

초등예비교사를 위한 컴퓨팅 사고력 자기평가 방법

김미송* · 최형신**

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

요 약

창의적 사고와 융합이 중요시되는 4차 산업 혁명 시대를 성공적으로 맞이하기 위해 전 세계적으로 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking: CT) 증진을 위한 코딩(coding) 교육이 대두되고 있다. 특히 MIT 미디어 연구소에서 개발한 스크래치(Scratch)를 활용한 코딩 교육은 기존의 전통적인 교육패러다임을 벗어나서, 학습자들이 능동적이고 협력적 활동에 참여하는 구성주의 교수법을 강조하고 있다. 하지만 이러한 교육 패러다임 변화에 대한 인식이 부족하기 때문에 실제 학교나 사교육 현장에서는 코딩 교육이라는 명목하에 프로그래밍 언어에 관련된 테크닉이 주로 강조 되는 경향이 있다. 이에 본 연구는 구성주의적 교수-학습에 입각한 CT 평가 도구를 개발하고 실행하는 것에 초점을 두었다. 그리고 CT 자기 평가 도구의 교육적 가치를 연구하기 위해 ‘컴퓨팅 사고력을 활용한 문제해결’이라는 과목을 수강한 초등예비교사들이 CT 역량 평가 루브릭을 활용한 결과를 분석하였다. 본 연구의 결과를 통해 협력이 강조되는 구성주의 교수법을 반영한 CT 자기 평가를 디자인하고 실현하는 과정을 매개로 하여, 초등예비교사들이 문제해결 과정을 체험하고 CT역량을 증진시키는 것을 확인 할 수 있었다. 본 연구의 결과를 통해 도출된 CT 교육 및 평가에 대한 개선점을 제안하였다.

키워드 : 컴퓨팅 사고력 평가, 협력, 자기 평가, 코딩 교육, 초등예비교사, 교육패러다임

Fostering Primary Pre-service Teachers’ Computational Thinking through Self-Assessment

Misong Kim*, Hyungshin Choi**

Dept. of Curriculum Studies, University of Western Ontario*

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

ABSTRACT

It is urgent in the context of the Fourth Industrial Revolution that students become creative and integrative thinkers. In this vein, in the last few years, drawing upon constructivism as an innovative learning paradigm, new coding curricula using MIT’s Scratch have been introduced in the number of countries to enhance computational thinking (CT). However, constructivism encouraging collaborative and active learning may not be explicitly utilized in instructional design focusing mainly on learning to code as technical skills - some of which exist today in large numbers of school and after-school

교신저자 : 최형신(춘천교육대학교 컴퓨터교육과)

논문투고 : 2017-12-07

논문심사 : 2017-12-09

심사완료 : 2018-01-12

code activities. To respond to such a misleading way of developing CT through coding, the present study aims to propose the benefits of CT self-assessment rubrics for primary pre-service teachers within a CT course entitled “Problem Solving by Computational Thinking”. Our findings show how meaningful collaborative CT self-assessment in a group impacts their learning of CT. We end this paper with the discussion of implications of our findings for CT assessment towards a new paradigm in education.

Keywords : computational thinking assessment, collaboration, self-assessment rubrics, coding education, pre-service teachers, learning paradigm

1. 서론

창의적 사고와 융합이 중요시되는 4차 산업 혁명 시대를 성공적으로 맞이하기 위한 대응으로 전 세계적으로 코딩 교육이 대두되고 있다. 그에 따라 MIT미디어 연구소에서 개발한 스크래치(Scratch) 등 교육용 프로그래밍 언어를 활용한 코딩 교육의 중요도가 날로 높아지고 있다[18]. 스크래치 교육용 언어는 놀이를 통해 자연스럽게 게임, 이야기, 애니메이션, 시물레이션, 앱 디자인 등 흥미있고 실제 생활에서 사용가능한 결과물을 쉽게 프로그래밍할 수 있도록 설계되었다[3]. 특히 기존의 소프트웨어 관련 교육들이 컴퓨팅 전문가가 이미 만들어 놓은 소프트웨어를 활용하는데 중점을 둔 수동적인 교육이었던 것에 비해 블록기반 비주얼(visual) 프로그래밍 언어인 스크래치를 활용한 코딩 교육은 기존의 전통적인 교육패러다임을 벗어나서 학습자들의 능동적이고 협력적 활동을 통한 구성주의 교수법을 강조하고 있다.

스크래치는 전문지식이 없는 어린아이들도 쉽게 할 수 있는 ‘drag-and-drop’ 방식(마우스를 원하는 콘텐츠 위에 놓고 끌어다 배치하는 것)으로 새로운 프로그램을 만들 수 있다. 이러한 방식은 학습자의 인지 처리 능력 즉 ‘인지적 부하’(cognitive load)에 무리를 줄 가능성이 줄어들어 효과적으로 프로그래밍을 할 수 있게 한다. 스크래치를 활용한 코딩 교육은 단순히 문법 위주의 프로그래밍 언어 혹은 테크닉을 가르치는 것을 목적으로 하지 않고 복잡한 문제를 체계적으로 접근하여 해결하는 컴퓨터 기반 사고력 혹은 컴퓨팅 사고력(computational thinking, 이하 CT라 함)의 배양에 초점을 두고 있다[16].

