

컴퓨팅 사고력을 위한 시각적 다이어그램 구조화의 성별 및 추상적 사고 성향 차이 분석

박찬정[†] · 현정석^{††}

요 약

2015 개정 교육과정이 컴퓨팅 사고력을 학생들의 필수 역량으로 정한 것은 컴퓨터교육에서 중대한 변화이다. 컴퓨팅 사고력을 크게 추상화와 자동화, 창의융합으로 분류한 중등 정보교과는 문제해결과 프로그래밍 영역을 교육과정 안에 포함하였다. 또한 컴퓨팅 사고력의 하위요소들 중에서 자료 표현은 학습자들의 문제해결을 위한 자료와 정보의 구조화 능력을 중요시 하고 있다. 대학에서 정보 과목 중등 예비교사들도 다이어그램 작성을 통해 정보 구조화 과정을 배우고 있다. 학생 간에는 다이어그램 구조화 능력에 차이를 보이고 있는데 학생들의 구조화 능력 개발에 도움이 되는 학습방법에 대한 연구는 드물다. 본 연구에서는 대학생들을 대상으로 어떤 학생들이 주어진 문제를 시각적 다이어그램으로 잘 구조화하는지 추상적 사고 성향과 성별 관점에서 차이 분석을 수행하였다. 그 결과 남학생에 비해 여학생이 구체적 사고 성향을 가지고 있으며 다이어그램의 특성에 따라 다른 사고가 요구되고 성별 차이가 있었다. 또한 추상적 사고 성향의 차이에 따라 다이어그램을 구조화하는데 차이를 보였다. 남녀 학생들의 사고 성향의 차이를 파악하여 이들을 보완할 수 있는 교육방법을 찾는다면 컴퓨팅 사고력 향상이라는 교육목적을 달성하는데 유용하다.

주제어 : 컴퓨팅 사고력, 추상적 사고, 다이어그램, 시각적 문해력, 성별 차이

Gender and Abstract Thinking Disposition Difference Analyses of Visual Diagram Structuring for Computational Thinking Ability

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

ABSTRACT

One major change in the 2015 revised national curriculum is that computational thinking ability is becoming an essential competency for students. Computational thinking is divided into abstraction, automation, and creative convergence in the curriculum for secondary schools' Information subject. And, the curriculum contains problem solving and programming area. Among the components of computational thinking, data representation emphasizes the ability to structure data and information for problem solving of learners. Pre-service teachers of Information subject at secondary schools also learn how to structure information through diagramming. There are differences in the ability to structure diagrams among students, but the studies on learning methods that help students develop their structuring abilities have rarely been performed. The purpose of this paper is to analyze the differences of abstract thinking disposition and gender perspective among college students. As a result, female students had more concrete thinking disposition than male students. Also, there were gender differences according to the characteristics of diagrams. Differences in abstract thinking disposition also made a difference in structuring diagrams. It is useful for achieving the education purpose of improving computational thinking ability by finding out the differences in thinking tendency between males and females and finding the education method that can complement them.

Keywords : Computational Thinking Ability, Abstract Thinking, Diagramming, Visual Literacy, Gender Difference

[†] 종신회원: 제주대학교 컴퓨터교육과 교수
^{††} 종신회원: 제주대학교 경영정보학과 교수(교신저자)
논문접수: 2018년 4월 22일, 심사완료: 2018년 5월 29일, 게재확정: 2018년 5월 30일
* 이 논문은 2017년도 제주대학교 교원성과지원사업에 의하여 연구되었음

1. 서론

4차 산업혁명 시대와 맞물려 여러 나라에서 교육과정과 학습 시스템을 바꾸고 있다[1]. 특히 IT 분야가 핵심이 되면서 정보과학 교육에 대한 각국의 관심이 높다. 우리나라 교육부에서도 2015년 개정 교육과정을 발표하였다[2]. 이에 따라 정보교과가 2018년도부터 중학교에서 필수가 되어 진행되고 있고 고등학교에서는 일반선택과목이 되었다[2].

또한 2015 개정 교육과정에서 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking Ability)이 학생들의 필수역량으로 정해졌다. 컴퓨팅 사고력을 신장시키기 위해 정보 교육과정의 ‘문제해결과 프로그래밍’ 영역을 두었고[2][3] 컴퓨팅 사고력의 하위 요소로 자료 수집, 자료 분석, 자료 표현, 문제 분해, 추상화, 알고리즘과 절차, 자동화, 시뮬레이션, 병렬화를 두고 있다[2][3][4].

문제해결을 위한 프로그래밍을 다이어그램 작성에서 진화하는 과정으로 보는 연구[5]가 있다. 즉, 문제해결을 위한 프로그래밍에서 정확한 다이어그램의 작성이 중요하다. 또한 정보 시각화는 방대한 정보를 효율적으로 인식이 될 수 있도록 돕고 문제 인식에 대해서 같은 관점에서의 해석을 유도하기 위한 개발자 간 커뮤니케이션 채널로 사용이 되기도 한다[6][7]. 시각화와 추상화가 관련이 있다고 주장하면서 전문가들의 견해를 조사한 후 전문가의 80% 이상이 소프트웨어 개발에 시각화가 중요하다고 보고한 연구도 있다[8].

