

스프레드시트를 활용한 데이터 과학 교육 프로그램이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 미치는 효과

김용민 · 김종훈*

제주대학교

요 약

본 연구는 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 교육 방법으로 스프레드시트를 활용한 데이터 과학 교육 프로그램을 개발하여 적용한 후 그 효과를 검증하였다. 교육 프로그램은 Rossett의 요구 분석 모형을 적용하여 초등학생 205명과 컴퓨터교육 전공 현직 초등교사 20명을 대상으로 실시한 사전 요구분석 결과를 바탕으로, 교수설계의 대표 모형인 ADDIE 모형의 절차에 따라 개발하였다. 개발한 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위해 ○○대학교에서 실시한 교육기부 프로그램의 지원자 표집에 의한 지원자 표본 20명의 학생을 대상으로 총 6일 동안 42차시 수업을 진행하였고 사전·사후 검사 결과를 통해 교육적 효과를 분석하였다. 분석 결과, 본 연구에서 개발한 교육 프로그램이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적임을 알 수 있었다.

키워드 : 컴퓨팅 사고력, 스프레드시트, 데이터 과학 교육, ADDIE 모형

Effect of data science education program using spreadsheet on improvement of elementary school computational thinking

Yongmin Kim · Jonghoon Kim*

Jeju National University

ABSTRACT

In this study, we developed a data science education program using spreadsheet, applied it after educational method to improve elementary school student 's Computational Thinking, and then verified its effect. Based on the results of preliminary requirement analysis conducted by Rossett's request analysis the educational program was developed based on the procedure of the ADDIE model which is the representative model of the teaching design based on the result of prior requirement analysis of 205 elementary school students and computer teaching major 20 incumbent elementary school teachers, applying Rossett's requirement analysis model. In order to verify the effect of the developed educational program, we are promoting 42 hours of lecture for a total of 6 days for 20 students of applicants who volunteered for volunteer votes of educational donation programs implemented at ○○University, We analyzed the educational effect using the results of pre-post test. As a result of the analysis, we learned that the educational program developed in this study is effective for improving elementary school student 's Computational Thinking.

Keywords : Computational Thinking, Spreadsheet, Data Science, ADDIE Model

이 논문은 2017학년도 제주대학교 교원성과지원사업에 의하여 연구되었음

교신저자: 김종훈 (제주대학교 초등컴퓨터교육전공)

논문투고 : 2017-03-06

논문심사 : 2017-03-20

심사완료 : 2017-04-20

1. 서론

“4차 산업혁명이 우리에게 쓰나미처럼 밀려올 것입니다. 그것이 모든 시스템을 바꿀 것입니다.” 2016년 세계 경제포럼(WEF)에서 클라우스 슈밥(Claus Schwab) 회장이 언급한 내용이다. ‘4차 산업혁명’은 정보통신기술(ICT)이 제조업 등 다양한 산업들과 결합하며 지금까지는 볼 수 없던 새로운 형태의 제품과 서비스, 비즈니스를 창출하는 것을 말한다[14]. ‘4차 산업혁명’의 물결은 18세기 이후 인류가 경험한 3차례의 산업혁명과 달리, 알파고의 충격을 시작으로 기존 삶의 방식을 근본적으로 바꿔놓으며 빠르게 우리 생활 속으로 파고들고 있다. 따라서, 인공지능, 사물인터넷(IoT), 자율주행자동차, 3D프린터, 나노기술 등으로 대표되는 ‘4차 산업혁명’의 핵심기술을 어떻게 교육과 융합시켜 나갈 수 있을지에 대한 고민이 무엇보다 필요한 시점이다.

또한, 2012년 디지털 데이터의 양이 아날로그 데이터의 양을 앞지르는 것을 시작으로 이제는 측정조차 불가능하고 나날이 급격하게 증가하는 많은 양의 디지털 데이터의 홍수 속에서 살아가게 되었다[19]. 이와 같이 디지털 정보의 양이 방대해지고 그 불확실성이 점차 증대되는 시대에 교육에서는 필요한 디지털 데이터를 수집·분석하여 유용한 정보를 추출할 수 있는 능력을 길러주어야 할 필요가 있다[17].

2016년 10월, 클라우스 슈밥(Claus Schwab) 회장은 국내 한 방송에서 “4차 산업혁명이 미래다”라는 주제로 강의하며 우리나라 교육이 가야 할 길을 제시하기도 했는데, 그것은 바로 미래 인재를 양성해야 한다는 것이었다. 이는 미래 사회를 이끌어 갈 인재 양성을 위해 세계 각국에서 실시하고 있는 소프트웨어 교육과 빅데이터의 시대에 데이터를 수집, 분석, 처리하여 데이터에 근거한 결정을 하고 비판적으로 평가할 수 있는 지적인 인재를 양성하기 위한 데이터 과학 교육[10]에서 그 힌트를 찾을 수 있다.

소프트웨어 교육이란 한글, 엑셀 등 컴퓨터를 단순히 활용하는 방법을 익히는 교육이 아니라 다양한 문제의 해결방법을 찾기 위해 ‘컴퓨터’를 기반으로 자료를 수집, 분석하고, 문제의 효율적 해결 과정 등을 창조하는 일련의 사고력 교육이다[16].

데이터 과학 교육은 수학, 통계학, 경영학, 컴퓨터과학,

문헌정보학 등 다양한 학문의 융합이라고 정의되고 있는데[22], 2015 개정 수학과 교육과정의 개정 방향은 ‘실생활 중심의 통계 내용 재구성’, ‘공학적 도구의 활용 강조’ 등을 통해 통계적 문제해결 과정을 강조하고 있다[1].

미국통계학회(American Statistical Association)의 GAISE(Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education) 프로젝트[6]에서는 문제 설정, 자료 수집, 자료 분석, 결과 해석의 과정으로 통계적 문제해결 과정을 경험하도록 교육과정을 구성하였다[1].

