

Development of Project-based Robot Education Program for Enhancing Interest toward Robots and Computational Thinking of Elementary School Students

Seong-Won Kim*, Hyeran Park**, Youngjun Lee*

Abstract

In this paper, we propose the effect of project-based robot education program on the interest toward robots and the computational thinking of elementary school students. Software education is being actively carried out around the world in order to cultivate software talents in accordance with the 4th industrial revolution. As a result, the importance of robots in education has increased, and education using robots has been actively introduced. However, the activities of simply assembling and repeating robots in schools were not effective in enhancing elementary school students' interest toward robots and computational thinking. Therefore, it is necessary to overcome traditional teaching-learning methods and to develop robot education. So, in this study, the robot education program that introduces project-based learning was developed for improvement of interest toward robots and computational thinking of elementary school students. In order to verify the developed education program, 114 elementary six grade students were selected as research subjects and the traditional teaching-learning method and project-based learning were applied to the experimental and control group. As a result, project-based learning was more effective for elementary school students' interest toward robot than traditional teaching-learning method. In computing thinking, the experimental group showed a significant improvement, but there was no statistically significant difference in the post-test.

▶Keyword: Project-based learning, Robot education, Interest toward robots, Computational thinking, Elementary school student

1. Introduction

과학과 기술의 발전에 따라 소프트웨어의 발전이 진행되었으며, 다양한 영역에 소프트웨어가 융합되었다[1][2]. 이에 따라 소프트웨어는 새로운 산업과 학문을 생성하였으며, 경제, 사회뿐만 아니라 삶의 형태가 기존에 경험하지 못한 형태로 이르고 있다[3][4]. 이러한 변화를 4차 산업 혁명이라고 부르며, 전 세계적으로 4차 산업 혁명을 이끌어 나갈 인재를 양성하기 위하여 다양한 교육을 진행하고 있다[5].

한국도 지능정보사회를 이끌 인재를 양성하기 위하여 2015 개정 교육과정에서 초·중학교에서 소프트웨어 교육을 필수화하였으며, 소프트웨어 교육을 활성화하고 지속가능한 토대를 구축하기 위하여 다양한 정책을 진행하고 있다[6][7]. 이에 따라 2015 개정 교육과정에서는 학생들의 컴퓨팅 사고력을 향상시키기 위하여 알고리즘과 프로그래밍뿐만 아니라 피지컬 컴퓨팅 기기를 통하여 입·출력을 제어하는 내용이 추가되었다[8]. 피

• First Author: Seong-Won Kim, Corresponding Author: Youngjun Lee
*Seong-Won Kim (sos284809@gmail.com), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
**Heyran Park (summerofuni@naver.com), Maeyeoul Elementary School
*Youngjun Lee (yjee@knue.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
• This paper is based in part on work incorporated in the Hyeran Park's Masters dissertation
• Received: 2018. 11. 12, Revised: 2018. 12. 15, Accepted: 2018. 12. 18.

지컬 컴퓨팅이 교육과정에 새롭게 도입됨에 따라 피지컬 컴퓨팅 기기에 대한 교육 내용, 교수-학습 방법, 환경, 평가 등 다양한 연구가 진행되었다[9]. 이러한 노력에도 불구하고 교사는 학교에서 피지컬 컴퓨팅 교육을 진행하는데 많은 어려움이 존재하는 것으로 나타났다[10]. 아두이노와 같은 보드를 활용한 교육에서 회로 구성, 연결, 센서 오류와 같은 어려움을 겪고 있었다[11].

이러한 문제를 극복하기 위하여 피지컬 컴퓨팅 교육에서 교육 도구로 로봇에 대한 관심이 증가하였다[12]. 선행 연구를 통하여 로봇의 교육적 효과를 검증되었으며, 로봇은 보드형 피지컬 컴퓨팅 도구에 비해 회로 구성, 연결이 용이하다[13]. 이에 따라 로봇은 학교 현장에 활발히 도입되었다. 하지만 학생들은 교사의 안내에 따라 로봇을 조립하고 코드를 따라서 입력하는 교육이 진행됨에 따라 교육에 로봇을 도입한 효과를 얻지 못하였다[14]. 이에 따라 수업에서 로봇을 효과적으로 활용하기 위한 교수-학습 방법에 대한 연구의 필요성이 대두되었다[13].

따라서 본 연구에서는 기존의 로봇 교육이 겪던 문제점을 해결하기 위하여 새로운 교수-학습 방법으로 프로젝트 기반 학습을 적용한 로봇 교육 프로그램을 개발하였다. 연구 대상은 2015 개정 교육과정에서 의무적으로 로봇 교육을 받은 초등학교 학생으로 선정하였다. 개발한 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위하여 연구 대상을 두 집단으로 나누고, 교육 내용과 교구, 시수는 같지만 다른 교수-학습 방법을 적용한 교육을 진행하였다. 교육적 효과는 2015 개정 교육과정에서 소프트웨어 교육의 핵심 역량인 컴퓨팅 사고력과 로봇 자체에 대한 흥미를 측정하였다. 이러한 연구를 통하여 초등학교의 로봇 교육에서 프로젝트 기반 학습이 가지는 교육적 효과를 규명하며, 2015 개정 교육과정에서 초등학교 소프트웨어 교육의 피지컬 컴퓨팅 도구로써 로봇이 효과를 확인하는데 의의가 있다.

II. Literature Review

1. Project Based Learning (PBL)

프로젝트(project)란 하나의 주제나 문제에 대해 심층적으로 연구하는 것을 의미한다. 즉, 교수-학습 과정에서의 프로젝트는 학습자가 동료 학습자 또는 교사와 함께 어떤 주제나 문제를 선정하여 해결 계획을 세우고 그 계획을 중심으로 문제를 해결해 나가는 과정을 뜻한다. 교육에서는 전통적 교수-학습을 벗어나 학생 주도적 수업을 진행하기 위하여 프로젝트 기반 학습에 대한 연구가 활발히 진행되었다.

