

# 로봇활용교육의 효과성 검증을 위한 평가도구 개발 : 사회·문화적 맥락 및 컴퓨팅 사고 연계

최형신

춘천교육대학교 컴퓨터교육과

## 요 약

본 연구의 목적은 초등 교육현장에서 활용되는 로봇수업에서 학생들이 배양할 수 있는 역량으로 컴퓨팅 사고(Computational Thinking) 능력에 초점을 맞추고 이를 평가할 수 있는 평가 방안을 제안하는 것이다. 또한 지금까지 로봇수업의 평가로 개인 역량에만 치중하였던 것을 사회문화적 관점에서 조명하여 대인관계적 역량 및 협력의 경험을 평가할 수 있는 방안을 제안하였다. 이를 위해 초등학교 5학년 로봇수업에서 한 학기 동안 운영할 수 있는 프로그램을 고안하고 컴퓨팅 사고 능력 평가 설문 및 학습과정 모니터링 루브릭을 개발하여 평가를 실시하였다. 본 연구의 결과는 최근 이론적으로 주목받고 있고 컴퓨팅 사고 개념을 로봇교육과 연계한 평가 방안을 고안하고 사회문화적 관점인 대인간의 관계를 평가에 포함시킴으로써 그 범위를 확장하였다는 점에서 의의가 있다.

키워드 : 컴퓨팅 사고, 로봇 프로그래밍, 구성주의(Constructionism), 루브릭, 교육 평가

## Development of a Holistic Measure of Learning Effects in Robotics Program: Connecting Sociocultural Context and Computational Thinking

Hyungshin Choi

Dept. of Computer Education, ChunCheon National University of Education

## ABSTRACT

The goal of this study is to suggest evaluation tools to assess computational thinking(CT) skills in primary robot-based programs. In addition, the researcher has expanded its evaluation approaches to include interpersonal competencies from the socio-cultural perspectives, not just focusing on intrapersonal competencies. In order to pursue the research goal, one-semester robots programs for the fifth graders were designed, and evaluation tools including a learners' CT competencies survey and a learning process monitoring rubric were developed. The results of this study are meaningful because it has expanded the evaluation approaches to connect to the concepts of CT and to include interpersonal aspects from the socio-cultural perspectives.

Keywords : Computational Thinking, Robot Programming, Constructionism, Rubrics, Evaluation

---

이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2013S1A5A8023388).

논문투고 : 2014-11-03

논문심사 : 2014-11-07

심사완료 : 2014-12-04

## 1. 서론

융합교육의 방안으로 교구로봇이 수업에 활용되면서 교구로봇활용 수업의 효과성 분석 연구도 증가하고 있다. 그러나 그 효과성 평가의 초점은 연구에 따라 상이한 경향을 띠고 있다. 국내의 교구로봇활용교육 효과성 분석 연구는 학습 동기 및 태도, 프로그래밍 지식, 창의성, 몰입 등에 초점을 맞추어 왔다[5]. 또한 평가 방법은 경쟁을 통한 산출물의 평가와 개인적 역량 개발에 맞춰져있는 경향을 보이고 있다[1].

따라서 본 연구에서는 로봇활용교육 프로그램의 내용을 분석한 뒤 교육을 개인내재적인 컴퓨팅 사고(Computational Thinking: CT) 역량 개발에 연계시키고 [10][11][12], 사회문화적 맥락 속에서 발현시킬 수 있는 대인관계적 역량들을 평가에 반영할 수 있는 방안을 모색하였다[14][15]. 이를 위해 우선 이론적 문헌 검토를 토대로 로봇활용 교육 프로그램을 설계하고 운영한 뒤 본 연구에서 개발된 평가 도구를 활용하였다. 본 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다. (1) 로봇활용교육을 통해 증진할 수 있는 학생의 역량은 무엇인가? (2) 로봇활용교육 과정에서 나타나는 역량과 학습의 추이(learning trajectories)는 어떻게 평가할 수 있는가? (3) 개발된 평가 도구의 제한점과 개선 사항은 무엇인가?

