

문장구조 중심의 컴퓨터 프로그래밍 이해력에 관한 고등학생들의 성별 및 추상적 사고수준별 차이 분석

박찬정[†] · 현정석^{††} · 진희란^{†††}

요 약

21세기 핵심역량으로 컴퓨팅 사고력이 주목받으면서 컴퓨터 프로그래밍 교육이 초·중등학교에서 활발하게 이루어지고 있다. 본 연구는 학생들의 성별 차이에 따른 컴퓨터 프로그래밍 학습 결과를 분석하고 차이의 원인을 밝히는데 목적을 두었다. 또한 성별 차이와 더불어 학습결과의 차이를 가져오는 변수로서 학생들의 추상적 사고수준에 초점을 두었고 프로그래밍 언어로는 C언어와 러플(RUR-PLE)을 사용하였다. 컴퓨팅 사고력의 핵심 요소인 추상화(abstraction)의 개념에 초점을 두고 고등학생 587명의 추상적 사고수준을 조사한 후, 다양한 프로그램 구조를 이해하는데 있어서 남·여학생들이 추상적 사고수준이 어떤 영향을 미치는지 분석하였다. 이를 통해 향후 컴퓨터 프로그래밍 능력을 향상시키기 위하여 남녀학생들 장점은 향상시키면서 단점을 보완할 수 있는 컴퓨터 프로그래밍 교육방법을 제언하였다.

주제어 : 컴퓨터 프로그래밍 교육, 추상적 사고, 컴퓨팅 사고력, 행동정체성 척도, 성별 차이

Analysis of Difference in Computer Programming Understanding Ability focused on Statement Structures between Genders and Abstract Thinking Levels of High School Students

Chan Jung Park[†] · Jung Suk Hyun^{††} · Heulan Jin^{†††}

ABSTRACT

As a 21C core skill, computational thinking has been focused recently, and computer programming education is popular in primary and secondary schools. This paper aims to analyze the computer programming learning results based on gender difference and verify the reasons causing the difference. In this research, we focused on students' abstract thinking level as a variable and used C programming language and the RUR-PLE. Also, in this research, we focused on the concept of abstraction, one of the main component of computational thinking. And then, we analyze 587 high school students' abstract thinking level and survey them in order to find a new method for enhancing programming skill. In addition, we analyzed the causes for the difference in how the abstract thinking level applies when the students understand various structures of computer programs. From the results, we can propose a computer programming education method that enhances students' merits and compensates their drawbacks in the near future.

Keywords : Computer Programming Education, Abstract Thinking, Computational Thinking Ability, Behavioral Identification Form, Gender Difference

[†] 중신회원: 제주대학교 컴퓨터교육과 교수
^{††} 정 회 원: 제주대학교 경영정보학과 교수(교신저자) ^{†††} 정 회 원: 제주중앙여자고등학교 교사
논문접수: 2016년 11월 21일, 심사완료: 2016년 11월 28일, 게재확정: 2016년 11월 29일
* 이 논문은 2016학년도 제주대학교 교원성과지원사업에 의하여 연구되었음.

1. 서론

최근 소프트웨어 교육에 대한 중요성이 영국과 미국 등을 비롯한 여러 국가에서 인식되면서 소프트웨어 교육에 대한 정책과 지원 프로그램들이 다양하게 진행되고 있다. 우리나라에서도 정보 사회와 미래 사회를 대비하기 위해 2015년 개정 교육과정을 발표하였고[1], 핵심사항으로 2018년도부터 정보 교과가 중학교에서 필수가 되었으며 고등학교에서는 일반선택과목이 되었다[1].

국내외의 전문가들은 초·중·고생을 대상으로 한 소프트웨어 교육은 프로그래머가 되기 위한 컴퓨터 언어로 프로그래밍만을 배우는 것이 아니라 계산적(computational)으로 사고할 수 있는 능력을 신장시키는데 주안점을 두어야 한다고 주장한다[2]. 이에 프로그래밍 교육은 주요 특성으로 추상화(abstraction) 능력을 요구하고 있어서 주어진 문제를 이해하고 체계적으로 표현하는데 방법을 준다고 주장하고 있어 컴퓨팅 사고력을 개발하는데 필요한 교육으로 간주되어 왔다[3].

2015년에 개정된 정보 교과 교육과정은 학습자의 핵심 역량으로서 컴퓨팅 사고력이 포함되어 있다[4]. 컴퓨팅 사고력에는 자동화와 추상화가 핵심 개념으로 자리 잡고 있다. 추상화에 대한 중요성을 여러 연구에서 강조하지만[5], 학생들의 추상적 사고력 증진을 위한 방법은 많이 연구되고 있지 않다.

또한 Kramer의 연구[6]에서는 추상화가 학생들의 문제해결력 및 학업성취도에 중대한 영향을 미치기 때문에 문제해결에서 추상적 사고력의 중요성을 강조하였다. Kramer 교수는 프로그램을 분석하고 코딩하기 위한 형식적 알고리즘을 고안해내는데 추상적 사고를 필수요소로 제시하였다. 하지만 어떻게 추상적 사고력이 프로그래밍에 영향을 주는지는 기술하고 있지 않다[6].

한편, 프로그래밍 교육을 성공적으로 수행하기 위해 여러 분야에서 연구가 진행되어 왔으며[7][8][9][10][11], 그 중에서 성별 차이에 관한 연구도 많다. 즉, 성별 차이를 고려하여 프로그래밍 교육을 진행하여야 효율적인 교육이 이루어질 수 있다고 여러 연구에서 주장하고 있다. 프로그래밍 과정에서 여학생이 남학생보다 프로그래밍을 하

는데 소극적인 태도를 보인다는 주장한 연구도 있고[7][8], 몰입수준과 성취수준, 자기효능감 역시 낮음을 주장한 연구도 있다[9][10]. 한편, 실기평가가 아닌 프로그래밍 개념이나 이론에 대한 선다형 형태의 평가에서 여학생이 남학생보다 높은 성취도를 보인다는 연구[12][13]도 있어 성별 차이가 존재함을 알 수 있다. 기존의 연구들은 개인적 특성 중에서는 자신감, 자기효능감, 몰입수준에서 성별 차이 위주였고, 이론 중심 또는 실기 중심과 같은 학습콘텐츠의 차이와 프로그래밍 시, 오타와 같은 오류에 대한 반응의 차이, 성취감에 대한 차이 연구가 있었다[11][12][13]. 하지만 컴퓨터 프로그래밍을 위해 필요한 추상적 사고력이나 프로그래밍 언어에서 문장의 구성과 이해와 같이 프로그래밍 요소에서 어떻게 어려움을 느끼는지에 대한 연구는 드물다.