최근 교육의 흐름이 ‘교수자 중심’에서 ‘학습자 중심’으로 이동하면서 교수 관점에서의 학습과정이 아닌 학습자 내면에서 이루어지는 학습과정을 이해할 필요가 있다고 주장하고 있다[9]. 학습 요소는 정해졌는데 실제 학습을 진행하다보면 어떤 학습자는 데이터 구조화와 알고리즘을 잘 표현하는데 비해 다른 학습자는 그렇지 않다. 학습자 내면에서 이루어지는 학습과정을 돕기 위해 학습자 개인 특성을 분석하여 부족한 점을 도와줄 수 있는 학습방법이 마련되면 학습자에게 도움을 줄 수 있다.

예를 들어, 정보 교과에서 문제 해결을 위하여 중등학교에서는 순서도와 같은 다이어그램을 활

용하는 사례도 있고, 대학교에서는 자료흐름도(Data Flow Diagram)[10]나 UML(Unified Modeling Language)[11], 개체관계도(Entity-Relationship Diagram)[12] 등 시각적 다이어그램으로 데이터를 구조화하거나 알고리즘을 표현하고 있다. 하지만 어떤 학생은 문제를 정확하게 구조화하는 반면 다른 어떤 학생은 그렇지 않다.

본 논문은 컴퓨팅 사고력 요소 중에서 자료 표현 요소와 알고리즘과 절차 요소에 초점을 두고 학생들의 시각적 다이어그램 구조화 능력에 대하여 어떠한 학습자들의 내면적 특성이 다이어그램 작성에 긍정적 영향을 주는지 파악하여 학습자들에게 도움이 될 수 있도록 교육 방법을 제언하고자 한다.

본 논문에서는 한 대학교 사범대학 자연계열학과 150명 학생과 컴퓨터공학과 50명 학생 총 200명을 대상으로 추상적/구체적 사고 성향과 시각적 문해력(Visual Literacy)[7], 개체관계도 작성 능력[10], 의사결정트리(decision-making tree)[13] 작성 능력을 조사하였다. 관련 문제를 제시하여 학습자들의 특성을 분석하였다. 추상적 사고 수준은 행동개념화 척도(Behavioral Identification Form: BIF)[14][15]를 기반으로 측정하였다. 즉, 높은 추상적 사고 수준은 문제의 답을 왜(why)에서 찾으려는 추상적 사고 성향, 낮은 추상적 사고 수준은 문제의 답을 어떻게(how)에서 찾으려는 구체적 사고 성향으로 대응시켰다. 의사결정트리는 핵심 요소를 정확히 추출하는 정도, 개체관계도는 핵심 요소 간 관계 설정하는 정도로 측정하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문이 다루는 추상적/구체적 사고 성향을 측정할 수 있는 행동개념화 척도에 관하여 기술하고 컴퓨팅 사고력의 요소인 자료 표현과 알고리즘 절차에서 시각적 다이어그램 구조화의 의미를 시각적 문해력과 함께 설명한다. 3장에서는 본 논문에서 제시한 설문 문항들을 상세히 기술한다. 4장에서는 전공별 시각적 문해력의 차이 기술 및 다이어그램 작성 수준과 추상적/구체적 사고 성향, 성별 간 차이 분석 등을 실시하여 다이어그램의 작성에 영향을 미치는 요인을 설명한다. 마지막으로 5장에서는 컴퓨팅 사고력의 증진을 위하여 본 논문의 연구결과를 바탕으로 효과적인 교육방법을

제언한 후 결론을 맺는다.

2. 연구 배경과 가설

2.1 해석수준 이론과 행동개념화 이론

행동개념화 이론(action identification theory) [14][15]에서는 사람들의 특정 행동을 ‘어떻게’와 같은 방법 측면(구체적인 성향, 낮은 추상적 사고 수준)으로 기술하거나 또는 ‘왜’와 같은 목적 측면(추상적인 성향, 높은 추상적 사고 수준)으로 기술할 수 있다고 주장한다. 즉, 사람의 사고 성향을 추상적, 구체적 관점으로 본 Vallacher와 Wegner는 추상적 사고 수준을 측정할 수 있는 문항 25개를 개발하였다[14][15]. 한편, 사람은 자아와 다른 사건에 대한 서로 다른 심리적 거리를 가진다고 주장한 해석수준(construal level) 이론에서는 심리적 거리가 가까울수록 사람은 구체적으로 해석하고, 심리적 거리가 멀수록 추상적으로 해석한다고 주장한다[16][17].

두 이론은 모두 행동개념화 척도(behavioral identification form : BIF)를 응답자의 추상적 사고 수준을 측정하는 문항으로 사용하고 있다. 즉, BIF값이 높은 사람은 인지적으로 추상적, 구조적, 논리적, 탈맥락적, 포괄적인 해석을 하는 반면, BIF값이 낮은 사람은 인지적으로 구체적, 비구조적, 비논리적, 맥락의존적, 종속적인 해석을 하는 것으로 여긴다[16][17].

행동개념화 이론과 해석수준이론은 심리학과 마케팅 영역에서 많이 연구되어 왔다. 컴퓨팅 사고력과 추상적 사고 성향 및 구체적 사고 성향 관계 분석이 필요하다. 행동개념화 척도 값이 학생들의 다이어그램 구조화 능력에 어떻게 영향을 미치는지 살펴보고 학생들 내면화 과정을 이해하면 학생들의 컴퓨팅 사고력 향상에 유용한 시사점을 줄 수 있다.

