

초등학생을 위한 로봇 활용 파이썬 학습 모형 개발

박대륜 · 유인환

대구교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

초등학생을 대상으로 하는 소프트웨어 교육의 도구는 블록형 교육용 프로그래밍 언어(EPL)가 주로 사용되고 있다. 블록형 EPL은 SW 교육의 입문 도구로써 장점이 많지만 확장성에서는 한계를 가지고 있다. 본 연구에서는 실제 산업 현장에서도 활발하게 사용하고 있는 텍스트 기반의 프로그래밍 언어인 파이썬을 활용한 SW 교육의 접근 방안을 모색하였다. 파이썬을 활용한 학습 프로그램과 모형을 개발하고 초등학교 6학년 학생을 대상으로 10차시를 적용하였다. 그 결과 로봇 활용 파이썬 학습 모형을 적용한 학생들의 컴퓨팅 사고력 향상에 유의미한 효과가 있었으며 초등학생을 대상으로 텍스트 기반 프로그래밍 언어의 적용 가능성을 확인할 수 있었다.

키워드 : 파이썬, 로봇 프로그래밍, 소프트웨어 교육, 학습 모형, 컴퓨팅 사고력

Development of Python Instructional Model Using Robot for Elementary Students

DaeRyoon Park · InHwan Yoo

Daegu National University of Education

ABSTRACT

The Code Block Based Educational Programming Language(EPL) is the mainstream tool for software education for elementary students. However, Code Block Based EPL has limitations in scalability, even though there are many advantages as an introductory tool for software education. In this study, we searched the approach of SW education using Python, which is a text-based programming language actively used in real industrial field. We developed a learning program and model using Python and applied it to the sixth grade elementary school students for 10 hours. As a result, we found that the robot-based Python learning model had a significant effect on improving students' thinking skills and confirmed the applicability of text-based programming language to elementary school students.

Keywords : Python, Robot Programming, Software Education, Instructional Model, Computational Thinking

본 논문은 박대륜 석사학위논문을 수정, 보완한 것임.

교신저자 : 유인환(대구교육대학교 컴퓨터교육과)

논문투고 : 2018-05-23

논문심사 : 2018-06-18

심사완료 : 2018-06-27

1. 서론

4차 산업 혁명 시대를 맞이하여 인공지능 및 빅데이터를 기반으로 산업의 패러다임이 바뀌어 가고 있다. 특히 그 중심에는 SW가 있다고 할 수 있다. 이에 따라 세계적으로 SW 역량을 높이기 위한 교육 방안에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있다.

이스라엘, 일본, 에스토니아, 인도 등 여러 국가에서는 교육과정을 재편성하여 필수 과정으로 이수하도록 하고 있다. 특히 영국은 5세부터 시작하는 국가 교육과정에 컴퓨팅 과정을 필수로 하여 경쟁력을 키우고 있다[4].

우리나라도 2015 개정 교육과정을 고시하며 2019학년도부터 초등학교 5,6학년 학생을 대상으로 SW 교육을 필수화했다. 교육과정 개정을 통하여 컴퓨팅 사고력을 가진 인재의 양성을 목적으로 하였다[11].

이에 따라 다양한 SW 교육 프로그램이 개발되고 있지만 대부분 엔트리나 스크래치와 같은 코드 블록 기반의 교육용 언어를 사용하는 것이 대부분이다. 하지만 영국의 컴퓨팅 교육과정(2013)에서는 초등학교 단계에 해당하는 KS2 단계에서는 학생들은 프로그래밍 언어의 종류와 상관없이 프로그래밍 언어를 사용하여 프로그래밍 구조를 학습하고 KS3 단계에서는 적어도 2개의 프로그래밍 언어를 다룰 수 있어야 하며 그 중 적어도 한 개는 텍스트 기반의 프로그래밍 언어이어야 한다고 명시하였다[12].

본 연구는 이와 같은 세계적인 흐름을 반영하여 텍스트 기반 언어인 파이썬을 활용한 학습 프로그램과 모형을 개발하고 그 효과를 알아보고자 한다.

다만, 본 연구는 특정 학년의 소수의 인원을 대상으로 실험을 실시하기 때문에 연구의 결과를 일반화 하는데 한계가 있다. 또한 본 연구에서는 실험집단과 통제집단을 나누어 실험한 것이 아니라 하나의 집단에서 사전, 사후 검사를 실시하였기 때문에 연구의 결과를 그대로 받아들이는 것은 제한해야 한다.