Katz와 Chard(2000)는 프로젝트 기반 학습에서 학습자는 수업 내에서 활동을 계획 및 전개, 평가하며, 교사는 학습자가 프로젝트에 능동적으로 참여하고 학습을 진행할 수 있도록 돕는 것이라고 말하였다[15]. 또한, Hallermann와 Larmer, Mergendoller (2011)는 프로젝트 기반 학습은 복합적인 문제를 학습자 주도로 구조화된 탐구 과정을 통해 해결하는 과정이

며, 프로젝트 기반 학습을 통하여 학생들은 새로운 지식과 기술을 학습하며, 다양한 자료를 활용하여 문제를 해결하고, 동료와 협업 및 소통하며, 비판적으로 사고할 수 있는 능력을 기를 수 있다는 것을 확인하였다[16]. Markhan 외(2003)는 프로젝트 기반 학습을 복합적이고 실제적인 질문을 집중적인 탐구를 통하여 구체적인 결과물을 얻는 단계라고 정의하였다[17]. 여상한과 엄우용 (2014)은 프로젝트 기반 학습이 학습자 중심, 수요자 중심의 교수-학습 방법이므로, 학습자에게 지식을 응용할 기회를 제공하며, 내적인 동기 부여, 학습 과정에서 의사결정에 참여하는 기회를 제공하여 제기한 문제에 대해 답을 찾거나 주제에 대한 깊이 있는 연구의 수행을 제공한다고 말하였다[18].

선행 연구를 종합하면 프로젝트 기반 학습은 교사와 학습자가 하나의 결속력 있는 학습공동체를 이루어 학습해 나가는 수준 높은 교수-학습 방법이라는 것을 확인할 수 있다[15][16][17][18]. 또한, 프로젝트 기반 학습은 학생의 독립적인 사고를 핵심 전략으로 하며, 학습자는 자신의 질문 내용을 설계하여 학습을 계획하고, 연구를 조직하며, 학습 전략을 구현하여 실생활의 문제를 해결할 수 있다[19]. 따라서 성공적인 프로젝트 기반 학습을 진행하기 위해서 교사는 학습자에게 사람, 대상, 사건으로 이루어진 구체적 사례의 중요한 면면에 대하여 학습해가는 과정을 통해 세심한 관찰, 심층탐구, 아이디어 교환, 상호지원, 논쟁 해결, 협동, 협력 및 여러 중요한 경험을 할 수 있는 상황을 마련해 주어야 한다[15].

프로젝트 기반 학습의 수업 모형은 학자마다 다양하게 정의하였다. 본 연구에서는 로봇 교육의 필수 요소인 로봇의 제작과 프로그래밍 활동을 포함하기 위하여 Kilpatrick(1925)의 프로젝트 기반 학습의 4단계 모형을 기반으로 교육 프로그램 개발하였다. Kilpatrick(1925)의 모형에서 학습 단계는 ‘프로젝트 목적 설정’, ‘프로젝트 계획’, ‘프로젝트 실행’, ‘프로젝트 평가’로 진행되며 각 단계별 활동은 다음의 활동을 인도한다. 프로젝트 목적 설정에서는 모둠 구성과 프로젝트 주제 선정이 이루어지며, 프로젝트 계획 단계에서는 작품 구성 및 역할 분담을 한다. 프로젝트 실행 단계에서는 로봇 조립 및 프로그래밍, 테스트 및 디버깅을 진행하고, 프로젝트 평가에서는 작품 시연과 발표, 평가를 진행한다[20].

프로젝트 기반 학습의 선행 연구를 살펴보면, 초등학교의 창의성과 자아효능감 변화를 살펴보는 연구가 진행되었다. 반면에 초등학교의 컴퓨팅 사고력과 로봇에 대한 흥미와 프로젝트 기반 학습간의 연관성을 조사하는 선행 연구는 존재하지 않았다[21].

2. Robot Education

로봇은 학습자의 흥미와 동기를 유발하고 상호작용적 학습 환경과 실제적인 피드백, 표상을 제공한다. 이러한 교육적 효과 때문에 오래전부터 교육에 로봇을 도입하고 그 효과를 살펴보는 연구가 진행되었다.[13][14].

로봇 교육의 선행 연구를 종합하면, 로봇 교육이 가진 교육적 효과는 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째, 로봇은 추상적인

문제 해결 과정을 구체적인 도구를 통해 보완할 수 있으므로, 학습자의 몰입과 흥미를 증진시킬 수 있다. 로봇을 프로그래밍 교육에 활용하면 가상의 환경이 아니라 실생활 환경에서 상호 작용이 가능하다[22][23]. 또한, 프로그래밍의 결과물을 로봇의 동작을 통해 직접 눈으로 확인할 수 있으므로 실생활 문제 해결에 학습자를 더욱 몰입하게 할 수 있으며[14][25], 수업 내용을 쉽고 재미있게 습득하도록 할 수 있다[23].

둘째, 학습자가 자기 주도적 학습을 가능하게 하여 학습자 중심의 교육을 실현할 수 있다. 로봇은 학습자의 개별화된 학습 환경 조성이 가능하여 학습자 중심으로 교육하기 용이하다. 또한, 로봇을 직접 조작하는 경험을 통해 행하면서 배울 수 있으므로(learning by doing) 자기 주도적 학습이 가능하며, 이는 학습자 중심의 교육을 제공할 수 있다[22][25].

셋째, 기존의 프로그래밍 교육보다 로봇을 활용한 교육은 디버깅 과정을 가르치는 데 용이하다. 프로그래밍 교육에서는 자신의 프로그래밍을 확인하고 오류를 수정하는 디버깅 과정이 중요하다. 하지만 초급 단계의 학습자들은 자신이 작성한 프로그램과 실제 시스템의 차이를 이해하기 어렵다. 따라서 프로그래밍 교육에 로봇을 활용하면 프로그래밍의 실행 과정을 쉽게 눈으로 확인할 수 있으므로, 디버깅을 어려워하는 초보자들은 쉽게 디버깅 과정을 접하고 학습할 수 있다[26].