하지만 이러한 교육 패러다임 변화에 대한 인식의 부족으로 실제 학교나 사교육 현장에서는 코딩 교육이라는 명목하에 프로그래밍 언어에 관련된 테크닉이 강조

되는 경향을 보이고 있다. 즉 기존의 전통적인 교육 패러다임을 유지하면서 단순히 CT를 위한 코딩 교육이 이루어지고 있는 사례가 많다. 특히 CT에 대한 개념 정리가 아직도 진행중이며 새로운 교육 패러다임인 구성주의적 학습 이론에 맞춘 CT 평가는 아직 초기 단계에 머물고 있다.

이에 본 연구는 구성주의적 교수-학습에 입각한 CT 평가 도구를 개발하고 실행하는 것에 초점을 두었다. 본 연구의 궁극적인 목적은 중고등과정과 차별화되는 초등 예비교사를 위한 CT평가 도구를 개발하고자 하였다. 요컨대 평가와 교수-학습(teaching-learning)의 연계가 강조되는 구성주의 교수법을 반영한 CT역량 증진을 위한 자기 평가 도구를 연구 및 개발하고자 하였다. 본 연구를 통하여 CT역량 증진을 위한 자기 평가도구를 디자인하고 실현하는 과정을 매개하여 초등예비교사들이 CT 중심으로 문제 해결 과정을 체험하고 CT역량을 증진시키고자 하였다.

2. 이론적 배경

2.1 CT 평가 도구

CT평가에 관한 중요성을 인식하면서도 아직까지는 국외 및 국내에서도 CT개념이나 CT 관련한 대표적인 프로그래밍 언어인 스크래치를 활용한 학습을 평가하는 도구는 시작 단계이다[5][7]. 보통 가장 빈번하게 사용되는 방법으로는 서베이가 있지만, 그것만으로는 CT가 어떻게 학습되는지에 대한 자세한 내용을 알기 어렵다. 이에 따라 최근 국내외 연구자들은 학습자 발달 수준을 측정할 수 있는 CT평가 도구 개발의 필요성을 인식하

고 다양한 접근을 하고 있다.

스크래치를 활용해서 프로젝트를 만든 학습자에 대한 CT평가 도구 관련 연구의 대표적인 선두주자인 Brennan 과 Resnick은 세 가지 평가 방법을 비교 분석하였다 (<Table 1> 참조)[1]. 첫번째는 프로젝트 포트폴리오 분석 (project portfolio analysis)인데, 평가자가 온라인상에서 학습자(또는 창조자라 칭함)가 일정 기간 만들어 낸 프로젝트 결과물을 모아서 온라인 포트폴리오 형식으로 평가하는 방법이다. 이는 한 번에 만들어진 결과물을 평가하는 총괄 (summative)평가가 아니라 온라인에서 사용자 분석 도구 (예를 들면, ‘Scrape User Analysis’)[19]를 사용해서 과정을 평가하는 형성(formative)평가 방법이다.

<Table 1> Brennan & Resnick’s (2012) Three Ways of CT[1]

CT Assessment	Descriptions	Strengths	Limitations
Project portfolio analysis	Using a Scrape tool to analyze and visualize the project of portfolios	Addressing the evolving nature of projects over time	Lack of process information regarding CT practices and concepts
Artifact-based interviews	- Asking about (1) background, (2) project creation, (3) online community, and (4) Scratch, tech-related, and non-tech-related thinking - Asking the Scratcher to select two projects and asking about the history and motivation for the project	Assessing a Scratcher’s fluency with particular CT concepts and practices	Time consuming
Design-scenarios	Observing/Assessing how the Scratcher (1) critiques and (2) extends existing design scenarios by (3) debugging and (4) remixing	Emphasizing process-in-action, rather than process-via-memory	Time consuming

하지만 학습자가 어떤 활동(CT practices)과정을 거쳐서 결과물을 만들어 냈는지 평가할 수 없는 단점이 있다. 또한 대다수 학습자들이 상당수의 완성되지 않거나 불만족한 프

로젝트를 최종 포트폴리오에는 포함시키지 않는 사례들이 많아서, 종합적으로 보면 과정보다는 결과물 위주로 프로젝트를 평가한다고 볼 수 있다. 또한 학습자가 프로젝트를 완성했을 때 특정 CT 개념(concept)이 포함되었는지 혹은 부족한 상태인지를 평가 할 수 있으나, 학습자가 특정 개념을 어느 정도 이해하였는지 평가하기에는 제한점이 있다.