2. 관련 연구

2.1 컴퓨팅 사고력

SW 교육의 핵심은 컴퓨팅 사고력(Computational

Thinking)을 기반으로 문제를 해결할 수 있는 사고력을 기르는 것이다. 컴퓨팅 사고력을 모든 학문 영역의 문제 해결을 위한 기초적인 사고 능력이며, 실생활과 관련된 복잡한 문제를 해결하기에 가장 적합한 인지 능력이다 [15].

연구에 따라 컴퓨팅 사고력은 다르게 정의될 수 있지만 그 중에서 Wing(2006)은 컴퓨팅 사고력을 학생들이 3R(읽기, 쓰기, 말하기)와 더불어 필수로 익혀야 하는 능력이라고 하였으며 ‘컴퓨팅의 핵심 개념을 기반으로 문제 해결, 시스템 디자인, 인간의 행동 양식을 이해하려는 접근방법’ 이라고 정의하였다[14]. 또한 CSTA(Computer Science Teachers Association)와 ISTE(International Society for Technology in Education)에서는 컴퓨팅 사고력의 하위 요소를 다음 <Table 1>과 같이 제시하였다[7].

<Table 1> Elements of Computational Thinking

Component	Definition
Data Collection	The process of gathering appropriate information
Data Analysis	Making sense of data, finding patterns, and drawing conclusions
Data Representation	Depicting and organizing data in appropriate graphs, charts, words, or images
Problem Decomposition	Breaking down tasks into smaller, manageable parts
Abstraction	Reducing complexity to define main idea
Algorithms & Procedures	Series of ordered steps taken to solve a problem or achieve some end
Automation	Having computers or machines do repetitive or tedious tasks
Simulation	Representation or model of a process. Simulation also involves running experiments using models
Parallelization	Organize resources to simultaneously carry out tasks to reach a common goal.

2.2 파이썬

파이썬은 C언어를 기반으로 네덜란드 개발자인 귀도 반 로섬(Guido Van Rossum)이 개발한 프로그래밍 언어이다. 파이썬은 대화형 언어로 사용자가 만든 프로그램을 바로 실행하여 결과를 확인할 수 있다. 쉽고 간단

한 문법을 가지고 있어서 처음 프로그래밍을 접하는 사람도 쉽게 배울 수 있다. 또한 내장 함수 외에도 풍부한 라이브러리를 제공하여 초급 사용자부터 고급 사용자까지 사용할 수 있다.

이와 같은 이유로 미국 전기, 전자공학기술협회인 IEEE(2017)에서 2017년 7월에 발표한 컴퓨터 프로그래밍 언어 인기 순위에 따르면 (Fig. 1)과 같이 파이썬은 타 언어를 제치고 가장 많은 사용자의 선택을 받은 것을 확인할 수 있다[5].

Language Rank	Types	Spectrum Ranking
1. Python		100.0
2. C		99.7
3. Java		99.4
4. C++		97.2
5. C#		88.6
6. R		88.2
7. JavaScript		85.4
8. PHP		81.1
9. Go		75.8
10. Swift		75.0

(Fig. 1) The Top Programming Languages of 2017

또한 김지혜(2015)에 따르면 교육용 프로그래밍 언어로써 파이썬이 가지는 장점은 다음과 같다[8].

첫째, 문법이 간단하여 학생들의 학습 부담을 덜 수 있다. 프로그래밍 학습에 있어서 학습자들이 어려워하는 것 중 하나가 문법 오류로 인한 프로그램 작동이 안 되는 것인데 파이썬은 이러한 문법 부담에서 벗어나 실제적인 학습이 가능하다.

둘째, 인터프리터 언어로 결과 확인이 즉각적이다. 다른 텍스트 기반 프로그래밍 언어인 C, JAVA 등은 컴파일 일을 거쳐야지만 작성한 프로그램을 확인 할 수 있는 반면 파이썬은 한 줄 한 줄 바로 결과 확인이 가능하여 디버깅에 유용하다.

셋째, 교육 과정의 연계에 효과적이다. 현재 초등학교 SW 교육에서 주로 사용하고 있는 스크래치나 엔트리라는 처음 프로그래밍을 시작하는 학생들의 흥미를 지속시키는 점에서는 좋다. 하지만 실제 고급형 프로그래밍 언어로 넘어갈 때 연계성이 부족하다는 단점이 있다. 파이썬은 이러한 프로그래밍 언어 간의 징검다리 역할을 할 수 있다.