본 연구에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 동일한 교사가 일반계 고등학교 학생들을 대상으로 2014년 2개 학기는 C 언어, 2015년 2개 학기는 러플을 강의하였다. 교사의 도움을 받아 17주차 수업이 끝나고 기말고사 이후 방학까지의 마지막 주에 설문을 실시하여 학생들의 추상적 사고력과 프로그래밍 이해력을 측정하였다. 이를 통해 어떤 경우에 학생들의 추상적 사고가 프로그래밍 이해에 도움을 주고 있는지를 확인하였다. 아울러 성별 차이의 효과와 함께 어떤 프로그래밍 요소에서 어려움을 느끼고 있는지에 대한 분석을 실시하였다. 본 연구에서는 두 언어에 대한 언어적 특성 차이를 분석하기보다는 두 언어에 대해서 같은 실험을 반복적으로 실행함으로써 성별 및 추상적 사고수준간의 차이가 명확하게 드러나는지 살펴보고자 하였다.

본 연구에서는 추상적 사고수준을 측정하기 위한 기존 연구들 중에서 행동 정체성 척도(Behavioral Identification Form: BIF) [14]를 이용하였다. 또한 본 연구에서는 다양한 프로그래밍 요소들 중에서 순차, 선택, 반복을 기본요소 선택하였다. 또한 이를 중심으로 고등학생들이 프로그래밍 이해력을 분석하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 2 장에서는 프로그래밍 교육과정에서 드러난 성별 차이를 분석하고 본 논문의 이론적 배경인 행동 정체성 척

도를 설명하고 추상적 사고수준을 측정방법을 정의한다. 3 장에서는 본 논문에서 다룰 컴퓨터 프로그램들에 대해 소개를 한다. 4 장에서는 추상적 사고수준과 프로그래밍 이해력 간의 관계분석을 실시하여 어떻게 추상적 사고력이 작용하는지 살펴본다. 마지막으로 5 장에서는 학생들의 성별 프로그래밍 언어에 대한 경험, 학업성취도 등의 변수를 함께 고려하여 교육적 대안을 모색한 후 제언 및 결론을 맺는다.

2. 연구배경

2.1 프로그래밍 교육에 대한 성별 차이 분석에 관한 연구

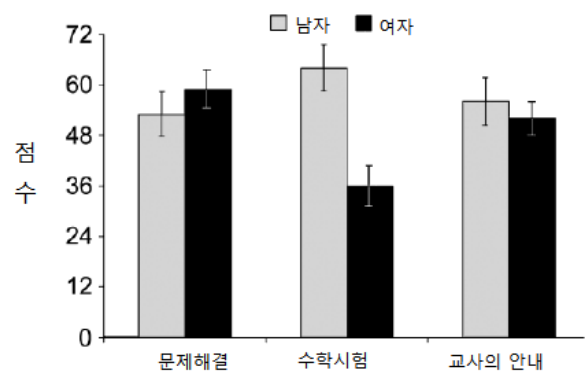
프로그래밍 교육에서 성별에 따른 차이 분석에 관한 연구는 다양하다. 신승기 외 2인의 연구[11]에서는 8건의 연구를 요약하였다. 8건의 연구가 모두 성별 차이를 인정하였고, 성별을 고려한 프로그래밍 교육의 필요성을 제기하고 있다. 또한, 여학생에 대한 고려사항들을 제시하고 있는데, 정적이며 컴퓨터에 대한 내면적 어려움을 극복할 수 있도록 개별 프로젝트를 실시하거나 오류가 발생하지 않는 프로그래밍 언어를 선택하거나 시각적, 이론적 학습방법 등을 강조하고 있다[11].

또한, 심재권 외 2인의 연구[12]에서는 중학교에서 고등학교로 갈수록 성별에 따른 프로그래밍 자신감의 차이가 증가하고 있고, 프로그래밍에 대한 가치를 분석한 결과 중학교와 고등학교 모두 남학생이 여학생에 비해 높게 인식하고 있다고 분석 결과를 제시하였다. 하지만, 알고리즘의 설계 능력에 대한 사전/사후 차이분석에서는 여학생이 남학생에 비해 성취도가 더 높았다. 이 결과는 온라인 선다형으로 측정하였으며 실기평가가 아닌 프로그래밍 개념이나 이론에 대한 선다형 형태의 평가이기 때문이라는 결론을 도출하였다[13].

유병권 외 2인의 연구[13]에서는 프로그래밍을 할 때, 남학생은 팀프로젝트를 선호하고, 여학생은 개별 프로젝트를 선호하였다고 보고하고 있다. 또한, 경험유무에 대해서 남학생은 경험이 없는 경우에만 정해진 방법으로의 문제해결을 선호하였고 경험이 있는 경우에는 다양한 방법으로의

문제해결을 선호하였으나, 여학생은 경험 유무에 상관없이 정해진 방법을 선호하였다고 보고하고 있다. 이를 통해 남학생이 여학생보다 도전적이고 더 적극적이라고 해석하고 있다[13].

2016년 11월 현재 구글 학술검색 사이트인 scholar.google.com에서 “gender difference”에 관한 연구를 검색하면 290만 건이 보고되고 있다 [15]. 그만큼 성별 차이에 관한 연구는 많은 연구자들의 관심을 받고 있다. 최근까지 프로그래밍 분야에서 많은 연구자들이 성별에 따라 소심함의 차이로부터 야기되는 자신감 차이나 성취도 차이를 많이 지적하고 있다. 하지만 이와 같은 현상은 단지 프로그래밍 분야에서만 나타나는 것이 아니고 여러 분야에 걸쳐 드러나고 있다. 최근 한 연구에서는 이와 같은 현상도 설정에 따라서 반대의 결과를 도출할 수 있음을 증명하고 있다 [16]. Jones 외 2인의 연구[16]는 같은 수학 문제에 대해서 집단별로 학생들에게 다음과 같이 설명하였다. (i) 문제가 수학문제가 아닌 일반적인 문제해결이라고 제시하였을 때, (ii) 문제가 수학시험이라고 제시하였을 때, (iii) 수학문제이지는 한데 수학을 여학생이 잘 못한다는 일반적인 고정관념이 있으나 이것은 사실이 아니라고 안내를 하였을 때 서로 다른 차이를 드러냈다(<그림 1> 참조).



