

수행시간 중심의 파이썬 정렬 알고리즘 교육이 초등학생 논리적 사고력에 미치는 효과

양영훈* · 문우종** · 김종훈***

노형초등학교* · 보목초등학교** · 제주대학교***

요약

본 연구는 초등학생의 논리적 사고력 신장을 위한 교육 방법으로 수행시간 중심의 파이썬 정렬 알고리즘 교육 프로그램을 개발하여 적용한 후 그 효과를 검증하였다. 교육 프로그램은 현직 초등학교 교사 100명을 대상으로 실시한 사전 요구 분석 결과를 바탕으로 하여 개발하였다. 개발한 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위해 ○○대학교에서 실시한 초등학생 교육기부 프로그램의 지원자 표집에 의한 지원자 표본 25명을 대상으로 6일간 1일 7차시씩 42차시를 진행하였다. 한국교육개발원에서 개발한 '논리적 사고 검사(GALT)'를 활용하여 사전·사후 검사 결과를 통해 교육적 효과를 분석하였으며, 분석 결과 수행시간 중심의 파이썬 정렬 알고리즘교육이 초등학생의 논리적 사고력 향상에 효과적인 것으로 나타났다.

키워드 : 파이썬, 알고리즘 수행시간, 정렬 알고리즘, SW교육, 논리적 사고력

Effect of Execution Time-oriented Python Sort Algorithm Training on Logical Thinking Ability of Elementary School Students

Yeonghoon Yang* · Woojong Moon** · Jonghoon Kim***

Nohyung Elementary School* · Bomok Elementary School** · Jeju National University***

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a Python sorting algorithm training program based on execution time as an educational method for enhancing the logical thinking power of elementary students and then to verify the effect. The education program was developed based on the results of the pre-demand analysis conducted on 100 elementary school teachers. In order to verify the effectiveness of the developed educational program, I taught 25 students of the volunteer sample of the elementary school education donation program conducted at ○○ University conducted 42 hours, 7 days. The results of the pre-test and post-test were analyzed using the 'Group Assessment of Logical Thinking(GALT)' developed by the Korea Educational Development Institute. The results showed that the Python sorting algorithm training centered on execution time was effective in improving the logical thinking ability of elementary school students.

Keywords : Python, Algorithm Execution time, sort algorithm, SW education, logical ability

교신저자: 김종훈, 제주대학교 초등컴퓨터교육전공

논문투고 : 2018-11-13

논문심사 : 2018-12-21

심사완료 : 2019-03-25

1. 서론

2016년 3월 인공지능(AI) 알파고(AlphaGo)와 이세돌 9단의 바둑 대국인 소위 ‘알파고 쇼크’ 이후, 전 세계적으로 인공지능에 대한 관심이 높아지고 있다. 알파고 이후 페이스북, 아마존, 마이크로소프트, 애플, IBM 등 세계적 IT기업들이 앞다퉀 저마다의 인공지능 기술을 내놓기 시작하였으며, 전문가들의 용어라고 여겨졌던 인공지능이 점차 일상적인 용어로 자리 잡고 있다. 이런 인공지능의 발달로 인해 제4차 세계경제포럼(다보스포럼)은 ‘4차 산업혁명에 따른 미래 일자리 변화 전망’ 보고서에서 2020년까지 세계적으로 사무직 관련 일자리 717만개가 사라지고, 컴퓨터 분야 일자리 210만개가 생겨날 것으로 전망하였다[13][19].

4차 산업혁명이 화두가 되며 미래사회에 대비한 교육이 어떻게 이루어져야 하는지에 대한 논의도 활발하게 제시되고 있다. 2017년 국제미래학회에서 발간한 제4차 산업혁명 시대 대한민국 미래보고서에 따르면 첨단 기술의 사용화에 대비하여 다양성, 창의성, 유연성을 강화하는 방향으로 교육의 방향을 변화시켜야 한다. 이에 새롭게 교육과정에 반영되는 코딩(coding) 교육은 코딩을 담당하는 코더(coder)를 양성하는 목적이 아니라, 사고할 수 있는 역량인 컴퓨팅 사고력(Computational thinking)을 길러주는 것이 목적이 되어야 할 것이다[5].

우리나라도 4차 산업혁명의 흐름에 따라 2015 개정 교육과정에 소프트웨어교육을 도입하였고, 초등학교에서는 2019년부터 5, 6학년년을 대상으로 실과 교과에서 소프트웨어교육이 실시될 예정이다. 현재는 2015 개정 교육과정이 적용되기 전까지 SW교육과정을 운영하기 위한 안내서로 SW 교육지침을 개발하여 배포하였으며, 컴퓨팅 사고력을 가진 창의·융합 인재를 추구하고 있다[15].

