



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

박사학위논문

피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학  
교육을 위한 수업모형 및 교육 프로그램

제주대학교 대학원  
과학교육학부 컴퓨터교육전공

김 봉 철

2024년 2월





# 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육을 위한 수업모형 및 교육 프로그램

指導教授 金 鍾 勳

金 奉 徹

이 論文을 教育學 博士學位 論文으로 提出함

2023年 11月

金奉徹의 教育學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 \_\_\_\_\_ (印)

委 員 \_\_\_\_\_ (印)

委 員 \_\_\_\_\_ (印)

委 員 \_\_\_\_\_ (印)

委 員 \_\_\_\_\_ (印)

濟州大學校 大學院

2023年 11月

# Instructional Model and Education Program for Data Science Education based on Physical Computing

**Bongchul Kim**  
**(Supervised by professor Jonghoon Kim)**

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the  
degree of Doctor of Philosophy in Education

2023. 11.

This thesis has been examined and approved.

.....  
Thesis director, Jonghoon Kim, Prof. Department of Computer Education

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
(Name and signature)

.....  
Date

Major in Computer Education  
Faculty of Science Education  
GRADUATE SCHOOL  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

# 목 차

표 목 차 .....	v
그림목차 .....	vii
국문초록 .....	ix
<b>I. 서론 .....</b>	<b>1</b>
1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구의 내용 .....	4
3. 용어의 정의 .....	6
<b>II. 이론적 배경 .....</b>	<b>9</b>
1. 데이터 과학 교육 .....	9
1) 데이터 과학 교육의 단계 .....	9
2) 데이터 분석 기법 .....	10
3) 데이터 과학 교육의 동향 .....	12
2. 데이터 과학 교육을 위한 피지컬 컴퓨팅과 교육용 프로그래밍 언어 .....	14
1) 피지컬 컴퓨팅의 개념과 특성 .....	14
2) 피지컬 컴퓨팅 도구 .....	14
3) 데이터 과학 교육을 위한 교육용 프로그래밍 언어 .....	19

3. 컴퓨팅 사고력 .....	23
1) 컴퓨팅 사고력의 이론적 정의 .....	23
2) 컴퓨팅 사고력의 구성 요소 .....	26
3) 컴퓨팅 사고력 검사 도구 .....	33
4. 프로그램 개발 모형 .....	36
5. 선행연구 및 시사점 .....	38
1) 선행연구 분석 .....	38
2) 시사점 .....	41
<b>III. 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램 개발 .....</b>	<b>42</b>
1. 분석 .....	43
1) 학습 요구 분석 .....	43
2) 학습 과제 분석 .....	46
2. 설계 .....	50
1) 성취 목표 명세화 .....	50
2) 평가 도구 설계 .....	51
3) 교수 방법과 교수 전략 개발 .....	54
4) 프로그램의 구조화와 계열화 .....	55
5) 교육 도구 설계 .....	56

3. 개발 .....	58
1) 교육 프로그램 초안 개발 .....	58
2) 교육 프로그램 적용과 환류(1차) .....	61
3) 교육 프로그램 적용과 환류(2차) .....	70
4. 데이터 과학 교육 수업모형 및 최종 교육 프로그램 .....	77
1) 데이터 과학 교육 수업모형 개발 .....	77
2) 최종 교육 프로그램 개발 .....	89
<b>IV. 최종 교육 프로그램 적용 및 결과 분석 .....</b>	<b>98</b>
1. 적용 .....	98
1) 예제 실습 수업 .....	98
2) 팀별 프로젝트 수업 .....	101
2. 평가 .....	107
1) 양적 연구 결과 분석 .....	107
2) 질적 연구 결과 분석 .....	109
3) 연구 결과 종합 분석 .....	114
<b>V. 결론 .....</b>	<b>116</b>
<b>참고문헌 .....</b>	<b>120</b>

ABSTRACT ..... 130

부록 ..... 134

## 표 목 차

<표 II-1> 국내·외 컴퓨팅 사고력에 관한 연구 .....	25
<표 II-2> 컴퓨팅 사고력 구성 요소(교육부, 2015) .....	28
<표 II-3> 컴퓨팅 사고력 구성 요소(CSTA & ISTE, 2011b) .....	30
<표 II-4> 컴퓨팅 사고력 구성 요소(이원규 외, 2017) .....	31
<표 II-5> 컴퓨팅 사고력 구성 요소 간의 상호 관계성 .....	32
<표 II-6> 컴퓨팅 사고력 검사 도구에 대한 연구 .....	34
<표 II-7> ADDIE 모형의 과정과 절차 .....	36
<표 II-8> 데이터 과학 교육 관련 선행연구 .....	40
<표 III-1> 전체적인 연구 절차 .....	42
<표 III-2> 데이터 과학 교육의 필요성 .....	44
<표 III-3> 데이터 과학 교육의 방법 .....	44
<표 III-4> 데이터 수집 방법 .....	45
<표 III-5> 초등학생 대상 적절한 데이터 분석 수준 .....	45
<표 III-6> 소프트웨어 교육과 로봇 교육 내용 체계 .....	47
<표 III-7> 수학 교과 중 데이터 과학 내용 요소 .....	48
<표 III-8> 실과, 수학 교과 중 데이터 과학 교육 관련 성취기준 .....	48
<표 III-9> 교육 프로그램의 성취 목표 .....	50
<표 III-10> 컴퓨팅 사고력 측정 도구(이원규 외, 2017) 문항 분석 .....	53
<표 III-11> 교수 매체 및 교수학습 방법 .....	55
<표 III-12> 교육 프로그램 주제 .....	55
<표 III-13> 피지컬 컴퓨팅 도구별 특징 .....	57
<표 III-14> 교육 프로그램 초안 차시별 학습 내용 .....	60
<표 III-15> 1차 파일럿 테스트 개요 .....	61
<표 III-16> 1차 파일럿 테스트 참여 대상 설문조사(1) .....	62
<표 III-17> 1차 파일럿 테스트 참여 대상 설문조사(2) .....	62
<표 III-18> Wilcoxon signed-rank test 결과 .....	69

<표 III-19> 1차 파일럿 테스트 결과 개선점 .....	70
<표 III-20> 2차 파일럿 테스트 개요 .....	70
<표 III-21> 2차 파일럿 테스트 결과 개선점 .....	76
<표 III-22> 수업모형 개발 절차 .....	78
<표 III-23> 데이터 교육 관련 연구 중 교수학습단계 .....	79
<표 III-24> 수업모형 초안 .....	80
<표 III-25> 사용성 평가 결과 .....	81
<표 III-26> 전문가 집단 구성 .....	84
<표 III-27> 전문가 타당도 검사 설문 문항 .....	85
<표 III-28> 전문가 타당도 검증 결과 .....	86
<표 III-29> 최종 수업모형 .....	87
<표 III-30> 최종 교육 프로그램에 반영된 수정·보완 내용 .....	89
<표 III-31> 최종 교육 프로그램 참여 대상 설문조사(1) .....	90
<표 III-32> 최종 교육 프로그램 참여 대상 설문조사(2) .....	90
<표 III-33> 연구 설계 .....	92
<표 III-34> 최종 교육 프로그램 단위 설계서 .....	93
<표 III-35> 교수·학습과정안 예시 .....	96
<표 IV-1> 수업 후 활동 소감 .....	106
<표 IV-2> 연구 설계 .....	107
<표 IV-3> 정규성 검정 결과 .....	108
<표 IV-4> Wilcoxon signed-rank test 결과 .....	108
<표 IV-5> Mann-Whitney U test 결과 .....	109



## 그림 목 차

[그림 II-1] 데이터 과학의 절차 .....	9
[그림 II-2] 확증적 데이터 분석 기법의 절차 .....	11
[그림 II-3] 탐색적 데이터 분석 기법의 절차 .....	11
[그림 II-4] 데이터 과학에 대한 관심도 변화 비교 .....	12
[그림 II-5] 데이터 과학 교육에 대한 관심도 변화 비교 .....	13
[그림 II-6] 피지컬 컴퓨팅의 개념 도식화 .....	14
[그림 II-7] 로봇형 피지컬 컴퓨팅 도구(햄스터 로봇) .....	15
[그림 II-8] 모듈형 피지컬 컴퓨팅 도구(비트브릭) .....	16
[그림 II-9] 보드형 피지컬 컴퓨팅 도구(아두이노) .....	16
[그림 II-10] 마이크로비트 .....	18
[그림 II-11] 할로코드 .....	19
[그림 II-12] 엠블록의 데이터 과학 관련 기능 .....	21
[그림 II-13] 라디오 전송 기능을 활용한 데이터 수신 및 시리얼 통신 .....	22
[그림 II-14] 시리얼 통신을 통한 데이터 시각화 .....	22
[그림 II-15] Wing의 추상화, 자동화에 대한 도식화 .....	27
[그림 II-16] BBC의 컴퓨팅 사고력 4가지 구성 요소 .....	29
[그림 II-17] ADDIE 모형 프로그램 개발 절차 .....	37
[그림 III-1] 2015 개정 교육과정 소프트웨어 교육에서 추구하는 인재상 .....	46
[그림 III-2] 비버챌린지 예시 문항 .....	51
[그림 III-3] 컴퓨팅 사고력 측정 도구 예시문항 .....	52
[그림 III-4] 사전-사후 검사지 문항 순서 재배치(대문항) .....	54
[그림 III-5] 사전-사후 검사지 문항 순서 재배치(소문항) .....	54
[그림 III-6] 주제 및 주제 선정 이유('YSS'팀) .....	63
[그림 III-7] 문제 정의하기('YSS'팀) .....	63
[그림 III-8] 데이터 수집(송신용) 프로그램 소스코드('YSS'팀) .....	64
[그림 III-9] 데이터 수집(수신용) 프로그램 소스코드('YSS'팀) .....	65

[그림 III-10] 데이터 시각화(바람이 닿지 않을 때) 자료('YSS'팀) .....	66
[그림 III-11] 데이터 시각화(바람이 닿았을 때) 자료('YSS'팀) .....	66
[그림 III-12] 현상 일반화하기('YSS'팀) .....	67
[그림 III-13] 데이터 스토리텔링 장면 .....	68
[그림 III-14] 주제 및 주제 선정 이유('소음'팀) .....	71
[그림 III-15] 브레인스토밍 활동 장면 .....	71
[그림 III-16] 문제 정의하기('소음'팀) .....	72
[그림 III-17] 데이터 수집(송신용) 프로그램 소스코드('소음'팀) .....	73
[그림 III-18] 데이터 수집(수신용) 프로그램 소스코드('소음'팀) .....	73
[그림 III-19] 데이터 시각화(학생들의 소음 비교) 자료('소음'팀) .....	74
[그림 III-20] 현상 일반화하기('소음'팀) .....	75
[그림 III-21] 데이터 스토리텔링 장면 .....	75
[그림 III-22] 데이터 과학 문제 해결 교수자료 .....	97
[그림 III-23] 학생용 학습지 .....	97
[그림 IV-1] 데이터 수집 프로그램 제작 및 데이터 수집 활동 .....	100
[그림 IV-2] 탐구 주제 브레인스토밍 활동 .....	102
[그림 IV-3] 데이터 기반 아이디어 구상 및 설계 활동 .....	102
[그림 IV-4] 데이터 수집 프로그램 소스코드 .....	103
[그림 IV-5] 데이터 시각화 프로그램 소스코드 .....	104
[그림 IV-6] 데이터 시각화 자료 .....	105
[그림 IV-7] 데이터 분석 결과 발표 자료 .....	105
[그림 IV-8] 발표 장면 .....	106
[그림 IV-9] 컴퓨팅 사고력 검사 중 일부 문항(1) .....	110
[그림 IV-10] 사전 검사 풀이과정(1) .....	111
[그림 IV-11] 사후 검사 풀이과정(1) .....	111
[그림 IV-12] 컴퓨팅 사고력 검사 중 일부 문항(2) .....	112
[그림 IV-13] 사전 검사 풀이과정(2) .....	113
[그림 IV-14] 사후 검사 풀이과정(2) .....	113

<국문초록>

# 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육을 위한 수업모형 및 교육 프로그램

김 봉 철

제주대학교 대학원 과학교육학부 컴퓨터교육전공

지도교수 김 중 훈

본 연구의 목적은 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육을 위한 수업모형과 교육 프로그램을 개발하고 초등학생을 대상으로 적용하여 교육적 효과성을 검증하는 것이다.

데이터 과학 부흥의 시초는 2000년대 초반으로 거슬러 올라간다. 2000년대부터 차츰 시작된 인터넷의 보급화로 인해 가정마다 인터넷을 일상적으로 사용할 수 있는 환경이 조성되었고, 2010년대 사물인터넷, 디지털 기기의 발전과 소셜 미디어의 성장은 폭발적인 데이터를 생성해 내는 원동력이 되었다. 이후 2012년 하버드 비즈니스 리뷰에서 데이터 과학자를 21세기의 가장 매력적인 직업으로 소개하였고, 이는 데이터 과학의 본격적인 부흥을 알리는 신호탄이 되었다. 현대 사회에서는 양적인 데이터의 증가뿐만 아니라 일상생활 곳곳에서 데이터가 활용되는 범위 또한 급속도로 확대되고 있다.

데이터가 기반이 되는 미래 사회에서는 문제 해결 및 의사결정 과정에서 데이터를 유용하게 활용할 수 있는 능력과 더불어 많은 양의 데이터를 목적에 맞게

활용할 수 있도록 분석하는 능력이 필요하다. 즉, 데이터를 기반으로 문제를 해결하는 과정을 학습하는 데이터 과학 교육과 복잡한 문제를 컴퓨팅 기술을 활용하여 효율적으로 해결하는 과정을 학습하는 소프트웨어 교육은 미래 사회에서 요구하는 역량을 효과적으로 함양할 수 있는 필수 요소이다. 이러한 사회적 학습 요구를 반영하여 본 연구에서는 데이터에 기반하여 복잡한 문제를 효율적으로 해결하는 과정을 학습할 수 있는 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램을 개발하였다.

본 연구에서는 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램의 개발을 위해 체제적 교수 설계 모형인 ADDIE 모형을 적용하여 개발 연구를 진행하였다.

ADDIE 모형의 가장 첫 단계인 분석 단계에서는 학습 요구 및 학습 과제 분석을 실시하였다. 선행연구 분석과 문헌 연구를 통해 데이터 과학 교육에 대한 사회적 학습 요구를 분석하였으며, 교육현장의 교사들을 대상으로 데이터 과학 교육에 대한 실질적인 학습 요구를 분석하였다.

설계 단계에서는 분석 단계에서 도출된 결과를 바탕으로 교육 프로그램의 성취 목표를 명세화하고, 평가를 위한 검사 도구를 설계하였다. 또한 교육 프로그램의 목표에 적합한 교수 방법과 교수 전략, 전체적인 교육 주제를 구상하였다.

개발 단계에서는 설계 단계의 내용을 바탕으로 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램을 개발하였다. 교육 프로그램을 정교화하고 타당화하기 위하여 초등학생을 대상으로 초안 교육 프로그램의 파일럿 테스트를 2차례 진행하였고, 파일럿 테스트 결과 도출된 내용을 반영하여 데이터 과학 교육을 위한 수업모형과 이를 기반으로 한 최종 교육 프로그램을 완성하였다.

실행 단계에서는 최종 교육 프로그램의 효과성을 검증하기 위하여 초등학생을 대상으로 실험집단과 통제집단을 구성하여 연구를 진행하였다. 실험집단 대상으로 본 연구에서 개발한 교육 프로그램을 투입하였고, 통제집단을 대상으로 일반적인 실과 교육과정에 따른 소프트웨어 교육을 투입하였다.

평가 단계에서는 교육 프로그램을 통한 컴퓨팅 사고력의 향상도를 측정하기 위하여 프로그램 사전·사후에 컴퓨팅 사고력 검사를 실시하고 검사 결과를 분석하였다. 분석 결과 본 연구에서 개발한 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램은 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적인 것으로 나타났다.

본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램은 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적이다. 데이터 과학 교육에 피지컬 컴퓨팅을 활용함으로써 생활 주변에서 관찰할 수 있는 현상을 직접 데이터로 수집하고, 탐구 주제에 맞게 데이터를 분석하는 문제 해결 활동을 수행할 수 있었다. 즉, 데이터 과학 교육에 프로그래밍을 적극적으로 활용할 수 있는 소프트웨어 교육이 가능해졌으며, 교육에 참여한 학생들의 컴퓨팅 사고력이 유의미하게 향상되었음을 확인할 수 있었다.

둘째, 초등학생을 대상으로 데이터 과학 교육을 도입할 수 있는 효과적인 방안을 제시하였다. 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육을 위해 교육과정을 재구성한 단원설계서와 교수·학습과정안을 개발함으로써 초등학생 대상의 데이터 과학 교육 자료로 활용할 수 있는 가능성을 제시하였다.

셋째, 데이터 과학 교육을 위한 수업모형을 개발했다. 수업모형은 전문가 타당도 검증과 사용성 평가를 거쳐 타당도가 검증되었으며, 데이터 과학을 통한 문제 해결 과정을 학습할 수 있는 수업단계를 제시하였다.

후속 연구를 통해서 본 연구에서 개발한 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램의 교육 대상을 확대하고, 다양한 효과성을 검증한다면 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램의 발전을 기대할 수 있을 것이다.

주요어: 피지컬 컴퓨팅, 데이터 과학 교육 수업모형, 데이터 과학 교육, 컴퓨팅 사고력, ADDIE 모형

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

2012년 10월, 하버드 비즈니스 리뷰에서 Davenport 교수와 Patil 교수는 ‘Data Scientist: The Sexiest Job of the 21<sup>st</sup> Century’를 통해 데이터 과학자를 21세기의 가장 매력적인 직업으로 소개하였으며, 이를 기점으로 데이터 과학의 본격적인 부흥이 시작되었다(Davenport & Patil, 2012). 데이터 과학 부흥의 시초는 사회에서 생성되는 데이터의 양이 증가하기 시작한 2000년대 초반으로 거슬러 올라간다(이명호, 2016; Mayer-Schönberger & Cukier, 2013). 2000년대부터 차츰 시작된 인터넷의 보급화로 인해 인터넷이 일상화되었고, 2010년대 사물인터넷, 디지털 기기의 발전과 소셜 미디어의 성장은 폭발적인 데이터를 생성해 내는 원동력이 되었다(조영임, 2013). 세계적인 클라우드 소프트웨어 회사인 ‘DOMO’는 해마다 전세계의 데이터 사용과 관련된 보고서를 발표하는데, 2019년도에 발표된 보고서 ‘Data Never Sleeps 7.0’에 따르면 2019년에 인터넷을 이용하는 인구가 전 세계의 56.1%에 달하며 이는 총 43.9억명에 달하는 수치이다. 2018년 대비 9%가 증가하였으며 인터넷 인구가 지속적으로 증가하고 있음을 알려준다. 또한 2020년에 생성되는 데이터의 양은 우주에서 관측이 가능한 모든 별보다 40배는 더 많을 것이라고 예측하고 있다(DOMO, 2019). 즉, 전 세계적으로 사회에서 생성되거나 소비되는 데이터의 규모가 기하급수적으로 성장하고 있음을 알 수 있으며(김은주, 2014), 지속적으로 거대해지는 데이터의 규모와 비례하여 데이터의 활용도 또한 매우 중요해질 것으로 여겨진다(박상찬, 2017).

대규모 데이터의 집합인 빅데이터는 산업 전반에 큰 변화를 가져다주고 있다(김성범, 강성현, 2016; Varian, 2014). 이전 세대의 규모와는 비교되지 않을 정도의 빅데이터를 보유하게 된 기업들은 이윤을 얻기 위해 소비와 관련된 풍부한 데이터를 활용할 수 있는 데이터 과학자를 채용하여 투입하기 시작했고(김준요한, 2014), 데이터 과학자들은 기대에 부응하여 이윤 증대에 필요한 사업적 통찰

력을 가져다주었다(Kopanakis et al., 2016). 실제로 데이터 과학자를 활용한 기업들의 성공 사례가 세상에 알려지기 시작했고(Xu, 2019), 효과가 검증된 데이터 과학의 부흥은 산업 분야뿐만 아니라 사람들의 일상생활 속으로 스며들기 시작했다(김성범, 강성현, 2016; 이재운, 2015), 생활 양식을 빠르게 변화시키고 있다(Hall, 2018; Rudder, 2014). 데이터에 의한 사회 변화는 교육 현장에 데이터 과학 교육의 필요성과 양질의 데이터 과학 교육 방법에 대한 시사점을 던져주고 있다(김성범, 강성현, 2016; Finzer, 2013).

우리나라는 4차 산업혁명으로 인해 급격하게 변화하는 미래 사회에 대비하기 위한 중점방안으로 소프트웨어 교육을 전면 시행하여 2015 개정 교육과정부터 소프트웨어 교육을 정규 교육과정에 도입하여 운영해 오고 있다(강은희, 2019; 이은경, 2018). 소프트웨어 교육은 학생들의 다양한 교육 활동 참여를 통한 컴퓨팅 사고력 함양에 목표를 두고 있다. 컴퓨팅 사고력은 알고리즘적 사고, 논리적 추론, 추상화와 같은 사고기술을 포함하며, 컴퓨팅 기능을 활용하여 복잡한 문제를 절차적이고 효율적으로 해결하는 능력을 의미한다(교육부, 2015). 마주하게 되는 문제 상황들이 예측이 어렵고 복잡한 성질을 띄며(BOSTRON, 2014), 또한 고도화된 디지털 기술과 빅데이터가 사회의 중심이 되는 미래 사회에서 컴퓨팅 사고력은 누구나 갖춰야 할 중요하고 기본적인 능력이라 할 수 있다(박금주, 최영준, 2018).

2022년 교육부는 모든 국민에게 디지털 교육의 기회를 확대하고 미래 사회에 필요한 디지털 인재 양성을 골자로 하는 ‘디지털 인재양성 종합방안’을 발표했다(교육부, 2022). 이를 통해 향후 2022 개정 교육과정은 정보교육을 강화하는 개정되고 있음을 알 수 있다. 구체적으로 살펴보면 2015 개정 교육과정에 비해 소프트웨어 교육, 인공지능 교육을 비롯한 정보교육의 시수를 2배 이상 편성하는 등 교육 현장에서의 저변을 확대함으로써 미래 사회를 준비하려는 의지를 찾아볼 수 있다. 이처럼 소프트웨어 및 인공지능 교육을 중점으로 한 정보교육의 중요성이 강조되고, 데이터 기반의 사회로 변화해 가면서 사회 곳곳에서 무수히 생산되는 데이터들을 자신의 삶에 활용할 수 있도록 하는 데이터 과학 교육 또한 미래 사회를 대비하는 교육 분야로 주목받고 있다(강현영, 2012; Finzer, 2013).

미래 사회를 대비하기 위해 데이터 과학과 소프트웨어 교육은 교육 현장에서



필수적으로 다뤄져야 할 분야이다(김성범, 강성현, 2016; 김준요한, 2014; 장지은, 2018; Finzer, 2013). 소프트웨어 교육은 전문 프로그래머를 양성하기 위해 프로그래밍 기능 습득에 목적을 두는 것이 아닌, 미래 사회에서 대면하게 되는 복잡하고 예측이 어려운 대규모의 문제들을 효율적으로 해결할 수 있는 컴퓨팅 사고력 함양에 목표를 두고 있다(송태욱, 2015). 컴퓨팅 사고력은 데이터를 기반으로 추상적인 문제에 대한 해결책을 도출해 내는 데이터 과학의 문제 해결 과정과 밀접한 상호관계성을 갖고 있다. 대량의 데이터를 알고리즘적이고 논리적으로 분석하는 데이터 과학을 효율적으로 수행하기 위해서 필수적으로 요구되는 역량이 컴퓨팅 사고력이다.

데이터 과학의 핵심적인 요소인 프로그래밍과 데이터 분석은 컴퓨팅 사고력을 요구하며, 데이터 과학을 통한 문제 해결 과정을 경험하는 것은 컴퓨팅 사고력을 향상시키는 효과를 기대할 수 있다. 즉, 데이터 과학이 소프트웨어 교육의 관점에서 보다 교육적인 효과를 갖기 위해서는 프로그래밍과 데이터 분석이 적극적으로 활용되어야 한다고 판단된다.

피지컬 컴퓨팅을 데이터 과학 교육에 중점적으로 활용한다면 컴퓨팅 사고력을 향상시키기 위한 데이터 과학 교육의 효과적인 방안이 될 수 있을 것이다(서영민, 이영준, 2010). 피지컬 컴퓨팅을 활용한 소프트웨어 교육은 컴퓨터 과학 요소를 여러 분야와 융합하여 교육적인 접근을 할 수 있는 대표적인 소프트웨어 교육 방법이다(Schulz & Pinkwart, 2015). 피지컬 컴퓨팅은 센서를 통해 데이터를 수집할 수 있는 특징이 있으며, 최근 피지컬 컴퓨팅을 지원하는 여러 블록형 교육용 프로그래밍 언어 서비스에서도 데이터 수집, 분석 등 데이터 과학과 관련된 기능을 지원하고 있다. 이처럼 피지컬 컴퓨팅이 지니고 있는 교육적인 장점과 데이터 과학 기능을 제공하고 있는 교육용 프로그래밍 언어 서비스를 연계하여 활용한다면 초등학생의 수준에 적합한 데이터 과학 교육의 효과적인 방안이 될 수 있을 것으로 판단된다(박경재, 2010; Przybylla & Romeike, 2015).

미래 사회에서 당면하게 될 문제들은 구조화 되어 있지 않고 예측이 어려우며 여러 영역의 문제들이 융합되어 복잡하다는 특징을 갖고 있다(Schwab, 2017). 이러한 사회에 필요한 미래 인재를 양성하기 위해 전 세계의 여러 나라에서는 컴퓨팅 사고력을 함양하기 위한 소프트웨어 교육을 실시하고 있다(김한성, 2016).



또한 사회의 전반적인 모든 분야에서 빅데이터가 기반이 되는 데이터 기반 사회가 구축됨에 따라 이러한 미래 사회에서 요구되는 데이터 활용 능력을 함양할 수 있는 데이터 과학 교육이 주목받고 있다(강현영, 2012; 이은희, 김원경, 2015; Finzer, 2013). 본 연구에서는 컴퓨팅 사고력에 초점을 맞추어 소프트웨어 교육과 데이터 과학의 융합적인 방안을 고안하였다. 이를 위해 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램과 수업모형을 개발하고 그 효과성을 검증하였다.

## 2. 연구의 내용

본 연구는 체제적 교수 설계 모형의 기본이 되는 모형인 ADDIE 모형을 기반으로 교육 프로그램을 개발하였다. 전반적인 연구의 내용은 ADDIE 모형의 흐름을 따르고 있으며, 내용을 요약하여 제시하면 다음과 같다.

첫째, 컴퓨팅 사고력을 함양하기 위한 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램을 개발하기 위해 선행연구 및 문헌연구 결과를 바탕으로 교육 프로그램의 초안을 개발한다.

둘째, 교육 프로그램의 완성도를 높이기 위해 2차례 수업을 적용하고, 프로그램의 적용을 통해 얻은 개선점을 반영하여 데이터 과학 교육을 위한 수업모형을 개발한다.

셋째, 최종 교육 프로그램 적용을 위한 단위 설계서, 교수·학습 과정안, 교수 및 학습 자료 등을 제작하고, 데이터 과학 교육을 위한 수업모형을 기반으로 하는 최종 교육 프로그램을 개발한다.

넷째, 최종 교육 프로그램을 투입한 실험집단과 일반적인 교육과정의 소프트웨어 교육을 실시한 통제집단을 대상으로 컴퓨팅 사고력 사전·사후검사를 실시하여 본 연구에서 개발한 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램의 효과성을 검증한다.

ADDIE 모형에 따르면 교육 프로그램을 개발하는 과정에서 개선점을 반영하기 위해 개발 단계를 유동적으로 이용할 수 있다. 교육 프로그램을 정교화하고 타당

화하기 위하여 2차례의 파일럿 테스트를 실시하였으며, 이를 통해 얻은 개선점을 반영하여 최종 교육 프로그램을 완성하였다. ADDIE 모형의 단계에 따른 구체적인 연구 내용 및 방법은 다음과 같다.

■ 분석(Analysis)

- 데이터 과학, 컴퓨팅 사고력, 피지컬 컴퓨팅에 대한 연구(문헌 연구)
- 선행 연구 분석(사례 연구)
- 학습 요구 분석(조사 연구)
- 학습 과제 분석(문헌 연구)
- 학습자 및 학습 환경 분석(조사 연구)

■ 설계(Design)

- 성취 목표 명세화(조사 연구/문헌 연구)
- 평가 도구 설계(문헌 연구)
- 교수 방법과 교수 전략 개발(조사 연구/문헌 연구)
- 프로그램의 구조화와 계열화

■ 개발(Development)

- 교육 프로그램 초안 개발(개발 연구)
- 파일럿 테스트(실험 연구/조사 연구)
- 데이터 과학 교육의 수업모형개발(개발 연구/조사 연구)
- 최종 교육 프로그램 개발(개발 연구)

■ 실행(Implementation)

- 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램 적용(실험 연구)

■ 평가(Evaluation)

- 교육 프로그램 적용 결과 분석(실험 연구/조사 연구)

### 3. 용어의 정의

#### 1) 피지컬 컴퓨팅

피지컬 컴퓨팅이란 용어는 Dan O'Sullivan과 Tom Igoe가 처음으로 사용하였으며, 피지컬 컴퓨팅을 ‘피지컬한 실제 세계와 컴퓨터의 가상 세계가 서로 대화할 수 있도록 하는 것’이라고 설명하였다(O'Sullivan & Igoe, 2004). 즉, 인간이 소프트웨어, 하드웨어 등의 컴퓨팅 기술을 활용하여 아날로그 상태의 실제 세계를 감지하거나 반응할 수 있도록 설계된 물리적인 시스템을 의미한다.

피지컬 컴퓨팅을 교육 도구로 활용한다면 컴퓨팅이 우리의 일상 생활과 밀접하게 연관되어 있다는 점을 직관적으로 이해할 수 있고, 컴퓨팅 기술을 활용하여 자신과 관련된 문제들을 직접 해결하는 경험을 할 수 있다(Przybylla & Romeike, 2014). 이는 컴퓨팅 사고력을 바탕으로 문제를 해결하는 과정의 실제 모습을 보여주며, 문제 해결 과정을 직접 관찰할 수 있다는 점에서 학습자의 흥미를 높여 자기주도적인 학습을 기대할 수 있다(김용민 외, 2015).

이와 같은 특징을 가진 피지컬 컴퓨팅을 활용하여 데이터 과학 교육을 실시한다면 생활 속의 현상을 데이터화 할 수 있으며, 상호작용을 통해 직접 문제 해결 과정을 관찰할 수 있다는 점에서 효과적인 교육 방법이 될 수 있다.

본 연구에서는 소프트웨어 교육과 데이터 과학의 융합적인 방안을 효과적으로 수행할 수 있는 교육 도구로 피지컬 컴퓨팅을 선정하였다. 연구의 목적을 고려하여 피지컬 컴퓨팅이라는 용어를 ‘생활 속의 현상을 컴퓨팅 기술을 통해 데이터화할 수 있으며 컴퓨터와 인간이 상호작용 할 수 있는 물리적 시스템’이라 정의하고자 한다.

#### 2) 데이터 과학 교육

일반적으로 데이터 과학은 수집된 데이터를 기반으로 하여 다양한 분야의 문제를 해결하는 과학적인 방법과 절차 등의 행위를 일컫는다(O'Neil & Schutt, 2013). 데이터 과학이라는 용어의 시초에 대해서 학술적으로 합의된 바는 없으나 2001년 Cleveland에 의해 독립적인 학문으로 소개되어 사용되고 있다(Cleveland,

2001). 그 이후 소셜 네트워크 서비스 플랫폼 ‘LinkedIn’이 세계적으로 성공을 거둔 바탕에는 데이터 과학이 있었다는 사실이 널리 알려지면서 데이터 과학에 대한 관심이 급증하였다(Ecleo & Galido, 2017; Sumbaly et al., 2013; Xu, 2019).

데이터 과학은 단순히 한 분야에 국한된 학문이 아닌, 여러 분야의 학문이 융합된 학문이다(Finzer, 2013; O’Neil & Schutt, 2013). 구체적으로 살펴보면 다양한 분야에서 발생하는 복잡한 문제를 모델링하고, 대량으로 축적된 데이터를 바탕으로 통계학, 시각화 기법, 수학적 지식, 해당 분야의 전문적 지식 등을 통해 데이터 속에서 인사이트를 도출하여 문제 해결의 실마리를 찾아내는 학문이다(Shi et al., 2014). 통계학뿐만 아니라 컴퓨터 과학, 수학, 경영학 등에 대한 지식을 필요로 하며 이로 인해 데이터 과학에서는 학문 간의 협업을 매우 중요시한다(이명호, 2016; O’Neil & Schutt, 2013).

종합하자면 데이터 과학은 데이터를 기반으로 하는 문제 해결 과정이며, 데이터 분석을 비롯한 문제 해결 과정에서 컴퓨팅 사고력을 필요로 한다. 이처럼 데이터 과학은 컴퓨팅 사고력을 기반으로 하는 문제 해결 과정이라는 점에서 소프트웨어 교육과 공통점이 있다. 즉, 데이터 과학과 소프트웨어 교육을 융합한 교육이 이루어진다면 학습자의 컴퓨팅 사고력이 향상될 것이라는 합리적인 기대를 할 수 있다.

본 연구에서는 컴퓨팅 사고력에 초점을 두어 소프트웨어 교육과 데이터 과학을 융합적인 관점으로 접근하고자 한다. 따라서, 데이터 과학 교육이라는 용어를 ‘컴퓨팅 기술을 활용하고 데이터에 기반하여 문제를 효율적으로 해결하는 과정을 학습하는 교육’으로 정의하고자 한다.

### 3) 컴퓨팅 사고력

현재 인식되고 있는 컴퓨팅 사고력에 대한 개념은 Wing의 연구에 기반을 두고 있다. Wing(2008)은 컴퓨팅 사고력을 컴퓨터 과학의 기본 개념과 원리에 기초하여 문제를 해결하고 시스템을 설계하며 인간의 행동을 이해하는 접근 방식이라고 정의하였다. 핵심적인 요소로서 컴퓨터 과학에서 자주 다루어지는 주제인 문제 분해, 패턴 인식, 알고리즘적 사고, 추상화 등을 포함한다고 설명하였다.

또한 Wing(2008)은 심화된 컴퓨팅 사고력은 단순히 복잡한 시스템을 설계하는

데에만 도움을 주는 것이 아니라 대규모의 데이터를 분석하는 데에도 도움을 줄 것이라고 주장하였다. 추상화를 통해 데이터를 표현하고 처리하며, 컴퓨팅 사고를 활용해 데이터에 내재되어 있거나 전반적으로 분산되어 있는 지식들을 추출할 수 있을 것이라 하였다. 이와 같은 Wing의 주장은 본 연구에서 다루고 있는 데이터 과학 교육과 컴퓨팅 사고력이 밀접한 관계가 있음을 뒷받침해주고 있다.

‘Computational Thinking’이라는 저서를 통해 컴퓨팅 사고력의 개념을 설명한 학자 Denning은 그의 저서에서 컴퓨팅 사고력에 대한 수많은 정의를 정리한 하나의 정의를 소개하였다. 그는 컴퓨팅 사고력을 ‘설계’와 ‘설명’의 개념으로 설명하였는데, 이는 컴퓨터가 인간을 위해 일을 하도록 계산 과정을 설계하고, 세상을 정보처리과정의 복합체로 설명하고 해석하기 위한 정신적 기술과 수행이라는 의미를 담고 있다. ‘설계’는 인간이 수행하고자 하는 작업을 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 분해하거나 추상화하고, 컴퓨터가 이 작업을 실행할 수 있도록 알고리즘과 명령어를 설계하여 컴퓨터가 인간을 대신해 작업을 수행하도록 하는 것을 의미한다. ‘설명’은 세상의 모든 현상이나 물질 등을 피상적으로만 보는 것이 아니라 컴퓨터 과학 개념에 기초한 정보 처리 과정으로 분석하여 볼 수 있다는 것을 의미한다. 이는 정보가 처리되는 과정이 세상의 자연적, 사회적인 이치와 같은 원리를 갖고 있음을 설명한다. 이러한 관점을 통해 세상이 작동하는 방법에 대한 새로운 통찰력을 얻을 수 있으며, 문제를 분석하고 해결하기 위한 효과적인 방법을 개발해 낼 수 있다. 이처럼 Denning은 복잡한 문제를 해결할 수 있는 프로그램과 컴퓨팅 기기를 설계하고, 세상의 현상이나 물질 등을 계산 과정을 통해 정보 처리 과정으로써 이해하기 위한 특별한 사고방식을 컴퓨팅 사고력이라고 설명한다. Denning은 컴퓨팅 사고력을 통해 생활 속에서 직면하는 복잡한 문제를 효율적이고 창의적으로 해결할 수 있다고 밝히고 있다(Denning & Tedre, 2019). 여러 학자가 내린 컴퓨팅 사고력에 대한 정의를 살펴봄으로써 컴퓨팅 사고력이 현대 사회에서 필수적인 역량임을 이해할 수 있다.

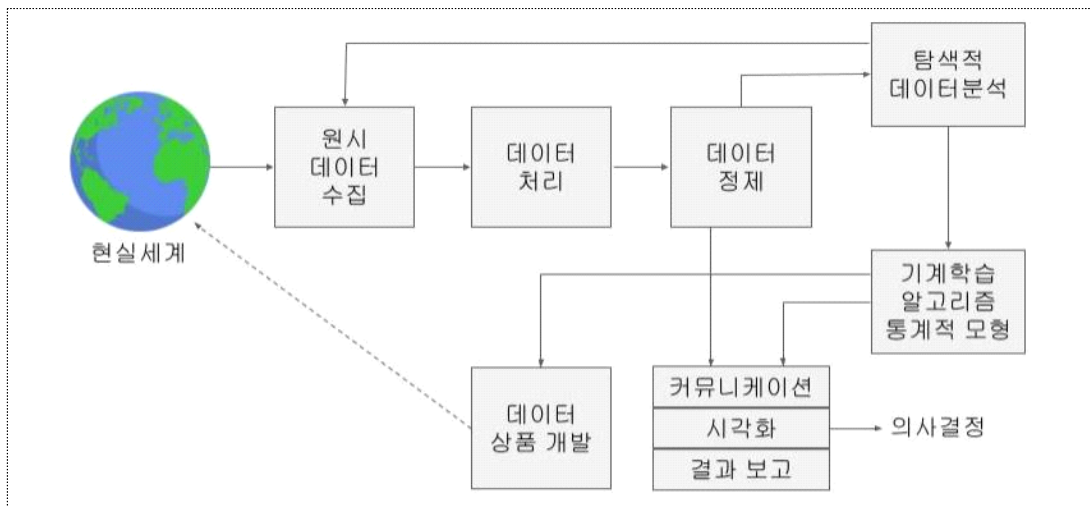
본 연구에서는 여러 학자 및 기관이 정의한 컴퓨팅 사고력 이론을 바탕으로, 컴퓨팅 사고력을 ‘현실의 다양한 현상과 문제를 컴퓨팅 기술과 데이터를 활용해 해결할 수 있는 형태로 추상화하고 효율적으로 문제를 해결할 수 있는 능력’이라고 정의하고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 데이터 과학 교육

#### 1) 데이터 과학 교육의 단계

O'Neil & Schutt(2013)는 데이터 과학의 단계를 [그림 II-1]<sup>1)</sup>과 같이 제시하였다. 데이터를 다루는 대부분의 과정이 이와 같은 단계를 바탕으로 하고 있다. 현실 세계에는 많은 사람들이 각자 다양한 영역에서 활동에 참여하고 있으며 이로 인해 무수히 많은 데이터가 생산된다. 데이터 과학 분야에서는 데이터를 분석하기 위해 대량으로 생산된 원시 데이터들을 정제하는 작업을 거치며 이 과정을 거쳐 비로소 원하는 데이터를 얻을 수 있다. 이렇게 얻어진 데이터를 바탕으로 목적에 맞는 알고리즘을 사용하여 모형을 설계하고 원하는 결과를 얻을 수 있다.



[그림 II-1] 데이터 과학의 절차

1) 출처: O'Neil, C., & Schutt, R. (2013). Doing data science: Straight talk from the frontline. (데이터과학 입문, 윤영민 외, 역). 서울: 한빛미디어.

문헌 연구를 통해 데이터 과학에서의 단계를 분석한 결과 데이터 과학은 일반적으로 빅데이터를 다루기 때문에 데이터를 수집하고 전처리하는 과정, 정제된 데이터를 분석하는 과정, 모델링하고 알고리즘을 제작하는 과정 등에서 고도화된 기술을 활용하고 있음을 알 수 있다.

학생들이 빅데이터를 처리하기 위한 프로그래밍, 데이터 분석 기법 등을 심화적으로 다루기에는 어려움이 있으나 엔트리, 엠블록, 메이크코드와 같은 블록형 교육용 프로그래밍 언어에서는 학생들도 블록 코딩으로 손쉽게 데이터 과학을 수행할 수 있는 기능들을 제공하고 있다. 이러한 교육용 프로그래밍 도구를 활용하면 데이터 과학에서 사용되는 핵심적인 요소들을 학생들이 쉽게 익혀서 활용할 수 있기에 그 요소들을 교육적인 관점에서 유목화하여 정리한다면 보다 체계적인 데이터 과학 교육이 가능하겠다고 판단하였다(이승철, 김태영, 2019).

## 2) 데이터 분석 기법

데이터 과학에서 활용되는 데이터 분석 기법에는 기술통계 분석, 확증적 데이터 분석, 탐색적 데이터 분석, 추론적 분석 등 다양한 기법이 있다(Behrens, 1997; Fife & Rodgers, 2019; Good, 1983; Jebb et al., 2017; Yu, 2010). 본 연구에서는 그 중 확증적, 탐색적 데이터 분석 기법을 선정하여 적용하였다.

### (1) 확증적 데이터 분석

확증적 데이터 분석은 전통적인 통계 분석 기법이다. 구체적인 목적 혹은 가설을 설정하고 데이터를 수집, 분석하여 결과를 검증한다. 구체적인 가설 설정 없이 데이터를 탐색하고 데이터에 관하여 인사이트를 얻는 탐색적 데이터 분석 기법이 주로 활용되는 최근의 데이터 과학 분야에서의 효용성은 비교적 낮을 수 있으나 확증적 데이터 분석 역시 데이터 분석 기법의 핵심적인 방법이며 탐색적 데이터 분석과 상호보완하며 활용되고 있다(송인식, 2017; 최창호, 유연우, 2017).

확증적 데이터 분석 기법은 데이터에 기반하여 문제를 해결하고 의사결정하는 태도와 사고력을 함양할 수 있도록 교육적으로 활용될 수 있다. 선행 연구에서도 가설을 설정하고 데이터에 기반하여 검증해보는 주제를 주로 다루고 있음을 확인할 수 있다. [그림 II-2]는 확증적 데이터 분석 기법의 절차를 나타내고 있다.



[그림 II-2] 확증적 데이터 분석 기법의 절차

(2) 탐색적 데이터 분석

탐색적 데이터 분석은 데이터 과학의 핵심적인 부분으로 여겨지며 벨연구소의 수학자인 John Tukey에 의해 도입되었다(Tukey, 1977). 가설을 세운 후에 데이터를 통해 이를 검증하는 확증적 데이터 분석과는 달리 도표, 그래프, 요약 통계 등을 도구로 하여 수집한 데이터에서 변수들의 대응 관계를 파악하고 데이터를 체계적으로 살펴보는 기법이다. 이 과정을 통해 새로운 패턴이나 사실 등을 탐색할 수 있고 이를 통해 얻은 인사이트는 알고리즘 혹은 통계 모형을 발전시키고 향상시키는 데 활용된다. John Tukey는 탐색적 데이터 분석을 ‘우리가 존재한다고 믿는 것들은 물론이고 존재하지 않는다고 믿는 것들을 발견하려는 태도, 유연성, 그리고 자발성이다’라고 설명하였다(O’Neil & Schutt, 2013).

데이터를 유연하게 분석하며 데이터셋으로부터 가치 있는 인사이트를 도출해 내는 탐색적 데이터 분석은 데이터 과학에서 핵심적인 역할을 하는 만큼 데이터 과학 교육에서도 필수적으로 다뤄야 하는 요소라고 판단하였다(김진영, 2016).

본 연구에서는 탐색적 데이터 분석에서 사용되는 방법인 기술통계와 데이터를 시각화하여 해석하고 새로운 패턴이나 의미를 찾아보는 활동을 수업 단계에 포함하여 탐색적 데이터 분석 사고를 할 수 있도록 하였다. 복잡한 데이터를 분석해 보는 활동을 통해 학생들의 사고력을 향상시키는 효과를 기대할 수 있다.



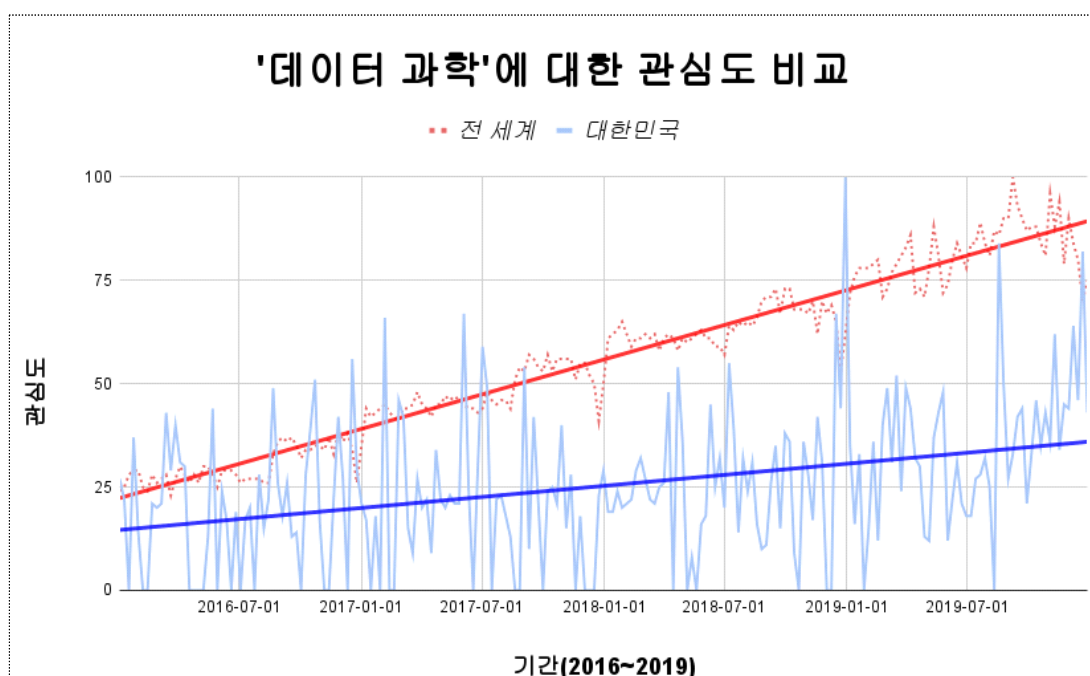
[그림 II-3] 탐색적 데이터 분석 기법의 절차



### 3) 데이터 과학 교육의 동향

김용민(2018)의 연구에 따르면 2010년대 초반 데이터 과학에 대한 전 세계적인 관심도는 급격하게 증가하고 있으나, 데이터 과학을 학생들에게 교육하는 데이터 과학 교육에 대한 연구는 미비한 실정이었다. 국내·외에 발표된 논문들을 바탕으로 연구 동향을 살펴보면 해외에서는 2010년대 중반부터 데이터 과학 교육에 대한 논의와 연구가 활발히 진행되기 시작했으며, 국내에서는 2010년대 후반부터 데이터 과학 교육에 대한 연구가 활발하게 진행되어오고 있다.