[그림 1] 수학문제 해결에서 여학생과 남학생의 점수 차이[16]

본 연구에서는 일반적인 심리학적 특성이외에 프로그래밍을 하는데 필요한 추상화에 초점을 두고 추상적 사고수준이 어떻게 프로그래밍을 하는데 영향을 미치는가에 주목하였다. 또한, 프로그

래밍 요소가 매우 다양하여 그 중에서도 고등학교 학생들이 프로그래밍 시 알아두어야 할 요소들에 초점을 두어 어떤 부분에서 어려움을 느끼는지를 파악함으로써 교육적으로 개선방안을 제시하고자 한다.

2.2 추상적 사고수준 측정을 위한 행동 정체성 척도 이론

최근까지 추상화에 대한 연구는 다양하다[17]. Navon의 계층적 글자(hierarchical letters)[18]와 Vallacher와 Wagner의 행동 정체성 척도[14][19] 등도 모두 추상화와 관련된 연구들이다[20]. 이들 이론 중에서 행동 정체성 척도 이론에서는 사람마다 서로 다른 추상적 사고수준가지고 있다고 주장하였다[14][19]. 예를 들어, 방 청소를 하는 경우, 어떤 사람은 책상과 의자, 방바닥의 먼지를 제거한다고 생각하지만, 어떤 사람은 청결을 유지하기 위한 행동으로 생각한다. 즉, 구체적인 행동으로써 먼지제거를 먼저 떠올리는 사람(구체적인 사고)도 있고, 추상적인 행동인 건강을 먼저 떠올리는 사람(추상적인 사고)도 있다. 이 예제에서 후자가 더 추상적 사고수준을 갖는다고 말한다 [14][19].

Vallacher와 Wegner는 사람의 추상적 사고수준이 어느 정도인지를 측정할 수 있도록 타당성 있는 25개의 문항을 개발하였다[14]. 추상적인 행동을 많이 선택한 응답자는 추상적 사고수준이 높은 상위 해석수준(high construal level)을 가지고 있고, 반대로 구체적 항목을 많이 선택한 응답자는 하위 해석수준(low construal level)을 가지고 있다고 분류하였다. 25개의 모든 문항은 [14]에 기술되어 있다.

3. 연구 대상 및 설문 문항

3.1 연구대상

본 논문에서는 한 인문계 고등학교 1학년 남녀 학생들을 대상으로 설문을 실시하여 그 중에 응답을 완료한 587명을 대상으로 분석을 실시하였다. 동일한 고등학교 교사가 2014년 1학기과 2학

기에 각각 남학생 150, 여학생 151명을 대상으로 C언어 교육을 17주 진행하였다. 또한 2015년 1학기과 2학기에 각각 남학생 150명과 여학생 150명을 대상으로 러플 프로그램을 17주 진행하였다. 설문조사시간은 2014년 7월과 12월이었으며, 마찬가지로 2015년 7월과 12월에 설문을 실시하였다. 17주 수업을 모두 이수한 후, 학기말 시험이 끝난 직후부터 방학시작 전인 기간에 설문을 실시하였다. 설문에서는 추상적 사고수준과 학습을 한 프로그래밍 언어를 기반으로 어느 정도 프로그램 수행결과를 이해하는지 테스트하였다. 그 밖에 학생들의 언어 교육에 대한 경험과 오타 정도, 학업 성취도에 대한 자가진단 등을 실시하였다.

3.2 추상적 사고수준 측정을 위한 항목

본 연구에서는 [20]의 연구에서 채택한 문항을 기반으로 하여 어떤 행동에 대해서 추상적 사고 문항을 선택한 응답자의 답에 1점을 부여하여 25 만점으로 개인의 추상적 사고수준을 측정하였고 이를 추상적 사고수준 값으로 정의하였다. 우선 추상적 사고수준을 측정하기 위한 설문은 다음 예시와 같이 25개의 문항에 대해서 두 개의 추상적인 수준이 다른 대안을 제시한 후, 추상적 수준이 높은 문항을 선택한 것을 모두 더하여 BIF 값으로 채택하였다 (<표 1> 참조).

3.3 프로그래밍 이해력 측정을 위한 문제

컴퓨터 프로그래밍 요소에는 여러 가지가 있다. 대부분의 교재들을 살펴보면 변수, 자료구조의 이해, 수식, 연산자의 이해, 조건문, 반복문, 함수, 재귀적 호출 등 다양하다. 여러 요소들 중에서 본 연구에서는 고등학생들이 알아야 할 기본적인 프로그래밍 요소에 초점을 두었다. 문제의 유형으로 순차형, 선택형, 반복형 구조를 사용하였다. 다양한 프로그램 구조에서 어떻게 학생들의 추상적 사고수준이 작용하는지 살펴보았다.

2014년도에 교육을 진행했던 C 프로그램의 경우에는 [20]에서 사용한 프로그램을 활용하였다. 러플의 경우에는 다음 [그림 2]와 같다. 본 연구에서 채택한 문제들은 소프트웨어 메트릭(metric)

이론[21]에서 제안한 복잡도에 주목하였다. 즉, 순차보다는 선택이나 반복의 복잡도가 높아짐을 고려하였다. 또한 복잡도가 높아지면 추상성도 높아지게 된다는 이론[22]에 근거를 두고 전반적인 프로그래밍 이해력보다는 문장구조를 중심으로 한 프로그래밍 이해력에 초점을 두었다.

<표 1> 추상적 사고수준 측정을 위한 설문 항목들 [14]

<상황>		두 가지 대안들
1	목록 만들기	① 조직화하기*
		② 할 일들을 적기
2	독서	① 인쇄물의 줄 따라 읽기
		② 지식을 얻기*
3	군대생활 하기	① 국가의 방어를 도와주기*
		② 군 입대에 신청하기
4	세탁하기	① 옷에서 냄새 없애기*
		② 옷들을 세탁기에 넣기
5	사과 집기	① 무언가 먹을 것을 획득하기*
		② 나뭇가지에서 사과를 따기
6	나무 베기	① 도끼를 휘두르기
		② 땀감을 얻기*
...		...