2.2 시각적 다이어그램 구조화

이 절에서는 본 연구의 설문지에서 사용한 시각적 문해력, 개체관계도와 의사결정 트리의 개념과 의미를 소개한다. 시각적 문해력은 그림이 지

닌 의미를 인식하는 능력으로 많은 연구에서 정의하고 있다[18][19]. 또한 정보를 전달하고 획득하기 위한 도구로도 정의하고 있다[18]. 소프트웨어공학 영역에서는 보이지 않는 성격(invisible)을 지닌 소프트웨어를 이해하기 위한 목적으로 그래픽적인 시각적 기법을 사용하고 있다[8]. 종합하면, 시각적 다이어그램 구조화와 다이어그램에 대한 이해는 시각적 문해력과 관련성이 있다[8][18][19].

컴퓨팅 사고력 요소에서 다이어그램 구조화와 관련된 요소를 꼽으면 자료 표현과 알고리즘과 절차를 들 수 있다. 자료를 구조적으로 정의하고 통합하여 여러 사용자들이 공유할 수 있도록 만든 자료 저장소를 데이터베이스라 한다. 데이터베이스를 효율적으로 생성하여 사용하기 위해서 데이터베이스 설계가 필요한데, 이 때 사용할 수 있는 도구로 개체관계도[12]가 있다. 개체관계도는 현실 세계에서의 데이터를 개체와 개체 간 관계로 개념화한다[12]. 일단 개체관계도로 표현된 데이터는 논리적으로 쉽게 데이터베이스화 할 수 있다[12]. 또한 의사결정 트리는 소프트웨어 공학에서 요구사항 분석 시 또는 데이터마이닝에서 데이터의 분류나 예측에서 주로 사용이 된다[20]. 데이터를 분류하기 위한 정확한 기준 제시가 필요하며 데이터뿐만 아니라 논리적 분류를 위한 방법으로도 사용이 된다.

2.3 가설

의사결정트리 구조화는 일반적으로 하향식(top-down) 접근법으로 간주되어 해결해야 할 문제가 제시되어 있을 때, 자세한 문제 내용의 검토를 기반으로 분류 기준을 찾아내어야 한다[20]. 즉, 정확하고 세밀하게 분류 기준을 찾아야 트리를 구조화할 수 있다. 반면, 개체관계도에서는 현실 세계에서의 비정형화된 데이터로부터 의미 있는 개체를 추출한 후 개체들 간에 관계 추론을 바탕으로 다이어그램을 완성하게 된다.

한편, 기존의 연구[21]에 따르면 성별 추상적 사고력에 차이를 드러낸다고 보고하고 있다. 따라서 다이어그램에 따라 성별 차이를 드러낼 수 있다는 가설을 설정할 수 있다. 본 논문의 가설은 다

음과 같다.

(가설 1) 성별 추상적 사고 수준 차이로 다이어그램 구조화 능력에 차이가 있을 것이다.

(가설 2) 의사결정 트리 문제는 세밀하게 문제 분석을 하는 구체적 사고 성향이 높은 학생이 잘 해결할 것이다.

(가설 3) 개체관계도는 학습된 규칙들을 추론하는 추상적 사고 성향이 높은 학생이 잘 해결할 것이다.

3. 연구 방법

3.1 연구 대상

본 논문에서는 한 대학교의 사범대학 수학교육과 50명, 과학교육과 50명, 컴퓨터교육과 50명, 공과대학 컴퓨터공학과 학생 50명, 총 남녀학생 200명(남: 132명, 여: 68명)을 대상으로 설문조사를 하였다. 설문조사에 참여한 학생들은 1학년이 50명, 2학년이 65명, 3학년이 66명, 4학년이 19명이었다.

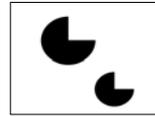
3.2 추상적/구체적 사고 성향과 시각적 문해력 측정을 위한 항목

본 논문에서는 추상적/구체적 사고 성향을 측정하기 위해 [14][15]의 연구가 개발한 설문문항을 사용하였다. 즉, 각 어떤 행동을 설명한 문항에 대하여 추상적 해석과 구체적 해석 중에서 어느 것을 더 적절하게 여기는지 물었다. 25개 문항 중에서 추상적 해석수준이 높은 문항을 선택한 것에 1점을 부여하여 이를 모두 더한 값을 추상적 사고 수준 값으로 사용하였다. 결국 추상적 사고 수준 값이 높으면 추상적 사고 성향을 가지며, 반대로 추상적 사고 수준 값이 낮으면 구체적 사고 성향을 가진다고 분석하였다.

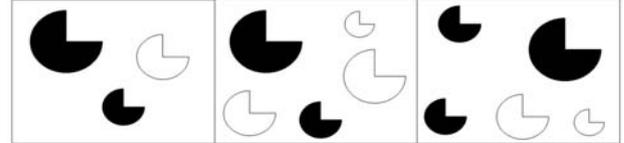
시각적 문해력을 측정하는 항목들 중에서 다음 [그림 1]과 같이 [보기]의 도형이 두 집단 중에서 어떤 집단에 포함되어야 좋은지 선택하고 이유를 밝히도록 하였다(<문제 1>). 도형을 검은색과 흰색의 패턴으로 보는 학생집단과 도형의 개수인

짝수와 홀수로 바라보는 학생집단으로 구별되었다.

