 21점 만점에서 평균 15.21점, 표준편차 1.348로 나왔으며, 최소값은 12점 최대값은 17점으로 나타났다(<Table 5> 참조). 빈도수로는 16점이 가장 많은 것으로 나타났다 ((Fig. 5) 참조). Dr. Scratch 점수와 스크래치 지필 시험 점수와의 상관을 살펴본 결과 거의 상관이 없는 것으로 나타났다. 이는 Dr Scratch가 평가하는 7개의 영역과 지필 시험에서 다른 부분이 유사한 영역이 있지만 상이한 부분도 있는데서 오는 결과로 판단된다.

<Table 5> Dr. Scratch auto-generated scores  
( $n = 52$ )

	Min	Max	M	SD
Dr. Scratch Score	12	17	15.21	1.348



(Fig. 5) Frequency of project scores

#### 5. 결론 및 논의

본 연구에서는 컴퓨팅 사고력을 증진하기 위한 예비교원 대상 프로그래밍 수업에서 학습자의 CT역량을 평가하기 위한 세 가지 객관적인 평가도구를 활용하여 수업의 효과 및 평가도구의 통합적 사용 효과를 살펴보았다.

첫째, 프로그래밍 수업의 진행 전과 후의 베브라스 CT 검사 결과 사전-사후 점수의 상승치는 통계적으로 유의하지는 않았으나 사후 검사 점수가 다소 높게 나타났다. 이러한 결과는 일부 베브라스 문제 선정에서 대상에게 적절한 난이도 선정 여부와 관련이 있는 것으로 보이며 사전 점수가 비교적 높은 편이어서 향상의 폭이 넓지 않았던 점이 원인이 되었을 수 있다. 또한 베브라스 문제는 본 수업에서 배운 내용을 직접적으로 평가하기 보다는 일반적으로 우리가 일상에 접하게 되는 문제에 전이(transfer)된 CT 역량을 평가한다는 점에서 13주간의 단기 SW교육으로 크게 영향을 미치지 못했을 수도 있다.

둘째, 스크래치 지필 시험점수는 평균 15.84점(만점 30점)으로 비교적 낮게 나왔는데 이는 문항의 난이도가 학습자의 수준에 비해 다소 높은 것으로 판단된다. 향후 파일럿 테스트를 통해 학습자의 수준에 적절한 스크래치 문항 개발의 필요성을 시사한다.

셋째, 베브라스 검사 점수는 스크래치 지필 시험점수와 통계적으로 유의한 상관( $r=.406$ )을 보였는데 이는 Roman-Gonzales, Moreno-Leon, Robles[13]의 연구에서 스크래치 프로그래밍 CT검사와 베브라스 검사가 유의한 상관( $r=.519$ )을 보인 것과 유사한 결과였다. 이는 일상의 문제를 해결하는데 CT역량을 활용하는 전이 문제들로 구성된 베브라스 검사가 SW교육의 효과 평가 도구로 활용 가능함을 시사한다고 볼 수 있다. 더 나아가 정웅열과 이영준[15]의 연구에서 분석된대로 베브라스는 문항 자체를 교수-학습 도구로 활용할 수 있어서 평가가 교수-학습과 결합되도록 하는 가능성도 가지고 있다고 할 수 있다.

넷째, SW교육의 프로그래밍 프로젝트를 자동화된 채점 도구인 Dr. Scratch로 평가해 보았을 때 평균 72%(21점 만점에서 15.21점), 최저 57%, 최고 80%를 획득하는 것으로 나온 것은 본 연구에서 진행한 SW교육 프로그래밍 수업을 통해 예비교원들이 주요 CT 개념들

을 이해하고 적용할 수 있는 역량이 배양되었다는 것을 의미한다. 그러나 Dr. Scratch 점수와 스크래치 지필 시험과는 거의 상관이 없는 것으로 나온 것은 선행연구 [13]에서 Dr. Scratch 점수와 프로그래밍 CT시험 점수와 유의한 상관을 보이는 것과는 상반되는 결과여서 향후 연구가 더 필요해 보인다.

이상의 연구 결과를 종합해 볼 때 스크래치 지필 시험, 베브라스 검사, Dr. Scratch 프로젝트 평가와 같은 CT역량을 평가하는 방법들은 서로 대체되기 보다는 상호보완적 관계에 있다고 말할 수 있다. SW교육 현장에서 교사들이 학생들의 프로젝트를 평가할 때 보다 객관적인 방법을 활용하고 평가에 드는 시간적 제약을 극복하기 위해서도 Dr. Scratch는 CT평가의 한 대안이 될 수 있다. 또한 학생들의 CT역량을 평가할 때 하나의 평가 도구로 제한하기 보다는 활용 가능한 평가 도구를 도입하여 보다 균형적이고 다각적인 평가를 시도할 필요가 있음을 시사한다.