* : 높은 추상적 사고수준

4. 성별 추상적 사고수준과 프로그래밍 이해력 간 관계 분석

이 절에서는 학생들의 추상적 사고수준을 제시하고 추상적 사고수준에 따른 학생들의 프로그래밍 이해력 간에 어떤 관계들이 존재하는지 전체 및 성별 분석을 실시하였다.

4.1 성별 추상적 사고수준의 차이

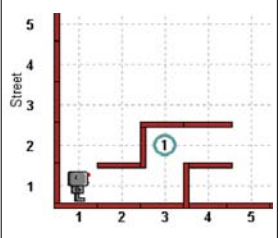
2014년과 2015년 2년 동안 1학기에는 남학생, 2학기에는 여학생의 추상적 사고수준 값을 동일한 문항으로 특정하였다. 남녀간에 6개월의 차이를 두었는데도 불구하고 먼저 설문을 하였던 남학생들의 추상적 사고수준이 여학생들의 추상적 사고수준보다 2년 연속 높은 것이 통계적으로 유의미

하였다.

<단순형>

```

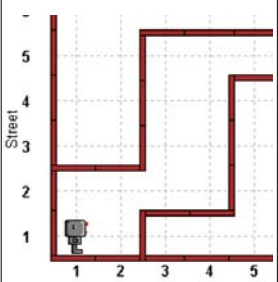
1 def turn_A():
2     ...turn_left()
3     ...turn_left()
4     ...
5     move()
6     move()
7     turn_left()
8     move()
9     pick_beeper()
10    turn_A()
11    move()
12    put_beeper()
13    turn_A()
14    move()
15    turn_off()
                
```



<순차형, 조건형>

```

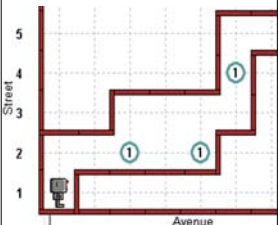
1 def funcA():
2     ...turn_left()
3     ...move()
4 def funcB():
5     ...turn_left()
6     ...turn_left()
7     ...turn_left()
8     ...move()
9 def funcC():
10    ...move()
11 def action():
12    ...if right is clear():
13    | ...funcB()
14    ...elif front is clear():
15    | ...funcC()
16    ...elif left is clear():
17    | ...funcA()
18    ...else:
19    | ...turn_off()
20    action()
21    action()
22    turn_off()
                
```



<순차형, 조건형, 반복형>

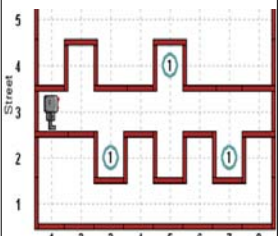
```

1 def turn_right():
2     ...turn_left()
3     ...turn_left()
4     ...turn_left()
5 def action():
6     ...if on beeper():
7     | ...pick_beeper()
8     ...elif front is clear():
9     | ...move()
10    ...else:
11    | ...turn_left()
12    turn_left()
13    move()
14    turn_right()
15    repeat(action,10)
16    put_beeper()
17    turn_off()
                
```



```

1 def look_left():
2     ...turn_left()
3     ...move()
4 ...if (on beeper()):
5     | ...pick_beeper()
6     | ...turn_left()
7     | ...turn_left()
8     | ...move()
9     | ...turn_left()
10    move()
11 while (front is clear()):
12    | ...if (left is clear()): look_left()
13    | ...move()
14    turn off()
                
```



[그림 2] 프로그래밍 이해력 측정을 위한 러플 문제

전체 587명(남: 286명, 여: 301명)을 대상으로 한 경우, 남학생은 평균 14.79(표준편차: 4.74)의 추상적 사고수준 값을 가지고 있었고, 여학생은 평균 12.70(표준편차: 4.59)의 추상적 사고수준 값을 가지고 있었다. 유의수준 $p < .001(t=5.44, df=565)$ 로 통계적으로도 그 차이가 유의미하였다. 아울러 <표 2>처럼 각 언어별로도 성별 유의미한 차이가 있었다.

<표 2> 성별 추상적 사고수준 차이

언어	학습시기	성별	N	평균	표준편차
C	2014년	남자	150	14.49	4.65
		여자	151	12.63	4.42
러플	2015년	남자	136	15.13	4.84
		여자	150	12.77	4.76
합계			587	13.76	4.67
언어	평균의 동일성에 대한 t-검정				
	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표준오차
C	3.57	299	< .001	1.86	.52
러플	4.15	284	< .001	2.36	.57

Zhu의 연구에서는 여학생들은 남학생에 비해 구체적 전략을 사용하려고 하는데 비해 남학생들은 추상적 전략을 사용하려고 한다고 보고하였다. 특히 초등학교의 경우에는 남학생들이 프로그램을 작성하는데 다양한 방식으로 프로그래밍 전략을 선택하는데 비해, 여학생들은 문제를 해결하는 표준해법을 선택한다고 보고하였다[23]. Geist와 King의 연구[24]에서도 여학생이 보다 구체적 사고를 하고 귀납적 추론을 사용하는 반면 남학생들은 추상적 사고와 연역적 추론을 선호한다고 보고하였다.

본 연구의 결과에서도 고등학교 남학생의 추상적 사고수준이 고등학교 여학생보다 통계적으로 유의미하게 드러나 기존의 연구결과와 맥락을 같이 하고 있음이 드러났다.

4.2 프로그램 문제유형별 성별 차이 분석

본 연구에서는 프로그래밍 요소 중에서 고등학생들이 알아야 할 내용으로 순차, 조건 반복문을 선택하여 학생들이 어느 정도 이해하고 있는지를

문제를 통하여 확인하였다. 그 결과 러플의 경우는 순차문제에서 남학생의 평균이 높았고($t=2.15, p=.033$), 조건문에서 여학생의 평균이 높았다($t=-2.22, p=.027$). 반복문에서는 성별로 유의미한 차이가 없었다. C 언어의 경우는 전체적으로 여학생의 평균이 높았고($t=-2.13, p=.034$), 순차문의 경우도 여학생의 평균이 높았다($t=-2.48, p=.014$).