우리나라와 미국의 사례를 통해 데이터 과학 교육과 소프트웨어교육 사이에는 ‘컴퓨터’ 등의 공학적 도구를 활용하여 문제를 수집하고 분석하여 효율적으로 문제를 해결해 나가는 과정을 강조하고 있다는 공통점을 발견할 수 있다. 따라서, 소프트웨어교육에서 다양한 문제를 해결하기 위해 문제의 특성을 분석하고, 문제의 각 요소들 간의 논리적 상관관계를 파악하며, 해결방법을 설계하는 과정[14]을 통해 컴퓨팅 사고력을 향상시킬 수 있다는 국내외의 여러 연구 결과들처럼 데이터 과학 교육을 통해서도 컴퓨팅 사고력을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)은 시모어 페퍼트(Seymour Papert)가 1996년 최초로 사용한 용어이며, 2006년 Wing에 의해 처음 제시된 이후, 지난 몇 년간 교육의 여러 분야에서 광범위하게 논의되어 오고 있으며, 프로그래머나 컴퓨터과학자 뿐 아니라 21세기의 모든 사람이 필수적으로 갖추어야 할 새로운 역량으로 간주되고 있다[18]. 따라서, 데이터 과학 교육을 통한 컴퓨팅 사고력 향상은 ‘4차 산업혁명’으로 인한 빅데이터 시대의 미래 인재 양성 교육에 대한 궁극적인 해답이라고 할 수 있다.

따라서, ‘4차 산업혁명’으로 인한 빅데이터 시대에 필요한 미래 인재 양성 교육은 컴퓨팅 사고력을 함양하는 것이 무엇보다 중요하며, 이에 본 연구에서는 초등학교의 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 스프레드시트 활용 데이터 과학 교육 프로그램을 개발하였다. 개발한 교육 프로그램은 사전 요구분석을 통해 주제 및 교육내용을 선정하여 초등학교 3, 4, 5학년 학생들 중 지원자 표본(volunteer sample) 40명의 학생을 대상으로 투입하였다. 컴퓨팅 사고력의 구성요인은 계산적 인지력(추상적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고, 재귀적 사고, 알고리즘

적 사고)과 창의성(창의적 사고)으로 구분하여 설정하였다[11].

계산적 인지력 검사 도구로는 김병수(2014)의 연구에서 개발한 계산적 인지력 검사(Computational Cognition Test) A, B형을 사용하였고, 창의성 검사도구로는 토란스(Torrance)의 TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking) 검사지 도형 A형을 사용하였다.

2. 이론적 배경

2.1 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)

컴퓨팅 사고력은 1980년대에 시모어 페퍼트(Seymour Papert)가 아동의 절차적 사고 연구를 통해 사고 과정으로서 컴퓨팅을 체계화하였고, 이를 통해 컴퓨팅 기기를 문제 해결의 창조적인 도구로 활용 하는 컴퓨팅 사고력이라는 용어에 관심을 갖게 되었다[21].

윙(Wing)은 모든 사람이 3R(읽기, 쓰기, 셈하기)와 더불어 모든 학습자가 컴퓨팅 사고력을 배우고 학습해야 한다고 주장하였으며, 추상화(Abstraction)와 자동화(Automation)를 통한 문제해결능력이라고 하였다. 컴퓨팅 사고력은 컴퓨터과학의 중심개념이라고 할 수 있으며, 미국과 영국을 중심으로 컴퓨팅 사고력의 중요성을 인식하고 그에 대한 교육을 정규 교육과정에 포함시키기 위한 연구들이 지속적으로 수행되고 있으며, 우리나라에서도 컴퓨팅 사고력의 개념에 대한 다양한 정의를 합리적으로 통합하여 제시하려는 노력과 함께 활발한 학문적 논의가 지속되고 있다[7].

2.2 데이터 과학

데이터 과학이라는 용어는 2001년도에 클리블랜드(Cleveland)에 의해서 처음 사용이 되었으며[4], 데이터 과학을 위한 국가 컨소시엄(NCDS: National Consortium for Data Science)은 데이터 과학(Data Science)을 디지털 데이터에 대한 과학적 관찰, 이론 개발, 시스템적 분석, 가설 실험, 검증은 하는 분야라고 정의하고 있다[9]. 클리블랜드(Cleveland, 2001)의 연구에서는 컴퓨터과학과 통계학이 지니고 있는 각각의 한계를 극복하고 서로 시너지

효과를 낼 수 있도록 하자는 의미에서 데이터 과학을 제안했다[23].

세계경제포럼(WEF)은 2012년 떠오르는 10대 기술 중 하나로 빅데이터 기술을 선정하였으며 국내에서도 지식경제부에서 2012년도에 10대 핵심기술 하나로 빅데이터를 선정하였다[4]. 최근에 만들어진 많은 양의 다양한 데이터는 수집되고 분석이 되어져야 할 필요성을 인식하지만 기존의 방법으로는 데이터의 처리가 어려워지고 있다[22]. 이러한 데이터를 수집, 분석, 처리하는 학문 분야 중 하나가 데이터 과학이며, 이는 수학, 통계학, 경영학, 컴퓨터과학, 문헌정보학 등 다양한 학문의 융합이라고 정의되고 있다[22]. 통계학, 컴퓨터학, 그리고 경영공학에 기반을 둔 데이터 과학은 데이터마이닝, 경영과학, 경영정보학을 바탕으로 데이터 구조 및 수집에서부터 분석과 저장에 이르는 전체 과정에 대하여 다룬다. 데이터 과학은 바이오정보학, 문헌정보학, 기술경영학 등 다양한 분야에서 발생하는 데이터의 관리에 중요한 역할을 담당하고 있다[8].



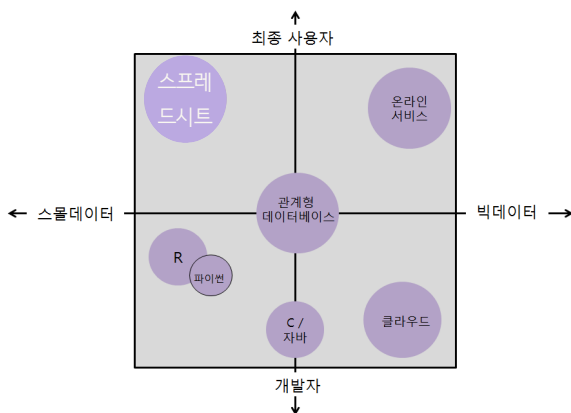
(Fig. 1) Conway Data Science Venn diagram

데이터 과학의 정의에 대한 구체적인 연구는 드류 콘웨이(Drew Conway, 2010)의 벤다이어그램이 많이 알려져 있다. 드류 콘웨이(Drew Conway, 2010)는 (Fig. 1)에서 보듯이 세 개의 다른 영역의 교집합 부분을 데이터 과학(Data Science)이라고 정의하고 있다. 첫 번째 영역은 수학 및 통계 지식이고 두 번째는 해킹 기술이

며 세 번째는 특정분야에 대한 지식이다. 세 영역이 겹치는 부분을 기계학습(Machine Learning), 전통적 연구(Traditional Research), 그리고 위험영역(Danger Zone)이라고 추가적인 정의를 하고 있다[23].