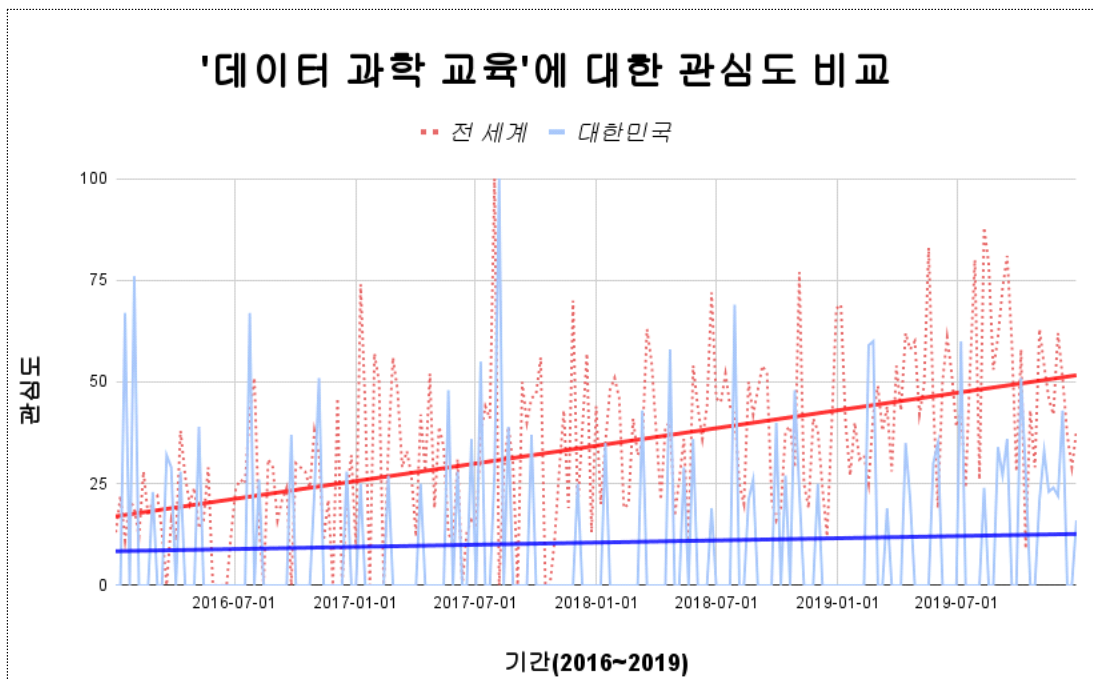
2016년 이후 우리나라의 데이터 과학에 대한 관심도를 추가적으로 파악하기 위해 Google Trends를 통해 ‘Data science’를 키워드로 데이터 과학에 대한 관심도를 살펴보았다. [그림 II-4]에서 확인할 수 있듯이 우리나라의 데이터 과학에 대한 관심도는 전 세계에 비교했을 때 증가폭이 미비하다.



[그림 II-4] 데이터 과학에 대한 관심도 변화 비교

또한 데이터 과학 교육에 대한 관심도를 파악하기 위해 ‘Data science education’을 키워드로 관심도를 살펴보았다. 다만 우리나라에서는 ‘Data science

education’ 혹은 ‘데이터 과학 교육’을 키워드로 검색했을 때 데이터를 얻을 수 없었다. 따라서 데이터를 얻을 수 있는 ‘데이터 교육’ 및 ‘Data education’을 키워드로 대신해서 데이터를 수집했다. 데이터 비교 결과 [그림 II-5]에서 확인할 수 있듯이 전 세계의 데이터 과학 교육에 대한 관심도는 지속적으로 증가하고 있으나 우리나라의 데이터와 관련된 교육에 대한 관심도는 증가폭이 비교적 적은 편임을 알 수 있다.



[그림 II-5] 데이터 과학 교육에 대한 관심도 변화 비교

우리나라의 데이터 과학과 데이터 과학 교육에 대한 관심도를 전 세계와 비교해본 결과 우리나라의 관심도가 꾸준히 증가하고 있음을 확인할 수 있으나, 전 세계의 추세와 비교했을 때 증가폭이 낮음을 알 수 있다. 이로 미루어보아 데이터 과학 교육에 대한 다방면의 연구와 학생들에게 투입되는 실질적인 교육 활동에 대한 교육적 수요를 발견할 수 있다.

## 2. 데이터 과학 교육을 위한 피지컬 컴퓨팅과 교육용 프로그래밍 언어

### 1) 피지컬 컴퓨팅의 개념과 특성

피지컬 컴퓨팅은 다양한 센서를 활용하여 현실에서 받아들여지는 정보를 처리하고, 그 결과를 다양한 형태의 장치를 통해 출력할 수 있다는 특징이 있다. 일반적으로 센서(sensor)와 작동장치(actuator)로 구성되고 센서는 신호를 감지하여 정보를 입력하는 역할을 하며, 작동장치는 그 기능에 따라 다양하게 신호를 출력하는 역할을 한다. 피지컬 컴퓨팅 도구는 별도 회로 구성 여부나 사용 편의성에 따라 레벨을 구분 짓는데, 높은 레벨의 피지컬 컴퓨팅 도구일수록 컴퓨팅의 결과물을 빠르게 출력할 수 있으며, 제작 및 수정이 용이하다는 장점이 있다. 교육용 피지컬 컴퓨팅 도구는 사용법을 쉽게 익힐 수 있으며, 창의적인 아이디어를 탐색하는데 효과적이다(김재휘, 2016; 민선희, 2018).



[그림 II-6] 피지컬 컴퓨팅의 개념 도식화

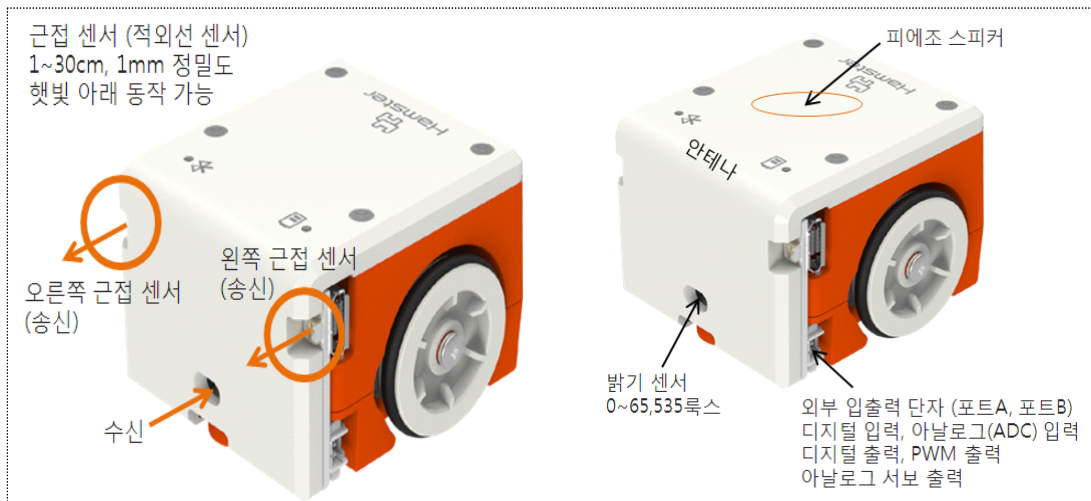
### 2) 피지컬 컴퓨팅 도구

김재휘(2016)의 연구에 따르면 피지컬 컴퓨팅 도구는 작동 방식과 그 형태에 따라서 로봇형, 보드형, 모듈형으로 구분할 수 있다.

로봇형 피지컬 컴퓨팅 도구는 여러 가지 작동장치가 내장되어 성능이 강화된 완성형 도구를 뜻한다(김재휘, 2016). 피지컬 컴퓨팅에서는 프로그래밍을 통해 여러 가지 작동장치를 제어할 수 있으며, 센서를 통해 정보를 입력받아 상호작용할 수 있다. [그림 II-7]<sup>2)</sup>은 로봇형 피지컬 컴퓨팅 도구 중 교육용 프로그래밍 언어

2) 출처: <http://hamster.school/ko/tutorial/class/>

로 작동가능하며 교육 현장에서 자주 사용되는 도구인 햄스터 로봇이다. 완성된 형태로 제공되기 때문에 학습자가 쉽게 사용할 수 있고 편의성이 높다는 장점이 있다. 추가적인 장치나 센서를 부착할 수 있기도 하지만 비교적 그 범위가 제한되어 있기 때문에 활용에 한계가 있다는 단점 또한 존재한다.



[그림 II-7] 로봇형 피지컬 컴퓨팅 도구(햄스터 로봇)

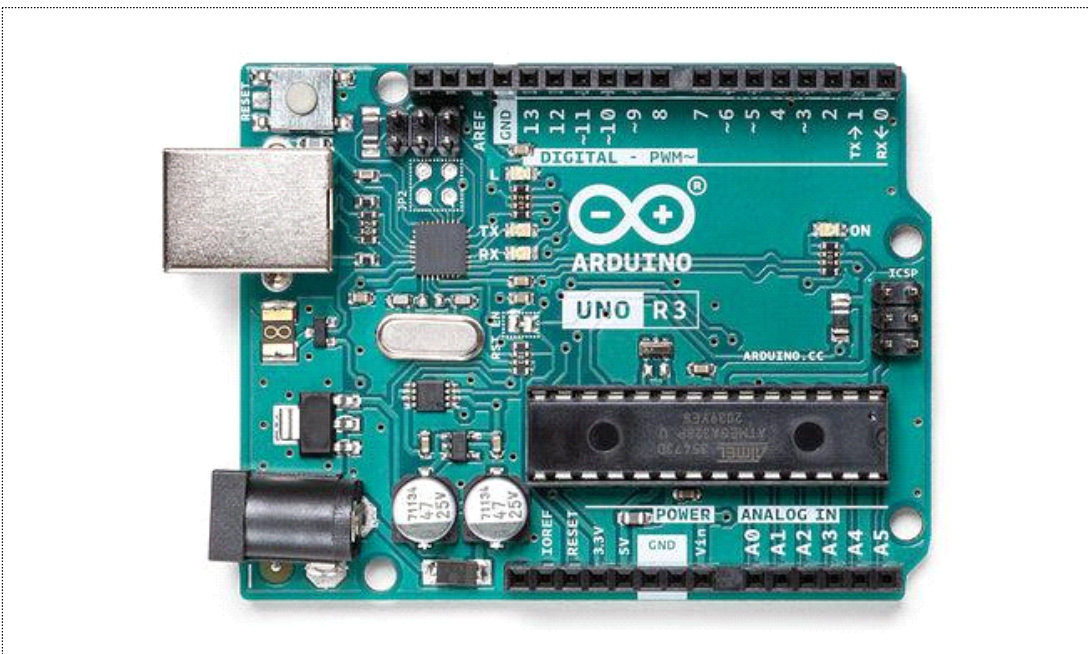
모듈형 피지컬 컴퓨팅 도구는 로봇형과는 달리 센서와 작동장치 등이 내장되어 있지 않다. 사용 목적에 맞게 부품을 조립하고 마이크로컨트롤러에 연결하여 교육용 프로그래밍 언어로 제어하는 형태의 피지컬 컴퓨팅 도구이다. 사용 목적과 구상한 내용에 따라 필요한 센서, 작동장치를 설치하거나 형태를 디자인할 수 있다는 점에서 완성형 도구에 비해 자유도가 높다는 특징이 있다. 학습자의 입장에서는 문제 해결을 위한 창의적인 아이디어를 구현하는데 용이하기 때문에 효과적인 학습 도구가 될 수 있다. 특히 초등학생의 학습 수준을 고려하였을 때, 다양한 추가 부품을 마이크로컨트롤러에 연결해야 하는 경우 학생 스스로 손쉽게 연결할 수 있어 교육 활동에 적절하게 활용될 수 있다. [그림 II-8]<sup>3)</sup>은 모듈형 피지컬 컴퓨팅 도구로써 각종 실과 및 정보 교과서에서 활용되고 있는 비트브릭이다.

3) 출처: <https://bitbrick.cc/brochure.html>



[그림 II-8] 모듈형 피지컬 컴퓨팅 도구(비트브릭)

보드형 피지컬 컴퓨팅 도구는 마이크로컨트롤러를 포함한 전자보드 형태의 도구를 의미한다. 전기 및 전자에 대한 기본적인 지식이 선행되어야 하기 때문에 모듈형에 비해 사용하는데 편의성이 높지 않다. 반면에 필요한 센서나 전자부품 등을 활용할 수 있는 범위가 비교적 넓으며 구현하고자 하는 형태를 자유롭게 만들 수 있다는 장점이 있다. [그림 II-9]<sup>4)</sup>는 보드형 피지컬 컴퓨팅 도구로써 전 세계적으로 많이 사용되며 관련 연구도 활발하게 진행된 아두이노이다.



[그림 II-9] 보드형 피지컬 컴퓨팅 도구(아두이노)

4) 출처: <https://store-usa.arduino.cc/collections/boards/products/arduino-uno-rev3>



최근 교육현장에서 많이 사용되고 있는 마이크로비트, 할로코드 등의 피지컬 컴퓨팅 도구는 제공하는 기능이 다양해서 관점에 따라 분류가 명확하지는 않지만, 모듈형과 보드형의 교육적인 장점을 갖고 있는 피지컬 컴퓨팅 도구라 할 수 있다. 피지컬 컴퓨팅에 필요한 센서 및 작동장치가 내장되어 있으며, 필요에 따라 추가적인 설치가 가능하다. 전기 및 전자에 대한 지식이 없더라도 쉽게 사용법을 익히고 활용할 수 있어 교육적인 효용성이 높다.

### (1) 마이크로비트

마이크로비트는 2015년에 초등학생을 대상으로 소프트웨어 교육을 위해 영국 BBC를 비롯한 여러 기업과 교육기관에서 협업하여 개발한 피지컬 컴퓨팅 도구이다(Sentance et al., 2017).

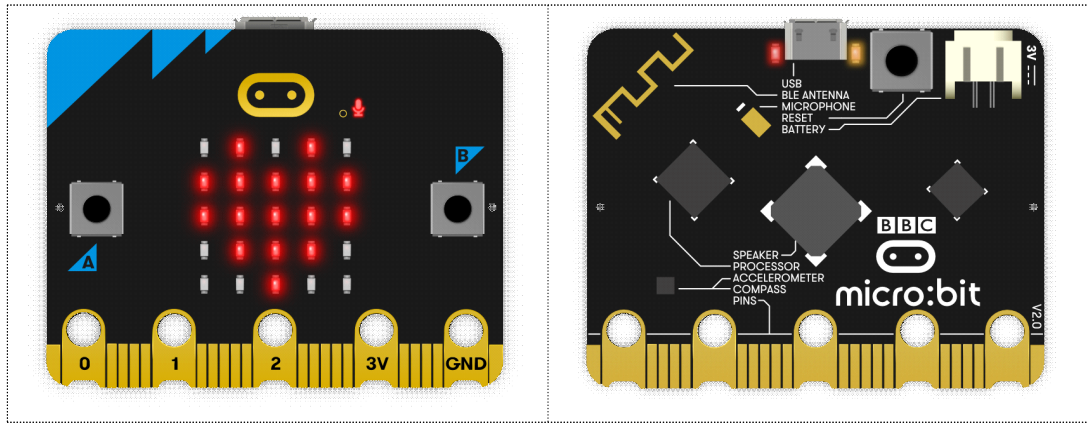
전면부에 5x5 행렬형태로 총 25개의 LED, 2개의 입력 버튼 장치가 있으며 빛의 밝기를 측정하는 빛 센서, 온도를 측정하는 온도 센서, 움직임을 감지하거나 값을 측정하는 가속도 센서, 지구 자기장 감지를 통해 현재 방향을 측정할 수 있는 자기(나침반) 센서가 내장되어 있다. 또한 블루투스를 활용한 라디오 기능을 제공하고 있어 마이크로비트 기기끼리 데이터를 주고 받을 수 있을 뿐만 아니라 기타 스마트 기기들과 통신할 수 있는 기능도 제공하고 있다. 컴퓨터와 USB연결을 통해 시리얼 통신으로 데이터를 주고 받을 수도 있다(김승현, 2018).

웹 사이트에서 블록 코딩을 할 수 있는 메이크코드 편집기를 제공하고 있으며 시뮬레이터 기능을 제공하고 있어 프로그래밍한 내용을 즉시 확인할 수 있다는 장점이 있다. 초등학생들 또한 쉽게 배울 수 있으며 실용성이 높다는 점에서 소프트웨어 교육에서 활발하게 활용되고 있는 피지컬 컴퓨팅 도구 중 하나이다(김봉철 외, 2021a).

[그림 II-10]<sup>5)</sup>은 2020년 새롭게 출시된 마이크로비트이며, 기존의 구성에 마이크, 스피커, 터치 센서 등이 추가되었다. 인공지능 교육이 전세계적으로 실시됨에 따라 인공지능 교육을 위한 피지컬 컴퓨팅 도구로서 활용성을 높이기 위한 방향으로 리뉴얼 되었다. 새롭게 내장된 마이크를 통해서 소리 데이터를 수집할 수 있으며, 스피커를 통해 소리를 출력할 수 있다. 또한 터치 센서를 다양한 형태로 제어할

5) 출처: <https://microbit.org/ko/get-started/user-guide/overview/>

수 있어 실용성을 가미하였다. 여러 장치와 센서의 추가로 인해 활용할 수 있는 영역이 확대되어 교육 현장에서 활용도가 더욱 다양해졌다(김봉철 외, 2021b).



[그림 II-10] 마이크로비트

## (2) 할로코드

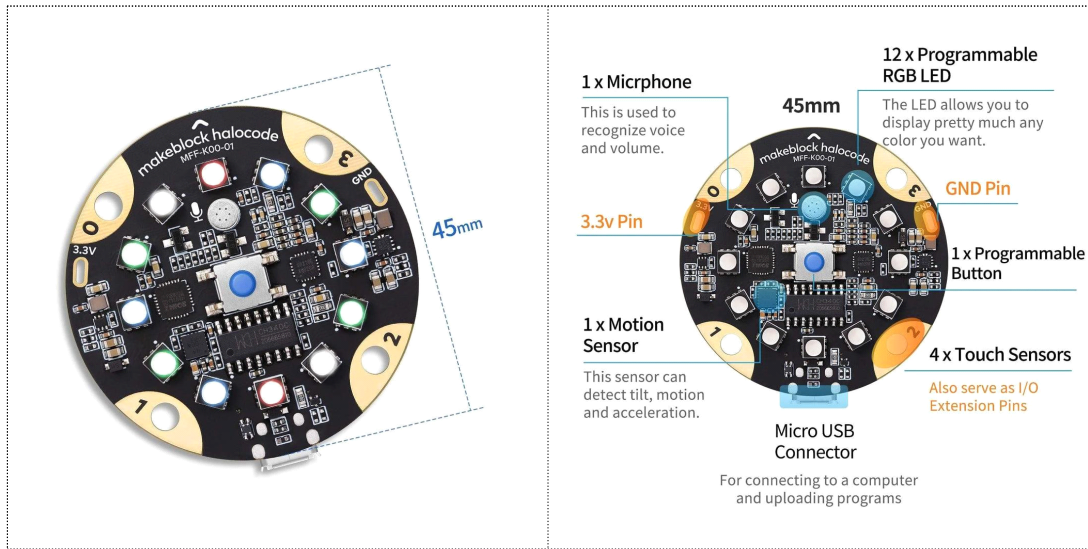
할로코드는 중국의 스타트업 기업인 메이크블록에서 개발한 교육용 피지컬 컴퓨팅 도구이다. 2020년 6월에 출시되었으며, 학생들이 프로그래밍과 하드웨어 제작을 쉽게 배울 수 있도록 만들어졌다. 스크래치와 자바스크립트를 지원하며, 학습자는 블록 코딩을 통해 쉽게 프로그램을 제작할 수 있다(창의융합과학, 2021).

할로코드는 [그림 II-11]<sup>6)</sup>과 같이 다양한 센서, 작동장치로 하드웨어가 구성되어 있다. 핵심 부품인 메인보드는 블루투스, Wi-Fi, USB 등의 통신 기능과 다양한 센서, 작동장치 등을 연결할 수 있다. 내장되어 있는 센서로는 모션 센서, 터치센서가 있으며, 작동장치로는 마이크로폰, LED, 버튼 등이 있다. LED와 버튼을 이용해 프로그래밍으로 다양한 동작을 수행하거나 시각적인 효과를 표현할 수 있다. 센서모듈 확장커넥터를 이용해 센서나 장치 등을 추가적으로 연결할 수 있다. 블루투스와 Wi-Fi기능을 제공하고 있어 기기와 기기끼리, 혹은 PC와 데이터를 송·수신할 수 있다(최만, 2021).

할로코드는 메이크블록에서 제공하는 엠블록을 통해 프로그래밍을 할 수 있는데, 엠블록은 스크래치 기반의 블록형 교육용 프로그래밍 언어이다. 스크래치의

6) 출처: <https://www.makeblock.com/products/buy-halocode>

작업 환경과 거의 유사하기 때문에 사용법이 직관적이고 학습자가 쉽게 익힐 수 있다는 장점이 있다. 또한 앰블록은 데이터 과학 분야에서 활용할 수 있는 데이터 수집, 분석 및 그래프 그리기 등의 다양한 기능들을 제공한다. 전세계의 실시간 환경 데이터를 제공하고 있어 교육적인 활용도가 높다(최만, 2021).



[그림 II-11] 할로코드

### 3) 데이터 과학 교육을 위한 교육용 프로그래밍 언어

소프트웨어 교육과 더불어 인공지능, 데이터 과학 교육의 중요성이 높아짐에 따라 교육용 프로그래밍 언어도 인공지능, 데이터 과학 교육과 관련된 기능들을 개발하여 제공하고 있다. 새롭게 적용되는 기능들 중에는 데이터를 분석하는 기능들을 포함하고 있다. 앰블록, 메이크코드, 엔트리 등의 교육용 프로그래밍 언어 서비스에서는 사용자가 직접 프로그래밍을 통해 데이터를 분석하고 시각화할 수 있는 기능을 제공하고 있다. 이러한 학습 환경은 데이터 과학을 소프트웨어 교육의 영역에서 보다 밀접하게 연계하여 교육할 수 있는 여건을 마련해 주고 있다. 학습자가 데이터 과학을 기반으로 문제를 해결해 나가는 과정에서 데이터를 수집하고 전처리, 분석하는 등의 수행과제를 프로그래밍으로 수행할 수 있는 환경이 마련되어 소프트웨어 교육의 효과를 기대할 수 있게 되었다. 최근 데이터 과학을 기반으로 한 소프트웨어 교육이 컴퓨팅 사고력 향상에 유의미한 효과가 있



음을 증명하는 연구결과들이 발표되고 있다(김용민, 2018; 김정아, 2021). 소프트웨어 교육의 유용한 도구인 피지컬 컴퓨팅을 활용한다면 데이터 과학의 핵심적인 과정인 데이터 수집, 분석 활동을 학습자가 프로그래밍을 통해 수행할 수 있다는 장점이 있으며 이는 곧 컴퓨팅 사고력 향상에 효과가 있을 것으로 판단된다.

### (1) 엠블록

엠블록은 대표적인 교육용 프로그래밍 언어 중 하나인 스크래치를 기반으로 하는 블록형 프로그래밍 언어이다. 특히 엠블록은 인공지능과 데이터 과학 교육을 위한 다양한 기능들을 제공한다. 엠블록에서 제공하는 데이터 과학 기능은 크게 데이터 수집, 데이터 분석, 데이터 시각화 기능으로 구분할 수 있다.

데이터 수집 기능은 엠블록과 연결된 하드웨어의 센서를 이용해 수행할 수 있다. 엠블록과 연계하여 활용할 수 있는 대표적인 피지컬 컴퓨팅 도구인 할로코드의 내장 센서와 확장 센서를 활용해 다양한 형태의 데이터를 수집할 수 있으며, 엠블록에서 자체 제공하는 전세계의 실시간 환경 데이터를 수집하여 활용할 수 있다는 특징이 있다.

데이터 분석 기능은 엠블록에서 제공하는 분석 블록을 이용해 활용할 수 있다. 학습자는 프로그래밍을 이용하여 데이터의 평균, 최댓값, 최솟값 등을 계산할 수 있다.

데이터 시각화 기능은 엠블록에서 제공하는 차트 블록을 이용해 수행할 수 있다. 학습자는 데이터의 특성에 맞게 적절한 차트를 선택하여 그래프를 그릴 수 있다. 엠블록에서는 막대 그래프, 선 그래프, 원 그래프 등 다양한 차트를 제공하며, 데이터 분석에 필요한 쉼표로 구분된 값(Comma-Separated Variables, csv) 형태로 데이터를 저장할 수도 있다. 다른 교육용 프로그래밍 언어에 비해 데이터 시각화 기능을 직접 프로그래밍 할 수 있다는 점이 엠블록의 특징이다.

엠블록의 데이터 과학 기능은 학습자가 데이터 분석과 시각화를 쉽게 배울 수 있도록 구성되어 있다. 또한, 데이터 분석과 시각화를 할 때 프로그래밍을 함께 배울 수 있어 미래에 유용한 역량을 기르는 데 도움이 된다.



[그림 II-12] 엠블록의 데이터 과학 관련 기능

## (2) 메이크코드

메이크코드는 마이크로소프트에서 제공하는 교육용 프로그래밍 언어이다. 마이크로비트를 프로그래밍하기 위한 플랫폼으로서 피지컬 컴퓨팅 교육에서 대표적으로 활용되는 도구 중 하나이다(윤영화, 2019). 메이크코드에서는 데이터 과학을 위한 데이터 수집, 데이터 분석, 데이터 시각화 기능을 제공한다.

데이터 수집 기능은 마이크로비트에 내장된 다양한 센서를 활용하여 데이터를 수집할 수 있다. 마이크로비트에 내장되어 있는 빛, 온도, 가속도 등의 센서뿐만 아니라 외부 센서를 추가하여 다양한 데이터를 수집할 수 있다. 마이크로비트 V2 버전에서는 데이터 수집 기능을 위한 기능이 추가되었다. 확장 기능 중 Data Logger를 추가하여 데이터 수집 기능을 프로그래밍 할 수 있다. 이 기능을 활용하여 수집된 데이터를 다운로드 받아 표 형식으로 확인하고 처리할 수 있으며, 데이터를 시각화 하여 보여주는 기능도 제공하고 있다. 또 다른 확장 기능인 DataStreamer는 마이크로소프트사의 엑셀과 연동하여 데이터를 수집할 수 있는 기능을 제공한다. 마이크로비트를 통해 수집한 데이터가 실시간으로 엑셀에 기록이 된다.

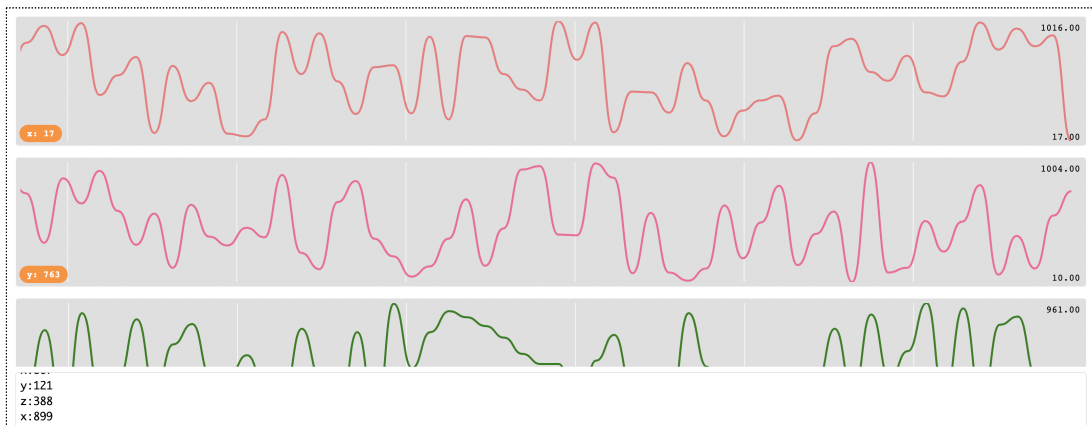
데이터 분석 기능은 메이크코드에서 제공하는 연산 블록을 이용하여 수행할

수 있다. 사용자는 간단한 블록을 조합하여 데이터의 평균, 최댓값, 최솟값 등을 계산할 수 있다. 이와 같은 기초통계량을 통해 데이터의 특징을 파악하고 데이터의 패턴을 분석할 수 있다.

데이터 시각화 기능은 시리얼통신을 이용할 수 있다. 센서를 통해 수집되는 데이터는 시리얼통신을 통해 실시간으로 PC에 시각화 된다. 또한 마이크로비트에 제공하는 LED 매트릭스를 이용하여 데이터를 시각화할 수 있다. 5x5 행렬형태로 내장된 25개의 LED를 이용해 간단한 차트를 표현할 수 있다. 다만, 이러한 기능들은 데이터 시각화를 구체적으로 구현하는 기능은 아니기에 그래프를 선택하거나 세부 사항을 설정하지 못하는 데 그 한계점이 있다. 데이터 시각화 및 분석을 위해서는 수집한 데이터를 csv파일 형태로 저장하여 활용할 수 있다.



[그림 II-13] 라디오 전송 기능을 활용한 데이터 수신 및 시리얼 통신



[그림 II-14] 시리얼 통신을 통한 데이터 시각화

### 3. 컴퓨팅 사고력

4차산업혁명을 바탕으로 디지털 기술이 급속도로 발전하여 고도화된 사회에서는 문제가 여러 영역에 걸쳐 발생하여 복잡하며, 예측이 어렵다는 특징을 갖고 있다(Schwab, 2017). 컴퓨팅 사고력은 이러한 사회의 변화에 적응하여 직면하는 문제를 효율적으로 해결하기 위해 인간이 갖추어야 할 미래 사회의 핵심역량으로 여겨지고 있다(전성균, 2016).

컴퓨팅 사고력은 복잡한 문제를 효율적으로 해결하기 위한 종합적인 사고과정으로서, 컴퓨팅 기술을 활용하여 문제를 절차적이고 논리적으로 해결하는 사고방식을 일컫는다. Wing은 그의 연구 발표를 통해 기존 세대에서 학습자가 갖추어야 할 교육적 기초 소양으로 여겨지던 3R(Reading, Writing, Arithmetic)에 컴퓨팅 사고력이 추가되어야 한다고 주장하였을 정도로 컴퓨팅 사고력의 중요성을 강조하였다(Wing, 2006). 또한 Denning은 컴퓨팅 사고력이 컴퓨터 과학 분야뿐만 아니라 일상생활 대부분의 분야에서 핵심적으로 쓰이는 역량이며, 컴퓨팅 사고력의 사고방식은 현대 사회에서 중요한 요소가 될 것이라고 주장하였다(Denning & Tedre, 2019).

이처럼 컴퓨팅 사고력은 급변하는 미래 사회에서 일반적으로 갖추어야 할 역량으로 여겨지고 있기 때문에 전 세계의 많은 국가에서 학생을 대상으로 컴퓨팅 사고력을 길러주기 위한 소프트웨어 교육을 실시하고 있다(최숙영, 2011). 우리나라에서도 2015 개정 교육과정에 소프트웨어 교육이 도입되어 지속적으로 교육의 대상과 방법을 확장시켜가고 있다.

#### 1) 컴퓨팅 사고력의 이론적 정의

컴퓨팅 사고력과 관련된 개념은 1980년 Seymour Papert에 의해서 학계에 처음 소개되었다. 그는 LOGO 프로그래밍 언어와 관련된 그의 연구에서 어린 학생들이 프로그래밍 과정을 통해 추상적인 개념을 이해하며 문제를 절차적이고 논리적으로 해결하는 능력을 기를 수 있다고 소개하였다(Papert, 1980). 당시에는 컴퓨팅 사고력이라는 용어를 공식적으로 사용하지 않았으나, Wing이 2006년에 컴

퓨팅 사고력의 개념에 대해 자세히 소개하며 개념적인 틀을 마련하였고 컴퓨팅 사고력에 대한 논의가 세계적으로 확산되어 진행되었다. 이후 2011년에 미국 CSTA(Computer Science Teachers Association, 컴퓨터 과학 교사 협의회, 이하 CSTA)와 ISTE(International Society for Technology in Education, 국제교육 기술 협회, 이하 ISTE)의 Barr & Stephenson이 컴퓨팅 사고력의 요소 9가지를 제시하면서 컴퓨팅 사고력의 구성 요소에 대한 논의가 확산되었다(Barr & Stephenson, 2011). 그리고 현재까지 BBC, 구글, 교육부 등 다양한 기관 및 학자들이 컴퓨팅 사고력의 개념과 구성 요소에 대한 논의를 진행해 오고 있다(교육부, 2015; Barr et al., 2011; Barr & Stephenson, 2011; BBC, 2015; Google for education, 2015; Grover & Pea, 2013).

컴퓨팅 사고력이 중요한 의미를 갖는 이유는 단순히 컴퓨터 과학자들만을 위한 특정 분야의 사고력이 아니라 공학, 사회과학, 예술 분야 등 사회의 다양한 분야에서 적용될 수 있고, 어느 분야에서든 복잡한 문제를 해결하거나 시스템을 설계할 때 컴퓨팅 사고력을 활용하여 보다 효율적이고 체계적인 방법을 사용할 수 있다는 장점이 있다. 이와 같은 이유로 Wing은 컴퓨팅 사고력을 모든 사람들이 배워야 할 필수적인 능력이라 주장하였다(Wing, 2008).

교육부(2015)는 2015 개정 교육과정의 소프트웨어 교육 운영지침에서 컴퓨팅 사고력을 ‘컴퓨팅의 기본적인 개념과 원리를 기반으로 문제를 효율적으로 해결할 수 있는 사고 능력’으로 정의하고 있다. 이를 기반으로 소프트웨어 교육의 영역을 구분하고, 체계적이고 효과적인 교육과정 운영을 위해서는 프로그래밍 언어의 습득에 치중되지 않도록 하고 문제 해결 절차에 초점을 두어야 하며, 주어진 문제를 해결하기 위해 협력하여 활동에 참여하도록 지도방향을 제시하고 있다. 즉, 컴퓨터 과학 분야에서 컴퓨팅 사고력을 활용해 문제를 절차적이고 논리적으로 해결하는 방법이 실생활에서도 적용할 수 있는 효율적인 방법이며, 이를 학습함으로써 단순히 컴퓨터 과학 분야뿐만이 아닌 실생활의 다양한 영역에서 복잡한 문제를 해결하는 데 활용될 수 있음을 의미한다.

국내·외에서도 컴퓨팅 사고력에 대한 연구가 지속적으로 진행되어 오고 있는데, <표 II-1>에 컴퓨팅 사고력과 관련된 연구 내용을 정리하여 제시하였다.

<표 II-1> 국내·외 컴퓨팅 사고력에 관한 연구

연구자(발행연도)	연구 내용	
Wing (2006, 2008)	제목	Computational Thinking(2006), Computational thinking and thinking about computing(2008)
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 컴퓨터 과학의 기본 개념과 원리에 기초하여 문제를 해결하고 시스템을 설계하며 인간의 행동을 이해하는 접근 방식</li> <li>• 컴퓨팅 사고력은 복잡한 시스템을 설계뿐만 아니라 대규모의 데이터를 분석하는 데에도 도움이 됨</li> <li>• 추상화를 통해 데이터를 표현하고 처리하며, 컴퓨팅 사고력을 활용하여 데이터에 내재되어 있거나 전반적으로 분산되어 있는 지식들을 추출할 수 있음</li> </ul>
Seehorn et al (2011)	제목	CSTA K-12 Computer Science Standards
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 컴퓨팅 사고력이란 컴퓨터로 구현할 수 있는 방식으로 문제를 분해하고 해결하는 접근 방법</li> <li>• 추상화, 자동화, 분석을 통해 컴퓨터 과학을 모든 학문과 융합하여 문제를 해결하는 효과적인 방법</li> <li>• K-12 학생들이 현대 사회에서 필요한 컴퓨터 과학적 기술과 이해력을 학습할 수 있도록 컴퓨터 과학에 대한 이해와 기술, 컴퓨팅 사고력, 문제 해결 능력 등을 개발할 수 있는 지침을 제공</li> </ul>
교육부 (2015)	제목	소프트웨어 교육 운영 지침
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 컴퓨팅의 기본적인 개념과 원리를 기반으로 문제를 효율적으로 해결할 수 있는 사고 능력</li> </ul>
Denning & Tedre (2019)	제목	Computational Thinking
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 복잡한 문제를 해결할 수 있는 프로그램과 컴퓨팅 기기를 설계하고, 세상의 현상이나 물질 등을 계산 과정을 통해 정보 처리 과정을 이해하기 위한 특별한 사고방식</li> </ul>
이승원 (2019)	제목	초등실과 소프트웨어 교육에서 자기조절학습기반 언플러그드활동이 컴퓨팅 사고력에 미치는 효과
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 컴퓨팅 사고력이란 ‘컴퓨팅 시스템을 활용하여 해결하고자 하는 문제를 효과적이고 효율적으로 해결할 수 있는 절차적 사고 능력’</li> </ul>

## 2) 컴퓨팅 사고력의 구성 요소

Barr & Stephenson(2011)에 의해 컴퓨팅 사고력의 구성 요소에 대해 본격적인 논의가 시작된 이후로 다양한 아이디어가 제기되어 왔다. 내용의 큰 틀은 유사하지만 학자 및 기관마다 관점이 다른 만큼 구성 요소에 대한 차이를 보인다.

### (1) Wing의 컴퓨팅 사고력 구성 요소

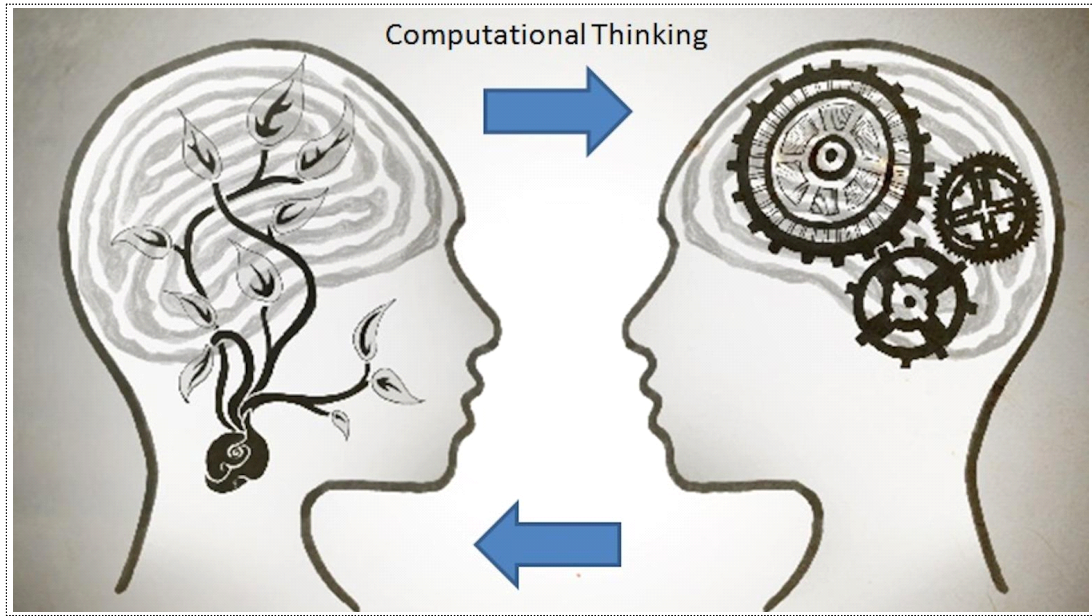
Wing은 컴퓨팅 사고력을 크게 추상화와 자동화로 구분하였는데, 추상화를 정신적 도구(mental tool)라 표현한 반면에 자동화는 기계적 도구(metal tool)라고 유희적으로 표현하였다(Wing, 2008). 컴퓨팅 사고력의 구성 요소에 대한 아이디어는 대부분 Wing이 주장한 추상화와 자동화를 기반으로 확장되었다. 두 요소를 보다 구체화 시키거나 명세화하면서 컴퓨팅 사고력의 구체적이고 실제적인 확산을 위한 연구가 진행되었다.

Wing은 컴퓨팅 사고력의 본질은 추상화에 있다고 주장할 만큼, 컴퓨팅 사고력에서 추상화는 중요한 요소이다. 추상화는 시간과 공간의 차원을 넘어 통용되는 개념화 과정이며 복잡한 문제를 해결 가능한 형태로 표현하는 사고 과정이다. 문제 해결에 필요한 자료를 수집하고 분석하며 다양한 데이터 표현 방법을 활용해보기 쉽게 나타낸다. 또한 복잡한 문제 요소들을 해결하기 용이한 작은 단위로 분해하고 핵심과 본질을 단순화하기 위하여 불필요한 요소들을 제거하기도 한다.

추상화의 힘은 기계적 도구인 자동화로 인해 증폭된다고 표현한다. 컴퓨팅은 추상화한 내용을 자동화하는 작업을 의미하는데, 추상화된 개념들의 관계를 모델링 할 수 있도록 기계화함으로써 작동한다. 이때 자동화를 위한 기계화는 정확한 표기 및 모델링을 바탕으로 가능하다. 즉, 어떤 작업이 자동화되기 위해서는 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 추상화되어야 하며, 이를 컴퓨터가 읽고 실행할 수 있도록 변환되어야 한다. 이때, 컴퓨터는 기계일 수도 있지만, 인간이 될 수도 있다. 인간은 정보를 처리하고 계산할 수 있는 능력을 가지고 있으며, 이를 활용하여 컴퓨터의 처리 능력을 보완할 수 있다. 따라서, 자동화를 위해 컴퓨터가 필요하다라는 것은 인간의 참여도 가능하다는 것을 의미한다. [그림 II-15]<sup>7)</sup>는 Wing의 추상화, 자동화를 도식화한 것이다.

7) 출처: <https://www.kickstarter.com/projects/ajitjaokar/computer-science-for-your-child>





[그림 II-15] Wing의 추상화, 자동화에 대한 도식화

## (2) 교육부의 컴퓨팅 사고력 구성 요소

교육부(2015)의 소프트웨어 교육 운영 지침에서 컴퓨팅 사고력의 구성 요소를 6가지로 제시한다. 이는 CSTA & ISTE(2011b)에서 제시한 요소를 기반으로 추상화 및 자동화를 중심으로 재구성하여 제시한 내용이다. 지침에서는 컴퓨팅 사고력을 절차적으로 문제를 해결하는 과정을 학습하는 데 초점을 두고 있으며, 문제 해결 과정에서 알고리즘을 설계하고 프로그램으로 구현하는 활동의 중요성을 강조하고 있다. 즉, 문제 해결을 위한 추상화와 프로그램으로 구현하는 자동화를 핵심적으로 다루고 있으며, 두 가지 요소가 상호작용하며 컴퓨팅 사고력을 함양할 수 있도록 교육 활동을 안내하고 있다. 교육부가 제시한 컴퓨팅 사고력 구성 요소 중 ‘문제를 컴퓨터로 해결할 수 있는 형태로 구조화하기’와 ‘자료를 분석하고 논리적으로 조직하기’, ‘모델링이나 시뮬레이션 등의 추상화를 통해 자료를 표현하기’는 추상화의 구체적인 모습이며, ‘알고리즘적 사고를 통하여 해결방법을 자동화하기’는 추상화한 내용을 자동화하는 내용의 구체적인 모습이다. 또한 ‘문제 해결 과정을 다른 문제에 적용하고 일반화하기’는 컴퓨팅 사고력이 단순한 기능을 의미하는 것이 아닌 효율적인 문제 해결방법임을 의미한다. 교육부가 제시한 컴퓨팅 사고력 구성 요소에 대한 설명은 <표 II-2>와 같다.



<표 II-2> 컴퓨팅 사고력 구성 요소(교육부, 2015)

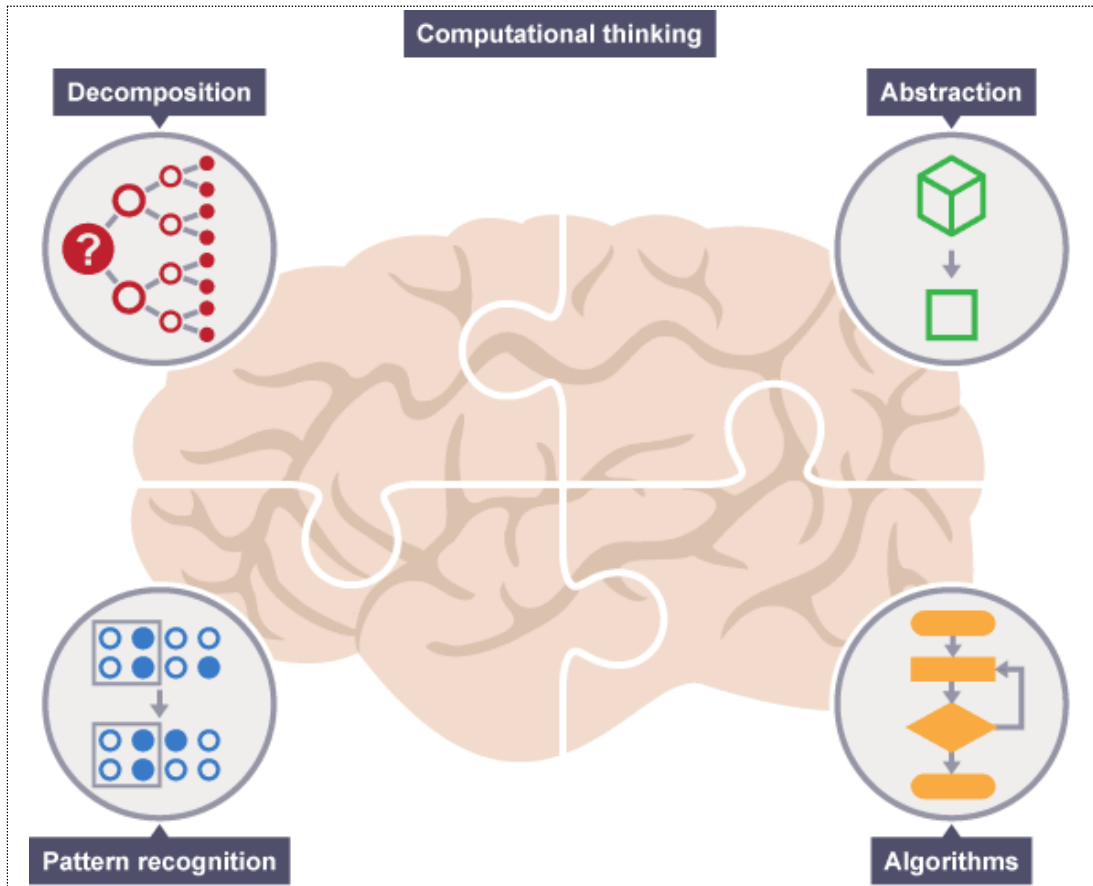
구성 요소
• 문제를 컴퓨터로 해결할 수 있는 형태로 구조화하기
• 자료를 분석하고 논리적으로 조직하기
• 모델링이나 시뮬레이션 등의 추상화를 통해 자료를 표현하기
• 알고리즘적 사고를 통하여 해결방법을 자동화하기
• 효율적인 해결방법을 수행하고 검증하기
• 문제 해결 과정을 다른 문제에 적용하고 일반화하기

(3) BBC의 컴퓨팅 사고력 구성 요소

BBC는 컴퓨팅 사고력을 구성하는 요소를 [그림 II-16]<sup>8)</sup>과 같이 분해, 패턴 인식, 추상화, 알고리즘 설계 4가지로 제시하였다. 컴퓨팅 사고력의 구성 요소를 정의한 분해(Decomposition)는 복잡한 문제나 시스템을 잘게 나뉘서 각 부분을 명확히 살펴보는 사고 과정이며, 일을 할 때 어떻게 나뉘서 효과적으로 처리할지 고려할 수 있다. 패턴 인식(Pattern Recognition)은 다음의 일을 예측하기 위하여 각 부분의 유사점과 차이점을 파악하는 것이다. 추상화(Abstraction)는 패턴을 만드는 일반적인 규칙을 발견하고 개념을 일반화한다. 알고리즘 설계(Algorithm Design)는 비슷한 문제를 해결하기 위한 명령을 절차적으로 만들거나, 단계별 해결 방법을 개발하는 것을 의미한다(BBC, 2015).

