

# DEVS 형식론 기반의 정보처리학습이론을 적용한 사범대생 대상 프로그래밍교육의 효과성 분석

한 영 신<sup>†</sup>

## Effectiveness Analysis of Programming Education for College of Education Student Based on Information Processing Theory Applied DEVS Methodology

Youngshin Han<sup>†</sup>

### ABSTRACT

In this paper, we proposed DEVS based programming education model that based on the cognitive information processing theory, not a grammatical programming education, and studied effectiveness analysis using computer thinking patterns. By creating a small range of patterns in the grammar which underlies the programming language and solving various examples through combinations, this paper shows an education method to develop problem-solving skills based on algorithmic thinking. The purpose of this study is to facilitate non-majors learn programming languages and understand patterned program structures when writing programs by patterning of control statements which the most important in learning programming.

**Key words:** Creativity and Character, Programing Education, Algorithm, DEVS

### 1. 서 론

현대 사회는 소프트웨어를 통한 창조와 혁신이 일상이 되어 새로운 소프트웨어가 곧 국가와 기업의 성장 동력이 되는 소프트웨어 중심사회로 향하고 있다[1]. 2015년 9월 발표된 개정 교육과정에 따르면, 정보과학은 소프트웨어교육의 역할을 강조하며 학생들이 컴퓨팅 사고(Computational Thinking)를 기반으로 현대 사회에서 발생하는 복합적 문제를 분석 및 구조화하고, 문제 해결을 위한 알고리즘 설계와 프로그래밍을 통해 창의적으로 문제 해결을 해나갈 수 있게 하는 것을 핵심 역량으로 설정하였다[2-3].

2019년을 기준으로 초등학교부터 중학교까지 51시간 이상의 알고리즘과 같은 창의성 및 논리적 사고력 신장을 기르기 위한 소프트웨어 관련 교육과정을 필수과정으로 지정하였고, 고등학교 과정에서는 소프트웨어교육을 일반과목으로 재편함으로써 다양한 분야로의 확장 가능성을 열어두었으나[4] 교육의 목적이 차세대 프로그래머 양산이 아닌 컴퓨팅 사고를 통한 문제해결력의 향상이기에 비전공자를 대상으로 했을 때 적합한 교육 방법론이 필요하다고 볼 수 있다.

일반적으로 비전공자학생들은 컴퓨터 프로그래밍 수업에 대하여 프로그래밍 언어 공부에 대한 부담보

※ Corresponding Author : Young Shin Han, Address: (22212) 100 Inha-ro, Michuhol-gu, Incheon, South Korea, TEL : +82-32-860-9194, FAX : +82-32-860-8499, E-mail : hany@inha.ac.kr

Receipt date : Jul. 20, 2020, Revision date : Sep. 1, 2020

Approval date : Sep. 9, 2020

<sup>†</sup> Frontier College, Inha University

※ This research was supported by the 2019 Research Fund of the University of Inha.

다 컴퓨터 시스템의 구조와 그 처리 과정에 관련된 지식의 결핍으로 인해 두려움과 어려움을 겪고 있다. 컴퓨팅 사고를 기반으로 한 문제 해결 능력을 향상할 수 있는 프로그래밍 수업방식이 중요하다는 인식 또한 가지고 있는 편이다[5].

프로그래밍은 문제 분석과 입출력할 데이터의 정의 등 학생이 컴퓨터가 원하는 기능을 수행하도록 만들기 위한 과정에서 계산이나 사고력 증진 같은 학습 효과를 가진다. 무수한 정보가 매초 새롭게 생산되는 오늘날의 사회는 단순하게 주입된 지식만으로는 갈수록 복잡해지는 각종 문제에 대처하기 어렵기에, 학생들은 프로그래밍교육을 통해 고등인지 사고능력을 길러야 한다[6]. 교육자가 학생의 고등인지 사고능력을 기를 수 있게 하기 위해서는 학습자의 발달 과정에 대한 이해가 우선되어야 하며 이를 통해 학습 단계에 맞는 프로그래밍 언어와 학습 모델을 선택할 필요가 있다.

정보처리 학습이론을 기반으로 한 비전공자 대상 파이썬 언어 프로그래밍교육 과정을 수행하여 컴퓨팅 사고 패턴학습 교육 전과 패턴학습 교육 후의 시험점수 평균에 대한 분석을 통해 차이가 있는 것을 확인했다. 이러한 결과는 컴퓨팅 사고 패턴학습이 비전공자의 전략적, 도식적, 의미적 지식 획득에 효과가 있음을 의미한다.

이 교육법을 통해 학생들은 프로그래밍을 통해 해결 방법을 찾고 프로그램을 설계함으로써 자기 주도적인 학습능력을 기를 수 있으며 문제 해결을 위해 생각과 구현을 반복함으로써 메타인지능력의 향상을 기대할 수 있다[7]. 스스로 문제를 해결하려는 반복적 경험은 학습자의 창의적, 논리적, 반성적 사고와 인지기술 능력을 자연스럽게 향상시킬 수 있다[8-13].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문의 기본 이론이 되는 인지주의학습이론과 프로그래밍교육의 관계성, 컴퓨팅 사고, 정보처리학습이론과

패턴교육의 프로그래밍교육 적용에 관해 설명한다. 3장은 DEVS 방법론을 이용한 정보처리이론 모형을 통해 학생들이 프로그래밍교육 내용을 장기기억에 보존하고 응답하는 과정을 서술하였으며 4장에서 제안한 교육방법의 실제 적용을 통해 얻은 결과를 분석함으로써 그 효과성을 검증한다. 5장에서는 연구의 결론을 요약하고, 연구의 의의 및 한계점으로 끝을 맺는다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 인지주의 학습이론과 프로그래밍교육

인지주의 심리학을 이용한 프로그래밍교육은 Table 1과 같이 통사적 지식, 의미적 지식, 도식적 지식, 전략적 지식으로 나누어서 학습하고 소통한다[14].