그러나 학생들에게 실시되고 있는 소프트웨어 교육은 대다수가 블록형 프로그래밍 언어를 사용하는 데 그치고 있다. 블록형 프로그래밍 언어는 이해와 생산에 있어 다루기가 쉽기 때문이다[14]. 실제로 제주도내 5~6학년 초등교사 100명을 대상으로 한 설문조사 결과, 학생 대상 SW교육(코딩교육)에서 주로 활용하는 방법/도구는 블록형 프로그래밍언어(EPL)가 52.2%, 언플러그드가 34.3%, 피지컬 컴퓨팅 도구가 13.4%를 차지하였으며 텍스트 프로그래밍 언어(파이썬, C, 자바 등)를 사용하는

경우는 0%에 불과하였다.

블록형 프로그래밍 언어는 간단하고 조작성이 쉽지만 다른 프로그래밍 언어와 비교하면 사용할 수 있는 기능이 한정되어 있다. 이에 반해 텍스트 프로그래밍 언어는 블록형 프로그래밍 언어에 비해 정보과학적 사고능력 향상에 도움이 된다는 연구 결과가 있다[2].

이에 본 연구에서는 초등학교의 논리적 사고력 향상을 위한 텍스트 프로그래밍 언어 중 파이썬을 활용한 수행시간 중심의 정렬 알고리즘 교육 프로그램을 개발하여 적용하였다. 개발한 교육 프로그램은 사전 요구분석을 통해 주제 및 교육내용을 선정하였으며 초등학교 4~6학년 학생들 중 지원자표본(volunteer sample) 25명의 학생을 대상으로 투입하였다. 교육 프로그램 실시 후 논리적 사고력 검사 도구로 GALT(Group Assessment of Logical Thinking)를 사용하여 향상 정도를 평가하였다.

2. 이론적 배경

2.1 파이썬(Python)

파이썬(Python)은 1991년 네덜란드 프로그래머인 귀도 반 로섬(Guido van Rossum)이 발표한 고급 프로그래밍 언어로, 플랫폼 독립적이며 인터프리터식, 객체지향적, 동적 타이핑(dynamically typed) 대화형 언어이다[28].

최근 들어 파이썬은 실무와 교육 양쪽 모두에서 큰 각광을 받고 있다. 2014년 국제멀티미디어 학술대회인 ACM에서 진행된 조사에 따르면 파이썬은 미국 내 일류대학에서 프로그래밍 입문 교육에 가장 많이 사용되고 있는 언어이다[26]. 또한 2016년 코드경진대회 서비스를 제공하는 코드이벨은 회원들의 사용 통계에 기반해서 파이썬을 ‘프로그래밍 인기 순위 1위’로 뽑기도 하였으며, 프로그래밍 언어 순위를 나타내는 TIOBE에서는 ‘C++’을 제치고 2018년 9월 3일까지 부상하기도 하였다[25][27].

파이썬은 본래 교육 목적으로 개발된 언어는 아니지만 구문이 간결하여 이해하기 쉽고 프로그래밍의 원리를 익힐 수 있으며, 시각적으로 학습 결과를 확인할 수 있는 등 교육용 프로그래밍 언어로서 요구되는 특징과 부합되어 학생들에게 프로그래밍을 가르치기 좋은 도구이다[7][24]. 실제로 파이썬 입문 서적인 ‘Think Python’의 저자 앨런 다우니(Allen Downey)는 파이썬을 사용

한 프로그래밍 수업은 JAVA를 이용한 수업과 비교했을 때 “학생들이 덜 고생하고, 더 많이 배우고, 더 많은 프로젝트를 즐겁게 수행했다.”고 밝혔다[3].

우리나라에서도 SW교육이 활성화되며 파이썬을 적용한 프로그래밍 교육 방안, 로봇 활용 파이썬 학습 프로그래밍 개발, 파이썬을 활용한 실제적인 문제 해결 교육 등 점차 초등학생들을 대상으로 파이썬을 사용한 SW교육이 진행되고 있으며 긍정적인 결과들도 보고되고 있다[4][20][22].

2.2. 정렬 알고리즘(Sort Algorithm)

정렬(sort)이란 데이터를 일정한 규칙에 따라 재배열하는 것을 의미한다. 데이터의 크기가 작은 수부터 큰 수의 순으로 나열하는 것을 오름차순(ascending order), 큰 수부터 작은 수의 순으로 나열하는 것을 내림차순(descending order)이라고 한다. 정렬을 수행하는 알고리즘은 다양한데, 가장 대표적인 것으로 선택 정렬, 삽입 정렬, 버블 정렬이 있다. 선택 정렬(selection sort)은 정렬되지 않은 데이터들에 대해 가장 작은 데이터를 찾아 가장 앞의 데이터와 교환해나가는 방식으로 일상생활에서 가장 많이 사용되는 정렬이다. 삽입 정렬(insertion sort)은 아직 정렬되지 않은 임의의 데이터를 이미 정렬된 부분의 적절한 위치에 삽입해 가며 정렬하는 방식이다. 버블 정렬(bubble sort)은 거품 정렬이라고도 하는데, 서로 이웃한 데이터들을 비교하며 가장 큰 데이터를 가장 뒤로 보내며 정렬하는 방식으로 정렬 방법 중 가장 간단한 정렬 방법이다[10][17][21].