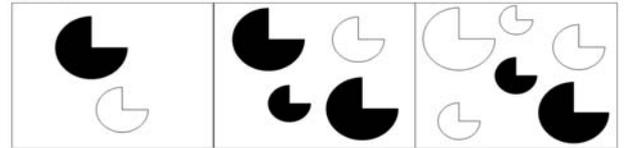
[보기]



[집단 1]

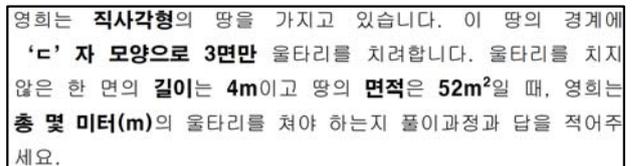


[집단 2]



[그림 1] 시각적 문해력 측정 문제(<문제 1>)

수학 문제에서 서술형 문장들을 제시한 후 이를 도형화하여 길이를 계산하도록 제시하였다(<문제 2>). 이 문제를 제시한 이유는 학생들이 이 문제를 풀기 위해서는 추상적 사고가 필요하기 때문이었다.



[그림 2] 수학 문제(<문제 2>)

3.3 다이어그램 구조화 능력 측정을 위한 문제

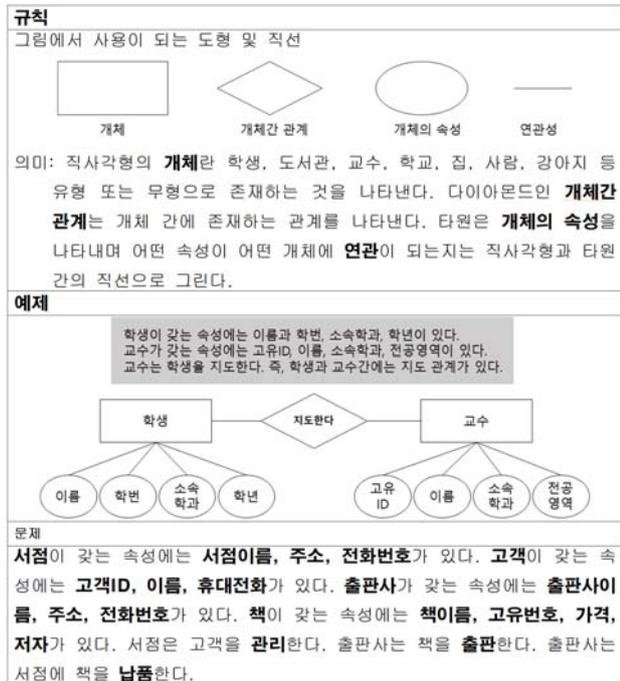
다이어그램 구조화 능력을 측정하기 위하여 두 가지 문제를 제시하였다. <문제 3>은 소프트웨어 공학에서 요구사항 분석 시 또는 데이터마이닝에서 데이터의 분류나 예측에서 사용이 되는 의사결정 트리[20]와 유사한 형태로 그려보는 것이다. 문제에서 분류 기준으로 비만도, 성별, 나이가 있고 문제로부터 우선 분류 기준을 잘 찾고 하위 요소들에 대한 설명을 나열하였을 때 높은 점수를 부여하였다([그림 3] 참고). 기준 없이 경우의 수를 바로 나열한 경우는 낮은 점수를 부여하였다. 결국 <문제 3>의 다이어그램 구조화 능력의 조작적 정의를 '분류 기준을 정확히 설정하고 (남

/여, 비만도 상/하, 나이 등) 분류 기준에 대해서 하위 경우의 값을 잘 설정하는 능력'으로 정하였다.

의사는 환자의 성별이나 나이에 관계없이 비만도가 120 미만이면, 아무런 처방도 하지 않는다. 그러나 비만도가 120 이상의 환자들의 경우, 성인남자에게는 A약물 투여를, 미성년남자의 경우에는 B약물 투여와 물리치료를 동시에 처방한다. 또한, 성인 여성의 경우에는 A, B약물치료와 함께 물리치료를 병행하도록 처방하며, 미성년 여자인 경우에는 A, B약물치료만 받도록 처방한다.

[그림 3] 의사결정 트리 문제(<문제 3>)

<문제 4>는 데이터베이스 이론에서 데이터베이스를 설계할 때 개념적 설계 단계에서 많이 활용하는 개체관계도[6]에 관한 문제이다. [그림 4]와 같이 <문제 4>의 규칙에서 개체(entity), 개체 간의 관계(relationship), 속성(attribute), 연관성(connectivity)의 의미와 이들을 표현하는 도형, 두 개체 간 이진(binary) 관계를 설명하였다.