<표 3>에서와 같이 언어별 남녀가 잘 이해하는 항목들이 달랐다. 각 문제가 2점씩이었고 총 점수의 합은 6점임을 감안한다면 학생들의 문제 해결수준은 C언어에서 남녀 각각 38.83%, 46.33%, 러플에서 남녀 각각 61.67%, 63.83%로 드러났다. 언어를 구분하지 않고 평균을 비교해보면, 남학생은 평균: 2.99, 표준편차: 1.88, 여학생은 평균: 3.30, 표준편차: 1.81, $t: -2.06, df: 587, p=.04$ 로 여학생들이 통계적으로 우수하였다. 두 언어에 대해서 성별 간의 차이가 같지 않기 때문에 성별로 더 잘 이해하는 문제유형이 존재하지는 않았다.

<표 3> 성별 프로그래밍 이해에 관한 기초통계량과 t-검정

언어	종속변인	성별	N	평균	표준편차	
C	순차	남자	150	1.24	.84	
		여자	151	1.46	.69	
	조건	남자	150	.95	1.00	
		여자	151	1.11	1.00	
	반복	남자	150	.14	.50	
		여자	151	.20	.60	
	전체	남자	150	2.33	1.87	
		여자	151	2.78	1.75	
러플	순차	남자	138	1.90	.32	
		여자	150	1.80	.45	
	조건	남자	138	.92	.99	
		여자	150	1.18	.96	
	반복	남자	138	.88	.78	
		여자	150	.85	.82	
	전체	남자	138	3.70	1.62	
		여자	150	3.83	1.73	
언어	항목	Levene의 동분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정		
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)
C	순차	25.44	.000	-2.48	286.12	.014
	조건	.94	.333	-1.44	299	.151
	반복	3.60	.059	-.92	299	.359
	전체	3.60	.059	-2.13	299	.034
러플	순차	13.77	.000	2.15	270.91	.033
	조건	2.70	.10	-2.22	286	.027
	반복	1.69	.20	.30	286	.764
	전체	.33	.57	-.65	286	.515

4.3 성별 및 추상적 사고수준별 평균 차이 분석

본 연구에서는 2014년과 2015년 조사 집단의 추상적 사고수준의 평균값을 각각 구한 후, 평균을 초과하는 집단과 평균 미만인 집단으로 구분하였다. 2014년 C언어 수업을 들었던 전체 학생의 추상적 사고수준의 평균값은 13.6이고, 2015년 러플 수업을 들었던 전체 학생의 추상적 사고수준의 평균값은 13.8이었다. 이에 따라서, 추상적 사고수준 값의 범위가 01~14까지는 하위 수준, 15~25점까지는 상위 수준으로 집단을 구분하였다.

추상적 사고수준과 성별을 구별하여 네 개 그룹으로 나눈 후, 순차, 조건, 반복의 구조를 가진 프로그램을 이해하는 정도와 전체 프로그램을 이해하는 정도를 비교하였다. 우선, 전체 학생을 대상으로 추상적 사고수준 값과 프로그래밍 이해력에 대한 상관관계 분석을 실시한 결과, 피어슨 상관관계수는 $-.002$ 로 통계적으로 유의하지 않았다. 하지만 성별로 다시 상관관계를 분석한 결과, 남학생의 경우에는 추상적 피어슨 상관관계수가 $.12$, $p=.043$ 으로 통계적으로 유의미한 양(+)의 상관관계를 가지고 있었다. 반면, 여학생의 경우, 피어슨 상관관계수가 $-.089$ 로 통계적으로 유의미한 차이는 없었다.

다음은 <표 4>와 같이 각 언어에 대해서 성별 및 추상적 사고수준별 평균의 차이가 있는지를 알아보기 위해서 분산분석을 실시하였다. 사후분석은 Scheffe를 사용하였다.

<표 4> 성별 및 추상적 사고수준별 집단 간 프로그래밍 이해에 대한 분산분석 결과

언어	항목	제곱합	자유도	F	유의확률
C	순차	4.03	3	2.26	.081
	조건	1.42	3	1.91	.128
	반복	.62	3	2.78	.041*
	전체	12.31	3	2.88	.036*
러플	순차	.67	3	1.44	.232
	조건	5.94	3	2.09	.102
	반복	2.59	3	1.37	.253
	전체	6.51	3	.77	.514

그 결과 C언어 경우, 여학생은 추상적 사고수준이 낮은 집단이 추상적 사고수준이 높은 집단보

다 프로그래밍 이해력이 높았다(하위집단 : 2.19, 상위집단 : 2.00). 반면에 남학생은 여학생과는 반대로 추상적 사고수준이 높은 집단이 추상적 사고수준이 낮은 집단에 비해 프로그래밍 이해력이 높았다(상위집단 : 1.93, 상위집단 : 1.63).

또한, 반복문에 관한 문제와 프로그램 전체의 경우 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이를 드러냈다(각각 $p=.041$, $p=.036$). 반복문의 경우, 남학생 상위 집단과 남학생 하위 집단 간에 차이가 가장 컸다. 전체 프로그램의 경우, 여학생 하위집단과 남학생 하위 집단 간에 차이가 가장 컸다. 즉, 프로그램의 특성에 따라 집단 차이를 드러냈다. 프로그램 전체적으로는 여학생이면서 추상적 사고력이 하위수준인 집단이 가장 프로그래밍 이해력이 높았고, 남학생이면서 추상적 사고력이 하위수준인 집단이 가장 프로그래밍 이해력이 낮았다.

반면 러플의 경우에는 네 개 집단 간에 차이가 전혀 존재하지 않았다. 단, 여학생의 경우, 추상적 사고수준이 낮은 집단이 추상적 사고수준이 높은 집단보다 전체 프로그램에 대한 프로그래밍 이해력이 높았다(하위집단 : 3.84, 상위집단 : 3.82). 남학생의 경우에는 여학생과는 반대로 추상적 사고수준이 높은 집단이 추상적 사고수준이 낮은 집단에 비해 프로그래밍 이해력이 높았다(상위집단 : 3.90, 상위집단 : 3.50). 공통점으로는 여학생은 추상적 사고수준이 낮은 집단이, 남학생은 추상적 사고수준이 높은 집단이 프로그래밍 이해력이 높았다. 하지만 통계적으로 유의미한 차이는 없었다.