넷째, 초등학교 고학년이 되면 피아제의 인지 발달 단계 중 형식적 조작기 단계에 이른다. 이 단계에서는 추상적 언어 기호를 사용하는 텍스트 기반 프로그래밍 언어를 사용하는 것이 인지 발달 단계에 부합하다고 할 수 있다.

2.3 교육용 로봇

SW 교육 프로그램의 효과를 향상시키기 위하여 다양한 로봇이 교육 현장에서 활용되고 있다. 관련 연구를 살펴보면 아래와 같다.

송기상(2003)은 교육용 로봇이란 제품 생산을 목적으로 하는 산업용 로봇과 달리 학생들의 문제해결력, 협동능력, 논리적 사고력, 컴퓨터 프로그래밍 등의 능력을 길러주기 위한 교육용 목적을 가진 로봇이라고 하였다 [10].

조혜경 외(2008)는 로봇 활용 교육은 학습 목표 달성을 위하여 로봇 제작보다 로봇을 활용하여 관련 내용을 체험하는 도구로써 사용하는 것이라고 하였다[3]. 이처럼 로봇 활용 SW 교육은 로봇에 대한 학습이 목적이 아니고 로봇을 도구적 매개로 사용하여 일상 생활의 다양하고 복잡한 문제들을 해결하는 과정에서 컴퓨팅 사고력을 기르는 것이라고 할 수 있다. 따라서 일반 산업용 로봇과 교육용 로봇의 구분이 필요하다.

학습 프로그램에서에서 활용하는 교육용 로봇의 종류를 구분하면 다음과 같이 조립형 로봇과 완성형 로봇 2가지로 나눌 수 있다. 완성형 로봇은 조립을 하는 과정을 생략하고 바로 교육에 활용하는 로봇이다. 모터, 스피커를 비롯한 조도 센서, 온도 센서, 근접 센서 등 다양한 센서를 이용하여 로봇 자체에 대한 학습보다 프로그래밍을 통한 제어에 대한 학습이 주로 이루어지는 것이 특징이다. 반면 조립형 로봇은 센서 및 외형을 학습자가 원하는 방향으로 디자인하여 조립할 수 있도록 처음부터 부품이 나누어져 있는 로봇이다. 조립형 로봇은 조립에 대한 학습 시간을 따로 할애하여 교육과정을 구성할 필요가 있다. 대표적인 조립형 로봇으로는 Lego Mindstorm EV3가 있다.

이러한 조립형 로봇과 완성형 로봇의 사용에 대해서 박영숙, 서혜진(2012)은 로봇을 조립하는 과정에서 학습자에게 부담을 주어 오히려 학습 효과를 떨어뜨릴 수

있다고 하였다[17]. 이와 같이 교육용 로봇을 학습을 도구적 목적에서 벗어나 로봇을 다루는데 시간을 할애하게 되면 학습의 효과 측면에서 부정적인 결과를 얻을 수 있다. 따라서 여러 연구자들의 의견을 종합해본 결과 로봇 자체에 대한 학습이 아니라면 완성형 로봇으로 로봇 활용 SW 교육을 하는 것이 바람직하다고 할 수 있으므로 본 연구에서는 완성형 로봇을 활용한 학습 모형을 구안하고자 한다.

2.4 로봇 활용 SW 교육

서영민(2013)은 로봇을 교육에서 활용할 때 가장 큰 가치로 프로그래밍 활동을 통해 논리·비판적 사고력, 문제해결력, 창의성을 키울 수 있다고 하였다. 특히 5, 6학년 학생들에게 반복, 선택의 개념을 포함한 로봇 제어를 통하여 실생활의 문제를 해결하는 활동을 할 수 있다고 하였다[16].

노지예(2017)는 로봇 활용 SW교육이 학생들의 컴퓨팅사고력, 창의성, 몰입을 향상시키는 것으로 나타났으며, 초등학생들의 고등사고력 신장에 유용하다고 보고하였다[9].

유인환(2013)은 프로그래밍에서 로봇의 활용은 명확한 목표 제시로 학습자들에게 사전에 정확히 무엇을 할지 인지시켜 행동의 집중을 유도할 수 있고, 프로그래밍의 결과가 로봇의 동작으로 구현됨으로써 즉각적인 피드백 제공이 용이하다고 하였다[5].