2.3 스프레드시트 활용 데이터 과학 교육

문제 정의와 데이터 수집, 데이터 준비, 데이터 분석, 결과 구현, 결과 소통 등 데이터 과학의 모든 프로세스를 완벽하게 지원해주는 도구를 찾을 수는 없다. 하지만 널리 쓰이는 도구 중에서 데이터의 크기, 분석의 성격, 자신이 사용 가능한 도구가 무엇인지를 파악하는 것이 그 출발점이 될 것이다.



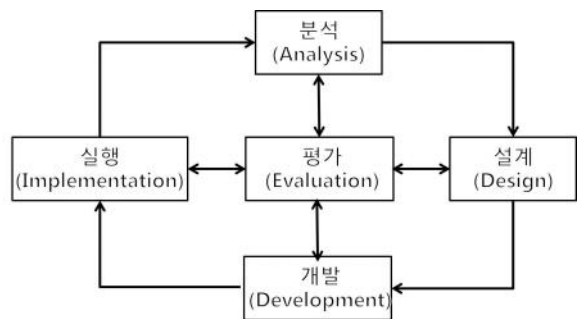
(Fig. 2) Data science education tool

(Fig. 2)는 김진영(2016)이 제시한 도구들인데, 데이터 분석을 위해 널리 사용되는 R과 파이썬은 비교적 편리한 사용 환경을 제공한다. C나 자바와 같은 범용 프로그래밍언어는 좀 더 사용법이 복잡하지만 성능과 유연성이 중요한 환경에서는 최선의 선택이다. 데이터가 작고 간단한 분석 작업에는 엑셀과 같은 스프레드시트를 사용한다.

도구 선택은 작업 환경과 데이터에 따라 달라지는 부분이지만 초등학생 및 초보자들을 대상으로 한 도구는 (Fig. 2)에 의하면, 편리한 사용 환경과 사용법이 간단하고 비교적 적은 프로그래밍 경험으로도 사용할 수 있어야 한다. (Fig. 2)에 김진영(2016)이 제시한 스프레드시트가 그 조건에 해당한다고 할 수 있다.

2.4 프로그램 개발 모형

ADDIE 모형은 과정에 초점을 맞추고 있는 교수설계의 대표 모형으로 교수설계의 과정을 크게 다섯 단계, 즉 분석(Analysis), 설계(Design), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation)로 나누고, 각 단계에서 어떠한 작업들이 어떤 방법으로 이루어져야 하는지를 보여준다. (Fig. 3)은 ADDIE 모형의 요소와 개념을 도식화 한 것이다. ADDIE 모형의 각 단계는 교수설계 주기에서 한 부분씩을 차지하지만, 분석(A), 설계(D), 개발(D), 실행(I)은 선형의 과정이 되는 반면, 평가(E)는 교수설계의 전체 과정에 영향을 미치는 과정이 된다[2].



(Fig. 3) Elements and conceptualization of ADDIE model

2.5 선행연구 분석

컴퓨팅 사고력을 측정하기 위한 공식적인 검사 도구는 현재까지 개발되어 있지 못하다. 다만, 현재까지 이루어져 온 컴퓨팅 사고력을 어떻게 측정하고 평가할 수 있을 것인가에 대한 국내외 연구들에 대해 살펴보면 다음과 같다. 김중혜(2009)의 연구에서는 정보과학영재 교육원과 OECD 국제학생평가프로그램 PISA(program for international student assessment)의 '문제 해결' 영역에 해당하는 문항을 선별하여 검사 도구를 개발하였다. 하지만 선정된 평가 문항들이 컴퓨터 과학의 핵심 주제와 어떠한 관계를 갖고 있는지에 대한 명확한 근거를 제시하지 못하였다.

이은경(2009)의 연구에서는 PISA(program for international student assessment)의 문제를 바탕으로 검사 도구를 개발하였지만 검사 도구의 각 영역과 컴퓨팅 사

고력의 하위 요인 간에 어떠한 관련이 있는지 명확한 근거를 제시하지 못하였다.

김병수(2014)의 연구에서는 컴퓨팅 사고력의 구성요소를 계산적 인지력과 계산적 창의성으로 구분하여 계산적 인지력 검사 도구를 개발하였다. 하지만 검사도구가 컴퓨팅 사고력의 인지적인 측면만 다루고 있다는 제한점이 있다.

김태훈(2015)의 연구에서는 선행 연구를 통하여 컴퓨팅 사고력을 구성하는 요소를 인지적인 측면과 창의적인 측면으로 구분하여 기존에 공신력을 확보한 검사지 중 논리적 사고력과 창의력 검사를 실시하였다. 하지만, 김병수(2015)의 연구에서처럼 인지적인 측면은 추상적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고, 재귀적 사고, 알고리즘적 사고 등을 포함하는 측면이 강하기 때문에 학자마다 견해가 다양하기는 하지만 단지, 논리적 사고에만 국한시킬 수는 없다는 제한점이 있다.

위에서 살펴본 것처럼 다양한 논의가 진행되어 왔지만, 아직까지는 컴퓨팅 사고력을 측정하는 데에는 한계가 있는 것이 사실이다. 다만, 선행 연구들에서 컴퓨팅 사고력의 구성 요인을 인지적, 창의적 측면으로 구분하고 있는 것을 살펴볼 수 있었다. 따라서, 본 연구에서는 컴퓨팅 사고력의 구성요인을 계산적 인지력(추상적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고, 재귀적 사고, 알고리즘적 사고)과 창의성(창의적 사고)으로 구분하여 설정하였다[11]. 계산적 인지력 검사 도구로는 김병수(2014)의 연구에서 개발한 계산적 인지력 검사(Computational Cognition Test) A, B형을 선정하였고, 창의성 검사도구로는 토란스(Torrance)의 TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking) 검사지 도형 A, B형을 선정하였다.