인지주의 학습이론은 학습자가 받아들인 정보를 바탕으로 해석과 생각을 거쳐 문제를 해결하는 내적 인지 과정에 학습의 의미를 구명한다. 이는 학습을 문제 해결과 같은 정보를 조직하고 재정비하는 과정으로 간주하며 수업의 과정적 측면과 학습자의 인지 활동, 사고의 측면을 중요시한다.

프로그래밍교육이 학생의 문제해결력과 사고력에 영향을 미치기 위해서는 학생의 프로그래밍에 대한 선행 경험과 평가에 따라 차등 된 교육과정이 구성되어야 하며[16-20] 프로그래밍교육이 문제 해결의 산출물을 결과로써 표현하기 위한 기초적인 내용이 포함되어야 한다[21-24]. 또한, 학습자에게 기초적인 컴퓨터 과학의 개념적 이해와 SW 사용법 같은 다양한 교육 경험을 제공하여 학습자가 프로그래밍의 구조와 과정을 이해하고 자신만의 학습 결과 산출물을 만들어 낼 수 있어야 한다. Fig. 1은 뇌가 기억을 처리하는 구조와 프로그래밍 과정의 유사성을 보여주고 있다. 학습자는 자신이 만든 프로그램의 설계부터 오류를 찾아내고 수정을 하는 과정을 통해 성취감과 자신감을 얻을 수 있어야 하고, 이러한 과정은 창의

Table 1. Knowledge in cognitive psychology based programming education

Category	Means	Example objects
Syntactic Knowledge	How each command works and means	INPUT, PRINT, CLS
Semantic Knowledge	Knowledge of executable operations	Stack, Memory, Program lists, location, object
Schematic Knowledge	How each routines work	Sort, Loop
Strategic Knowledge	Skills for plan and monitor	Thinking Aloud

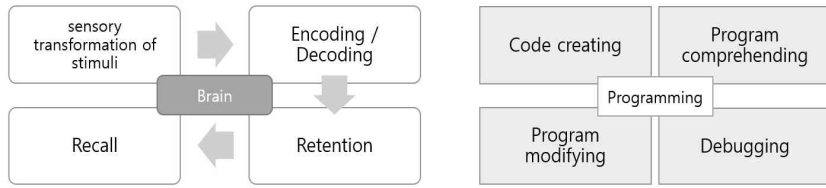


Fig. 1. Brain information processing and Programming challenges for solving problems[15].

성이 수반 되어야 한다[25-27]. 같은 문제에 대해서도 다양한 결과 또는 그 과정의 산출물이 만들어질 수 있다.

2.2 컴퓨팅 사고

컴퓨팅 사고력은 2006년 Jannette W.Wing 교수에 의해 처음 소개되었다. 이는 문제를 인식하고 컴퓨터 시스템을 이용하여 효율적으로 해결할 수 있도록 하는 사고 과정이다[28]. 영국의 BCS(British Computer Society) 에서는 ‘문제와 해결 방법을 구조화하여 정보처리 에이전트가 효과적으로 일을 처리할 수 있도록 표현하는 사고 과정’으로 컴퓨팅 사고를 정의하고 있으며, 미국의 컴퓨터과학교사협회(CSTA)는 국제 교육공학 협회(ISTE)와 공동으로 컴퓨팅 사고력의 구성요소를 자료수집 (data collection), 데이터 분석(data analysis), 데이터 표현(data representation), 문제 분할(problem decomposition), 추상화(abstraction), 알고리즘 및 프로시저(algorithm & procedures), 자동화(automation), 시뮬레이션(simulation), 병렬화 (parallelization) 등의 9가지로 요약하였다[29].

우리나라에서는 ‘컴퓨터 과학의 기본 개념과 원리 및 컴퓨팅 시스템을 활용하여 실생활 및 다양한 학문 분야의 문제를 이해하고 창의적으로 해법을 구현하여 적용할 수 있는 능력’으로 2015년에 SW 개정 교육과정에서 정의하고 있다. 한국교육개발원의 정책 연구에서는 컴퓨팅 사고력 중심의 소프트웨어 학습 모델을 분해(D), 패턴인식(P), 추상화(A), 알고리즘(A)의 4가지와 선택적인 프로그래밍(P) 항목을 포함한 DPAAP 모델로 제시하고 있다[30].

본 연구에서는 문법 위주의 프로그래밍교육이 아닌 정보처리 학습이론에 기반을 둔 DEVS 기반의 모델을 제시하고 컴퓨팅 사고 패턴을 이용한 프로그래밍교육의 효과도 분석에 관해 연구하였다.