4.4 성별과 추상적 사고수준별 상호작용 효과 분석

상호작용 효과는 독립변수와 종속변수 간의 직접적인 효과를 분석하지 않고 두 개 이상의 독립변수와 종속변수를 함께 고려하여 종속변수에 미치는 영향을 살핀다. 프로그램을 이해하는 능력을 분석할 때, 성별과 추상적 사고수준 간에 상호작용 효과가 존재하면 컴퓨터 프로그램 교육을 진행하는 과정에서 성별과 추상적 사고수준을 함께 고려해야 한다.

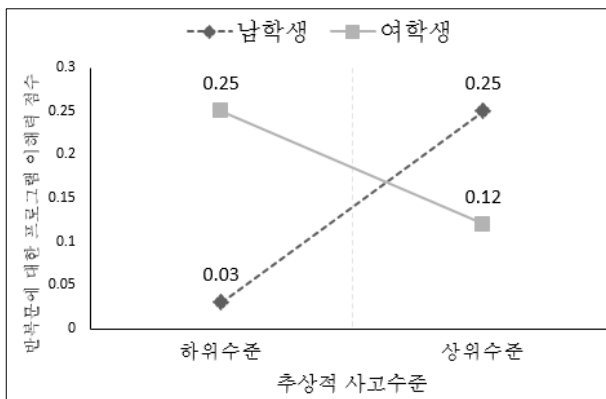
4.4.1 C언어

C언어에 대한 상호작용 효과분석을 프로그램별로 구분하여 실시하였다. 첫째, 종속변수를 프로그램 전체로 하였을 경우, 성별과 추상적 사고수준별 차이는 없었으나, 상호작용 효과가 존재하였다($F=4.03, p=.046$). 종속변수를 순차문과 조건문을 해석한 경우로 정한 경우, 모두 상호작용 효과는 없었다.

하지만 종속변수를 반복문을 포함한 프로그램의 경우, 상호작용 효과가 <표 5>와 같이 드러났다. 반복문을 포함한 경우, 성별로 프로그래밍 이해에 대한 반대의 효과가 더욱 명확하게 드러났다. [그림 3]에서는 성별 및 추상적 사고수준별 평균값의 격차를 나타내고 있다.

<표 5> C언어에서 반복문에 대한 성별 및 추상적 사고수준별 상호작용 효과

소스	자유도	평균제곱	F	유의확률
성별	1	.14	.45	.503
추상적 사고수준	1	.13	.44	.509
성별 * 추상적 사고수준	1	2.08	6.89	.009



[그림 3] C언어에서 반복문을 포함한 프로그래밍 이해에 대한 상호작용 효과

남학생에 비해 구체적인 사고력이 높은 여학생들은 추상적 사고수준이 하위수준인 학생집단이 훨씬 더 문제이해를 하는데 구체적으로 잘 해결하였으며, 여학생에 비해 추상적 사고를 잘한다고 알려진 남학생의 경우는 추상적 사고수준이 높은 상위집단이 문제를 잘 해결하였다. 특히, 본 연구

에서 주어진 프로그램 문제들 중에서 반복문을 포함하는 프로그램에서 추상적 사고력의 역할이 중요한 것으로 드러났다. 즉, 다른 종류의 프로그램에 비해서 반복문을 포함하는 프로그램은 보다 높은 추상적 사고를 필요로 하게 되어 구체적 사고를 잘하는 여학생 보다 추상적 사고를 잘하는 남학생 집단에게 추상적 사고수준 집단 간에 더 많은 격차를 보였다.

4.4.2 러플

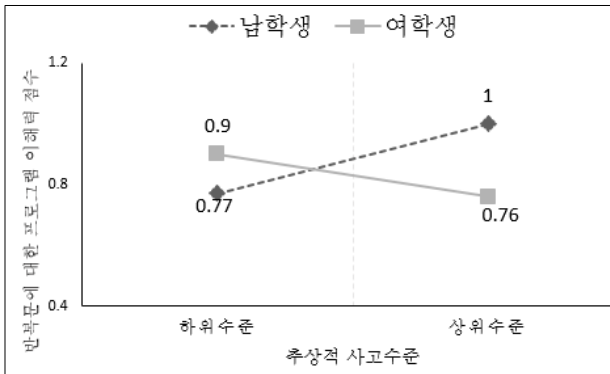
2015년에 진행이 된 러플 교육에 대한 상호작용 효과분석을 실시하였다. 프로그램 전체에 대한 이해에서는 성별 및 추상적 사고수준별 상호작용 효과가 없었다. 순차와 선택의 경우, 상호작용 효과는 없고 성별 차이만을 드러냈다(순차: $F=4.05, p=.045$, 선택: $F=5.58, p=.019$).

반복문의 경우, 90% 신뢰구간($\alpha=0.1$)에서 상호작용 효과가 있음이 드러났다. <표 6>에서와 같이 두 요인 간 상호작용은 부분적으로 유의미하였고, [그림 4]와 같이 집단 간 평균의 차이를 나타냈다.

러플의 경우도 C언어와 동일하게 다른 프로그램 구조보다 반복문을 포함한 프로그램의 경우에 추상적 사고수준이 높은 남학생들의 성적이 가장 우수하였다. 즉, 프로그램을 이해할 때 높은 추상적 사고수준을 요구하는 프로그램에서 남학생들이 좀 더 유리하였다. 구체적 사고를 잘 하는 여학생들에게는 추상적 사고수준의 차이가 크지 않았지만, 남학생들은 추상적 사고수준의 차이가 보다 컸음을 확인할 수 있었다.

<표 6> 러플에서 반복문에 대한 상호작용 효과

소스	자유도	평균제곱	F	유의확률
성별	1	.184	.292	.590
추상적 사고수준	1	.178	.281	.596
성별 * 추상적 사고수준	1	2.301	3.642	.057



[그림 4] 러플의 반복문 이해에 대한 성별과 추상적 사고수준별 상호작용 효과

5. 제언 및 결론

본 연구에서는 고등학교 학생들의 프로그래밍에 관한 이해력을 추상적 사고수준 및 성별과 함께 분석한 후, 이 변수들 간의 관련성을 분석하였다. 실험에는 인문계 고등학교의 학생들이 참여하였다. 연구의 진행을 위해 한 학기동안 C 프로그래밍 언어 또는 러플 프로그래밍 수업을 각각 수강하고 이에 대한 평가를 실시하였다.