2.6 요구 분석

본 연구에서는 ADDIE모형의 절차에 따라 로제트(Rossett)의 요구 분석 모형을 사용하였다. 로제트(Rossett) 모형을 적용한 이유는 기업 교육에서 널리 활용되고 있는 대표적인 교육 요구 분석 모형으로 요구 분석의 실행과정에 초점을 두었으므로, 실제 요구 분석 실행자들이 적용하기 쉬운 안내를 제공하기 때문이다[20].

데이터 과학 교육 프로그램에 대하여 다음과 같은 내용의 요구 분석을 실시하였다.

- 소프트웨어교육 참여 경험
- 교육용 프로그래밍 언어, 언플러그드 활동, 피지컬컴퓨팅에 대한 관심도
- 데이터 과학 교육을 통한 능력 향상
- 데이터 과학 교육 학습 방법

요구분석은 ○○대학교에서 실시하는 ‘창의컴퓨터교실(교육기부 프로그램)’에 지원한 초등학생을 포함하여, ○○도내 초등학교 4~6학년 205명의 학생들과 컴퓨터교육 전공 초등 현직교사 20명을 대상으로 실시하였다.

<Table 1> Student distribution of participants

4 Grade	5 Grade	6 Grade
84(41%)	39(19%)	82(40%)

<Table 2> Teacher's computer related degree

bachelor	the master's course	master	the doctor's course	Doctor's Completion	PhD
3(15%)	3(15%)	6(30%)	3(15%)	2(10%)	3(15%)

<Table 1>, <Table 2>와 같이 ○○대학교에서 실시하는 ‘창의컴퓨터교실(교육기부 프로그램)’에 지원한 초등학생을 포함하여, 제주특별자치도내 초등학교 4~6학년 205명의 학생들과 컴퓨터교육 전공 초등 현직교사 20명을 대상으로 요구 분석을 실시하였다.

<Table 3> Experience in software education

	○		×
student	152(74.1%)	EPL 107(70.4%) Physical Computing 22(14.5%) Unplugged 23(15.1%)	53(25.9%)
teacher	20(100%)	EPL 12(60%) Unplugged 5(25%) Physical Computing 1(5%) Etc 2(10%)	0

<Table 3>에서 보듯이 초등학생, 교사는 대부분 소프트웨어교육 경험을 갖고 있는 것으로 나타났다.

<Table 4> Improve capacity through data science education

	CT	creativity	Logical Thinking Ability	problem solving	Information utilization capability
student	63(30.7%)	57(27.8%)	33(16.1%)	21(10.3%)	31(15.1%)
teacher	14(70%)	1(5%)	6(30%)	7(35%)	6(30%)

<Table 4>에 따르면 데이터 과학 교육 프로그램을 통하여 기대되는 효과로는 컴퓨팅 사고력과 창의성 순으로 나타났다. 따라서, 본 연구는 선행연구를 통해 밝혀진 컴퓨팅 사고력의 구성요인인 계산적 인지력(추상적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고, 재귀적 사고, 알고리즘적 사고)과 창의성(창의적 사고)을 높여줄 것으로 기대된다.

<Table 5> Data science education learning method

	Lecture / Practicum	Team project learning	Individual project learning	Individual+Team project learning
student	39(19%)	124(60.5%)	42(20.5%)	
teacher	0	6(30%)	0	14(70%)

<Table 5>와 같이 초등학생, 교사 모두 선호하는 학습 방법이 제각각 다른 것으로 나타나 학습자가 선호하는 학습 방법을 염두에 두고 학습활동을 진행한다면 교육적 효과가 높을 것으로 기대된다.

3. 데이터 과학 교육 프로그램 개발

3.1 개발 방향

요구 분석 결과 및 데이터 과학 교육 도구의 특징, 데이터 과학 교육 문제 해결 단계를 바탕으로 <Table 6>과 같이 교육 프로그램 교수 전략을 설계하였다.

<Table 6> Designing a teaching strategy

	Object	Number of samples (people)	Educational tool (Instructional Media)	Learning method	Class hours
1	student	20	Excel	Team project learning	42

문제 해결의 세부적인 단계는 문제의 특성에 따라 달라지지만, 데이터 과학 교육 문제 해결 단계는 일반적으로 다음과 같이 정의할 수 있는데[12], 본 연구에서는 이 단계에 따라 교육 자료를 개발하였다.

첫째, ‘데이터 문제 정의하기’ 단계이다. 문제를 해결하기에 앞서 문제를 명확하게 정의해야만 필요한 데이터와 접근방법을 결정할 수 있다. 세부적으로는 ‘문제

정의하기’, ‘데이터 정의하기’, ‘연구 질문 및 가설 정의하기’ 등의 활동으로 이루어진다.

둘째, ‘데이터 수집하기’ 단계이다. 데이터가 이미 존재하는 경우에는 기존의 데이터에서 필요한 부분을 추출하고, 그렇지 않은 경우에는 직접 수집한다. 세부적으로는 ‘수집방법 결정하기’, ‘데이터 품질 점검하기’, ‘데이터 준비하기’, ‘데이터 추가, 선택, 집계하기’ 등의 활동으로 이루어진다.

셋째, 데이터를 분석에 적합한 형태로 가공하는 ‘현상 이해하기: 탐색적 데이터 분석’ 단계이다. 세부적으로는 ‘원본데이터 살펴보고 시각화하기’, ‘개별 속성 분석하기’, ‘속성 간의 관계 분석하기’ 등의 활동으로 이루어진다.

넷째, 가공된 데이터를 분석하여 해결책을 유도하는 ‘현상 일반화하기’ 단계인데 ‘통계적 추론’ 활동으로 이루어진다.