이러한 선행 연구를 바탕으로 로봇을 활용한 교육이 활발하게 진행되었다. 선행 연구에 따르면, 다른 학교 급에 비해 초등학교에서 로봇 교육이 가장 활발하게 진행된 것으로 나타났다[12][13][22]. 하지만, 로봇 교육을 진행한 교사는 교육용 로봇 자체의 어려움(안정성, 호환성, 관리)과 로봇 교육 관련 콘텐츠(교육 콘텐츠, 커리큘럼)로 인하여 수업에 로봇을 도입하는데 어려움이 존재한다고 말하였다[13][25]. 특히, 교사는 로봇에 대한 전문 지식을 얻기 위한 연수가 부족하여 교재를 활용한 로봇 교육을 진행하는 경우가 많으므로 단순히 매뉴얼을 따라서 로봇을 조립하고 실행시켜보는 활동이 많이 진행되고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 프로젝트 기반 학습을 도입한 로봇 교육 프로그램을 개발하고, 개발한 교육 프로그램의 효과를 검증하였다.

III. Method

1. Overview

본 연구에서는 프로젝트 기반 학습을 적용한 로봇 교육 프로그램을 개발하고, 개발한 교육 프로그램이 초등학생의 창의성과 로봇에 대한 흥미에 미치는 영향을 살펴보았다. 개발한 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위하여 두 집단의 초등학생을 실험 집단과 통제 집단으로 나누어 연구 대상으로 구성하였다. 또한, 교육 프로그램 적용 전, 후로 검사 도구를 두 집단에게 실시하였다. 이러한 연구를 통하여 교사의 지도에 따라 로봇을 조립하고, 프로그래밍하는 전통적 로봇 교육과 다르게 학생 주도적

으로 로봇을 활용하여 문제를 해결하는 프로젝트 기반 로봇 교육 프로그램이 초등학생의 로봇에 대한 흥미와 컴퓨팅 사고력에 미치는 영향을 확인하였다.

2. Participant

개발한 교육 프로그램을 검증하기 위하여 전라북도 완주군에 소재한 K 초등학교에 다니고 있는 초등학교 6학년 학생 114명을 연구 대상으로 선정하였다. 초등학생은 학년에 따라 인지 수준의 격차가 크게 존재하는데, 학생 스스로 프로젝트의 목적을 설정하고 계획, 실행, 평가하기 위해서는 높은 인지 수준이 요구된다. 따라서 초등학생을 대상으로 실시한 로봇 교육 선행 연구와 초등학생의 인지 발달 선행 연구를 바탕으로 본 연구에서는 초등학교 6학년을 대상으로 연구를 진행하였다[27].

본 연구에서는 K 초등학교의 6학년 전체 학생을 대상으로 연구를 진행하였지만, 중도 포기한 학생과 설문에 성실하게 참여하지 않은 학생을 제외하였다. 실험 집단과 통제 집단은 균등하게 57명으로 구성하였으며, 두 집단 모두 성비의 차이는 거의 존재하지 않았다.

3. Test Tools

초등학생의 로봇에 대한 흥미도를 측정하기 위하여 문경환과 김희필(2015)의 ‘로봇에 대한 흥미도 검사’를 검사 도구로 사용하였다[28]. ‘로봇에 대한 흥미도 검사’는 김효남 외(1998)가 개발한 ‘과학에 대한 흥미도 검사’를 로봇에 대한 흥미를 측정할 수 있도록 보완한 검사 도구이다[29]. 세부 영역으로 로봇에 대한 흥미, 로봇 학습에 대한 흥미, 로봇 프로그램과 관련된 활동에 대한 흥미, 로봇과 관련된 직업에 대한 흥미, 로봇 교육에 대한 불안이 있으며, 영역별로 5점 리커트 척도로 응답하도록 개발된 2개의 문항이 있다.

컴퓨팅 사고력을 측정하기 위한 검사 도구는 비버 챌린지(Bebras Challenges) 문항을 사용하였다. 비버 챌린지는 정보 교육에 동기를 유발하고, 컴퓨팅 사고력을 평가하기 위해 개발된 검사 도구로써, 컴퓨터과학의 개념과 컴퓨팅 사고력의 요소를 포함하고 있다. 비버 챌린지는 학생의 나이에 따라 다른 수준의 검사 도구가 존재하며, 연도에 따라 문제가 다르게 구성되어 있다. 본 연구에서는 2015년에 실시된 문항 중에서 초등학교 5~6학년(10~12세용)을 위한 ‘Benjamin’ 검사지를 사용하였다. 본 검사지는 영어로 작성되어 있기 때문에 한국의 초등학생에 적합하게 번안하고, 컴퓨터 교육 전문가 집단(8인)을 대상으로 타당도를 검증하였다. 기존의 비버챌린지는 정답인 경우에 점수를 부여하지만, 오답인 경우에 감점하며, 무응답의 경우에 점수를 부여하지 않는다. 이와 다르게 본 연구에서는 학생들의 점수나 순위를 확인하는 것이 아니라 컴퓨팅 사고력을 평가하는 데 목적이 있으므로 정답인 경우에 점수를 부여하고, 오답 및 무응답의 경우에 감점을 실시하지 않았다. 또한, 문항마다 난이도가 다르므로 난이도에 따라 다른 점수를 부여하였다; 상: 6점, 중: 9점, 하: 12점. 본 연구에서 사용한 비버챌린지 문항은 총 12문항이며, 사전 검사에서 6문항, 사후 검사에서 6문항을 사용하였다. 사전, 사후 검사는 같은 난이도를 유지하기 위하여

모두 상, 중, 하가 각각 2문항을 배치하였다[30].

4. Treatment

교육 프로그램의 적용은 2017년 9월 11일부터 10월 13일 까지 진행하였으며, 4주 동안 매주 2시간씩 실시하여 총 8시간 진행하였다. 집단별로 교육 프로그램을 적용하기 위하여 학교 내에서 반에 따라 집단을 나누고 교육 프로그램을 적용하였다.

교육 프로그램의 주제는 초등학생의 수준에 적합하며, 흥미를 가질 수 있도록 ‘로봇 경주’를 선정하였다. 또한, 연구 대상의 수준에 적합한 교구로 LEGO사의 Wedo 2.0을 사용하였다. 연구 대상인 초등학생에게 적용한 교육 프로그램은 교육 주제와 목표는 같지만, 교수-학습 방법은 다르게 진행하였다. 교육 프로그램의 1~2차시에는 실험 집단과 통제 집단에게 모두 로봇의 조작 및 프로그래밍 개발 환경에 익숙해지는 내용을 실시하였다. 3차시부터 8차시까지의 로봇 경주를 위한 내용을 진행하였지만, 집단별로 사용한 교수-학습 방법은 다르다.