연구결과는 다음과 같다. 첫째, BIF를 활용하여 성별 추상적 사고수준을 조사한 결과 통계적으로 유의미하게 남학생의 추상적 사고수준이 여학생의 추상적 사고수준보다 높았다. 이는 여학생이 구체적인 사고를 잘하는 반면, 남학생은 추상적 사고를 잘한다는 연구와 맥락을 같이 하였다. 또한 성별 시야(vision)에 관한 차이를 기술한 연구 [25]에 따르면 남자는 터널 시야(tunnel vision), 여자는 주변적 시야(peripheral sight)를 가진다고 주장한다. 이와 같은 터널 시야는 좁고 길게 보는 특성을 말하고 결국 이런 남자의 특성은 여자에 비해 추상적 사고를 잘할 수 있다는 특성과 맥락을 같이 한다.

둘째, 성별로 선호하는 문제의 차이나 문제 해결력 차이는 존재하지 않았지만, 여학생의 경우에는 추상적 사고수준이 낮은 집단이 남학생의 경우에는 반대로 추상적 사고수준이 높은 집단이 프로그램에 대한 이해수준이 높았다. 이와 같은 상반된 결과도 성별로 선호하는 사고력의 차이에서 기인한다고 볼 수 있다.

셋째, C언어와 러플에 대하여 성별과 추상적 사고수준별 상호작용 효과분석을 실시하였다. 그 결과, 성별과 추상적 사고수준별 요인에 대해서는 통계적으로 유의하지 않은 결과를 도출하였다. 그러나 두 요인을 함께 고려하면 남학생은 추상적 사고수준이 높은 경우 프로그래밍 이해력이 높은 반면, 여학생은 추상적 사고수준이 낮은 경우 프로그래밍 이해력이 높아 두 요인 간에 상호작용 효과가 존재함을 확인하였다.

특히, 세 가지 종류의 프로그램 중에서 순차나 선택과 같은 프로그램에 비해 복잡도가 높은 반복문을 포함하는 프로그램의 경우, C 언어에서나 러플에서나 동일하게 남학생들이 여학생들에 비해 추상적 사고수준별 집단 간 격차를 더 많이 드러냈다. 이러한 결과는 여학생의 추상적 사고력이 높거나 낮은 것이 문제의 이해에 영향을 덜 미친 반면, 남학생들은 추상적 사고 수준이 문제의 해결에 영향을 많이 미친다고 결론내릴 수 있었다.

그 밖의 분석내용으로 첫째, 프로그래밍 이해력과 학생들의 학업성취도간의 상관관계를 분석하여 보니, 상관계수가 .366이고 $p < .001$ 으로 통계적으로 유의미하게 프로그래밍 이해력과 학업성취도간에 양의 상관관계가 있음이 드러났다. 또한, 배운 적이 있는 프로그램의 개수에서도 남자는 1.4, 여자는 1.15로 통계적으로 유의하게 차이가 났다($t=5.01, df=448.73, p < .001$).

본 연구결과에 따르면 고등학교 여학생들은 추상적 사고수준이 낮음에도 불구하고 프로그래밍 이해력은 남학생들에 비해 높았으며, 여학생 간에도 추상적 사고수준이 낮은 집단이 학업성취도도 높고 프로그래밍 이해력도 높았다. 이와 같은 결과는 여러 가지 이유가 있을 수 있겠으나, 본 연구에서는 첫째, 연구결과가 연구대상이 고등학교 1학년 여학생의 나이에 기인한다고 볼 수 있다. 실제 한 연구 [26]에서는 피아제의 인지발달과정의 한 단계인 구체적 조작기는 12세까지로 보고 있고 그 이후를 형식적 조작기로 구분하였으나 일반적인 미국청소년의 경우에는 10대 말이나 20대 초반이 되어야 형식적 조작기에 돌입하게 된다는 결과를 제시하였다. 연구대상이 되는 고등학교 여학생들이 어느 정도 추상적 사고력을 가지

고 과제를 수행하나 아직은 구체적 사고력에 보다 의지를 하고 있다고 판단할 수 있다.

둘째, 제시한 문제도 순차를 포함한 경우나 선택의 경우에는 문장이 수행되는 과정을 꼼꼼히 분석해야 정답을 찾을 수 있어서 구체적 사고력을 필요로 하였을 가능성이 있다. 하지만 학생들이 문제를 해결한 평균 점수를 감안할 때 현재 학생들의 수준에서는 주어진 문제의 수준이 현저하게 낮다고 볼 수 없다. 즉, 고등학생들의 수준을 고려한다면, 구체적으로 생각할 수 있는 분석력의 중요성을 인지할 수 있다.

본 연구결과에서도 여학생은 기존의 연구결과와 상반된 결과를 보였으나, 남학생의 경우는 기존의 연구결과와 유사한 결과를 드러내고 있어, 향후 고등학생들을 대상으로 하는 프로그래밍 교육에 있어서는 성별에 대한 고려가 필요하다.

한 연구에 따르면 먼 미래 시간조건의 실험참가자는 가까운 미래 시간조건의 실험참가자보다 더 많은 통찰문제를 해결하였고, 가까운 미래 시간조건의 실험참가자는 먼 미래 시간조건의 실험참가자보다 분석 문제를 잘 해결한 것으로 나타났다[27]. 해석수준이론(Construal Level Theory)에서는 심리적인 거리가 멀수록 추상적이고 핵심적인 목표에 맞는 상위수준의 해석을 하게 된다고 주장한다[28][29][30].

즉, 아직 성인이 아닌 고등학교 남학생의 경우 추상적 사고력이 여학생에 비해 높기 때문에 오히려 구체적인 사고력을 신장시킬 수 있는 교육적 대안이 필요하며, 여학생의 경우에는 심리적으로 길고 멀리 보는 능력을 개발시켜주어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 교육부(2015). 2015 개정 교육과정 보도자료, <http://www.moe.go.kr/web/100063/ko/board/view.do?bbsId=316&boardSeq=62381&mode=view>에서 인용.

[2] 유진상. 핵심은 코딩 스킬이 아니라 '컴퓨팅적 사고' 능력. <http://it.chosun.com/news/article.html?no=2820617>에서 인용.

[3] 김자미 · 이원규 (2010). 교과교육의 측면에서

본 정보교과와 정체성에 대한 고찰. **정보교육학회논문지**, 14(2), 219-227.