2.3 SW 교육

SW 교육은 컴퓨터 과학(computer science)의 이론적 기초를 바탕으로 주어진 문제를 창의적으로 해결하는 것을 의미하며, 학습자는 SW 교육을 통해 자신이 원하는 것을 상상하여 프로젝트를 창작하고 타인과 아이디어를 공유하는 과정을 통해 창의성을 신장시킬 수 있다[12].

우리나라에서도 2015 개정 교육과정의 역량 중 하나인 지식정보처리 역량을 신장시킬 수 있도록, 중학교에서는 2018년부터 SW 교육이 의무화되며, 초등학교에서도 2019년부터 5-6학년 학생들이 SW교육을 필수적으

로 이수하도록 개정되었다[15].

초·중등학교에서 이루어지는 SW교육은 프로그램 개발 역량보다는 정보윤리의식과 태도를 바탕으로 실생활의 문제를 컴퓨팅 사고로 해결할 수 있도록 하는 것에 역점을 둔다. 또한 SW교육은 지식 위주의 교육보다는 수행 위주의 교육을 통하여 디지털 사회의 필수적 요소인 컴퓨팅 사고력의 의미와 중요성을 학습자 스스로 인식하고 그 가치를 확인할 수 있도록 교육 방법을 설계한다. SW교육을 통하여 ‘컴퓨팅 사고력을 가진 창의·융합인재’를 기르는 것을 목표로 하고 있으며, 초등학교에서는 체험과 활동을 중심으로 건전한 정보윤리의식을 바탕으로 알고리즘과 프로그래밍을 체험하여 실생활의 다양한 문제를 이해할 수 있도록 하는 것이 목표이다[16].

2.4 논리적 사고력

논리적 사고력은 연역적 추리와 귀납적 추리로 분류할 수 있으며, 이전에 비해 수준 높은 비판적 사고를 일컫는다. 피아제의 인지 발달 단계에 의하면 초등학교 고학년들은 형식적 조작기의 입문단계에 해당한다. 이 단계의 학습자들은 스스로 자신의 관심과 요구가 무엇인지 파악할 수 있으며, 주어진 문제를 해결하기 위해 필요한 정보를 찾고 선택하여 활용할 수 있도록 문제 해결력을 길러주어야 한다. 이는 형식적 조작기의 논리적 사고력 형성의 필요성을 말해주고 있다[6].

논리적 사고력은 논리적인 규칙에 따라 사고하는 능력으로서, 문제를 구체화하고 전후관계나 인과관계 등을 파악하여 문제를 분석하고 해결하는 능력이라고 정리할 수 있다[23].

2.5 알고리즘 수행시간

알고리즘 수행시간은 입력(input)에 따라 알고리즘이 실행되어 출력(output)되기까지 소요되는 시간을 의미한다. 알고리즘의 성능은 수행시간과 필요한 기억 장치의 양에 따라 평가할 수 있는데 대부분 수행 시간이 더 중요한 의미를 지닌다. 알고리즘 수행시간을 분석하여 계산한 결과를 시간 복잡도(Time Complexity)라고 하며, 알고리즘의 핵심이 되는 연산의 횟수를 세어 성능을 파악할 수 있다. 알고리즘 수행시간에 따라 알고리즘 내의

연산 횟수가 크게 달라지기 때문에 효율적인 문제 해결을 위해서는 알고리즘 수행시간에 초점을 두어야 한다. 본 연구에서는 수행시간을 중심으로 주어진 문제를 파이썬으로 해결하는 알고리즘 교육에 초점을 두었다[11].

2.6 선행연구 분석

임민영(2006)의 연구에서는 초등학교 컴퓨터교육에서 검색과 정렬 알고리즘의 학습 내용을 재구성해 지도해보고, 검색과 정렬 알고리즘을 초등학생들이 이해할 수 있는지 알아보았다. 그 결과 학습내용을 초등학생들의 수준에 알맞게 가르쳤을 경우 학생들은 충분히 이해할 수 있으며, 정의적인 부분 역시 많은 흥미를 느낀 것으로 나타났다. 검색과 정렬 알고리즘을 동시에 다루었기 때문에, 어떤 주제가 컴퓨터 학습에 효과적인가에 대한 연구가 더 필요함을 제안하였다[18]. 본 연구에서는 교사 대상 요구 분석 결과를 바탕으로 정렬 알고리즘을 주제로 초등학생들의 수준에 알맞은 SW 교재를 개발하여, 수행시간 중심의 파이썬 정렬 알고리즘 교육이 초등학생 논리적 사고력에 미치는 영향을 연구하였다.

박대륜(2018)의 연구에서는 초등학생을 위한 로봇 활용 파이썬 학습 프로그램을 개발하여 초등학교 6학년을 대상으로 적용하였다. 그 결과 로봇 활용 파이썬 학습 프로그램을 통해 컴퓨팅 사고력이 향상되었으며, 초등학교 학생들에게도 텍스트 기반 프로그래밍 언어를 사용한 학습 프로그램이 유의미함을 확인하였다[4]. 본 연구에서는 텍스트 기반 프로그래밍 언어인 파이썬을 활용한 학습 프로그램이 초등학생들에게 실제로 유의미한지, 컴퓨팅 사고력 이외에 논리적 사고력 향상에도 영향을 주는지 연구하였다.