Table 1. Project-based robot training program for elementary school students

Week	Learning Element (CT)	Learning contents	Teaching-learning phasd (PBL)	Hour
1	Programming development environment	<ul style="list-style-type: none"> - Understanding the WeDo programming development environment - Assembling WeDo 2.0 - Practicing Rotation, forward and backward - Construct the robot soccer stadium 		2
2	Decomposition Pattern recognition	<ul style="list-style-type: none"> - Establishing project goals - Design of project artifact - Role sharing within the project 	Purposing of project Planning of project	2
3	Abstraction Automation	<ul style="list-style-type: none"> - Exploring the project - Collecting the data - Design of algorithm - Production of robot - Programming - Debugging 	Execution of project	2
4	Debugging	<ul style="list-style-type: none"> - Demonstration of artifact - Evaluation - Feedback 	Evaluation of project	2

실험 집단은 Kilpatrick(1925)의 프로젝트 기반 학습을 기반으로 교육 프로그램을 설계하였다[20]. 로봇 조작 및 프로그래밍 개발 환경을 학습한 후, 프로젝트 목적 설정, 프로젝트 계획, 프로젝트 실행, 프로젝트 평가 단계로 로봇 경주를 진행하였다. 학생들은 로봇 경주라는 주제에 가장 빠른 로봇을 만들기 위하여 목표를 설정하고(프로젝트 목적 설정), 목표를 달성하기 위한 로봇을 직접 설계하고(프로젝트 계획), 로봇 조립 및 프로그래밍, 테스트 및 디버깅을 진행하고(프로젝트 실행), 개발한 로봇의 시연 및 평가를 진행하였다(프로젝트 평가). 통제 집단은 기존에서 로봇 교육에서 진행된 전통적 교수-학습 방법을 진행하였다. 학생들은 교사가 안내하는 경주용 로봇을 제작 및 실행

을 경험해보고, 경주를 위한 로봇을 보완하는 작업을 진행하였다. 실험 집단에게 적용한 프로젝트 기반 로봇 교육 프로그램은 Table. 1과 같다.

5. Analysis

본 연구는 초등학생을 대상으로 교수-학습 방법에 따른 교육 프로그램의 효과를 살펴보았다. 이러한 연구를 위하여 교육 프로그램의 적용 전후에 초등학생의 로봇에 대한 흥미와 컴퓨팅 사고력의 변화를 관찰하였다. 각 집단별로 사전 검사와 사후 검사 결과를 대응 표본 t-검정으로 분석하여, 교육 프로그램에 따른 효과를 살펴보았다. 또한, 집단별로 교육 프로그램의 효과 차이를 살펴보기 위하여, 두 집단의 사전 검사와 사후 검사를 독립 표본 t-검정을 비교하였다.

IV. Result & Discussion

1. The result of elementary school students' interest toward robots and computational thinking in pre-test

교육 프로그램을 적용하기 전에 실험 집단과 통제 집단의 로봇에 대한 흥미와 컴퓨팅 사고력의 차이가 존재하는지 확인하기 위하여, 두 집단의 사전 검사 결과를 살펴보았다. 로봇에 대한 흥미에서는 실험 집단(M= 30.528, SD= 8.610)과 통제 집단(M= 29.264, SD= 8.936)이 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다, $t = 1.095, p = .292$. 또한, 세부 영역에서도 통계적으로 유의미한 차이를 확인할 수 없었다; 로봇에 대한 흥미($t = 1.498, p = .137$), 로봇 학습에 대한 흥미($t = .484, p = .629$), 로봇 관련 활동에 대한 흥미($t = 1.008, p = .316$), 로봇 관련 직업에 대한 흥미($t = .328, p = .744$), 로봇 교육에 대한 흥미($t = 1.891, p = .061$). 컴퓨팅 사고력에서도 두 집단 간의 차이는 존재하지 않았다, $t = -.728, p = .468$. 이를 통하여 교육 프로그램의 적용 전에 실험 집단과 통제 집단의 로봇에 대한 흥미와 컴퓨팅 사고력은 차이가 없다는 것을 확인할 수 있었다. 사전 검사에서 두 집단의 로봇에 대한 흥미와 컴퓨팅 사고력은 Table. 2와 같다.

2. Change of interest toward robots and computational thinking in control group

교수-학습 방법에 따른 교육 프로그램의 효과 차이를 살펴 보기 위하여 집단별로 로봇에 대한 흥미와 컴퓨팅 사고력의 변화를 살펴보았다. 통제 집단에서 로봇에 대한 흥미를 살펴보면, 사전 검사(M= 29.264, SD= 8.936)에 비해 사후 검사(M= 32.132, SD= 7.314)의 값이 증가하였지만, 그 변화는 통계적으로 유의미하지 않았다, $t = -1.819, p = .075$. 세부 영역에서는 로봇에 대한 흥미($t = -1.401, p = .167$), 로봇 학습에 대한 흥미($t = .000, p = 1.000$), 로봇 관련 활동에 흥미($t = -1.753,$

$p = .085$), 로봇 관련 직업에 대한 흥미($t = -.832, p = .409$)에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 반면에 로봇 교육에 대한 불안은 사전 검사($M = 6.057, SD = 2.051$)에 비해 사후 검사($M = 7.302, SD = 1.947$)에서 값이 증가하였으며, 이러한 변화는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다, $t = -3.346, p = .002$. 이를 통하여 전통적인 교수-학습 방법을 활용한 로봇 교육 프로그램은 로봇 교육에 대한 불안을 향상시키지만, 로봇과 로봇 관련 학습, 활동, 직업에 대한 흥미에는 영향을 주지 못하는 것을 확인할 수 있었다.

컴퓨팅 사고력도 사전 검사($M = 26.553, SD = 11.977$)에 비해 사후 검사($M = 28.019, SD = 13.992$)의 값이 향상되었지만, 값 변화는 통계적으로 유의미하지 않았다, $t = -.638, p = .527$ 이러한 결과를 통하여 전통적인 교수-학습 방법은 초등학생의 컴퓨팅 사고력에 효과가 없는 것으로 나타났다. 통제 집단에서 사전, 사후 검사의 변화는 Table. 3과 같다.