두번째 CT발달 평가 도구는 프로젝트에 관련된 산출물 기반(artifact-based) 심층 인터뷰이다. 인터뷰 내용은 두 가지로 나누어지는데, 먼저 평가자가 학습자에게 다음과 같은 네 가지 분야(스크래치 관련 배경 질문, 프로젝트 디자인 관련 질문, 온라인 커뮤니티 관련 질문, 스크래치 및 그것과 연관된 테크놀로지에 대한 제안)에 대해서 질문 한다. 다음 단계에서는 학습자가 직접 프로젝트를 선택하면 평가자와 함께 실행하면서 관련 CT 개념과 활동에 대한 질문들에 대해 이야기를 나눈다. 예를 들면 학습자가 (1) 프로젝트를 만든 동기, (2) 프로젝트를 만드는 과정, (3) 그 과정 동안 경험한 문제점과 극복한 방법, (4) 프로젝트 진행에서 어떤 점이 자랑스럽고, (5) 기회가 있다면 어떤 점을 바꾸고 싶고, (6) 예상하지 못했던 상황은 무엇인가 하는 심층 인터뷰에 참여함으로써, 실질적으로 특정 CT 개념을 충분히 이해하고 활용했는지를 보여줄 수 있다. 이러한 학습자가 선택한 프로젝트에 관한 심층 인터뷰는 프로젝트 결과물보다는 과정을 이해할 수 있는 장점이 있지만, 인터뷰를 하기 위해서는 상당한 시간이 요구된다는 단점이 있다. 또한 인터뷰에 참여하는 학습자가 얼마나 자세하게 자신의 상황을 기억하고 있는냐에 따라 인터뷰 결과가 달라지는 점도 유의해야 한다.

마지막으로 ‘디자인 시나리오’를 이용한 평가방법이다. CT관련 활동에 중점을 두고 설계한 내용으로 학습자에게 다른 학습자(특히 나이가 어린 학습자)가 만든 프로젝트를 제시한 후, (1) 학습자가 프로젝트에 대한 분석 비판을 하고 (critiquing), (2) 어떻게 프로젝트를 발전시킬 수 있을지 의견을 나누고(extending), (3) 오류(버그)를 수정하고 (debugging), (4) 리믹스를 하도록 한다(remixing). 이런 일련의 과정을 통해서 심층 인터뷰처럼 평가하는 과정은 시간이 오래 걸리는 단점이 있지만 장점으로는 심층 인터뷰와는 달리 학습자는 자신의 기억에 의지하기 보다는 실질적으로 행동에 근거한 과정(예를 들면 디버그 전략이나 디자인 활동)을 보여 줄 수 있다.

지금까지 언급한 세 가지 평가 방법에 대해서 Brennan과 Resnick은 첫번째 프로젝트 포트폴리오 분석(project portfolio analysis)은 주로 CT개념(concept)만을 평가할 수 있고, 두번째 심층 인터뷰는 CT개념(concept) 이외에 CT활동(practices)을 부분적으로 평가할 수 있고, 세번째 시나리오는 CT개념(concept)과 CT활동(practice)을 실제적으로 평가할 수 있으나, CT관점(perspective)에 대해서는 포트폴리오나 심층 인터뷰처럼 평가하기가 쉽지 않다고 하였다. 결론적으로, 평가도구 하나만 이용하기에는 많은 제약이 있으므로 Brennan과 Resnick은 다양한 평가 도구를 사용하는 것을 제안하고 있다.

이런 인식에도 불구하고 학습자가 직접 디자인한 프로젝트를 교사들이 평가하고 학습 과정을 평가할 수 있는 CT 평가 도구에 대한 연구는 아직까지 초기 상태이다[6]. 몇몇 연구자들이 CT평가 도구를 개발하기는 하였지만 그러한 도구들은 학습자들에게 상당한 수준에 해당되는 프로그래밍 지식이 전제 조건으로 요구되기 때문에 교사들에게는 부담이 될 수 있다는 단점이 있다[4].

2.2 컴퓨팅 사고력 자기평가

자기평가방법(self-assessment)은 구성주의 패러다임에 입각해서 국외에서는 최근 많이 연구되는 분야이다[8]. 자기평가는 학습자가 능동적으로 책임감을 가지고 자기 학습을 평가하는 것이다. 예를 들어 초등예비교사가 자기평가에 대한 객관적인 평가 기준에 근거를 두고 자신 능력을 스스로 평가하고 그에 따라 부족한 점을 개선하고 전문성을 지향할 수 있다[13].

한편, 강승우, 장원영, 김성식은 학생들의 컴퓨팅 사고력 평가에서 자기 평가가 갖는 의미를 다음과 같은 4가지로 보았다[12]. 첫째, 컴퓨팅 사고력에서 학습자의 인지적 능력 이외에 정의적 태도에 대한 평가가 가능하도록 해 줄 수 있다. 둘째, 학습자에게 컴퓨팅 사고력 증진에 동기부여를 할 수 있고, 적극적인 참여를 권장할 수 있다. 셋째, 교사가 학습자의 학습 과정을 평가 할 수 있어서 컴퓨터 사고력 향상에 도움이 될 수 있는 능동적인 교수 학습 설계가 가능하다. 넷째, 교사가 학습자의 컴퓨팅 사고력을 평가하는 시간과 노력을 줄일 수 있다.