## 2. 관련 연구

### 2.1 로봇활용 교육의 평가 프레임워크-PTD

Bers는 로봇 교육 프로그램을 통해 평가해야 하는 것은 컴퓨팅 사고에서의 학습의 추이라고 하면서, 이러한 학습자의 변화를 파악할 수 있는 PTD(Positive Technology Development) 프레임워크를 제안하였다 [2][3]. PTD 프레임워크는 3개의 구성요소를 가지는데 이들은 개인적 역량, 역량을 배양할 수 있는 행동, 행동이 이루어지는 환경이다. Bers는 Lerner 등이 제안한 여섯 가지 자질 즉, 역량, 자신감, 캐릭터, 배려, 연결, 공헌을 그 요소로 포함시켰다[9]. 여섯 가지 자질 중에서 첫 번째 세 개(역량, 자신감, 캐릭터)는 내재적 영역(intrapersonal)이며, 나머지 세 개(배려, 연결, 공헌)는

대인관계적 영역(interpersonal)이다. Bers는 이러한 개인의 자질은 새로운 테크놀로지를 사용하면서 표현, 개발, 촉진될 수 있으며, 테크놀로지는 다양한 활동이나 행동에 참여하기 위한 플랫폼을 제공해 준다고 하였다.

PTD 프레임워크의 두 번째 구성요소는 역량이 배양되는 행동으로 의사소통, 협력, 커뮤니티 구축, 콘텐츠 생성, 창의성, 행동의 선택을 포함하고 있다. 첫째, 의사소통은 테크놀로지를 사용하여 생각, 의견, 정보를 교환하는 과정이다. 의사소통을 지원하는 체계가 마련되면 다른 사람과 유대를 맺게 된다. 둘째, 협력은 공동의 과제를 위해 다른 사람과 기꺼이 일할 수 있는 기회를 말한다. 협력은 앞서 언급한 개인적 자질 중 배려와 서로 강한 양면적 관계를 가진다. 셋째, 커뮤니티 구축은 테크놀로지를 사용하여 커뮤니티를 개선하며 커뮤니티 구성원들 간의 관계의 질을 향상시키는 것이다. 넷째, 콘텐츠 생성은 컴퓨터 프로그래밍이나 어플리케이션을 사용하여 텍스트, 비디오, 오디오, 그래픽, 애니메이션을 만들어내는 과정이다. 다섯째, 창의성은 기존의 아이디어, 규칙, 패턴, 관계, 해석들을 새로운 테크놀로지를 활용함으로써 새로운 아이디어, 양식, 방법들을 만들기 위해 변환시키는 것이다. 끝으로, 행동의 선택은 자신이 내린 결정이나 선택이 가져오는 결과를 인식하면서, 문제의 상황을 예측하고 적절한 선택을 하는 것을 말한다.

끝으로 PTD 프레임워크의 세 번째 구성요소는 행동이 이루어지는 환경이다. 물리적인 환경은 교실, 병원, 박물관, 온라인 공간이 될 수 있으며, 교실 수업에서 학습자의 자질과 행동을 유도할 수 있는 교수 방법들도 이에 포함시킬 수 있다. 본 연구에서는 Bers의 PTD 프레임워크를 로봇 수업에서 학생 모니터링을 위한 루브릭 개발의 기반으로 활용하였다.

### 2.2 선행 연구

최근 5년 이내의 국내 교구로봇활용 효과성 검증 연구를 살펴보면 다음과 같다. 김소연과 설문규는 초등학교 6학년 학생을 대상으로 게임식 로봇프로그램을 개발하고 적용하여 논리적 사고력의 변화를 검증하였다[8]. 4개월간 32차시 수업을 1차시 2시간으로 진행하였으며 게임식 로봇교육을 적용한 집단과 적용하지 않은 집단을 나누어 로봇교육의 효과를 비교한 결과 실험집단의

논리적 사고력 검사가 통제집단에 비해 유의미하게 향상되는 것을 확인하였다. 논리적 사고력 평가는 GALT(Group Assessment of Logical Thinking)를 12 문항으로 줄인 약식 GALT 문항을 사용하였으며, GALT는 6가지 논리 사고 유형 즉, 보존논리, 비례논리, 확률논리, 상관논리, 변인통제논리로 구성되어 있다.