Table 2. The results of the interest toward robots and computational thinking of elementary school students in the pre-test.

Domain*	Group**	N	M	SD	t	p
Interest toward robots						
IR	Exp.	57	6.792	2.160	1.498	.137
	Con.	57	6.151	2.248		
ILR	Exp.	57	6.528	2.577	.484	.629
	Con.	57	6.302	2.224		
IAR	Exp.	57	6.170	2.447	1.008	.316
	Con.	57	5.717	2.170		
IJR	Exp.	57	5.170	2.208	.328	.744
	Con.	57	5.038	1.931		
ARE	Exp.	57	6.811	2.048	1.891	.061
	Con.	57	6.057	2.061		
Total	Exp.	57	30.528	8.610	1.059	.292
	Con.	57	29.264	8.936		
Computational thinking						
CT	Exp.	57	24.795	12.811	-.728	.468
	Con.	57	26.553	11.977		

*CT: Computational Thinking; IR: Interest toward robots; ILR: Interest toward learning about robots; IAR: Interest toward activities related to robots; IJR: Interest toward job related to robots; ARE: Anxiety toward robot education

**Exp.: Experimental group, Con.: Control group

3. Change of interest toward robots and computational thinking in experimental group

프로젝트 기반 학습을 도입한 교육 프로그램이 초등학생의 로봇에 대한 흥미에 미치는 영향을 살펴보면, 사전 검사($M = 30.528, SD = 8.610$)에 비해 사후 검사($M = 36.378, SD = 7.333$)에서 로봇에 대한 흥미가 증가한 것으로 나타났다. 또한, 이러한 변화는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다, $t = -3.185, p = .002$. 세부 영역에서 변화를 살펴보면, 로봇 학습에 대한 흥미($t = -2.765, p = .008$), 로봇 관련 활동에 대한 흥미($t = -2.092, p = .041$), 로봇 관련 직업에 대한 흥미($t = -2.999, p = .004$), 로봇 교육에 대한 불안($t = -2.589, p =$

$.012$)에서 통계적으로 유의미한 향상이 나타났다. 하지만, 로봇에 대한 흥미에서는 사전 검사($M = 6.792, SD = 2.160$)에 비해 사후 검사 결과 값($M = 7.472, SD = 1.694$)이 증가하였지만, 통계적으로 유의미한 차이는 확인할 수 없었다, $t = -1.793, p = .079$ 이를 통하여 프로젝트 기반 학습을 활용한 로봇 교육 프로그램은 초등학생의 로봇 자체에 대한 흥미에는 유의미한 영향을 주지 못하지만, 로봇 관련 학습, 활동, 직업, 로봇 교육에 대한 불안에 영향을 주는 것으로 나타났다.

통제 집단과 다르게 실험 집단에서는 사전 검사($M = 24.795, SD = 12.811$)에 비해 사후 검사($M = 31.076, SD = 13.887$)에서 컴퓨팅 사고력은 향상되었으며, 이러한 변화는 통계적으로 유의미하였다, $t = -2.184, p = .034$. 이를 통하여 프로젝트 기반 학습을 활용한 로봇 교육 프로그램은 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상시키는 것으로 나타났다. 통제 집단에서 사전, 사후 검사의 변화는 Table. 4와 같다.

Table 3. Comparison of pre- and post-test of control group

Domain	Group	N	M	SD	t	p
Interest toward robots						
IR	Exp.	57	6.151	2.248	-1.401	.167
	Con.		6.792	2.079		
ILR	Exp.	57	6.302	2.224	.000	1.000
	Con.		6.302	2.162		
IAR	Exp.	57	6.170	2.447	-1.753	.085
	Con.		6.396	1.905		
IJR	Exp.	57	5.038	1.931	-.832	.409
	Con.		5.340	2.019		
ARE	Exp.	57	6.057	2.061	-3.346	.002*
	Con.		7.302	1.947		
Total	Exp.	57	29.264	8.936	-1.819	.075
	Con.		32.132	7.314		
Computational thinking						
CT	Exp.	57	26.553	11.977	-.638	.527
	Con.		28.019	13.992		

* $p < .05$

4. The result of elementary school students' interest toward robots and computational thinking in post-test

실험 집단과 통제 집단에서 나타난 변화를 검증하기 위하여 사후 검사에서 두 집단 간의 차이를 분석하였다. 먼저, 로봇에 대한 흥미를 살펴보면, 실험 집단($M = 36.378, SD = 7.333$)은 통제 집단($M = 32.132, SD = 7.314$)보다 높은 값을 보였으며, 통계적으로 유의미한 차이를 보였다, $t = 2.984, p = .004$. 세부 영역에서는 로봇 학습에 대한 흥미($t = 3.601, p < .001$), 로봇 관련 직업에 대한 흥미($t = 2.794, p = .006$)에서 유의한 차이가 나타났으며, 로봇에 대한 흥미($t = 1.844, p = .068$)와 로봇 관련 활동에 대한 흥미($t = 1.805, p = .074$), 로봇 교육에 대한 불안($t = 1.099, p = .274$)에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 로봇 학습에 대한 흥미와 로봇 관련 직업에 대한 흥미를 살펴보면, 모두 실험 집단이 통제 집단보다 높은 것으로 나타났다. 따라서 전통적인 교수-학습 방법보다 프로젝트 기반 학습을 활용한 로봇 교육은 초등학생의 로봇에 대한 흥미를 향상시키는데

더 효과적이었다. 특히, 초등학생이 로봇 학습과 로봇 관련 직업에 대한 흥미를 향상시키는데 효과적인 것으로 나타났다. 반면에 실험 집단에서 나타난 로봇 관련 활동에 대한 흥미와 두 집단 모두에서 나타난 로봇 교육에 대한 불안은 교수-학습 방법의 영향을 받지 않는 것을 확인할 수 있었다.