[그림 4] 개체관계도 문제(<문제 4>)

하지만, 설명한 규칙으로부터 다진 관계 추론이 가능하기 때문에 세 개체 간의 관계를 추론할 수 있는지를 살펴보았다. 문제에서 삼진(ternary) 관계를 정확하게 찾아내면 높은 점수를 부여하였다. <문제 4>에서 다이어그램 구조화 능력의 조작적 정의는 '주어진 기본 규칙을 적용하여 개체를 찾

고 개체 간의 관계 설정을 정확하게 추론하는 능력'으로 정하였다. 문제들을 요약하면 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 문제 요약

문제	설명
<문제 1>	도형을 패턴으로 인식하는지 아니면 숫자로 인식하는지 파악하는 문제
<문제 2>	그림이 아닌 문장 중심의 설명을 통한 사각형 둘레 구하기
<문제 3>	문장 중심의 문제를 의사결정트리로 표현하는 문제
<문제 4>	문장 중심의 문제를 개체관계도로 표현하는 문제

4. 가설 검증과 연구 결과

이 장에서는 학생들에게 제시되었던 문항들을 우선, 성별을 중심으로 분석하고 문항 간의 상관관계 분석, 평균의 차이, 상호작용 효과 분석 등을 실시하면서 가설 검증과 연구 결과를 제시하였다.

4.1 가설 1 검증 : 성별 다이어그램 구조화 정도의 차이

본 연구에서는 가설을 검증하기 전에 성별 추상적/구체적 사고 성향에 차이가 있는지 살펴보았다. 그 결과, 본 연구의 설문대상인 남녀 대학생의 경우에 선행 연구와 동일하게 남학생들이 여학생보다 높은 추상적 사고 값을 가지고 있었고 통계적으로 유의미하였다(<표 2> 참고). 박찬정 등의 연구[21]에서도 동일하게 600명의 남녀 고등학생 간에는 추상적 사고 값의 차이가 있었으며 남학생의 추상적 사고 수준이 여학생에 비해 높았다. 즉, 평균값을 기준으로 남학생은 여학생에 비해 추상적 사고 성향을 가졌다.

본 연구에서는 다이어그램 구조화 능력의 경우는 모든 문제를 합한 점수에 대해서는 성별 유의미한 차이가 없었다. 단, <문제 3>에 대하여서만 <표 2>와 같이 부분적으로 여학생이 남학생에 비해 우세한 것으로 드러났다. 결과적으로 (가설 1)은 부분적으로 성립함을 알 수 있다.

<문제 3>에 대한 결과를 긍정적으로 살펴보면 여학생들의 구체적 사고 성향과 관계가 있을 가능성이 높다. 단순히 발생 가능한 경우의 수를 늘어놓기 보다는 분류 기준을 명확히 제시한 후 기준별 하위 경우의 값을 밝히는 것은 추상적 사고 성향이기 보다는 구체적 사고 성향이기 때문이다.

<표 2> 성별 차이 분석

	성별	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
	여자	68	1.52	.50	.06
추상적 사고 값	남자	132	14.66	4.95	.43
	여자	68	12.31	4.68	.57
평균의 동일성에 대한 t-검정					
	<i>t</i>	자유도	유의 확률 (양쪽)	평균차	차이의 표준오차
다이어그램 구조화 점수	-1.94	198	.053	-.17	.09
추상적 사고 값	3.24	198	.001	2.35	.73

4.2 가설 2 검증 : 추상적/구체적 사고 성향 간의 의사결정트리 구조화 정도 차이

(가설 1)을 검증하기 위하여 문제들 간의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 <표 3>과 같이 <문제 3>과 추상적 사고 값은 음의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. <문제 3>은 의사결정트리를 구조화하는 것이다. 즉, 추상적 사고 값이 낮을수록 이 문제에 대한 문제해결력이 높다고 말할 수 있다. 즉, 구체적인 사고 성향을 가진 학생들이 문제를 잘 풀었다. 결과적으로 (가설 1)이 성립함을 알 수 있다.

<표 3> 문제들과 추상적 사고 값 간의 피어슨 상관관계 분석

	문제1	문제2	문제3	문제4
문제2	.146(*)	1	.126	.156(*)
문제3	.003	.126	1	.236(**)
문제4	.025	.156(*)	.236(**)	1
추상적 사고 값	.043	-.056	-.150(*)	.066

* 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의함.
 ** 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의함.

그 밖에 <문제 1>과 <문제 2> (계수=.146, p=.039)간에 양의 상관관계가 존재하였다. <문제

1>에서 답을 ‘도형 패턴’으로 인식하는 경우와 ‘도형 개수’로 인식하는 경우로 나눌 수 있는데, 정답이 ‘짝수’ 개인 문제이어서 도형 개수로 인식한 학생들의 점수가 높게 평가되었다. 이 문제의 답을 도형 개수로 보는 학습자들이 수학 문제인 <문제 2>를 잘 해결하는 것으로 조사되었다.

반면, 전체 학생에 대하여 <문제 2>와 <문제 4> (계수=.158, p=.025), <문제 3>과 <문제 4> (계수=.226, p=.001) 간에는 양의 상관관계가 존재하였는데, 개체관계도 문제를 잘 해결하면 수학문제(<문제 2>)와 의사결정표 작성 문제(<문제 3>)도 잘 해결하고 있음을 확인하였다. 즉, 문장 중심의 문제 기술을 제시하였을 때 이를 다이어그램으로 변환하는 문제들 간에는 서로 긍정적 상관관계가 존재함을 확인하였다.

4.3 추상적/구체적 사고 성향별 문제해결력의 차이와 상호작용 효과

이 절에서는 추상적/구체적 사고 성향에 따라 문제해결력 차이가 존재하는지의 여부를 분석하였다. 추상적 사고 수준은 전체 학생들을 대상으로 추상적 사고 값이 13.86(표준편차 : 4.98)으로 분석되어 추상적 사고 값이 0 ~ 14점인 경우 추상적 사고 수준이 낮은 (구체적 사고 성향) 집단(107명), 15 ~ 25 점인 경우 추상적 사고 수준이 높은 (추상적 사고 성향) 집단(93명)으로 구분하였다.