허경은 초등학교 5학년 학생을 대상으로 PBL기반 로봇프로그래밍 교육과정을 총 7주차로 구성하여 수업을 진행하고 각 문제 유형별로 학생들이 실제 느끼는 난이도의 평균을 분석하였다[6]. 이 연구에서는 문제 유형별로 학생들이 어렵게 느끼는 부분에 대해 스케폴딩 전략이 필요함을 주장하였다. 또한 이 연구에서 직접 활용되지는 않았지만 로봇활용교육에서 활용할 수 있는 평가 방법을 문헌연구를 통해 인지적, 정의적, 운동적 영역으로 도출하여 제시하였다. 인지적 평가는 로봇프로그래밍 내용과 관련된 평가로서 로봇 개념, 로봇제작, 로봇의 동작 원리로 구성하였으며, 정의적 평가는 태도 평가로서 조별 평가, 발표, 동료 평가, 자기 평가로 구성하였다. 또한 운동적 평가는 로봇프로그래밍 과정 평가로서 프로그래밍 단계별로 확인할 내용과 정보탐구력 문항으로 구성하였다.

김철은 초등학교 4학년 과학수업에서 로봇활용 MBL(Microcomputer Based Laboratory) 수업을 적용한 후 과학탐구능력에 미치는 교육적 효과를 조사하였다[7]. 실험집단은 로봇활용 과학 수업을 통제집단은 교과서와 실험관찰을 활용한 전통적인 과학수업을 실시하여 탐구능력의 변화를 비교해 본 결과 과학탐구능력의 5개 기초탐구능력 하부요인(관찰, 분류, 측정, 추리, 예상) 중 측정, 예상, 추리 영역에서 실험집단이 유의미하게 높은 탐구능력의 변화를 보였다. 평가도구는 과학탐구능력 검사지로 객관식 4지 선택형으로 15문항을 사용하였다.

보다 최근의 연구로 박정호와 김철은 초등학교 3~6학년 학생들을 대상으로 스토리텔링을 활용한 로봇 프로그래밍 수업의 효과를 분석하였다[13]. 18차시로 구성된 프로그램에서 주당 2시간씩 2개월에 걸쳐 로봇특성화반 수업을 진행하였다. 이 연구에서 교육효과는 로봇 프로그래밍 지식과 로봇수업에 대한 태도 및 인식을 검사하여 평가하였다. 지식 평가는 구조적 지식과 기능적 지식의 영역으로 나누었는데, 구조적 지식은 학습자가

그린 그림을 보고 사용된 센서와 컴포넌트의 개수를 비교하였고, 기능적 지식은 3가지 미션을 제공하고 질의 응답을 통해 센서의 올바른 동작, 예상 결과, 오류에 대한 문제 해결 방안에 대해 평가하였다. 연구 결과 프로그래밍 지식 습득에서의 향상 및 로봇수업에 대한 긍정적인 학습태도를 확인하였다.

이상에서 살펴본 바와 같이 현재 국내의 초등학생 대상 교구로봇활용 교육 효과의 분석은 특정 교과와 학업 성취나 융합교육의 학업성취, 과학탐구능력, 논리적사고력의 향상 등과 같은 개인적 인지 역량에 미치는 효과에 대해 주로 연구되고 있다. 또한, 정의적 영역에서도 학습에 대한 태도, 로봇교육에 대한 태도 등으로 개인적 태도에 초점을 두고 있는 것으로 파악된다.