또한 이신(2017)은 교육용 로봇을 활용한 SW 교육이 학생들의 SW 교육에 대한 인식 및 태도에 긍정적인 영향을 미쳤다고 하였다[13].

이와 같은 로봇 활용 SW 교육의 효과성과 더불어 김철(2017)은 초등학교 로봇컴퓨팅교육을 위한 교육내용 체계의 성취기준을 다음과 같이 제시하였다[2].

첫째, 활동 단계에 따라 1단계는 로봇 이해, 2단계는 로봇 체험, 3단계는 로봇 구동 제어 및 센서 체험, 4단계는 센서 제어와 작품 창작, 마지막 5단계는 생활 프로젝트로 내용 체계를 구성하였다.

둘째, 학습 단계에 관한 설문 결과 로봇 체험과 로봇 구동, 센서 체험 분야는 초등학교 5~6학년이 가장 적절하다는 응답이 많았다.

셋째, 문제해결을 위한 컴퓨팅 사고력 향상을 위하여

컴퓨팅 사고력 영역의 하위요소를 개념 이해 부분의 핵심개념 요소들과 연계하여 문제분석과 자료분석, 추상화, 자동화, 일반화 단계로 내용체계를 구성하였다.

본 연구에서는 이상에서 살펴본 연구를 바탕으로 로봇 활용 SW 교육을 효과적으로 학생들이 학습하기 위하여 실생활 관련 문제를 컴퓨팅 사고력 하위 요소와 연결하여 교육 모형 개발을 하고자 한다. 또한 학습자의 로봇 활용 SW 교육의 이점을 살리기 위하여 로봇의 구동과 센서 제어를 통하여 문제 해결을 하는 과정을 학생들이 체험할 수 있도록 교육 모형을 개발하고자 한다.

3. 교육 모형 개발

3.1 개발 방향

텍스트 기반 프로그래밍 언어를 사용하는 학습 프로그램에서 우선적으로 고려해야하는 것은 학습자들의 인지적 부담의 해소 문제이다. 학습이 이루어지는 동안 학습자는 파이썬 언어의 문법 학습에 치중하기 보다는 문제를 해결하는 과정과 방법의 경험이 보다 중요하다. 따라서 본 연구는 로봇 활용 파이썬 학습 모형의 개발 방향을 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 파이썬의 문법 학습보다 파이썬을 활용한 실생활 기반의 문제 해결 과정을 체험할 수 있도록 수업 모형을 개발한다.

둘째, 파이썬 프로그램을 구현할 때 로봇을 활용하여 프로그램의 결과를 직접 확인하여 프로그램의 공유 및 디버깅이 쉽도록 개발한다.

셋째, 학습 활동이 이루어지는 동안 개별적인 프로그램 구현과 공유를 통한 협력 학습을 통하여 학습 프로그램의 효과를 높일 수 있도록 수업 모형을 개발한다.

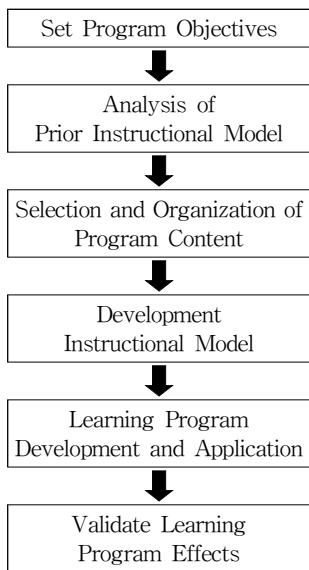
넷째, 텍스트 기반 언어인 파이썬의 학습 부담을 경감시키기 위하여 프로그램 구현에 앞서 알고리즘을 작성할 때 도움을 줄 수 있는 보조 자료를 활용하는 단계를 모형에 넣는다.

다섯째, 학습이 진행되면서 기존에 만든 프로그램에 새로운 프로그램을 덧붙여 나가는 형태로 학습 프로그램을 조직하여 점진적으로 내용이 깊이를 더할 수 있는 모형을 개발한다.

3.2 개발 절차

프로그램 개발 방향에 따라 <Table 2>와 같은 절차로 프로그램을 개발하였다.

<Table 2> Development Procedure of Python Instructional Model Using Robot



첫째, 학습자가 학습을 통해 도달해야 하는 로봇 활용 파이썬 학습 프로그램의 목표를 설정한다.

둘째, 선행 프로그래밍 학습 모형을 분석한다.

셋째, 파이썬 학습 내용 및 교육용 로봇을 선정 및 계열성을 고려하여 조직한다.