다섯째, 해결책을 여러 가지 방식으로 구현하는 ‘현상 예측하기’ 단계인데 다양한 방법으로 미래를 예측하는 기술인 ‘기계학습’ 활동으로 이루어진다.

여섯째, 관계자에게 결과를 적절한 형태로 소통하는 ‘데이터 스토리텔링’ 단계로 ‘발표’, ‘공유’ 등의 활동으로 이루어진다.

3.2 교육 내용

요구 분석 결과 및 데이터 과학 교육 도구의 특징에 따라 교육 프로그램은 다음과 같은 교육 내용으로 구성되었다.

1일차(1-7차시) 교육내용은 ‘오리엔테이션’, ‘사전검사’, ‘데이터과학의 의미를 이해하고 이를 위한 엑셀의 기본 기능 익히기’라는 주제로 이루어졌다. 엑셀의 화면 구성, 문서 작성하고 저장하기, 셀 서식 지정하기, 수식 입력하기, 차트 만들기, 데이터베이스 관리하기, 피벗테이블 이용하기, 구글 설문지 만들기 등의 활동을 실시하였다.

2일차(8-14차시) 교육내용은 ‘스스로 데이터를 수집하여 나에게 안전사고가 자주 일어나는 이유에 대해 알아보고, 안전한 생활을 위해 노력해야 할 점을 실천하기’라는 주제로 데이터 과학 교육 문제 해결 단계에 따라 교육 내용이 구성되었다.

3일차(15-21차시) 교육내용은 ‘스스로 데이터를 수집

하여 학원은 학업성적 향상에 도움이 되는지 알아보고, 바람직한 학습 방법에 대해 생각해보기'라는 주제로 데이터 과학 교육 문제 해결 단계에 따라 교육내용이 구성되었다.

4일차(22-28차시) 교육내용은 '스스로 데이터를 수집하여 독자가 창의력 신장에 도움을 주는지 알아보기'라는 주제로 데이터 과학 교육 문제 해결 단계에 따라 교육내용이 구성되었다.

5일차(29-35차시) 교육내용은 '평소에 내 자신이나 또는 내 주변에서 고쳤으면 하는 점이나 궁금한 점을 생각하여 주제를 정하고 스스로 데이터를 수집하여 이를 해결해 보기'라는 주제로 데이터 과학 교육 문제 해결 단계에 따라 교육내용이 구성되었다.


6일차(36-42차시) 교육내용은 '사후 검사' '발표하고 공유하기-데이터 스토리텔링하기'등의 활동으로 교육내용이 구성되었다.

3.3 교육 방법

본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 집중이수제 형식으로 6일간 총 42차시의 집합 강의 및 실습에 투입되었다. 첫 날에는 사전 검사와 오리엔테이션 중심으로, 마지막 날에는 사후 검사 및 학습자들이 만든 프로젝트를 학생들과 학부모 대상으로 최종 발표(데이터 스토리텔링)하는 시간으로 이루어졌다. 매일 오전 9시부터 오후 15시까지 40분 단위 수업 7차시와 휴식 시간, 점심 시간으로 운영되었고, 학습의 내면화를 위하여 매일 배운 내용과 관련하여 가정에서 복습 및 예습을 할 수 있도록 과제를 제시하였다.

교육 자료 중 5일차 교육 자료에 대해 살펴보면 (Fig. 4)와 같다.

엑셀로 배우는 데이터과학 5



수업일	
이름	

● 학습 목표

→ 평소에 내 자신이나 또는 내 주변에서 고쳤으면 하는 점이나 궁금한 점을 생각하여 주제를 정하고 스스로 데이터를 수집하여 이를 해결할 수 있다.

생각해 보기

평소에 내 자신이 고쳤으면 하는 점이나 궁금한 점은 무엇이 있을까? 또는 내 주변에서 고쳤으면 하는 점이나 궁금한 점은 무엇이 있을까? 생활 속에서 주제를 찾아 스스로 데이터를 수집하여 해결해 보자.

주제 정하기 나와 내 주변에서 일어나는 일을 중심으로 주제 선정하기

1. 내 자신이 고쳤으면 하는 점이나 궁금한 점을 생각해 보자.

○ 예시 ○

- 나는 왜 공부하는 시간이 많은데 성적이 안 오를까?
- 나는 왜 많이 먹어도 살이 안 찢까?
- 나는 왜 조금만 먹어도 살이 찢까?
- 나는 왜 배탈이 잘 날까?
- 나는 왜 아침마다 늦잠을 잘까?
- 나는 왜 친구들과 자주 싸울까?

2. 내 주변에서 일어나는 일 중 고쳤으면 하는 점이나 궁금한 점을 생각해 보자.

○ 예시 ○

- 악기 연주는 스트레스 해소에 도움이 될까?
- 바른 자세로 앉으면 건강(공부)에 도움이 될까?
- 나이가 젊은 선생님이 우리들을 더 잘 이해해 줄까?
- 여자일수록 수다가 많을까?
- 엄한 선생님일수록 숙제를 잘 해 올까?
- 형제가 많으면 성격이 좋을까? (다른 사람들을 더 잘 배려하고)
- 남자들은 여자보다 무서움이 없을까?
- 성적이 좋을수록 스트레스가 적을까?

3. 최종적으로 자신이 탐구해 보고 싶은 주제와 그 주제로 정한 이유를 적어보자.

(★ 붙임 보고서 자료에 정리하기)

문제 정의 필요한 데이터 스스로 만들기

1. 정한 주제에 대해 문제, 목표, 가설을 정해 보자. (★ 붙임 보고서 자료에 정리하기)

- 문제(문제점이나 궁금한 점이 무엇인가?)
- 목표(문제점이나 궁금한 점을 해결하여 얻고 싶은 것은 무엇인가?)
- 가설(문제나 궁금한 점에 대해 내가 생각한 이유는 무엇인가?)

데이터 수집 필요한 데이터 스스로 만들기

1. 데이터 수집 방법을 정해 보자. (★ 붙임 보고서 자료에 정리하기)

- 체크리스트 등을 사용하여 내 자신의 누적 자료로 수집할 것인가?
- 구글 설문지 등을 사용하여 내 주변에서 자료를 수집할 것인가?