**참고문헌**

[1] Alexander Ruf, Adnreas Muhling, Peter Hubwieser (2014). Scratch vs. Karel - Impact on Learning Outcomes and Motivation. WiPSCE '14 November 05-07, 2014, Berlin, Germany.

[2] Benjamin Bloom. (1956). Taxonomy of educational objectives. New York: David Mckay Company Inc.

[3] CSTA, ISTE. (2011). Computational Thinking in K - 12 Education leadership toolkit. Retrieved from: <https://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/471.11CTLeadershiptToolkit-SP-vF.pdf>

[4] David Barr, John Harrison, & Leslie Conery (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. Retrieved from <https://www.iste.org/docs/learning-and-leading-docs/march-2011-computational-thinking-ll386.pdf>

[5] Dr. Scratch Website <http://drscratch.org>

[6] Hyungshin Choi, Kibum Kim (2015). The Effects of Scratch Programming on Preservcie Teachers“ Assessment Utilizing Computational Thinking and

Bloom’s Taxonomy. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 19(2), 225-232.

[7] Hyungshin Choi (2014). Computational Thinking Framework-based Analysis of Afterschool Scratch Team Project Experiences *Journal of the Korean Association of Information Education*, 18-4, 549-558.

[8] International Challenge on Informatices and Computational Thinking. <http://bebras.org>

[9] Jeanette Wing (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 19(3), 33-35.

[10] Jeongmin Lee, Yeonji Jung, Hyeonkyeong Park (2017). Gender Differences in Computational Thinking, Creativity, and Academic Interest on Elementary SW Education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 21(4), 381-391.

[11] Jesus Moreno-Leon, Gregorio Robles (2015). Dr. Scratch: a Web Tool to Automatically Evaluate Scratch Projects. WiPSCE '15 November 09-11, 2015, London, United Kingdom.

[12] Karen Brennan, Mitchel Resnick (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* (pp. 1 - 25).

[13] Marcos Roman-Gonxalez, Jesus Oman-Gonzalez, Jesús Moreno-Leno, Gregorio Robles (2017). Complementary Tools for Computational Thinking Assessment 154-159 *Conference Proceedings of International Conference on Computational Thinking Education 2017*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

[14] Soohwan Kim (2015). Analysis of Scratch Assessment about Computational Thinking Capability. *The Korean Association of Computer Education Research Journal*, 18(5), 25-34.

[15] Ungyeol Jung, Young-jun Lee (2017). The Applicability and Related Issues of Bebras Challenge in Informatics Education. *The Korean Association*

*of Computer Education Research Journal*, 20(5), 1-14.

- [16] Valentine Dagiene, Sue Sentence (2016). It's computational thinking! Bebras tasks in the curriculum. Retrieved from [http://issep2016.ens-cachan.fr/talks/ISSEP2016\\_Sentance\\_Dagiene\\_presentation.pdf](http://issep2016.ens-cachan.fr/talks/ISSEP2016_Sentance_Dagiene_presentation.pdf)
- [17] Yonhap News (2014.7.22). Mandatory SW education starting from the first-year junior high school students next year.
- [18] Youngki Park, Inkee Jeong (2017). Assessing Elementary School Students' Computational Thinking Skills on Bebras Tasks. *The Korean Association of Information Education Research Journal*, 8(1), 27-31.

**저자소개**



**최형신**

1988 이화여자대학교(전자계산학 학사)  
 1993 New Jersey Institute of Technology (컴퓨터정보과학 석사)  
 2007 이화여자대학교(교육공학 박사)  
 2009~현재, 춘천교육대학교 컴퓨터교육과 교수  
 관심분야 : 뉴미디어기반 학습, 컴퓨팅 사고, 피지컬 컴퓨팅  
 e-mail : hschoi@cnu.ac.kr



**김미송**

1997 한국외국어 대학교 영어과 학사  
 1999 (미국) University of New Mexico(Language, Literacy & Socicultural Studies 석사)  
 2008 (캐나다) McGill University (Educational Psychology /Learning Sciences 박사)  
 2013~현재 (캐나다) University of Western Ontario (Curriculum Studies 부교수)  
 관심분야 : Learning Sciences, CHAT, Multiliteracies, Computational Thinking  
 e-mail : mkim574@uwo.ca