BBC는 CSTA & ISTE, Google과 협력관계를 형성하며 컴퓨팅 사고력의 구성 요소를 유사하게 정의하고 있다. CSTA & ISTE가 제시한 9가지의 컴퓨팅 사고력 요소들을 유목화 하거나 복합적으로 연계된 형태로 수정하여 제시하였으며, 앞서 설명한 4가지 요소는 기초 단계에 해당되며, 선택 단계는 자동화를 위한 프로그래밍 구현 단계로 구성된다(김대수, 2016). [그림 II-16]은 BBC가 제시한 4가지의 컴퓨팅 사고력 구성 요소이다.

8) 출처: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>



[그림 II-16] BBC의 컴퓨팅 사고력의 4가지 구성 요소

#### (4) CSTA & ISTE의 컴퓨팅 사고력 구성 요소

CSTA와 ISTE는 교육 현장에서 학생들의 컴퓨팅 사고력을 발전시키기 위한 방법과 교사들이 이를 지도할 수 있는 방법 등을 제시하는 지침서를 개발하였다 (CSTA & ISTE, 2011b). 이 지침서에서는 컴퓨팅 사고력의 9가지 구성 요소를 제시하고 있다. 구체적으로 컴퓨팅 사고력의 구성 요소를 자료 수집, 자료 분석, 자료 표현, 문제 분해, 추상화, 알고리즘, 자동화, 시뮬레이션, 병렬화의 9가지 구성 요소로 구분하였고 <표 II-3>에 정리하여 제시하였다. 9가지의 구성 요소를 제시하고는 있으나 이는 절차적인 단계가 아니며, 이 중 필요한 요소를 추출하여 수업을 진행할 수 있다. 즉, 9가지의 요소를 모두 포함하여 수업을 설계할 필요는 없다고 밝히고 있다.

<표 II-3> 컴퓨팅 사고력 구성 요소(CSTA & ISTE, 2011b)

구성 요소	내용
자료 수집	• 문제 해결을 위해 문제의 이해와 분석을 토대로 알맞은 자료 모으기
자료 분석	• 수집된 자료를 문제를 중심으로 세심히 분류하고 분석하여 이해하기
자료 표현	• 분석된 내용을 문제 중심으로 적절한 그래프 차트, 글, 그림 등의 자료로 표현하기
문제 분해	• 문제 해결을 위해 해결 가능한 작은 문제로 나누어 분석하기
추상화	• 문제의 복잡함을 줄이기 위해 기본 주요 개념의 핵심 요소 및 정의를 설정하고 단순화하기
알고리즘과 절차	• 문제를 해결하기 위한 과정을 순서적 단계로 표현하기
자동화	• 순서적으로 나열하고 표현한 내용을 컴퓨터를 이용하여 해결과정의 최선책 찾기
시뮬레이션	• 복잡하고 어려운 해결책이나 현실적으로 실행이 불가능한 해결책을 위해 모의 실험하기
병렬화	• 공동의 목표를 달성하기 위한 작업을 컴퓨터를 활용하여 동시에 수행하기

(5) 이원규 외(2017)의 컴퓨팅 사고력 구성 요소

본 연구에서 활용한 컴퓨팅 사고력 측정 도구는 이원규 외(2017)의 연구에서 개발하였으며, CSTA & ISTE(2011b)의 연구결과를 바탕으로 컴퓨팅 사고력의 구성 요소를 자료 수집, 자료 분석, 자료 표현, 문제 분해, 추상화, 알고리즘, 자동화, 테스트, 적용과 일반화의 9가지로 구분하였다. CSTA & ISTE(2011b)에서 제시한 9가지의 컴퓨팅 사고력 구성 요소와 거의 유사하다고 볼 수 있지만 해당 연구에서는 컴퓨팅 사고력에 대한 명확한 검증을 위하여 몇 가지 용어를 변환하였는데, 기존의 ‘시뮬레이션’은 ‘테스팅’으로, ‘병렬화’는 ‘적용과 일반화’라는 용어로 변환하였다. ‘시뮬레이션’은 본래의 의미인 실험 혹은 테스트에 초점을 맞추어 ‘테스팅’이라는 용어로 변환하였고, ‘병렬화’는 구조화 된 모델을 다른 형태에 적용함으로써 일반화하는 과정에 초점을 맞추어 ‘적용과 일반화’라는 용어로 변환하였다. 또한 컴퓨팅 사고력의 9가지 구성 요소를 유목화 하여 분석, 모델링, 구현, 일반화 능력 4가지의 SW(Software) 관련 역량으로 정의하였다. SW 관련역량과 컴퓨팅 사고력의 구성 요소를 <표 II-4>와 같이 정리하였다.

<표 II-4> 컴퓨팅 사고력 구성 요소(이원규 외, 2017)

SW 관련역량	구성 요소	내용
분석 능력	데이터 수집	• 문제 해결에 필요한 내용이나 사항을 모으는 것
	데이터 분석	• 데이터 안정성 확인, 데이터가 갖는 패턴 찾기 및 문제 해결에 필요한 내용이나 사항에서 결론 찾기
	데이터 표현	• 그래프, 차트, 단어 또는 이미지를 사용하여 데이터를 제시하고 구성하는 것
모델링 능력	문제 분해	• 문제를 해결하기 위해 처리가 쉬워질 수 있도록 작업의 단위를 작게 구분해 나가는 것
	추상화	• 문제 해결에 필요한 핵심 요소만을 남기고 주변의 불필요한 요소들을 제거해서 복잡성을 줄여나가는 것
	알고리즘	• 문제 해결을 위해 수행해야 할 사항, 일련의 단계를 수립하는 것
구현 능력	자동화	• 반복적인 수행이 필요한 작업을 컴퓨터나 전자기기를 활용하여 스스로 움직이거나 작동할 수 있도록 하는 것
	테스팅 (기존: 시뮬레이션)	• 데이터 또는 프로시저의 표현을 위한 모델링 및 모델에 기반 하여 실험해 보는 것
일반화 능력	적용과 일반화 (기존: 병렬화)	• 개별적이거나 특수한 사항을 해결하기 위해 구성된 구조화 된 모델을 동시에 보다 많은 범위 혹은 일반적인 사항에 알맞게 이용하거나 사용하는 것

SW 관련역량 중 분석 능력은 데이터 수집, 데이터 분석, 데이터 표현으로 구성되어 있으며, 문제 해결에 필요한 정보를 사용 가능한 다양한 형태의 데이터로 제시할 수 있는 능력을 의미한다.

모델링 능력은 문제 분해, 추상화, 알고리즘으로 구성되어 있으며, 복잡한 문제를 작은 단위의 작업을 나누어 해결함으로써 보다 간단하게 해결할 수 있으며, 문제 해결 단계를 절차적으로 정리하여 나타낼 수 있는 능력이다.

구현 능력은 자동화, 테스트로 구성되어 있으며, 컴퓨팅 기술을 활용해 작업을 수행하도록 모델링된 사항을 현실적으로 운용할 수 있도록 하는 능력을 의미한다.

일반화 능력은 적용과 일반화로 구성되어 있으며, 학습된 개념이나 기능을 보다 넓은 범위로의 전이 및 적용이 가능하도록 할 수 있는 능력이다.

이원규 외(2017)의 연구에서 제시한 컴퓨팅 사고력의 구성 요소를 앞서 살펴본 Wing, CSTA & ISTE의 컴퓨팅 사고력 구성 요소와 비교하여 <표 II-5>와 같이 정리하였다(오정철, 2020). Wing이 제시한 추상화, 자동화를 기반으로 컴퓨팅 사고력의 구성 요소를 제시하고 있음을 알 수 있다.

<표 II-5> 컴퓨팅 사고력 구성 요소 간의 상호 관계성

Wing (2008)	CSTA & ISTE (2011b)	이원규 외(2017)
추상화 (Abstraction)	데이터 수집 (Data Collection)	
	데이터 분석 (Data Analysis)	
	데이터 표현 (Data Representation)	
	문제 분해 (Problem Decomposition)	
	추상화 (Abstraction)	
자동화 (Automation)	알고리즘과 절차 (Algorithm and Procedures)	알고리즘(Algorithm)
	자동화 (Automation)	
	병렬화 (Parallelization)	적용과 일반화
	시뮬레이션 (Simulation)	테스팅

### 3) 컴퓨팅 사고력 검사 도구

Wing의 연구를 통해 컴퓨팅 사고력에 대한 논의가 본격적으로 시작된 이후로 컴퓨팅 사고력을 측정하기 위한 다양한 연구가 진행되어 오고 있다. 연구 목적, 연구자의 의도와 관점 등에 따라 활용되는 검사 도구의 종류가 다양하지만, 검사 결과에 대해 신뢰성이 입증된 대표적인 검사 도구는 합의되지 않은 실정이다(김예린, 2019; 정정교, 2017). 컴퓨팅 사고력 검사 도구를 연구한 선행연구는 다음과 같다.

김병수(2014)의 연구에서는 컴퓨팅 사고력을 의미하는 계산적 사고력을 계산적 창의성과 계산적 인지력으로 구분하여 측정하였다. 컴퓨팅 사고력을 구성하는 사고 요소를 추상적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고, 재귀적 사고, 알고리즘적 사고로 제시하였으며, 측정을 위한 검사 도구를 직접 개발하여 사용하였다. 검사 도구는 일반적인 문제 해결 상황에서 적용 가능한 전략적 지식을 측정하고, 컴퓨터 과학 분야의 암기적 지식이 아닌 실제적 문제 해결 과정에 적용할 수 있는 능력을 측정하기 위한 문항으로 구성되었다. 전문가 집단 설문을 통해 타당성을, 초등학생을 대상으로 한 실험연구를 통해 양호도(난이도와 변별력) 및 신뢰도를 확보하였다. 또한 논리적 사고력 측정을 위해 일반적으로 많이 사용되는 GALT 검사와 높은 상관관계가 있음을 분석결과로 제시하여 논리적 사고와 관련된 타당성을 일부 확보하였다. 컴퓨팅 사고력을 측정하는 도구와 관련된 연구가 거의 미비한 상황에서 초등학생의 수준에 적합한 컴퓨팅 사고력 검사 도구의 틀을 마련하였지만, 연구자인 김병수는 검사 도구에 대한 타당도와 신뢰도를 확보하기 위한 후속 연구가 필요하다는 의견을 밝혔다. 또한 계산적 인지력 검사지에는 창의성에 대한 문항을 다루고 있지 않아 창의성을 검증하기 위해서는 별도의 검사 도구가 필요하다는 제한점이 있다.

비버챌린지(Bebras Challenge)는 2004년 리투아니아에서 ICT소양이나 컴퓨터 유창성 등을 기르기 위한 목적으로 시작되었으며, 소프트웨어 교육이 활성화되기 시작하고 비버챌린지 문항들이 웹사이트를 통해 공개된 이후부터는 컴퓨팅 사고력을 평가하기 위한 도구로도 활용되고 있다. 컴퓨터 과학 분야에 대한 특별한 사전 지식이 없이도 도전이 가능한 문제 해결 중심의 과제로 구성되며, 스토리텔링 형식의 문제를 해결하면서 실제적으로 사고하는 것을 돕고 컴퓨팅에 대한 흥

미를 느낄 수 있도록 설계되었다. 비버챌린지는 컴퓨터 기반 테스트로 진행되며, 참여하는 학생의 연령대와 사고 수준을 고려하여 그룹 및 난이도를 결정하고 45분간 15문항을 해결한다(노지예, 이정민, 2018). 김은지, 이태욱(2018)의 연구에서는 초등학교 5-6학년 학생 182명을 대상으로 비버챌린지 2017 그룹Ⅲ의 문항에 대한 문항내적일관성신뢰도를 통계적으로 검증하여 컴퓨팅 사고력 검사 도구로서 높은 신뢰도를 입증하였다. 이정민 외(2017)의 연구에서는 초등학교 5학년 학생 88명을 대상으로 로봇 활용 소프트웨어 교육을 실시하고 비버챌린지 문항 중 난이도 수준별 문항을 2개씩 추출하여 컴퓨팅 사고력 향상도를 측정하고 그 효과성을 검증하였다. 이처럼 많은 연구를 통해 컴퓨팅 사고력 도구로서 비버챌린지의 효용성이 입증되었다(강은희, 2019; 박세진, 2019; 유은정, 2019; 이정민 외, 2017;). 다만 비버챌린지는 컴퓨터 기반 테스트로 진행되는 특성상 평가를 위한 환경이 구축되어야 하며, 컴퓨터에 대한 친숙도에 따라 검사 결과에 영향을 미칠 수 있다는 특징이 있다.

컴퓨팅 사고력 검사를 위한 다양한 논의와 연구가 진행되어왔지만, 아직은 타당도와 신뢰도에 한계를 갖고 있으며 컴퓨팅 사고력 측정을 위해 공식적으로 합의된 검사 도구는 개발되어 있지 않다. 컴퓨팅 사고력의 검사 도구를 주제로 진행되어 오고 있는 국내·외의 연구들은 <표 II-6>과 같다.

<표 II-6> 컴퓨팅 사고력 검사 도구에 대한 연구

연구자(발행연도)	연구 내용	
Ruf, Mühling, Hubwieser(2014)	제목	Scratch vs. Karel - Impact on Learning Outcomes and Motivation
	내용	2010~2012년 독일 비버챌린지 문항 중에 알고리즘적 사고를 측정하는 문항을 위주로 선정하여 소프트웨어 수업을 통한 효과를 검증하기 위한 도구로 활용
김병수 (2014)	제목	계산적 사고력 신장을 위한 PPS 기반 프로그래밍 교육 프로그램
	내용	계산적 사고를 계산적 인지와 창의성으로 구분. 컴퓨팅 사고력 검사 도구 개발

이원규 외 (2017)	제목	2017년도 소프트웨어(SW)교육 효과성 측정도구 개발 연구
	내용	2015년, 2016년에 전국 소프트웨어 교육 연구학교의 효과성을 위해 측정된 문항을 분석하여 컴퓨팅 사고력 측정을 위한 문항을 개발. 양호도 및 특성 분석, 전문가 협의회, 파일럿 테스트, 현장조사 의견 수렴을 통해 완성도를 향상시킴
노지예 (2018)	제목	로봇 활용 SW 교육에서 컴퓨팅사고력 평가: 지필 시험, 비버챌린지, 자기보고식 설문을 중심으로
	내용	지필 시험, 비버챌린지, 자기 보고식 설문의 3가지 평가 방법을 활용하여 컴퓨팅 사고력을 측정하였으며 유의한 결과를 얻음
전용주 (2018)	제목	컴퓨팅 사고력 측정도구로서 비버챌린지 활용 방안 연구
	내용	비버챌린지를 컴퓨팅 사고력 측정도구로 활용하는 사례를 통해 활용방법에 대해 설명하고, 유의해야 할 사항을 제시
장준형 (2020)	제목	생활 속 문제해결 중심의 컴퓨팅 검사 도구의 개발
	내용	내용면에서 생활 속 문제 해결 과정 중심으로 문항 개발, 구성면에서 컴퓨팅 사고력의 5가지 구성 요소인 ‘추상화’, ‘알고리즘’, ‘문제분해’, ‘자동화’, ‘데이터 처리’의 영역으로 문항 구성, 형식면에서는 지필 평가를 객관식으로 제시

본 연구의 파일럿 테스트에서는 비버챌린지를 컴퓨팅 사고력 검사 도구로써 활용하였고, 최종 교육 프로그램에서는 최근 개발된 검사 도구 중에 이원규 외(2017)의 연구에서 개발한 컴퓨팅 사고력 측정 도구를 활용하였다. 최종 교육 프로그램에 참여하는 대상 학생들이 이전 년도의 소프트웨어 수업을 통해 비버챌린지 문항을 대부분 풀어봤던 경험이 있어 결과에 대한 신뢰성을 확보할 수 없기 때문이었다. 이원규 외(2017)의 연구에서 개발한 컴퓨팅 사고력 측정 도구는 2017년 소프트웨어 교육 연구학교로 지정된 19개교의 초등학교에서 3,486명을 대상으로 연구를 진행하여 컴퓨팅 사고력을 측정하는 데 타당한 효과를 검증받았다. 따라서 컴퓨팅 사고력 측정의 적절한 도구라 판단하여 최종 교육 프로그램에서 평가 도구로 활용하였다.



#### 4. 프로그램 개발 모형

본 연구에서는 효율적이고 체계적인 교육 프로그램 개발을 위하여 체제적 교수 설계 모형 중에서 가장 일반적이고 범용적으로 활용되고 있는 ADDIE 모형을 활용하였다(박진애, 2018; 신재한, 2017; 이신동 외, 2012; 정재삼, 1996; Molenda, 2015). 이 모형은 분석(Analysis), 설계(Design), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation)의 5단계로 구성되어 있으며, 1995년에 각 단계의 앞 글자를 조합하여 ADDIE 모형이라는 명칭을 갖게 되었다. ADDIE 모형의 5단계는 미공군에서 개발된 교수체제 개발모형에 근거하고 있다. 개발 초기에는 각 단계들이 순차적으로 진행되어 프로그램에 대한 피드백 반영에 어려움이 있었으나 1980년대에는 개발 과정에서 각 단계가 상호작용할 수 있는 동적인 모형으로 정리되었다. 일반적으로 사용되는 교수설계모형은 대부분 ADDIE 모형의 단계에 기반하고 있다(Dick et al., 2016). ADDIE 모형의 5단계를 살펴보기 위하여 <표 II-7>과 같이 전체적인 과정과 절차를 정리하여 제시하였다.

<표 II-7> ADDIE 모형의 과정과 절차

구분	과정	절차
분석 (Analysis)	학습 요구, 학습 과제, 학습자, 학습 환경 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습 요구분석</li> <li>• 학습자 및 학습 환경 분석</li> <li>• 목표 설정</li> </ul>
설계 (Design)	단계별 교수전략 구체화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 목표 구체화</li> <li>• 학습활동선정</li> <li>• 평가방법개발</li> </ul>
개발 (Development)	교수학습자료 개발 및 파일럿 테스트	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습활동결정</li> <li>• 교수·학습자료결정</li> <li>• 테스트 및 개선</li> </ul>
실행 (Implementation)	학습환경 준비 및 프로그램 실행	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교수학습실행</li> <li>• 평가실시</li> </ul>
평가 (Evaluation)	교수학습 과정에 대한 전반적 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평가준거설정</li> <li>• 평가도구선정</li> <li>• 총괄평가</li> </ul>

ADDIE 모형에서 가장 먼저 수행되는 단계인 분석(Analysis) 단계에서는 크게 학습 요구, 학습 과제, 학습자, 학습 환경에 대한 분석을 수행한다. 개발하고자 하는 프로그램의 최종 목적을 확인하고, 현재의 상태와 바라는 상태를 면밀하게 분석한다(최재황, 2016).

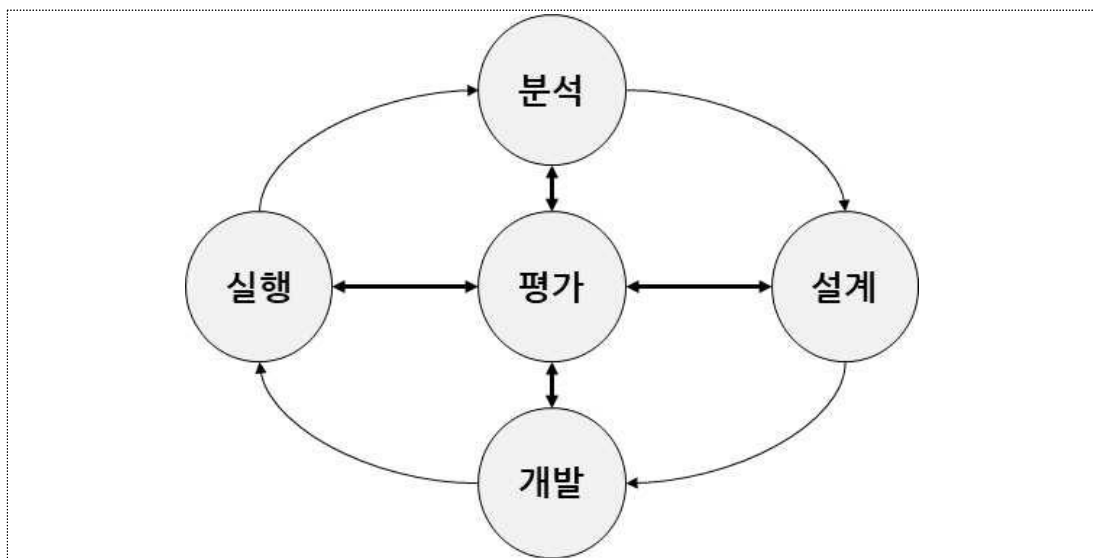
설계(Design) 단계에서는 분석 단계에서 수행한 결과들을 바탕으로 교육 프로그램에 대한 전체적인 구상을 수행한다. 수행 목표 설정 및 진술, 평가도구 설계, 교수방법과 교수전략 개발, 프로그램 구조화 및 계열화, 교수 매체 선정 등의 작업을 수행한다.

개발(Development) 단계에서는 실제 교육 프로그램에서 활용할 교육 자료들을 개발한다. 수업에 활용할 수업자료, 학생용 학습지 등과 같은 학습자료 개발이 주를 이룬다. 그리고 완성된 교육 프로그램을 시범적으로 실행해 보는 파일럿 테스트를 실시하여 수정사항을 반영하고 프로그램을 수정·보완하는 작업을 수행한다.

실행(Implementation) 단계에서는 개발 단계에서 파일럿 테스트를 통해 수정·보완된 프로그램을 실제 교육 대상들에게 투입하여 교육을 실시한다.

평가(Evaluation) 단계에서는 교육 프로그램을 모두 수행한 후에 도출된 결과물을 바탕으로 프로그램의 효과 및 효율, 가치를 평가하는 총괄평가를 실시한다.

[그림 II-17]은 ADDIE 모형의 프로그램 개발 과정의 순환적인 모습을 도식화하였다.



[그림 II-17] ADDIE 모형 프로그램 개발 절차

본 연구에서는 ADDIE 모형의 순환적인 개발 과정을 바탕으로 교육 프로그램의 완성도를 높이기 위하여 환류 과정을 거쳤다. 개발 과정에서 2차례의 교육 프로그램 적용을 통해 파일럿 테스트를 진행하였고, 개선점을 도출하여 프로그램을 수정·보완하였다. 그 결과 데이터 과학 교육을 위한 수업모형과 이를 기반으로 한 최종 교육 프로그램을 완성하였다. 최종적으로 완성된 교육 프로그램의 실행에 앞서 실질적인 교육 대상인 학습자와 학습 환경에 대한 구체적인 분석을 실시하였으며, 이를 바탕으로 최종 교육 프로그램을 적용하였다. 평가 단계에서는 교육 프로그램의 효과성을 검증하기 위해서 실험집단과 통제집단을 설정하여 컴퓨팅 사고력 검사 도구를 사전·사후에 투입하였다. 검사 결과 컴퓨팅 사고력이 유의미하게 향상되었음을 확인하였다.

## 5. 선행연구 및 시사점

### 1) 선행연구 분석

컴퓨팅 사고력에 대해 연구한 결과를 통해 컴퓨팅 사고력이 데이터 과학에 필요한 요소임을 파악할 수 있으며, 데이터 과학 교육에 대한 연구가 다양하게 진행되면서 컴퓨팅 사고력과 관계의 관계를 입증하는 연구 결과들을 찾아볼 수 있다.

컴퓨팅 사고력에 대한 정의를 내린 Wing(2008)은 컴퓨팅 사고력이 데이터 분석에 도움이 되는 능력이라고 주장하였다. 대규모의 데이터를 처리하고 분석하는데 필요한 핵심 요소가 추상화이며, 데이터 속에 분산되어 있는 내용들을 분석하여 의미 있는 정보들을 추출해 내는 데 컴퓨팅 사고력이 활용된다고 주장하였다. Wing이 주장한 컴퓨팅 사고력의 요소인 추상화와 자동화가 데이터 과학을 통해 문제를 해결하는 데 중점적으로 활용되고 있는 요소임을 알 수 있다.

Denning이 내린 컴퓨팅 사고력에 대한 정의를 바탕으로 데이터 과학과의 관계를 이해할 수 있다. Denning은 컴퓨팅 사고력의 핵심 요소를 ‘설계’와 ‘설명’으로 설명하고 있다. Denning이 정의한 컴퓨팅 사고력에서의 설계는 컴퓨터가 작업을 잘 수행할 수 있도록 프로그래밍 하고 장치를 설계하는 것이며, 설명은 자연적,

사회적 현상을 정보 처리 과정의 관점으로 이해하고 해석하는 것이다. 데이터 과학에서의 데이터는 실제 세계의 자연적, 사회적인 현상들이 구조화된 형태로 수집된 정보라 할 수 있다. 데이터 과학은 데이터를 재료로 의미 있는 정보를 이끌어 내기 위한 작업을 수행하며, 이를 효과적으로 수행하기 위하여 컴퓨팅 기술이 활용된다. 데이터 과학에서 인간이 직접 마주하는 자연적 혹은 사회적인 현상들을 데이터로 수집하고 정리하는 것은 Denning이 말한 ‘설명’의 요소로 이해할 수 있으며, 데이터를 수집하고 분석하는 데 프로그래밍, 피지컬 컴퓨팅을 활용하는 것은 ‘설계’의 요소로 이해할 수 있다. Denning의 관점에서 봤을 때 데이터 과학은 컴퓨팅 사고력과 상호보완적이며 비슷한 구조를 띄고 있음을 알 수 있다 (Denning & Tedre, 2019).

국내에서 진행된 연구 중 김용민(2018)의 연구에서 데이터 과학 교육이 컴퓨팅 사고력 향상에 유의미한 효과가 있음을 확인할 수 있다. 이 연구에서는 엑셀, 앱인벤터, 스크래치를 도구로 활용한 데이터 과학 교육 프로그램을 개발하고 초등학생 및 예비교사를 대상으로 적용하여 컴퓨팅 사고력과 창의성의 향상도를 검증하였다. 특히 앱인벤터와 스크래치를 활용한 교육 프로그램은 학생들이 직접 데이터를 수집하고 프로그래밍을 통해 데이터를 분석하여 문제를 해결한다는 점에서 컴퓨팅 사고력 향상이라는 소프트웨어 교육의 효과를 기대할 수 있다. 김용민(2018)의 연구 이후에 여러 교육용 프로그래밍 언어에서 데이터 과학 교육을 위한 다양한 기능을 개선하여 제공하고 있다. 따라서 이러한 기능을 적극적으로 반영하여 활용한다면 선행연구에서의 기능적인 제한점을 개선하여 소프트웨어 교육 관점에서 보다 교육적으로 효과적이며 폭넓은 범위의 데이터 과학 교육이 가능할 것으로 판단된다.

데이터 과학 및 데이터 과학 교육을 주제로 연구가 진행되어 온 국내·외의 관련 선행연구는 <표 II-8>과 같다. 최근 데이터 과학 교육에 대한 관심도가 높아짐에 따라 데이터 과학 교육을 주제로 한 연구가 점차 진행되고 있으나 초등학생을 대상으로 소프트웨어 교육과 융합하여 적용할 수 있는 주제의 연구는 미비한 상황이다. 따라서 데이터 과학 교육의 교육적 효과성을 검증할 수 있는 연구가 필요하다.

<표 II-8> 데이터 과학 교육 관련 선행연구

연구자(발행연도)	연구 내용	
Varian(2014)	제목	Big data: New tricks for econometrics
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미래 사회의 데이터 과학 분야에서 문제 해결 능력을 강화하기 위해서는 방대한 규모의 데이터를 다룰 수 있는 새로운 기술과 사고력의 필요성을 주장함</li> </ul>
Blei & Smyth(2017)	제목	Science and data science
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 컴퓨팅 사고력이 데이터 분석에서 매우 중요한 요소를 강조하였으며 최적화, 샘플링, 분산 컴퓨팅 등 컴퓨터 과학을 기반으로 한 컴퓨팅 사고력은 대규모의 데이터셋을 분석하기 위한 핵심적인 역할이라 주장함</li> </ul>
김용민 (2018)	제목	컴퓨팅 사고력과 창의성 향상을 위한 데이터 과학 교육 프로그램
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 엑셀, 앱인벤터, 스크래치를 활용한 데이터 과학 교육 프로그램을 개발하고 적용하여 컴퓨팅 사고력과 창의성에 미치는 영향에 대하여 연구함</li> <li>• 교육용 프로그래밍 언어를 활용한 데이터 과학 교육의 효과성을 입증함</li> </ul>
이희후(2019)	제목	데이터 시각화 도구를 활용한 STEAM 프로그램이 초등 학생의 지식정보처리 역량, 과학 기술에 대한 태도에 미치는 효과
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 시각화 도구를 활용한 STEAM 프로그램을 개발 및 적용</li> </ul>
허경(2020)	제목	엔트리를 활용한 초등 데이터 과학 교육 사례 연구
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 엔트리를 활용한 초등학생 대상 데이터 과학 교육 사례를 제시함</li> <li>• 데이터 과학을 융합한 소프트웨어 교육의 중요성을 설명하며, 소프트웨어를 통해 데이터를 가공·수집하는 활동은 진정한 소프트웨어 교육이라고 주장함</li> </ul>

## 2) 시사점

데이터 과학과 데이터 과학 교육에 대한 선행연구들을 살펴본 결과 데이터 과학과 컴퓨팅 사고력은 밀접한 관계가 있으며, 데이터 과학 교육이 컴퓨팅 사고력 향상에 유의미한 효과를 나타내는 것으로 나타났다. 다만 선행연구에서는 데이터 과학 교육을 위한 도구로서 언플러그드, 스프레드시트 프로그램, 교육용 프로그래밍 언어를 중점적으로 활용하고 있으며 피지컬 컴퓨팅을 활용한 데이터 과학 교육의 효과를 분석한 연구는 찾아볼 수 없다. 각종 교육용 프로그래밍 언어에서 데이터 과학과 관련된 기능을 개선함에 따라 프로그래밍을 중점적으로 활용할 수 있는 데이터 과학 교육에 대한 연구가 필요하다.

본 연구는 선행연구의 제한점을 개선하여 피지컬 컴퓨팅을 활용한 데이터 과학 교육 수업모형과 교육 프로그램을 개발함으로써 데이터 과학 교육과 소프트웨어 교육을 융합한 방안을 제시하였다. 또한 초등학생을 대상으로 교육 프로그램을 적용하여 교육적 효과성을 검증한다는 점에서 선행연구와의 차별점이 있다.

### Ⅲ. 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램 개발

피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램 개발은 3단계에 걸쳐 수행되었다. 전체적인 연구의 흐름은 <표 Ⅲ-1>과 같다.

<표 Ⅲ-1> 전체적인 연구 절차

1단계 교육 프로그램 초안 개발	분석 및 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관련 문헌 및 선행연구 분석</li> <li>• 학습 요구, 학습 과제, 학습자, 환경 분석</li> </ul>
	초안 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교육 프로그램의 내용 요소 선정</li> <li>• 교육 프로그램 초안 개발</li> </ul>
	적용과 환류	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1차 파일럿 테스트 -기간: 2020.7.~8.(24차시)</li> <li>-대상: 초등 정보영재 6학년(10명)</li> <li>• 2차 파일럿 테스트 -기간: 2021.6.~11.(24차시)</li> <li>-대상: 초등 정보영재 6학년(6명)</li> </ul>
2단계 수업모형 및 최종 교육 프로그램	수업모형 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수업모형 개발</li> <li>• 사용성 평가 및 전문가 타당도 검증</li> </ul>
	최종 교육 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적용 대상, 활용 도구 등 개선점 반영</li> <li>• 24차시 최종 교육 프로그램 개발</li> </ul>
3단계 적용 및 효과성 검증	적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기간: 2022.8.~12.(24차시)</li> <li>• 대상: 도내 OO초등학교 1학년(22명)</li> </ul>
	결과 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사전, 사후 컴퓨팅 사고력 검사</li> <li>• 실험집단, 통제집단 향상도 비교</li> </ul>

## 1. 분석

### 1) 학습 요구 분석

학습 요구 분석은 사회나 집단에서 추구하는 목표와 현장에서의 실제 사이에 발생하는 간극으로 인해 발생하는 교육적인 수요를 발견하는 과정이다. 교육부의 2015 개정 교육과정을 통해 2019년도부터 처음으로 교육 현장에 도입된 소프트웨어 교육은 컴퓨팅 사고력을 가진 창의·융합 인재 양성을 목표로 설정하여 각급 학교에서 교육과정이 운영되고 있다(교육부, 2015). 또한 전세계적으로 인공지능 중심의 사회가 고도화 되어가는 시대의 흐름에 따라 2022 개정 교육과정에서는 기존의 소프트웨어 교육뿐만 아니라 인공지능 교육을 본격적으로 도입할 예정이다(교육부, 2022).

현대사회는 스마트폰, 스마트워치와 같은 스마트기기 및 사물인터넷의 보편화와 고도화된 디지털 기술을 바탕으로 일상의 많은 부분이 데이터화 되고 있다. 이러한 사회의 변화와 발전에 따라 중요한 의사결정과 문제 해결 과정에 데이터가 활용되는 현상이 보편화 되어가고 있다. 이전 세대에서는 데이터를 활용하는 역량이 전문가들만의 것으로 인식되어 왔으나 이제는 일반인이 갖춰야 할 새로운 핵심역량으로 자리잡고 있다. 데이터 과학에 대한 관심도가 지속적으로 증가하는 추세이지만 데이터 과학 교육에 대한 연구는 그 추세에 미치지 못하고 있다. Google Trends를 통해 살펴본 데이터 과학과 데이터 과학 교육에 대한 국내의 관심도를 분석해 보았을 때 데이터 과학 교육에 대한 실질적인 교육 프로그램 개발에 대한 수요를 확인할 수 있다.

실질적인 학습 요구를 파악하기 위해 교육을 담당하고 교사들을 대상으로 학습 요구를 분석할 필요가 있다. 따라서, 실제 학교 현장에서 소프트웨어 교육을 담당하고 있는 교사들이 인식하고 있는 데이터 과학 교육에 대한 필요성과 교육적인 수요를 파악하기 위한 설문을 실시하였다. 제주도내 소프트웨어 교육 경험이 있는 교사 43명을 대상으로 실시한 설문 결과는 <표 III-2>, <표 III-3>, <표 III-4>, <표 III-5>와 같다.



<표 III-2> 데이터 과학 교육의 필요성 (N=43)

내용	매우 필요하지 않다 (명)	필요하지 않다 (명)	보통이다 (명)	필요하다 (명)	매우 필요하다 (명)
데이터 과학 교육이 필요하다고 생각하나요?	1 (2.3%)	3 (7.0%)	12 (27.9%)	12 (27.9%)	15 (34.9%)

교육 현장에서 정보 교육을 담당하거나 교육 경험이 있는 초등교사들을 대상으로 한 설문조사 결과 약 63%의 교사가 데이터 과학 교육에 대한 필요성을 느끼고 있는 것으로 분석되었다. 교육 현장에서는 데이터 과학 교육이 거의 실시되고 있지 않지만, 2015 개정 교육과정 및 2022 개정 교육과정에 따라 소프트웨어, 인공지능 교육이 점차 강조되어가면서 비교적 인식도가 낮았던 데이터 과학 교육에 대한 교사들의 관심이 늘어가고 있음을 알 수 있다.

<표 III-3> 데이터 과학 교육의 방법 (N=43)

내용	문제 해결 중심 (명)	데이터 과학 이론 (명)	인공지능 연계 (명)
어떤 방법이 데이터 과학 교육에 적절하다고 생각하나요?	38 (88.4%)	0 (0%)	5 (11.6%)

초등학생 대상의 데이터 과학 교육을 위한 내용 및 방식에 대한 설문조사 결과는 <표 III-3>과 같다. 응답자 중 88.4%가 데이터 과학에 대한 이론이나 인공지능 연계 실습보다는 학생이 직접 데이터를 수집하는 과정을 포함한 문제 해결 중심의 교육 내용과 방법이 교육적으로 효과가 높을 것이라 응답하였다. 초등학생 학습 수준에 적합한 문제 해결 중심의 교육 프로그램 개발이 필요함을 파악할 수 있다.

<표 III-4> 데이터 수집 방법 (N=43)

내용	컴퓨팅(프로그래밍) 활용(명)	공공 데이터(명)	설문조사(명)
데이터 과학 교육에서 어떤 방법이 데이터 수집을 위해 적절한 방법이라고 생각하나요?	22 (51.2%)	14 (32.6%)	7 (16.2%)

데이터 과학 교육에서 데이터 수집을 위한 적절한 방법에 대한 설문결과는 <표 III-4>와 같다. 컴퓨팅 기술을 활용하여 직접 데이터를 수집하는 것이 교육적인 효과가 높을 것이라 응답한 결과가 51.2%로 가장 많았으며 공공 데이터, 설문조사에 응답한 결과가 각각 32.6%, 16.2%를 차지했다. 컴퓨팅 기술을 활용해 목적에 맞는 데이터를 효율적으로 수집할 수 있는 능력을 함양할 수 있는 교육에 대한 요구가 있음을 알 수 있다.

<표 III-5> 초등학생 대상 적절한 데이터 분석 수준 (N=43)

내용	교육과정 성취기준에 준하는 수준 (명)	데이터 분석 프로그램 활용 (명)	텍스트 프로그래밍 언어 활용(파이썬,R) (명)
초등학생 대상으로 적절한 수준의 데이터 분석 방법을 선택해 주세요.	31 (72.1%)	9 (20.9%)	3 (7.0%)

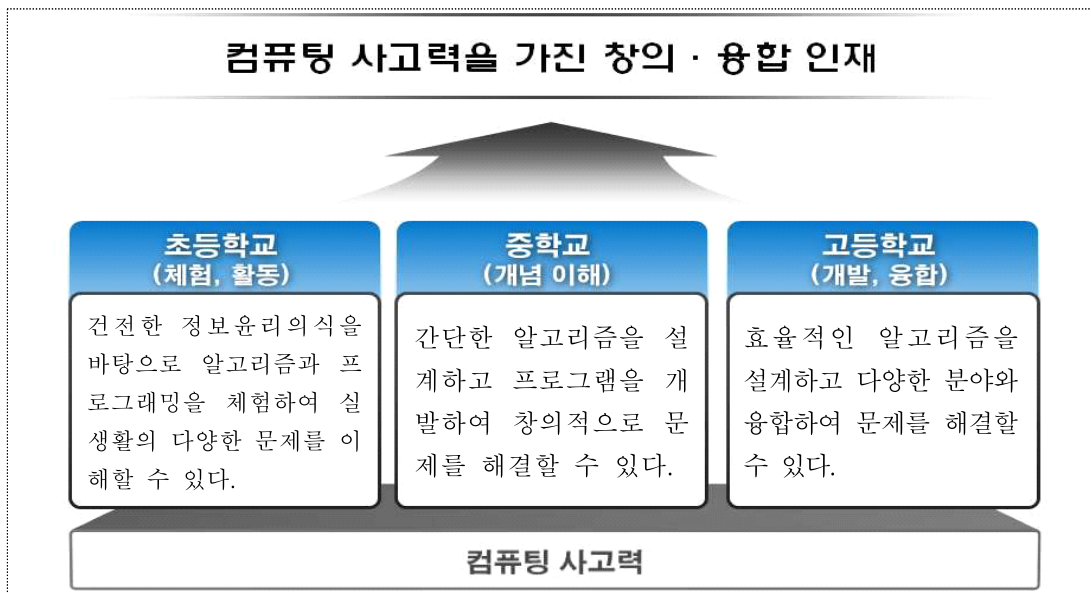
초등학생 수준에 적합한 데이터 분석 방법에 대한 설문 결과 심층적으로 데이터를 분석할 수 있는 전문적 데이터 분석 프로그램이나 파이썬, R과 같이 데이터 분석에 유용한 텍스트 프로그래밍 언어를 활용하기보다는 초등학교 교육과정 성취기준에 준하는 수준에서 데이터 분석을 하는 것이 적합하다는 의견이 대다수(72.1%)였다. 교육과정 성취기준에 따르면 데이터를 표로 정리하고 적절한 형태의 그래프로 시각화하고 해석하는 활동에 중점을 두는 것이 적절하다고 판단된다.

## 2) 학습 과제 분석

데이터 과학을 소프트웨어 교육과 융합한 교육 프로그램을 개발하기 위한 학습 과제를 분석하였다(김태훈, 2015; 서웅, 안성진, 2019). 교육 프로그램을 통해 학습자가 달성하기를 바라는 목표는 컴퓨팅 사고력의 함양이다. 목표를 달성하기 위해 필요한 기준과 수준을 설정하고, 학습자가 수행할 과제를 파악하였다. 학습 과제의 분석을 통해 학습자에게 필요한 지식과 능력을 파악하고, 이를 바탕으로 학습자가 어떤 내용을 학습해야 하는지를 결정했다.

[그림 III-1]<sup>9)</sup>에서 보는 바와 같이 2015 개정 교육과정에서 소프트웨어 교육의 목표는 컴퓨팅 사고력을 기르고, 이를 기반으로 실생활의 문제를 컴퓨팅 사고로 해결할 수 있도록 하는 데 있다. 또한 지식 암기 위주의 교육보다는 수행 위주의 교육을 통하여 디지털 사회의 필수적 요소인 컴퓨팅 사고력의 의미와 중요성을 학습자 스스로 인식하고 그 가치를 확인할 수 있도록 하고 있다.

구체적인 목표와 내용을 설정하기 위하여 교육 프로그램과 연관된 2015 개정 교육과정에 제시된 내용 체계와 성취 기준을 분석하였다(김정량, 2019; 안성훈, 이상현, 2019).



[그림 III-1] 2015 개정 교육과정 소프트웨어 교육에서 추구하는 인재상

9) 출처: 교육부 (2015). 소프트웨어 교육 운영지침 해설서. 교육부

2015 개정 교육과정에서 소프트웨어 교육은 실과 교과의 기술 시스템 영역으로 구분되었다. 내용 요소로는 소프트웨어의 이해, 절차적 문제 해결, 프로그래밍 요소와 구조 등을 다루고 있다. 또한 기술활용 영역에서는 로봇 관련 내용을 다루고 있으며, 내용 요소로는 로봇의 기능과 구조를 제시했다. 이 영역에서는 소프트웨어를 활용하여 로봇을 작동시키는 방법을 이해할 수 있도록 소프트웨어와 로봇의 연계 지도를 권장하고 있다(김명남, 박선주, 2019). 초등학교의 실과 교과 내용 체계에서 소프트웨어 교육(김정량, 2019)과 로봇 교육(김철, 2017)에 대한 내용은 <표 III-6>과 같다.

<표 III-6> 소프트웨어 교육과 로봇 교육 내용 체계

영역	핵심 개념	일반화된 지식	5~6학년 내용 요소
기술 시스템	소통	통신 기술은 정보를 생산, 가공하여 다양한 수단과 장치를 통하여 송수신하여 공유한다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소프트웨어의 이해</li> <li>• 절차적 문제해결</li> <li>• 프로그래밍 요소와 구조</li> </ul>
기술 활용	혁신	문제 해결 과정에서의 발명과 기술 개발에서의 표준은 국가와 사회의 혁신과 발전에 기여한다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로봇의 기능과 구조</li> </ul>

데이터 과학에서 데이터 분석을 위해서는 기초통계량을 구하고 그래프를 해석하는 능력이 필수적이다. 이와 같은 요소들은 수학 교과에서 다루지고 있다. 관련 내용은 자료와 가능성 영역으로 구분되었다. 본 교육 프로그램의 대상에 해당하는 5~6학년에서 다루는 내용 요소로는 평균, 그림그래프, 띠그래프, 원그래프가 있으며, 이 영역을 통해 학생들이 알아야 할 보편적인 지식을 의미하는 일반화된 지식으로는 ‘자료의 수집, 분류, 정리, 해석은 통계의 주요 과정이다.’라고 제시하고 있다. 데이터 과학에 필요한 통계학적 지식을 다루고 있음을 알 수 있다. 초등학교의 수학 교과 내용 체계에서 다루고 있는 내용은 <표 III-7>과 같다.

<표 III-7> 수학 교과 중 데이터 과학 내용 요소

영역	핵심 개념	일반화된 지식	5~6학년 내용 요소
자료와 가능성	자료 처리	자료의 수집, 분류, 정리, 해석은 통계의 주요 과정이다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균</li> <li>• 그림그래프</li> <li>• 띠그래프, 원그래프</li> </ul>

실과와 수학 교과의 내용 요소를 기반으로 하는 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램과 관련된 성취기준은 <표 III-8>과 같다.

<표 III-8> 실과, 수학 교과 중 데이터 과학 교육 관련 성취기준

교과	성취기준
실과	[6실04-08] 절차적 사고에 의한 문제 해결의 순서를 생각하고 적용한다.
실과	[6실04-09] 프로그래밍 도구를 사용하여 기초적인 프로그래밍 과정을 체험한다.
실과	[6실04-10] 자료를 입력하고 필요한 처리를 수행한 후 결과를 출력하는 단순한 프로그램을 설계한다.
실과	[6실04-11] 문제를 해결하는 프로그램을 만드는 과정에서 순차, 선택, 반복 등의 구조를 이해한다.
실과	[6실05-07] 여러 가지 센서를 장착한 로봇을 제작한다.
수학	[6수05-01] 평균의 의미를 알고, 주어진 자료의 평균을 구할 수 있으며, 이를 활용할 수 있다.
수학	[6수05-02] 실생활 자료를 그림그래프로 나타내고, 이를 활용할 수 있다.
수학	[6수05-03] 주어진 자료를 띠그래프와 원그래프로 나타낼 수 있다.
수학	[6수05-04] 자료를 수집, 분류, 정리하여 목적에 맞는 그래프로 나타내고, 그래프를 해석할 수 있다.

성취기준 [6실04-08]은 절차적 사고에 대한 내용을 다루고 있다. 문제를 효율적으로 해결하기 위하여 해결 가능한 작은 단위로 나누어 단계적으로 처리하는 과정으로 컴퓨팅 사고력의 구성 요소인 문제 분해를 의미한다. 절차적 사고를 일

상생활 속에서 문제 해결에 적용하는 내용을 성취기준으로 제시하고 있다.

[6실04-09]는 프로그래밍 언어 지식 암기 위주의 학습을 지양하는 지침에 따라 블록형 교육용 프로그래밍 언어를 활용하여 기초적인 알고리즘과 프로그래밍을 학습하도록 한다는 내용을 담고 있다.

[6실04-10]은 입력-처리-출력의 단계를 거쳐 동작하는 컴퓨터의 원리를 이해하고 프로그램을 설계하는 내용을 담고 있다. 피지컬 컴퓨팅을 활용한 데이터 수집 과정에서도 센서를 활용한 입력, 프로그래밍을 활용한 처리, 작동장치를 활용한 출력 과정을 이해할 수 있어야 하기 때문에 모든 컴퓨팅 개념의 근원적인 원리가 되는 이 성취기준을 수행할 수 있어야 한다.

[6실04-11]은 프로그래밍의 기본 구조인 순차, 선택, 반복 구조에 대한 내용을 담고 있다. 순차는 명령문을 하나씩 차례대로 수행하는 과정이고 선택은 조건의 참, 거짓에 따라 실행되는 명령을 선택적으로 수행하는 과정이며 반복은 명령문을 주어진 조건을 만족할 때까지 반복하도록 하는 과정이다. 모든 프로그램은 이 구조를 기반으로 제작되므로 프로그램을 제작하기 위해 필수적으로 익혀야 할 내용이다.

[6수05-01]은 평균을 구하는 방법과 평균이 갖고 있는 의미를 직관적으로 파악하도록 하는 내용을 담고 있다. 평균은 데이터를 분석할 때 전체적인 내용을 파악하기 위한 기초통계의 대표적인 값이므로 구하는 방법을 알고 활용할 수 있어야 하며, 더 나아가 프로그래밍으로 구현하는 방법을 익히는 것도 필요하다.