2.3 정보처리학습 이론과 프로그래밍교육

인지주의의 가장 대표적인 이론으로 정보처리 이론이 있다. 정보처리 이론은 인간의 사고에 연구의 초점을 맞춘다. 사람의 뇌가 정보를 처리하고 저장하는 것은 여러 단계를 거치게 되는데, 이를 각각 컴퓨터의 정보 투입, 정보처리, 결과 산출과정에 비유하여 설명한다.

Fig. 2는 사람의 뇌가 정보를 처리하는 과정을 시각적으로 표현한 모형이다. 감각 등록기(Sensory memory)는 학습자가 감각수용기관을 통해 정보를 아주 짧은 시간 동안 저장한다. 단기기억장치(Short-term memory)는 임시로 정보를 저장할 수 있으며 시연과 암기를 통해 장기기억으로 부호화시킬 수 있다. 장기기억장치(Long-term memory)에 저장된 기억은 정보가 필요해지는 순간 회상되며, 오래된 정보는 손실될 수 있다.

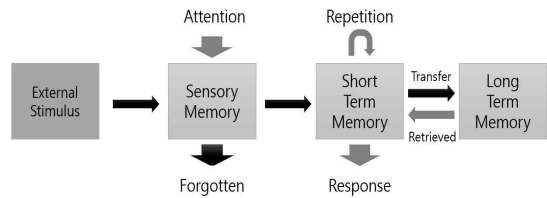


Fig. 2. Information processing model of learning.

2.4 패턴을 사용한 프로그래밍교육

본 연구에서는 프로그래밍 언어 중 파이썬 프로그램언어를 선택하고 몇 가지 알고리즘 패턴을 만들고 패턴을 이용한 프로그래밍교육인 비전공자들의 프로그래밍교육에 얼마나 효율적으로 작용하는지 분석하였다.

정보처리 이론에 바탕을 둔 프로그래밍교육은 같은 문제에 대해 다양한 풀이법을 가진 예제를 제시함으로써 비전공자학생들이 기억 속에 저장한 머릿속의 경험을 토대로 과거에 학습한 내용을 떠올리게

한다. 그리고 기억을 통하여 다시 또 다른 예제에 적용해 풀어 봄으로써 비전공자는 해당 유형을 일반화할 수 있다. 이렇게 학습된 기억은 장기기억으로 남게 되어 유사한 문제를 접했을 때 비전공자들은 일반화한 기억을 토대로 문제 해결이 가능하다.

정보처리 교육방법에 따라 수업 과정 내 기초적인 여러 문제에 대해 기초 패턴을 만들어 학생들이 학습할 수 있도록 하고, 여러 패턴의 조합을 통해 다양한 문제에 적용하고 해결할 수 있게 한다. 비전공자학생들은 점진적으로 난이도가 상승하는 패턴화된 프로그래밍 문제들을 해결하며 자신감을 고취하고 문제 해결 능력을 기를 수 있다. Fig. 3은 인지주의 학습이론에 부합한 패턴교육이 예제를 통해 일반화했던 기억을 되살려 문제를 해결해 나가는 과정을 보여준다.

### 3. DEVS 방법론을 적용한 정보처리이론 모형 구현

본 연구에서 구현할 학습 모형은 DEVS 방법론을 기반으로 구성하였다. 이 모델은 프로그래밍 학습 과정에서 비전공자학생들이 학습과 관련된 자극에 집중하고 프로그래밍이 부족한 학생들을 위하여 지난 시간에 학습한 내용을 복습하고 과거 경험을 회상하는 지각을 통하여 학생들로부터 프로그래밍 정보가 흥미 있게 도전하면서 컴퓨팅사고를 하게 된다. 이 과정에서 학생들이 스스로 도전하고 싶은 발문의 기술이 나타난다.

#### 3.1 DEVS 형식론을 이용한 모델링

DEVS 형식론은 연속적인 시간의 경과 혹은 실행하는 시스템을 이산 사건의 집합(Discrete Event Set) 혹은 이산 사건 시스템(Discrete Event System)으로 표현할 수 있는 모형화 형식론이다. 시스템이 갖는 구조와 특성을 정의하여 계층적이고 모듈화

Table 2. Elements of DEVS atomic model

Mark	Meaning
$X$	The set of input events
$S$	The set of output events
$Y$	The set of sequential states
$\delta_{int}$	The internal transition function
$\delta_{ext}$	The external transition function
$\lambda$	The output function
$ta$	The time advance function

된 형태로 표현한다.

시스템 혹은 프로세스를 필요로 하는 관점에서 모델화하기 위해 ‘원자 모델(Atomic model)’과 ‘결합 모델(Modular model)’을 사용하는데, 원자 모델은 최소 단위의 컴포넌트이며 결합 모델은 원자 모델 혹은 결합 모델의 집합체이다[32]. Table 2는 DEVS 형식론의 기본 모델 즉, 원자 모델에 대한 집합과 함수로서 모형화를 위해 필요한 최소한의 명세이다. 본 논문에서는 DEVS 형식론을 이용해 프로그래밍교육에 대한 정보처리이론 모형의 기본 프로세스를 구성하는 모든 요소를 정의 및 구현한다.