- [4] 최정원 · 이은경 · 김경훈 · 이영준 (2015). 2015 개정 정보 교과 교육과정에서 학습자의 컴퓨팅 사고력 평가 방안에 대한 제언. **2015년 한국컴퓨터교육학회 하계 학술발표논문지** 19(2).
- [5] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- [6] Kramer, J. (2007). Is Abstraction the Key to Computing? *Communications of the ACM*, 50(4), 37-41.
- [7] 배영권(2007). 성별의 차이를 고려한 로봇프로그래밍 교수전략에 관한 연구. **컴퓨터교육학회논문지**. 14(1), 27-37.
- [8] Beyer, S., Rynes, K., Perrault, J., Hay, K., Haller, S. (2003). Gender Differences in Computer Science Students. *SIGCSE '03 Proceedings of the 34th SIGCSE technical symposium on Computer science education*, 35(1), 49-53.
- [9] 박성규 · 박재용(1998). 컴퓨터 프로그래밍 언어의 활용수준에 대한 성별 차이분석. **성평등연구**, 2, 47-68.
- [10] 송정범 · 백성혜 · 이태욱(2009). 성별의 차이를 고려한 로봇 프로그래밍 학습이 여중학생의 몰입 수준과 문제해결력에 미치는 효과. **컴퓨터교육학회논문지**, 12(1), 45-55.
- [11] 신승기 · 최익선 · 배영권(2015). MadewithCode를 활용한 여학생의 소프트웨어 교육 방안 탐색, **한국지식정보기술학회 논문지**, 10(1), 121-136.
- [12] 심재권 · 김현철 · 이원규(2015). 2015 개정 정보 교육과정에 따른 피지컬 컴퓨팅을 활용한 정보교육에서 성별에 따른 태도와 성취도 차이분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 19(4), 1-9.
- [13] 유병건 · 김자미 · 이원규(2012). 성별에 따른 프로그래밍 성취도와 문제해결과정의 관계 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 10(4), 27-37.
- [14] Vallacher, R. R. and Wegner, D. M. (1989). Levels of personal agency : Individual variation in action identification. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57(4), 660-671.

- [15] <http://scholar.google.co.kr/scholar?hl=ko&q=gender+difference&btnG=&lr=>에서 인용.
- [16] Johns, M., Schmader, T., & Martens, A. (2005). Knowing is half the battle teaching stereotype threat as a means of improving women's math performance. *Psychological Science*, 16(3), 175-179.
- [17] Burgoon, E. M., Henderson, M. D., & Markman, A. B. (2013). There are many ways to see the forest for the trees : A tour guide for abstraction. *Perspectives on Psychological Science*, 8(5), 501-520.
- [18] Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353 - 383.
- [19] Vallacher, R. R. & Wegner, D. M. (1987). What do people think they're doing? Action identification and human behavior. *Psychological Review*, 94(1), 3-15.
- [20] 박찬정, 현정석, 진희란, 정혜선(2015). C 와 스크래치 프로그램 이해에 대한 고등학생의 추상적 사고, 언어친밀성, 학업성취도 관계 분석. *컴퓨터교육학회논문지*, 18(6), 1-12.
- [21] Watson, A. H., McCabe, T. J., & Wallace, D. R. (1996). Structured testing: A testing methodology using the cyclomatic complexity metric. *NIST special Publication*, 500(235), 1-114.
- [22] Singer, M. (2007). *Modelling both complexity and abstraction: A paradox?. In Modelling and applications in mathematics education*. Springer US, 233-240.
- [23] Zhu, Z. (2007). Gender differences in mathematical problem solving Patterns: A review of literature. *International Education Journal*, 8(2), 187-203.
- [24] Geist, E. A., & King, M. (2008). Different, not better: Gender differences in mathematics learning and achievement. *Journal of Instructional Psychology*, 35(1), 43-53.
- [25] Pease, A., & Pease, B. (2004). *Why men don't listen and women can't read maps: How we're different and what to do about it*. Harmony, 37-39.
- [26] Chiappetta, E. L. (1976). A review of Piagetian studies relevant to science instruction at the secondary and college level. *Science Education*, 60(2), 253-261.
- [27] Darwish, A. H., Rundgren, S. N. C., Yao, B. J., Fadzil, H. M., Saat, R. M., Çibik, A. S., & Lau, K. C. (2014). The abstract thinking levels of the science-education students in Gaza universities. *In Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 15(2), n2-n2.
- [28] Förster, J., Friedman, R. S., & Liberman, N. (2004). Temporal construal effects on abstract and concrete thinking: Consequences for insight and creative cognition. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87(2), 177.
- [29] Trope, Y. & Liberman, N. (2003). Temporal construal. *Psychological Review*, 110(3), 403-421.
- [30] Trope, Y. & Liberman, N. (2010). Construal-level theory of psychological distance. *Psychological Review*, 117(2), 440-463.



박 찬 정

1988 서강대학교
전자계산학과(공학사)
1990 한국과학기술원
전산학과(공학석사)

1998 서강대학교 대학원 전자계산학과(공학박사)
1990~1994 한국통신 소프트웨어연구소 전임연구원
1998~1999 한국통신 멀티미디어연구소 전임연구원
1999~현재 제주대학교 컴퓨터교육과 교수, 교육
과학연구소 연구원

관심분야: 시간관, 추상적 사고력, 문제해결력,
창의인성교육, 정보문화

E-Mail: cjpark@jejunu.ac.kr



진 희 란

2003 제주대학교
컴퓨터교육과(학사)
2007 제주대학교
컴퓨터교육과(석사)

2004~2006 제주중앙여자고등학교 교사
2007~2008 한국뷰티고등학교 교사
2009 성산고등학교 교사
2010~2012 한국뷰티고등학교 교사
2013~2016 제주대학교 사범대학부설고등학교
교사

2016~현재 제주중앙여자고등학교 교사

관심분야: 컴퓨터교육, u-러닝

E-Mail: heuilan@naver.com



현 정 석

1991 서강대학교
경영학과(경영학사)
1993 서강대학교 대학원
경영학과 (경영학석사)

1998 서강대학교 대학원 경영학과(경영학박사)
2002~현재 제주대학교 경영정보학과 교수
2007 제주대학교 연구업적 우수교수상 수상
2008 제주대학교 대학을 빛낸 교수상 수상
2012 특허청장상 수상

관심분야: 마케팅, 행동의사결정론, 트리즈,
창의성 교육, 영재교육

E-Mail: jshyun@jejunu.ac.kr