하지만 컴퓨팅 사고력에 관련된 학습이론은 구성주의 패러다임에 바탕을 두고 있음에도 불구하고, 컴퓨팅 사

고력 평가는 아직까지는 구성주의 패러다임을 반영하지 못하고 있다. 즉 자기평가과정에서 자신의 평가 이외에 주변 사람들(예를 들면 동료, 교사, 친구, 전문가)에게서 지속적인 피드백을 받으면서 함께 성찰(reflection)하는 과정이 중요함에도 불구하고 대부분 자기 평가 과정은 협력에 대한 중요성을 크게 주목하지 않고 있다.

3. 연구 방법

3.1 연구 대상 및 절차

본 연구는 2016년 2학기 한 학기 동안 컴퓨팅 사고력 수업에 참여한 예비교사를 대상으로 진행하였으며, 본 연구에 참가한 예비교사는 24명으로 여학생 17명(70.8%)과 남학생 7명(29.2%)이었다. 예비교사의 평균 나이는 24세였으며, 그 중 18명(75%)은 본 수업 이전에 프로그래밍을 배운 적이 없는 학생들이었다.

3.2 CT역량 개발 SW교육 프로그램

본 연구를 진행한 수업은 CT기반 사고를 할 수 있도록 학습할 부분을 문제 형태로 제시한 뒤 문제해결 절차를 고안하고 논리적인 단위를 구분하여 추상화할 수 있도록 진행하였다. 사용된 교재는 스크래치 프로그래밍 방법에 대한 설명으로 시작하여 게임 등과 같이 문제 해결을 위한 프로그램을 작성하는 주제로 구성되어 있다[9][10][11]. 특히 교사지도서를 참고하여 예비교사들이 초등학교에서 SW교육을 할 때 초점을 두어야 할 부분을 강조하였다. 또한 3~4인을 1팀으로 구성하여 자유로운 주제로 디지털 콘텐츠를 프로젝트로 기획 및 구현하여 발표하도록 하였다. 학생들이 구현한 디지털 콘텐츠는 디지털 스토리, 게임, 애니메이션, 퀴즈 등 다양한 형태를 포함한다. 팀보고서에는 CT의 주요 요소 즉 알고리즘적 사고, 알고리즘의 평가, 문제 분해, 추상화, 일반화 영역으로 구성하여 내면적 사고를 외면화할 수 있는 기회를 갖도록 하였다. 또한 자기평가 루브릭을 활용하여 평가하도록 함으로써 객관적으로 자기 팀의 프로젝트를 성찰하고 평가할 수 있는 기회를 제공하였다.

3.3 자료 수집

3.3.1 설문지

본 연구에서는 선행 연구[2]에서 사용된 CT관련 설문에 자기평가의 효과에 대한 질문을 추가하여 사용하였다. 본 설문은 네 영역으로 구성되었는데 (1) CT 세부 역량에 대한 경험 정도 (2) CT 교육에 대한 자기효능감 (3) CT역량의 전이 (4) 자기평가의 효과가 포함된다. 또한 설문 문항은 4점 척도(전혀 그렇지 않다, 약간 그렇지 않다, 약간 그렇다, 매우 그렇다)로 구성되었다.

본 연구에서 사용된 자기평가 루브릭은 CT의 다섯 가지 구성요소별(알고리즘적 사고, 평가, 문제분해, 추상화, 일반화)로 세 가지 수준(Level 1: 기대 수준에 못 미침, Level 2: 기대 수준을 충족함, Level 3: 기대 수준을 넘어섬)의 평가를 할 수 있는 스프레드쉬트이다. 이 루브릭은 학생들이 스스로 루브릭을 디자인하기 위해 가이드라인으로 제시되었다. 학생들은 팀별로 디자인한 자기팀의 프로젝트에 대해 루브릭을 활용하여 평가하였고 판단의 근거를 설명하도록 하였다(<Table 2> 참고). 또한 교수가 제시한 다섯가지 역량외에 학생들이 중요하다고 판단하는 평가 요소를 2~3가지 추가

하여 평가하도록 하였다. 사용된 자기평가 루브릭은 컴퓨터교육 전문가 1인과 교육공학자 1인의 검토후 수정하여 사용하였다.

3.3.2 팀프로젝트

본 연구에서 수집한 팀프로젝트 관련 자료는 팀으로 개발한 스크래치 프로젝트, 알고리즘적 사고와 평가, 추상화, 일반화 등을 설명한 팀보고서, 개인별 성찰일지이다.