배성중(2018)의 연구에서는 파이썬 프로그래밍을 통한 실제적인 문제 해결을 적용하였다. 연구 결과 프로그래밍의 기본 개념과 구조의 원리를 학습하는 데 성취도가 향상되었으며, 나아가 컴퓨팅 사고 능력을 향상시키는 데 도움이 된다고 하였다. 또한 문법에 대한 주입식 학습보다는 실제적인 문제 상황의 해결 과정을 학습 설계하여 적용함으로써 학습의 참여와 성취도를 높였다[22]. 이에 본 연구에서는 파이썬의 기초 문법들을 예제들을 통해 익히고, 실제적인 문제들(리스트를 활용해 퀴즈 만들어보고 서로 풀어보기, 정렬 알고리즘을 통해 n

번째로 키가 큰 학생 찾기 등)을 해결해보며 학습 참여와 성취도를 높이도록 교재를 설계하였다.

문미예(2018)의 연구에서는 2015 개정 교육과정의 성취기준에 맞게 파이썬을 초등학생들에게 적용한 프로그래밍 교육 방안을 개발하였다. 연구 결과 파이썬을 통해 알고리즘의 구성과 절차, 프로그래밍의 논리 구조를 익히고 텍스트 프로그래밍으로 긍정적 전이가 가능할 것으로 보았다[20]. 다만 이러한 교육 방안을 실제 학생들에게 적용해보지 않은 한계가 있어, 본 연구에서는 실제 초등학교 고학년 학생들을 대상으로 파이썬을 활용한 프로그래밍 교육을 직접 실시하여 논리적 사고력 변화에 미치는 영향을 분석하였다.

3. 연구 방법

3.1 연구 가설

귀무가설: 수행시간 중심의 파이썬 정렬 알고리즘 SW교육에 의해 학습자의 사전, 사후 논리적 사고력에는 차이가 없다.

대립가설: 수행시간 중심의 파이썬 정렬 알고리즘 SW교육에 의해 학습자의 사전, 사후 논리적 사고력에는 차이가 있다.

3.2 연구 대상

본 연구의 대상은 ○○대학교에서 실시한 교육기부 프로그램의 지원자 표집에 의한 지원자 표본(volunteer sample) 25명을 선정하였다. 연구 대상의 학년과 성별은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Grade and gender of the subject

class	Male	Female	Total
4 Grade	3	2	5
5 Grade	4	3	7
6 Grade	8	5	13
Total	15	10	25

3.3 교육 프로그램

본 연구에서는 교수 체제 설계 과정의 일반적 형태를 나타내어 가장 널리 활용되고 있는 Dick & Carey의 ADDIE 모형의 절차에 따라 교육 프로그램을 <Table 2>와 같이 개발하였다[8].

<Table 2> Educational Program Development Plan

Analysis	· Demand Analysis (for elementary school teachers) · Learner Analysis (for elementary school students)
Design	· Specification of performance objectives - Effect of Execution Time-Oriented Python Sort Algorithm Training · Teaching Strategy
Development	· Development of Teaching Materials - 42nd-hour plan - Teaching Materials
Implementation	· SW Training using Python
Evaluation	· Post-Evaluation with GALT and Performance check

3.3.1 요구 분석

ADDIE모형의 절차에 따른 요구 분석은 제주도내 초등 교사 100명을 대상으로 한 설문과, 초등학교 고학년 학생 20명을 대상으로 한 면담 결과를 바탕으로 실시하였다.

<Table 3> The experience of SW education

	Unplugged	Physical Computing	EPL	Computer Language
teacher	44(44%)	18(18%)	38(38%)	0(0%)
student	10(50%)	3(15%)	6(30%)	1(5%)

SW교육(코딩교육)에서 주로 활용하는/받아본 수업 방법 결과는 <Table 3>과 같다. <Table 3>에 의하면 교사는 SW교육 방법 중 언플러그드에 대한 선호도가 가장 높고, 컴퓨터 언어인 경우가 가장 낮았다. 학생 면담 결과 언플러그드가 가장 많았으며 컴퓨터 언어를 경험한 학생들은 한 명에 불과하였다.

<Table 4> The importance of Algorithms in SW education

	Do not need	be Normal	Essential
teacher	4(4%)	19(19%)	77(77%)

SW교육에서 알고리즘이 차지하는 중요성에 대한 질문에 대다수의 교사는 <Table 4>를 볼 때 알고리즘이 SW교육에서 꼭 필요하다고 생각하고 있다.