DEVS를 이용하여 새롭게 구현한 정보처리이론 모델 Fig. 4은 ‘정보의 입력(Information input)’, ‘감각 등록기(Sensory memory)’, ‘단기 기억 장치(Short-term memory)’, ‘장기 기억 장치(Long-term memory)’의 4단계로 구성되어있으며 입력된 정보가 잠시 기억 속에 남게 하는 ‘인식 집중 단계(Cognition focusing)’, 단기 기억된 정보가 장기기억에 저장될 수 있도록 도와주는 ‘유지와 정교 암송 단계(Maintenance & Elaboration)’를 가진다. Table 3은 각 Atomic model이 실제 교육에 어떻게 적용되는지를 보여준다. ‘인식 집중 단계’에서 교육자는 이론적인 내용을 먼저 학생들에게 알려주고, 학생들은 명확히 이해하지 못한 채 잠시 기억하고 있는 상태가 된다. 이때,

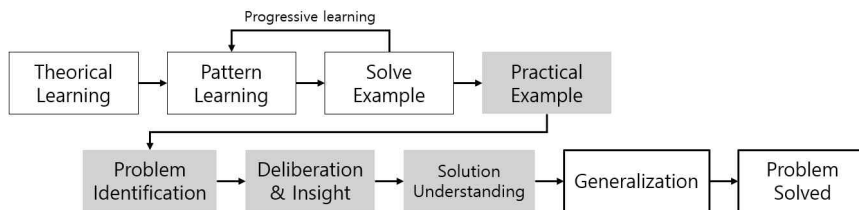


Fig. 3. Structure of pattern education fit cognitive learning theory[31].

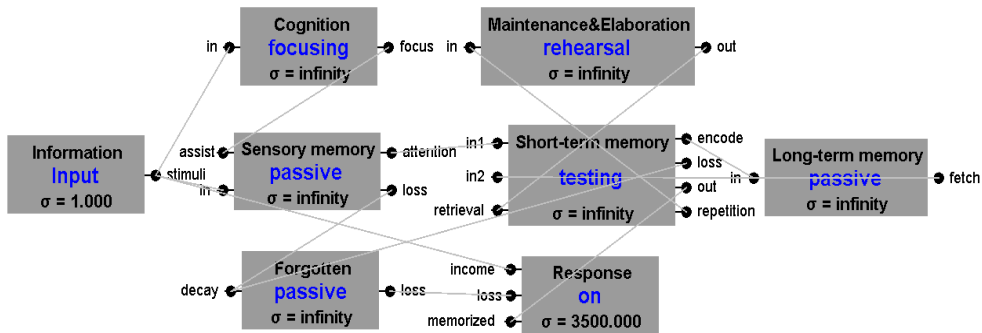


Fig. 4. Modeling of Information processing learning model using DEVS methodology.

Table 3. Corresponding contents of Information processing learning model

Atomic models	Educator	Learner
Cognition focusing	Explain theoretical programming contents	Focus on educator's explaining
Maintenance & Elaboration	Give patterned codes and solve examples with learners	Adapted to programming patterns
Response	Give practical problems after patterned programming education	Experienced cognitive trial and error and get insights Solution memorized, generalization, solve problem
Forgotten		Memory loss by unfocused & nonattendance

‘유지와 정교 암송’은 앞서 교육한 이론적 내용에 대응하는 패턴화된 코드들을 보여준 뒤, 해당 패턴에 부합하는 여러 예제를 풀게 하여 패턴에 익숙하게 한다[31].

비전공자학생들은 패턴화된 프로그래밍 학습의 최종 결과로 패턴학습 종료 후 제시된 실전 문제의 파악 단계에서 ‘인지적 시행착오’를 거쳐 장기기억 속에 저장된 일반화된 이해를 꺼내올 수 있다. 이를 ‘응답(Response)’으로 보고, 충분히 학습되지 않아 단기기억 또는 순간적인 인식 수준에서 소실 된 경우 ‘망각(Forgotten)’한 것으로 간주한다. 작업기억에서의 기본예제들은 많은 연습을 통해 자동성을 획득하여 더욱 유용하고 고차원적인 정보의 사용을 활용할 수 있다. 정보를 기억하는 것은 프로그래밍 반복 횟수에 영향을 받는다. 이 단계에서는 탐원끼리 배운 알고리즘 내용을 서로 확인을 해보고 프로그램 오류 노트를 작성하고 주기적으로 복습한다. 정보를 조직화하는 정교한 부호화는 효과적인 인출에 큰 영향을 끼친다. 유의미한 지식으로 만들기 위해서는 자신이 직접 이해한 방식으로 지식을 다시 정리한다. 장기기

억에 존재하는 정보는 네트워크 구조로 되어 있으므로 개별적인 사실만 제공하지 말고 반드시 사실들과의 관계성에 관해서도 설명할 필요성이 있다.

#### 4. 연구절차 및 연구대상

##### 4.1 연구절차

본 논문은 인하대학교 비전공자학생들의 창의적 사고와 소프트웨어 입문교육에서 제어문에 대한 프로그래밍교육이 제어문 알고리즘의 이해 및 풀이 능력에 효과적인 영향을 미치는가를 알아보기 위한 것이다.

##### 4.2 데이터

문제는 총 5문항으로 a1부터 a5 문항은 교육 전 문제 풀이 점수, b1부터 b5문항은 교육 후 문제 풀이 점수로 이루어져 있으며, 점수가 높을수록 제어문 패턴에 대한 이해도 및 풀이 능력이 높다는 것을 의미한다. 문제당 2점씩으로 10점 만점을 기준으로 진행하였으며, 완벽하진 않지만, 어느 정도 이해한 정도로 풀었을 경우 1점으로 채점하였다.