넷째, 선행 프로그래밍 모형 분석 결과와 프로그램 내용 분석 결과를 바탕으로 로봇 활용 파이썬 학습 모형을 개발한다.

다섯째, 수업 모형에 따라 학습에 적용할 프로그램을 개발 및 적용한다.

여섯째, 학습 프로그램 적용 후 학생 설문 및 검사지를 통하여 효과성을 검증한다.

3.3 학습활동 설계

본 연구에서는 학생들이 로봇 활용 파이썬 학습 모형

을 통하여 실생활 기반의 복잡한 문제 해결을 경험하며 컴퓨팅 사고력 향상이 이루어질 수 있도록 설계하였다. 이에 따른 대주제와 소주제 학습 활동을 설정하여 유기적인 학습이 이루어지도록 구성하였다. 하위 학습활동에서부터 최상위 학습활동에 도달하는 과정을 거치며 컴퓨팅 사고력 향상이 이루어질 수 있도록 하였다. 각 단계별 활동은 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Python Learning Activity Using Robot

Learning Objective	Improve computational thinking through real-life based and complex problem			
Major Subject	Create a self-driving car program			
Minor Subject	Driving program	Loop drive program	Creating a safety system	Making self-driving car program
	Driving program By command	Develop a loop driving program	Create safety system using sensor	Create individual programs
Python Programming	Learning python variable, sequence structure	Learning python loop structure (for, while)	Learning python Select structure (if-elif-else)	Create python program

3.4 모형의 개발

파이썬은 영문 타이핑 과정을 통해 코드를 작성하므로 초등학생들은 대·소문자 오기, 세미콜론(;) 미입력 등의 문법에 대한 오류로 인하여 학습 시간을 소비할 가능성이 있다. 이와 같은 예상되는 문제점을 해결하기 위하여 한국교육학술정보원에서 개발한 디자인중심모형(NDIS)을 참고하여 초등학생이 파이썬을 학습하기에 적합한 NDCIS 모형을 개발하였다.

디자인중심모형은 스탠포드 대학교의 D-school에서 제시한 디자인 사고과정을 따른다. 디자인 사고과정은 제품 개발이 아닌 인간의 삶을 개선하기 위하여 인류의 안전과 요구에 부합하는 창의적 설계를 하는 과정이다.

디자인중심모델은 요구분석, 디자인, 구현, 공유의 4단계로 이루어진다.

본 연구에서는 학습자가 단순히 프로그래밍 기능 숙달에 목표를 두는 것이 아닌 실질적인 문제 해결 과정을 체험할 수 하였다. 이를 위하여 기존의 NDIS 모형에 학습자들이 실제 프로그램을 구현하기 전 파이썬 명령어가 적힌 카드를 배치하며 알고리즘을 학습하는 파이썬 카드 알고리즘 단계를 추가하여 NDCIS 모형을 개발하였다. 구체적인 내용은 <Table 5>와 같다.

<Table 5> NDCIS Instructional Model

Step	Detailed Step	Step description
Needs	Understanding problems	○Real-life based problem presentation
	Demand analysis	○Find solutions to problems
Design	Creative design	○Describe the program procedure ○Expected program for Robot
Card algorithm	Python card algorithm	○Expressing with python card algorithm
Implementation	Program development	○Python programming
	Program implementation	○Implementing programs with robots
Share	Sharing programs	○Modifying a program through sharing
	Feedback and modification	

4. 모형의 적용과 평가

4.1 연구 대상 선정

본 연구는 S초등학교에 6학년 학생 27명을 대상으로 2017년 9월부터 10월까지 총 10차시 분량으로 로봇 활용 파이썬 학습 프로그램을 적용하였다.

4.2 모형의 적용

수업에서 사용한 파이썬은 3.6버전을 사용하였으며

파이썬 IDLE을 사용하여 프로그램을 작성하였다. 학습자들은 문제를 해결하기 위하여 파이썬 카드 알고리즘을 통해 문제 해결 알고리즘을 구성하고 실제 프로그램을 제작하는 형태로 진행하였다.

파이썬 카드 알고리즘은 텍스트 기반 프로그래밍 언어에 익숙하지 않은 학습자를 위한 학습 모형 단계이다. 실제 프로그램 제작에 앞서서 주로 사용하는 햄스터 파이썬 메서드가 적힌 실물 카드를 배치를 해 보면서 알고리즘을 구현하여 잘못된 입력에서 오는 오류를 줄여 주고 학습자의 부담을 줄이도록 하였다.