이러한 로봇교육의 효과성 분석 연구의 추이는 로봇 활용 교육을 통해 배양해 줄 수 있는 사회문화적인 요인 즉, 21세기에 학습자들에게 배양해 주어야 하는 협력, 의사소통, 커뮤니티 구축, 문화적 가치에 기반한 배려와 같은 요인들을 포함하는 연구로 확장될 필요를 보인다. 따라서 본 연구에서는 PTD 프레임워크를 기반한 사회문화적 맥락과 21세기에 요구되는 컴퓨팅 사고를 연계한 평가 접근을 모색하고 평가도구를 개발 및 적용하였다.

### 3. 연구 방법 및 절차

#### 3.1 평가 및 모니터링 도구

##### (1) 컴퓨팅 사고 능력 평가 설문지

학생들의 컴퓨팅 사고 능력을 측정하기 위해 14개의 문항을 개발하였다. 개발된 문항은 컴퓨팅 사고 프레임워크[4]의 세 가지 차원에 기반하여 컴퓨팅 사고 개념(concepts)에서는 7문항, 컴퓨팅 사고 수행(practices)에서는 4문항, 컴퓨팅 사고 관점(perspectives)에서는 3문항을 개발하였다. 설문 문항은 4점 척도(전혀 그렇지 않다, 약간 그렇지 않다, 약간 그렇다, 매우 그렇다)로 구성되었다. 구체적 항목은 아래와 같다(<Table 1> 참조).

<Table 1> CT Competencies Survey

Dimension	Construct	Items
Computational Concepts	Sequence	I can program for a robot to move in the order I created.
	Loops	I can program for a robot to do the same movement repeatedly.
	Parallelism	I can program for a robot to do two different things at the same time.
	Events	I can make a robot move by pressing a button.
	Conditional	I can program for a robot to either stop or go back when the conditions are met.
	Operators	I can program for a robot to move by making simple formulas.
	Variables /Lists	I can program for a robot to move by using sensors.
Computational Practices	Incremental/ Iterative	I can try making robots move as I wanted and improve it gradually.
	Testing/ Debugging	I can detect if robots move in a wrong way and can fix the problem.
	Reusing/ Remixing	I can reuse my friends' program to try something different.
	Abstracting/ Modularizing	I can program for a robot by dividing a big and difficult problem into smaller and easy problems.
Computational Perspectives	Expressing	I can program for a robot to move as I want to express.
	Connecting	I can handle more difficult and complex robot programming if I collaborate with my friends.
	Questioning	I can ask questions and find answers about why robots move this way.

(2) 로봇수업 과정 모니터링 루브릭

사회문화적 맥락에서 과정적 평가를 하기 위해 교사가 학생을 모니터링 할 수 있는 루브릭을 개발하였다. 본 루브릭에 포함된 문항은 총 19문항이며, 이 중에서 5 문항(역량 영역의 4문항, 자신감 영역의 1문항)은 선행 연구에서 사용된 문항 중 본 연구의 맥락에 부합한 문항을 활용하였으며, 나머지 14문항은 Bers의 PTD 프레임워크[2]에 기반하여 개발하였다. 모니터링 루브릭은 교사가 학생에 대해 평가하는 것으로 2개의 영역(개인 내재적 역량, 대인관계적 역량)으로 5점 척도로 구성되었다. 개인내재적 역량에는 10항목, 대인관계적 역량에는 9항목이 포함되었다. 구체적 항목은 아래에 제시하였다(<Table 2> 참조).

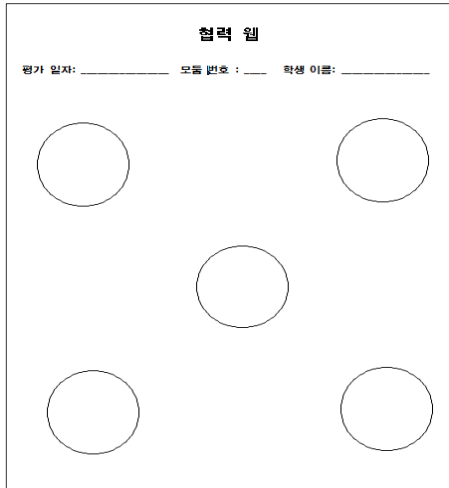
<Table 2> Learning Process Monitoring Rubrics