[6수05-02]와 [6수05-03]은 여러 그래프의 특성을 이해하고 자료의 특징에 알맞은 그래프로 나타내는 내용을 담고 있다. [6수05-04]는 시각화 한 그래프를 해석하는 내용을 담고 있다. 데이터를 분석하기 위한 대표적인 방법으로 데이터를 시각화하는 방법이 있다. 데이터를 시각화함으로써 데이터의 전체적인 내용을 파악할 수 있으며 분산되어 있는 정보를 탐색적으로 살펴보고 의미있는 통찰을 얻을 수 있다. 더 나아가 컴퓨팅 기술을 활용하여 데이터를 알맞은 형태의 그래프로 시각화 하는 방법을 익히는 것도 필요하다.

실과 교과와 소프트웨어 교육 영역 및 수학의 관련 영역 성취기준 분석을 통해 학습자가 수행해야 할 과제를 다음과 같이 정리하였다.

첫째, 피지컬 컴퓨팅을 활용하여 프로그래밍을 할 수 있어야 한다. 피지컬 컴

퓨팅을 활용하여 데이터를 수집하는 프로그램을 제작하고, 이를 시각화할 수 있는 기술이 필요하다.

둘째, 데이터를 시각화하고, 그래프를 해석할 수 있어야 한다. 수학과와 성취기준에 의하면 자료를 수집, 분류, 정리하여 목적에 맞는 그래프로 나타내고, 그래프를 해석하여 활용할 수 있는 능력이 필요하다. 프로그래밍 혹은 데이터 분석을 위한 도구를 활용하여 데이터를 알맞은 형태로 정리하고 시각화하는 기능을 수행할 수 있어야 한다.

셋째, 학교급 성취기준에 준하는 기초통계량에 대한 개념 이해가 필요하다. 평균, 최솟값, 최댓값에 대한 개념 이해와 프로그래밍을 통해 값을 계산하는 기능을 수행할 수 있어야 한다.

이와 같이 2015 개정 교육과정을 기반으로 수행과제를 분석하여 그 내용을 바탕으로 교육 프로그램을 설계하고 개발하는 과정을 진행하였다.

## 2. 설계

### 1) 성취 목표 명세화

분석 단계에서 도출된 결과를 바탕으로 교육 프로그램을 통해서 학습자가 달성하기를 바라는 성취 목표를 <표 III-9>와 같이 명세화하였다.

<표 III-9> 교육 프로그램의 성취 목표

연번	성취 목표
1	피지컬 컴퓨팅 도구의 기본 기능을 익혀 프로그램을 제작할 수 있다.
2	데이터 과학의 절차와 방법을 익혀 문제를 해결할 수 있다.
3	데이터 분석을 통해 데이터 속에 분산되어 있는 정보를 파악할 수 있다.
4	데이터와 컴퓨팅 기술을 활용한 문제 해결 방법을 익히고, 다양한 분야에 적용하여 문제를 해결할 수 있다.

## 2) 평가 도구 설계

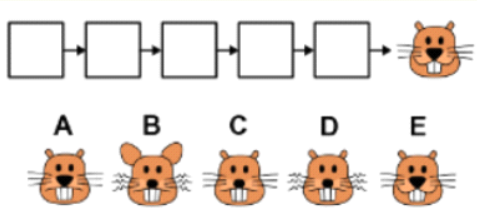
선행 연구를 살펴보면 다양한 컴퓨팅 사고력 검사도구를 활용하고 있음을 알 수 있는데, 컴퓨팅 사고력을 측정하는 공식적인 검사도구가 개발되지 않아 각 연구의 목적에 맞게 다양한 도구를 활용하고 있다(김민정 외, 2017).

최종 교육 프로그램에서는 컴퓨팅 사고력 검사도구로 비버챌린지를 계획하였다. 전세계의 모든 연령대의 학생들을 대상으로 실시하는 국제 행사이며, 컴퓨팅 사고력을 바탕으로 정보과학 관련 문제를 해결해보는 도전과제이다. 국내에서는 비버챌린지를 통해 컴퓨팅 사고력을 측정하는 다양한 연구가 진행되어오고 있으며 그 효과성이 검증되었다. [그림 III-2]는 컴퓨팅 사고력을 측정하는 비버챌린지 문항의 예시이다.

### Animation

(Age group: Benjamins; Difficulty: easy)

B-taro is planning an animation, which shows a sequence of pictures of a face. The animation should run smoothly. Therefore, the order of the pictures is correct, if only one attribute of the face changes from one picture to the next. Unfortunately, the pictures got mixed up. Now B-taro must find the correct order again. Luckily, he knows which picture is last. He labels the five other pictures with letters A to E.



What is the correct order of the five other pictures?

- (1) D → B → E → C → A
- (2) C → B → D → A → E
- (3) D → B → C → E → A
- (4) B → D → C → A → E

[그림 III-2] 비버챌린지 예시 문항

최종 교육 프로그램에서는 참여대상 학생들이 이전 학년도에 비버챌린지를 활용한 소프트웨어 수업에 참여한 경험이 있어 결과에 대한 신뢰성을 확보할 수 없었다. 따라서 최종 교육 프로그램에서는 이원규 외(2017)가 국내 소프트웨어 교육 선도학교를 대상으로 연구를 진행하여 개발한 컴퓨팅 사고력 측정 도구를 평가 도구로 선정하였다. [그림 III-3]은 컴퓨팅 사고력 측정 도구의 예시 문항이다.



**문제1 (1-1에서 1-5까지)**


희정네 마을에서는 안전한 귀갓길을 만들기 위해 가로등을 바꾸려고 합니다. 희정은 전등의 종류에 대해 찾아보고 어떤 전등으로 바꾸는 것이 좋을지 고민하고 있습니다.

1-1. 희정은 마을의 가로등을 바꾸기 위해 인터넷에서 전등의 종류와 특징에 대해 검색하였다.

**백열등 [白熱燈, incandescent lamp]** 과학용어사전 | 자연과학 > 자연과학 일반  
 이는 필라멘트의 기화를 최소화하여 필라멘트가 고온에서 빛을 계속 발하도록 해 준다. 오늘날 백열등은 낮은 에너지 효율로 인해 형광등이나 LED 등으로 대체되고 있는 추세이다.

**백열등** 위키백과  
 백열등 반대운동 백열등은 전력의 약 10%만을 빛으로 전환하므로, 형광등, LED 등과 같은 다른 대체재에 비해 에너지 낭비가 제일 심하다. 많은 환경단체들이나 국가들에서 사용을 지양하고 있다. 몇몇 국가에서는...

**LED [light emitting diode]** 시사상식사전 | 시사/상식/종합 > 시사상식사전  
 전기에너지를 빛에너지로 전환하는 효율이 높기 때문에 최고 90%까지 에너지를 절약할 수 있어, 에너지 효율이 5% 정도밖에 되지 않는 백열등·형광등을 대체할 수 있는 차세대 광원으로 주목되고 있다. LED는...



**LED로 연간 최대 120억 절약하세요**  
 KISTI의 과학합기 합컬 | 자연과학 > 자연과학 일반  
 발현 등 식물의 반응을 유도하고 초적색광에 의해 다시 불활성형태(Pr)로 전환된다.... 2,864ha에 백열등 대신 LED 광으로 대체한다면 연간 13만 톤의 탄소 배출을 줄일 수...  
 합컬 분류 일반기사 | 합컬 작성일 2009-02-09 | 원본보기 KISTI의 과학합기

**도어등** 쇼핑용어사전 | 생활/취미/스포츠 > 쇼핑/생활용품  
 문 안쪽 하단에 점등되는 등으로 차량의 문을 열면 점등됩니다. 주변이 어두운 곳에서 문의 위치와 바닥의 시야를 확보하여 탑승자의 안전을 보호하는 역할을 하며 네온등, LED등 등을 사용합니다.

검색 결과 화면에서 파악할 수 있는 가장 적절한 것을 <보기>에서 고르시오. ( )

- < 보 기 >

  - ① 백열등은 에너지 효율이 높다.
  - ② 형광등, LED등은 백열등보다 에너지 낭비가 심하다.
  - ③ 백열등은 에너지 효율이 5%정도 밖에 되지 않는다.
  - ④ LED등은 백열등으로 대체되고 있다.
  - ⑤ 도어등은 탑승자의 안전을 보호 하지 못한다.

[그림 III-3] 컴퓨팅 사고력 측정 도구 예시 문항

컴퓨팅 사고력 측정 도구의 검사지는 총 15문항이며, 컴퓨팅 사고력 구성 요소 중 분석에 해당하는 6문항, 모델링 5문항, 구현 3문항, 일반화 1문항으로 구성되어 있다. <표 III-10>은 이 컴퓨팅 사고력 측정 도구의 문항 분석 내용이다(이원규 외, 2017).

<표 III-10> 컴퓨팅 사고력 측정 도구(이원규 외, 2017) 문항 분석

	소문 번호	분석			모델링			구현		일반화
		데이터 수집	데이터 분석	데이터 표현	문제 분해	추상화	알고 리즘	자동화	테스팅	적용과 일반화
안전한 귀갓길	1-1	○								
	1-2		○							
	1-3				○					
	1-4	○								
	1-5						○			
학교축제	2-1					○				
	2-2							○		
	2-3			○						
	2-4				○					
건강한 식습관	3-1			○						
	3-2						○			
안전마을	4-1								○	
	4-2								○	
블록쌓기	5-1		○							
	5-2									○
소개(문항)	15	2	2	2	2	1	2	1	2	1
컴퓨팅 사고력 구성 요소	-	6			5			3		1
		40%			33.3%			20%		6.7%

본 연구의 최종 교육 프로그램에서는 이원규 외(2017)의 연구에서 개발한 검사지를 사전, 사후에 투입하였다. 이처럼 동일한 검사 도구를 동일한 대상에게 일정한 시간 간격을 두고 두 번 실시하는 경우에는 사전 검사에 대한 기억과 경험이 사후 검사까지 영향을 미치는 이월 효과가 나타날 수 있다. 일반적으로 이를 방지하기 위하여 사전 검사와 사후 검사의 문항 순서를 바꾸거나 검사 간격을 충분히 설정하는 방법을 사용한다. 이원규 외(2017)의 연구에서도 대문항과 소문항, 보기의 위치를 재배열하여 사후 검사지를 구성하였으며, 검사 사이에 시간적 간격을 충분히 두어 이월 효과를 방지하였다. 따라서, 본 연구에서도 이원규 외(2017)의 연구에서 제시하는 바에 따라 사후 검사지를 재구성 하였다. 최종 교육 프로그램이 약 4개월 동안 실시됨에 따라 학생들이 사전, 사후 검사지를 다르게 인식할 수 있도록 대문항과 소문항의 순서를 재배치 하였고, 각 문항의 보기 순서를 변경하여 사용하였다. [그림 III-4]와 [그림 III-5]는 사후 검사지에서 각각 대문항과 소문항의 순서를 재배치한 예시이다.



[그림 III-4] 사전-사후 검사지 문항 순서 재배치(대문항)



[그림 III-5] 사전-사후 검사지 문항 순서 재배치(소문항)

### 3) 교수 방법과 교수 전략 개발

기초 기능을 익힐 때에는 교사가 시범을 보이고, 학생이 실습하는 방식이 효과적이므로 강의법과 실습 위주의 교수 방법을 선정하고, 예제 실습과 팀별 프로젝트에서는 학습자가 직접 문제를 해결하는 학습자 중심의 문제 기반 학습과 팀별 프로젝트를 주된 방법으로 운영하였다. 분석 결과를 바탕으로 설계한 교육 프로그램의 교수 매체 및 교수학습방법의 교수 전략은 <표 III-11>과 같다.

<표 III-11> 교수 매체 및 교수학습 방법

구분	교수 매체	교수학습 방법
기초 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 프레젠테이션</li> <li>• 교육용 프로그래밍 언어</li> <li>• 피지컬 컴퓨팅 도구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 강의법</li> <li>• 실습법</li> </ul>
데이터 과학 예제실습	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스프레드시트</li> <li>• 피지컬 컴퓨팅 도구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제 기반 학습</li> </ul>
데이터 과학 문제 해결 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스프레드시트</li> <li>• 피지컬 컴퓨팅 도구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제 기반 학습</li> <li>• 팀별 프로젝트</li> </ul>

4) 프로그램의 구조화와 계열화

전체적인 수업을 구성하기 위하여 필요한 성취기준, 학습 주제를 구조화하고 계열화하였다. 전체적인 문제 해결 과정은 김용민(2018)의 연구에서 사용한 데이터 과학의 단계를 본 연구에 맞게 재구성하여 활용하였다. 교육 프로그램 개발을 위한 프로그램의 기본 구조는 <표 III-12>와 같다.

<표 III-12> 교육 프로그램 주제

차시	학습 주제
1	오리엔테이션 및 전체 프로젝트 조망하기
2~3	데이터 과학의 개념을 이해하고 피지컬 컴퓨팅의 기초 기능 익히기
4~8	기초 프로그래밍을 익히고 데이터 수집 프로그램 제작하기
9~14	데이터 과학 단계를 바탕으로 문제 해결 예제 실습하기
15~21	데이터 과학 팀별 프로젝트 수행하기 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제 정의하기</li> <li>• 데이터 수집하기</li> <li>• 현상 이해하기</li> <li>• 현상 일반화하기</li> </ul>
22~24	팀별 탐구 프로젝트 결과 공유하기 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 스토리텔링</li> </ul>

## 5) 교육 도구 설계

소프트웨어 교육과 데이터 과학을 융합한 교육 프로그램을 개발하기 위하여 설계 단계에서 데이터 과학 교육을 위한 방법으로써 피지컬 컴퓨팅을 선정하였다. 구체적으로 교육 프로그램에 투입될 피지컬 컴퓨팅 도구와 제어할 수 있는 교육용 프로그래밍 언어 선정에 대한 설계 과정을 진행하였다.

초기 설계 단계에서는 학생들에게 친숙하며, 매우 다양한 피지컬 컴퓨팅 도구와 호환성이 높은 교육용 프로그래밍 언어인 엔트리를 활용 도구로 선정하고자 하였다. 다양한 데이터셋을 제공하고 있으며, 인공지능 및 데이터 과학 관련 기능을 제공하고 있어 학습효과가 높을 것으로 판단하였다. 다만 엔트리에서는 데이터 시각화를 위한 기능을 프로그래밍으로 구현하지 않고 자체 기능으로 제공하고 있으며, 각종 피지컬 컴퓨팅 도구와의 호환성은 높으나 본래의 프로그래밍 에디터에 비해서 교육 프로그램에서 다뤄야 할 기능들을 충분하게 제공하고 있지 않는다. 마이크로비트의 데이터 과학 기능을 활용하기 위해서는 라디오 통신과 시리얼통신 기능이 필수적인 요소이지만, 마이크로비트를 엔트리와 연결했을 때에는 해당 기능을 사용할 수 없다는 제한점이 발생하였다. 이러한 제한점으로 인해 엔트리는 데이터 과학 기능을 보다 쉽게 익히고, 다양한 데이터셋을 활용해야 하는 수업에서는 효과적으로 활용할 수 있을 것이라 판단하였다.

본 연구의 초안 교육 프로그램 설계 단계에서는 교육 프로그램의 목적과 방향성을 고려하여 교육 도구로써 마이크로비트를 선정하였다. 마이크로비트는 추가 부품을 연결하지 않아도 사용할 수 있는 다양한 내장 센서와 작동장치를 갖추고 있다는 장점이 있다. 초등학생의 학습 수준을 고려하였을 때, 아두이노와 같이 전기 및 전자공학에 대한 기초적인 이해도가 필요한 도구보다는 직관적이며 사용법을 익히기 쉬운 도구가 적합하다고 판단하였다. 특히 데이터 수집을 위해 여러 센서를 활용할 수 있어야 하는데 마이크로비트는 자체 보드만을 활용함으로써 기능을 수행할 수 있다. 또한, PC와의 시리얼통신 기능을 제공하여 수집한 데이터를 시각화하고 추출할 수 있는 데이터 과학 관련 기능을 활용할 수 있다.

최종 교육 프로그램에서는 2차례의 적용과 환류 과정을 통해 교육 도구를 할로코드로 선정하였다. 마이크로비트의 교육적 효과도 입증되었으나 프로그래밍으로 데이터 시각화를 하는데 제한점이 있으며, 데이터 분석을 위한 도구의 사

용법을 함께 학습해야 한다는 점이 학습에 부담이 되는 요소로 관찰되었다. 할로코드의 프로그래밍 언어인 엠블록은 다양한 데이터 과학 관련 요소를 프로그래밍으로 구현할 수 있는 기능을 제공한다. 또한 센서를 활용하기 위해 추가 부품을 연결해야 하지만 초등학생 수준에서 손쉽게 연결할 수 있어 학습에 어려움을 초래하지는 않는다고 판단하였다. 이와 같은 이유로 할로코드가 여러 피지컬 컴퓨팅 도구 중에서 교육 프로그램의 목적과 방향성에 가장 적합하다고 판단하여 최종 교육 프로그램의 활용 도구로 선정하였다.

<표 III-13> 피지컬 컴퓨팅 도구별 특징

피지컬 컴퓨팅 (프로그래밍 언어)	특징
마이크로비트 (메이크코드)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 다양한 내장 센서(빛, 온도, 가속도, 자기장)</li> <li>● 작동장치(5x5 LED 매트릭스, 버튼, 라디오 통신, 마이크 등)</li> <li>● 시리얼통신 기능을 활용한 데이터 시각화, 데이터 분석 기능 수행</li> </ul>
할로코드 (엠블록)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 다양한 내장 센서와 장치(마이크, 모션 센서, 터치 센서, 버튼, 12개 LED 등)</li> <li>● 입출력 포트를 이용한 간단한 외부 센서 연결</li> <li>● 프로그래밍 언어인 엠블록을 통해 다양한 데이터 과학 기능 수행</li> </ul>
아두이노 (아두이노 IDE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 센서 및 장치 연결에 자유도가 높음</li> <li>● 사용 용도에 따라 다양한 버전의 보드 선택 가능</li> <li>● 전기, 전자에 대한 기본적인 지식이 필요함</li> <li>● 여러 프로그래밍 언어와의 호환성이 높음</li> </ul>
마이크로비트, 아두이노 등 (엔트리)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 다양한 피지컬 컴퓨팅 도구와의 호환성이 높음</li> <li>● 엔트리는 초등학생들에게 가장 친숙한 프로그래밍 언어</li> <li>● 마이크로비트 등 본래의 프로그래밍 에디터에 비해 구현되는 기능이 부족함</li> <li>● 엔트리에서는 데이터 시각화 기능을 자체 기능으로 제공함</li> </ul>

### 3. 개발

#### 1) 교육 프로그램 초안 개발

##### (1) 프로그램 개발 원리

본 연구에서 진행된 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램은 분석, 설계 단계에서 도출된 결과를 바탕으로 하여 다음과 같은 4가지 원리를 기반으로 개발하였다.

첫째, 데이터 과학 교육의 도구로 피지컬 컴퓨팅을 활용하였다. 분석 및 설계 과정을 통해 데이터 과학 교육을 보다 소프트웨어 교육적으로 융합하기 위해서는 프로그래밍을 통해 직접 데이터를 수집하고 분석하는 활동이 필수적이며, 이를 위해서는 피지컬 컴퓨팅을 활용하는 것이 효과적인 방법이라 판단하였다. 또한 피지컬 컴퓨팅을 활용한 소프트웨어 교육은 선행연구를 통해 학습자의 흥미와 자기주도적 문제 해결력에 대한 효과가 입증되었으므로 적절한 방법이라 판단하였다.

둘째, 기초적인 피지컬 컴퓨팅과 교육용 프로그래밍 언어 학습을 포함하였다. 2015 개정 교육과정에 따르면 프로그래밍 언어 학습 중심의 수업은 지양하고 있으나 학습 과제 분석에서 본 교육 프로그램에 참여하기 위해 필수적인 학습 요소들을 선별하였고, 이를 통해 데이터 문제 해결 과정에 활용할 수 있는 교육 내용을 구성하였다.

셋째, 직접 수집할 수 있는 데이터 활용에 중점을 두었다. 데이터는 크게 공공 데이터와 개인 데이터로 분류할 수 있다. 본 연구에서의 교육 프로그램은 데이터 과학과 컴퓨팅 기술을 활용하여 실생활의 문제를 해결하는 학습형태가 주를 이루고 있기 때문에 필요한 데이터를 직접 수집할 수 있다면 교육적인 효과를 향상시킬 수 있을 것으로 판단하였다(김석전, 2017). 또한 실생활 문제를 해결하기 위해 적절한 공공 데이터 혹은 제공되는 데이터를 수집하는 데 어려움이 있으므로 필요한 데이터를 직접 수집해서 활용하는 데 중점을 두고 수업을 진행하였다.

넷째, 데이터 과학의 개념과 단계를 기반으로 학습자의 실생활과 관련된 문제를 창의·융합적으로 해결하는 과정을 체험할 수 있는 교육 프로그램을 개발하였



다. 프로그래밍 문법과 지식 습득만을 목적으로 하는 학습은 학습자의 흥미를 저하시킬 수 있으며 오히려 창의·융합적인 사고를 저해할 수 있는 요인으로 작용할 수 있다(김석전, 2017). 학습자 자신과 관련되어 있는 문제들을 해결하는 데 흥미를 갖고 참여함으로써 교육의 효과를 높일 수 있다고 판단하여 이에 중점을 두었다.

## (2) 교육 프로그램 초안

본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 크게 데이터 과학의 개념 및 방법 이해하기, 피지컬 컴퓨팅 및 프로그래밍의 기초적인 기능 익히기, 예제 실습, 팀별 프로젝트 및 발표로 내용을 구성하였다.

먼저 전체적인 프로젝트의 주제와 학습 내용, 수행 과제 등에 대해서 오리엔테이션을 계획하였다. 전체를 조망함으로써 과제를 수행하기 위한 방향을 설정할 수 있도록 하였다. 그리고 실생활의 사례를 바탕으로 데이터 과학의 개념 및 방법을 살펴볼 수 있는 주제를 구성하였다. 기초 기능 익히기에서는 프로그래밍 문법 및 지식에 대한 심화학습보다는 데이터 과학을 실습하는데 필요한 기능을 중점적으로 익히도록 학습내용을 구성하였다. 피지컬 컴퓨팅 도구인 마이크로비트, 데이터 분석 도구인 스프레드시트의 기능을 익히는데 중점을 맞춰 3차시 분량의 내용을 구성하였다(김용민, 김종훈, 2017). 피지컬 컴퓨팅 도구에 대한 학습내용으로는 마이크로비트에 내장되어 있는 빛, 온도, 가속도, 나침반 센서 등을 활용하여 데이터를 수집하는 기능 및 라디오 기능을 이용해 데이터를 송·수신하는 프로그램을 제작하는 내용을 학습할 수 있도록 구성하였다. 또한 데이터 분석 도구에 대한 학습내용으로는 구글 스프레드시트를 이용해 데이터를 목적에 맞게 그래프로 시각화하는 내용을 구성하였다(김용민, 김종훈, 2017).

기초 기능을 익힌 뒤에는 주어진 조건에 적합한 데이터 수집 프로그램을 제작해 보는 내용을 5차시 분량으로 계획하였다. 추후 팀별 프로젝트 활동에서 프로젝트 주제에 적합한 데이터 수집 프로그램을 직접 제작하는데 필요한 내용을 포함하고 있다.

기초적인 기능 및 개념을 이해한 후에 적용 활동 계획하였다. 실습예제는 마이크로비트의 센서로 수집할 수 있는 각각의 데이터로 주제를 설정하였으며 총 6

차시를 구성하였다.

학습 내용을 모두 익힌 뒤에는 팀별 프로젝트 형태로 진행되는 내용을 10차시로 구성하였다. 학습에 참여하는 대상의 대부분이 데이터 과학을 통해 문제를 해결해본 경험이 거의 없으며, 문제를 발견하고 정의하는데 비교적 어려움을 겪기 때문에 주제를 선정하고 검토하는 시간을 별도로 1차시 배치하였다. 다음 6차시에서는 마이크로비트를 활용하여 수집할 수 있는 데이터를 바탕으로 생활 주변에서 해결할 수 있는 문제들을 탐색해 보고 데이터 과학의 절차대로 문제 해결 탐구활동을 진행하였고, 탐구내용 공유를 위한 발표자료 만들기과 발표를 나머지 3차시로 구성하였다. 교육 프로그램 초안의 차시별 학습 내용은 <표 III-14>와 같다.

<표 III-14> 교육 프로그램 초안 차시별 학습 내용

차시	학습 내용
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 오리엔테이션</li> <li>• 전체 프로젝트의 주제와 목표, 수행과제 내용 조망하기</li> </ul>
2-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실생활 사례를 통해 데이터 과학의 개념 알아보기</li> <li>• 데이터 과학을 통해 문제를 해결하는 방법 알아보기</li> <li>• 마이크로비트의 기본 구성 및 센서, 작동장치 살펴보기</li> <li>• 센서 및 라디오 기능을 활용한 프로그램 제작하기</li> <li>• 스프레드시트를 통한 데이터 시각화 기능 익히기</li> </ul>
4-8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 수집 프로그램 제작을 위한 기초 알고리즘 익히기</li> <li>• 데이터 수집 프로그램 제작하기</li> </ul>
9-14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마이크로비트를 활용한 데이터 과학 문제 해결 예제 실습하기</li> </ul>
15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제 정의하기: 데이터 과학을 통해 해결할 수 있는 탐구 주제 정하기</li> </ul>
16-17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 수집하기: 마이크로비트를 활용한 데이터 수집 프로그램 제작하기</li> </ul>
18-20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현상 이해하기: 데이터 분석을 통해 현상 이해하기</li> </ul>
21	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현상 일반화하기: 통계적 추론 및 결론 만들기</li> </ul>
22	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 발표자료 만들기</li> </ul>
23-24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 탐구 결과 발표하기</li> </ul>

## 2) 교육 프로그램 적용과 환류(1차)

교육 프로그램 초안을 적용하고 그에 따른 수정·보완사항을 점검하기 위한 파일럿 테스트를 실시하였다. COVID-19로 인한 사회적 거리두기 상황에서 투입 대상을 모집하고 선정하는데 제약이 있어 1차 파일럿 테스트는 OO대학교 과학영재교육원 초등정보영재 6학년 학생 10명을 대상으로 제한적으로 실시되었다.

<표 III-15> 1차 파일럿 테스트 개요

대상	인원	학년	수업시수	투입시기
초등정보영재	10	6	24	2020.7.~8.

### (1) 학습자 및 학습환경 분석

1차 파일럿 테스트의 참여 대상은 정보영재과정에 참여하고 있는 학생들이기 때문에 기초적인 프로그래밍 소양을 갖추고 있었으며, 데이터 과학은 모두 처음 접하는 것으로 파악되었다. 또한 새롭게 학습할 데이터 과학에 대해 흥미도가 높은 것으로 나타났다. 수업은 2020년 7-8월 중 주말을 이용하여 총 24차시의 수업이 이루어졌다. 피지컬 컴퓨팅 도구로는 별도의 추가 설치 없이 사용할 수 있는 다양한 내장 센서가 구비된 마이크로비트를 사용하였으며 비교적 많은 학생이 마이크로비트를 다뤄본 경험이 있어 기능을 익히는데 도움이 될 것으로 분석되었다. 학생별로 사용할 수 있는 PC와 마이크로비트, 기타 준비물 등을 제공하였으며, 데이터 분석 도구로는 구글 스프레드시트, 협업 및 발표 도구로 구글 프레젠테이션을 활용하였는데, 구글의 클라우드 서비스를 활용하여 팀별 협업의 효율성과 생산성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다(심수진, 한영춘, 2015). 교육 프로그램 초안에 따라 데이터 과학의 개념 및 방법, 마이크로비트의 기초 기능, 예제 실습, 팀별 프로젝트 및 공유를 주제로 수업이 진행되었다. 프로그램 시작에 앞서 학생들을 대상으로 설문한 결과는 <표 III-16>, <표 III-17>과 같다.

<표 III-16> 1차 파일럿 테스트 참여 대상 설문조사(1) (N=10)

내용	엔트리(명)	스크래치(명)	마이크로비트(명)
다룰 수 있는 프로그래밍 언어를 선택해 주세요.	10 (100%)	10 (100%)	6 (60.0%)

설문조사 결과 엔트리와 스크래치는 모든 학생이 다뤄본 경험이 있는 것으로 나타났으며, 마이크로비트를 다뤄본 경험이 있는 학생은 6명으로 나타났다. 대상이 정보영재학생이라는 특성상 학생들이 기본적인 프로그래밍 기능에 대한 기초적인 이해는 갖추었으나, 마이크로비트를 다루보지 않은 학생이 있기 때문에 기본적인 기능에 대해서 학습하는 시간이 필요할 것으로 분석되었다.

<표 III-17> 1차 파일럿 테스트 참여 대상 설문조사(2) (N=10)

내용	매우 흥미롭다 (명)	조금 흥미롭다 (명)	별로 흥미롭지 않다(명)	매우 흥미롭지 않다(명)
데이터 과학에 대한 첫인상이 어땠나요?	7 (80.0%)	1 (10.0%)	2 (10.0%)	0 (0%)
응답 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선생님이 설명해준 내용이 흥미로웠다</li> <li>• 새로운 내용이어서 신기했다</li> <li>• 내가 할 수 있을지 모르겠다</li> <li>• 재밌을거 같다</li> </ul>			

데이터 과학과 관련된 예시를 소개하며 학습하게 될 주제와 내용에 대해 설명하는 시간을 갖고, 데이터 과학에 대한 흥미도를 알아보기 위해 설문을 실시하였다. 설문결과 70%의 학생들이 흥미를 갖는 것으로 나타났으며, 흥미롭지 않다고 응답한 학생들은 처음 접하는 주제에 대해 어려움을 느끼는 것으로 나타났다.

## (2) 적용

1차 파일럿 테스트는 교육 프로그램의 초안을 개발하고 학생들을 대상으로 처음 투입되는 단계이기 때문에 프로그램의 전반적인 구성과 학습단계의 흐름을 중점적으로 점검하였다. 1차 파일럿 테스트에서 데이터 과학의 단계에 따라 진행한 실제 학습활동은 다음과 같이 진행되었다. 팀별 프로젝트에서 ‘YSS’팀이 작성한 ‘교실 좌석별 에어컨 바람과 온도의 관계’를 주제 선정 동기는 [그림 III-6]과 같다.

**주제:** 교실 좌석별 에어컨 바람과 온도의 관계

**선정 이유:** 저희는 교실에 있는 에어컨이 우리를 시원하고 쾌적하게 해주는 이유가 바람세기 때문인지 공기를 차갑게 해주기 때문인지 궁금증이 생기게 되었습니다. 그래서 저희는 이 과제의 탐구 주제를 “교실 좌석별 에어컨 바람과 온도의 관계”로 정하였습니다.

[그림 III-6] 주제 및 주제 선정 이유(‘YSS’팀)

### ① 문제 정의하기

문제 정의하기 단계에서는 생활 속에서 겪은 불편한 점이나 해결하고 싶은 점들이 무엇인지 떠올려보고, 문제를 구체화하는 과정을 진행하였다. [그림 III-7]은 이 단계에서 ‘YSS’팀이 정한 내용이다.

**1. 문제 정의:** 에어컨 바람이 있을 때와 없을 때의 교실 좌석별 온도의 차이를 알아보자

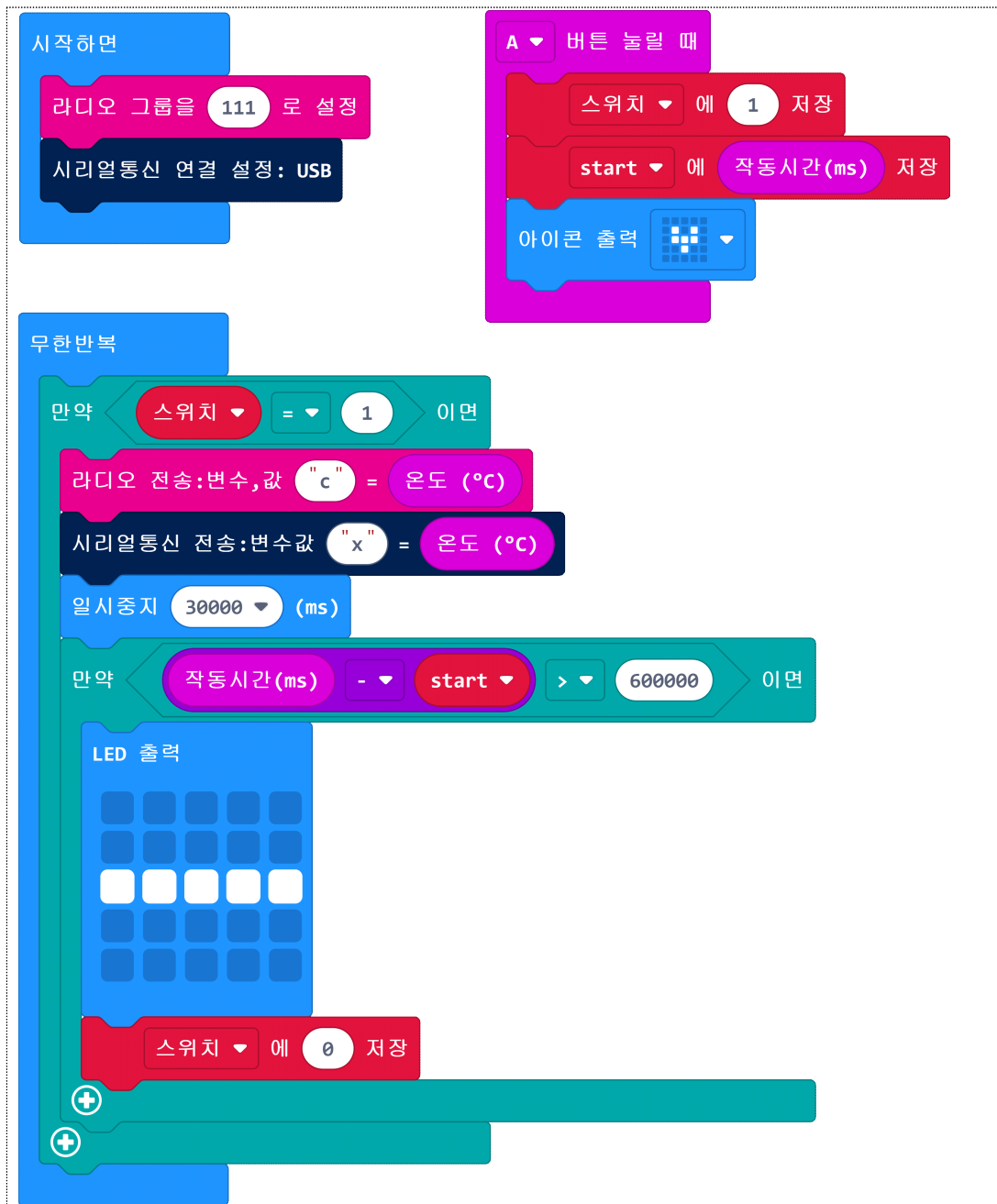
**2. 가설:** 에어컨이 우리를 시원하고 쾌적하게 해주는 이유는 에어컨에서 나오는 바람세기 때문일 것이다.

[그림 III-7] 문제 정의하기(‘YSS’팀)

### ② 데이터 수집하기

데이터 수집하기 단계에서는 마이크로비트의 온도센서를 활용하여 온도 데이터를 수집하는 프로그램을 제작하였다. 온도를 측정할 수 있는 온도계 등의 기존

의 제품을 활용하는 것과 직접 프로그램을 만들어서 활용하는 것의 차이점을 이해시키면서, 데이터 수집에 필요한 기능들을 구상한대로 만들어 볼 수 있는 시간을 제공하였다. 마이크로비트의 라디오 기능과 시리얼 통신을 중점적으로 활용하여 제작한 데이터 수집 프로그램의 소스코드는 [그림 III-8], [그림 III-9]와 같다.



[그림 III-8] 데이터 수집(송신용) 프로그램 소스코드('YSS'팀)

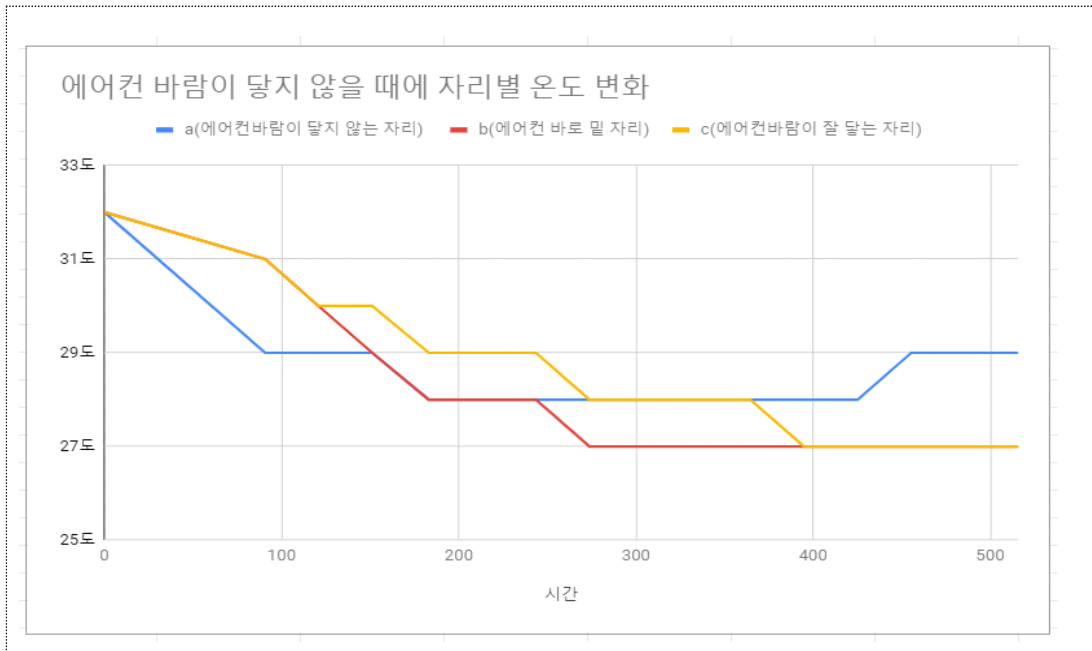


[그림 III-9] 데이터 수집(수신용) 프로그램 소스코드('YSS'팀)

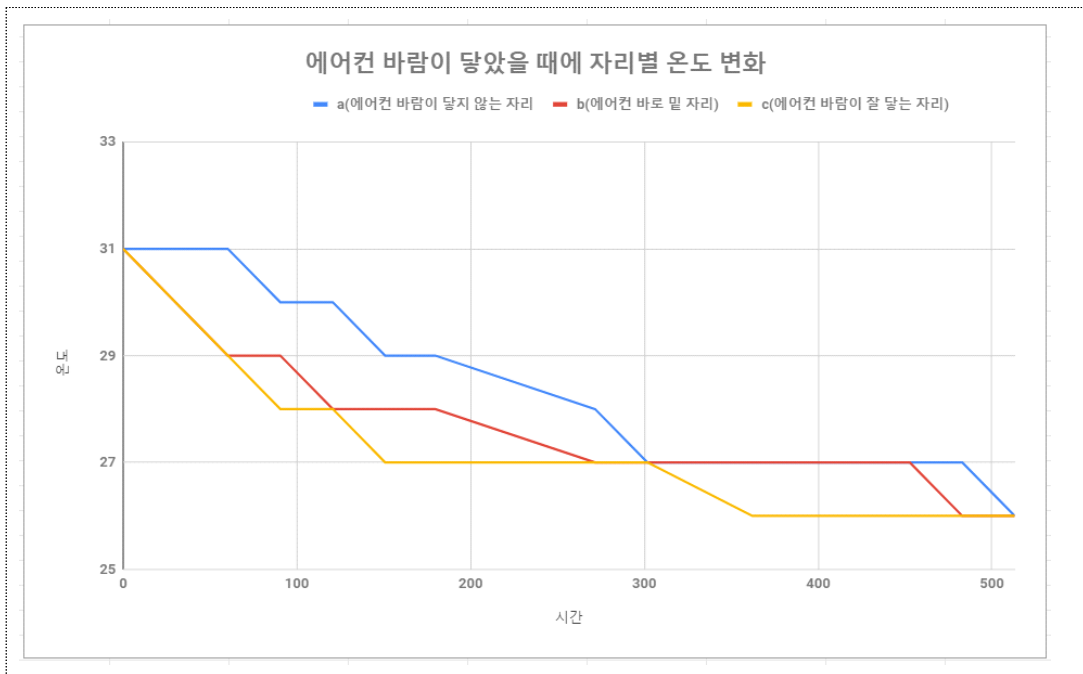
### ③ 현상 이해하기

현상 이해하기 단계에서는 수집한 데이터를 구글 스프레드시트를 활용해 시각화하고 시각화한 그래프를 해석해 보는 활동을 진행하였다. 수집한 데이터를 살펴보고, 데이터의 특징을 먼저 파악한 후에 데이터를 시각화 하는데 적합한 그래프의 종류를 선택하는 학습과제를 수행하였다. [그림 III-10], [그림 III-11]은 이 단계에서 'YSS'팀이 데이터를 분석한 내용이다. 시간에 따른 온도 변화를 측정하는 주제이기 때문에 선 그래프를 선택하여 시각화 하였다. 또한, 3군데의 장소 별로 마이크로비트를 설치하여 동시에 데이터를 수집하였기 때문에 각 그래프를 비교할 수 있도록 구분하였다. 학생들이 수집된 데이터를 표로 살펴보았을 때에는 쉽게 알 수 없었던 정보들이 시각화를 통해 한 눈에 알아보기 쉽게 정리되었음을 깨닫게 되었다. 그래프를 여러 가지 관점으로 해석하고 의견을 공유해 보는 활동을 통해서 다음 단계인 현상 일반화하기를 위한 토대를 마련하였다.





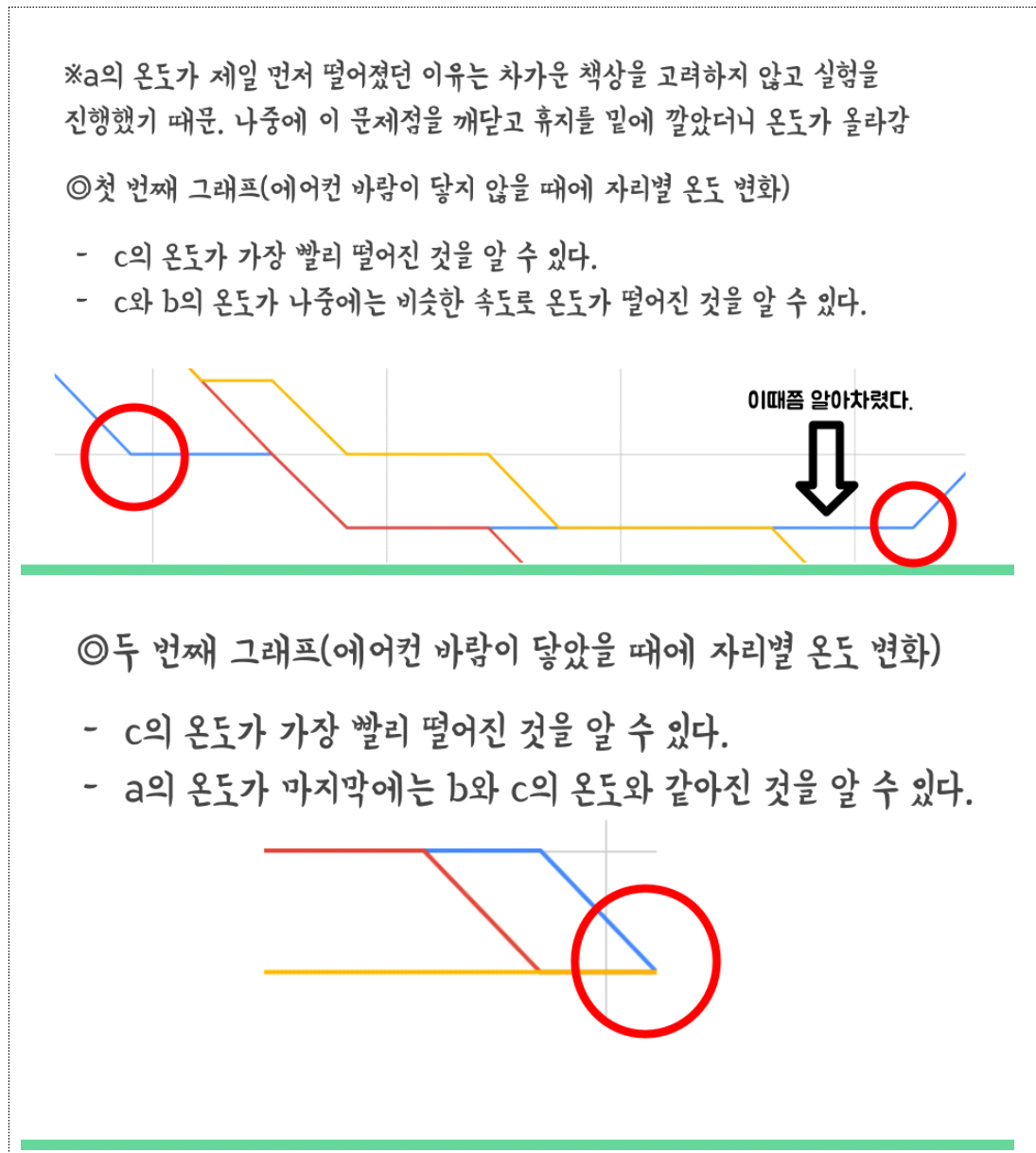
[그림 III-10] 데이터 시각화(바람이 닿지 않을 때) 자료('YSS'팀)



[그림 III-11] 데이터 시각화(바람이 닿았을 때) 자료('YSS'팀)

④ 현상 일반화하기

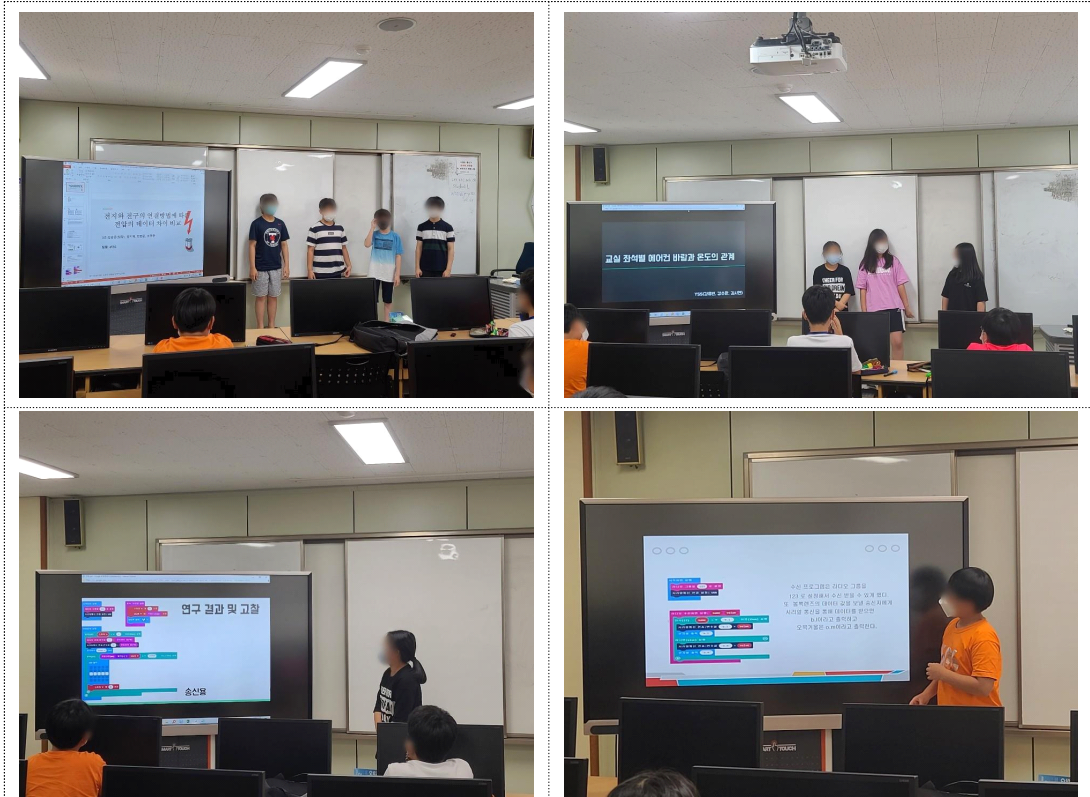
현상 일반화하기 단계에서는 분석한 내용을 바탕으로 문제 정의하기 단계에서 설정한 탐구 주제와 가설을 검증해 보고 결론을 내려보는 활동을 수행하였다.