<문제 1>은 다이어그램 작성과 관련된 문제가 아니어서 이를 삭제하고 <문제 2>, <문제 3>, <문제 4>만을 총 점수로 계산하였다. <표 2>에서와 같이 <문제 3>의 경우에는 성별 차이가 통계적으로 유의미하게 존재하였으나 문제 총 점수에 대한 성별 차이는 존재하지 않았다. 추상적 사고 성향 간에는 문제해결력에 부분적으로 유의미한 차이를 나타냈다(등분산이 가정됨, $F=3.26, p=.073$).

<표 4>에서와 같이 추상적 사고 수준이 하위인 구체적 사고 성향을 갖는 학습자 집단이 문제를 더 잘 해결하고 있음을 확인하였다. 즉, 구체적으로 생각하는 학습자들이 다이어그램 작성과 관련된 문제를 더 잘 해결하였다.

<표 4> 추상적 사고 수준별 문제해결력 차이 분석

	추상적 사고 수준	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
문제 총 점수	하위(구체)	107	4.13	.97	.09
	상위(추상)	93	3.82	1.27	.13
평균의 동일성에 대한 t-검정					
문제 총 점수 (문제2+문제3+문제4)	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이 표준오차
	2.03	198	.049	.31	.16

다음은 성별과 추상적 사고 성향 차이에 대하여 학생들의 다이어그램 작성 능력에 상호작용 효과가 있는지 분석하였다. 기존의 연구에서 남학생들의 경우에는 프로그래밍 해결 능력에서 높은 추상적 사고 값을 갖는 학습자들이 문제를 더 잘 해결하고 있어서 여학생과 다른 성향을 띠는지 알아볼 필요가 있었다. 그 결과 <표 5>에서와 같이 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 통계적으로는 유의미하지 않았으나 [그림 5]와 같이 남학생의 추상적 사고 성향 간의 격차는 여학생에 비해서 상대적으로 컸음을 알 수 있다.

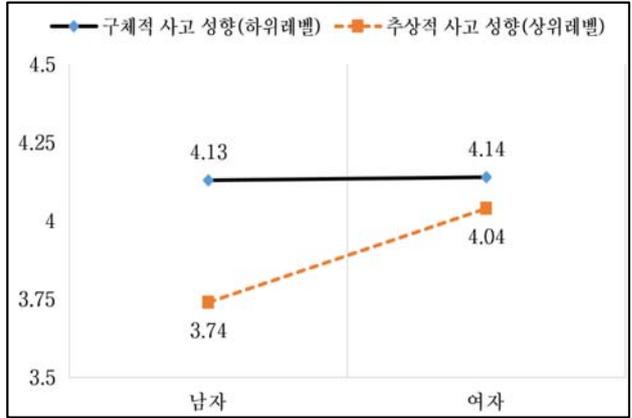
<표 5> 성별과 추상적/구체적 사고 성향별 상호작용 효과 분석

성별	추상적 사고 수준	평균	표준편차	N	
남자	하위(구체)	4.13	1.00	63	
	상위(추상)	3.74	1.29	69	
여자	하위(구체)	4.14	.95	44	
	상위(추상)	4.04	1.20	24	
소스		자유도	평균제곱	F	유의확률
성별(A)		1	1.03	.82	.37
추상적 사고 수준(B)		1	2.46	1.95	.16
A*B		1	.91	.72	.40
오차		196	1.26		
합계		200			

4.4 가설 3 검증 : 개체관계도 구조화와 추상적 사고 값 차이

이 절에서는 개체관계도를 정확하게 작성한 학생에 대한 특성 분석을 통해 가설 3을 검증하였다. 개체관계도를 그리는 기술은 개체와 관계를 잘 추출하고 정확한 관계 설정을 위하여 개체 간의 사상(mapping)을 정확히 하는 정도를 평가하였

다. 관계 설정을 하는데 세 개체에 대한 사상을 대부분 두 개체 간의 사상으로 답하는 오류를 범하였다.



[그림 5] 성별 및 추상적/구체적 사고 성향별 다이어그램 작성 점수

이전 [그림 4]에 따르면 마지막 문장인 ‘출판사는 서점에 책을 납품한다.’에서는 출판사, 서점, 책이라는 세 개체 간에 납품이라는 삼진 관계가 성립하는데도 불구하고 200명 응답자 중에서 10명을 제외한 학생들이 이를 출판사와 서점 간의 이진 관계로만 바라보았다. 가설 2의 검증을 위하여 본 논문에서는 10명의 학생에게 초점을 맞추어보았다.

정답을 맞힌 10명의 학생의 경우, 이들의 추상적 사고 값은 25점 만점에 평균을 훌쩍 넘는 16.60점이었고, 다이어그램작성 점수는 무려 6점 만점에 5.5점이었다. 남학생이 8명(남학생 안에서 6.01%), 여학생이 2명(여학생 안에서 2.94%)이어서 비율적으로는 남학생이 많았다. 학년 분포는 1학년이 1명 (2%), 2학년이 4명(6.15%), 3학년이 3명(3.03%), 4학년이 2명(10.5%)이었다. 학과에 대한 분포는 수학교육과가 2명, 과학교육과가 3명, 컴퓨터공학과가 2명, 컴퓨터교육과가 3명을 차지하였다.