또한 학습자가 실제 입력해야 하는 객체명이나 변수명, 인수 등은 빈 칸으로 두어서 학습자들이 직접 사고 과정을 거치며 알고리즘을 작성할 수 있도록 하였다. 파이썬 알고리즘 카드의 예시는 (Fig. 2)와 같다.

```

from roboid import *
robot = Hamster()
for i in range(0, 4):
    robot.board_forward()
    robot.board_forward()
    robot.board_left()
    
```

(Fig. 2) Example of Python Card Algorithm

구현한 프로그램은 교육용 로봇인 ‘햄스터’를 사용하여 실행하였고 클라우드 공유 프로그램 Padlet을 활용하여 공유 및 피드백이 이루어졌다. 모형을 적용한 세부 수업 내용은 <Table 6>과 같다.

<Table 6> Contents of Python Learning Program

Step	Major subject	Minor subject	contents
1	Create a self-driving car program	A driving program	○Python basic learning ○Understanding hamster Robot
2			○Learning python variables ○Develop forward and backward program using motors
3			○Learning python logical, arithmetic operator ○Using the right, left motors

Step	Major subject	Minor subject	contents
4		Develop a loop driving Program	○Learning python loop Structure
5			○Develop loop driving program using 'while' structure
6		Create safety system using sensor	○Learning python select Structure
7			○Creating object avoidance program using 'if' structure
8			○Creating auto-lighting system using 'if' structure
9		Create individual programs	○Planning a self-driving car system
10			○Sharing ideas for self-driving car systems

4.2.1 주행 프로그램 만들기

첫 번째 소주제는 '명령에 따라 주행하는 주행 프로그램 만들기'이다. 학습자들이 목적지까지 명령대로 움직이는 주행 프로그램을 만들기 위하여 파이썬의 기초 학습과 햄스터 로봇의 구조를 이해하여 순차 구조의 프로그램을 만드는 것이 핵심 활동이다.

프로그래밍에서 변수의 개념을 이해하고 속도 및 말판을 이동하는 횟수에 대한 변수를 만들어 상, 하, 좌, 우로 이동하는 프로그램을 만들어 보는 활동으로 진행한다. 파이썬 카드 알고리즘 단계를 통해 변수-메서드의 순서로 카드를 놓아 순차 구조에 대한 학습 역시 이루어진다.

요구 분석 단계에서는 학습자들이 모터 제어의 필요성을 인식한다. 디자인 단계에서는 목적지까지 도착하기 위한 해결 방법을 고안한다. 카드 알고리즘 단계에서는 말판 앞으로 한 칸 이동하기 블록을 차례대로 놓아서 도착까지의 알고리즘을 설계한다. 구현 단계에서는 실제로 도착까지 움직이는 프로그램을 작성한다. 공유 단계에서는 순차 구조 명령 프로그램을 모듈원과 공유하여 수정 및 보완 단계를 거친다.

4.2.2 반복 주행 프로그램 만들기

두 번째 소주제인 '반복 주행 프로그램 만들기' 단계

에서는 파이썬의 반복 구조를 학습하여 중복되는 움직임을 찾아 반복 구조로 구현하는 학습이 이루어진다. 이를 위하여 파이썬의 for 구조와 while 구조의 차이점을 알고 파이썬 카드 알고리즘 단계를 통하여 파이썬에서 반복 구조의 표현 방법을 학습한다.

요구 분석 단계에서는 반복되는 명령어를 간단히 나타내었을 때의 편리함을 알도록 한다. 디자인 단계에서는 실제 이동 경로에서 반복되는 부분을 파악하고 움직임을 간단히 나타내도록 한다. 카드 알고리즘 단계에서는 for와 while 반복 구조 카드를 사용하여 차이점을 인식한다. 구현 단계에서는 파이썬에서 for와 while을 사용하여 프로그램을 제작한다. 공유 단계에서는 모듈원과 비교하여 더 효율적인 반복 구조를 공유하고 보완을 한다.

4.2.3 안전 장치 시스템 만들기

세 번째 소주제에서는 '안전 장치 시스템 만들기'를 진행한다. 이 단계에서는 햄스터 로봇의 센서값을 측정 및 파이썬의 선택 구조를 사용하여 장애물 및 주변 빛의 양에 따라 작동을 달리하는 프로그램을 만든다. 파이썬의 선택 구조인 if-elif-else를 사용하여 센서값에 따라 명령을 달리하는 방법을 학습한다.