컴퓨팅 사고력의 변화를 살펴보면, 로봇에 대한 흥미와 마찬가지로 실험 집단(M= 31.076, SD= 13.887)이 통제 집단(M= 28.019, SD= 13.992)보다 높았다. 하지만, 이러한 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다, $t = 1.138, p = .258$. 따라서 실험 집단에서는 사전 검사에 비해 사후 검사에서 컴퓨팅 사고력의 향상이 나타났지만, 이러한 향상은 유의미하지 않았다. 그러므로 프로젝트 기반 학습은 기존 교수-학습 방법보다 컴퓨팅 사고력 향상에 유의미한 효과를 주지 못하는 것을 확인할 수 있었다. 사전 검사에서 두 집단의 로봇에 대한 흥미와 컴퓨팅 사고력은 Table. 5와 같다.

Table 4. Comparison of pre- and post-test of experimental group

Domain	Group	N	M	SD	t	p
Interest toward robots						
IR	Exp.	57	6.792	2.160	-1.793	.079
	Con.		7.472	1.694		
ILR	Exp.	57	6.528	2.577	-2.765	.008*
	Con.		7.698	1.814		
IAR	Exp.	57	6.170	2.447	-2.092	.041*
	Con.		7.075	1.969		
IUR	Exp.	57	5.170	2.208	-2.999	.004*
	Con.		6.434	2.014		
ARE	Exp.	57	6.811	2.048	-2.589	.012*
	Con.		7.698	1.761		
Total	Exp.	57	30.528	8.610	-3.185	.002*
	Con.		36.378	7.333		
Computational thinking						
CT	Exp.	57	24.795	12.811	-2.184	.034*
	Con.		31.076	13.887		

* $p < .05$

문경환과 김희필(2015)의 연구에서는 초등학생을 대상으로 스토리텔링 기반 로봇 교육을 적용하였을 때, 초등학생의 로봇에 대한 흥미가 향상된 것으로 나타났다[28]. 이러한 선행 연구와 마찬가지로 프로젝트 기반 학습을 초등학생의 로봇 교육에 적용하였을 때, 로봇에 대한 흥미 발달에 효과적인 것을 확인할 수 있었다. 이를 통하여 초등학생의 로봇 교육에서 단순히 듣고 시연해보는 방식의 교수-학습 방법보다 스스로 설계하고 개발하는 과정이 로봇에 대한 흥미를 발달시키는 데 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다. 2015 개정 교육과정에서는 초등학생에게 로봇 교육과 SW 교육이 필수화되었다[4]. 2015 개정 교육과정의 목표인 창의융합형 인재를 양성하기 위해서는 지식정보처리 역량과 창의적 사고 역량, 자기관리 역량 등을 길러주는 것이 필요하다. 이러한 역량을 길러주기 위해서는 흥미, 자아효능감, 진로에 대한 효능감을 배양할 수 있는 교육이 필요하다. 본 연구에서는 전통적인 교수-학습 방법보다 프로젝트 기반 교수-학습 방법을 도입하였을 때, 학생들의 로봇에 대한

흥미를 향상시키는 데 효과적인 것을 확인하였다. 따라서 초등학생의 로봇 교육에 프로젝트 기반 학습을 활용하는 것은 학생들의 흥미 발달에 효과적이며, 나아가 자아효능감, 로봇에 대한 진로, 자기관리 역량, 창의적 사고 역량, 지식정보처리 역량의 발달을 이룰 수 있다는 것이 나타났다. 따라서 2015 개정 교육과정의 로봇 교육에 프로젝트 기반 학습을 활용하여야 하며, 교사와 예비 교사가 프로젝트 기반 학습을 활용할 수 있는 역량을 기를 수 있는 교육이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다.

컴퓨팅 사고력은 4차 산업혁명의 흐름에 따라 국내·외에 소프트웨어 교육의 활성화로 인하여 많이 연구되었다. 한정민과 정용열, 이영준(2017)의 연구에 따르면, 국내에서 컴퓨팅 사고력의 연구 대상은 초등학생이 가장 많은 것으로 나타났다[31]. 하지만, 로봇을 활용한 교육에서 컴퓨팅 사고력을 측정하는 연구는 상대적으로 많이 이루어지지 못하였다. 로봇을 활용하여 초등학생의 컴퓨팅 사고력을 측정한 선행 연구를 살펴보면, 모두 로봇 교육을 통하여 초등학생의 컴퓨팅 사고력이 향상된 것으로 나타났다[32][33]. 선행 연구를 비교하였을 때, 검사 도구도 비버 쉐린지를 활용하였으며, 초등학교 고학년을 대상으로 연구를 진행한 점이 같았다. 본 연구에서는 4주 동안 8시간의 로봇 교육을 진행하였지만, 선행 연구에서는 1학기동안 연구를 진행한 것으로 나타났다. 이를 통하여 본 연구에서는 짧은 처치 기간 때문에 프로젝트 기반 교육을 활용한 로봇 교육이 초등학생에 컴퓨팅 사고력 변화에 주는 영향이 제한적이었다고 생각된다[34].

Table 5. The results of the interest toward robots and computational thinking of elementary school students in the post-test.

Domain*	Group**	N	M	SD	t	p
Interest toward robots						
IR	Exp.	57	7.472	1.694	1.844	.068
	Con.		6.792	2.079		
ILR	Exp.	57	7.698	1.814	3.601	.000*
	Con.		6.302	2.162		
IAR	Exp.	57	7.075	1.969	1.805	.074
	Con.		6.396	1.905		
IUR	Exp.	57	6.434	2.014	2.794	.006*
	Con.		5.340	2.019		
ARE	Exp.	57	7.698	1.761	1.099	.274
	Con.		7.302	1.947		
Total	Exp.	57	36.378	7.333	2.984	.004*
	Con.		32.132	7.314		
Computational thinking						
CT	Exp.	57	31.076	13.887	1.138	.258
	Con.		28.019	13.992		

* $p < .05$

V. Conclusions

본 연구에서는 프로젝트 기반 학습을 활용한 로봇 교육 프로그램이 초등학생의 로봇에 대한 흥미와 컴퓨팅 사고력에 미치는 영향을 살펴보았다. 이러한 연구를 위하여 초등학생에게 적

합한 교육 주제와 교구를 선정하였다. 또한, 같은 내용의 교육 프로그램을 통해 집단에게는 전통적 교수-학습 방법, 실험 집단에게는 프로젝트 기반 학습을 활용하여 적용하였다. 이를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