<Table 5> Difficulty in training algorithm performance time

	Difficulty	a lack of time	No training tools	a broad subject
teacher	66(66%)	14(14%)	11(11%)	9(9%)

알고리즘 수행시간에 대한 교육을 할 때 어려운 점에 대한 조사 결과는 <Table 5>와 같다. 초등학생들이 이해하기 어렵다고 생각하는 교사들이 많았고 가르칠 시간 부족, 적절한 교수도구의 부재가 뒤를 이었다.

<Table 6> Contents of training for algorithm performance time

	Data Structure	Sort	Navigation	Algorithm theory
teacher	14(14%)	58(58%)	21(21%)	7(7%)

효율적인 알고리즘 작성을 위해 알고리즘의 수행시간을 교육한다면 어떤 내용을 교육할지에 대한 조사 결과는 <Table 6>와 같다. 교사들은 정렬, 탐색, 데이터 구조, 알고리즘 이론(백트래킹, 분할정복법 등) 순으로 제재를 선호하는 것으로 나타났다.

요구 분석 결과를 분석한 결과 다음과 같은 요구를 도출할 수 있다.

첫째, 현행 SW 교육은 대부분 언플러그드나 교육용 프로그래밍 언어 교육에 그치고 있다. 이런 결과는 <Table 3>에서 텍스트 프로그래밍 언어를 사용하여 교육해 본 경험이 있는 교사가 조사 대상 100명 중 0명이라는 것에서 찾아볼 수 있다. 물론 블록형 프로그래밍 언어를 활용한 교육은 간단하고 조작이 쉬워 학생들의 이해를 돕기 쉬우나, 가르칠 수 있는 내용이 한정적이고 텍스트 프로그래밍 언어에 비해 사고능력 향상도가 저조하다. 이에 본 교육에서는 텍스트 프로그래밍 언어 중

학생들에게 프로그래밍을 가르치기 좋은 파이썬을 수업 도구로 선정하였다.

둘째, SW교육에서 대다수의 교사가 알고리즘의 중요성을 인지하고, 알고리즘 수행시간에 대한 교육이 필요하다는 데 공감하고 있다. 다만 알고리즘의 수행시간에 대한 교육은 내용의 난이도가 높다고 생각하고, 이를 가르칠 시간이 부족하여 제대로 된 교육이 이루어지지 못했다. 이에 본 연구에서는 초등학교생들이 이해할 수 있도록 알고리즘의 수행시간의 개념을 실제 사례를 통해 소개하고, 프로그램을 작성할 때 알고리즘 수행시간을 단축시킬 수 있는 방법을 찾아보는 과정에서 학생들의 논리적 사고력 향상을 꾀하는 데 중점을 두었다.

셋째, 알고리즘 수행시간 교육에 가장 적절한 수업 내용으로는 정렬이 가장 적절하다고 평가하고 있으며, 실제로 정렬 알고리즘을 통한 교육도 많이 이루어지고 있다. 이에 정렬 알고리즘을 기반으로 한 수행시간 중심의 파이썬 SW 교육을 통해 학생들의 논리적 사고력을 향상시킬 수 있도록 본 프로그램을 구성하였다.

3.3.2 프로그램 설계 및 개발

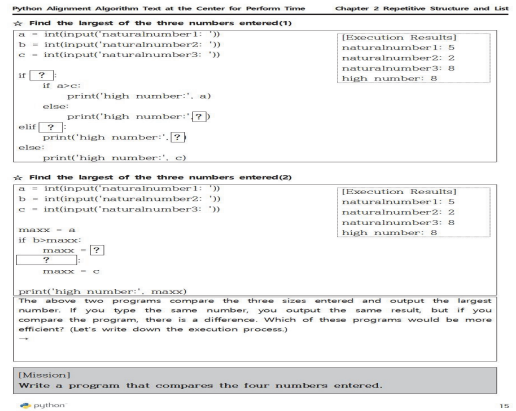
학습자들의 수준과 프로그래밍 난이도를 고려하여 정렬 알고리즘 중심의 학습 내용을 구성하였다. 처음 텍스트 프로그래밍을 접하는 학생들을 위해 변수, 명령어 등 기초적인 내용을 추가하였으며, 배운 내용을 다시 살펴봄으로써 적용해 볼 수 있도록 과제를 제시하였다. 마지막에는 스스로 계획을 세우고 실행하는 과정을 직접 경험해 볼 수 있도록 개별 프로젝트를 진행하였다. 이 따른 차시별 학습 내용은 <Table 7>와 같다.

<Table 7> The Theme of education program

Hour	Learning theme
1~8	- Introduction to Python, Installation and UI Guide - Python Foundation
9~16	- Variables, Operator, Conditional Statement
17~24	- Selection Sort, Insertion Sort, Bubble Sort
25~32	- Time to perform algorithm through alignment - Individual Project Challenges
33~42	- Present individual project work

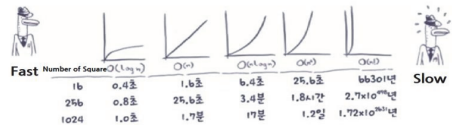
(Fig.1), (Fig. 2)는 두 개의 프로그램의 효율성을 따져보

며 알고리즘 수행시간을 비교해보는 교재의 일부이다[1].