4. 연구 결과

4.1 CT 설문 결과

4.1.1 CT 세부 역량 활용의 경험 정도

본 수업에서 예비교사들은 CT관련 세부 역량을 활용한 경험의 정도에 대해서 전반적으로 긍정적인 반응을 하였다. 수업 참가 모든 예비교사가 알고리즘적 사고, 문제 분해, 알고리즘 평가 역량의 활용을 경험하였다고 응답하였다. 87.5%(21명)의 응답자가 추상화의 활용을 경험하였다고 보고하였으며, 95.8%(23명)의 응답자가 일

<Table 2> Self-Assessment Rubric

Category	Level 1	Level 2	Level 3	Level / Evidence
Algorithmic thinking	The procedures for problem solving have not defined clearly.	The procedures for problem solving have defined clearly.	The procedures for problem solving have defined clearly and the flow is visually presented.	
Algorithm Evaluation	There are some inaccuracy in algorithms.	The algorithms are accurate but there are some inefficiency.	All algorithms are accurate and efficient.	
Problem Decomposition	No custom blocks are used.	Problems are divided in to logical units in custom blocks but there seems more decomposition is necessary.	All custom blocks are logically constructed.	
Abstraction	No abstraction was attempted.	Abstraction was made but some of them is not appropriate.	Abstraction was made properly overall.	
Generalization	No reuse of previously used algorithms was made.	Reuse of algorithms was made but some inefficiency is found.	Reuse of algorithms was made for different purposes.	

반화 세부역량의 활용을 경험하였다고 하였다(Fig. 1 참조). 한편 12.5%(3명), 4.2%(1명)의 응답자는 각각 추상화와 일반화의 세부역량의 활용을 경험하지 못하였다고 응답하였다.

예비교사의 성찰일지에 나타난 CT 세부역량 활용의 경험은 다음과 같다.

“주제를 선정했다해도 그 주제에 맞춰 어떻게 코드를 차근차근 풀어나가야 하는지 문제를 분해하는 작업이 필수적이었다. 이 과정에서 처음에 배웠던 CT의 필요성을 몸소 느낄 수 있었다. 문제를 단순화하고 차근차근 코드를 작성해서 정해진 스토리에 접근해 가는 과정에서, 팀원들과의 원활한 의견교환을 통해 점차 코드를 쌓아갔다는 곧 각자의 창의성과 문제해결력 신장에 큰 영향을 미쳤다고 생각한다.”(예비교사 1)

“머릿속으로 막연하게 상상만했던 프로그램을 직접 정리하여 구현해내야 한다는 것이 쉬운 일은 아니었지만, 추상화와 일반화 과정을 거쳐 결과물이 하나씩 나올 때 마다 그동안 수업에서 다소 수동적으로 따라했었던 과정들이 다시금 생각하면서 내가 한 학기에 걸쳐 배운 스크래치에 대한 내용들을 다시 한 번 되돌아보고 정리할 수 있는 기회가 되었다.(중략) 또한 추상화 과정에서 여러 가지 복잡한 프로그램을 간단히 정리하고 일반화하는 과정에서 문제해결에 대한 빠른 능력을 높일 수 있었던 것이 좋은 기회가 되었다.”(예비교사 2)

4.1.2 CT교육 자기효능감

본 수업에 참여한 예비교사에게 CT교육 자기효능감을 설문한 결과 80%(19명)이상의 응답자가 모든 세부역역에 대해 긍정적 자기효능감을 가지고 있는 것으로 나타났다. 각 세부 역량별로 살펴보면 91.7%(22명)의 응답자가 알고리즘적 사고를, 83.3%(20명)가 알고리즘 평가를, 91.7%(22명)가 문제 분해를, 83.3%(20명)가 추상화를, 91.7%(22명)가 일반화 세부 역량에 대한 CT교육 자기효능감을 가졌다고 보고하였다(Fig. 1 참조). 알고리즘 평가와 추상화 역량에 대해서 상대적으로 CT교육

자기효능감이 낮은 것으로 나타나 향후 이 부분에 대한 교육이 보다 강화되어야 할 필요성을 시사한다. 성찰일지에 나타난 예비교사의 CT교육 자기효능감은 다음과 같다.