[그림 III-12] 현상 일반화하기(‘YSS’팀)

### ⑤ 데이터 스토리텔링

데이터 스토리텔링 단계는 팀별로 수행한 프로젝트 결과를 전체 학생들 앞에서 발표하고 공유하는 시간으로 운영하였다.



[그림 III-13] 데이터 스토리텔링 장면

### (3) 1차 파일럿 테스트 결과 분석

#### ① 컴퓨팅 사고력 변화

교육 프로그램을 통한 컴퓨팅 사고력의 변화를 확인하기 위하여 비버챌린지를 활용하여 사전·사후 검사를 실시하였다. 참여 인원이 10명이므로 비모수 통계 방법인 Wilcoxon signed-rank test를 통해 효과성을 검증하였다. 유의확률 .028로 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 보였으며, 음의 순위보다 양의 순위가 더 높게 나타나 사후 점수가 증가한 것으로 확인되었다. 검사 결과를 분석한 결과는 <표 III-18>과 같다.

<표 III-18> Wilcoxon signed-rank test 결과

분석내용	표본수	평균순위	순위합	Z	p
음의 순위	1	2.50	2.50	-2.20	.028*
양의 순위	7	4.79	33.5		
동률	2	-	-		

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

## ② 개선점

1차 파일럿 테스트를 통해 교육 프로그램의 내용적인 측면에서 수정·보완해야 할 개선점들을 확인할 수 있었다.

학생들이 데이터 과학 단계에 따른 문제 해결에 대한 도움을 주기 위해 ‘데이터 과학 시나리오’를 학습지 형태로 활용하였다. 예제 실습하기 활동부터 활용하였으며, 팀별 프로젝트 활동을 자기주도적으로 계획하는데 도움이 되었다. 다만 탐구 활동이 진행되는 과정에서는 처음의 계획이 수정되는 경우가 많았는데, 이런 경우에 데이터 과학 시나리오에 반영이 되지 않아 활용도가 저하되는 모습을 관찰할 수 있었다. 또한 계획이 수정되지 않더라도 활동이 진행될수록 관심이 멀어지는 경향이 있어 학생들이 탐구 활동을 진행하는데 부담스러운 영향을 미칠 수 있음을 파악할 수 있었다. 이를 통해 활동 중 수시로 단계에 따른 수행과제를 학생들에게 안내하는 교사 활동의 필요성을 인식하게 되었다.

학생들이 팀별 프로젝트에서 설정한 주제는 ‘교실 좌석별 에어컨 바람과 온도의 관계’, ‘전지와 전구 연결 방법에 따른 전압 데이터의 차이’, ‘볼록렌즈와 오목렌즈 중 온도가 더 빨리 올라가는 것은?’과 같다. 주제를 살펴보면 범위가 과학 실험과 관련된 범위에 국한되는 모습을 관찰할 수 있었다. 센서를 통해 수집할 수 있는 데이터가 빛, 온도, 가속도 등이며 과학실험과 유사한 형태의 실습예제가 주제를 선정하는 과정에서 학생들의 창의적인 사고를 저해하는 요인으로 작용한 것으로 파악되었다. 학생들의 창의적인 사고를 신장하기 위하여 과학뿐만 아니라 여러 가지 영역의 주제를 탐색할 수 있도록 지도할 필요성을 인식하게 되었다. 1차 파일럿 테스트 결과 개선점을 <표 III-19>와 같이 정리하였다.

<표 III-19> 1차 파일럿 테스트 결과 개선점

연번	개선점
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 과학의 절차를 바탕으로 탐구를 진행할 수 있도록 교사의 안내가 필요함</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 탐구 주제가 과학실험과 관련된 주제로 국한되어 있어 다양한 영역의 탐구 주제를 설정할 수 있는 학습과정이 필요함</li> </ul>

3) 교육 프로그램 적용과 환류(2차)

1차 파일럿 테스트를 통해 도출된 수정·보완사항들을 반영한 교육 프로그램을 적용하고 프로그램의 완성도를 점검하였다. 2차 파일럿 테스트 역시 COVID-19로 인한 사회적 거리두기가 지속되고 있어 2021학년도 OO대학교 과학영재교육원 초등정보영재 6학년 학생 6명을 대상으로 제한적으로 실시되었다.

<표 III-20> 2차 파일럿 테스트 개요

대상	인원	학년	수업시수	투입시기
초등정보영재	6	6	24	2021.6.~11.

(1) 학습자 및 학습환경 분석

마이크로비트를 사용해 본 경험이 있는 학생은 6명 중 4명이었으며 영재과정을 통해 엔트리, 스크래치뿐만 아니라 파이썬과 같은 텍스트 프로그래밍 언어에 대한 경험도 있는 것으로 파악되었다. 수업은 2021년 6~11월 중 주말을 이용하여 총 24차시 내용으로 실시되었다. 피지컬 컴퓨팅 도구로는 마이크와 터치 센서 등의 장치가 추가된 마이크로비트 V2를 사용하였다. 마이크를 통해 소리 데이터를 수집할 수 있어 보다 다양한 주제의 수업이 가능하게 되었다. 1차 파일럿 테스트와 마찬가지로 개인이 사용할 수 있는 PC와 마이크로비트, 기타 준비물 등을 제공하여 학습환경을 구축하였다.

(2) 적용

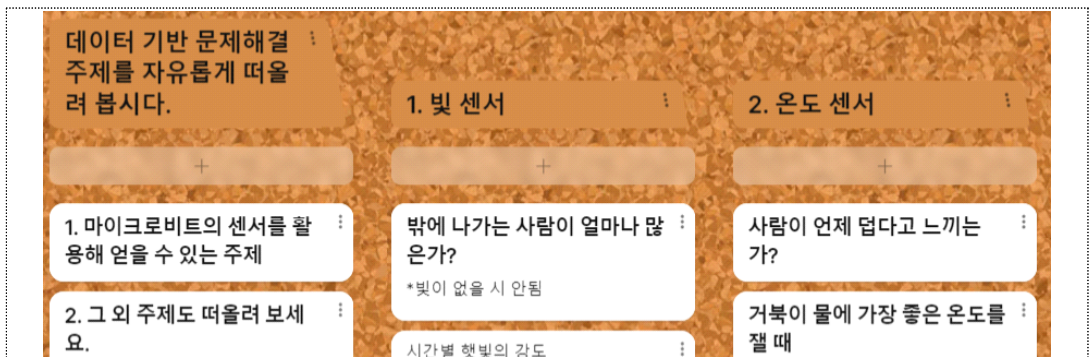
2차 파일럿 테스트는 1차 파일럿 테스트에서 도출된 결과를 반영하여 투입되었다. 1차 파일럿 테스트에서는 주제가 과학실험 형태에 국한되는 현상이 나타나 2차 파일럿 테스트에서는 범위를 확장하여 학교 안에서 발생하는 문제점들을 데이터 과학의 단계에 맞춰 해결하는 주제로 계획하였다. 1차 파일럿 테스트와 달리 실습예제를 실생활 속에서 데이터에 기반하여 문제를 해결할 수 있는 친숙한 주제로 변경하여 탐구 주제를 다양화할 수 있도록 하였다.

**주제:** 데이터 기반 학교 내 소음 문제 해결 방안 연구  
**선정 이유:** 예전부터 반에서는 소음 때문에 싸우는 경우가 많았다. 선생님이 말리고 해결 방안을 세워도 학생들은 소음에 시달리고 있다. 학생들이 고통받지 않기 위해서는 해결방안을 내세워야 한다. 우리 반에서도 선생님이 반에서 시끄러운 사람을 칠판에 쓰고 처벌하는 등 해결방안을 생각해 보았지만 효과가 있는 해결방안은 별로 없었다.

[그림 III-14] 주제 및 주제 선정 이유(‘소음’팀)

① 문제 정의하기

문제 정의하기 단계에서는 다양한 영역의 주제를 선정하기 위하여 브레인스토밍 활동을 수행하였다. 온라인 협업 도구 ‘패들렛’을 활용하여 데이터를 기반으로 해결할 수 있는 주제를 자유롭게 떠올려보고 의견을 공유하며 탐구 주제로 발전시킬 수 있는 주제를 선정하였다. [그림 III-15]는 브레인스토밍 활동 장면이다.



[그림 III-15] 브레인스토밍 활동 장면



브레인스토밍 활동을 바탕으로 ‘소음’팀이 문제 정의하기 단계에서 탐구 주제를 ‘소음 문제 해결 방안 연구’로 설정하였다. ‘소음 문제 해결 방안 연구’는 개인이 느끼는 소음의 기준이 다르다는 점에서 착안하여 다양한 소리에 노출되어 있는 환경 속에서 소음이라고 느끼는 순간의 데이터를 개인으로부터 수집받아 분석하는 내용으로 탐구가 진행되었다. 수행한 결과는 [그림 III-16]과 같다.

1. **문제 정의:** 데이터를 기반으로 학교에서 소음의 기준을 알아보자
2. **바라는 점:** 이 연구를 통해 학교와 반의 소음을 줄이고 편하게 생활 할 수 있도록 하면 좋겠다. 학생들은 이전에 소음의 대한 기준이 없었기 때문에 많은 다툼을 이뤘다. 그래서 우리는 객관적이고 믿을 만한 데이터를 이용해 학생들이 다툼을 줄였으면 좋겠다.

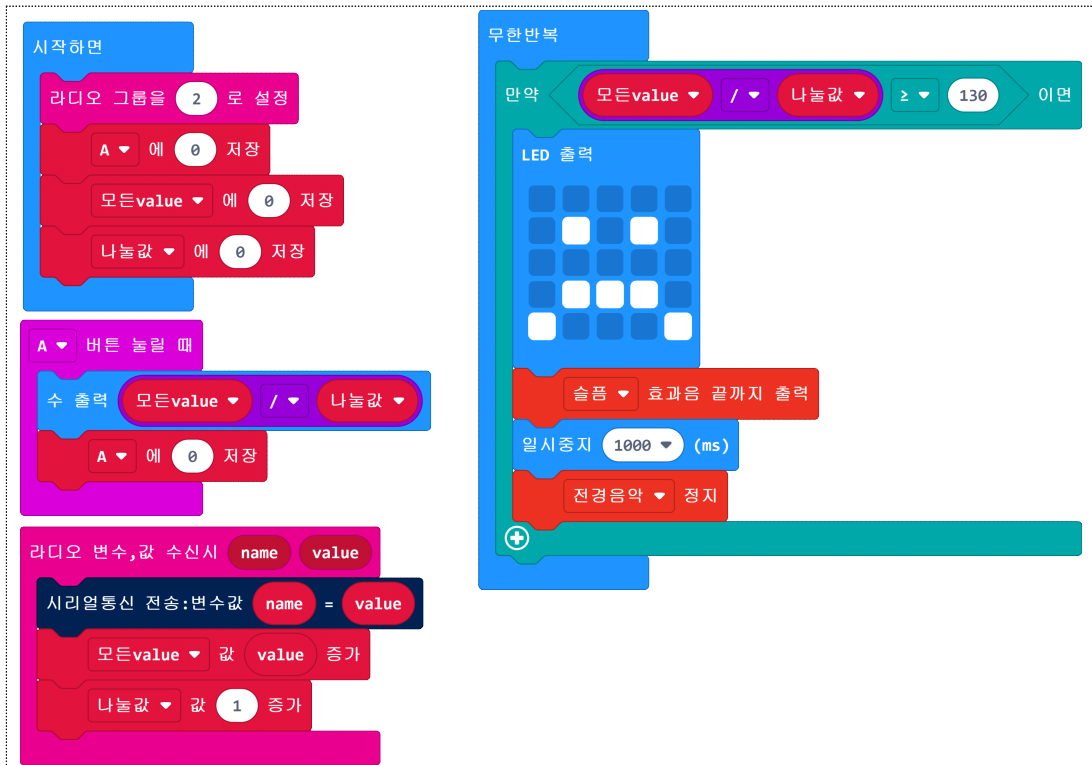
[그림 III-16] 문제 정의하기(‘소음’팀)

## ② 데이터 수집하기

데이터 수집하기 단계에서는 마이크로비트 V2에서 개선된 기능인 마이크를 활용하여 소리 데이터를 수집하는 프로그램을 제작하였다. 소리 크기를 측정할 데이터 수집용 마이크로비트, 그리고 PC와 연결하여 시리얼 통신을 수행할 마이크로비트를 각각의 목적에 맞게 프로그래밍하여 데이터 수집 활동을 수행하였다. 데이터를 수집하는 시간 간격을 실험에 맞게 조절하기 위해 직접 프로그래밍을 하여 적용하였다. 프로그램을 시뮬레이션 하면서 필요한 기능들을 생각해 보고 직접 제작하는 활동을 통해 컴퓨팅 사고를 적극적으로 활용할 수 있는 기회가 되었다. 데이터 수집하기 단계에서 제작한 데이터 수집 프로그램의 소스코드는 [그림 III-17], [그림 III-18]과 같다.

A, B학생에게 각각 여러 소리를 들려주고, 소음이라고 느끼는 순간 마이크로비트의 A버튼을 눌러 데이터를 수집하도록 하였다. 여러 가지의 크기의 소리에 대한 각각의 데이터를 수집하여 평균을 구해보고 소음의 기준을 정하고자 하였다. 실험의 목적에 맞게 평균이라는 대푯값을 활용하기도 하였으며, 값을 비교하는데 적합한 그래프인 막대그래프를 선택하여 활용했다는 점이 특징적이다.





[그림 III-17] 데이터 수집(송신용) 프로그램 소스코드('소음'팀)

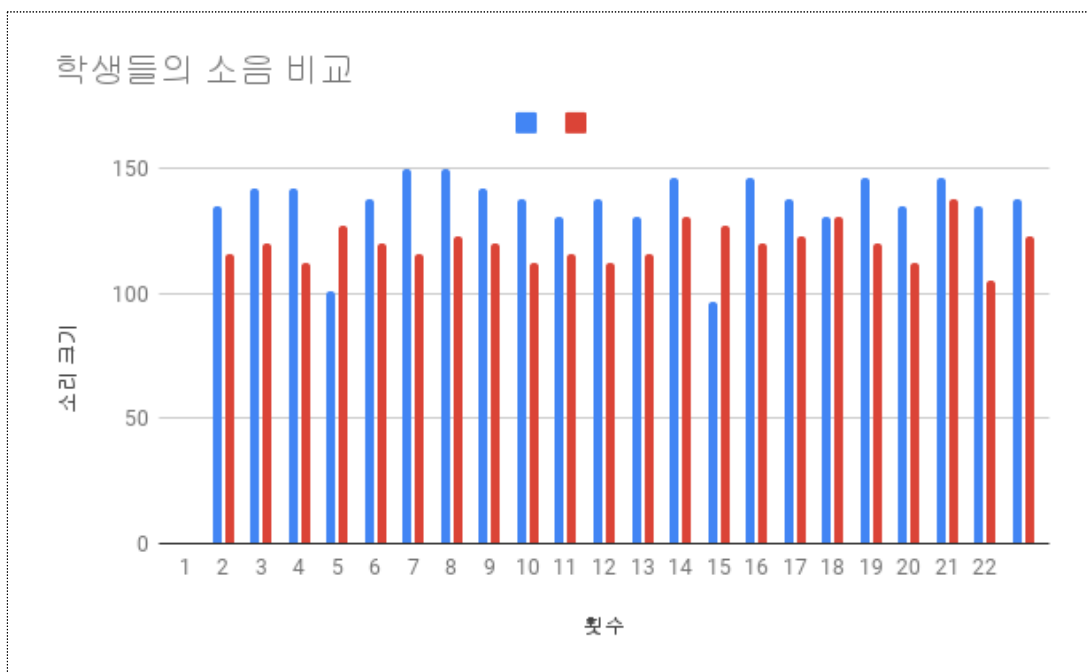


[그림 III-18] 데이터 수집(수신용) 프로그램 소스코드('소음'팀)

### ③ 현상 이해하기

현상 이해하기 단계에서는 수집한 데이터를 구글 스프레드시트를 활용해 시각화하고 해석해 보는 활동을 진행하였다. 데이터를 시각화 하는데 적합한 그래프의 종류를 생각해 보며 학습과제를 수행하였다. [그림 III-19]는 이 단계에서 ‘소음’팀이 데이터 분석한 내용이다.

막대 그래프의 파란색과 빨간색은 각각 A, B학생이 소음이라고 느끼는 순간의 소리 데이터를 수집한 결과이다.



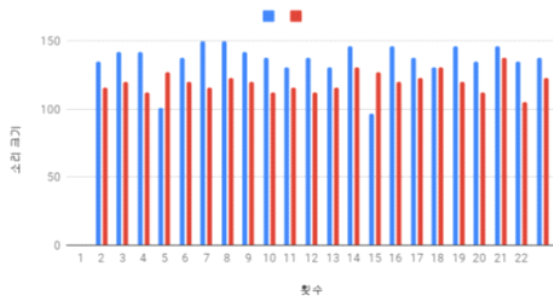
[그림 III-19] 데이터 시각화(학생들의 소음 비교) 자료(‘소음’팀)

### ④ 현상 일반화하기

현상 일반화하기 단계에서는 분석한 내용을 바탕으로 탐구 주제에 대해 결론을 내려보는 활동을 수행하였다. [그림 III-20]에서 데이터 분석 내용을 살펴보면 일정 기간 수집한 데이터의 평균을 이용하여 비교하고, 최댓값과 최솟값을 계산해 확인하는 모습을 관찰할 수 있다. 또한 두 개의 데이터를 비교하는 주제임을 고려하여 막대 그래프로 시각화한 점이 특징적이었다.

## 데이터 분석결과

학생들의 소음 비교



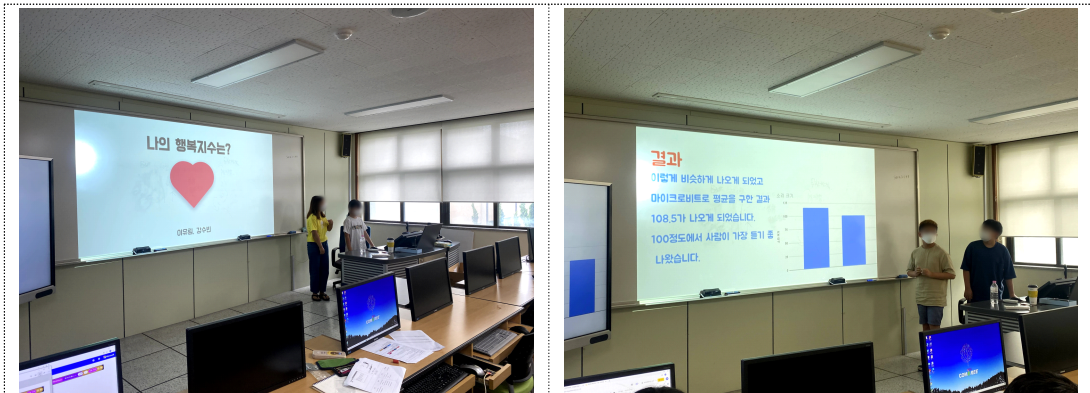
위 그림은 소음데이터를 그래프로 나타낸 것이다.  
(파랑: 강00, 빨강: 구00)

- 1) 데이터를 분석해봤더니 학생들이 느끼는 소음의 평균은 약 130이다.
- 2) 강00 학생이 구00 학생보다 더 큰 소리에서 소음을 느낀다.
- 3) 학생들이 느낀 가장 큰 소음은 약 150이다.
- 4) 학생들이 느낀 가장 작은 소음은 약 97이다.

[그림 III-20] 현상 일반화하기(‘소음’팀)

### ⑤ 데이터 스토리텔링

데이터 스토리텔링 단계는 팀별로 수행한 프로젝트 결과를 전체 학생들 앞에서 발표하고 공유하는 시간으로 운영하였다.



[그림 III-21] 데이터 스토리텔링 장면

### (3) 2차 파일럿 테스트 결과 분석

2차 파일럿 테스트를 통해 교육 프로그램의 내용적인 측면에서 수정·보완해야 할 개선점들을 확인할 수 있었다. 2차 파일럿 테스트 결과 개선점은 <표 III-21> 와 같다.

<표 III-21> 2차 파일럿 테스트 결과 개선점

연번	개선점
1	• 데이터 속에서 의미있는 정보나 패턴을 탐색하는 분석 기법이 필요함
2	• 학생의 학습 수준에 적합한 활용 도구 선정이 필요함
3	• 일반학급의 학생을 대상의 수업적용이 필요함
4	• 일반적인 교육과정의 소프트웨어 수업과 비교한 효과성 검증이 필요함

파일럿 테스트의 탐구 과정을 살펴보면 비교적 많은 주제가 가설을 설정하고 데이터에 기반해서 가설을 점검하는 형태로 진행되었다. 실제 데이터 과학 분야에서 활용되는 데이터 분석 기법에는 여러 가지가 있는데 그 중 대표적인 기법으로는 가설을 설정하고 데이터로 가설을 확인하는 분석 기법인 ‘확증적 데이터 분석’ 기법과 대량의 데이터를 분석하고 의미있는 통찰을 얻어내는 기법인 ‘탐색적 데이터 분석’ 기법이 있다. 파일럿 테스트에서 학생들의 팀별 프로젝트 활동에서 확증적 데이터 분석 기법은 중점적으로 활용되었으나 탐색적 데이터 분석 기법은 다소 활용 비중이 낮은 것으로 분석되었다. 데이터에 분산되어 있는 정보들을 탐색적으로 분석하기 위해 컴퓨팅 사고력이 많이 요구되는 탐색적 데이터 분석 기법이 학습과정에서 보다 적극적으로 활용된다면 교육효과를 더욱 높일 수 있을 것으로 판단되었다.

파일럿 테스트에서는 학습자의 수준과 학습환경을 고려하여 데이터 분석에 활용할 도구로 구글 스프레드시트를 선정하였다. 별도의 프로그램을 설치하지 않고 사용할 수 있으며 동시에 협업이 가능하다는 점에서 유용하게 활용할 수 있는 구글의 웹서비스이다. 선행연구를 살펴보면 데이터 분석에 필요한 다양한 기능을 활용할 수 있으며 초등학생을 대상으로 한 교육 프로그램에서도 그 효과성도 입증되었다(김용민, 2018; 김정아, 2021). 다만, 파일럿 테스트 과정에서 마이크로비트를 통해 수집한 데이터를 csv파일로 저장한 후 구글 스프레드시트에서 파일을 불러와서 사용해야 한다는 점과 구글 스프레드시트의 기능을 새롭게 학습하는데 비교적 많은 시간과 노력이 소요된다는 점이 학습 과정에서 학생들이 어

려움을 느끼는 요인으로 관찰되었다.

또한 2차 파일럿 테스트는 COVID-19로 인한 사회적 거리두기 상황에서 참여 대상에 제한이 있어 일반학생이 아닌 영재학생을 대상으로 실시되었다. 연구의 보편화를 검증하기 위해서는 일반학생을 대상으로 투입하여 결과를 확인할 필요가 있다. 또한 일반적인 교육과정의 소프트웨어 수업과 비교했을 때 컴퓨팅 사고력 향상에 대한 효과성을 비교하기 위해서 실험집단과 통제집단을 설정하여 연구를 진행할 필요성을 파악할 수 있었다.

#### 4. 데이터 과학 교육 수업모형 및 최종 교육 프로그램

##### 1) 데이터 과학 교육 수업모형 개발

1, 2차 파일럿 테스트를 통해 도출된 결과를 바탕으로 본 연구의 데이터 과학 교육을 위한 수업모형의 필요성을 인식하게 되었다. 교육의 효과를 높이는데 도움을 줄 수 있는 데이터 과학 교육의 수업모형을 개발하고 이를 기반으로 교육 프로그램을 수정 및 보완하여 타당도를 높이하고자 하였다(김석전, 김태영, 2017; 류미영, 한선관, 2015). 본 연구에서 개발한 교육 프로그램이 추구하는 목적과 유사한 수업모형인 창의적 문제 해결 수업모형(Creative Problem Solving)을 기반으로 데이터 과학의 교육요소를 융합하여 데이터 과학 교육 수업모형을 구안하였다. 수업모형의 내용타당도를 검증받고자 전문가 집단을 구성하여 사용성 평가와 전문가 타당도 검증을 실시하였다(이은영, 2018). 이 과정을 통해 개발된 수업모형을 본 연구의 교육 프로그램에 반영하여 최종 교육 프로그램을 개발하였다. 수업모형 개발을 위한 절차는 <표 III-22>와 같다(김봉철 외, 2022).

<표 III-22> 수업모형 개발 절차

단계	내용
수업모형 초안 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문헌연구 및 선행연구분석</li> <li>• 수업모형에 필요한 요소 도출</li> <li>• 수업모형 초안 개발</li> </ul>
↓	↓
사용성 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교수자: 박사학위 2인, 석사학위 1인</li> <li>• 평가 및 피드백</li> </ul>
↓	↓
수업모형 보완	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사용성 평가 결과를 바탕으로 수업모형 보완</li> </ul>
↓	↓
전문가 타당도 검증	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전문가 타당도 검증 실시</li> <li>• 박사학위 7인, 석사학위 4인</li> <li>• 전문가 타당도 검증 결과 반영한 최종 수업모형 개발</li> </ul>

(1) 수업모형 초안 개발

데이터 과학 교육을 위한 수업모형을 개발하기 위하여 선행연구들을 분석한 결과 학습단계를 다양하게 실시하고 있음을 알 수 있었다. 이를 바탕으로 데이터 과학 교육을 위해 필요한 학습요소들을 선별하고 학습단계로 유목화하여 수업모형의 초안을 개발하였다. 데이터 과학 교육과 관련된 선행연구에서 활용되고 있는 학습단계를 <표 III-23>과 같이 정리하였다.

<표 III-23> 데이터 교육 관련 연구 중 교수학습단계

연구자	교수학습단계
Srikant & Aggarwal (2017)	data collection - data entry/cleaning - feature extraction - visualization and model building
김용민(2018)	데이터 문제 정의하기 - 데이터 수집하기 - 현상 이해하기 - 현상 일반화하기 - 현상 예측하기 - 데이터 스토리텔링
김학인(2019)	상황인식 - 데이터 탐색 및 다양한 문제 생성 - 문제와 데이터 선택 - 문제 정교화 및 가설 설정 - 데이터 분석 방법 설계 - 데이터 분석 수행(데이터 수집 및 데이터 클리닝(전처리), 데이터 처리 및 시각화) - 데이터 분석 결과 해석 - 결론 도출 및 평가
구덕희, 김동진(2020)	문제 정의 - 데이터 수집 - 데이터 분석 - 데이터 표현 - 평가 및 일반화
손미현(2020)	도구 탐색 - 데이터 수집 - 데이터변형과 해석 - 문제 발견 - 추가 데이터 수집과 해석 - 실험 설계, 실험 수행, 자료 해석 - 결론 및 표현
허경(2020)	가설설정 - 데이터 수집 및 처리 - 데이터 시각화 및 분석 - 가설 검증

각 연구 및 교육 프로그램의 주제나 상황에 따라서 상이한 부분들이 있지만 여러 학습 단계에서 공통적으로 드러나는 단계를 찾아볼 수 있다. 각각 사용하고 있는 용어는 다르지만 큰 흐름을 봤을 때에는 ‘문제(상황) 파악-데이터 수집 및 전처리-데이터 분석-결론 도출’의 단계를 공통적으로 포함하고 있음을 알 수 있다. 이는 데이터 과학의 절차를 기반으로 하고 있으며 교육 프로그램에서도 반영되어야 하는 필수 단계라 할 수 있다.

본 연구의 교육 프로그램은 데이터 과학의 개념과 단계를 익혀 실생활의 다양한 문제들을 데이터 과학에 기반하여 해결하는 문제 해결 중심 형태로 구성되었다. 창의적 문제 해결 수업모형은 실생활에서 구조화 되어 있지 않은 문제를 발견하고 정의하는 단계를 바탕으로 아이디어를 자유롭게 도출하여 문제를 해결해 나가는 과정을 통해 확산적, 수렴적 사고 과정을 학습하는 수업모형이다. 이는



정보교육 분야에서 다양하게 활용되고 있으며 다양한 연구결과를 통해 그 효과성도 입증되고 있다(최종원, 양권우, 2010; 전성균, 이영준, 2012; 김병수, 김종훈, 2013; 전용주, 2017). 이와 같은 측면에서 창의적 문제 해결 수업모형의 목적과 단계가 본 연구에서 개발하고자 하는 교육 프로그램의 목적에 부합하다고 판단하여 이를 기반으로 데이터 과학 교육을 위한 수업모형을 개발하고자 하였다.

창의적 문제 해결 수업모형을 바탕으로 데이터 과학 교육의 단계 및 학습 요소를 유목화하고 명료화하였다. 소프트웨어 교육의 흐름을 고려하였을 때 크게 5 단계로 구분할 수 있었고 유목화된 학습 요소들을 기반으로 학습 단계의 명칭을 정했다. 이와 같은 과정을 거쳐 개발한 수업모형의 초안은 <표 III-24>와 같다.

<표 III-24> 수업모형 초안

단계	주요 활동
데이터 기반 문제정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터를 활용해 해결할 수 있는 문제인지 점검</li> <li>• 문제 정의</li> </ul>
아이디어 구상 및 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필요한 데이터 인식</li> <li>• 데이터 수집 방법 구상 - 설문, 공공데이터, SW제작 등</li> <li>• 데이터를 기반으로 해결 방법 설계</li> <li>• 온라인 협업툴 활용</li> </ul>
데이터 수집하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 수집</li> <li>• (선택)데이터 수집 SW제작</li> <li>• 목적에 맞게 데이터 정리(가공)</li> </ul>
데이터 분석 및 구현	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 분석</li> <li>• 해결 아이디어 구현</li> </ul>
피드백	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 발표 및 공유</li> <li>• 피드백</li> </ul>

## (2) 사용성 평가

개발된 수업모형의 타당화를 위해 사용성 평가를 실시하였다. 초등학생을 대상으로 데이터 관련 교육을 실시하고 있는 소프트웨어 교육의 전문가를 모집하였으며, 컴퓨터 교육 박사학위 2인과 석사학위 1인으로 구성되었다. 사전에 교수자

들을 대상으로 수업모형의 취지와 목적, 단계에 대한 안내를 하고 진행되는 수업에 대한 적용방안에 대해 소통을 하였다. 이를 바탕으로 교수자가 직접 수업을 실시한 후에 개별 인터뷰를 통해 의견을 수합하고, 효과성과 문제점들을 분석하였다.

사용성 평가에 참여한 교수자 A는 학기 중 인공지능 관련 수업에서 15차시, B는 초등정보영재 학생을 대상으로 여름방학 집중탐구주년을 활용해 12차시, C는 26차시의 수업을 실시하였으며, 각 교수자를 대상으로 수업 후 수업모형에 대한 인터뷰 및 설문을 실시한 결과는 <표 III-25>와 같다.

<표 III-25> 사용성 평가 결과

학습단계	설문 결과
문제 정의	학습자가 초등학생임을 감안했을 때, 첫 단계에서는 문제에 대해 인식하고 발견, 이해하여 정의하는 충분한 시간이 필요하다.
	문제(주제)를 명확히 구체화하기 위해 가설설정 등의 학습요소가 필요하다.
데이터 수집	핵심적인 수행과제는 데이터 수집과 데이터 전처리이며, 학습자의 수준을 고려하여 데이터 전처리 내용에 대한 정리가 필요하다.
데이터 분석	교육과정 성취기준에 근거하여 학습자의 수준에 적합한 학습과제가 제시되어야 하며, 초등학교 수준에서는 수집한 데이터를 적합한 형태로 시각화한 후 이를 문제 해결을 위해 해석하는 과정이 필요하다. 또한 시각화와 더불어 학생의 수준에 적합한 기술통계량을 구해보는 활동도 의미가 있을 것이다.
	가설을 검증하는 목적으로의 확증적 데이터 분석뿐만 아니라 데이터 속에서 의미 있는 정보를 탐색하는 탐색적 데이터 기법을 활용한 활동이 필요하다.
단계 명칭	수정 및 보완사항을 반영하고 유목화된 학습요소를 고려하여 단계의 명칭에 대해 고려해 볼 필요가 있다.

수업모형의 초안에 대한 사용성 평가를 통해 도출된 개선점을 다음과 같이 반영하였다.

첫째, 기존의 ‘데이터 기반 문제 정의’단계를 ‘문제 정의’단계와 ‘데이터 기반 아이디어 구상 및 설계’단계로 분할하였다. 일반적으로 학생들의 학습 형태는 문제점을 탐구하고 해결해 나가는 능동적인 형태보다는 주어지는 문제를 알고 있는 지식을 활용해 해결하는 수동적인 형태에 익숙해져 있다(전용주, 2018). 학습자의 능동적인 학습을 장려하기 위해서는 문제의 본질을 집중적으로 탐구하여 충분히 이해할 수 있는 시간이 필요하다. 다양한 시각으로 문제를 탐구하고, 의견을 공유하는 활동을 통해 문제에 대한 심도 있는 이해를 도울 수 있다.

둘째, 문제 해결에 필요한 데이터에 대해 구체적으로 정의하는 과제를 ‘데이터 기반 아이디어 구상 및 설계’에서 수행하도록 학습단계를 수정하였다. ‘문제정의’ 단계에서 문제에 대해 구체적인 정의를 내리고, 이를 데이터에 기반하여 해결하기 위한 탐구 질문 및 가설 설정을 수행과제로 설정하였다. 가설을 설정하고 검증하는 데이터 분석 기법인 확증적 데이터 분석 기법이 이 단계에서 활용될 수 있으며 탐구 질문 및 가설에 대한 답을 도출하는 과정이 곧 문제 해결 과정이 될 수 있다.

셋째, 선택활동으로 프로그래밍을 통해 데이터를 수집하는 활동을 제시하였다. 데이터를 수집하는 방법은 공공 데이터와 같이 기존에 구축된 데이터베이스에서 필요한 데이터를 수집하는 방법과 설문조사 등의 방법으로 필요한 데이터를 직접 수집하는 방법으로 구분될 수 있다. 다양한 교육용 프로그래밍 언어 서비스에 피지컬 컴퓨팅과 연계하여 데이터를 수집하고 분석하는 기능을 제공하고 있어 학생들이 직접 데이터를 수집하는 프로그램을 제작하는 활동으로 확장될 수 있다.

넷째, 학습자의 수준에 적합한 데이터 전처리 활동을 제시하였다. 실제 데이터 과학에서는 빅데이터를 다루며 이에 대한 전처리를 위해서는 고도화된 통계학적 지식이 필요하다. 데이터 전처리 활동이 데이터 과학에서 차지하는 비중이 크지만 교육적인 관점에서 고려하였을 때 이는 학습에 부담을 더하며 교육 프로그램의 목표에 부합하지 않은 요소라 판단하였다. 따라서 학습자의 수준에 적합한 중복값, 결측값 처리 등의 전처리 활동을 구성하여 데이터 수집 단계와 함께 유목

화하였다.

다섯째, 데이터 분석 활동으로 데이터 시각화, 기술통계량 구하기 등의 활동을 제시하였다. 이는 교육과정 성취기준에 근거했을 때 실제 초등학교 교육과정에서 다루고 있는 학습요소를 고려하여 구성하였다. 수집한 데이터를 분석하기 위해 적절한 그래프를 선정하여 시각화 해보고, 데이터를 읽기 위해 필요한 평균, 최댓값, 최솟값 등의 간단한 기술통계량을 구하는 활동 등을 포함하고 있다.

여섯째, 탐색적 데이터 분석 기법을 활용한 활동을 추가로 구성하였다. 데이터를 시각화하여 분석하고, 이로부터 통찰을 얻는 탐색적 데이터 분석을 통해 확산적이고 창의적인 사고를 함양할 수 있을 것으로 기대하였다. 시각화 된 데이터를 창의적으로 해석하여 새롭게 알 수 있는 사실을 추론하고 탐색하여 보는 활동을 제시하였다.

이와 같이 사용성 평가 결과를 바탕으로 수업모형을 수정하고 보완하였으며, 이에 따른 활동들을 유목화하여 단계를 재구성하였다.

### (3) 전문가 타당도 검증

데이터 과학 교육 프로그램 개발을 위한 수업모형의 타당도를 검증하기 위하여 전문가 타당도 검증을 실시하였다. 사용성 평가를 통해 수업모형 초안의 개선점을 도출하기 위한 질적 연구를 1차적으로 진행하였으며, 개선사항을 보완한 수업모형에 대한 전문가 타당도 검증 절차를 2차적으로 진행하였다.

#### ① 연구 참여자

전문가 타당도 검증을 위하여 연구 주제와 관련된 교육 분야의 전문가를 선정하였다. 컴퓨터 교육 및 연구경력, 특히 데이터 과학 교육 경험이 있으며 전문적인 지식과 경력을 갖춘 교사를 모집하였다. 이와 같은 조건을 고려하여 최종적으로 컴퓨터 교육 박사 5인, 박사과정 2인, 초등컴퓨터교육 석사 4인, 총 11인의 전문가 집단을 구성하였다. 전문가 집단의 구성은 <표 III-26>과 같다.

<표 III-26> 전문가 집단 구성

연번	직업	교육경력(년)	최종학력	전문 분야
1	교육연구사	20	교육학박사	컴퓨터교육
2	초등교사	19	교육학박사	STEAM교육
3	초등교사	18	교육학박사	언플러그드교육
4	초등교사	19	교육학박사	디자인씽킹
5	초등교사	20	교육학박사	데이터 시각화
6	초등교사	9	박사과정	인공지능교육
7	개발자	5	박사과정	인공지능 (딥러닝)
8	코딩강사	3	교육학석사	데이터 과학 교육
9	초등교사	18	교육학석사	초등컴퓨터교육
10	초등교사	10	교육학석사	초등컴퓨터교육
11	초등교사	10	교육학석사	데이터 과학 교육

② 타당도 검사 도구

타당도 검사 도구는 전용주(2017)의 연구에서 컴퓨팅 사고력 기반 창의적 문제 해결 수업모형의 타당도를 검증하기 위해 사용한 설문 도구를 본 연구에 맞추어 항목 및 설문 문항을 수정, 보완하여 제작하였다(전용주, 2017). 수업모형의 초안을 개발 방향, 단계 설정, 적절성, 수업 적용 가능성의 4가지 측면으로 분류하여 각각의 타당도를 검증하고 수업모형으로서의 효용성을 확인하고자 하였다. 문항은 연구에 대한 소개와 이론적 배경, 수업모형 등을 안내하고 개발 방향 2문항, 단계 설정 4문항, 적절성 2문항, 수업 적용 가능성 3문항과 각 영역별로 자유 서술형 문항을 추가하였다. 문항의 내용은 <표 III-27>과 같다.

<표 III-27> 전문가 타당도 검사 설문 문항

설문 주제	문항번호	문항 내용
개발 방향	1	창의·융합적 SW교육을 위한 수업을 구성할 수 있는 틀을 생성하는데 주안점을 두었다.
	[개발 방향]에 대한 수정 및 보완 의견	
단계 설정	2	수업모형의 이론적 배경으로 데이터 과학 이론과 창의적 문제 해결 수업모형의 단계를 선정한 것은 적절하다.
	3	데이터 과학의 이론적인 요소를 SW교육 학습단계에 연관 지어 적절히 구성하였다.
	4	데이터 과학의 과정을 SW교육의 특성을 고려하여 5단계의 교수학습단계로 구성한 것은 적절하다.
	5	수업모형 5단계의 명칭은 적절하게 부여되었다.
	[단계 설정]에 대한 수정 및 보완 의견	
적절성	6	수업모형 단계별로 제시된 단계별 활동은 적절하다.
	7	수업모형 단계별로 제시된 활동은 데이터 과학과 SW교육의 요소가 적절히 융합되어 제시되었다.
	[적절성]에 대한 수정 및 보완 의견	
수업 적용 가능성	8	수업모형을 활용하여 여러 교과 및 학년에서 데이터 교육을 계획하고 적용할 수 있을 것이다.
	9	수업모형을 기반으로 설계되는 수업의 난이도는 초등학교에 적용하기에 적합할 것이다.
	10	수업모형을 기반으로 설계되는 수업은 프로젝트 수업 형태에 적합할 것이다.
	[수업 적용 가능성]에 대한 수정 및 보완 의견	

### ③ 타당도 검증 결과

전문가 타당도 검사 설문은 구글 온라인 설문지를 활용해 제작하고, Likert 5점 척도로 응답을 측정하였다. 연구에 대한 소개와 질의응답은 유선 및 메시지를 통해 실시하였다.

Lawshe(1975)의 내용타당도 공식(Content Validity Ratio, CVR)을 활용하여 전문가 집단 대상의 설문 결과로 타당도를 검증하였다. ‘매우 그렇다(5점)’, ‘그렇다(4점)’의 응답 빈도수를 적합 응답 수로 판단하여 CVR 결과값을 도출하였다. 전

문가의 인원수를 바탕으로 제시되는 기준값에 따르면 본 연구는 전문가 인원이 11인이므로 기준값은 0.59이다. 따라서 CVR 값이 0.59 이상인 문항에 대해서는 타당도가 검증되었다고 판단할 수 있다. 또한 자유 서술형 문항을 통해 수합된 응답은 추가 면담을 통해 내용을 정리하고 수업모형 개발에 반영하였다. 전문가 타당도 검증 결과는 <표 III-28>과 같다.

<표 III-28> 전문가 타당도 검증 결과

설문 주제	문항 번호	응답(N=11)					CVR
		1	2	3	4	5	
개발 방향	1	0	0	0	0	11	1.0
단계 설정	2	0	0	0	2	9	1.0
	3	0	0	0	0	11	1.0
	4	0	0	0	0	11	1.0
	5	0	0	0	2	9	1.0
적절성	6	0	0	0	0	11	1.0
	7	0	0	0	1	10	1.0
수업 적용 가능성	8	0	0	2	2	7	0.64
	9	0	0	2	2	7	0.64
	10	0	0	0	0	11	1.0

타당도 검증 결과를 살펴보면 수업모형의 개발 방향, 단계 설정, 적절성에 대한 설문의 CVR 값은 모두 1.00이며, 수업 적용 가능성에 대한 설문의 값은 8, 9번 문항이 0.64, 10번 문항은 1.00으로 나타났다. 모든 문항이 기준값인 0.59 이상을 만족하므로 수업모형에 대한 타당도가 검증되었다고 판단된다.

CVR 값이 각각 0.64로써 비교적 낮은 값을 나타내는 8, 9번 문항은 수업 적용이 가능한 교과와 학년의 적절성에 대해 설문한 문항이다. 이 문항에 대한 설문에서는 수업모형을 기반으로 한 데이터 과학 수업이 학습자의 수준을 고려하여 대상 학년을 설정할 필요가 있다는 의견이 제기되었다. 수업모형에 포함된 학습요소 중 그래프 만들기, 평균 계산하기 등의 수학적 개념이 초등학교 5-6학년군 교육과정에서 다루어지고 있기 때문에 적절한 대상 학년은 초등학교 5-6학년 이상의 학년에서 프로젝트 수업 형태로 진행되는 것이 적합할 것이라는 의견을 수렴하였다.



#### (4) 최종 수업모형 개발

사용성 평가와 전문가 타당도 검증을 거쳐 개발된 최종 수업모형은 「문제 정의」 - 「데이터 기반 아이디어 구상 및 설계」 - 「데이터 수집」 - 「데이터 분석」 - 「공유 및 피드백」의 5단계로 구성된다. 단계에 따라 점차적으로 수업이 진행 되도록 구성하였지만 수업 과정에서 이전 단계에 대한 수정 및 보완이 필요하다면 유동적으로 내용을 수정하고 보완할 수 있다(이신동 외, 2012; 정재삼, 1996). 특히 문제 정의 단계와 데이터 기반 아이디어 구상 및 설계 단계에서 문제에 대해 정의하고, 문제를 해결하는 데 필요한 데이터에 대해 정의하는 과정은 개인뿐만 아니라 동료와 함께 심도 있게 고찰을 하고, 여러 가지 의견을 수용할 수 있는 협의 과정을 필요로 한다. 따라서 수정 및 보완에 대한 허용적인 분위기를 조성하며 교사의 적절한 안내 및 지도가 투입되어야 한다. <표 III-29>는 각 단계의 구체적인 활동을 정리한 내용이다.

<표 III-29> 최종 수업모형

단계	내용
문제 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제 상황에 대한 분석 및 이해</li> <li>• 문제 상황을 객관적, 구체적으로 정의</li> </ul>
데이터 기반 아이디어 구상 및 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 정의</li> <li>• 탐구 질문 및 가설 정의</li> <li>• (선택) 데이터 수집 SW/HW 제작</li> </ul>
데이터 수집	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 수집: 기존 데이터셋 추출, 직접 수집</li> <li>• 데이터 전처리: 중복값, 결측값 정리</li> </ul>
데이터 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술통계량(대푯값) 구하기</li> <li>• 데이터 시각화 및 해석               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탐구 질문 및 가설 검증하기</li> <li>- 새로운 패턴 발견</li> </ul> </li> </ul>
공유 및 피드백	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 발표 및 공유</li> <li>• 피드백</li> <li>• 새로운 가설 제안</li> </ul>

문제 정의 단계에서는 문제의 목적, 범위, 해결 기준, 조건 등을 가능한 범위 안에서 구체적으로 정의한다. 스스로 문제를 발견하여 능동적으로 탐구하고 해결하기 위해서 문제에 대한 구체적이고 명확한 정의 과정이 필요하다. 문제에 대한 정확한 이해를 바탕으로 문제를 해결하기 위한 데이터와 방법을 설계할 수 있다.

데이터 기반 아이디어 구상 및 설계 단계에서는 문제 해결에 필요한 데이터를 파악한다. 문제 해결에 필요한 데이터, 데이터 수집 방법 등 데이터에 대한 정의를 할 수 있도록 한다. 데이터를 기반으로 문제를 해결하기 위한 탐구 질문 및 가설을 정한다. 데이터를 통해 무엇을 확인하고, 알고 싶은지 서술하도록 한다. 필요한 데이터를 직접 수집한다면 프로그램을 직접 제작하여 활용할 수 있도록 선택활동으로 제시하였다. 마이크로비트, 할로코드 등 다양한 피지컬 컴퓨팅 도구의 센서를 활용하여 직접 데이터를 수집하고 이를 바탕으로 수업을 진행할 수 있다. 필요한 데이터를 직접 수집하는 과정에서 프로그래밍을 활용할 수 있는 기회를 제공함으로써 소프트웨어 역량과 창의적인 문제 해결력을 기를 수 있다.

데이터 수집 단계에서는 기존의 데이터에서 필요한 부분을 추출하여 활용할 수 있으며, 직접 수집이 필요한 데이터는 앞 단계에서 설계한 소프트웨어와 하드웨어를 제작하여 수집할 수 있다. 수집한 데이터 중에서 중복값, 결측값 등을 데이터 분석에 활용할 수 있는 형태로 정리하는 전처리 과정을 포함한다.

데이터 분석 단계에서는 전체적인 데이터를 요약해서 전반적인 특성을 파악할 수 있는 기술통계량인 평균, 최댓값, 최솟값 등을 구한다. 수학적인 요소를 포함하고 있기에 수학과 교육과정 상에서 제시하고 있는 성취기준에 적합한 개념을 적용할 수 있다. 수집한 데이터를 목적에 맞게 시각화하기 위한 그래프를 선택한다. 데이터 시각화와 해석을 통해 탐구 질문과 가설을 검증한다. 특히 데이터 시각화를 통한 해석 과정(민세희, 2011)은 탐색적 데이터 분석을 위해 필요한 방법이며 이를 통해 발견할 수 있는 새로운 패턴이나 사실 등을 찾아보도록 한다.