요구 분석 단계에서는 위험 정보를 센서를 통하여 숫자의 형태로 받아들인다는 것을 학습한다. 디자인 단계에서는 각 위험 상태를 해결할 수 있는 안전 장치를 고안한다. 카드 알고리즘 단계에서는 proximity(), light() 등의 센서와 관련된 명령어를 직접 놓아 알고리즘을 설계한다. 구현 단계에서는 조건문을 사용하여 다양한 상황에서의 안전 장치 프로그램을 제작한다. 공유 단계에서는 모듈원과 비교하여 더욱 안전한 프로그램을 만들기 위한 아이디어를 공유 및 보완한다.

4.3 모형 적용 결과

4.3.1 검사도구 선정

로봇 활용 파이썬 학습 모형의 효과성을 검증하고자 학습자의 컴퓨팅 사고력의 향상 정도를 측정하였다. 아

직 컴퓨팅 사고력을 측정하는데 표준화된 검사 도구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 컴퓨팅 사고력을 측정하기 위한 도구로 김병수(2014)의 계산적 인지력 검사도구를 본 연구에 알맞게 수정하여 사용하였다[1]. 계산적 인지력 검사도구의 항목 중 본 학습 모형 및 프로그램에서 다루지 않는 객체, 함수, 재귀와 관련된 내용을 제외하여 효과성을 검증하였다.

4.3.2 검사결과 분석

위의 내용을 종합하여 학습 프로그램의 시작과 종료에 맞추어 총 본 연구에 적합한 계산적 인지력 검사 도구 10문항으로 ‘대응표본 t-검정’을 사용하였다. 사전검사는 계산적 인지력 검사도구A를 사용하였고 사후검사는 계산적 인지력 검사도구B를 사용하였다. 검사를 실시한 후의 값을 비교 및 분석한 결과는 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Result of t-Test

Test	N	Avg	SD	t	p
Pre	27	4.26	1.403	-3.082	.005
Post	27	5.52	1.968		

검사를 한 결과 사전검사의 평균은 4.26, 사후검사는 5.52의 값을 얻을 수 있었다. 또한 유의확률(p)의 값은 0.005를 나타냈다. 이를 분석해보면 사전검사보다 사후검사에서 평균값이 1.26 증가한 것을 볼 수 있고 유의확률은 .05보다 낮음을 확인할 수 있다. 따라서 학습 모형의 적용 후 계산적 인지력의 유의미한 증가가 있다고 해석할 수 있다.

이를 종합해보면 본 연구에서 개발한 로봇 활용 파이썬 학습 모형은 초등학교 학습자들의 계산적 인지력의 향상에 통계적으로 유의미한 효과를 가진다고 할 수 있다. 하지만 본 연구에서는 컴퓨팅 사고력의 하위 요소별 향상 정도에 대한 분석은 이루어지지 않았다. 따라서 초등학생을 위한 텍스트 기반 프로그래밍 학습 연구와 관련된 후속 연구에서는 전문가 평가 및 컴퓨팅 사고력의 하위 요소에 대한 세부적인 평가가 이루어져야 할 것이다.

5. 결론

4차 산업 혁명 시대를 맞이하며 교육에 대한 패러다임 또한 급속도로 바뀌고 있다. 세계 각국에서는 SW 교육을 전면적으로 실시하고 있으며 우리나라도 이와 같은 추세에 맞추어 다양한 방법의 SW 교육 모형이 연구되고 있다.

본 연구의 목적은 파이썬과 로봇을 통하여 초등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력을 향상시키기 위하여 현재 대부분 이루어지고 있는 엔트리, 스크래치 등의 코드 블록 기반의 학습 프로그램의 일변도에서 벗어나 텍스트 기반 언어인 파이썬을 활용한 프로그램 학습 프로그램을 효과적으로 적용하기 위하여 학습 모형을 개발하고 그 효과를 알아보는 것이다.

이를 위하여 우선 파이썬과 관련된 선행연구를 살펴 보았으며, 파이썬 학습 프로그램을 효과를 높이기 위하여 로봇을 활용하기 위해 로봇 프로그래밍과 관련된 연구를 분석하였다. 이를 바탕으로 10차시 분량의 로봇 활용 학습 프로그램을 개발하였다.