Table 4. Personnel composition table

Department \ Grade	Male			Female			Total
	1st	2nd	Sum	1st	2nd	Sum	
Mathematics Education	15	0	15	5	0	5	20
Physical Education	21	1	22	8	0	8	30
Education	2	0	2	20	0	20	22
ETC	2	4	6	7	28	35	41
Sum	40	5	45	40	28	68	113

4.3 연구대상

연구대상은 2019년 9월부터 동년 12월까지 인하대학교 학생 113명을 대상으로 한 학기 동안 진행하였으며, 113명 중 남성은 45명, 여성은 68명으로 나타났고, 1학년은 80명, 2학년 이상은 68명으로 나타났다. 학년의 비율을 고려하여 1학년과 2학년 이상을 대상으로만 분석을 진행하였다. 전공별로 살펴보면 수학교육과 학생은 20명, 체육교육과 학생은 30명, 교육학과 학생은 22명, 비사범대 학생은 41명으로 나타났다.

4.4 자료 분석

분석에는 통계소프트웨어 R 프로그램을 이용하였고 제어문에 대한 교육을 듣기 전의 사전시험과 교육 후의 사후시험 간의 차이를 알아보기 위해 분석을 진행하였으며, 등분산성 검정의 경우 자료에 log를 취하여 검정하였을 때 등분산 가정을 만족하는 것으로 나타났으나, 정규성 검정에서는 정규성 가정을 만족하지 못하여 wilcoxon 검정을 진행하였다.

4.4.1 자료 전처리

분석을 위해 인원별로 교육 전 시험점수와 교육 후 시험점수의 각 평균을 계산하여 average1, average2 변수를 생성하였으며, 그 차이를 계산하여 diff\_avg 변수를 추가하였다. 또한 4.3에서 언급한 대로 학년과 단과대학의 비율을 고려해서 학년은 1학년과 2학년 이상의 학생만을 대상으로 하였다.

4.4.2 이상치 처리

교육 전 시험점수의 평균, 교육 후 시험점수의 평균과 수업의 효과를 보기 위한 평균값 차이에 대해 상자수염도를 그려서 확인해본 결과 사전 조사의 평

균에서 이상치가 발견되었다. 이는 제어문에 대한 사전지식이 있는 학생으로 사전지식이 없는 학생들에 비해 문제를 많이 풀었기 때문에 나타난 현상이다. 이상치로 관측되었으나 분석에 심각한 영향을 미치지 않으므로 정확한 분석을 위해 제거하지 않았다. 사전 조사의 평균, 사후조사의 평균과 평균값 차이에 대한 상자수염도의 그림은 다음과 같다.

4.4.3 정규성 검정

교육 전 시험점수의 평균과 교육 후 시험점수의 평균에 대해 정규성을 확인하기 위해 Shapiro-wilk 정규성 검정을 진행한 결과 두 집단 모두 유의하지 않은 것으로 확인되어 정규성을 만족하지 않는 것으로 나타났다. 추가로 성별에 따른 분석, 학년에 따른 분석, 단과대학에 따른 분석에 대해서도 검정한 결과 모든 집단에서 유의하지 않은 것으로 나타나 정규성을 만족하지 않는 것으로 나타났다. 이는 교육 전 점수의 경우 대체로 문제를 잘 풀지 못해 낮은 점수에서 높은 빈도가 나타나고, 교육 후 점수의 경우 여전히

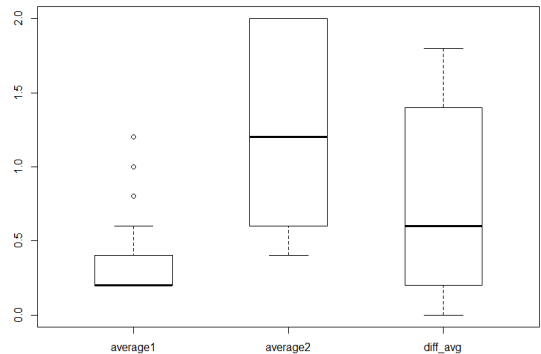


Fig. 5. Box-and-Whisker diagram on the average (average1, average2) and the mean difference (diff\_avg) of the pre-survey and the post-survey.

문제를 잘 풀지 못하거나 완벽히 이해하여 높은 점수를 맞아 극단적인 점수가 나타난 것으로 파악된다.

4.4.4 등분산성 검정

교육 전 시험점수의 평균과 교육 후 시험점수의 평균의 등분산성을 확인하기 위해 F검정을 한 결과 Fig. 6 등분산성 가정을 만족하지 못해 자료에 log를 취하여 진행하였다. 그 결과 p-value가 0.2366로 유의한 것으로 확인되어 두 집단에 대해 등분산성 가정이 만족하는 것으로 나타났다. 추가로 성별에 따른 분석, 학년에 따른 분석, 전공에 따른 분석에 대해서도 검정한 결과 모든 집단에서 유의한 것으로 나타나 등분산성 가정을 만족하는 것으로 나타났다.