공유 및 피드백 단계에서는 탐구 질문 및 가설을 데이터 분석을 통해 검증한 결과를 공유한다. 이를 통해 동료 및 교사의 피드백을 수용할 수 있으며 필요한 경우에는 결과를 반영하여 보완한다. 데이터 수집을 위한 소프트웨어와 하드웨어를 제작했다면, 제작한 소프트웨어나 하드웨어에 대한 피드백을 함께 실시할 수 있다. 데이터 분석 과정에서 새롭게 발견한 패턴이나 사실 등이 있다면 이를 바

탕으로 새로운 가설을 제안할 수 있다.

## 2) 최종 교육 프로그램 개발

최종 교육 프로그램을 실제로 적용하게 될 대상 및 학습 환경을 고려하여 ADDIE 모형에 따른 분석 및 설계 내용을 수정·보완하였으며, 이를 교육 프로그램에 반영하였다. 또한 1, 2차 파일럿 테스트 투입 결과 교육 프로그램에 보완해야 될 부분들을 단계적으로 반영하여 최종 교육 프로그램을 개발하였다. 최종 교육 프로그램에 반영된 사항은 <표 III-30>과 같다.

<표 III-30> 최종 교육 프로그램에 반영된 수정·보완 내용

연번	수정·보완내용
1	수업모형 개발 및 적용을 통한 구체적인 수업단계 및 내용 제시
2	데이터 분석 단계에서 교육용 프로그래밍 언어의 데이터 과학 기능을 중점적으로 활용
3	다양한 데이터 분석 기법을 활용할 수 있도록 구성
4	문제 정의, 데이터 기반 아이디어 구상 및 설계 단계의 내실화

### (1) 분석

본 연구에서 개발된 교육 프로그램을 실제로 투입할 대상으로 요구 분석을 실시하였다. 요구 분석은 연구자가 담임을 맡은 OO초등학교 6학년 학급 22명의 초등학생을 대상으로 실시하였다. 학습자의 적합한 학습 수준을 설정하기 위하여 소프트웨어 교육에 대한 경험에 대한 설문을 실시하였다. 파일럿 테스트와는 달리 대상이 일반 학급 학생이기 때문에 기초 기능에 대한 학습 수준 파악이 중요하다. 자신이 다룰 수 있는 프로그래밍 언어에 대한 설문과 데이터 과학에 대한 인식 정도에 대한 설문을 실시하여 결과를 분석해 보았다.

<표 III-31> 최종 교육 프로그램 참여 대상 설문조사(1) (N=22)

내용	엔트리(명)	스크래치(명)	마이크로비트(명)
다룰 수 있는 프로그래밍 언어를 선택해 주세요.	10 (45.5%)	8 (36.3%)	4 (18.2%)

파일럿 테스트의 참여 대상인 정보영재학급 대상과는 다르게 일반 학급의 학생들은 소프트웨어 교육 참여 경험과 자신감이 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 정규 교육과정은 일반적으로 6학년에서 실시되고 있기 때문에 별도의 교육 활동 참여를 하지 않은 학생들은 소프트웨어 교육에 참여할 기회가 없었던 것으로 파악되었다.

<표 III-32> 최종 교육 프로그램 참여 대상 설문조사(2) (N=22)

내용	매우 흥미롭다 (명)	조금 흥미롭다 (명)	별로 흥미롭지 않다(명)	매우 흥미롭지 않다(명)
데이터 과학에 대한 첫인상이 어땠나요?	2 (9.1%)	3 (13.6%)	15 (68.2%)	2 (9.1%)
응답내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 요즘 인기있는 주제라서 관심이 간다</li> <li>• 새로운 내용이어서 재미있을 것 같다</li> <li>• 수학이 많이 사용되서 어려울 것 같다</li> <li>• 이름에 ‘과학’이 들어가서 어려울 것 같다</li> </ul>			

데이터 과학에 대한 기본적인 안내 후 흥미도에 대한 설문을 실시하였다. 정보영재학급 학생을 대상으로 했던 파일럿 테스트와 달리 흥미도가 비교적 낮게 나타났다. 학생들이 평소 학습에 대한 부담을 많이 갖고 있는 편이며, 응답내용에서처럼 ‘데이터 과학’이란 용어에서 미리 부담감을 느끼는 학생들도 있는 것으로 파악되었다. 학습자에 대한 분석 결과 프로그래밍에 대한 기초 기능에 대한 학습과 데이터 과학에 대한 친밀감을 느낄 수 있는 활동이 필요함을 알 수 있었다.

교육 프로그램이 진행되는 학교는 구글 워크 스페이스 환경과 학생들이 개인별로 사용할 수 있는 디지털 기기인 크롬북이 교실에 구축되어 있다. 학급에서 진행되는 일반 교과 수업 또한 구글 클래스룸을 플랫폼으로하여 활발하게 진행되고 있기 때문에 학생들 모두에게 익숙한 환경이다. 공유와 협업의 기능을 더할 수 있는 학습환경이기에 이를 중점으로 교육 프로그램을 진행할 수 있다.

## (2) 설계 및 개발

### ① 연구 가설

가설1. 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램은 학습자의 컴퓨팅 사고력을 향상시킬 것이다.

가설2. 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램은 일반적인 교육과정의 소프트웨어 수업보다 컴퓨팅 사고력 향상에 효과적일 것이다.

### ② 연구 대상

본 연구의 효과를 검증하기 위하여 교육 프로그램을 투입할 실험집단과 투입하지 않고 일반적인 교육과정에 따른 소프트웨어 교육 수업을 진행할 통제집단을 구성하였다. 실험집단은 연구자가 담임을 맡아 수업을 진행하는 6학년 별님반 22명 학생이며, 통제집단은 6학년 달님반 24명이다.

### ③ 연구 설계

수업에 활용될 피지컬 컴퓨팅 도구는 할로코드로 선정하였다. 할로코드는 앰블록에서 연결하여 사용할 수 있는데, 앰블록은 직관적이며 사용법 습득이 쉬운 교육용 프로그래밍 언어인 스크래치를 기반으로 하고 있어 학생들이 프로그래밍 언어를 새롭게 익히는 데 어려움을 최소화할 수 있다(이은경, 2013). 또한 앰블록은 데이터 시각화, 기후 데이터 제공, 구글 스프레드시트 연동과 같이 프로그래밍으로 데이터 과학을 실습할 수 있는 기능들을 제공하고 있어 소프트웨어 교육 측면에서도 효과성을 극대화할 수 있다는 장점이 있다.

교육 프로그램의 투입 시기는 실험집단과 통제집단이 같은 시기에 이루어지도록 계획하였으며, 각 집단마다 사전·사후에 컴퓨팅 사고력 검사를 실시하고, 결

과를 비교하여 개발한 교육 프로그램의 효과성을 검증하고자 하였다.

수업시수는 실험집단과 통제집단 모두 동일하게 2015 개정 교육과정의 실과 교과 중 소프트웨어 수업 단원의 17차시와 로봇수업 단원의 7차시를 재구성하여 총 24차시의 수업을 계획하였다. 교육기간은 2022년 8월부터 12월까지로 주1회 2시간 블록수업으로 계획하였다. 수업은 각 학급의 담임교사가 맡아서 진행하였으며, 연구자가 실험집단의 담임교사를 맡고 있다. 연구 설계는 <표 III-33>과 같다.

<표 III-33> 연구 설계

대상	사전 검사	처치	사후 검사
실험집단	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
통제집단	O <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>4</sub>

X<sub>1</sub> : 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램  
 X<sub>2</sub> : 2015 개정 교육과정에 의한 일반적인 소프트웨어 수업  
 O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub> : 사전 검사(컴퓨팅 사고력 검사)  
 O<sub>2</sub>, O<sub>4</sub> : 사후 검사(컴퓨팅 사고력 검사)

### (3) 최종 교육 프로그램

#### ① 단원 설계서

실제 교육에 투입될 최종 교육 프로그램의 전체적인 구성을 <표 III-34>와 같이 설계하였다. 개발 과정을 거쳐 교육 프로그램 초안의 단원설계안에서 몇 가지 사항이 수정·보완되었다.

먼저 ‘이해하기’에서 피지컬 컴퓨팅 도구와 프로그래밍의 기초 기능을 익히는 활동을 보다 데이터 과학과 관련된 내용에 중점을 두어 필요한 요소를 학습하도록 하였다. 교육 프로그램 초안에서는 피지컬 컴퓨팅의 기초기능을 익히기 위해 별도의 차시를 계획하고 프로그램을 제작하는 수업을 진행하였다. 최종 교육 프로그램에서는 보다 실제적이고 적용 가능한 학습을 위해서 데이터 과학 기능을 활용한 예제 프로그램을 통해 피지컬 컴퓨팅과 기초 프로그래밍 기능을 익힐 수 있도록 설계하였다.

‘적용하기’에서는 본 연구에서 구안한 데이터 과학 교육의 수업모형 5단계에 따라 예제 프로그램을 실습하였다.

‘실생활에 적용하기’에서는 ‘이해하기’, ‘적용하기’에서 익힌 내용을 바탕으로 데이터 과학 문제 해결 과정의 모든 단계를 팀별 프로젝트 형태로 진행하도록 설계하였다.

<표 III-34> 최종 교육 프로그램 단위 설계서

주제	피지컬 컴퓨팅을 활용한 데이터 과학
관련 성취기준	<p>[6수05-01] 평균의 의미를 알고, 주어진 자료의 평균을 구할 수 있으며, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[6수05-02] 실생활 자료를 그림그래프로 나타내고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[6수05-03] 주어진 자료를 띠그래프와 원그래프로 나타낼 수 있다.</p> <p>[6수05-04] 자료를 수집, 분류, 정리하여 목적에 맞는 그래프로 나타내고, 그래프를 해석할 수 있다.</p> <p>[6실04-08] 절차적 사고에 의한 문제 해결의 순서를 생각하고 적용한다.</p> <p>[6실04-09] 프로그래밍 도구를 사용하여 기초적인 프로그래밍 과정을 체험한다.</p> <p>[6실04-10] 자료를 입력하고 필요한 처리를 수행한 후 결과를 출력하는 단순한 프로그램을 설계한다.</p> <p>[6실04-11] 문제를 해결하는 프로그램을 만드는 과정에서 순차, 선택, 반복 등의 구조를 이해한다.</p> <p>[6실05-07] 여러 가지 센서를 장착한 로봇을 제작한다.</p>
바라는 모습	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 피지컬 컴퓨팅 도구의 기본 기능을 익혀 데이터 수집 프로그램을 제작할 수 있다.</li> <li>• 데이터 과학의 절차와 방법을 익혀 문제를 해결할 수 있다.</li> <li>• 데이터 분석을 통해 데이터 속에 분산되어 있는 정보를 목적에 맞게 파악할 수 있다.</li> <li>• 데이터와 컴퓨팅 기술을 활용한 문제 해결 방법을 익히고, 다양한 분야에 적용하여 문제를 해결할 수 있다.</li> </ul>
핵심 질문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 과학자로서 문제를 해결하기 위한 어떤 아이디어를 제공할 것인가?</li> </ul>
탐구할 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 피지컬 컴퓨팅으로 어떤 데이터를 수집할 수 있는가?</li> <li>• 데이터 과학은 어떤 단계로 문제를 해결하는가?</li> <li>• 데이터를 통해 자신의 생각을 확인할 수 있는가?</li> <li>• 데이터에서 새로운 정보들을 어떻게 찾아낼 수 있는가?</li> <li>• 생활 속의 문제들을 어떻게 데이터로 해결할 수 있는가?</li> </ul>



수행과제	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생활 속의 문제를 데이터에 기반하여 해결할 수 있는 아이디어를 제시한다.</li> </ul>
학생 선택 활동	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 탐구 주제</li> <li>• 탐구 데이터의 종류</li> <li>• 데이터 분석 방법</li> <li>• 탐구 주제 및 데이터의 특징에 따른 시각화 그래프의 종류</li> </ul>
단계	활동 내용
이해하기	<p><b>[1차시] 프로젝트 주제 조망하기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터로 들여다보는 ‘처서 매직’에 대한 이야기</li> <li>• 전체 프로젝트의 수행과제 알아보기</li> </ul> <p><b>[2-3차시] 데이터 과학 알아보기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 과학의 개념 알아보기</li> <li>• 데이터 과학의 단계와 방법 알아보기</li> </ul> <p><b>[4-6차시] 데이터 수집 방법 익히기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mBlock을 이용해 데이터 수집 프로그램 제작하기</li> <li>• 공공 데이터 포털을 통해 데이터 수집하기</li> <li>• 온라인 설문조사 도구를 통해 데이터 수집하기</li> </ul> <p><b>[7-8차시] 데이터 분석 방법 익히기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균, 최댓값, 최솟값 구하는 방법을 프로그래밍 하기</li> <li>• 프로그래밍으로 데이터를 그래프로 시각화 하기</li> </ul>
적용하기	<p><b>[9-14차시] 예제 실습하기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ‘문제 정의’-‘데이터 기반 아이디어 설계 및 구상’-‘데이터 수집’-‘데이터 분석’-‘공유 및 피드백’ 단계에 따라 실습하기</li> </ul>
실생활에 적용하기	<p><b>[15차시] 문제 정의하기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 과학을 통해 해결할 수 있는 탐구 주제 정하기</li> <li>• 탐구 주제 및 가설설정하기</li> </ul> <p><b>[16-17차시] 데이터 기반 아이디어 구상 및 설계하기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제 해결에 필요한 데이터 알아보기</li> <li>• 데이터 수집 방법 계획하기(실험설계하기)</li> </ul> <p><b>[18-19차시] 데이터 수집하기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 탐구 주제 해결을 위한 데이터 수집 프로그램 제작하기</li> <li>• 문제 해결에 적합한 형태로 데이터 정리하기</li> </ul>

**[20-21차시] 데이터 분석하기**

- 평균, 최댓값, 최솟값 등의 기초통계량 구하기
- 탐구 주제 및 데이터 특징에 적합한 그래프로 데이터 시각화하기
- 데이터 해석하고 토의하기

**[22-23차시] 공유 및 피드백하기**

- 탐구 결과 공유를 위한 발표자료 만들기
- 발표 준비하기
- 탐구 결과 발표하기
- 발표를 듣고 질문 및 평가하기

**[24차시] 프로젝트 마무리하기**

- 프로젝트 과정 되돌아보기
- 프로젝트 평가 및 피드백하기

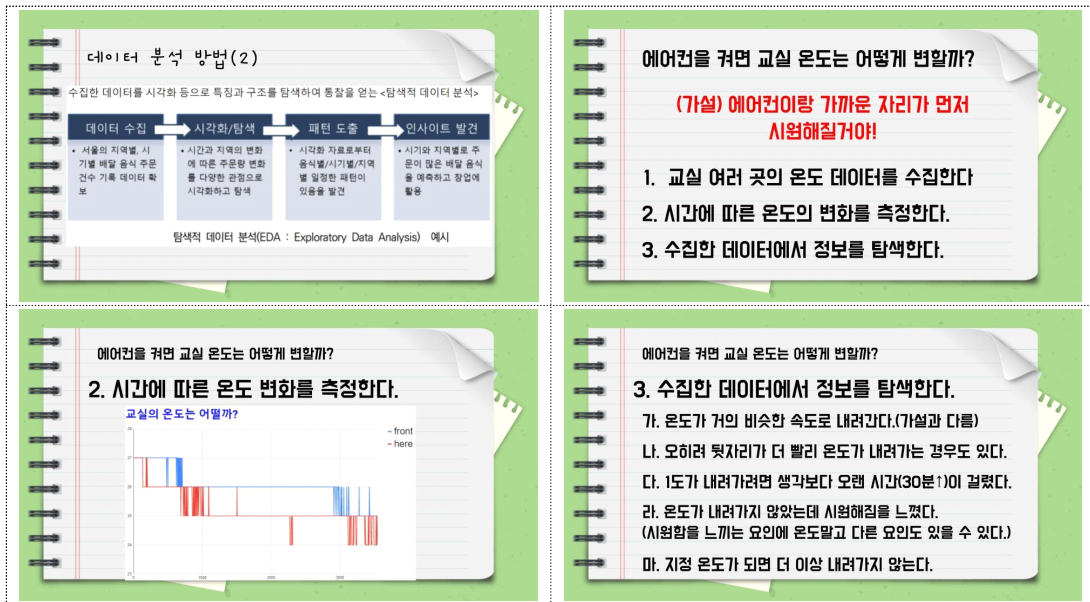
② 교육 자료

본 연구 과정에서 개발한 데이터 과학 교육을 위한 수업모형의 단계에 맞춘 교육 자료를 제작하였다. 차시별 수업의 흐름과 활동을 구체적으로 계획한 교수·학습과정안, 차시별 수업에 활용될 자료인 교사용 프레젠테이션, 그리고 수업시간에 학생들이 활동하게 될 학생용 학습지를 제작하였다.

<표 III-35>는 ‘흙의 종류에 따른 토양수분 데이터 분석’ 예제 실습을 위한 교수·학습과정안의 예시이다. 일반적인 수업 구조인 ‘도입’-‘전개’-‘정리’ 단계를 사용하였으며 데이터 과학의 문제 해결 과정을 바탕으로 학습 활동을 구성하였다. [그림 III-22]는 퍼지컬 컴퓨팅 및 프로그래밍의 기초 기능과 데이터 과학의 개념 및 방법에 대한 교수활동을 위한 프레젠테이션 자료의 예시이다. [그림 III-23]은 수업 시간에 학생들이 사용할 학생용 학습지의 예시이다. 그 외에도 수업 과정에서 학생들의 생각을 묻거나 작품을 공유하기 위해 구글 클래스룸을 중점적으로 활용하고자 하였다.

<표 III-35> 교수·학습과정안 예시

교수·학습과정안			
일시	2022.9.26.(월) ~ 10.24.(월)	대상	6학년 별님반 22명
주제	피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학	차시	9-14/24
활동명	흙의 종류에 따른 토양수분 데이터 분석	소요시간 (분)	240
학습목표	토양수분 센서를 이용한 데이터 수집 프로그램을 제작하고, 수집한 데이터를 분석하여 설명할 수 있다.		
학습 요소	교수·학습 활동		시간
도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 전시학습상기</li> <li>- 데이터 시각화 프로그램 점검하기</li> <li>- 데이터 시각화</li> <li>● 활동과제 안내</li> </ul>		5
전개	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 문제 정의</li> <li>- 생태환경교육 중 궁금했던 점 떠올리기</li> <li>- 주제 제시('어떤 흙이 물이 많이 머금고 있을까?')</li> <li>- 우리 학교에 있는 여러 흙의 물 빠짐 정도 비교하기</li> <li>- 화분을 만들기에 적절한 흙 선택하기</li> </ul>		25
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터 기반 아이디어 설계 및 구상</li> <li>- 물 빠짐 정도를 비교할 수 있는 토양수분 데이터 수집하기</li> <li>- 토양수분 데이터를 비교할 수 있도록 실험에서 같게 할 조건, 다르게 할 조건을 설정하기</li> <li>- 탐구 질문 및 가설 정의하기</li> <li>- 데이터 수집 계획하기(비교대상, 수집시간 등)</li> <li>- 할로코드를 활용해 데이터 수집 프로그램 제작하기</li> </ul>		80
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터 수집</li> <li>- 토양수분 센서를 활용하여 데이터를 수집하는 프로그램 제작하기</li> <li>- 여러 흙의 토양수분 데이터 수집하기</li> <li>- 결측값, 오류 등을 확인하고 데이터 전처리하기</li> </ul>		40
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터 분석</li> <li>- 수집한 데이터를 그래프로 시각화하는 프로그램 제작하기</li> <li>- 시각화한 데이터 분석하기</li> <li style="padding-left: 20px;">: 흙의 물빠짐 정도 비교하기</li> <li style="padding-left: 20px;">: 데이터 속에서 새롭게 알 수 있는 점 탐색하기</li> </ul>		40
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 공유 및 피드백</li> <li>- 팀별 탐구결과 발표하기</li> <li style="padding-left: 20px;">: 자신과 친구의 분석 결과를 비교하며 의견 공유하기</li> </ul>		40
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 활동 정리하기</li> <li>- 활동 소감 및 보완점 작성하기</li> <li>● 차시 학습 안내</li> <li>- 팀별 프로젝트 진행하기</li> </ul>		10



[그림 III-22] 데이터 과학 문제 해결 교수자료



[그림 III-23] 학생용 학습지

## IV. 최종 교육 프로그램 적용 및 결과 분석

### 1. 적용

피지컬 컴퓨팅 도구의 기초 기능 및 데이터 과학에 대한 기초 개념 이해 수업은 강의 및 실습 형태로 수업이 진행되었으며, 학습한 내용을 바탕으로 예제를 통해 실습할 기회를 마련하고 최종적으로 팀별 프로젝트 수업 형태로 수업이 진행되었다. 다음은 본 연구에서 개발한 수업모형의 단계에 따라 진행한 교육활동의 예시이다.

#### 1) 예제 실습 수업 [흙의 종류에 따른 수분도 실험]

실습 예제인 ‘흙의 종류에 따른 수분도 실험’은 토양수분 센서를 활용하여 여러 종류의 흙에 같은 양의 물을 투입한 후에 시간에 따라 물이 빠지는 정도를 데이터화 하고 분석하는 내용으로 진행되었다.

##### (1) 문제 정의

예제 실습 활동에서는 전체적인 학습의 흐름을 경험하기 위해서 학생들에게 일부분 구조화 된 주제와 내용을 제시하여 수업을 진행하였다. 파일럿 테스트 결과 학생들이 적절한 주제를 선정하는 데 비교적 어려움을 느낀다는 점을 파악했기 때문에 전체적인 학습의 흐름을 실제로 경험하고자 팀별 프로젝트에서 직접 주제를 선정하는 단계를 수행하도록 하였다. 예제 주제와 관련된 학생들의 경험을 이끌어낼 수 있는 발문을 통해 탐구 목적을 명확히 하였다. 또한 상황을 고려하였을 때 탐구 활동에 적절한 흙의 종류와 수를 결정하고 탐구 목적에 도달하기 위해 필요한 기준 및 조건에 대해 구체적으로 명시하도록 하였다. 실습 활동에서는 구조화 된 주제와 내용을 제시하였기 때문에 주제를 수정하거나 변경하는 경우가 없었지만 팀별 프로젝트 활동에서는 단계를 진행하는 과정에서 주제가 유동적으로 수정될 수 있음을 안내하여 지도하였다.

## (2) 데이터 기반 아이디어 구상 및 설계

문제 정의 단계에서 정해진 주제를 탐구하기 위해 필요한 데이터가 무엇인지 파악해 보고, 데이터에 따른 수집 방법을 탐색하도록 하였다. 이 수업은 주제의 특성상 직접 데이터를 수집해야하기 때문에 데이터 수집을 위한 프로그램을 제작하는 방법을 선택하였다. 데이터에 대한 정의를 수행한 후에 필요한 경우에 따라서 구체적인 탐구 주제에 대한 가설을 설정하도록 하였다. 데이터 과학의 개념에 대한 내용을 다룰 때 확증적 데이터 분석과 탐색적 데이터 분석의 개념에 대해서 지도하며 가설을 설정하는 주제에 국한되지 않고 탐색적으로 데이터를 탐구할 수 있는 주제를 설정할 수 있음을 안내하였다. 그럼에도 대부분 주제를 설정하는데 가설을 설정하는 모습을 관찰할 수 있었는데, 기존의 과학 교과수업의 실험활동을 통해 익숙해진 절차를 선호하는 것으로 분석되었다.

## (3) 데이터 수집

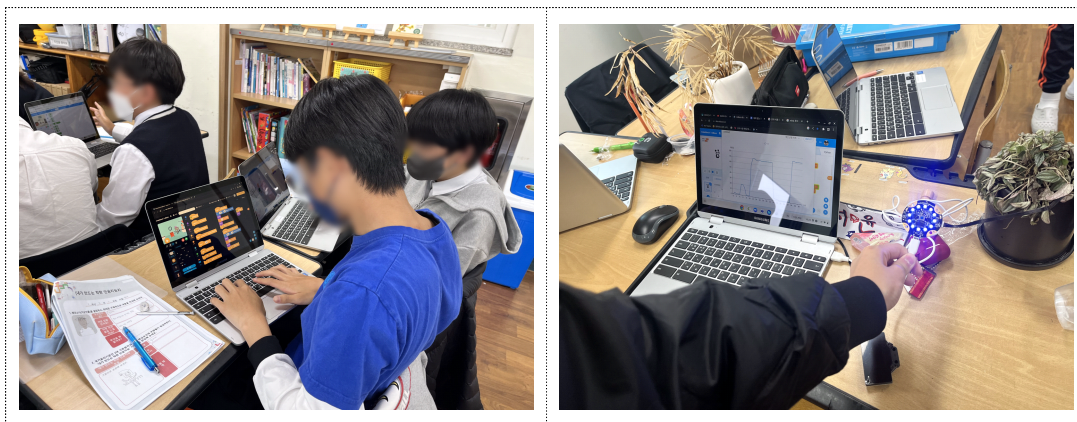
데이터 수집을 위해서 할로코드에 토양수분센서를 연결하여 작동하는 프로그램을 제작하였다. 가장 기본적인 기능인 센서값을 수집하는 기능을 함께 만들어 보고, 각자 구상한 탐구 내용에 따라 프로그램을 수정하는 활동을 가졌다. 프로그램 수정 활동에서 학생들은 센서값을 수집하는 총 시간과 센서값이 수집되는 시간의 간격 등을 상황에 맞게 조절하여 프로그래밍을 하였다. 측정장치를 통해 관찰자가 직접 측정값을 수집해야 하는 실험과 달리 피지컬 컴퓨팅을 활용하여 자동으로 수집하는 프로그램을 직접 제작해야 하기 때문에 스스로 구상한 탐구 내용에 따라 데이터 수집과정 전체를 조망하고 구체적으로 필요한 기능들을 구상해서 구현하는 모습들을 관찰할 수 있었다. 또한 프로그램의 프로토타입을 만드는 데서 끝나는 것이 아니라 실험을 하면서 지속적으로 발생하는 필요한 기능들을 스스로 보완하여 프로그램을 최적화하는 데 집중하였다. 이와 같이 데이터 수집 프로그램을 제작하는 활동에서 학생들이 각자 구상했던 내용들을 프로그래밍으로 구현하는 과정이 컴퓨팅 사고를 집중적으로 활용하는 데 도움이 된 것으로 분석되었다.



#### (4) 데이터 분석

데이터를 분석하기 위해 앰블록의 데이터 과학 기능을 활용하였다. 앰블록은 자체 확장 기능에 데이터를 시각화할 수 있는 프로그래밍 기능을 제공하고 있어 센서를 통해 수집한 값을 실시간으로 시각화할 수 있다. 데이터 분석을 프로그램이나 도구를 활용하지 않고 학생들이 직접 프로그래밍으로 구현할 수 있다는 점은 소프트웨어 교육 관점에서 고려하였을 때 높은 교육적 효과를 가져다 줄 것으로 생각된다.

데이터 분석을 위해 수집한 데이터의 평균, 최댓값, 최솟값 등의 간단한 기술통계량을 구해 보고 그래프로 시각화하는 활동을 하였다. 그리고 분석한 결과를 바탕으로 탐구 주제에 대한 결과를 완성하도록 하였다. [그림 IV-1]은 학생들이 데이터 수집 프로그램을 제작하고 직접 데이터를 수집하는 장면이다.



[그림 IV-1] 데이터 수집 프로그램 제작 및 데이터 수집 활동

탐구 주제에 대한 결과를 완성하고나서 추가적인 활동으로 시각화 한 데이터를 탐색해 보는 활동을 진행하였다. 데이터 속에서 찾을 수 있는 특징을 자유롭게 찾아서 의견을 나눠보도록 하였다. 정답을 찾아내는 수렴적 발문이 아닌 창의적인 사고를 유도하는 발산적 발문을 통해 다양한 생각을 공유하였다. 이 활동을 통해 발견된 특징을 기반으로 의미있는 정보를 찾아내거나 또 다른 탐구 주제로 확장될 수 있음을 이해하도록 하였다.



## (5) 공유 및 피드백

‘흙의 종류에 따른 수분도’를 주제로 탐구한 내용을 공유하는 시간을 운영하였다. 자신의 데이터 분석 결과를 구글 클래스룸에 공유하여 자신과 친구들의 결과를 비교해보도록 하였다.

데이터를 통해 결과를 직접 확인하고 비교해봄으로써 성취감을 느끼는 모습들을 관찰할 수 있었다. 또한 자신의 결과와 다른 친구들과 비교하며 그 원인을 찾아보고 피드백을 수용하기도 하였다.

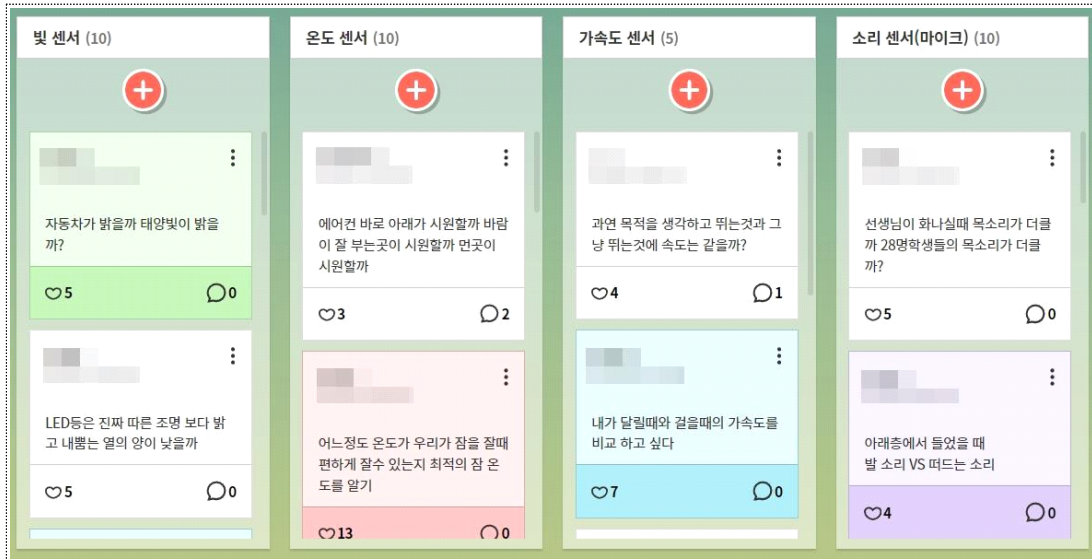
## 2) 팀별 프로젝트 수업

예제 실습을 통해 데이터 과학 단계에 따른 문제 해결 방법을 익히고, 팀별 프로젝트 수업을 통해 실생활에 적용해보는 수업을 진행하였다. 학생별로 크롬북 및 할로코드를 사용할 수 있는 학습환경이며, 구글 클래스룸을 수업 플랫폼으로 활용하고 있어 아이디어 공유 및 협업 활동은 모두 블렌디드 형태로 진행되었다.

5단계의 데이터 과학 문제 해결 단계에 따른 팀별 프로젝트 학습은 다음과 같이 진행되었다.

### (1) 문제 정의

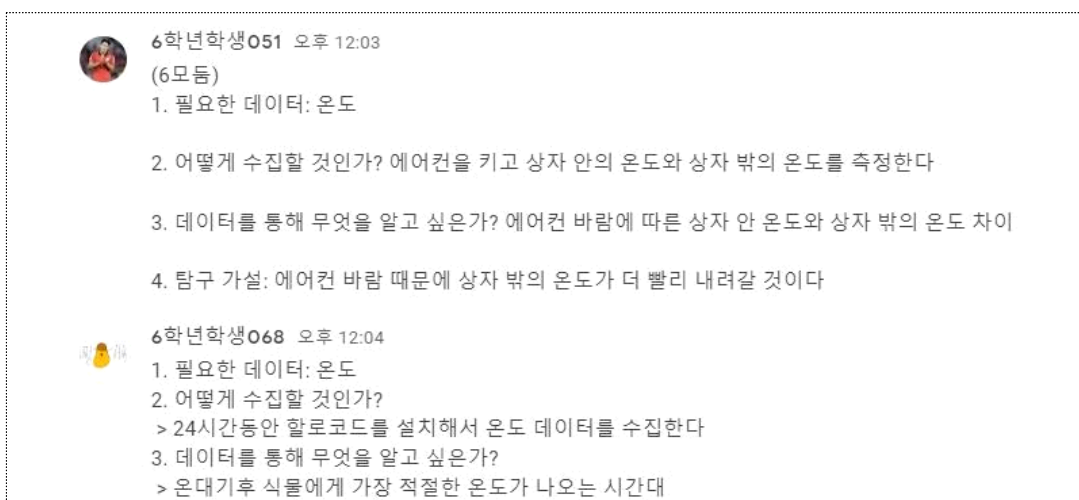
예제 실습과는 달리 실생활 속에서 데이터를 기반으로 해결할 수 있는 적절한 문제를 직접 설정해야 하는 단계이다. 적절한 주제를 선정하는데 도움이 필요하여 본격적인 팀별 활동에 들어가기에 앞서 전체 활동으로 주제를 자유롭게 떠올려보는 브레인스토밍 활동을 진행하였다. 이전 활동을 통해 다뤄왔던 센서를 통해 어떤 데이터를 수집할 수 있는지, 이 데이터를 통해 실생활 속에서 어떤 문제를 해결할 수 있는지 자유롭게 의견을 제시하고 공유해 봄으로써 주제의 소재 및 범위를 보다 활성화할 수 있도록 하였다.



[그림 IV-2] 탐구 주제 브레인스토밍 활동

(2) 데이터 기반 아이디어 구상 및 설계

팀별로 탐구 주제를 정하고 나서 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터와 수집 방법, 구체적으로 알아보고 싶은 내용 등을 구상하고 설계하였다. 주제에 따라서가설을 세워보도록 하였다. 팀별 토의를 통해 정해진 내용을 [그림 IV-3]과 같이 구글 클래스룸에 게시하여 공유하고, 수정이 필요한 내용에 대해 피드백을 하여 상황에 맞게 수정하도록 지도하였다.



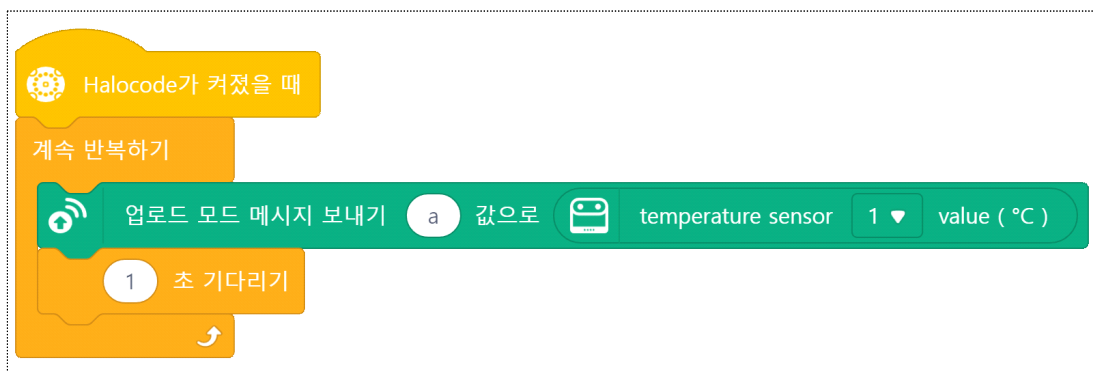
[그림 IV-3] 데이터 기반 아이디어 구상 및 설계 활동

### (3) 데이터 수집

문제 정의와 데이터 기반 아이디어 구상 및 설계 단계에서 정해진 내용을 바탕으로 필요한 데이터를 직접 수집하였다. 애플블록과 할로코드를 활용해서 팀별로 주제에 적합한 데이터 수집 프로그램을 제작하였으며, 계획된 내용에 따라 데이터 수집 기간과 장소를 정해서 실제 데이터 수집을 시작하였다.

‘우리 교실에서 식물을 기르기에 적절한지 알아보기’를 주제로 탐구를 진행한 모둠에서 제작한 프로그램 중 [그림 IV-4]는 할로코드를 이용해 수집한 데이터를 애플블록의 업로드 기능을 통해 전송하는 코드이며, [그림 IV-5]은 1초 단위로 수집한 데이터를 10분 단위로 평균을 계산하여 그래프로 시각화하는 코드 중 일부이다. 할로코드를 이용해 10분 단위로 데이터를 수집하고 시각화하기 위하여 자신들이 필요한 코드를 새롭게 만들어 제작해 냈다. 문제 정의와 데이터 기반 아이디어 구상 및 설계 단계에서 탐구 주제에 대한 이해가 바탕이 되어 자신들에게 필요한 프로그램의 기능을 명확하게 제시하였다. 기존의 데이터 수집 프로그램으로도 진행할 수 있었지만 필요한 기능을 구현하기 위하여 여러 차례 실패를 겪어가며 프로그래밍에 몰두하는 모습이 나타났다.

데이터 수집 프로그램을 통해 수집된 데이터의 수가 많다보니 데이터를 분석하기 위해 정리하는 전처리가 필요했다. 특히 데이터가 측정되지 않는 결측값이 자주 발생하였다. 결측값이 발생한 데이터는 전체적인 탐구 내용에 지장을 주지 않는 내용이라면 삭제하고, 데이터를 시각화할 수 있는 형태로 전처리를 수행하였다.



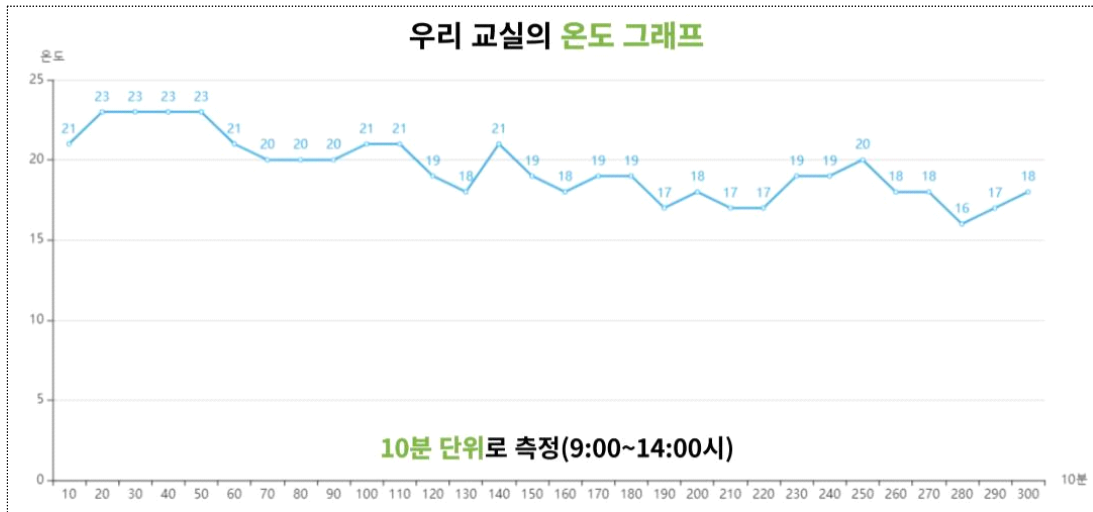
[그림 IV-4] 데이터 수집 프로그램 소스코드



[그림 IV-5] 데이터 시각화 프로그램 소스코드

#### (4) 데이터 분석

팀별로 수집한 데이터를 앰블록의 데이터 과학 기능을 활용하여 수집한 데이터를 적절한 형태의 그래프로 시각화하여 분석하였다. 시각화된 데이터를 통해 팀별로 설정한 가설, 혹은 알고 싶었던 정보에 대해서 협의하는 활동을 진행하였다. 또한 데이터 속에서 새롭게 알 수 있는 정보들을 탐색해 보도록 하여 다양한 데이터 분석 기법을 활용하였다. [그림 IV-6]과 [그림 IV-7]은 데이터 분석 결과를 발표자료 형태로 제작한 자료 예시이다. x축은 10분 단위, y축은 온도 값으로 설정하여 5시간 동안의 교실 온도 데이터를 수집하였다. 데이터의 평균을 계산하고, 자신들이 조사한 식물이 자라는데 적절한 온도를 비교하여 탐구 주제에 대한 결론을 도출하였다. 또한, 그래프에서 오후로 갈수록 점차 기온이 낮아지는 현상을 발견하고 그 이유를 밝히기 위하여 당일 기온, 교실 내 히터 사용 여부, 교실 내 학생 수 등을 비교하며 새로운 호기심을 갖는 모습을 관찰할 수 있었다.



[그림 IV-6] 데이터 시각화 자료

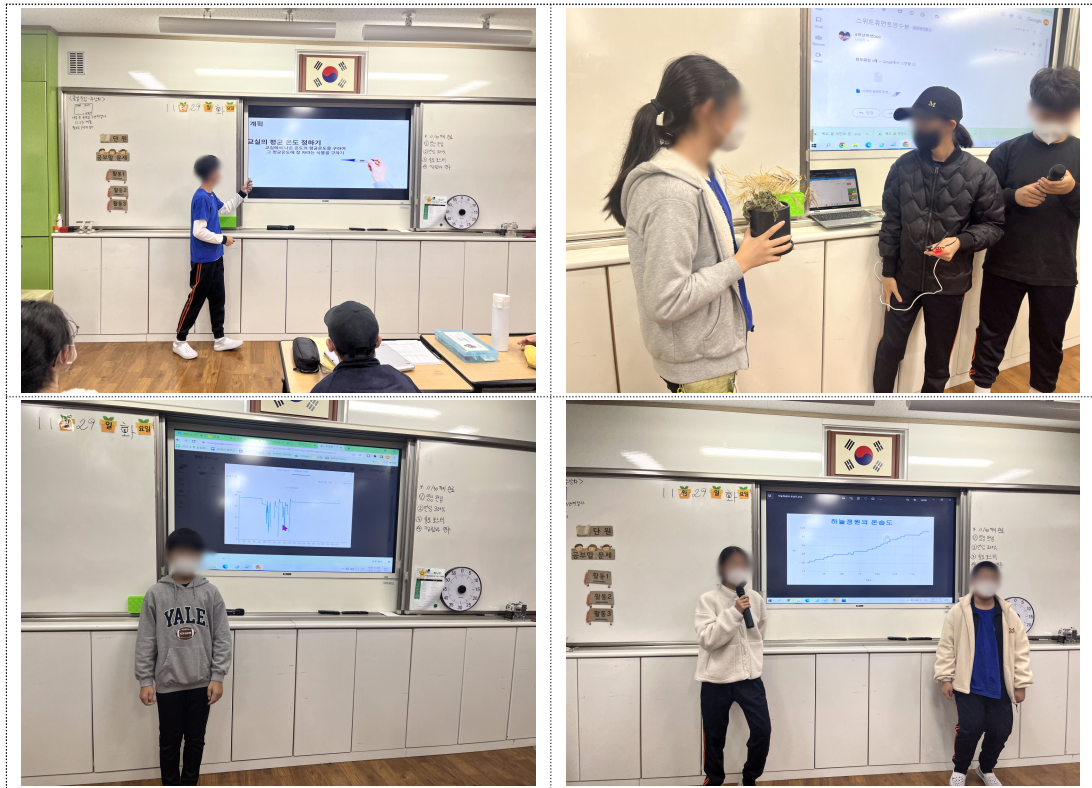


[그림 IV-7] 데이터 분석 결과 발표 자료

#### (5) 공유 및 피드백

각 팀에서 데이터 분석 결과를 토대로 완성한 발표자료를 통해 탐구 결과를 모두 함께 공유하는 활동을 하였다. 발표가 끝나고나면 궁금한 점, 개선할 수 있는 점들에 대해 자유롭게 의견을 제시하여 생각을 공유할 수 있도록 하였다. [그림 IV-8]은 모둠별 발표 장면이다.





[그림 IV-8] 발표 장면

공유 및 피드백 시간을 마치고 개인별로 활동 소감을 나눠보았다. <표 IV-1>은 활동 소감 중 일부이며, 수업 전 설문 결과 나타난 데이터 과학에 대한 낮은 흥미도에 비해 성취감을 느끼는 학생들이 많아졌다.

<표 IV-1> 수업 후 활동 소감

연번	활동 소감
1	데이터를 직접 수집해서 프로젝트를 진행해보니 데이터를 수집하는 과정과 그것을 프로그래밍으로 눈으로 볼 수 있게 만드는 것이 어렵다는 것을 깨달았다. 또한 그 과정에서 즐거움을 느낄 수 있었다.
2	데이터를 직접 수집해서 앰블록에서 프로젝트를 해서 뿌듯함이 가장 컸고, 친구들과 아이디어를 내서 또 기쁘고 기뻐다.
3	궁금했던 점을 데이터를 통해 관찰해보는 게 재밌었다.

## 2. 평가

### 1) 양적 연구 결과 분석

본 연구에서 개발한 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램이 컴퓨팅 사고력에 미친 효과에 대한 양적 연구 결과를 분석하였다. 실험집단을 대상으로 개발된 교육 프로그램을 실시하였고, 통제집단을 대상으로는 기존의 교육과정에 기반한 소프트웨어 교육을 실시하였으며, 사전과 사후에 걸쳐서 컴퓨팅 사고력을 측정하였다.

<표 IV-2> 연구 설계

대상	사전 검사	처치	사후 검사
실험집단	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
통제집단	O <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>4</sub>

X<sub>1</sub> : 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램

X<sub>2</sub> : 2015 개정 교육과정에 의한 일반적인 소프트웨어 수업

O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub> : 사전 검사(컴퓨팅 사고력 검사)

O<sub>2</sub>, O<sub>4</sub> : 사후 검사(컴퓨팅 사고력 검사)

### (1) 정규성 검정

본 연구에 참여한 인원은 실험집단이 22명, 통제집단이 24명으로 표본 수가 30 미만이므로 데이터가 정규분포를 형성하는지 확인해야 한다. 표본 수가 50 미만의 경우 사용하기 적합한 방법인 Shapiro-Wilk test를 활용하여 두 집단의 사전 검사 데이터에 대한 정규성 검정을 실시하였다. 검정을 실시한 결과 실험집단의 유의 확률이 .041로서 유의수준 .05을 기준으로 작게 나타나 정규성을 충족하지 못하는 것으로 확인되었다.



<표 IV-3> 정규성 검정 결과

집단	표본수	평균	표준편차	최솟값	최댓값	<i>p</i>
실험집단	22	8.59	3.081	5	15	.041*
통제집단	24	9.00	2.934	3	14	.307

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

(2) 집단 내 사전·사후 비교

정규성을 충족하지 못하여 실험집단의 사전·사후 컴퓨팅 사고력 변화의 차이를 확인하기 위한 통계 방법으로 비모수 통계 방법인 Wilcoxon signed-rank test를 활용하였고, 그 결과는 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4> Wilcoxon signed-rank test 결과

분석내용	표본수	평균 순위	순위합	<i>Z</i>	<i>p</i>
음의 순위	0	0	0	-3.84	.000**
양의 순위	19	10	190		
동률	3	-	-		

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

검사 결과 사전 점수와 사후 점수 사이에 유의미한 차이를 보였으며(*Z*=-3.84, *p*<.01), 음의 순위보다 양의 순위가 더 높게 나타나 사전 점수 대비 사후 점수가 증가한 것으로 확인되었다. 따라서 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램이 컴퓨팅 사고력 향상에 유의미한 효과가 있다고 할 수 있다.

(3) 집단 간 사전·사후 비교

정규성 검정 결과 정규성을 충족하지 못하여 실험집단과 통제집단 간 컴퓨팅 사고력 변화의 차이를 확인하기 위한 통계 방법으로 비모수 통계 방법인 Mann-Whitney U test를 활용하였고, 그 결과는 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-5> Mann-Whitney U test 결과

종속변수	집단	표본수	평균 순위	순위합	Z	p
컴퓨팅 사고력 점수(사전)	실험집단	22	22.18	488.00	-0.642	.521
	통제집단	24	24.71	593.00		
컴퓨팅 사고력 점수(사후)	실험집단	22	27.66	608.50	-2.029	.042*
	통제집단	24	19.69	472.50		

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

결과를 살펴보면 사전 컴퓨팅 사고력 검사에서 실험집단과 통제집단의 평균 차이에 대한 유의확률 값은 .521로서 유의미하지 않음을 확인할 수 있다. 이를 통해 두 집단 간의 사전 동질성이 확보되었다. 사후 검사에서는 두 집단 간의 평균 차이에 대한 유의확률 값이 .042로서 유의수준 .05보다 작게 나타나 실험집단과 통제집단이 유의미한 차이를 보였으며, 실험집단의 평균 순위(M=27.66)가 통제집단의 평균 순위(M=19.69)보다 높게 나타나 실험집단에 적용한 교육 프로그램이 컴퓨팅 사고력 향상에 유의미한 효과가 있음을 알 수 있었다.