“과제를 직접 수행해보기 전에는 CT가 초등교육에서 얼마나 중요한 것인지 잘 인지하지 못했다. 그러나 내가 직접 과제를 수행해보니, 논리적 사고력, 구체적 사고력, 그리고 추상적 사고력이 동시에 발달하며 뇌가 열심히 움직이고 있다는 것이 실제로 느껴졌다. 후에 초등교사가 되어 우리 반 학생들에게 CT를 활용하는 수업을 제공하여 깊은 사고력의 발달을 이루어내고 싶다.”(예비교사 3)

“과제를 진행하면서 수업시간에 배웠던 여러 가지 알고리즘들을 이용해 볼 수 있어서 좋았다. 그리고 본인의 부족한 점을 파악할 수 있었다. 특히 여러 번의 시행착오를 거치면서 조원들과 돈독해질 수 있었고, 좀 더 computational thinking에 가까워졌다. 그리고 완성되었을 때의 성취감은 이루 말할 수가 없었다. 또한 추가블록을 이용하여 문제를 분해하는 것은 매우 재미있는 부분이었다. 특히 복잡한 부분들을 간단하게 정리할 때마다 매우 시원하고 좋았다. 또한 자기평가 루브릭을 진행하면서 객관적인 시선을 기를 수 있었다. 나중에 교사가 되었을 때 스크래치를 이용한 수업에 대해 자신감을 가지게 할 수 있었던 과제인 것 같다.”(예비교사 4)

4.1.3 CT역량의 전이

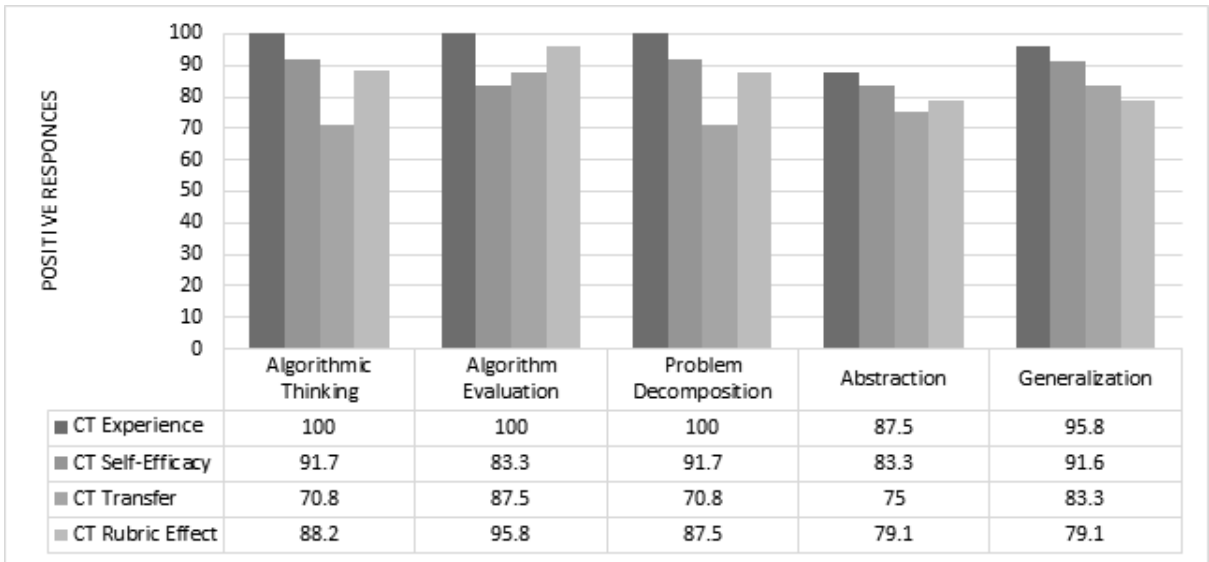
본 수업에 참여한 예비교사들에게 CT세부 역량을 다룬 문제 상황에서 활용할 수 있는지를 묻는 CT역량 전이 설문 결과 70%이상의 예비교사가 긍정적으로 응답하였다. 설문 결과를 보면, 알고리즘을 평가하는 역량(87.5%)과 일반화 역량(83.3%)을 가장 많이 활용할 것이라고 응답하였다. 또한 75%가 추상화 역량을, 70.8%가 알고리즘적 사고 역량과 문제분해 역량을 활용할 수 있을 것이라고 보고했다(Fig. 1 참조).

4.1.4 자기평가 루브릭 활용의 효과

팀프로젝트를 스스로 평가하는 자기평가 루브릭의 활용 효과를 설문한 결과 80%이상의 응답자가 긍정적인 반응을 보였다(Fig. 1), <Table 3> 참조). 설문 결과를 보면, 95.8%의 응답자가 알고리즘을 평가해 보는데 자기평가가 영향을 주었다고 응답했으며, 87.5%의 응답자가 문제를 분해해서 해결하는데 영향을 주었다고 보고하였다. 또한 83.3%의 응답자가 전체적으로 프로젝트를 개발하는 것과 필요한 알고리즘을 찾아 프로젝트를 해

결하는데 자기평가가 영향을 주었다고 응답했다. 79.1%의 응답자가 아이디어를 추상화하고 이미 사용한 알고리즘을 새로운 문제에 재사용하는 것에 영향을 주었다고 응답하였다. 이와 같은 루브릭 활용 자기평가의 효과는 예비교사의 성찰일지에도 나타났다.