첫 번째로, 프로젝트 기반 학습은 전통적 교수-학습 방법보다 초등학생의 로봇에 대한 흥미를 향상시키는데 효과적이었다. 특히, 로봇 학습에 대한 흥미와 로봇 관련 직업에 대한 흥미에 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 프로젝트 기반 학습을 로봇 교육에 활용하면 기존의 교수-학습 방법보다 로봇 학습에 대한 흥미를 향상시키는데 효과적이며, 로봇 관련 진로·진학에 사용하기 적합한 교수-학습 방법인 것을 확인할 수 있었다. 반면에 로봇 관련 활동에 대한 흥미와 로봇 교육에 대한 불안은 두 집단에서 모두 향상이 나타났으며, 사후 검사에서 집단 간의 차이가 존재하지 않았다. 따라서 로봇 관련 활동에 대한 흥미와 로봇 교육에 대한 불안은 교수-학습 방법에 상관없이 로봇 교육을 실시할 때 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 마지막으로 로봇 자체에 대한 흥미는 두 집단에서 모두 유의한 차이가 확인되지 않았다. 따라서 향후 연구에서는 다른 교수-학습 방법을 적용해보는 연구가 필요하다.

두 번째로 초등학생의 컴퓨팅 사고력은 실험 집단에서만 향상된 것을 확인할 수 있었다. 하지만, 사후 검사에서 통계적으로 유의미한 차이를 확인할 수 없었다.

본 연구에서는 초등학생을 대상으로 한 로봇 교육에서 프로젝트 기반 학습이 가지는 효과를 알아보았다. 프로젝트 기반 학습은 소프트웨어 교육에서 추구하고 있는 로봇 관련 소양에 기존 교수-학습보다 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 2015 개정 교육과정에서 포함된 로봇 교육을 진행할 때, 전통적인 교수-학습이 아니라 프로젝트 기반 학습을 활용하는 것이 더 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다. 그러므로 2015 개정 교육과정에 대비하여 교사와 예비 교사를 대상으로 프로젝트 기반 학습을 로봇 교육에 활용할 수 있는 역량을 기르는 것이 필요하다. 그러므로 예비 교사의 교육과정뿐만 아니라 소프트웨어 교육 관련 연수에서 프로젝트 기반 학습에 대한 내용을 포함하는 것이 필요하다.

반면에 프로젝트 기반 학습은 초등학생의 컴퓨팅 사고력 발달에는 기존 교수-학습 방법보다 뛰어난 효과는 존재하지 않았다. 본 연구에서는 2015 개정 교육과정에서 시수를 고려하여 8차시의 교육을 진행하였지만, 선행 연구에서는 컴퓨팅 사고력과 같은 높은 수준의 역량을 발달시키기 위해서는 지속적인 교육이 필요하다고 말하였다. 또한, 1학기 분량의 로봇 교육을 진행하였을 때는 초등학생의 컴퓨팅 사고력의 발달이 이루어진 것을 확인할 수 있었다. 따라서 향후 연구에서는 본 연구보다 더 많은 시수의 로봇 교육을 실시하고, 이에 따른 초등학생의 컴퓨팅 사고력 변화를 관찰하여야 한다. 이를 통하여 프로젝트 기반 학습이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 미치는 영향을 분석하여야 한다.

본 연구에서는 초등학생의 컴퓨팅 사고력 변화를 확인하기 위하여 비버챌린지 문항을 활용하였다. 컴퓨팅 사고력을 측정

하는 최근 연구에 따르면 루브릭을 활용한 자기보고식 설문지와 비버챌린지, 지필 평가식 시험, 닥터 스크래치와 같은 자동 채점 시스템 간의 상관관계가 낮은 것으로 나타났다. 또한, 컴퓨팅 사고력을 측정하기 위해서는 여러 검사 도구가 상호보완적 역할을 하므로 컴퓨팅 사고력을 측정하기 위해서는 다방면으로 측정하는 것이 필요하다. 그러므로 향후 연구에서는 비버챌린지 문항뿐만 아니라 다양한 검사 도구를 활용한 연구를 진행하는 것이 필요하다.

REFERENCES

- [1] Kim, S. W. and Lee, Y., "The analysis on research trends in programming based STEAM education in Korea," *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 9, No. 24, June 2016.
- [2] Kim, S. W. and Lee, Y., "DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ARDUINO-BASED EDUCATION PROGRAM FOR HIGH SCHOOL STUDENTS'," *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, Vol. 95, No. 18, Sep 2017.
- [3] Kim, S. W. and Lee, Y., "The Effect of Robot Programming Education on Attitudes towards Robots," *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 9, no. 24, June 2016.
- [4] Swkim and yjlee, "The Effects of Robot Programming on the Attitudes toward Robot of Pre-service Teachers'," *The Journal of Korean association of computer education*, Vol. 19, No. 6, pp. 91-103, Nov 2016.
- [5] Schwab, K., "The fourth industrial revolution" *Crown Business*, 2017.
- [6] Kim, S. W. and Lee, Y., "A STUDY OF EDUCATIONAL METHOD USING APP INVENTOR FOR ELEMENTARY COMPUTING EDUCATION," *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, Vol. 95, No. 18, Sep 2017.
- [7] Kim, S. W. and Lee, Y., "The Effect of Programming-based TPACK Education Program on Self-efficacy Beliefs about Technology Integration of Pre-service Teachers," In *E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (pp. 422-426). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), Oct 2018.
- [8] Kim, S. W. and Lee, Y., "Development of a Software Education Curriculum for Secondary Schools," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 21, No. 8, pp. 127-141, Aug 2016.
- [9] Jhkim and tykim, "The Effect of Physical Computing Education to Improve the Convergence Capability of