결론적으로 <표 3>에서와 같이 추상적 사고 수준별 개체관계도 작성에 차이는 없었다. 하지만, 반대로 개체관계도를 정확하게 구조화한 집단과 그렇지 않은 집단 간에는 <표 6>과 같이 추상적 사고 값이 부분적으로 유의미한 차이 ($t=-1.35, p=.074$)가 있음을 알게 되었다(등분산이 가정됨). 또한 다이어그램 구조화 점수인 문제 총

점수에서는 <표 6>과 같이 집단 간 유의미한 차이($t=-4.57, p<.001$)를 나타냈다(등분산이 가정됨). 또한 통계적으로 증명할 수 없었지만, 정답을 맞힌 학생 중에 남학생의 비율이 높아서 향후 많은 학생을 대상으로 한 연구가 필요하다.

<표 6> 다이어그램 작성 점수의 차이

	평균의 동일성에 대한 t-검정				
	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차	차이의 표준오차
추상적 사고 값	-1.35	198	.074	-2.88	1.61
다이어그램 작성점수	-4.57	198	.000	-1.59	.35

5. 제언 및 결론

본 논문에서 행동개념화 이론과 데이터베이스와 알고리즘 설계에서 많이 사용되는 시각적 다이어그램 구조화 능력 간의 관계를 분석하였다. 특히, 본 논문은 성별 간의 차이 분석을 통하여 수업 방법 개선에 목표를 두었다. 컴퓨팅 사고력의 요소에는 자료 수집, 자료 분석, 자료 표현, 문제 분해, 추상화, 알고리즘과 절차화, 자동화, 시뮬레이션, 병렬화가 있다. 본 논문에서는 이 중에서 자료 표현 요소와 알고리즘과 절차 요소에 초점을 두었다. 심리학의 이론인 행동개념화 척도 값이 학생들의 다이어그램 구조화 능력에 어떻게 영향을 미치는지 살펴보면서 학생들의 학습에 대한 내면화 과정을 이해하면 컴퓨팅 사고력 향상에 도움을 줄 수 있는 교육적 시사점을 제시할 수 있다.

본 논문에서 분석한 연구 결과를 요약하면 다음과 같다. 자연계열 대학생 200명을 대상으로 다이어그램 작성 능력에 대하여 성별 차이와 추상적 사고 수준별 차이 분석을 실시하였다. 우선, 추상적 사고 값에 대해 성별 간 통계적으로 유의미한 차이를 드러냈다. 이와 같은 결과는 나이가 다름에도 불구하고 기존의 연구[21] 결과인 ‘여학생이 구체적인 사고를 잘하는 반면, 남학생은 추상적 사고를 잘한다.’는 연구와 맥락을 같이 하였다.

다음은 문제를 해결하는데 다이어그램을 활용하거나 작성하는 다이어그램 작성 점수에 대하여

추상적 사고 수준이 낮은 즉 구체적인 사고를 잘하는 학생들이 문제를 더 잘 해결하였다. 문제 중에서 <문제 3>에 해당하는 의사결정트리를 작성하는 문제에 대해서는 여학생이 남학생에 비해 부분적으로 유의미하게 잘 그렸다. 이는 추상적 사고 값과 <문제 3>과의 상관관계가 존재하며 여학생이 남학생에 비해 추상적 사고 값이 낮고 주장하는 연구결과와 연관된 것으로 분석가능하다. 또한 문제 3을 잘 해결하는 학생이 <문제 4>도 잘 해결하였다.

한편, 개체관계도를 작성하는 <문제 4>에서는 전체 학생을 대상으로는 남녀의 차이나 추상적 사고 값 간에 차이가 존재하지 않았다. 하지만, 이 문제는 <문제 3>과는 다른 사고력을 요구하였다. 즉, 학생들이 문제를 해결하는 방법을 읽고 개체간의 관계설정에서 이진 관계뿐만 아니라 삼진 관계도 유추할 수 있어야 했다. 전체 학생 중에 5%인 10명만이 정답을 맞혔다. 소수였지만 정답을 맞힌 학생을 대상으로 추상적 사고 값과 다이어그램 작성 점수를 구하여 보았다. 결과에 의하면 부분적으로 유의미하게 정답을 맞힌 학생들의 추상적 사고 값이 높은 것으로 나타났다. 또한 성별을 비교하였을 때 10 명중에서 남학생이 8명(6.01%), 여학생이 2명(2.94%)으로 남학생의 비중이 높은 것으로 나타났다.

성별 추상적 사고 수준의 차이에 따라 다이어그램을 구조화하는데 차이가 있는 것으로 조사되었다. 즉, 여학생은 구체적 사고 성향을 요구하는 의사결정트리를 작성하는 문제에서, 남학생은 추상적 사고 성향을 요구하는 개체관계도를 작성하는 문제에서 우위를 보였다. 이와 같은 연구결과를 통해 정보 과목을 가르치는 과정에서 문제를 해결하는 다이어그램 작성 시 상이한 사고력을 요구하고 성별 차이를 보이기 때문에 성별을 고려한 교수학습방법이 필요함을 알 수 있다.