4.4.5 wilcoxon 검정

wilcoxon 검정의 경우 대응된 두 자료가 등분산 가정은 만족하나 정규성 가정을 만족하지 못할 경우 사용하는 방법이다. 교육 전 시험점수의 평균과 교육 후 시험점수 평균의 차이가 있는지 확인하기 위해 wilcoxon 검정을 진행하였다. 교육 전 시험점수의 평균점수는 0.3363점이며 교육 후 시험점수의 평균점수는 1.1912점으로 약 0.8549점 정도 상승하였다.

성별로 사전 조사와 사후조사의 평균에 대한 차이가 있는지 확인하기 위해 wilcoxon 검정을 진행하였다. 남성의 경우 교육 전 시험점수의 평균점수는 0.3289점이고 교육 후 시험점수의 평균점수는 0.8311점으로 약 0.5022점 상승하였다. 여성의 경우 교육 전 시험점수의 평균점수는 0.3412점이고 교육 후 시험점수의 평균점수는 1.4294점으로 약 1.0882점 상승

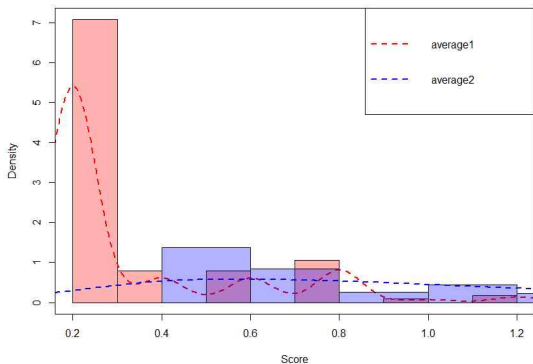


Fig. 6. A histogram of the mean of the pre-survey and post-survey.

하였다. 남성과 여성의 점수를 살펴보면 교육 전 시험점수의 평균에서 여성이 남성보다 평균점수가 0.012점 정도로 미미하게 높게 나타났다. 즉, 교육 전에는 남성과 여성의 평균점수가 비슷하다는 것이다. 반면 교육 후 시험에서는 평균점수가 여성이 남성보다 0.5983점 정도로 차이가 나는 것을 확인할 수 있다. 하지만 전공의 성비를 살펴보면 체육교육과에 남성의 비율이 높고, 교육학과와 비사범대에 여성의 비율이 높아서 교육학과와 비사범대의 점수가 체육교육과보다 높게 나타나는지 전공별 분석에서 확인할 필요가 있다.

학년별로 교육 전 시험점수와 교육 후 시험점수의 평균에 대한 차이가 있는지 확인하기 위해 wilcoxon 검정을 시행하였다. 1학년의 경우 교육 전 시험의 평균점수는 0.3125점이고 사후조사의 평균점수는 1.075점으로 약 0.7625점 상승하였다. 2학년 이상의 경우 교육 전 시험점수의 평균점수는 0.3939점이고 교육 후 시험점수의 평균점수는 1.4727점으로 약 1.079점 상승하였다. 학년별로 점수를 살펴보면 교육 전에는 2학년이 1학년보다 평균점수가 약 0.0814점 정도로 높았으며, 교육 후에는 2학년이 1학년보다 평균점수가 약 0.3977점 정도로 높았다. 학년별 분석에서는 2학년이 1학년보다 교육 전 시험, 교육 후 시험 모두 평균점수가 높았으며, 평균점수 상승 폭 또한 1학년이 2학년보다 높게 나타났다. 즉, 제이문 교육의 효과는 2학년이 1학년보다 높게 나타난 것이다.

전공별로 사전 조사와 사후조사의 평균에 대한 차이가 있는지 확인하기 위해 wilcoxon 검정을 진행하였다. 수학교육과의 경우 교육 전 시험의 평균점수는 0.39점이고 교육 후 시험의 평균점수는 1.15점으로 약 0.76점 상승하였다. 체육교육과의 경우 교육 전 시험의 평균점수는 0.2점이고 교육 후 시험의 평균점수는 0.5067점으로 약 0.3067점 상승하였다. 교육학과의 경우 교육 전 시험의 평균점수는 0.3182점이고

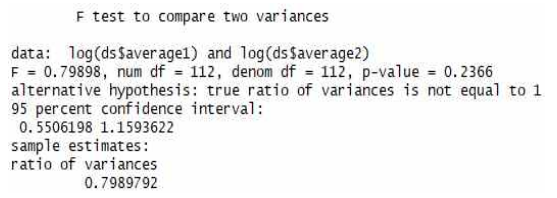


Fig. 7. F-test results on the mean of the pre-survey and post-survey.

교육 후 시험의 평균점수는 1.4545점으로 약 1.1364 점 상승하였다. 비사범대의 경우 교육 전 시험의 평균점수는 0.4195점이고 교육 후 시험의 평균점수는 1.5707점으로 약 1.1512점 상승하였다. 전공별로 점수를 살펴보면 교육 전 시험과 교육 후 시험 모두 비사범대의 평균점수가 제일 높게 나타났다. 반면에 체육교육과의 경우 교육 전 시험과 교육 후 시험 모두 평균점수가 제일 낮은 것으로 나타났다. 이는 위에서 분석한 성별 점수 차이와 비교하면 교육학과와 비사범대의 경우 여성의 비율이 높고, 체육교육과의 경우 남성의 비율이 높아서 여성의 점수 상승 폭이 높게 나타난 것으로 판단된다. 평균점수 상승 폭은 비사범대가 1.15점으로 제일 높게 상승하였고, 체육교육과의 경우 0.31점으로 제일 낮게 상승하였다. 즉, 제어문 교육을 통해 제일 큰 효과가 나타난 전공은 비사범대이며, 제일 적게 효과가 나타난 전공은 체육교육과다. 이로 인해 성별 분석에서 여성이 남성보다 평균점수가 높게 나타나는 현상에 대해 체육교육과가 남성 비율이 높으면서 점수 향상 효과가 작기 때문이라고 판단한다.