2. 데이터를 수집하기 위한 항목을 정해 보자. (★ 붙임 보고서 자료에 정리하기)

- 항목은 5개~8개 사이로 정한다.
- 항목은 주제 및 가설과 관련이 있게 정해야 한다.
- 항목은 볼 수 있으면 수치화 시킬 수 있는 자료가 나오도록 정한다.
(상관분석의 경우 수치로 되어야만 나타낼 수 있으며, 차트의 경우에도 수치화 되어 있는 경우가 자료를 나타내기 쉽다.)

3. 데이터를 직접 수집해 보자.

- 체크리스트 또는 구글 설문지 등을 통하여 자료를 수집한다. (★ 붙임 보고서 자료에 정리하기)

4. 데이터 준비하기

- 테이블 형태로 변환하기 (★ 붙임 보고서 자료에 정리하기)
- 열과 행 중 열에 항목의 내용을 적어준다.
- 자료 중 수치화 시킬 수 있는 것들을 수치화 시킨다. (매우 그렇다 5점, 그렇지 않다 4점)

☑ 현상 이해하기 탐색적 데이터 분석

1. 원본 데이터 잘 살펴보고 시각화 시키기 (★ 붙임 보고서 자료에 정리하기)

- 원본 데이터 잘 살펴보기(엑셀 홈- 조건부 서식 사용)
- 시각화 시키기 (패턴 살피기)

2. 개별 속성 분석하기 (★ 붙임 보고서 자료에 정리하기)

- 열, 행, 값에 어떤 항목을 넣으면 좋을지 생각하고 피벗테이블을 작성한다. (가설을 기준으로 할 것)
- 피벗테이블의 분석은 관계를 중심으로 살펴본다.

3. 속성간의 관계 분석하기 (★ 붙임 보고서 자료에 정리하기)

- 수치화 된 자료만 선택하여 상관분석으로 나타낸다.

☑ 현상 일반화하기 통계적 추론

1. 내가 세운 가설과 비교하여 결론 내리기 (★ 붙임 보고서 자료에 정리하기)

2. 앞으로의 예측 (★ 붙임 보고서 자료에 정리하기)

☑ 결과 소통 발표하고 공유하기

- 이번 발표를 통해 느꼈던 점, 또 더 추가해서 알고 싶은 점 등에 대해 서로 이야기를 나눈다.
(★ 붙임 보고서 자료에 정리하기)

(Fig. 4) Example of educational program

앞서 제시한 6단계의 데이터 과학 교육 문제 해결 단계에 따른 실제 학습 과정은 다음과 같이 진행되었다. 개인 데이터반의 5일차 학습 주제인 “평소에 내 자신이나 또는 내 주변에서 고쳤으면 하는 점이나 궁금한 점을 생각하여 주제를 정하고 스스로 데이터를 수집하여 이를 해결해 보기”에 따라, “이○○” 학생이 작성한 “주제와 주제 선정 이유(동기) 및 내용”은 다음과 같다.

주제: 사용방법에 따라 핸드폰 배터리 소모량이 다를까?
주제선정 이유 및 내용: 나는 가끔 우리 엄마 핸드폰을 한다. 그런데 이상하게 엄마가 할 때는 배터리가 별로 안 줄고 내가 할 때는 팍팍 줄어든다. 왜 같은 핸드폰을 같은 시간 동안 사용하는데 내가 쓸 때만 배터리가 빨리 나가는지 알고 싶어 이 주제를 선택하게 되었다.

학습과정 및 피드백을 통해 제작된 최종 데이터 과학 교육 보고서의 내용은 (Fig. 5)를 참고하여 살펴볼 수 있다.

내가 만드는 데이터 과학 보고서			
주제	사용방법에 따라 핸드폰 배터리 소모량이 다를까?	제출일	8월 19일 금요일
학교	○○초등학교	번호	7
		이름	이○○
< 주제 선정 이유(동기) 및 내용 >			
나는 가끔 우리 엄마 핸드폰을 한다. 그런데 이상하게 엄마가 할 때는 배터리가 별로 안 줄고 내가 할 때는 팍팍 줄어든다. 왜 같은 핸드폰을 같은 시간 동안 사용하는데 내가 쓸 때만 배터리가 빨리 나가는지 알고 싶어 이 주제를 선택하게 되었다.			
< 단계별 데이터 과학 분석 >			
◆ 1단계- 문제 정의 ◆			
1. 문제: 하나의 핸드폰을 같은 시간 동안 사용하는데 내가 쓸 때만 핸드폰 배터리가 빨리 줄어든다.			
2. 목표: 핸드폰 배터리가 빨리 줄어든 이유를 알고, 배터리 소모량을 줄이는 법을 익혀 실천할 수 있다.			
3. 가설: 용량이 큰 앱을 사용하면 배터리 소모량이 클 것이다. 따라서 용량이 큰 앱 대신 저용량 앱을 사용하면 배터리 소모량이 감소할 것이다.			
◆ 2단계- 데이터 수집 방법 ◆			
1. 수집 방법			
- 대상자: 나와 교육기부 315 강의실 4.5.6학년 학생들			
- 어떤 방법: 구글 설문지 작성, 직접 실험하기			

(Fig. 5) report

4. 연구 방법 및 절차

4.1 연구 가설

연구가설: 스프레드시트를 활용한 데이터 과학 교육 프로그램에 의한 학습자의 컴퓨팅 사고력에는 차이가 없다.

대립가설: 스프레드시트를 활용한 데이터 과학 교육 프로그램에 의한 학습자의 컴퓨팅 사고력에는 차이가 있다.

4.2 연구 대상

본 연구에서 개발한 프로그램의 교육적 효과를 살펴 보기 위해 <Table 7>과 같이 ○○대학교에서 실시한 교육기부 프로그램의 지원자 표집에 의한 지원자 표본 (volunteer sample) 20명의 학생을 선정하였다. 학생들을 대상으로 전체 프로그램의 오리엔테이션, 사전·사후의 계산적 인지력 검사, 창의성 검사를 포함하여 총 6일 동안 42차시 수업으로 진행되었다. 교육은 외부 변인 통제가 보다 용이하도록 학기 중 주말반 수업 형식을 지양하고 방학 기간 동안 하루 종일 집중교육의 형태로 실시하여 학교, 학원 등의 외부 변인을 최대한 통제하였다. 강사 1인이 전체 학습을 진행하였고 보조 강사 2인은 문제해결 활동에 도움을 주었다. 모든 학생들은 ‘데스크 탑 컴퓨터’를 각자 사용하였고 ‘Microsoft Excel 2010’버전을 사용하였다. 연구 대상에 대한 구체적인 사항을 <Table 7>에 제시하였다.