Category	Construct	Items
Intra-personal	Competence	Worked purposefully toward the goal of the activity.
		Translated his or her ideas into code for the robot to act out.
	Confidence	Arranged blocks or icons in a syntactically correct sequences to make a functional program.
		Recognized incorrect actions or order in a program by watching the robot run the program.
Inter-personal	Choice of Conduct	Fixed the problem when robots took incorrect actions.
		Persevered to solve problems when faced a difficulty.
	Collaboration	Robot maintained its core integrity while being handled and while it runs programs.
		Recognized his or her own roles in achieving a common goal.
Community Building	Communication	Made proper choices in completing the mission.
		Made proper choices by predicting possible problems.
	Community Building	Frequencies of collaboration increased in the collaboration web.
		Recognized peers' needs and provided with helps.
Community Building	Communication	Collaborated with peers to achieve a common goal.
		Listened to peers' ideas.
Community Building	Communication	Effectively exchanged thoughts and information with peers.
		Asked for help from the teacher or peers when needed.
Community Building	Communication	Showed a sense of responsibility when the team needs to present.
		Recognized the importance of team work for success.
Community Building	Communication	Contributed willingly for team's success.

(3) 협력웹

협력웹은 5개의 원이 그려져 있는 용지로서 Bers의 'Collaboration Web'을 수정하여 사용하였다((Fig. 1) 참조). 용지 가운데에 원이 있고 그곳에 학생 자신의 이름을 작성하며 주변의 원에는 로봇수업시 같은 모둠 학생의 이름들과 교사의 이름을 작성한다. 로봇수업을 하면

서 자신에게 도움을 준 동료에게 화살표를 그리고(←), 내가 도움을 준 친구에게 화살표를 그리고(→) 한다. 또한 협력의 내용을 화살표 위에 작성하도록 하였다.



(Fig. 1) Collaboration Web

**(4) 학생 FOCUS 인터뷰**

학생들의 구체적 경험을 파악하기 위해 3명의 학생을 대상으로 FOCUS 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰 질문은 로봇 수업에서 가장 좋았던 점, 다른 사람들의 로봇 수업에 대한 반응, 가장 어려운 점, 협력의 경험, 개선할 점 등으로 구성되었다.

**3.2. 연구 대상 및 연구 절차**

본 연구는 2013년 2학기에 한 초등학교 5학년 학급 27명을 대상으로 진행되었다. 협력웹 작성은 연구 기간 중 3회 실시되었고, 교사의 학생 과정평가 루브릭은 3회 실시되었으며, 학생들의 컴퓨팅 사고 능력 자가 평가는 1회 실시되었다. 본 로봇 수업에서 활용된 교구로봇은 LEGO Mindstorms NXT이었으며, 창의적 체험활동 시간과 관련 교과를 통합하여 주당 2시간을 확보하여 진행하였다(<Table 3> 참조).

<Table 3> Robots-based Learning Content

Wk	Topic	Activities
1	Robot concept and Assembly	Program and operating principles
2		Robot assembly
3		Building robot programs
4	Robot moving	Moving robots to the final line
5		Moving robots turning a circle
6	Line tracing	Simple line tracing using a light sensor
7		Complex line tracing using a light sensor
8	Robot racing	Moving robots using a sound sensor
9	Following	Following another robot
10	leading robot	Building a group of robots
11	Passing through a path	Passing a path avoiding obstacles
12	Maze	Making a maze
13		Passing a maze using a light sensor and guessing approach
14	Data logging	Data logging using an ultra sensor
15	Presentation	Perform a mission and presentation

**4. 연구 결과**

**4.1. 학생 컴퓨팅 사고 평가 결과**

한 학기 동안 교구로봇활용 수업을 진행한 뒤 학생들에게 자가 평가 설문을 실시한 결과는 <Table 4>와 같이 나타났다.