4.5 연구결과 및 논의

wilcoxon 검정 결과 교육 전 시험점수의 평균과 교육 후 시험점수의 평균 간 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 교육을 듣기 전의 시험점수와 교육 후의 시험점수에 차이가 존재한다는 것으로, 제어문 교육의 효과가 있음을 의미한다. 구체적으로 비사범대에 대한 교육의 효과가 제일 크게 나타났으며, 체육교육과에 대한 교육의 효과가 제일 낮게 나타났다. 학년

단위로는 2학년이 1학년보다 프로그래밍교육의 효과가 크게 나타났으며, 전공 단위로는 비사범대에 대한 프로그래밍교육의 효과가 제일 컸고 체육교육과에 대한 프로그래밍교육의 효과가 제일 낮게 나타났다. 즉, 모든 그룹에서 제어문 교육의 효과는 나타났지만, 그 효과의 크기는 그룹별로 다르게 나타났다.

5. 결 론

본 연구를 통해 정보처리이론을 문제 해결과 알고리즘교육에 방향을 맞춰 비전공자들을 대상으로 한 프로그래밍교육에 적용했을 때 학생들이 문제 해결을 위해 컴퓨팅 사고를 활용하여 학습했음을 생각할 수 있다. 학생들이 패턴을 먼저 배우고 기본예제를 배울 때, 정보처리 학습이론에 기반을 둔 DEVS 기반의 모델을 제시하고 패턴을 프로그래밍 학습 과정에 맞춰 학생들이 먼저 예제를 통해 문제 파악을 한 뒤, 문제 해결을 위한 다양한 가능성을 생각하게 되는 컴퓨팅 사고인 ‘인지적 시행착오’ 과정을 거친다. 컴퓨팅 사고 과정에서 학생들은 다양한 해결책을 머릿속에서 시도한다. 컴퓨팅사고 과정이 이루어지는 동안 아이디어가 떠오를 때 통찰 단계에 도달한다. 그 뒤 통찰의 결과로써 얻은 기억을 통해 축적해둔 지식을 일반화한 뒤 주어진 실전 문제를 해결하였다.

본 연구의 의의는 정보처리학습이론을 적용한 교육을 통해 학생들에게 프로그램작성이 다가가기 어렵다는 인식을 개선하여 접근하기 쉽게 하고 수업에 잘 따라갈 수 있는지에 대한 확인에 있다. 패턴에 따른 여러 가지 알고리즘 유형을 접해 봄으로써 막연하게 느낄 수 있는 프로그래밍에 대한 어려움을 최대한 없애고 흥미를 갖고 자신감을 키워 문제를 추상화하도록 유도하여 학생들이 알고리즘을 설계하고 프로그램을 직접 작성할 때 가지게 되는 생각 구조에 변화를 가져다주었다.

한계점으로, 새 방법론을 적용한 교육은 2015 개정 교육과정의 영향을 거의 받지 않은 학생들의 학습 후 수준을 평가한 것으로 개정 교육과정을 거친 학생들은 새 방법론을 적용했을 때 교육 전후의 평가결과 변화가 예상되어 향후 추가적인 연구가 필요하다.

REFERENCE

[ 1 ] B. Moon and U. Kim, *Computing Thinking*,

Table 5. Summary of wilcoxon test results

	Average score		Increase	p-value
	Pre-t	Post-t		
Male	0.3289	0.8311	0.5022	4.256e-09
Female	0.3412	1.4294	1.0882	6.578e-13
1st	0.3125	1.075	0.7625	8.584e-15
2nd	0.3939	1.4727	1.079	5.193e-07
ME	0.39	1.15	0.76	9.277e-05
PE	0.2	0.5067	0.3067	5.292e-07
Education	0.3182	1.4545	1.1363	4.052e-05
Non-edu	0.4195	1.5707	1.1512	3.307e-08
Total	0.3363	1.1912	0.8549	< 2.2e-16