<Table 7> Students

class	Male	Female	Total
4 Grade	5	3	8
5 Grade	4	2	6
6 Grade	2	4	6
Total	11	9	20

4.3 검사도구

<Table 8> Experimental design

	Pre-test	Treatment	Post-test
class	O1	X	O2

X : Science education program for personal data utilization data
 O₁, O₂ : Pre-Post test(Computational cognitive ability, Creativity test)
 ⇒ After the normality test, Paired sample T-test or Wilcoxon's signed rank test
 O₁ : Pre test(Computational cognitive ability, Creativity test)
 ⇒ Independent sample T-test or Mann-Whitney U-test
 O₂ : Post test(Computational cognitive ability, Creativity test)
 ⇒ Independent sample T-test or Mann-Whitney U-test

5. 연구결과

5.1 정규성 검정

먼저, 실험 집단이 정규성을 확보하고 있는지 확인하

기 위하여 정규성 검정을 실시하였다.

5.1.1 계산적 인지력

계산적 인지력 사전 검사에 대한 비모수/모수 통계를 결정하기 위해 정규성 검정의 방법으로 샤피로-윌크(Shapiro-Wilks) 검정을 실시하였고 <Table 9>에 그 결과를 제시하였다.

<Table 9> Normality test

Descriptive Statistics(N=40)				Null hypothesis	Sig.	determination
M	SD	Max	Min			
12.05	3.734	18	11	It is a normal distribution with an average of the computational cognitive power index of 12.05 and a standard deviation of 3.73.	.119	Adoption

*p<.05

계산적 인지력 사전 검사에 대한 정규성 검정 결과 정규분포를 이루는 것으로 나타났다.

5.1.2 창의성

창의성 사전 검사에 대한 샤피로-윌크(Shapiro-Wilks) 검정 결과는 <Table 10>과 같다.

<Table 10> Normality test

Subscales	Descriptive Statistics(N=20)				stat	p
	M	SD	Max	Min		
Fluency	128.95	21.813	149	81	.823	.002**
Originality	123.90	23.554	150	85	.876	.015*
Titles	80.55	40.654	150	0	.962	.578
Elaboration	102.00	33.688	150	57	.873	.013*
Closure	79.80	26.078	125	40	.951	.384
Average	102.68	20.227	139.6	65	.973	.819
Index	104.75	21.586	146.6	66	.965	.658

*p<.05, **p<.01

창의성 사전 검사에 대해 샤피로-윌크(Shapiro-Wilks) 정규성 검정을 실시한 결과, 유창성과 독창성, 정교성 영역의 유의도가 각각 .002, .015, .013으로 나타나 귀무가설을 기각하여 정규성이 만족되지 않았다. 나머지 영역에서는 유의도가 유의수준인 .05보다 크게 나타나 귀무가설이 채택되어 정규분포임이 확인되었다.

5.2 사전·사후 검사의 집단 내 비교

5.2.1 계산적 인지력

사전·사후 검사 결과 계산적 인지력의 변화를 알아보기 위하여 <Table 11>과 같이 모수통계인 대응표본 t검정을 실시하였다.

<Table 11> Changes in computational cognitive ability

N	Pre-Test		Post-Test		t	p
	M	SD	M	SD		
20	12.05	3.734	13.15	2.906	-2.685	.015*

*p<.05

<Table 11>의 대응표본 t검정의 결과를 살펴보면, t 통계값은 -2.685이고 유의확률은 .015로 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보였다.

5.2.2 창의성

사전·사후 검사 결과 창의성의 변화를 알아보기 위하여 <Table 12>와 같이 정규성을 확보한 항목은 모수통계인 대응표본 t검정을 실시하였고, 정규성을 확보하지 못한 항목은 <Table 13>과 같이 비모수 통계인 윌콕슨 부호 순위 검정(Wilcoxon signed-rank test)을 실시하였다.

<Table 12> Changes in creativity(Paired sample T-test)

Subscales	N	Pre-Test		Post-Test		t	p
		M	SD	M	SD		
Titles	20	80.55	40.654	72.75	30.480	1.182	.252
Closure	20	79.80	26.078	92.25	32.314	-2.701	.014*
Average	20	102.68	20.227	107.50	18.317	-2.712	.014*
Index	20	104.75	21.586	111.85	20.306	-3.699	.002**

*p<.05, **p<.01

<Table 13> Changes in creativity
(Wilcoxon's signed rank test)

Subscales	N	Pre-Test		Post-Test		z	p
		M	SD	M	SD		
Fluency	20	128.95	21.813	133.95	18.391	-1.774	.076
Originality	20	123.90	23.554	130.35	21.069	-1.570	.116
Elaboration	20	102.00	33.688	100.45	25.599	-.240	.810

*p<.05

<Table 12>과 <Table 13>의 대응표본 t검정, 윌콕슨 부호 순위 검정(Wilcoxon signed-rank test)의 결과를 살펴보면, 성급한 종결에 대한 저항의 t 통계값은 -2.701이고 유의확률은 .014, 창의성 평균의 t 통계값은 -2.712이고 유의확률은 .014로 나타나 각각 유의수준 .05에서 사전 검사 점수에 비해 사후 검사 점수에서 유의미한 상승이 있는 것으로 나타났다. 또한, 창의성 지수의 t 통계값은 -3.699이고 유의확률은 .002로 나타나, 유의수준 .01에서 사전 검사 점수에 비해 사후 검사 점수에서 유의미한 상승이 있는 것으로 나타났다.

5.3 연구 결과 분석

계산적 인지력 사전 검사에서 실험 집단은 정규분포를 갖춘 표본임이 검증되었으며 사전·사후의 집단 내 대응표본 t검정의 결과 계산적 인지력의 유의미한 향상을 보였다.