컴퓨팅 사고 프레임워크의 주요 영역별로 살펴보면, 컴퓨팅 사고 개념 영역에서 M=2.79, 컴퓨팅 사고 수행 영역에서 M=2.79, 컴퓨팅 사고 관점 영역에서 M=2.48로 나타났으며 전체 컴퓨팅 사고 역량은 M=2.72(최고점은 4.0점)로 나타났다. 세부 내용별로 살펴보면 컴퓨팅 사고 개념에서 이벤트(M=3.81)에서 가장 높게 나타났고, 반복 프로세싱 개념(M=3.04)이 그 다음 순으로 나타났으며, 연산(M=2.19)과 병행 프로세싱(M=2.30)이 상대적으로 어려운 개념으로 나타났다. 컴퓨팅 사고 수행 영역에서는 재사용 및 리믹싱(M=3.07)이 가장 높게 나타난 반면 추상 및 모듈화(M=2.26)가 가장 낮게 나타났다. 컴퓨팅 사고 관점 영역에서는 표현하기(M=2.78)가 가장 높게 나타나고 연결하기(M=2.33)와 질문하기(M=2.33)는 동일하게 나타났다. 이러한 결과는 컴퓨팅 사고 개념과 컴퓨팅 사고 수행이 컴퓨팅 사고 관점 영

역에 비해 보다 구체적이기 때문이라고 할 수 있다. 또한 컴퓨팅 사고 개념 내에서도 연산, 병행 개념이 순차나 반복개념보다 고차원적 개념이기 때문으로 해석할 수 있다.

<Table 4> Students CT Competencies (n=27)

CT	Construct	Mean	CT	Construct	Mean
Computational Concepts	Sequence	2.81	Computational Practices	Incremental/Iterative	2.96
	Loops	3.04		Testing/Debugging	2.85
	Parallelism	2.30		Reusing/Remixing	3.07
	Events	3.81		Abstracting/Modularizing	2.26
	Conditional	2.78		Sub Total	2.79
	Operators	2.19		Expressing	2.78
	Variables/Lists	2.63		Connecting	2.33
				Questioning	2.33
	Sub Total	2.79		Sub Total	2.48
	Total				2.72

4.2 학생 학습 모니터링 결과

한 학기 동안 교구로봇활용 수업을 진행하면서 교사가 3차에 걸쳐 모니터링한 결과는 <Table 5>와 같이 나타났다.

PTD프레임워크의 6가지 요소를 개인 내재적 역량과 대인관계적 역량으로 나누어 보았을 때 개인 역량은 M=3.8(최고점 5.0), 대인역량은 M=3.9로 나와 비교적 높은 것으로 나타났다. 각 요소별 모니터링 결과 추이를 보면 1차, 2차, 3차를 거치면서 시간이 흐를수록 여섯 가지 세부 요소 모두에서 향상되는 결과를 보였다. 개인역량에서는 ‘행동의 선택’ 요소(M=4.0)가 가장 높게 나타났으며 대인역량에서는 ‘협력’(M=3.9), ‘커뮤니티 구축’(M=3.9) 요소에서 동일하게 높게 나타났다.

내재적 역량과 대인관계적 역량이 유사하게 나타난 이유는 본 로봇 수업의 모든 활동이 모듈 단위로 이루어졌고 하나의 로봇으로 공동의 과제를 해결해야 하는 수업 맥락으로 인한 결과로 볼 수 있다.

<Table 5> Learning Process Monitoring (n=27)

Category	Construct	1st	2nd	3rd	Mean	Mean
Intra-personal	Competence	3.3	3.8	4.5	3.9	3.8
	Confidence	3.0	3.7	4.5	3.7	
	Choice of Conduct	3.6	4.0	4.6	4.0	
Inter-personal	Collaboration	3.3	4.0	4.4	3.9	3.9
	Communication	3.1	3.9	4.5	3.8	
	Community Building	3.4	3.9	4.3	3.9	