“루브릭을 작성하는 과정에서 몇 가지 문제점이 발견되어 수정하기도 했는데, 작성하면서 자기평가 루브릭이 과제의 완성도를 높이는데 도움이 된다는 것을 깨달았다. 자신의 과제물을 객관



(Fig. 1) CT Experience, CT Self-Efficacy, CT Transfer, CT Rubric Effect

<Table 3> CT Self-Assessment (n=24)

Self-assessing our team project with the rubric affected us :	Strongly disagree	Disagree	Agree	Strongly agree	Mean	SD
Developing our project overall.	-	4 (16.7%)	11 (45.8%)	9 (37.5%)	3.21	0.68
Solving problems with necessary algorithms.	-	4 (16.7%)	13 (54.2%)	7 (34.0%)	3.13	0.59
Checking to see if our algorithms are appropriate.	-	1 (4.2%)	9 (37.5%)	14 (58.3%)	3.54	0.68
Solving problems by dividing them into smaller ones.	-	3 (12.5%)	12 (50.0%)	9 (37.5%)	3.25	0.82
Abstracting our ideas in solving problems.	-	5 (20.8%)	5 (20.8%)	14 (58.3%)	3.38	0.82
Reusing the methods to solve new problems.	-	5 (20.8%)	8 (33.3%)	11 (45.8%)	3.25	0.80

적으로 바라보는 것이 힘든데, 루브릭을 사용하면 더 객관성을 확보할 수 있어 다른 과목에도 활용하면 좋을 것 같다.”(예비교사 5)

4.1.5 학생들이 디자인한 평가 요소

교수자가 제시한 다섯 가지 CT 세부 역량외에 학생들이 과제를 수행하면서 중요하다고 판단한 평가 요소를 2~3가지 추가하여 평가하도록 한 결과 다양한 평가 요소가 도출되었다. (1) 흥미 및 동기 유발 가능성(다섯 팀에서 사용) (2) 교육적 실용성 및 효과성(네 팀에서 사용) (3) 스토리나 시나리오의 적절성 및 자연스러움(세 팀에서 사용) (4) 시청각적 효과/조작 편의성/완성도(세 팀에서 사용) (3) 창의성(독창성)(두 팀에서 사용) (6) 협동성(한 팀에서 사용) 등의 순서로 나타났다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 21세기 새로운 교육패러다임에 입각한 CT평가 도구를 개발하고 실행하는 것에 초점을 두었다. 특히 CT자기 평가 도구의 교육적 가치를 연구하기 위해, ‘컴퓨팅 사고력을 활용한 문제 해결’ 과목을 수강 했던 초등예비교사 24명을 대상으로 이들의 CT역량 개발에 대한 결과를 분석하였다. 본 연구는 예비교사의 성찰 일지와 설문 결과를 통해 협력력이 강조되는 구성주의 교수법을 반영한 CT 자기 평가도구를 디자인하고 실현하는 과정을 매개로 하여 초등예비교사들이 문제 해결 과정을 체험하고 CT역량을 증진시키는 것을 확인 할 수 있었다.

본 연구의 결과를 통해 도출한 CT 교육 및 평가에 대한 시사점을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 진행한 CT 핵심역량에 대한 교육은 프로그래밍 언어에 관련된 테크닉을 강조하기 보다는 팀프로젝트를 통해 초등예비교사들이 능동적이고 주도적으로 팀원들과 함께 대화와 구체적인 활동(practice)을 통해서 특정 CT 개념을 이해하고 활용했는지를 평가 하는데 초점을 두었다. 앞서 언급했듯이 예비교사의 성찰 일지와 설문을 분석 한 결과 “팀원들과의 원활한 의견 교환을 통해 ... 각자의 창의성과 문제해결력 신장에 큰 영향을 미쳤

다고(예비교사 1)” 볼 수 있다. 따라서 CT교육과 역량 평가에 대한 연구가 개인 역량에 치중하기 보다는 구성주의 또는 사회구성주의 관점에서 사회 문화적 요인, 대인관계, 개개인의 역할 및 소통 등과 연결지어 평가할 수 있는 방안을 고려하여야 할 것이다.

둘째, 24명의 연구 결과를 일반화하기에는 무리가 있지만 국내의 CT역량에 대한 교사교육 커리큘럼 개발에 대한 연구가 부족한 상태에서 사례 중심으로 ‘자기평가’를 교사 교육현장에 도입했다는 점에서 본 연구의 의의를 찾을 수 있다고 본다. 본 연구가 지닌 제한점은 극복하고 지속적인 후속연구가 이루어지면 새롭게 도입된 CT교육에 관련된 교사 교육과 더불어 커리큘럼 개발 및 평가 분야에 큰 효과를 가져 올 수 있을 것으로 여겨진다. 다시 말하면 프로그래밍만을 강조하는 기능 중심의 CT교사교육에서 벗어나서 다양한 CT활동(practice) 참여를 통해서 예비교사 및 현직 교사들의 CT개념(concept)과 CT관점(perspective)을 심층적으로 연구하는 것이 필요하다고 판단된다.