또한, 창의성 사전 검사에서는 정규성을 확보한 창의성 하위 요소는 집단 내 대응표본 t검정, 정규성을 확보하지 못한 하위 요소는 윌콕슨 부호 순위 검정(Wilcoxon signed-rank test)을 실시하였다. 검정 결과 창의성의 유의미한 향상을 보였다. 이로써 연구가설은 기각되어 대립가설이 받아들여져 본 연구에서 개발된 스프레드시트를 활용한 데이터 과학 교육 프로그램은 학습자의 컴퓨팅 사고력을 향상시킬 수 있음을 입증하였다.

6. 결론

본 연구에서는 초등학생을 대상으로 컴퓨팅 사고력을 향상시키기 위하여 스프레드시트를 활용한 데이터 과학 교육 프로그램을 제안하고 ADDIE 모형의 개발 단계에 따라 교육 프로그램을 개발 및 적용하였다. 방학 기간 동안 집중교육의 형태로 총 6일 동안 교육을 실시한 후 계산적 인지력과 창의성 사전·사후 검사 결과를 검증해 본 결과, 본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적인 것으로 나타났다.

다만, 본 연구의 실험집단은 상관연구에 필요한 30명 이상의 참여자를 확보하지 못하여 일반화 하는 데에는

한계가 있다. 또한, 본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 비교집단이 없이 실험집단에만 투입하여 컴퓨팅 사고력 향상이 본 연구에서 개발한 교육프로그램의 영향 때문인지 상관관계를 분석할 수 없다는 문제점이 있다. 추후의 연구에서는 다수의 참여자를 대상으로 실험집단과 비교집단을 구성하여 연구 결과에 대한 각 요인들 간의 상관관계를 분석할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] Bae Hye jin, Lee Dong Hwan(2016), An Analysis on Statistical Units of Elementary School Mathematics Textbook, *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 20(1), 55-69.
- [2] Booth, C.(2011), Reflective Teaching, Effective Learning: Instructional Literacy for Library Educators. Chicago: American Library Association.
- [3] Choi Jae-Hwang(2016), Analysis of Instructional Design for Information Literacy Instruction, *Journal of Institute for Social Sciences*, 27(4), 163-180.
- [4] Choi Yun Sik(2012), Insight into Futures. Seoul: Gimmyoung.
- [5] Cleveland, W. S.(2001), Data Science: An Action Plan for Expanding the Technical Areas of the Field of Statistics, *International Statistical Review*, 69(1).
- [6] Franklin, C., Kader,G., Mewborn, D., Moreno, J. Peck, R. Perry, M., & Scheaffer, R.(2007). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) Report Pre-K-12*. American Statistical Association. Retrieved from http://www.amstat.org/education/gaise/GAISEPreK12_Intro.pdf.
- [7] Ham Seong Jin, Kim Soon Hwa, Park Se Young, Song Ki Sang(2014), Development of CT-STEAM Education Program Enhancing Integrated Thinking Skills for Elementary School, *The Journal of Korean association of computer education*, 17(6), 81-91.
- [8] J. Stanton(2013), A Introduction to Data Science. Syracuse University.
- [9] Jagadish, H. V.(2015), Big Data and Science: Myths and Reality. *Big Data Research*, 2(2), 49-52.
- [10] Kang Hyun Young(2012), Study of the educational meaning of Statistical Literacy, *Journal for history of mathematics*, 25(4), 121-137.
- [11] Kim Byeong Su(2014), IProgramming education progra based on PPS to improve computational thinking ability, Jeju National University of Education doctoral dissertation.
- [12] Kim Jin Young(2016), Hello Data Science, Seoul: Hanbit Media.
- [13] Kim Jong Hye(2009), Secondary Education Program for Problem-solving Ability based on Computational Thinking, Korea National University of Education doctoral dissertation.
- [14] Kim Sung Beom, Kang Sung Hyun(2016), Data Science leading the Fourth Industrial Revolution, *Industrial engineering magazine*, 23(3), 9-13.
- [15] Kim Tae Hun(2015), STEAM Education Program based on Programming to Improve Computational Thinking Ability, Jeju National University of Education doctoral dissertation.
- [16] Kim Yuri, Moon Yongeun(2015), Study on the Use of Public Open Data for Software(SW) Education, *The Journal of Internet Electronic Commerce Research*, 15(6), 245-261.
- [17] Lee Eun Hee, Kim Won Kyung(2015), A comparative analysis on research trends of statistics education between Korea and overseas, *THE MATHEMATICAL EDUCATION*, 54(3), 241-259.
- [18] Lee Eun Kyoung(2009), Robot Programming Teaching and Learning Model to Enhance Computational Thinking Ability, Korea University of Education doctoral dissertation.
- [19] Lee Eun Kyoung(2013), Computer Education Curriculum and Instruction : Creative Programming Learning with Scratch for Enhancing Computational Thinking, *The Journal of Korean association of computer education*, 16(1),

1-9.

- [20] Lee Jaemu(2014), Needs Assessment for an Adaptive e-Learning System Applying Rossett's Model, *The Korea Contents Society*, 14(6), 529-538.
- [21] Ryu Miyoung, Han Seonkwan(2015), Development of Computational Thinking-based Educational Program for SW Education, *Journal of The Korean Association of information Education*, 19(1), 11-20.
- [22] Shi, Y., P. S. Yu, Y. Zhu, and Y. Tian. (2014), Explore New Field of Data Science Under Big Data Era: Preface for ICDS 2014. *Procedia Computer Science* 30, 1-3.
- [23] Yi Myongho(2016), A Study on the Curriculums of Data Science, *Journal of the Korean Biblia Society for Library and Information Science*, 27(1), 263-290.

저자소개

김 용 민



1999 제주교육대학교
실과교육과(교육학학사)
2017 제주대학교 컴퓨터교육전공
박사과정 수료
관심분야: SW교육, CT
E-Mail: minimega@hanmail.net

김 종 훈



1998 홍익대학교 전자계산학과
(이학박사)
1998~1999 ETRI Post-Doc.
1999~현재 제주대학교 초등컴퓨터교육전공 교수
관심분야: 컴퓨터교육
E-Mail: jkim0858@jejunu.ac.kr