- Infinitybooks Publisher, Goyang, South Korea, 2017.
- [2] Ministry of Education, *2015 Revised Curriculum*, 2015.
- [3] Ministry of Education, *2015 Software Operating Instructions*, 2015.
- [4] O. Han, *Software Starting with a Book*, Sung-Kyun-Kwan University Press, Jongno-gu, Seoul., 2019.
- [5] J. Lee and K. Lee, "The Effects of Metaphoric Instruction on Novice's Learning of C Language Programming," *Journal of Cognitive science*, Vol. 9, No. 4, pp. 75-93, 1998.
- [6] S. Oh, *Effect of Logical Thinking in Vocational High School Programming Instruction on the Squeak Language*, Master's Thesis of Graduate School of Korea National University of Education, 2007.
- [7] A. Kay, "Computers, Networks and Education," *Scientific American*, pp. 138-148, 1991.
- [8] I. Park, "Science Teachers' Perceptions on Scientific and Creative Problem Solving," *Journal of the Korean Association for Science Education*, Vol. 31, No. 2, pp. 314-327, 2011.
- [9] E. Baek, *An Analysis of Students' Creative Thinking and Critical Thinking illuminated and Teachers' Role in Problem-Based Learning(PBL) Environment : Focusing on Elementary School Science Classrooms*, Doctoral Thesis of Graduate School Ewha Womans University, 2007.
- [10] H. Song, "Instructional Design Principles for Enhancing Creative Problem Solving Skills," *The Journal of Yeolin Education*, Vol. 15, No. 3, pp. 55-73, 2007.
- [11] H. Lee, *An Analysis of Variables Effecting on Scientific Problem Finding Abilities of Elementary School Students*, Doctoral Thesis of Graduate School Ewha Womans University, 2004.
- [12] Korean Educational Development Institute, *Scientific Gifted Discrimination Tool Development Research*, Seoul, 1997.
- [13] Korean Educational Development Institute, *Development of Creative Problem Solving Test*, Seoul, 2001.
- [14] G.M. Weinberg, *The Psychology of Computer Programming*, Van Nostrand Reinhold Publisher, New York., 1971.
- [15] J. Kwon, "A Study on the Relationship between SW Programming Education and Creative Problem Solving," *Journal of the Society of e-Learning*, Vol. 3, No. 1, pp. 1-9, 2018.
- [16] Y. Jon and J. Kim, "New Approach to Teaching Creativity : Problem Finding," *Korean Journal of Educational Research*, Vol. 41, No. 3, pp. 215-238, 2003.
- [17] J. Ha, "A Study of the Relations among Problem Finding, Creative Thinking and Creative Personality," *The Korean Journal of Educational Psychology*, Vol. 17, No. 3, pp. 99-115, 2003.
- [18] J. Ha, "On Problems In Problem Finding Research," *The Korean Journal of Educational Psychology*, Vol. 19, No. 4, pp. 917-932, 2005.
- [19] Korea Institute of Curriculum and Evaluation, *OECD / PISA 2003 Assessment Framework and Sample Tasks*, ORM 2004-25-1, 2004.
- [20] Korean Society for Educational Evaluation, *Educational Evaluation Thesaurus*, Hak-ji-sa, Mapo-gu, Seoul., 2004.
- [21] H. Jang, *Impact Analysis on Netlogo Programming Advantage of Learning Motivation*, Master's Thesis of Graduate School of Ajou University, 2013.
- [22] K. Son, *The Development and Application to Computer Programming Education Using Arduino*, Professional Graduate School of Gyeongin National University of Education, 2013.
- [23] S. Ahn, *Effect of Programming Learning Using Picoboard on Programming Interest and Metacognition of Middle School Students*, Master's Thesis Graduate School of

Korea National University of Education, 2013.

[24] S. Yoo, *The Effect of the STEAM-based Robot Learning on the Creativity of Elementary IT-Gifted Students*, Master's Thesis Graduate School of Korea National University of Education, 2013.

[25] D. Sim, *Effects of Learning of Visual Basic and Scratch Programming on the Logical Thinking and Problem Solving Ability*, Master's Thesis Graduate School of Korea National University of Education, 2013.

[26] S. Chae, *The Effect of EPL Scratch Programming Combined with PBL and Storytelling Method*, Master's Thesis of Graduate School of Kyungin University of Education, 2012.

[27] J. Jo, *The Development of Learning Program Using Scratch to Foster Logical Thinking Ability of Middle School Students in Technology Education*, Master's Thesis Graduate School of Korea National University of Education, 2012.

[28] M.J. Wing, "Computational Thinking," *Communications of the ACM*, Vol. 40, No. 3, pp. 33-35, 2006.

[29] CSTA & ISTE, *Computational Thinking in K12 Education Teacher Resource Second Edition*(2011). [https://www.iste.org/docs/ct-documents/ctteacher-resources\\_2ed-pdf.pdf?sfvrsn=2](https://www.iste.org/docs/ct-documents/ctteacher-resources_2ed-pdf.pdf?sfvrsn=2)

[30] Korea Education Development Institute, Korea Education and Research Information Service, *Development of SW Education Teaching and Learning Model*, Technical Report CR 2015-35, 2015.

[31] Y. Han, "Proposal of Mentoring Base Process Model Using DEVS Formalism," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 19, No. 12, pp. 2014-2035, 2016.

[32] B. Kim, *A Study on Programming Education Based on the Cognitive Learning Theory-Programming Education Using Patterns*, Master's Thesis Graduate School of Sangmyung University, 2010.



한 영 신

2004년 성균관대학교 전기전자컴퓨터공학과 공학박사  
 2004년 이화여자대학교 컴퓨터그래픽&가상현실연구센터 박사 후 연구  
 2005년 성결대학교 멀티미디어학과 전임강사

2007년 아리조나대학교 ACIMS센터 Visiting Scholar  
 2009년 성균관대학교 정보통신공학부 반도체시스템공학과 연구교수  
 2013년 성결대학교 컴퓨터공학부 조교수  
 2017년~현재 인하대학교 프런티어학부대학 교수  
 관심분야: 모델링 & 시뮬레이션, 데이터엔지니어링, 컴퓨팅사고