셋째, 학습자의 지속적인 성장을 중시하는 다양한 CT평가와 관련된 지식(knowledge), 기능 (skills), 태도(attitude) 및 인식(awareness)을 위한 예비교사의 훈련과 현직 교사의 재훈련 교사교육 연수를 구성할 필요가 있다. 이와 관련된 국내외 연구 중 컴퓨터 및 다양한 테크놀로지를 효율적으로 활용하기 위한 교사교육 모형으로, 교수학적 지식(pedagogical knowledge)과 학문분야 전공 지식(content knowledge)을 연계시킨 TPACK(Technological Pedagogical Content Knowledge)이 강조되고 있다. Koehler와 Mishra가 제안한 TPACK을 근거해서 볼 때, CT교육 및 평가에 관련된 교수학(pedagogy)은 새로운 교육패러다임에 근거를 둔 ‘평가’(assessment)에 대한 의미의 재정립이 필요하다[14][15]. 본 연구에서는 학습 결과의 평가(assessment of learning)보다는 CT 교수-학습의 전 과정과 관련하여 학습자(초등예비교사)가 능동적으로 평가에 참여함으로써 ‘학습을 위한 평가’(assessment for learning)를 실현했으며 더 나아가 자기 평가 디자인 과정과 결과가 최종적으로는 학습이 될 수 있는 ‘학습으로서의 평가’(assessment as learning)를 강조했다[17]. 따라서 자기 평가를 활용한 CT교육이 초등 교사 교육에 효과적인 방법이라는 결론을 바탕으로 직접 경험을 통한 CT 자기 평가 및 다양한 평가 방법에 대한 가치를 예비교사들이 인식하도록 하고 그 효과를 검증할 수 있는 지속적인 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- [1] Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA 2012)
- [2] Choi, H. (2016). Developing pre-service teachers: computational thinking : Analysis of the five core CT competencies. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 20(5), 553-562.
- [3] Davis, R., Kafai, Y., Vasudevan, V., & Lee, E. (2013). The education arcade: Crafting, remixing, and playing with controllers for Scratch games. *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, 439 - 442. New York: ACM.
- [4] Fields, D. A., Giang, M. T., & Kafai, Y. (2014). Programming in the wild: Patterns of computational participation in the Scratch online social networking forum. In *Proceedings of the 9th workshop in primary and secondary computing education*, 2-11. New York, NY: ACM.
- [5] Fields, D. A., Searle, K. A., Kafai, Y. B., & Min, H. S. (2012). Debuggers to assess student learning in e-textiles. In *Proceedings of the 43rd SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, New York, NY: ACM Press.
- [6] Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-42.
- [7] Grover, S., Cooper, S., & Pea, R. (2014). Assessing computational thinking in K-12, In *Proceedings of the 19th Annual conference on innovation & technology in computer science education*, 57-62, Uppsala, Sweden
- [8] Jan van Aalst, & Carol K. K. Chan (2007) Student-directed assessment of knowledge building using electronic portfolios. *The Journal of the Learning Sciences*, 16(2), 175-220.
- [9] Jeong, I. (2015). Development of materials for programming education based on computational thinking for club activities of elementary school. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 19(2), 243-252.
- [10] Jeong, I. et al. (2015). Dugdak dugdak coding gong-jakso - elementary software club activities. Seoul: Seoul Books.
- [11] Jeong, I. et al. (2015). Dugdak dugdak coding gong-jakso - elementary software club activities. Teachers manual. Seoul: Seoul Books.
- [12] Kang, S., Chang, W., & Kim, S. (2016). Study of student's self-assessment for the computational thinking in 2015 informatics curriculum. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 20(2), 15-18
- [13] Kim, D., & Lee, D. (2015). Pre-service elementary school teachers' self evaluation on their English proficiency and teaching skills and suggestions for better English education in elementary schools. *Secondary English Education*, 8(1), 51-77.
- [14] Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). Teachers learning technology by design. *Journal of Computing in Teacher Education*, 21(3), 94 - 102.
- [15] Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- [16] Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), pp.60 - 67.
- [17] Shepard, L. (2000). The role of assessment in a learning culture. *Educational Researcher*, 29(7), 4 - 14.
- [18] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *communications of the ACM*, 19(3), 33-35.
- [19] Wolz, U., Hallberg, C., & Taylor, B. (March, 2011). Scrape: A tool for visualizing the code of Scratch programs. *Poster presented at the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, Dallas, TX.

저자소개



김 미 송

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



최 형 신

1988 이화여자대학교 전자계산학
(학사)
1993 New Jersey Institute of
Technology 컴퓨터정보과
학(석사)
2007 이화여자대학교 교육공학과
(박사)
2009~현재 춘천교육대학교 컴퓨
터교육과 교수
관심분야: 교육용 프로그래밍, 컴
퓨팅 사고력, 피지컬 컴퓨팅,
뉴미디어기반학습
e-mail: hschoi@cnue.ac.kr