(Fig. 1) Example of educational program

☆ Use graphs to find out how long an algorithm is performed



To find out which algorithms are efficient, you can draw a graph to see if the slope is smaller. The larger the slope (left-right), the longer it takes to be inefficient.

[Comparison of performance time of alignment algorithm]

1. transverse axis(Number of data-100, 200, 400, 800, 1600) / vertical axis(Carry out 30-Execution time average)
2. sortedData: ascending order / randomData: random order / reversedData: descending order

Alignment	Graph	explanation
Selective alignment		Selection sorting always takes the same amount of time, regardless of the alignment of the data.
		ascending order 100(ms)
		random order 100(ms)
Insertion alignment		Aligned data are very quick to insert.
		ascending order 5(ms)
		random order 125(ms)
Bubble alignment		The larger the data size, the steeper the execution time.
		ascending order 100(ms)
		random order 250(ms)
		descending order 400(ms)

Implementing Alignment Algorithms with Python, <http://ejlllbe.github.io/2017/03/04/sorting-algorithms-with-python.html>

(Fig. 2) Example of educational program

교수 전략으로는 학습자들의 참여를 최대화하고 의사소통을 통해 배움을 폭을 확장하기 위해 프로젝트 학습

전략을 선정하여 적용하였다.

3.4 연구 도구

연구 도구로는 논리적 사고력의 향상을 점검할 수 있도록 GALT(Group Assessment of Logical Thinking) 검사지를 사용하였다. GALT 검사는 한국교육개발원 한종하(1991) 등이 개발한 표준화된 과학적 사고 기능 검사의 하위 검사 중 하나로, 초등학생의 논리적 사고 능력의 발달 정도를 측정할 수 있다[9]. 본 연구에서는 GALT 검사를 활용하여, 사전-사후 검사로 논리적 사고력의 형성 정도 변화를 측정하였다.

3.5 연구 설계 및 처치

본 연구에서는 수행시간 중심의 파이썬 정렬 알고리즘 SW교육이 초등학생의 논리적 사고력 향상에 미치는 영향을 알아보기 위해 교육 프로그램을 개발하여 적용하였다.

연구 대상은 초등학생 4~6학년 25명을 대상으로 단일 집단으로 선정하였으며, 교육 프로그램은 요구분석에 따라 내용을 체계화하였고 1일 7차시 씩 총 42차시의 강의와 실습으로 구성되었다. 실제 교수·학습은 80분 단위의 블록 수업으로 진행하였으며, 학습의 효과를 극대화하기 위해 6일간 연이어 집중 이수의 형태로 학습을 진행하였다.

교육 프로그램의 효과를 분석하기 위해 논리적 사고력 검사인 GALT를 사용하여 단일집단 전후검사를 실시하였다. 이 설계 과정을 도식화하면 <Table 8>과 같다.

<Table 8> Experimental design

	Pre-test	Treatment	Post-test
G	O1	X	O2

G: Experimental group(N = 25)

O1, O2: GALT test(Figure A, B style)

X: SW education program

4. 연구 결과

4.1 교육 프로그램 효과 검증

수행시간 중심의 파이썬 정렬 알고리즘 SW교육이 학생들의 논리적 사고력에 어떤 영향을 주었는지 분석

하기 위한 검증을 실시하였다.

4.1.1 논리적 사고력 검사 정규성 검증

표본의 크기가 25명으로 '10≤n<30'에 위치하기 때문에, 실험 집단의 논리적 사고력 검사 결과가 정규성을 확보하고 있는지 정규성 검정을 시행하였다. 정규성 검정은 샤피로-윌크(Shapiro-Wilks) 검사를 실시하여 그 결과를 <Table 9>에 제시하였다.

<Table 9> Normality test

Subscales	Descriptive Statistics(N=25)				stat	p
	M	SD	Max	Min		
Preservation	1.240	1.200	3	-1	.920	.051
Ratio	.4400	.9609	2	-1	.882	.008*
Variable control	.4400	1.083	3	-1	.868	.004*
Probability	.1600	1.143	2	-2	.924	.063
Correlation	.0800	.4000	1	-1	.547	.000*
Combination	.2800	.6137	1	-1	.764	.000*

*p<.05

정규성 검증 결과 '비율논리', '변인통제논리', '상관논리', '조합논리' 지수는 유의확률(p)이 0.05 미만으로 귀무가설을 기각하여 정규성을 만족하지 않았다. '보존논리', '확률논리' 지수는 유의확률(p)이 각각 '0.051', '0.058'로 .05보다 크게 나타나 귀무가설을 채택하여 정규성을 만족하다고 가정하였다.

4.1.2 논리적 사고력 사전·사후 검사 비교

논리적 사고 검사(GALT) 결과 중 샤피로-윌크(Shapiro-Wilks) 검사에서 정규성을 확보한 요소는 대응 표본 t검정(Paired T-test)을, 정규성을 확보하지 못한 요소는 비모수검사인 윌콕슨의 부호-순위 검정(Wilcoxon's signed ranks test)을 실시하였다.