## 2) 질적 연구 결과 분석

본 연구에서 개발한 교육 프로그램이 컴퓨팅 사고력에 어떤 영향을 미쳤는지 분석하기 위해 질적 연구도 함께 병행하였다. 사전·사후 검사지에 학생들이 작성한 문제 풀이 과정을 비교하여 질적 연구의 측면에서 학생들의 사고 과정에 어떤 변화가 있었는지 분석해 보았다.

[그림 IV-9]은 컴퓨팅 사고력 측정 도구 중 일부 문항이다. 학생들이 실제로 풀이한 검사 도구를 분석해 본 결과, 일부 학생에게서 이 문항의 문제 풀이과정 중 사전 검사에 비해 사후 검사에서 특징적으로 나타나는 모습들이 관찰되었다. [그림 IV-10]은 동일 학생의 사전 검사지에 나타난 풀이 과정이며, [그림 IV-11]은 사후 검사에서 나타난 풀이 과정이다.

**문제2 (2-1에서 2-4까지)**

호성이는 학교 축제에서 ‘공의 개수 맞추기 게임’을 담당하게 되었습니다. 이 게임은 <절차>에 따라 진행하여 ‘공의 개수’를 먼저 맞추는 팀이 승리하는 게임입니다.

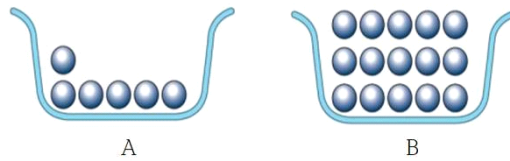
게임에 적용되는 <절차>는 다음과 같다. <절차>는 순서대로 진행된다.

————— <절 차> —————

1단계 : 바구니 A, B에 공의 개수가 같으면, 바구니 A에 남아있는 ‘공의 개수’를 외친 후 종료한다.

2단계 : 공이 많은 바구니에서 공이 적은 바구니에 든 ‘공의 개수’만큼 뺀 후, 1단계로 간다.

바구니 A, B에 각각 6개, 15개의 공이 들어있을 때, <절차>를 적용하면, 바구니 A에 남는 ‘공의 개수’는 3개이다.

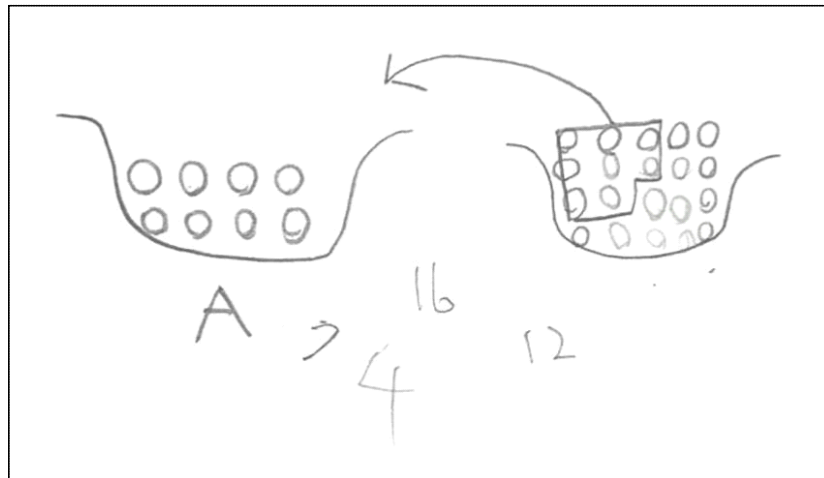


2-1. 바구니 A, B에 각각 8개, 20개의 공이 들어있을 때, 위 <절차>를 적용하여 바구니 A에 남는 ‘공의 개수’를 <보기>에서 고르시오. (            )

————— <보 기> —————

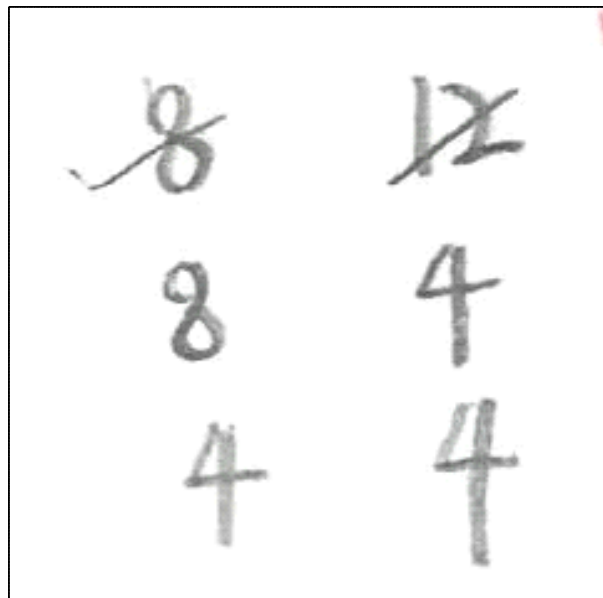
- ① 1                      ② 2                      ③ 4                      ④ 5                      ⑤ 8

[그림 IV-9] 컴퓨팅 사고력 검사 중 일부 문항(1)



[그림 IV-10] 사전 검사 풀이과정(1)

사전 검사에서는 해당 문제를 해결하기 위해서 그림으로 표현하고, 도식화 하면서 해결해 나가는 모습을 관찰할 수 있다.



[그림 IV-11] 사후 검사 풀이과정(1)

반면에 사후 검사에서는 같은 유형의 문제를 숫자로 나타내어 문제를 해결하는 과정을 관찰할 수 있다. 그림과 같은 기호를 통해 문제를 해결하는 수준에서 숫자로 표현하여 계산하는 것은 수학적인 개념으로 추상화하는 과정을 거쳤다고

할 수 있다. 이와 같은 현상은 문제의 정답을 맞추지 못한 학생들에게서도 발견할 수 있었다. 이는 데이터 과학을 통한 문제 해결 과정에서 주어진 현상을 데이터화하는 과제를 반복적으로 연습하였으며, 데이터 분석 과정에서 데이터화된 숫자를 이용하면 계산과 분석이 수월해진다는 점을 인지하게 된 결과로 파악된다.

또한 [그림 IV-12] 유형의 문제 풀이과정 중에서도 비슷한 특징적인 모습들이 관찰되었다.

5-2. 헤지는 계단을 한 층 더 쌓는데 필요한 블록의 총 개수를 구하려고 한다.

예를 들어, 4층 계단을 쌓기 위해서는 3층 계단을 쌓는데 필요한 블록의 총 개수에 쌓고자 하는 층 수 만큼의 블록이 더 필요하다. 이 규칙을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$S(0) = 0$$

$$S(1) = S(0) + 1 = 1$$

$$S(2) = S(1) + 2 = 3$$

$$S(3) = S(2) + 3 = 6$$

.....

8층 높이로 계단을 쌓으려고 할 때, 필요한 블록의 총 개수를 <보기>에서 고르시오. (      )

— <보      기> —

① 21      ② 28      ③ 30      ④ 32      ⑤ 36

[그림 IV-12] 컴퓨팅 사고력 검사 중 일부 문항(2)

$S(0) = 0$ $S(1) = S(0) + 1 = 1$ $S(2) = S(1) + 2 = 3$ $S(3) = S(2) + 3 = 6$ $S(4) = S(3) + 4 = 10$ $\dots\dots S(5) = S(4) + 5 = 15$ $S(6) = S(5) + 6 = 21$	$S(7) = S(6) + 7 = 28$ $S(8) = S(7) + 8 = 36$	$S(1) = S(0) + 1 = 1$ $S(2) = S(1) + 2 = 3$ $S(3) = S(2) + 3 = 6$ $S(4) = S(3) + 4 = 10$ $S(5) = S(4) + 5 = 15$ $\vdots$ $S(100) = S(99) + 100 =$
--	---	---

[그림 IV-13] 사전 검사 풀이과정(2)

[그림 IV-13]처럼 사전 검사에서는 해당 유형의 문제를 해결하기 위해서 제시된 공식을 일일이 계산해 보면서 직접 결과를 확인하는 모습을 관찰할 수 있다. 패턴을 인식하여 문제를 해결하기 보다는 직접 수를 대입해서 결과를 확인하고 나서 답안을 작성하는 것으로 나타났다.

$S(0) = 0$ $S(1) = S(0) + 1 = 1$ $S(2) = S(1) + 2 = 3$ $S(3) = S(2) + 3 = 6$ $S(4) = S(3) + 4 = 10$ $\dots\dots$	$) + 2$ $) + 3$ $) + 4$
--	-------------------------

[그림 IV-14] 사후 검사 풀이과정(2)

반면에 사후 검사에서는 일일이 확인하면서 직접 결과를 확인하지 않더라도 문제에서 규칙을 발견하고 이를 적용하여 답을 찾아내는 모습을 관찰할 수 있다.

즉, 컴퓨팅 사고력의 구성 요소인 패턴인식을 통해 문제를 해결하는 능력이 향상되었다고 볼 수 있다.

풀이과정에서 발견한 학생들의 사고 변화의 모습은 모두 학생들이 문제를 해결할 때 사전 검사에서보다 사후 검사에서 추상적인 개념을 활용한다는 공통점이 있다. 이는 곧 교육 프로그램에 참여함으로써 학생들이 추상화를 중심으로 한 컴퓨팅 사고력이 향상되었음을 알 수 있는 사실이다(김갑수, 2010).

### 3) 연구 결과 종합 분석

피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육을 주제로 진행된 본 연구에 참여한 학생들에게 나타난 컴퓨팅 사고력 변화는 크게 2가지 요인에 의한 것으로 판단된다.

첫째, 프로그래밍으로 데이터 수집과 분석을 수행하였다. 데이터 과학 교육과 관련된 연구를 살펴보면 데이터 분석 단계에서는 프로그래밍을 활용한 소프트웨어 교육이 이루어지지만, 데이터 수집 단계에서는 프로그래밍을 활용하지 못하는 한계점을 갖고 있다. 반면에 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용함으로써 데이터 수집 단계에서도 프로그래밍을 기반으로 한 컴퓨팅 기술을 충분히 활용할 수 있게 되어 소프트웨어 교육적 효과를 기대할 수 있다. 프로그래밍은 데이터 과학에서 필수적인 요소이지만 초등학생의 수준에 적합하지 않은 텍스트 프로그래밍 언어가 주로 활용되고 있어 적용하기가 쉽지 않았다. 피지컬 컴퓨팅을 통해 데이터 수집 및 분석을 블록형 교육용 프로그래밍 언어 플랫폼에서 수행할 수 있다는 점은 교육적인 의미가 높다고 할 수 있다.

둘째, 데이터를 분석하는 과정을 학습했기 때문이다. 본 연구에서는 확증적 데이터 분석과 탐색적 데이터 분석 기법을 적용한 수업모형을 기반으로 교육 프로그램을 개발하였다. 데이터 분석 과정에서 학습자는 먼저 실생활의 여러 현상을 데이터화하여 수집한다. 그 과정에서 숫자로 추상화하는 학습이 반복적으로 이루어졌을 것이라 생각된다. 수집한 데이터를 시각화하여 그래프를 해석하는 과정을 경험한다. 많은 양의 데이터를 분석하기 위해서 추상화, 문제분할, 패턴인식 등의 컴퓨팅 사고력이 사용된다. 데이터를 분석하는 과정의 경험이 자연스럽게 컴퓨팅 사고력 향상에 도움이 되었을 것이라 생각한다.



이와 같은 내용들을 종합해 보자면 본 연구에서 개발한 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램은 피지컬 컴퓨팅을 활용해 데이터 수집, 분석 과정에서의 여러 가지 수행과제들을 해결함으로써 컴퓨팅 사고력이 향상되는데 효과적이었음을 확인할 수 있었다. 또한 데이터 과학에서 쓰이는 데이터 분석 기법인 확증적 데이터 분석, 탐색적 데이터 분석 기법을 활용한 데이터 분석 과정이 컴퓨팅 사고력 향상에 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

## V. 결론

본 연구는 체제적 교수 설계 모형인 ADDIE 모형의 단계에 따라 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램을 개발하고 초등학생을 대상으로 적용하여 컴퓨팅 사고력의 변화를 검증하는 연구로 진행되었다. ADDIE 모형의 분석, 설계, 개발, 적용, 평가 단계에 맞추어 연구 절차가 수행되었다.

첫째, 분석 단계에서는 컴퓨팅 사고력, 데이터 과학, 피지컬 컴퓨팅에 대한 선행연구 분석과 학습 요구, 학습 과제, 학습자 및 학습환경 분석을 수행하였다. 그 결과 피지컬 컴퓨팅 기반의 데이터 과학 교육 프로그램의 필요성을 확인하였으며, 교육 프로그램 개발을 위한 기반을 마련하였다.

둘째, 설계 단계에서는 분석한 내용을 바탕으로 성취 목표 명세화, 평가 도구 설계, 교수 방법과 교수 전략 개발, 프로그램의 구조화와 계열화를 수행하였다. 2015 개정 교육과정에서 실시되고 있는 소프트웨어 교육과 데이터 과학을 융합한 교육 프로그램의 목표를 명세화하고, 교육 프로그램 개발을 위한 전체적인 틀을 구성하였다.

셋째, 개발 단계에서는 설계 단계의 내용을 바탕으로 교육 프로그램의 초안을 개발하고, 2차례의 파일럿 테스트를 통해 개선점을 도출하였다. 주요 개선점으로는 ‘팀별 프로젝트에서 탐구 주제가 과학실험과 관련된 주제에 국한되는 점’, ‘비교적 많은 탐구 주제가 가설을 설정하고, 데이터에 기반해서 가설을 점검하는 형태로 진행되는 점’, ‘피지컬 컴퓨팅을 활용하였을 때 데이터 분석 도구로 스프레드시트를 활용하는 경우 사용법을 추가적으로 학습하는 데 시간과 노력이 소요되어 시수의 제한점이 발생하는 점’, ‘참여 학생이 정보영재학생으로 제한되었으며, 참여 학생 수가 소수인 점’ 등이 있었다. 의견을 반영하여 수업의 정형화를 확보할 수 있는 수업모형을 개발하고, 활용 도구 및 참여 대상을 연구의 목적에 맞게 설정한 최종 교육 프로그램을 개발하였다.

넷째, 적용 단계에서는 개발 단계에서 파일럿 테스트를 거쳐 완성된 최종 교육 프로그램을 초등학생에게 적용하였다. 교육과정을 재구성하여 24차시에 걸친 수업을 실시하였으며, 사전·사후에 컴퓨팅 사고력 검사를 실시하였다.

다섯째, 평가 단계에서는 교육 프로그램에 참여한 학생들의 컴퓨팅 사고력 변화를 측정하기 위한 도구로 컴퓨팅 사고력 측정 도구(이원규 외, 2017)를 활용하였다. 컴퓨팅 사고력에 대한 사전, 사후 검사 결과에서 유의미한 향상도가 나타났다. 일반 교육과정에 기반한 소프트웨어 수업을 실시한 통제집단과 교육 프로그램을 투입한 실험집단을 비교한 결과 본 연구에서 개발한 교육 프로그램이 컴퓨팅 사고력 향상에 유의미한 영향을 미쳤음을 확인함으로써 교육적 효과를 검증하였다.

본 연구를 통해 얻은 결론과 그에 따른 교육적 측면에서의 의의는 다음과 같다.

첫째, 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램은 초등학생의 컴퓨팅 사고력 함양에 효과적이다. 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용함으로써 데이터 과학 교육에 프로그래밍 요소가 적극적으로 반영될 수 있었다. 피지컬 컴퓨팅을 활용함으로써 데이터 수집과 분석 단계를 프로그래밍으로 구현할 수 있어 데이터 과학에 프로그래밍을 적극적으로 활용할 수 있는 소프트웨어 교육이 가능해졌다. 즉, 소프트웨어 교육과 데이터 과학을 융합한 교육이 이루어졌으며, 컴퓨팅 사고력을 함양하기 위한 교육의 효과성을 높일 수 있게 되었다. 데이터 과학 교육과 관련된 선행연구에서 데이터 과학 교육이 학습자의 컴퓨팅 사고력, 창의성 등의 문제해결과 관련된 사고력 향상에 미치는 영향을 조사하는 연구가 이루어져 왔다. 본 연구에서는 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램이 학습자의 컴퓨팅 사고력에 미치는 영향을 밝힌다는 점에서 교육적인 의의가 있다.

둘째, 교육 현장에 데이터 과학 교육을 도입할 수 있는 효과적인 방안을 제시하였다. 데이터 과학 교육과 관련된 선행연구에서는 엑셀, 스프레드시트 등의 데이터 분석 도구를 활용하거나 언플러그드, 텍스트 프로그래밍 언어를 활용한 데이터 과학 교육에 대한 연구가 이루어져 왔다. 본 연구에서 개발한 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램은 소프트웨어 교육과 데이터 과학 교육이 융합한 형태로 교육 현장에서 초등학생을 대상으로 데이터 과학을 교육할 수 있는 소프트웨어 교육의 방안을 제시한다. 피지컬 컴퓨팅을 활용함으로써 직접 데이터를 수집할 수 있으며, 수집한 데이터를 적합한 형태로 시각화하고 분석할 수 있다. 이 과정들을 모두 프로그래밍을 통해 구현한다는 점에서 소프트웨어 교육

의 내용이 강화되었다. 초등학생을 대상으로 데이터 과학 교육을 실시할 수 있는 효과적인 방안이며, 초등학교 교육과정의 여러 교과를 연계한 프로젝트형 수업에 적용하기에 적합하다는 점에서 교육적인 의의가 있다.

셋째, 데이터 과학 교육을 위한 수업모형을 개발했다. 전문가 집단을 구성하여 타당도를 검토하고, 실제 교수자들의 사용성 평가를 실시하였다. 내용타당도를 검증하는 내용타당도 비율(CVR) 값이 기준값을 만족하여 내용타당도가 검증되었다. 일반적인 데이터 과학 교육의 수업모형과 비교하였을 때 문제 해결 과정에 초점을 맞추어 문제를 정의하고, 데이터에 기반하여 아이디어를 구상하는 단계를 보다 강조하였다. 또한 여러 데이터 분석 기법을 적용하여 수업활동을 구성함으로써 다양하게 데이터를 분석하며 사고 과정을 학습할 수 있도록 하였다. 이는 데이터 과학의 절차와 학습 요소들을 교육 현장에 투입할 수 있도록 선행연구 및 문헌연구, 사용성 평가를 바탕으로 정형화된 데이터 과학 교육 수업모형을 개발했으며 전문가 집단으로부터 타당도를 검증받았다는 점에서 의의가 있다.

본 연구의 결과 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 데이터 과학 교육이 컴퓨팅 사고력을 구성하는 요소들에 어떤 영향을 미치는지 상관관계를 구체적으로 분석할 수 있는 체계적인 검사 도구가 필요하다. 데이터 과학에서 사용되는 프로그래밍과 데이터 분석은 컴퓨팅 사고력을 함양하는데 효과가 있음이 입증되었지만, 보다 더 구체적인 컴퓨팅 사고력의 구성 요소를 분석할 수 있다면 교육적인 효과를 높일 수 있는 교육 프로그램을 개발하는데 도움이 될 것이다.

둘째, 본 연구를 통해 개발된 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램은 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 그 효과성을 검증하였다. 학급의 학습환경, 규모 및 학습자의 구성 등 교육 환경에 따라 다소 차이가 있을 수 있으므로 교육 프로그램을 일반화하기 위해 대상 학년, 학교급 및 규모 등을 다양화할 필요가 있다. 후속 연구에서 대상을 다양화하여 적용해본다면 교육 프로그램을 일반화하는 데 도움이 될 것이다.

셋째, 본 연구에서 개발한 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육이 컴퓨팅 사고력 향상에 효과가 있음을 입증하였지만 교육 프로그램에서 사용된 탐색적 데이터 분석 기법은 많은 데이터를 탐색하며 의미있는 정보를 찾아내고, 통찰을 얻

는 과정을 거친다. 이 과정에서 컴퓨팅 사고력뿐만 아니라 창의성을 신장하는 효과 또한 기대할 수 있다. 탐색적 데이터 분석 기법을 기반으로 한 데이터 과학 교육 프로그램이 창의성 향상에 미치는 효과를 분석하는 연구가 진행될 필요가 있다.

넷째, 실제 교육 프로그램을 실시한 이후 학급 내에서 실시한 수업에서 학생들이 데이터를 적극 활용하는 모습을 관찰할 수 있었다. 논설문 작성에 필요한 근거에서도 뒷받침하는 자료로 데이터가 제시된 통계 자료를 활용하거나, 학급 회의에서 의사결정을 위해 데이터를 제시하는 사례들을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 컴퓨팅 사고력에 초점을 맞추어 데이터 과학 교육을 실시하였지만, 추후 연구에서는 데이터 과학 교육에 참여한 학습자의 데이터 기반 의사결정 혹은 문제 해결 태도에 대한 측정 도구를 개발하고, 효과성을 검증하는 연구를 진행한다면 데이터 과학 교육을 통한 또 다른 측면의 의미를 찾을 수 있는 연구가 될 것이다.

향후 후속 연구를 통해 본 연구에서 개발한 피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학 교육 프로그램을 지속적으로 개선하여 교육 현장에 적용해 간다면 데이터 과학 교육 프로그램의 발전을 기대할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 강은희. (2019). *컴퓨팅 사고력을 기르기 위한 비버챌린지의 효과에 관한 연구*.  
국내석사학위논문, 경상대학교 교육대학원.
- 강현영. (2012). 통계적 소양의 교육적 의미 고찰. *한국수학사학회지*, 25(4),  
121-137.
- 교육부. (2015). *소프트웨어 교육 운영지침 해설서*. 교육부.
- 교육부. (2022). *2022년 디지털 인재양성 종합방안 기본계획* [Press release].  
Retrieved from  
<https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=72769&boardSeq=92573&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=1&s=moe&m=0315&opType=N>
- 구덕희, 김동진. (2020). 문제 해결 학습 모형 기반의 데이터 과학 교육 프로그램 개발. *한국초등교육*, 31, 203-215.
- 김갑수. (2010). 초등학생들의 창의력과 논리력 향상을 위한 프로그래밍 언어 교수전략에 관한 연구. *정보교육학회논문지*, 14(1), 89-97.
- 김대수. (2016). *소프트웨어와 컴퓨팅 사고*. 파주: 생능출판.
- 김명남, 박선주. (2019). 2015 개정 교육과정에 따른 실과 교과서 ‘소프트웨어 교육’ 단원 분석. *정보교육학회논문지*, 23(3), 255-264.
- 김민정, 이원규, 김자미. (2017). 컴퓨팅사고력 측정에 사용되고 있는 도구 분석을 통한 새로운 검사도구 개발방향 제시. *컴퓨터교육학회 논문지*, 20(6), 17-25.
- 김병수. (2014). *계산적 사고력 신장을 위한 PPS기반 프로그래밍 교육 프로그램*.  
국내박사학위논문, 제주대학교 대학원.
- 김병수, 김종훈. (2013). CPS 모형 기반 스크래치 프로그래밍 학습이 언어 창의성에 미치는 영향. *컴퓨터교육학회 논문지*, 16(6), 11-19.
- 김봉철, 김봄솔, 김종훈. (2022). 데이터 과학 교육을 위한 수업모형 개발 및 타당성 검증. *정보교육학회논문지*, 26(5), 417-425.

- 김봉철, 김재준, 문우중, 서영호, 김정아, 오정철, 김용민, 김종훈. (2021a). 데이터 과학 교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력에 미치는 효과 : 마이크로비트의 센서 기능을 중심으로. *정보교육학회논문지*, 25(2), 337-346.
- 김봉철, 유혜진, 오승탁, 김종훈. (2021b). 마이크로비트를 활용한 데이터 기반 문제해결 SW 교육 프로그램 개발. *정보교육학회논문지*, 25(5), 713-721.
- 김석전. (2017). *중등 정보교과 CT 기반 문제해결수업의 데이터리터러시가 학생들의 학습동기와 자기존중감 및 학업성취도에 미치는 영향*. 국내석사학위논문, 한국교원대학교 대학원.
- 김석전, 김태영. (2017). 데이터 리터러시를 강조한 CT 기반 문제해결수업의 설계. *한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집*, 21(1), 3-8.
- 김성범, 강성현. (2016). 제4차 산업혁명을 주도하는 데이터 사이언스. *ie 매거진*, 23(3), 9-13.
- 김승현. (2018). *마이크로비트 활용 초등학생 대상 알고리즘 교육 프로그램 개발 및 적용*. 국내석사학위논문, 제주대학교 교육대학원.
- 김예린. (2019). *컴퓨팅 사고력 측정을 위한 성취 기준 및 평가 도구 개발*. 국내석사학위논문, 서울교육대학교 교육전문대학원.
- 김용민. (2018). *컴퓨팅 사고력과 창의성 향상을 위한 데이터 과학 교육 프로그램*. 국내박사학위논문, 제주대학교 대학원.
- 김용민, 김종훈. (2017). 스프레드시트를 활용한 데이터 과학 교육 프로그램이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 미치는 효과. *정보교육학회논문지*, 21(2), 219-230.
- 김용민, 김종훈, 김태훈. (2015). 초등학교 여학생의 창의성 신장을 위한 로봇 활용 프로그래밍 교육 프로그램 개발 및 적용. *정보교육학회논문지*, 19(1), 31-44.
- 김은주. (2014). *스마트 교육 분야의 빅데이터 활용 전략에 관한 연구: 데이터 분석 중심으로*. 국내석사학위논문, 연세대학교 공학대학원.
- 김은지, 이태욱. (2018). 컴퓨팅 사고력 평가도구로써 비버 챌린지 2017 신뢰도 분석 : 한국 그룹 III를 중심으로. *한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집*, 22(2), 103-106.



- 김재휘. (2016). *컴퓨팅 사고력 향상을 위한 EPL 및 피지컬 컴퓨팅 교육과정 개발 및 적용*. 국내석사학위논문, 청주교육대학교 교육대학원.
- 김정량. (2019). 2015 개정 초등 소프트웨어교육 성취기준에 따른 교과서 내용 분석. *정보교육학회논문지*, 23(1), 9-18.
- 김정아. (2021). *컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위한 데이터 시각화 기반 컴퓨터 교육 프로그램*. 국내박사학위논문, 제주대학교 대학원.
- 김준요한. (2014). *데이터 과학자에게 필요한 스킬과 지식에 관한 연구*. 국내박사학위논문, 계명대학교 대학원.
- 김진영. (2016). *(MS 본사 데이터 과학자가 알려주는) 헬로 데이터 과학*. 서울: 한빛미디어.
- 김철. (2017). 초등학교 로봇컴퓨팅교육을 위한 교육내용체계의 성취기준에 관한 연구. *정보교육학회논문지*, 21(1), 97-104.
- 김태훈. (2015). *컴퓨팅 사고력 신장을 위한 프로그래밍 중심 STEAM 교육 프로그램*. 국내박사학위논문, 제주대학교 대학원.
- 김학인. (2019). *데이터 분석 과정에서 문제발견과 문제해결의 관계에 관한 연구*. 국내석사학위논문, 성균관대학교 일반대학원.
- 김한성. (2016). 소프트웨어 교육 운영지침 개발을 위한 방향 탐색. *학습자중심교과교육연구*, 16(8), 529-548.
- 노지예, 이정민. (2018). 로봇 활용 SW 교육에서 컴퓨팅사고력 평가: 지필 시험, 비버챌린지, 자기보고식 설문을 중심으로. *교육공학연구*, 34(3), 849-876.
- 류미영, 한선관. (2015). 초등 SW 교육을 위한 CT 교육 프로그램 개발. *정보교육학회논문지*, 19(1), 11-20.
- 민선희. (2018). *초등학생의 컴퓨팅 사고(Computational Thinking) 증진을 위한 피지컬 컴퓨팅 수업 개발 및 적용 연구*. 국내박사학위논문, 이화여자대학교 대학원.
- 민세희. (2011). 특집명 : 컴퓨팅미학 ; 데이터, 인식의 변화와 행동을 만들어내는 사회적 원동력. *정보처리학회지*, 18(4), 42-46.
- 박경재. (2010). *EPL과 로봇 프로그램 교육의 창의성 신장 효과 분석*. 국내석사학위논문, 경인교육대학교 교육대학원.

- 박금주, 최영준. (2018). 비전공자를 위한 소프트웨어 교육 방향의 탐색.  
*교육문화연구*, 24(4), 273-292.
- 박상찬. (2017). 제4차 산업혁명과 데이터 과학. *한국콘텐츠학회지*, 15(1), 21-28.
- 박세진. (2019). *비버챌린지 문제학습을 통한 추상화 및 알고리즘적 사고 연구*.  
 국내석사학위논문, 아주대학교 교육대학원.
- 박진애. (2018). *프로그래밍 에세이 교수법과 평가 시스템 개발 및 그 효과분석: ADDIE 교수설계모형을 적용하여*. 국내박사학위논문, 창원대학교 대학원.
- 서영민, 이영준. (2010). 초등정보영재의 창의성 신장을 위한 교과 통합 로봇  
 프로그래밍 수업 모형. *컴퓨터교육학회 논문지*, 13(1), 19-26.
- 서용, 안성진. (2019). 초등교육에서 컴퓨팅 사고력 수업을 위한 데이터 관련  
 세부역량 개발 및 적용. *정보교육학회논문지*, 23(2), 131-140.
- 손미현. (2020). *지식정보처리역량 함양을 위한 데이터 기반 과학탐구 모형 개발*.  
 국내박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 송인식. (2017). *확증적 자료 분석(CDA)*. 과주: 이담북스.
- 송태욱. (2015). 소프트웨어교육의 목적과 방향. *한국컴퓨터교육학회  
 학술발표대회논문집*, 19(2), 23-26.
- 신재한. (2017). *(21세기 창의융합인재 양성을 위한) 교육방법 및 교육공학*. 서울:  
 이모션북스.
- 심수진, 한영춘. (2015). 클라우드 기반 협업 툴 사용을 통한 팀활동 성과 영향  
 요인 분석. *경영연구*, 30(3), 233-258.
- 안성훈, 이상현. (2019). 핵심 역량 중심 2015 개정 초·중학교 SW교육과정 분석.  
*창의정보문화연구*, 5(1), 63-70.
- 오정철. (2020). *컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육  
 프로그램*. 국내박사학위논문, 제주대학교 대학원.
- 유은정. (2019). *프로젝트 기반 피지컬 컴퓨팅 프로그래밍 교육이 고등학교  
 영재학생의 컴퓨팅 사고력에 미치는 영향*. 국내석사학위논문,  
 한국교원대학교 대학원.
- 윤영화. (2019). *마이크로비트 기반 STEAM 교육 프로그램*. 국내석사학위논문,  
 전북대학교 교육대학원.

- 이명호. (2016). 데이터 사이언스 교과과정에 대한 연구. *한국비블리아학회지*, 27(1), 263-290.
- 이승원. (2019). *초등실과 SW교육에서 자기조절학습기반 언플러그드활동이 컴퓨팅 사고력에 미치는 효과*. 국내박사학위논문, 충남대학교 대학원.
- 이승철, 김태영. (2019). 컴퓨터 교육 분야에서 데이터 리터러시의 개념과 구성요소 탐색. *한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집*, 23(2), 33-36.
- 이신동, 조형정, 장선영, 정종원. (2012). *(알기쉬운)교육방법 및 교육공학*. 과주: 양서원.
- 이원규, 김자미, 서정희, 우호성, 양혜지, 김민정, 최희정. (2017). *2017년도 소프트웨어 (SW) 교육 효과성 측정도구 개발연구*. (CR 2017- 8). 한국교육학술정보원.
- 이은경. (2013). 계산적 사고 향상을 위한 창의적 스크래치 프로그래밍 학습. *컴퓨터교육학회 논문지*, 16(1), 1-9.
- 이은경. (2018). 정보교육의 전망과 과제: 미래 정보과 교육과정 개발 방향. *컴퓨터교육학회 논문지*, 21(2), 1-10.
- 이은영. (2018). *실과 실천적 문제 중심 수업설계 모형 개발*. 국내박사학위논문, 한국교원대학교 대학원.
- 이은희, 김원경. (2015). 국내외 통계교육 연구동향 비교 분석. *수학교육*, 54(3), 241-259.
- 이재윤. (2015). 데이터 사이언스와 데이터 리터러시. *한국정보관리학회 학술대회 논문집*, 11-15.
- 이정민, 정연지, 박현경. (2017). 초등 SW교육에서 성별에 따른 컴퓨팅 사고력, 창의성, 학습흥미의 차이. *정보교육학회논문지*, 21(4), 381-391.
- 이희후. (2019). *데이터 시각화 도구를 활용한 STEAM 프로그램이 초등학생의 지식정보처리 역량, 과학 기술에 대한 태도에 미치는 효과*. 국내석사학위논문, 한국교원대학교 대학원.
- 장준형. (2020). *생활 속 문제해결 중심의 컴퓨팅 검사 도구의 개발*. 국내박사학위논문, 경인교육대학교 교육전문대학원.
- 장지은. (2018). *초등 소프트웨어 교육 운영 여부에 따른 컴퓨팅사고력 영향변인*

- 간의 구조 비교. 국내박사학위논문, 이화여자대학교 대학원.
- 전성균. (2016). *지속가능한 흥미 발달을 위한 퍼지컬 컴퓨팅 활용 프로그래밍 교육 연구*. 국내박사학위논문, 한국교원대학교 대학원.
- 전성균, 이영준. (2012). 초등학생의 확산적 사고 촉진을 위한 CPS 프로그래밍 수업의 효과 분석. *컴퓨터교육학회 논문지*, 15(2), 1-8.
- 전용주. (2017). *새로운 교육과정의 소프트웨어 교육을 위한 컴퓨팅 사고력 기반 창의적 문제해결(CT-CPS) 수업모형의 개발 및 적용*. 국내박사학위논문, 한국교원대학교 대학원.
- 전용주. (2018). 컴퓨팅 사고력 측정도구로서 비버챌린지 활용 방안 연구. *한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집*, 23(1), 49-52.
- 정재삼. (1996). 교수설계 (ID) 와 교수체제개발 (ISD) 의 최근 경향과 논쟁-21 세기를 대비하는 교수공학의 지식기반 구축을 위하여. *교육공학연구*, 12(1), 195-225.
- 정정교. (2017). *컴퓨팅 사고력 향상을 위한 초등학교 소프트웨어 교육에서의 평가 현황 및 문제점에 관한 연구*. 국내석사학위논문, 상명대학교 일반대학원.
- 조영임. (2013). 빅데이터의 이해와 주요 이슈들. *한국지역정보화학회지*, 16(3), 43-65.
- 창의융합과학. (2021). *(할로코드와 함께하는) 인공지능 & IoT 학습하기*. 경주: 창의융합과학.
- 최만. (2021). *할로코드로 배우는 인공지능 코딩*. 서울: 슈퍼트랙.
- 최숙영. (2011). 21st Century Skills와 Computational Thinking 관점에서의 "정보" 교육과정 분석. *컴퓨터교육학회 논문지*, 14(6), 19-30.
- 최재황. (2016). 정보리터러시 교육의 교수설계 모델 분석. *사회과학연구*, 27(4), 163-180.
- 최종원, 양권우. (2010). CPS를 활용한 프로그래밍 학습이 창의적 문제해결력에 미치는 효과. *정보교육학회논문지*, 14(4), 497-504.
- 최창호, 유연우. (2017). 탐색적요인분석과 확인적요인분석의 비교에 관한 연구. *디지털융복합연구*, 15(10), 103-111.
- 허경. (2020). 엔트리를 활용한 초등 데이터 과학 교육 사례 연구.

정보교육학회논문지, 24(5), 473-481.

- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology, 38*(6), 20-23.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community? *ACM Inroads, 2*(1), 48-54.
- BBC. (2015). Introduction to computational thinking. Retrieved from <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>
- Behrens, J. T. (1997). Principles and procedures of exploratory data analysis. *Psychological methods, 2*(2), 131.
- Blei, D. M., & Smyth, P. (2017). Science and data science. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 114*(33), 8689-8692.
- BOSTRON, N. (2014). Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. *UK: Oxford.*
- Cleveland, W. S. (2001). Data science: an action plan for expanding the technical areas of the field of statistics. *International statistical review, 69*(1), 21-26.
- CSTA & ISTE. (2011a). COMPUTATIONAL THINKING leadership toolkit(first edition). Retrieved from [https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE\\_CT\\_Leadership\\_Toolkit\\_booklet.pdf](https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE_CT_Leadership_Toolkit_booklet.pdf)
- CSTA & ISTE. (2011b). COMPUTATIONAL THINKING teacher resources(second edition). Retrieved from [https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE\\_CT\\_Teacher\\_Resources\\_2ed.pdf](https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE_CT_Teacher_Resources_2ed.pdf)
- Davenport, T. H., & Patil, D. (2012). Data scientist. *Harvard business review, 90*(5), 70-76.
- Denning, P. J., & Tedre, M. (2019). *Computational thinking*. Cambridge, MA:

- The MIT Press.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2016). *The systematic design of instruction*. (체제적 교수 설계, 김동식, 역). 파주: 아카데미프레스.
- DOMO. (2019). Data Never Sleeps 7.0. Retrieved from <https://www.domo.com/learn/infographic/data-never-sleeps-7>
- Ecleo, J. J., & Galido, A. (2017). Surveying LinkedIn profiles of data scientists: The case of the Philippines. *Procedia Computer Science*, 124, 53-60.
- Fife, D., & Rodgers, J. (2019). Moving Beyond the "Replication Crisis": Understanding the Exploratory/Confirmatory Data Analysis Continuum.
- Finzer, W. (2013). The data science education dilemma. *Technology Innovations in Statistics Education*, 7(2).
- Good, I. J. (1983). The philosophy of exploratory data analysis. *Philosophy of science*, 50(2), 283-295.
- Google for education. (2015). Computational Thinking Course. Retrieved from <https://manchoi.gitbooks.io/google-ct-course-korean-version/content/>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K - 12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1), 38-43.
- Hall, E. L. (2018). Everybody lies: Big data, new data, and what the Internet can tell us about who we really are. *Journal of Marital and Family Therapy*, 44(3), 556-557.
- Jebb, A. T., Parrigon, S., & Woo, S. E. (2017). Exploratory data analysis as a foundation of inductive research. *Human Resource Management Review*, 27(2), 265-276.
- Kopanakis, I., Vassakis, K., & Mastorakis, G. (2016). *Big Data in Data-driven innovation: The impact in enterprises' performance*. Paper presented at the Proceedings of 11th annual MIBES international conference.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology*, 28(4), 563-575.
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will*

- transform how we live, work, and think*: Houghton Mifflin Harcourt.
- Molenda, M. (2015). In search of the elusive ADDIE model. *Performance improvement*, 54(2), 40-42.
- O'Neil, C., & Schutt, R. (2013). *Doing data science: Straight talk from the frontline*. (데이터과학 입문, 운영민 외, 역). 서울: 한빛미디어.
- O'Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). *Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers*: Course Technology Press.
- Papert, S. (1980). *Children, computers, and powerful ideas*: Harvester.
- Przybylla, M., & Romeike, R. (2014). Physical Computing and Its Scope--Towards a Constructionist Computer Science Curriculum with Physical Computing. *Informatics in Education*, 13(2), 241-254.
- Przybylla, M., & Romeike, R. (2015). Key competences with physical computing. *KEYCIT 2014: key competencies in informatics and ICT*, 7, 351.
- Rudder, C. (2014). *Dataclysm: Love, sex, race, and identity--What our online lives tell us about our offline selves*: Crown.
- Ruf, A., Mühling, A., & Hubwieser, P. (2014). *Scratch vs. Karel: impact on learning outcomes and motivation*. Paper presented at the Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education.
- Schulz, S., & Pinkwart, N. (2015). *Physical computing in stem education*. Paper presented at the Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education.
- Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*: Currency.
- Seehorn, D., Carey, S., Fuschetto, B., Lee, I., Moix, D., O'Grady-Cunniff, D., ... & Verno, A. (2011). *CSTA K-12 Computer Science Standards: Revised 2011*. ACM.
- Sentance, S., Waite, J., Yeomans, L., & MacLeod, E. (2017). *Teaching with physical computing devices: the BBC micro: bit initiative*. Paper presented at the Proceedings of the 12th workshop on primary and secondary computing education.
- Shi, Y., Philip, S. Y., Zhu, Y., & Tian, Y. (2014). Explore New Field of Data



- Science Under Big Data Era: Preface for ICDS 2014. *Procedia Computer Science*(30), 1-3.
- Srikant, S., & Aggarwal, V. (2017). Introducing data science to school kids. *In Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE technical symposium on computer science education* 561-566.
- Sumbaly, R., Krepes, J., & Shah, S. (2013). *The big data ecosystem at linkedin*. Paper presented at the Proceedings of the 2013 acm sigmod international conference on management of data.
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis* (Vol. 2): Reading, MA.
- Varian, H. R. (2014). Big data: New tricks for econometrics. *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 3-28.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Royal Society of London Philosophical Transactions A*, 366(1881), 3717-3726.
- Xu, Y. (2019). *Data Science Challenges@ LinkedIn*. Paper presented at the Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining.
- Yu, C. H. (2010). Exploratory data analysis in the context of data mining and resampling. *International Journal of Psychological Research*, 3(1), 9-22.

<ABSTRACT>

# Instructional Model and Education Program for Data Science Education based on Physical Computing

**Bongchul Kim**

Major of Computer Education, Faculty of Science Education  
Graduate School, Jeju National University

**Supervised by professor Jonghoon Kim**

The purpose of this study is to develop an instructional model and education program for data science education based on physical computing and to verify its educational effectiveness by applying it to elementary school students.

The inception of the data science boom dates back to the early 2000s. With the gradual proliferation of the internet since the 2000s, households have increasingly found themselves in an environment where internet usage has become a daily norm. The developments in the Internet of Things and digital devices, coupled with the growth of social media in the 2010s, have served as catalysts for the explosive generation of data. Subsequently, in 2012, the Harvard Business Review introduced data scientists as the most attractive profession of the 21st century, marking a significant signal for the onset of

the full-fledged resurgence of data science. In contemporary society, not only is there a quantitative increase in data, but also the scope of data utilization in various aspects of daily life is rapidly expanding.

In the data-driven future society, there is a need for skills that not only enable the effective utilization of data in problem-solving and decision-making processes but also encompass the ability to analyze large volumes of data tailored to specific objectives. In other words, education in data science, which involves learning the process of solving problems based on data, and software education, which involves learning to efficiently solve complex problems using computing technology, are essential elements for effectively cultivating the competencies demanded by the data-driven future society. Reflecting these societal learning requirements, this study has developed a data science education program based on physical computing that allows the learning of processes to effectively address complex problems based on data.

In this study, the ADDIE model, a systematic instruction design model, was employed to conduct developmental research for the development of the data science education program based on physical computing.

In the initial phase of the ADDIE model, the analysis stage was conducted to analyze learning requirements and tasks. Through a review of prior research and literature analysis, the social learning demands for data science education were examined. Additionally, an analysis of the practical learning requirements for data science education was performed, targeting teachers in the field of education.

In the design phase, based on the results derived from the analysis stage, the achievement goals of the education program were specified, and assessment tools were designed. Additionally, suitable teaching methods, instructional strategies, and an overall educational theme were devised in alignment with the program's objectives.

In the development phase, the development of the data science education

program based on physical computing was carried out based on the content from the design stage. To refine and validate the education program, two rounds of pilot tests were conducted with elementary school students, and the results obtained from the pilot tests were incorporated to finalize the education program, including the instructional model for data science education.

In the implementation phase, to validate the effectiveness of the final education program, an experiment group and a control group of elementary school students were formed, and the research was conducted. The developed education program was implemented for the experiment group, while the control group received software education according to the general curriculum.

In the evaluation phase, to measure the improvement in computational thinking through the education program, a pre- and post-assessment of computational thinking was conducted. The analysis of the assessment results revealed that the data science education program based on physical computing developed in this study was effective in enhancing elementary school students' computational thinking.

The conclusion of this study is as follows.

First, the data science education program based on physical computing is effective in enhancing computational thinking. By incorporating physical computing into data science education, students were able to directly collect data from observable phenomena in their daily surroundings and engage in problem-solving activities involving data analysis according to the research topic. In other words, software education that actively utilizes programming in data science education became feasible, and it was confirmed that the computational thinking of students who participated in the education significantly improved.

Second, effective approaches for introducing data science education to elementary school students were proposed. By reconstructing the curriculum

and developing unit plans and instructional materials for data science education based on physical computing, possibilities for utilizing these resources as educational materials for elementary school students were suggested.

Third, an instructional model for data science education was developed. The model underwent expert validation and usability evaluation, confirming its validity. It presents instructional stages for learning the problem-solving process through data science.

Through subsequent research, expanding the target audience and validating various effectiveness of the developed data science education program based on physical computing could contribute to the advancement of the program. The potential for further development in the data science education program based on physical computing can be anticipated.

Keywords: Physical Computing, Data Science Education Instructional Model, Data Science Education, Computational Thinking, ADDIE model.

## 부 록

- <부록 1> 마이크로비트를 활용한 데이터 과학 교육 교재(파일럿 테스트) ..... 135
- <부록 2> 할로코드를 활용한 데이터 과학 교육 교재(최종 프로그램) ..... 160
- <부록 3> 최종 교육 프로그램 교수·학습과정안 ..... 174
- <부록 4> 컴퓨팅 사고력 측정 도구(이원규 외, 2017) ..... 180

# 마이크로비트로 만나는 데이터 과학

- 데이터 과학의 기초와 프로젝트



-----초등학교

이름 -----



## 제 1강 데이터 과학의 절차와 방법 알기

### # 데이터란?

☆ 다음 표의 빈 칸을 채워봅시다.

내가 다니는 초등학교는?	
나는 몇 학년 몇 반입니까?	
나의 키는?	
나의 몸무게는?	
나의 혈액형은?	
내가 가장 좋아하는 과목은?	
나의 장래희망은?	

축하합니다! 여러분은 방금 어엿한 데이터 하나를 만들어 냈습니다. 데이터는 우리가 느끼지 못하는 사이에 항상 있었습니다. 데이터의 뜻을 조금 더 자세히 들여다보겠습니다.

자료(資料, data, 데이터, 문화어: 데타)는 수, 영상, 단어 등의 형태로 된 의미 단위이다. 보통 연구나 조사 등의 바탕이 되는 재료를 말하며, 자료를 의미있게 정리하면 정보가 된다.

(위키백과 (<https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%9E%90%EB%A3%8C>))

여러분들은 '정보화 시대'란 말을 들어보셨나요? 현대 사회는 자료의 홍수라고 불릴 정도로 자료가 정말 엄청나게 많고, 거기서 멈추지 않고 자료는 지금도 계속 만들어지고 있습니다. 이런 사회 변화에 발맞추기 위해서 우리는 데이터를 효율적으로 다룰 줄 알아야겠죠?

그렇다면 자료들을 어떻게 하면 '의미있게', '효율적으로' 다룰 수 있을까요?

☆ 여러분의 생각을 적어봅시다.

## # 데이터 과학이란?

### ☆ 데이터 과학의 의미

데이터를 수집, 분석, 처리하는 학문 분야 중 하나를 데이터 과학이라고 하며 수학, 통계학, 컴퓨터 과학등의 다양한 학문이 융합된 학문이다. 간단히 요약하자면 문제 상황을 인식하고 그에 대한 데이터를 수집한 후 그 데이터들을 분석하고 처리하는 일련의 과정을 뜻한다.