4.3 협력웹

한 학기 동안 교구로봇활용 수업을 진행하면서 3차에 걸쳐 학생들에게 협력웹 용지를 나누어주고 팀 안에서 도움을 주고받은 빈도와 내용을 화살표로 표시하도록 하였다. 1차 협력웹보다는 3차 협력웹에서 더 높은 빈도와 자세한 도움의 내용이 기록되었다. 협력웹에 나타난 도움의 종류에는 ‘프로그램 도움’, ‘준비’, ‘정리’, ‘아이디어 제공’, ‘음악 준비’, ‘칭찬’, ‘웃음’, ‘다른 팀의 프로그램 모방’, ‘시간 확인’, ‘무대 준비’, ‘계산’, ‘실험’, ‘건전지 교체’, ‘응원’, ‘정보 공유’, ‘로봇 조립’, ‘조언’ 등이었다. 학생들은 칭찬, 웃음, 응원 등과 같은 정의적인 도움도 협력의 요소로 인식하는 것을 알 수 있으며, 로봇을 조립하는 것과 프로그램 작성하는 것 외에도 무대 준비, 정리, 시간 확인, 건전지 교체 등 주변적으로 필요한 사항들도 협력의 요소로 인식하는 것으로 나타났다.

4.4 학생 FOCUS 인터뷰 결과

수업에 참여한 학생 3명(남학생 2명, 여학생 1명)을 대상으로 Focus 인터뷰를 실시하였다. 질문은 로봇수업에서 가장 좋은 점, 부모를 비롯한 주변의 반응, 로봇수업에서 가장 어려운 점, 협력의 경험, 향후 희망 등을 포함하였다. 로봇수업이 재미있고 스스로 만들어 본다는 점 그리고 보다 색다른 것을 배운다는 의미에서 학생들의 흥미를 끄는 것으로 나타났다. 로봇수업에 대한 학생 부모 및 주변의 반응은 긍정적이었는데 이러한 이유는 로봇 수업이 일반적으로 접하기 어려운 장비를 요구하는 수업이므로 이러한 것을 혜택으로 받아들이는 경향으로 보인다. 교사 모니터링 결과에서 협력의 정도

가 높게 나타났지만 인터뷰 결과에서 로봇수업 과정 중에 학생들이 가장 어렵게 느끼는 것은 협동하는 과정 중에 겪게 되는 심적인 갈등인 것으로 나타났다. 팀으로 작업하는 과정에서 잘 하는 아이가 재미있는 부분을 혼자 하는 것 같고 그런 과정에서 협력이 원활하게 이루어지지 않는 상황이 표출되었다. 또한 학생들은 자기가 만들고 싶은 것을 자유롭게 만들고 보다 충분한 시간 및 자원의 확보 등 제약이 적은 로봇수업 환경을 희망하는 것으로 나타났다.

### 5. 결론 및 제언

본 연구에서는 로봇활용교육 프로그램의 내용을 분석하고 개인내재적인 컴퓨팅 사고 역량 개발에 연계시키고, 사회문화적 맥락 속에서 발견시킬 수 있는 대인관계적 역량들을 평가에 반영할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 본 연구의 결과는 이론적 및 실천적으로 활용될 수 있다. 첫째, 이론적으로는 최근 주목받고 있고 컴퓨팅 사고 개념을 로봇교육과 연계한 평가 방안을 개인관점 뿐 만 아니라 사회적 관점인 대인간의 관계로 확장하였다는 점에서 의의가 있다. 컴퓨팅 사고개념의 중요성이 부각되고 있으나 그 평가 방법에 대해서는 아직 이론이 정립되어 있지 않은 현 실정에서 이 연구의 결과는 컴퓨팅 사고 평가 관련 연구에 기초를 마련하고 향후 연구에서 더욱 확장할 수 있는 토대가 제시되었다고 할 수 있다. 둘째, 본 연구의 결과는 실천적인 측면에서도 의미를 가진다. 최근 융합교육의 방법으로 교구로봇의 활용이 증가하고 있으나 이를 통해 컴퓨팅 사고 역량을 개발할 수 있는 수업 내용과 평가 방안의 연계가 부족한 실정이었다. 이 연구는 교육실천가들에게 교구로봇활용 교육을 운영함에 있어 주목해야 할 교육효과 영역에 대한 새로운 접근을 제시하고 있다.