<Table 10> Changes in Logical Thinking(Paired T-test)

Subscales	N	Pre-Test		Post-Test		t	p
		M	SD	M	SD		
Preservation	25	2.04	.789	3.28	.890	-5.167	.000*
Probability	25	.920	.909	1.080	.862	-7.700	.491

*p<.05

대응표본 t검정 결과인 <Table 10>에서 ‘보존논리’의 평균점수는 사전 2.04에서 사후 3.28로 1.24점 상승하였고, 유의확률은 0.0001로 평균점수의 유의미한 상승이 있는 것으로 나타났다. 반면 ‘확률논리’는 평균 0.920에서 1.080으로 0.16 상승하긴 하였으나, 유의확률은 0.491로 평균의 변화는 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다.

<Table 11> Changes in Logical Thinking(Wilcoxon’s test)

Subscales	N	Pre-Test		Post-Test		Z	p
		M	SD	M	SD		
Ratio	25	2.280	2.111	2.720	1.814	-2.147b	.032*
Variable control	25	.8800	.9273	1.320	1.180	-1.979b	.048*
Correlation	25	.1600	.3741	.2400	.4358	-1.000b	.317
Combination	25	1.160	.6879	1.440	.7118	-2.111b	.035*

*p<.05, b. 음의 순위를 기준으로

<Table 11>의 부호-순위 검정 결과를 살펴보면 ‘비율논리’의 평균 점수는 사전 2.280에서 사후 2.720으로 0.44 증가하였고 유의확률은 0.032로 나타났다. ‘변인통제 논리’의 평균 점수는 사전 .8800에서 사후 1.320으로 0.44 증가하였고 유의확률은 0.048로 나타났다. ‘조합논리’의 평균 점수는 사전 1.160에서 사후 1.440으로 0.280 증가하였으며, 유의확률은 0.035로 나타나 ‘비율논리’, ‘변인통제 논리’, ‘조합논리’에서 유의미한 평균 점수의 상승이 있는 것으로 나타났다. 반면 ‘상관논리’의 평균점수는 사전 0.1600에서 사후 0.2400으로 0.08 증가하였으나, 유의확률은 0.317로 평균의 변화는 통계적으로 유의미하지 않았다.

4.2 연구 결과 분석

논리적 사고 검사(GALT) 결과를 분석하기 앞서 실험집단이 정규분포를 갖추었는지 확인하기 위해 샤피로-윌크(Shapiro-Wilks) 검사를 실시하였다. 정규성 검정 결과 정규성을 확보한 요소는 대응표본 t검정(Paired T-test)을, 정규성을 확보하지 못한 요소는 비모수검사인 윌콕슨의 부호-순위 검정(Wilcoxon’s signed ranks test)을 각각 실시하였다.

대응표본 t검정 결과 논리적 사고력의 하위 요소 중 ‘보존논리’에서 유의미한 향상을 보였으며, 부호-순위 검정 결과 ‘비율논리’, ‘변인통제논리’, ‘조합논리’에서도

유의미한 향상을 보였다.

따라서 본 연구를 통해 수행시간 중심의 파이썬 정렬 알고리즘 SW교육이 초등학생의 논리적 사고력을 향상시킬 수 있음을 입증하였으며, 텍스트 프로그래밍 언어인 파이썬도 초등학생들의 SW교육 도구로 충분히 활용될 수 있음을 제시하였다.

5. 결론

본 연구에서는 수행시간 중심의 파이썬 정렬 알고리즘 SW교육이 초등학생들의 논리적 사고력에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 이를 위해 ADDIE 모형의 절차에 따라 사전 요구 분석을 토대로 교육 프로그램을 개발하고 6일간의 집중 이수 교육을 실시한 뒤 사전·사후 검사를 통해 논리적 사고력의 변화를 검증하였다.

검사 결과 본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 초등학생의 논리적 사고력 향상에 효과적인 것으로 나타났으며, 학생들은 텍스트 프로그래밍 언어인 파이썬을 다루며 더 많은 성취감을 느껴 교육의 만족도도 높았다. 이에 초등학교 고학년 학생들을 대상으로 한 프로그래밍 교육에서 파이썬이 활용될 가치는 충분하다고 여겨진다.

다만, 본 연구의 실험집단은 일반적인 상관연구에 필요한 30명 이상의 참여자를 확보하지 못하여 일반화하는데 한계가 있다. 또한 본 연구에서 개발한 프로그램은 비교집단 없이 실험집단의 사전·사후 검사 결과만으로 검증이 이루어졌기 때문에, 본 프로그램의 영향 때문인지 상관관계를 분명하게 규정할 수 없다는 문제가 있다.

후후의 연구에서는 다수의 참여자를 확보하고, 실험집단과 비교집단을 구성하여 연구 결과에 대한 각 요인들을 좀 더 체계적으로 분석할 필요가 있다.