성별 프로그래밍 경험 차이에 대한 문제 해결 태도 연구에서는 남학생은 처음 경험하는 경우에 주로 정해진 방법으로 문제를 해결하려 하였지만, 여학생은 대체적으로 배운 정해진 방법대로 문제를 해결하려는 경향을 보인다고 보고하고 있다 [22]. 프로그래밍에 대한 경험이 있는 남학생의 경우에는 다양한 방법으로는 문제를 해결하고자 하

여 배우지 않은 것에 대해서도 해결 의지를 보인다. 여학생들은 구체적 사고 성향이 뛰어나기 때문에 보다 추론을 할 수 있는 교육적 방법의 모색이 필요하며, 남학생들의 경우에는 보다 구체적으로 사고할 수 있는 교육적 방법 모색이 필요하다. 한편으로는 서로 다른 사고력을 요구하는 다이어그램 구조화 문제를 다양하게 제공하여 공평한 학습의 기회를 제공해 주는 것이 교육 효과를 높일 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] <https://www.skinsight.com/95994>에서 인용.
- [2] 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.
- [3] 국가교육과정정보센터 (2015). 교육과정 원문 및 해설서 2015 개정 시기, <http://ncic.go.kr/mobile.dwn.ogf.inventoryList.do#>에서 인용.
- [4] CSTA (2011). *CSTA K-12 Computer Science Standards*, Computer Science Teachers Association.
- [5] Jeffery, C., Al-Gharaibeh, J. (2014). *Writing Virtual Environments for Software Visualization*. NY: Springer.
- [6] Carr, D. (1999). Guidelines for Designing Information Visualization Applications. *Proceedings of the 1999 Ericsson Conference on Usability Engineering*.
- [7] Kiper, A., Arslan, S., Kıyıcı, M., Akgün, Ö. E. (2012). Visual Literacy Scale: The Study of Validity and Reliability. *The Online Journal of New Horizons in Education*, 2(2), 73-83.
- [8] Koschke, R. (2003). Software Visualization in Software Maintenance, Reverse Engineering, and Re-engineering: A Research Survey. *Journal of Software: Evolution and Process*, 15(2), 87-109.
- [9] 조성욱 (2006). 지리교육에서 학습자 접근의 방향 모색. *한국지리환경학회지* 14(2), 135-146.
- [10] DeMarco, T. (1979). Structure Analysis and System Specification. *Pioneers and Their Contributions to Software Engineering*, Springer, Berlin, Heidelberg, 255-288.
- [11] Fowler, M. (2004). *UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language*. Addison-Wesley Professional.
- [12] Chen, P. P. S. (1988). The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data. *In Readings in Artificial Intelligence and Databases*, 98-111.
- [13] Selby, R. W., Porter, A. A. (1988). Learning from Examples: Generation and Evaluation of Decision Trees for Software Resource Analysis. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 14(12), 1743-1757.
- [14] 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.
- [15] Vallacher, R. R., Wegner, D. M. (1989). Levels of Personal Agency: Individual Variation in Action Identification. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57(4), 660-671.
- [16] Trope, Y., Liberman, N. (2003). Temporal Construal. *Psychological Review*, 110(3), 403-421.
- [17] Trope, Y., Liberman, N. (2010). Construal-Level Theory of Psychological Distance. *Psychological Review*, 117(2), 440-463.
- [18] Alberto, P. A., Fredrick, L., Hughes, M., McIntosh, L., Cihak, D. (2007). Components of Visual Literacy: Teaching Logos. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 22(4), 234-243.
- [19] Roman, G. C., Cox, K. C. (1992). Program Visualization: The Art of Mapping Programs to Pictures. *Proceedings of the 14th International ACM Conference on Software engineering* 412-420.
- [20] 최중후 · 서두성 (1999). 데이터마이닝 의사결

정나무의 응용. **통계분석연구**, 4(1), 61-83.

[21] 박찬정 · 현정석 · 진희란 (2016). 문장구조 중심의 컴퓨터 프로그래밍 이해력에 관한 고등학생들의 성별 및 추상적 사고 수준별 차이 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 19(6), 69-80.

[22] 유병건 · 김자미 · 이원규 (2012). 성별에 따른 프로그래밍 성취도와 문제해결과정의 관계 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 10(4), 27-37.



박 찬 정

1988 서강대학교
전자계산학과(공학사)

1990 KAIST
전산학과(공학석사)

1998 서강대학교 대학원 전자계산학과(공학박사)
1990~1994 한국통신 소프트웨어연구소 전임연구원
1998~1999 한국통신 멀티미디어연구소 전임연구원
1999~현재 제주대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 추상적 사고력, 시각적 문제해결력,
컴퓨팅 사고력, 창의 인성 교육

E-Mail: cjpark@jejunu.ac.kr



현 정 석

1991 서강대학교
경영학과(경영학사)

1993 서강대학교 대학원
경영학과 (경영학석사)

1998 서강대학교 대학원 경영학과(경영학박사)
2002~현재 제주대학교 경영정보학과 교수
2008 제주대학교 대학을 빛낸 교수상 수상
2012 특허청장상 수상
2016 제주대학교 강의평가 최우수 교수상 수상
관심분야: 마케팅, 행동의사결정론, 트리즈,
창의성 교육, 영재교육

E-Mail: jshyun@jejunu.ac.kr