본 연구에서 학생의 컴퓨팅 사고 역량을 평가하기 위한 도구는 컴퓨팅 사고 평가 프레임워크를 기반으로 자기보고식으로 이루어졌다. 차후 컴퓨팅 사고 평가에 대한 대안적 방법 즉, 관찰이나 시험의 개발로 자기보고식 방법의 제한점을 개선할 수 있을 것이다. 교사의 모니터링 평가는 과정 평가를 위해 3차시기로 진행하였는데 학생 수가 많은 경우 교사에게 평가 실시의 시간적

부담이 있을 수 있다. 평가 횟수를 줄이거나 개인보다는 팀 단위로 평가하는 방법도 고려해 볼 수 있을 것이다. 협력웬은 학생들에게 협력에 대한 의미를 생각하게 해 주는 효과가 있음을 확인하였다. 자세한 협력 내용을 기록한 학생이 있는 반면 단순히 화살표만 표시한 학생들도 있어서 제시된 내용이 학생에 따라 차이가 크게 나타날 수 있다. 따라서 협력웬을 작성할 때 교사의 정확한 안내와 지도가 이루어져야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] Ahn, S. J., Seo, Y. M., & Lee, Y. J. (2011). Analysing Evaluation Criteria of Robot Contests in Korea. *Korea Association of Computer Education, 19*(2), 237-240.
- [2] Bers, M. U. (2010). The TangibleK Robotics Program: Applied Computational Thinking for Young Children. *Early Childhood Research & Practice, 12*(2), 1-19.
- [3] Bers, M. U. (2012). Designing Digital Experiences for Positive Youth Development. New York: Oxford.
- [4] 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.
- [5] Choi, H. S. (2013). Study on Approaches of Teaching and Measuring Computational Thinking. *Korea Association of Information Education, 4*(1), 283-288.
- [6] Huh, K. (2011). Development of PBL based Elementary Robot Programming Curriculum. *Journal of The Korean Association of Information Education, 15*(4), 543-550.
- [7] Kim, C. (2011). The Effects of the Lab Practices Using Robot on Science Process Skills in the Elementary. *Journal of The Korean Association of Information Education, 15*(4), 625-634.
- [8] Kim, S. Y., & Sul, M. K. (2010). A Study on Changes

in Logical Thinking Ability of Elementary Students Through Game-Based Robot Education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 14(1), 111-121.

- [9] Lerner, R. M., Almerigi, J. B., Theokas, C., & Lerner, J. V. (2005). Positive youth development: A view of the issues. *Journal of Early Adolescence*, 25(1), 10-16.
- [10] NRC(National Research Council) (2010). Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational thinking. Washington D.C.: The national academies press.
- [11] NRC(National Research Council) (2011). Report of a Workshop on the Pedagogical Aspects of Computational Thinking. Washington D.C.: The national academies press.
- [12] Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Cambridge, MA: Perseus Publishing.
- [13] Park, J. H., & Kim, C. (2012). An Effect of Storytelling-based Robot Programming Class. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 16(2), 211-222.
- [14] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 19(3), 33-35.
- [15] Wing, J. M. (2011). Computational thinking-What and Why?. CMU Research Notebook. Retrieved from <http://link.cs.cmu.edu/article.php?a=600>

2007 이화여자대학교(교육공학 박사)

2008 이화여자대학교 연구교수

2009~현재 춘천교육대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야: 컴퓨팅 사고(Computational Thinking), 뉴미디어기반 학습(스크래치, 교구로봇, 3D 프린팅 활용)

e-mail: hschoi@cnue.ac.kr

### 저자소개



#### 최형신

1988 이화여자대학교(전자계산학 학사)

1993 (미) New Jersey Institute of Technology (컴퓨터정보과학 석사)

1994~(미) 존슨 앤 존슨 HCS 근무