학습 프로그램은 텍스트 기반 프로그래밍 언어에서 오는 인지적 부담감을 줄이기 위하여 문법 학습 위주가 아닌 문제 해결을 통하여 자연스럽게 파이썬을 익힐 수 있도록 구성하였다. 또한 파이썬 프로그램의 구현을 로봇을 통하여 학습자들의 흥미를 높이고 학습 효율성을 높이고자 하였다. 한편, 파이썬에 익숙하지 않은 학생들을 위하여 파이썬 카드 알고리즘 단계를 제안하였는데, 프로그래밍을 하기 전에 프로그램 구조를 카드로 구성하는 것이다.

적용 결과 본 연구에서 개발한 로봇 활용 파이썬 학습 모형과 프로그램은 컴퓨팅 사고력을 향상시키는데 기여함을 알 수 있었다. 문제를 해결하기 위하여 문제를 분석하고 이를 파이썬 알고리즘으로 나타내며 로봇으로 구현하는 과정에서 학생들의 컴퓨팅 사고력이 향상되는 것을 확인할 수 있다.

또한 학생들의 설문 및 검사도구를 통한 학습 프로그램의 효과성을 종합해보면 기존의 엔트리, 스크래치 기반의 학습 프로그램에 더불어 텍스트 기반 프로그래밍 수업 역시 SW 교육의 하나의 대안으로서의 가능성을 찾아볼 수 있었다.

참고문헌

- [1] Byeong-su Kim(2014). Programming Education Program based on PPS to Improve Computational Thinking Ability. Graduate School of Jeju National University.
- [2] Chul Kim(2017). A Study of the Achievement Criteria of Robot Computing Curriculum for Elementary School. *JOURNAL OF The Korean Association of information Education* 21(1). pp. 97-104.
- [3] Hye-Kyung Cho(2008). An Exploratory Study on the Use of Educational Robots for Enhancing Creativity. *Journal of institute of control robotics and systems* 2008(10). pp. 672-676.
- [4] Hyo-Min Park(2014). Global Software Education status and tool trends. KISA
- [5] IEEE(2017). Interactive: The Top Programming Languages 2017. <https://spectrum.ieee.org/static/interactive-the-top-programming-languages-2017>
- [6] In-Hwan Yoo(2013). The Effects on Flow at Using Robots of Introductory Programming Course. *JOURNAL OF The Korean Association of information Education* 17(3). pp. 329-337.
- [7] ISTE & CSTA(2011). Computational Thinking Leadership toolkit 1st edition.
- [8] Ji-Hye Kim(2015). Curriculum design of 'problem-solving methods and procedures' section in the informatics subject for enhancing computational thinking : based on Python programming language. The Graduate School of Yonsei University.
- [9] Ji-yae Noh(2017). The Effects of SW Education Using Robot. The Graduate School of Ewha Womans University
- [10] Ki-Sang Song(2003). Education Robot Trend. KISTI
- [11] Ministry of Education(2015). 2015 National curriculum
- [12] National curriculum in England: computing programmes of study(2013). [https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study](https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study)
- [13] Shin Lee(2017). A Comparative Study on Elementary Software Education Using Robots and EPL. Graduate School of Gwangju National University of Education
- [14] Wing, J. M. (2008). "Computational thinking and thinking about computing". *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. 366 July 2008. pp. 3717-3725.
- [15] Young-Jun Lee, Eun-Kyoung Lee(2008). The Nature and Perspective of Informatics Education. *The Journal of Korean association of computer education* 11(3). pp. 1-11.
- [16] Young-Min Seo(2010). A Subject Integration Robot Programming Instruction Model to Improve Elementary Information Gifted Students' Creativity. The Graduate School of Korea National University of Education.
- [17] Young-Sook Park, Hye-Jeon Suh(2012). The Effects Blended Robot Education Program on Learning Motivation and Immersion of Children. *The Journal of Korea elementary education* 23(4). pp. 121-140.

저자소개



박 대 룬

2010 대구교육대학교(교육학학사)
2018 대구교육대학교 교육대학원
초등컴퓨터교육전공(석사)
2016~현재 대구서재초등학교 교사
관심분야 : SW교육, 컴퓨터 교육
e-mail : ryuni0529@naver.com



유 인 환

2000 한국교원대학교 컴퓨터교육
과(교육학박사)
2000~현재 대구교육대학교 교수
관심분야 : 컴퓨터교육, SW교육,
로봇프로그래밍
e-mail : bluenull@dnue.ac.kr