- Secondary Mathematics–Science Gifted Students,” The Journal of Korean association of computer education, Vol. 19, No. 2, pp. 87–98, Mar 2016.
- [10] Kseom, yjian, jnkim and wglee, “Development of a Board for Physical Computing Education in Secondary Schools Informatics Education,” The Journal of Korean association of computer education, Vol. 19, No. 2, pp. 41–50, Mar 2016.
- [11] Hkjeon and yskim, “Development of the Evaluation Criteria of the Physical Computing Based Learning Tools for SW Education in the 2015 Revised National Curriculum for Elementary Education,” The Journal of Korean association of computer education, Vol. 21, No. 5, pp. 37–48, Sep 2018.
- [12] Ckim, “An Analysis of Domestic Research Trend and Educational Effects in Relation to Robot Education,” Journal of the Korean Association of information Education, Vol. 16, No. 2, pp. 233–243, Jun 2012.
- [13] Grpark, “A Review of Current Status and Directon of Education of Robot and Educational Materials in Elementary Schools,” Journal of Korean practical arts education, Vol. 24, No. 3, pp. 323–343, Sep 2011.
- [14] Eklee, and yjee, “The Effects of a Robot Based Programming Learning on Learners` Creative Problem Solving Potential,” Journal of the Korean Institute of industrial educators, Vol. 33, No. 2, pp. 120–136, Mar 2008.
- [15] Katz, L., and Chard, S. C., “*Engaging children's minds: The project approach*” Greenwood Publishing Group, 2000.
- [16] Hallermann, S., Larmer, J., and Mergendoller, J. R., “*Project Based Learning Toolkit Series PBL In Elementary Grades: A Step-by-Step for Designing and Managing Standards Focused Project*,” Buck Institute for Education, 2011.
- [17] Markham, T., Mergendoller, J., Larner, J., and Ravitz, J., “*Introduction to project based learning. Project Based Learning Handbook (2nd revised/special edition, pp. 3–8)*,” Novato, CA: Buck Institute for Education, 2003.
- [18] Shyeo and weom, “Developing a Design Model for Project-based Learning in Accordance with Primary School Curriculum,” THE KOREAN SOCIETY FOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY, Vol. 30, No. 2, pp. 259–283, Jun 2014.
- [19] Bell, S., “*Project-based learning for the 21st century: Skills for the future*” The Clearing House, 83(2), 39–43, 2010.
- [20] Kilpatrick, W. H., “*Foundations of Method*” New York: Macmillan, 1925.
- [21] Thomas, J. W., “*A review of research on project-based learning*”, 2000
- [22] Benitti, F. B. V., “Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review,” Computers and Education, Vol. 58, No. 3, pp. 978–988, Apr 2012.
- [23] Lawhead, P. B., Duncan, M. E., Bland, C. G., Goldweber, M., Schep, M., Barnes, D. J., and Hollingsworth, R. G., “A road map for teaching introductory programming using LEGO© mindstorms robots,” In ACM SIGCSE Bulletin, Vol. 35, No. 2, pp. 191–201, Jun 2002.
- [24] Ymkim, and jhkim, “Development and Application of Software Education Program of App Inventor Utilization for Improvement of Elementary School Girls’ Computational Thinking,” Journal of the Korean Association of information Education, Vol. 19, No. 4, pp. 385–398, Dec 2015.
- [25] Wsmoon, “Influential Error Factors of Robot Programming Learning on the Problem Solving Skill,” Journal of the Korean Association of information Education, Vol. 12, No. 2, pp. 195–202, Jun 2008.
- [26] Swseo, dsnam, and twlee, “The Effect of Computational Thinking Ability Using Text-base vs Visual-base Programming Language On Robot Programming Learning,” Proceeding of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 18, No. 2, pp. 457–462, Jan 2010.
- [27] Atmatzidou, S., and Demetriadis, S., “Advancing students’ computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences,” Robotics and Autonomous Systems, Vol. 75, pp. 661–670, Jan 2016.
- [28] Khmoon, and hpkim, “The Effects of Robot Education Program Applied with Storytelling on Elementary School Students’ Creativities and Interests about Robots,” Journal of Korean Practical Arts Education, Vol. 21, No. 1, pp. 1–15, Feb 2015.
- [29] Hnkim, whchung, and jwjeong, “National Assessment System Development of Science-Related Affective Domain,” Journal of the Korean Association for Science Education, vol. 18, No. 3, pp. 357–369, Sep 1998.
- [30] Ugiung, and yjee, “The Applicability and Related Issues of Bebras Challenge in Informatics Education,” The Journal of Korean association of computer education, Vol. 20, No. 5, pp. 1–14, Sep 2017.
- [31] Jmhan, ugiung, and yjee, “Analysis on Research Trends related Computational Thinking in Korea,” Proceeding of Korean association of Computer Education, Vol. 21, No. 2, pp. 3–5, Aug 2017.
- [32] Jynoh and jmlee, “The Effects of SW Education Using Robot on Computational thinking,” Journal of the Korean Association of information Education, Vol. 21, No. 3, pp. 285–296, Sep 2017.

- [33] Jynoh and jmlee, "Computational Thinking Assessment in SW Education Using Robot: Focused on Test, Bebras Challenge and Self-Report Questionnaire," THE KOREAN SOCIETY FOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY, Vol. 34, No. 3, pp. 849-876, Sep 2018.
- [34] Jmlee, hkpark, and hschoi, "Effects of SW Education Using Robots on Computational Thinking, Creativity, Academic Interest and Collaborative Skill," Journal of the Korean Association of information Education, Vol. 22, No. 1, pp. 9-21, Mar 2018.

Authors



Seong-Won Kim received the B.S. degree in Computer Education from Korea National University of Education, Korea in 2013. He received the M.S. degree in Biology Education from Seoul National University in 2015. Mr. Kim is currently a doctoral course student in the Department of Computer Education, Korea National University of Education. He is interested in informatics education, robot programming education, STEAM education, and TPACK.



Hyeran Park received the B.S. degree in Computer Education from Korea National University of Education, Korea in 2012. She received the M.S. degree in Informatics Gifted Education from Korea National University of Education in 2018.

She is currently a teacher at Maeyeoul Elementary School. She is interested in informatics gifted education, robot programming education



Youngjun Lee received the B.S. degree in Computer Science from Korea University, Korea, in 1988. He received the Ph.D. degree in Computer Science from the University of Minnesota, Minneapolis, in 1994. He is currently a Professor in the

Department of Computer Education, Korea National University of Education. His research interests include intelligent system, learning science, informatics education, technology & engineering education.