참고문헌

[1] Aditya Bargava(2017). *Algorithm for Understanding Concepts by Plot, 1st Ed.* Hanbit Academy publishing co.
 [2] Brad A. Myers(1990). Taxonomies of Visual Programming and Program Visualization. *Journal of Visual Languages & Computing* 1(1), 97-123.

- [3] Daehyun Lee(2015). An Alternative Study for Efficient Implementation of Interactive Media. *Journal of the Korean Academy of Sciences CONTENTS PLUS* 13(1), 145-156.
- [4] Daeryun Park(2018). *Developing a Robotics Learning Program for Elementary School Students*. Daegu National University of Education. Master's Thesis.
- [5] Daesik Kim(2017). Identity and Role of Elementary Education in the Fourth Industrial Revolution Era. *The Journal of Korean Educational Idea*, 31(4), 23-45.
- [6] Jayoung Kang(2018). *An Analysis of the Effect of Elementary School Software Education on Logical Thinking*. Mokpo University of Education. Master's Thesis.
- [7] Jinah Yoo(2008). *A Study on the Education of Programing Language by Using the Open Source Software Python*. Dankook University of Education. Master's Thesis.
- [8] Jiyeon Lee(2008). *Practical Teaching Methods and Educational Engineering for Prospective Teachers, 1st Ed.* Seohyun publishing co.
- [9] Jongha Han(1991). The Relationship of the Scientific Thinking Patterns and Science Academic Achievement Using the Second Year boys of the Middle School. *Journal of Korean Education*, 8(1), 48-51.
- [10] Jonghoon Kim, JongJin Kim(2013). *An Introduction to Computers, 3rd Ed.* Hanbit Academy publishing co.
- [11] Jongsun Hwang, Namyong Kim, Dongchul Shin(2005). *Computer Internet IT Dictionary, 1st Ed.* Iljin publishing co.
- [12] Karen Brennan, Mitchel Resnick. (2013). Imagining, Creating, Playing, Sharing, Reflecting: How Online Community Supports Young People as Designers of Interactive Media. In C. Mouza and N. Lavigne(eds.), *Emerging Technologies for Classroom, Springer*. 253-268.
- [13] Klaus Schwab, Nicholas Davis(2016). *Shaping the Fourth Industrial Revolution, 1st Ed.* New Present publishing co.
- [14] Mihyun So(2017). *Transition from Block Programming Learning to Text Programming Learning*. Korea University of Education. Master's Thesis.
- [15] Ministry of Education(2015). *Software Education Guideline*.
- [16] Ministry of Education(2015). *Human Resource Development Plan for the SW-Oriented Society*.
- [17] Minsoo Kim(2004). *A Study on Sorting Algorithms*. Inje University of Education. Master's Thesis.
- [18] Minyoung Im(2006). *A Study on the Possibility of Learning Search and Alignment Algorithm for Computer Education in Elementary School*. Chinju National University of Education. Master's Thesis.
- [19] Misun Maeng(2017). *AlphaGo Shock and the Spread of Discourse on the Fourth Industrial Revolution*. Seoul National University. Master's Thesis.
- [20] Miye Moon(2018). A Study on the Teaching Methods of Python Programming Language for Elementary School Students. *The Journal of Korean association of computer education*, 9(1), 33-41.
- [21] Sangyong Byun(2004). *An Easy-to-Learn Data Structure, 1st Ed.* Hongneung House publishing co.
- [22] Sungjong Bae(2018). *A Study on Python Programming Learning for the Improvement of Computing Thinking*. Dongguk University School of Education. Master's Thesis.
- [23] Woochan Kim(2016). *Effects of Software Education on the Logical Thinking and Creative Problem-Solving of Fifth-Grade Elementary School Students*. Kyung Hee University. Master's Thesis.
- [24] Yongho Jeon(2016). *A Study on Programming Language Education by the Application of Constructivist Learning Theory*. Yonsei University of Education. Master's Thesis.

- [25] Codeeval(2016). Most Popular Coding Languages of 2016. <http://blog.codeeval.com>
- [26] Philip Guo(2014). Python Is Now the Most Popular Introductory Teaching Language at Top U.S Universities. <http://reurl.kr/DC21E97FR>
- [27] TIOBE(2018). TIOBE Index for September 2018. <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>
- [28] Wiki(2018). Introduction to Python. <https://ko.wikipedia.org/wiki/>

저자 소개



양 영 훈

2014 제주대학교 과학교육학부
컴퓨터교육과 박사 수료
2017~현재 노형초등학교 교사
관심분야 : SW교육, 프로그래밍
e-mail : atriple1981@naver.com



문 우 종

2017~현재 제주대학교 컴퓨터
교육전공 석사과정
2018~현재 보목초등학교 교사
관심분야 : SW교육, 파이썬
e-mail : mwj1006@korea.kr



김 종 훈

1999~현재 제주대학교 교육대학
초등컴퓨터교육전공 교수
관심분야: 컴퓨터교육
E-Mail: jkim0858@jejunu.ac.kr