### ☆ 데이터 과학의 단계

1단계- 문제 정의
1. 문제: 2. 가설:
2단계- 데이터 수집 방법
1. 수집 방법 - 대상과 방법:
3단계- 현상 이해하기: 탐색적 데이터 분석
1. 원본데이터를 살펴보고 시각화하기(그래프를 통한 시각화) 2. 시각화 된 자료를 통해 데이터 분석하기
4단계- 현상 일반화: 통계적 추론
1. 결론: 2. 통계적 추론:

### ☆ 데이터 과학의 예시

<생각해보기>
<p>제주초등학교에 다니는 박얼음 학생은 시원한 레몬에이드를 마시려고 한다. 500ml컵에 있는 음료를 박얼음 학생이 가장 좋아하는 온도로 마시려면 얼음을 몇 개나 넣으면 좋을까요?          &lt;조건1: 박얼음 학생이 음료를 마시기 가장 좋은 온도는 섭씨 5도이다.&gt;          &lt;조건2: 박얼음 학생이 음료를 마시는 순간은 얼음을 넣은 후 5분 후이다.&gt;</p>

### ◎ 문제 정의하기

1. 문제: <생각해보기>에 제시된 조건에서 박얼음 학생이 가장 좋아하는 온도로 레몬에이드를 마시기 위하여 컵에 얼음을 몇 개나 넣으면 좋을지 알아보자.
2. 가설: 주어진 조건을 만족시키는 얼음의 개수를 어떻게 찾을 수 있을까?

## ◎ 문제 수집하기

## 1. 수집 방법

대상: 얼음 개수에 따른 얼음컵의 온도 변화

방법: 온도를 측정하고 그 온도를 즉시 데이터로 전송 가능한 기기를 사용하여 조건을 만족시키는 얼음 개수를 탐색한다.

※ **생각해보기!** 온도를 측정하고 그 온도를 즉시 데이터로 전송 가능한 기기는 어떤 것이 있나요?

## ◎ 현상 이해하기: 탐색적 데이터 분석

## 1. 원본데이터를 살펴보고 시각화하기

: 그래프를 통한 시각화

## ※ 데이터 품질 점검하기!(=데이터 전처리 과정)

- 완전성 : 문제 해결에 필요한 내용이 들어 있느냐?
- 정확성 : 문제가 되는 상황이 들어 있느냐?
- 일관성 : 데이터 항목들이 연관이 있고 일치하느냐?

## 2. 시각화 된 자료를 통해 데이터 분석하기

: 제시된 조건에 맞도록 얼음 개수를 넣어본 결과 0개를 넣었을 때 가장 조건에 부합되었다.

## ◎ 현상 일반화: 통계적 추론

1. 통계적 추론 및 결론: 얼음이 하나 늘 때 마다 음료를 마시는 5분 뒤에 3도씩 낮아 졌으며, 얼음 0개를 넣었을 때 위에 제시된 조건에 가장 부합한 온도 변화를 보였다.

## ◎ 느낀점

## 제2강 마이크로비트를 활용한 데이터 과학 프로젝트

### 1. 프로젝트-① : 레몬에이드에 들어갈 얼음 개수 찾기

#### # 프로젝트 만나기

##### <생각해보기>

제주초등학교에 다니는 박얼음 학생은 시원한 레몬에이드를 마시려고 한다. 500ml컵에 있는 음료를 박얼음 학생이 가장 좋아하는 온도로 2분뒤에 마시려면 얼음을 몇 개나 넣으면 좋을까요?

<조건1: 박얼음 학생이 음료를 마시기 가장 좋은 온도는 섭씨 15도이다.>

<조건2: 박얼음 학생이 음료를 마시는 순간은 얼음을 넣은 후 2분 후이다.>

#### # 프로젝트 살펴보기

##### ◎ 문제 정의하기

1. 문제: ( )
2. 가설: ( )

##### ◎ 문제 수집하기

1. 수집 방법(마이크로비트 활용)

- 대상: ( )
- 방법: ( )

- 1) 우리가 사용할 마이크로비트의 센서는 무엇인가요? ( )
- 2) 우리가 활용할 수 있는 마이크로비트의 기능은 무엇인가요?  
( )
- 3) 올바른 데이터 수집을 위하여 같게 할 조건과 다르게 할 조건은 무엇인가요?
  - 같게 해야 할 조건 ( )
  - 다르게 해야 할 조건 ( )

4) 프로젝트에 필요한 준비물과 조별 역할 분담을 할 내용을 정리해봅시다.

역할 분담	고00 : 온도 변화 측정 장치 설계 (예시)
	양00 : 마이크로비트 제작 및 조작 (예시)
	부00 : 마이크로비트 제작 및 데이터 수집 (예시)
	문00 : 수집된 데이터를 통해 모둠원들이 분석한 내용 발표 (예시)
모듬이름	마이크로B2 (예시)
준비물	컵, 얼음, 마이크로비트, 고무줄

5) 프로젝트의 과정을 순서대로 정리해봅시다.

프로젝트 과정	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 데이터 수집을 위한 마이크로비트 코딩하기</li> <li>2. 마이크로비트를 물체에 부착하여 데이터를 측정할 수 있는 설계하기</li> <li>3. 얼음의 개수를 변화시키며 물체의 온도 변화 측정하기</li> <li>4. 측정된 데이터를 그래프를 통해 정리하기(데이터 전처리 과정 포함)</li> <li>5. 측정된 데이터를 분석하기</li> <li>6. 분석 결과 발표하기</li> </ol>
주의할점	<p>얼음의 크기를 일정하게 한다. / 데이터 수집 중인 물체를 손으로 건들지 않는다.등등</p>

## # 프로젝트를 수행을 위한 코딩하기

☆ 측정할 물체는 측정된 데이터를 수신용 마이크로비트로 라디오 기능을 통해 전송된다.

☆ 수신용 마이크로비트에서는 각 마이크로비트에 따라 전송된 데이터를 시리얼 통신을 통해 PC에서 즉각적으로 데이터의 변화를 알 수 있는 그래프를 받는다.

공통 수신용

## # 프로젝트를 수행하기

- ◎ 마이크로비트를 통하여 데이터 수집하기

## # 프로젝트 데이터 수집 & 분석

- ◎ 현상 이해하기: 탐색적 데이터 분석

1. 원본데이터를 살펴보고 시각화하기  
: 그래프를 통한 시각화

- 어떤 그래프를 사용하나요? 그 이유는 무엇인가요?

:

### ※ 데이터 품질 점검하기!(=데이터 전처리 과정)

- 완전성 : 문제 해결에 필요한 내용이 들어 있느냐?
- 정확성 : 문제가 되는 상황이 들어 있느냐?
- 일관성 : 데이터 항목들이 연관이 있고 일치하느냐?

2. 시각화 된 자료를 통해 데이터 분석하기

:

- ◎ 현상 일반화: 통계적 추론

1. 통계적 추론 및 결론

:

### # 프로젝트 결과 발표하기

- 1) 프로젝트 발표 방법 :
- 2) 발표 방법을 선택한 이유 :
- 3) 발표 준비를 위하여 모둠 친구들이 할 일을 정리해 봅시다.

친구 이름	역 할	준비물	주의할 점

### # 모둠별 프로젝트 별표 평가

- 1) 모둠별 발표를 잘 듣고 공정하게 평가해봅시다.

평가 내용	우리 모둠
마이크로비트를 활용하여 데이터 과학 프로젝트가 성실히 이루어졌다.(0~4점)	점
모둠원이 적극적으로 참여하고 협력을 잘했다.(0~3점)	점
발표를 명확하고 설득력 있게 하였다.(0~3점)	점



## 2. 프로젝트-② : 흙의 종류에 따른 물머금 차이 알아보기

### # 프로젝트 만나기

<생각해보기>
<p>제주초등학교에 다니는 현땅땅 학생은 화분에 식물을 심고 키울 생각이야. 현땅땅 학생은 화분에 넣을 흙을 학교 주변에서 구하여 넣고 싶다. 학교 주변의 흙 중에서 물머금이 가장 좋은 흙을 찾아보자.</p> <p>&lt;조건1: 현땅땅 학생이 사용할 화분은 작은 크기의 종이컵 화분이다.&gt;          &lt;조건2: 현땅땅 학생이 후보로 뽑은 흙은 운동장의 흙과 화단의 흙 2종류이다.&gt;          &lt;조건3: 두 흙이 둘다 젖지 않았을 때의 수분도와 물이 들어갔을 때의 수분도를 비교하라.&gt;</p>

### # 프로젝트 살펴보기

#### ◎ 문제 정의하기

1. 문제: ( )
2. 가설: ( )

#### ◎ 문제 수집하기

1. 수집 방법(마이크로비트 활용)
  - 대상: ( )
  - 방법: ( )
- 1) 우리가 사용할 마이크로비트의 센서는 무엇인가요? ( )
- 2) 우리가 활용할 수 있는 마이크로비트의 기능은 무엇인가요?  
( )
- 3) 올바른 데이터 수집을 위하여 같게 할 조건과 다르게 할 조건은 무엇인가요?
  - 같게 해야 할 조건 ( )
  - 다르게 해야 할 조건 ( )
- 4) 프로젝트에 필요한 준비물과 조별 역할 분담을 할 내용을 정리해봅시다.

역할 분담	
모듬이름	
준비물	

5) 프로젝트의 과정을 순서대로 정리해봅시다.

프로젝트 과정	
주의할점	

## # 프로젝트를 수행을 위한 코딩하기

☆ 측정할 물체는 측정된 데이터를 수신용 마이크로비트로 라디오 기능을 통해 전송된다.

☆ 수신용 마이크로비트에서는 각 마이크로비트에 따라 전송된 데이터를 시리얼 통신을 통해 PC에서 즉각적으로 데이터의 변화를 알 수 있는 그래프를 받는다.

## # 프로젝트를 수행하기

◎ 마이크로비트를 통하여 데이터 수집하기

## # 프로젝트 데이터 수집 & 분석

◎ 현상 이해하기: 탐색적 데이터 분석

1. 원본데이터를 살펴보고 시각화하기  
: 그래프를 통한 시각화

- 어떠한 그래프를 선택하였나요?

- 그 그래프를 선택한 이유는 무엇인가요?

※ **데이터 품질 점검하기**(=데이터 전처리 과정)

- 완전성 : 문제 해결에 필요한 내용이 들어 있느냐?
- 정확성 : 문제가 되는 사항이 들어 있느냐?
- 일관성 : 데이터 항목들이 연관이 있고 일치하느냐?

2. 시각화 된 자료를 통해 데이터 분석하기

:

◎ 현상 일반화: 통계적 추론

1. 통계적 추론 및 결론

:

## # 프로젝트 결과 발표하기

- 1) 프로젝트 발표 방법 :
- 2) 발표 방법을 선택한 이유 :
- 3) 발표 준비를 위하여 모두 친구들이 할 일을 정리해 봅시다.

친구 이름	역 할	준비물	주의할 점

## # 모둠별 프로젝트 발표 평가

1) 모둠별 발표를 잘 듣고 공정하게 평가해봅시다.

평가 내용	우리 모둠
마이크로비트를 활용하여 데이터 과학 프로젝트가 성실히 이루어졌다.(0~4점)	점
모둠원이 적극적으로 참여하고 협력을 잘했다.(0~3점)	점
발표를 명확하고 설득력 있게 하였다.(0~3점)	점

2) 다른 모둠 친구들을 평가해봅시다.

모둠 이름	프로젝트 주제	평가 내용			
		탐구의 성실성 (4점)	모둠 협력 (3점)	발표 (3점)	합계 (10점)

3) 마이크로비트를 활용한 데이터 과학 프로젝트 발표를 듣고 인상적인 모둠 친구들을 칭찬해 봅시다.

모둠 이름	이유

### 3. 프로젝트-③ : 전지의 연결에 따른 전력 사용량의 차이 알아보기

#### # 프로젝트 만나기

<생각해보기>
4명의 친구가 전지와 전구의 연결방법에 관하여 이야기 하고 있다. 빨강 : 나는 전압이 가장 높은 방법으로 전지와 전구를 연결했으면 좋겠어. 주황 : 나는 전압이 2번째로 강한 전압을 보이도록 연결해서 높은 전압으로 오래 사용할거야. 노랑 : 나는 전압이 3번째로 강한 전압으로 연결하고 싶어. 초록 : 나는 전압은 가장 낮지만 오래오래 사용하고 싶어. 주황 : 그럼 우리들이 원하는 대로 전지와 전구를 연결하려면 우리는 직렬과 병렬 어떻게 사용해야 좋을까? <조건1: 마이크로비트를 통하여 4가지 종류의 연결에 대한 각각의 전압을 확인하고 비교> <조건2: 전지,전구-직렬 // 전지직렬-전구병렬 // 전지병렬-전구직렬 // 전지,전구-병렬 의 4가지 연결 방법을 비교하여 주황이에게 알맞은 연결방법을 발견하시오. <조건3: 전지와 전구는 2개만 사용하며 전압을 측정할 때는 측정기를 병렬 연결하여 측정한다.>

#### # 프로젝트 살펴보기

##### ◎ 문제 정의하기

1. 문제: ( )
2. 가설: ( )

##### ◎ 문제 수집하기

1. 수집 방법(마이크로비트 활용)
  - 대상: ( )
  - 방법: ( )
- 1) 우리가 사용할 마이크로비트의 센서는 무엇인가요? ( )
- 2) 우리가 활용할 수 있는 마이크로비트의 기능은 무엇인가요?  
( )
- 3) 올바른 데이터 수집을 위하여 같게 할 조건과 다르게 할 조건은 무엇인가요?
  - 같게 해야 할 조건 ( )
  - 다르게 해야 할 조건 ( )
- 4) 프로젝트에 필요한 준비물과 조별 역할 분담을 할 내용을 정리해봅시다.

역할 분담	
모듬이름	
준비물	

5) 프로젝트의 과정을 순서대로 정리해봅시다.

프로젝트 과정	
주의할점	

### # 프로젝트를 수행을 위한 코딩하기

- ☆ 측정할 물체는 측정된 데이터를 수신용 마이크로비트로 라디오 기능을 통해 전송된다.
- ☆ 수신용 마이크로비트에서는 각 마이크로비트에 따라 전송된 데이터를 시리얼 통신을 통해 PC에서 즉각적으로 데이터의 변화를 알 수 있는 그래프를 받는다.

```

시작하면 실행
  시리얼통신 연결 설정: USB

B 누르면 실행
  수 출력
  입력값평균

A 누르면 실행
  입력값 합산 에 0 저장
  입력값list 에 빈 배열 + 저장
  반복(repeat): 10 회
    실행
      입력값list 의 마지막 위치에 P0 의 아날로그 입력 값 추가
      입력값 합산 값 입력값list 의 마지막 위치에서 잘라낸 값 증가
      일시중지 1000 (ms)
      입력값 평균 에 입력값 합산 나누기(÷) 10 저장
      시리얼통신 전송:변수값 "x" = 입력값 평균
      일시중지 500 (ms)
  
```

전지 연결 코딩 수신용

## # 프로젝트를 수행하기

- ◎ 마이크로비트를 통하여 데이터 수집하기

## # 프로젝트 데이터 수집 & 분석

- ◎ 현상 이해하기: 탐색적 데이터 분석

1. 원본데이터를 살펴보고 시각화하기(그래프를 통한 시각화)
  - 어떠한 그래프를 선택하였나요?
  - 그 이유는 무엇입니까?
  - :

※ **데이터 품질 점검하기!(=데이터 전처리 과정)**

- 완전성 : 문제 해결에 필요한 내용이 들어 있느냐?
- 정확성 : 문제가 되는 상황이 들어 있느냐?
- 일관성 : 데이터 항목들이 연관이 있고 일치하느냐?

2. 시각화 된 자료를 통해 데이터 분석하기
  - :

- ◎ 현상 일반화: 통계적 추론

1. 통계적 추론 및 결론
  - :

## # 프로젝트 결과 발표하기

- 1) 프로젝트 발표 방법 :
- 2) 발표 방법을 선택한 이유 :
- 3) 발표 준비를 위하여 모둠 친구들이 할 일을 정리해 봅시다.

친구 이름	역 할	준비물	주의할 점

### # 모둠별 프로젝트 발표 평가

- 1) 모둠별 발표를 잘 듣고 공정하게 평가해봅시다.

평가 내용	우리 모둠
마이크로비트를 활용하여 데이터 과학 프로젝트가 성실히 이루어졌다.(0~4점)	점
모둠원이 적극적으로 참여하고 협력을 잘했다.(0~3점)	점
발표를 명확하고 설득력 있게 하였다.(0~3점)	점

- 2) 다른 모둠 친구들을 평가해봅시다.

모둠 이름	프로젝트 주제	평가 내용			
		탐구의 성실성 (4점)	모둠 협력 (3점)	발표 (3점)	합계 (10점)



3) 마이크로비트를 활용한 데이터 과학 프로젝트 발표를 듣고 인상적인 모둠 친구들을 칭찬해 봅시다.

모둠 이름	이유

## 1. 프로젝트-④ : 기울기의 변화에 따른 속도 차이 알아보기

### # 프로젝트 만나기

<생각해보기>
썰매는 기울기에 따른 수레의 속력을 비교하려고 한다. 교실 앞에 제시된 3가지의 기울기 마다 10번씩 속도를 측정하고 3종류의 기울기 별로 속도를 비교하라.

### # 프로젝트 살펴보기

#### ◎ 문제 정의하기

- 문제: ( )
- 가설: ( )

#### ◎ 문제 수집하기

- 수집 방법(마이크로비트 활용)
  - 대상: ( )
  - 방법: ( )
- 우리가 사용할 마이크로비트의 센서는 무엇인가요? ( )
- 우리가 활용할 수 있는 마이크로비트의 기능은 무엇인가요?  
( )
- 올바른 데이터 수집을 위하여 같게 할 조건과 다르게 할 조건은 무엇인가요?
  - 같게 해야 할 조건 ( )
  - 다르게 해야 할 조건 ( )

4) 프로젝트에 필요한 준비물과 조별 역할 분담을 할 내용을 정리해봅시다.

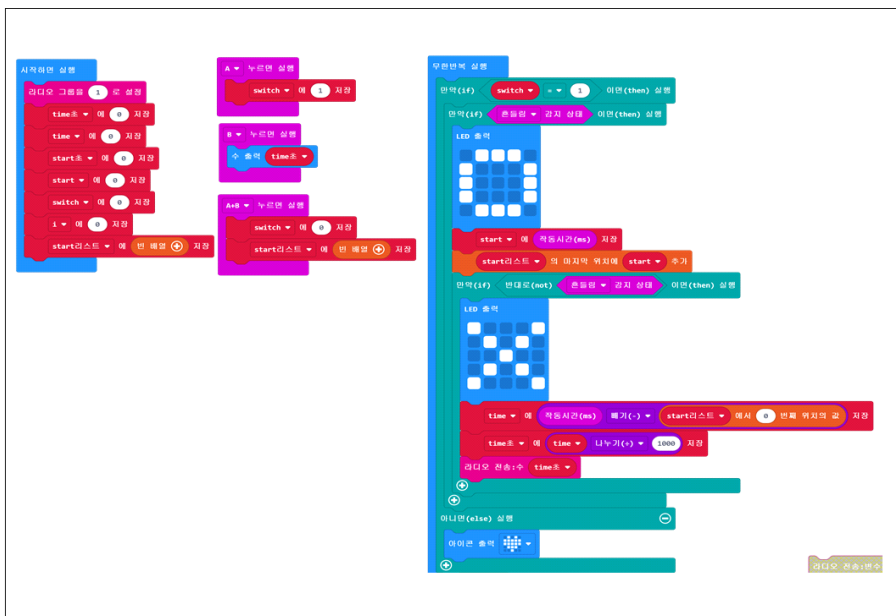
역할 분담	
모듬이름	
준비물	

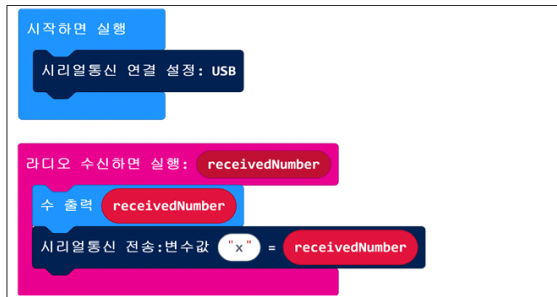
5) 프로젝트의 과정을 순서대로 정리해봅시다.

프로젝트 과정	
주의할점	

### # 프로젝트를 수행을 위한 코딩하기

- ☆ 측정할 물체는 측정된 데이터를 수신용 마이크로비트로 라디오 기능을 통해 전송된다.
- ☆ 수신용 마이크로비트에서는 각 마이크로비트에 따라 전송된 데이터를 각각의 리스트에 저장 후 시리얼 통신을 통해 PC에서 즉각적으로 데이터의 변화를 알 수 있는 그래프를 받는다.





## # 프로젝트를 수행하기

- ◎ 마이크로비트를 통하여 데이터 수집하기

## # 프로젝트 데이터 수집 & 분석

- ◎ 현상 이해하기: 탐색적 데이터 분석
  1. 원본데이터를 살펴보고 시각화하기
    - 선택한 그래프는 무엇인가요?
    - 이 그래프를 선택한 이유는 무엇인가요?
    - :

### \* 데이터 품질 점검하기!(=데이터 전처리 과정)

- 완전성 : 문제 해결에 필요한 내용이 들어 있느냐?
- 정확성 : 문제가 되는 상황이 들어 있느냐?
- 일관성 : 데이터 항목들이 연관이 있고 일치하느냐?

2. 시각화 된 자료를 통해 데이터 분석하기

:

- ◎ 현상 일반화: 통계적 추론

1. 통계적 추론 및 결론

:

## # 프로젝트 결과 발표하기

- 1) 프로젝트 발표 방법 :
- 2) 발표 방법을 선택한 이유 :
- 3) 발표 준비를 위하여 모둠 친구들이 할 일을 정리해 봅시다.

친구 이름	역 할	준비물	주의할 점

## # 모둠별 프로젝트 발표 평가

- 1) 모둠별 발표를 잘 듣고 공정하게 평가해봅시다.

평가 내용	우리 모둠
마이크로비트를 활용하여 데이터 과학 프로젝트가 성실히 이루어졌다.(0~4점)	점
모둠원이 적극적으로 참여하고 협력을 잘했다.(0~3점)	점
발표를 명확하고 설득력 있게 하였다.(0~3점)	점

- 2) 다른 모둠 친구들을 평가해봅시다.

모둠 이름	프로젝트 주제	평가 내용			
		팀구의 성실성 (4점)	모둠 협력 (3점)	발표 (3점)	합계 (10점)

- 3) 마이크로비트를 활용한 데이터 과학 프로젝트 발표를 듣고 인상적인 모둠 친구들을 칭찬해 봅시다.

모둠 이름	이유

## 제3강 팀별 프로젝트(과제)

### # 팀별 프로젝트 주제 선정 및 준비

- 팀별로 자신들이 주제를 선정하여 프로젝트를 수행해봅시다.
- 선정 주제

우리 팀이 선정한 주제

### # 팀별 프로젝트 준비 및 발표

#### ◎ 문제 정의하기

1. 문제: ( )
2. 가설: ( )

#### ◎ 문제 수집하기

1. 수집 방법(마이크로비트 활용)
  - 대상: ( )
  - 방법: ( )
- 1) 우리가 사용할 마이크로비트의 센서는 무엇인가요? ( )
- 2) 우리가 활용할 수 있는 마이크로비트의 기능은 무엇인가요?  
( )
- 3) 올바른 데이터 수집을 위하여 같게 할 조건과 다르게 할 조건은 무엇인가요?
  - 같게 해야 할 조건 ( )
  - 다르게 해야 할 조건 ( )
- 4) 프로젝트에 필요한 준비물과 조별 역할 분담을 할 내용을 정리해봅시다.

역할 분담	
모듬이름	
준비물	

5) 프로젝트의 과정을 순서대로 정리해봅시다.

프로젝트 과정	
주의할점	

### # 프로젝트를 수행을 위한 코딩하기

- ☆ 측정할 물체는 측정된 데이터를 수신용 마이크로비트로 라디오 기능을 통해 전송된다.
- ☆ 수신용 마이크로비트에서는 각 마이크로비트에 따라 전송된 데이터를 각각의 리스트에 저장 후 시리얼 통신을 통해 PC에서 즉각적으로 데이터의 변화를 알 수 있는 그래프를 받는다.

### # 프로젝트를 수행하기

- ◎ 마이크로비트를 통하여 데이터 수집하기

### # 프로젝트 데이터 수집 & 분석

- ◎ 현상 이해하기: 탐색적 데이터 분석
  1. 원본데이터를 살펴보고 시각화하기
    - : 그래프를 통한 시각화

※ **데이터 품질 점검하기!**(=데이터 전처리 과정)

- 완전성 : 문제 해결에 필요한 내용이 들어 있느냐?
- 정확성 : 문제가 되는 상황이 들어 있느냐?
- 일관성 : 데이터 항목들이 연관이 있고 일치하느냐?

2. 시각화 된 자료를 통해 데이터 분석하기

◎ 현상 일반화: 통계적 추론

1. 통계적 추론 및 결론

# 프로젝트 결과 발표하기

1) 프로젝트 발표 방법 :

2) 발표 방법을 선택한 이유 :

3) 발표 준비를 위하여 모둠 친구들이 할 일을 정리해 봅시다.

친구 이름	역 할	준비물	주의할 점

## # 모둠별 프로젝트 발표 평가

1) 모둠별 발표를 잘 듣고 공정하게 평가해봅시다.

평가 내용	우리 모둠
마이크로비트를 활용하여 데이터 과학 프로젝트가 성실히 이루어졌다.(0~4점)	점
모둠원이 적극적으로 참여하고 협력을 잘했다.(0~3점)	점
발표를 명확하고 설득력 있게 하였다.(0~3점)	점

2) 다른 모둠 친구들을 평가해봅시다.

모둠 이름	프로젝트 주제	평가 내용			
		탐구의 성실성 (4점)	모둠 협력 (3점)	발표 (3점)	합계 (10점)

3) 마이크로비트를 활용한 데이터 과학 프로젝트 발표를 듣고 인상적인 모둠 친구들을 칭찬해 봅시다.

모둠 이름	이유

4) 활동 후 느낀점



<부록 2> 할로코드를 활용한 데이터 과학 교육 교재(최종 교육 프로그램)

# 할로코드로 만나는 데이터 과학

- 데이터 과학의 기초와 실습-



\_\_\_\_\_초등학교

\_\_\_\_\_학년 이름: \_\_\_\_\_

## 1. 센서 활용 프로젝트

💡 빛 센서(광 센서) 활용하기	
<p>#1 활용 센서 기능 추가하기</p>  <p>광 센서 개발자: By mBlock ... 더 보기</p> <p>*확장 → 디바이스 확장</p>	<p>#2 프로젝트 설명</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 빛 센서(광 센서)를 활용한다.</li> <li>* 빛 센서의 밝기가 30 이상이면 <b>파란색</b> LED가 켜진다.</li> <li>* 빛 센서의 밝기가 30 미만이면 <b>빨간색</b> LED가 켜진다.</li> </ul>
<p>#3 코딩하기</p>  <p>[할로코드(장치) 코딩]</p>	
<p>#4 더 나아가기</p> <p>※ 빛 센서 값이 20~50일 때 파란색 LED가 켜지고, 그 외에는 빨간색 LED가 켜지도록 하는 프로그램을 만들어 보세요.</p>	

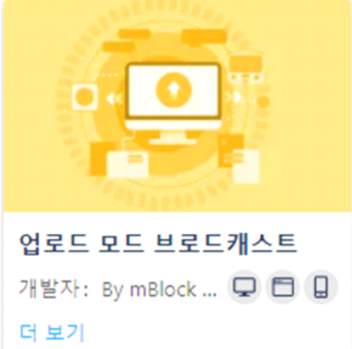

💡 온습도센서 활용하기	
#1 활용 센서 기능 추가하기	#2 프로젝트 설명
 <p>온습도센서 개발자: By mBlock ... 더 보기</p> <p>*확장 → 디바이스 확장</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 온습도센서를 활용한다.</li> <li>* 온도값이 15도 이상 21도 이하일 때는 '별뚱별(파랑)' LED 애니메이션을 출력한다.</li> <li>* 그 외의 온도일 때는 '별뚱별(초록)' LED 애니메이션을 출력한다.</li> </ul>
#3 코딩하기	
 <p>[할로코드(장치) 코딩]</p>	
#4 더 나아가기	
<p>※ 공기 습도 값이 40~50일 때 '헬륨 섬광(빨강)' LED 애니메이션이 출력되고, 그 외의 습도 값에서는 '헬륨 섬광(오렌지)' LED 애니메이션이 출력되는 프로그램을 만들어 보세요.</p>	

🔊 내장 마이크 활용하기	
#1 활용 센서(내장)	#2 프로젝트 설명
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 할로코드 자체에 있는 마이크를 활용한다.</li> <li>* 센서 값을 장치와 스프라이트에서 공유하기 위해 변수를 활용한다.</li> <li>* 측정된 음량을 변수에 저장하여 스프라이트에서 현재 음량의 크기를 나타낸다.</li> </ul>
#3 코딩하기	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>[스프라이트 실행 장면]</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>[할로코드(장치) 코딩]</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>[스프라이트 코딩]</p> </div>	
#4 더 나아가기	
<p>※ 마이크 음량에 따라 LED 색이나 효과를 다양하게 표현하는 프로그램을 만들어 보세요.</p>	

💡 모션 센서 활용하기	
#1 활용 센서(내장)	#2 프로젝트 설명
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 할로코드 자체에 있는 모션 센서를 활용한다.</li> <li>* 센서 값을 장치와 스프라이트에서 공유하기 위해 변수를 활용한다.</li> <li>* 측정된 기울기 값을 변수에 저장하여 기울기 값에 따라 스프라이트가 이동한다.</li> </ul>
#3 코딩하기	
 <p style="text-align: center;">[스프라이트 실행 장면]</p>	 <p style="text-align: center;">[스프라이트 코딩]</p>  <p style="text-align: center;">[할로코드(장치) 코딩]</p>
#4 더 나아가기	
<p>※ 왼쪽으로 이동하는 명령을 추가하여 프로그램을 완성해 보세요.</p>	

🔍 거리 센서 활용하기	
#1 활용 센서 기능 추가하기	#2 프로젝트 설명
 <p>거리 측정 센서 개발자: By mBlock ... 더 보기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 거리 센서를 활용한다.</li> <li>* 센서 값을 장치와 스프라이트에서 공유하기 위해 변수를 활용한다.</li> <li>* 거리 센서의 값에 따라 스프라이트가 이동한다.</li> </ul>
#3 코딩하기	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>거리 17</p>  <p>[스프라이트 실행 장면]</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>[할로코드(장치) 코딩]</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>[스프라이트 코딩]</p> </div>	
#4 더 나아가기	
<p>※ 스프라이트가 위, 아래로 이동하는 프로그램을 만들어 보세요.</p>	

💡 토양 수분 센서 활용하기	
#1 활용 센서 기능 추가하기	#2 프로젝트 설명
 <p>Soil Moisture Sensor 개발자: By mBlock ... 더 보기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 토양 수분 센서를 활용한다.</li> <li>* 센서 값을 장치와 스프라이트에서 공유하기 위해 변수를 활용한다.</li> <li>* 토양 수분 센서값이 50보다 크면 '물이 충분해요', 50 이하면 '물을 보충해 주세요!'를 출력한다.</li> </ul>
#3 코딩하기	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>[스프라이트 실행 장면]</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>[할로코드(장치) 코딩]</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>[스프라이트 코딩]</p> </div>	
#4 더 나아가기	
<p>※ 토양의 수분값에 따라 LED가 채워지는 프로그램을 만들어 보세요.</p>	

💡 업로드 모드 브로드캐스트 활용하기	
#1 활용 기능 추가하기	#2 프로젝트 설명
 <p>업로드 모드 브로드캐스트 개발자: By mBlock ... 더 보기</p> <p>*장치, 스프라이트 모두 추가하기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 업로드 모드를 활용한다.</li> <li>* 장치에서 측정한 센서 값을 스프라이트에서 공유하기 위해 업로드 모드 브로드캐스트 기능을 활용한다.</li> <li>* 마이크 음량값을 스프라이트로 보내고, 스프라이트에서는 받은 값을 출력한다.</li> </ul>
#3 코딩하기	
 <p>[센서값(마이크 음량) 측정해서 스프라이트로 보내기(이름: message)]</p> <p>[장치로부터 받은 센서값(마이크 음량) 스프라이트에서 출력하기]</p>	
#4 더 나아가기	
<p>※ 모션 센서를 활용하여 기울기 값을 출력하는 프로그램을 만들어 보세요.</p>	



## 💡 구글 스프레드시트 활용하기

### #1 활용 기능 추가하기



#### Google 스프레드시트

개발자: By mBlock offic...

이 확장을 사용하면 mBlock을 사용하여 Google 시트에 데이터를 입력할 수 있습니다. (Google 서...

\*스프라이트에서 추가하기

### #2 프로젝트 설명

\* 데이터 수집을 위한 구글 스프레드시트 기능을 추가한다.

\* 장치에서 측정된 센서값이 스프라이트를 통해 구글 스프레드시트에 기록된다.

### #3 코딩하기



[센서값(마이크 음량) 측정해서 스프라이트로 보내기(이름: vol)]

	A
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	2
9	13
10	33
11	65
12	38
13	7
14	11
15	20

[입력된 데이터 예시]



[장치로부터 받은 센서값 구글 스프레드시트에 기록하기]

① 데이터가 기록될 때 첫 행에 기록되도록 행 값을 초기화

② 구글 스프레드시트를 생성하여 공유 주소를 입력

③ 센서값을 구글 스프레드시트에 입력

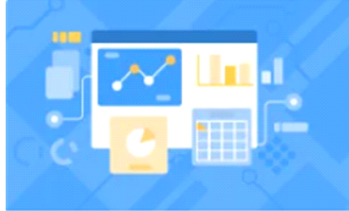
④ 다음 행으로 변경

\* ③, ④단계 반복하며 데이터 수집

💡 데이터 차트 활용하기	
#1 활용 기능 추가하기	#2 프로젝트 설명
 <p><b>데이터 차트</b> 개발자: By mBlock ...</p> <p>이 확장을 사용하여 데이터를 시각화할 수 있습니다. 차트는 간단하여 보다 더 크게 말한다. <a href="#">더 보기</a></p> <p>*스프라이트에서 추가하기</p>	<p>* 센서를 통해 측정한 값을 그래프 (차트)로 표현한다.</p>
#3 코딩하기	
 <p>[센서값 측정해서 스프라이트로 보내기(이름: data)]</p>	
 <p>[데이터 차트 설정 및 차트 나타내기]</p>	

## ☺ 데이터 차트 활용하기

### #1 활용 기능 추가하기



#### 데이터 차트

개발자: By mBlock ...

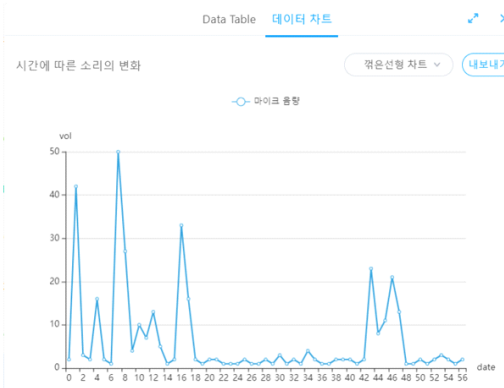
이 확장을 사용하여 데이터를 시각화할 수 있습니다. 차트는 간단하여 보다 더 크게 말합니다. [더 보기](#)

\*스프라이트에서 추가하기

### #2 프로젝트 설명

- \* 센서를 통해 측정된 값을 그래프(차트)로 표현한다.
- \* 데이터 테이블 '내보내기'를 통해 csv파일을 다운로드 할 수 있다.
- \* 구글 스프레드시트에서 다운로드 받은 csv파일을 생성하여 데이터 분석을 진행할 수 있다.

### #3 코딩하기



[센서값을 데이터 차트로 시각화]

date	마이크 음향
0	2
1	42
2	3
3	2
4	16
5	2
6	1
7	50

[데이터 수집(테이블)]

## 2. 스프레드시트로 데이터 분석하기

### 🔍 구글 스프레드시트

- 데이터를 쉽고 빠르게 다룰 수 있는 웹 프로그램

#### 📁 What is Data?



\*의미 있는 정보를 가진 모든 값

- 사람이나 자동기기가 생성
- 실체의 속성을 숫자, 문자, 기호 등으로 표현한 것
- 데이터 + 특정한 의미 = 정보

[출처: 네이버 지식백과]

#### 📁 데이터를 모아보자

김예린 키 : 154.4cm 몸무게 : 53.0kg	이경빈 키 : 148.8m 몸무게 : 37.7kg	이소영 키 : 151.4m 몸무게 : 45.5kg
서지혜 키 : 148.9cm 몸무게 : 34.4kg	부연희 키 : 159.9cm 몸무게 : 61.4kg	박은주 키 : 154.4cm 몸무게 : 42.1kg
최예은 키 : 160.5cm 몸무게 : 47.3kg	김은혜 키 : 154.7cm 몸무게 : 50.5kg	오은빈 키 : 157.6cm 몸무게 : 50.2kg

#### 📁 데이터를 보기 쉽게 정리하자 - 표

이름	키 ( cm )	몸무게 ( kg )	
김예린	154.4	53.0	행
서지혜	148.9	34.4	
최예은	160.5	47.3	
이경빈	148.8	37.7	세
부연희	159.9	61.4	
김은혜	154.7	50.5	
이소영	151.4	45.5	
박은주	154.4	42.1	
오은빈	157.6	50.2	열

\*데이터를 표로 정리했을 때 어떤 점이 좋은가요?

☞ 체질량지수(BMI) 계산하고 데이터 시각화 하기

- ※ 수집한 데이터를 구글 스프레드시트에 입력해 봅시다.
- ※ 입력한 데이터를 활용하여 체질량지수(BMI)를 계산해 봅시다.

키몸무게파일 ☆ 📄 ☁

파일 수정 보기 삽입 서식 데이터 도구 부가기능 도움말

100% # % .0 .00 123 기본값 (Ari... 10 B

G8 fx

	A	B	C	D	E	F
1	<b>이름</b>	<b>키 ( cm )</b>	<b>몸무게 ( kg )</b>	<b>BMI</b>		
2	김예린	154.4	53			
3	김은혜	154.7	50.5			
4	박은주	154.4	42.1			
5	부연희	159.9	61.4			
6	서지혜	148.9	34.4			
7	오은빈	157.6	50.2			
8	이경빈	148.8	37.7			
9	이소영	151.4	45.5			
10	최예은	160.5	47.3			

☞ 데이터 확인하기

	A	B	C	D
1	<b>이름</b>	<b>키 (cm)</b>	<b>몸무게 (kg)</b>	<b>BMI</b>
2	김예린	154.4	53	
3	김은혜	154.7	50.5	
4	박은주	154.4	42.1	
5	부연희	159.9	61.4	
6	서지혜	148.9	34.4	
7	오은빈	157.6	50.2	
8	이경빈	148.8	37.7	
9	이소영	151.4	45.5	
10	최예은	160.5	47.3	

\*체질량지수(BMI) 계산식

$$BMI = \frac{\text{몸무게}(kg)}{\text{키}(m) * \text{키}(m)}$$

\*키의 단위변환(cm→m) 필요  
예) 154.4 × 0.01 = 1.544

☞ 단위변환 계산하기

- ※ 수식을 사용하여 셀 값을 계산해 봅시다.
- ※ 수식을 사용할 때에는 '=' 기호를 입력하고, 연산기호(+,-,\*,/)를 활용합니다.
- ※ 키 데이터의 단위를 변환하는 수식을 완성해 봅시다.(cm → m)

	A	B	C	D
1	<b>이름</b>	<b>키 ( cm )</b>	<b>몸무게 ( kg )</b>	1.544 ×
2	<b>김예린</b>	154.4	53	=B2*0.01
3	<b>김은혜</b>	154.7	50.5	1.547

☞ BMI 계산하기

- ※ 셀에 직접 식을 입력합니다.
- ※ 계산 순서에 따라 괄호를 잘 묶어줘야 합니다.
- ※ 계산식임을 알리기 위해 앞에 '=' 표시를 꼭 붙여주세요!

D2 fx =C2/((B2\*0.01)\*(B2\*0.01))

	A	B	C	D	E
1	<b>이름</b>	<b>키 ( cm )</b>	<b>몸무게 ( kg )</b>	22.23 ×	
2	<b>김예린</b>	154.4	53	=C2/((B2*0.01)*(B2*0.01))	
3	<b>김은혜</b>	154.7	50.5	21.10	

<부록 3> 최종 교육 프로그램 교수·학습과정안

교수·학습과정안

일시	2022.8.22.(월)	대상	6학년 별님반 22명
주제	피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학	차시	1/24
활동명	프로젝트 주제 조망하기	소요시간 (분)	40
학습목표	데이터 과학 프로젝트의 주제와 내용을 살펴보고 설명할 수 있다.		
학습 요소	교수·학습 활동		시간
도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 동기유발 활동</li> <li>- 데이터에 기반해서 식당 메뉴 결정하는 영상 시청하기</li> <li>● 활동과제 안내</li> </ul>		5
전개	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터로 들여다보는 ‘처서 매직’</li> <li>- ‘처서 매직’이 무엇인지 살펴보기</li> <li>- 처서 절기의 기온 데이터 살펴보기</li> <li>- 처서에 날씨가 선선해지는 것은 사실인가? 데이터로 확인해보기</li> <li>● 데이터로 들여다보는 ‘입추 매직’</li> <li>- ‘입추 매직’과 관련된 데이터를 탐색하며 의미있는 정보 찾아보기</li> <li>● 프로젝트 수행과제 알아보기</li> <li>- 데이터 과학이란?</li> <li>- 할로코드를 활용해 프로그램 만들기</li> <li>- 데이터 과학을 통한 문제해결 탐구활동</li> </ul>		30
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 프로젝트에 대해 정리하기</li> <li>- 프로젝트의 주제와 내용 설명하기</li> <li>● 차시 학습 안내</li> <li>- 데이터 과학의 기본 개념 익히기</li> </ul>		5

## 교수·학습과정안

일시	2022.8.29.(월)	대상	6학년 별님반 22명
주제	피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학	차시	2-3/24
활동명	데이터 수집 방법 익히기	소요시간 (분)	80
학습목표	데이터 수집하는 방법을 알아보고, 필요한 데이터를 수집할 수 있다.		
학습 요소	<b>교수·학습 활동</b>		<b>시간</b>
도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 동기유발 활동                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생활 주변에 제공되는 다양한 데이터 살펴보기</li> </ul> </li> <li>● 활동과제 안내</li> </ul>		15
전개	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터 수집 방법 살펴보기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공공 데이터 포털(data.go.kr) 이용하기</li> <li>- 온라인 설문조사 도구 이용하기</li> <li>- 프로그래밍으로 데이터 수집 프로그램 제작하기</li> </ul> </li> <li>● 할로코드와 mBlock 살펴보기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 할로코드의 센서와 장치 살펴보기</li> <li>- mBlock 기본 기능 익히기</li> <li>- 할로코드와 mBlock 연결하기</li> </ul> </li> <li>● 데이터 수집 프로그램 제작하기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 날씨 데이터 라이브러리 가져오기</li> <li>- 마이크 장치 활용해서 소리 데이터 수집하기</li> <li>- 여러 가지 센서를 활용해서 데이터 수집하는 프로그램 제작하기</li> </ul> </li> </ul>		
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 활동 정리하기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 수집 프로그램을 제작하는 데 필요한 소스코드 정리하기</li> </ul> </li> <li>● 차시 학습 안내                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 분석 방법 익히기</li> </ul> </li> </ul>		



## 교수·학습과정안

일시	2022.9.5.(월)	대상	6학년 별님반 22명
주제	피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학	차시	4-6/24
활동명	데이터 분석 방법 익히기	소요시간 (분)	120
학습목표	데이터 분석하는 방법을 알아보고, 데이터를 시각화하여 해석할 수 있다.		
학습 요소	교수·학습 활동		시간
도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 전시학습상기</li> <li>- 데이터 수집 프로그램 점검하기</li> <li>● 활동과제 안내</li> </ul>		5
전개	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터 분석 방법 알아보기</li> <li>- 기술통계량(평균, 최댓값, 최솟값 등) 알아보기</li> <li>- 데이터 시각화 알아보기</li> <li>● 데이터 시각화 익히기</li> <li>- 그래프의 종류와 용도 알아보기</li> <li>- 데이터 분석 방법 알아보기(확증적, 탐색적)</li> <li>- 예제 데이터로 데이터 시각화하기 (수학 교과 연계, 언플러그드)</li> <li>- 데이터 시각화를 바탕으로 해석하기</li> <li>● 데이터 시각화 프로그램 제작하기</li> <li>- mBlock의 데이터 시각화 기능 살펴보기</li> <li>- 소리 데이터를 수집하고 시각화 하는 프로그램 제작하기</li> <li>● 데이터 분석 실습하기</li> <li>- 거리에 따른 소리 데이터를 수집하여 시각화하기</li> <li>- 데이터 시각화를 바탕으로 해석하기</li> </ul>		100
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 활동 정리하기</li> <li>- 데이터 시각화 프로그램을 제작하는 데 필요한 소스 코드 정리하기</li> <li>- 자신이 해석한 데이터 설명하기</li> <li>● 차시 학습 안내</li> <li>- 데이터 분석 방법 익히기</li> </ul>		15

## 교수·학습과정안

일시	2022.9.19.(월)	대상	6학년 별님반 22명
주제	피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학	차시	7-8/24
활동명	데이터 과학 알아보기	소요시간 (분)	80
학습목표	데이터 과학에 대해 알아보고, 의미와 단계를 설명할 수 있다.		
학습 요소	<b>교수·학습 활동</b>		<b>시간</b>
도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 전시학습상기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 시각화 프로그램 점검하기</li> <li>- 데이터 시각화</li> </ul> </li> <li>● 활동과제 안내</li> </ul>		5
전개	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터 과학의 개념 알아보기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 과학을 통한 문제해결 사례 살펴보기</li> <li>- 나이팅게일의 사례</li> <li>- 맥주와 기저귀의 상관관계</li> </ul> </li> <li>● 데이터 과학의 단계 알아보기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- ‘문제 정의’, ‘데이터 기반 아이디어 설계 및 구상’, ‘데이터 수집’, ‘데이터 분석’, ‘공유 및 피드백’ 단계 별 활동 내용 살펴보기</li> </ul> </li> <li>● 데이터 과학을 기반으로 문제 해결해 보기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- ‘발이 크면 키가 클까?’ 문제 해결하기</li> </ul> </li> </ul>		65
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 활동 정리하기                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 과학의 개념과 단계 정리하기</li> </ul> </li> <li>● 차시 학습 안내                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 예제 실습하기</li> </ul> </li> </ul>		10

## 교수·학습과정안

일시	2022.9.26.(월) ~ 10.24.(월)	대상	6학년 별님반 22명
주제	피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학	차시	9-14/24
활동명	흙의 종류에 따른 토양수분 데이터 분석	소요시간 (분)	240
학습목표	토양수분센서를 이용한 데이터 수집 프로그램을 제작하고, 수집한 데이터를 분석하여 설명할 수 있다.		
학습 요소	<b>교수·학습 활동</b>		<b>시간</b>
도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 전시학습상기</li> <li>- 데이터 시각화 프로그램 점검하기</li> <li>- 데이터 시각화</li> <li>● 활동과제 안내</li> </ul>		5
전개	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 문제 정의</li> <li>- 생태환경교육 중 궁금했던 점 떠올리기</li> <li>- 주제 제시('어떤 흙이 물이 많이 머금고 있을까?')</li> <li>- 우리 학교에 있는 여러 흙의 물 빠짐 정도 비교하기</li> <li>- 화분을 만들기에 적절한 흙 선택하기</li> <li>● 데이터 기반 아이디어 설계 및 구상</li> <li>- 물 빠짐 정도를 비교할 수 있는 토양수분 데이터 수집하기</li> <li>- 토양수분 데이터를 비교할 수 있도록 실험에서 같게 할 조건, 다르게 할 조건을 설정하기</li> <li>- 탐구 질문 및 가설 정의하기</li> <li>- 데이터 수집 계획하기(비교대상, 수집시간 등)</li> <li>- 할로코드를 활용해 데이터 수집 프로그램 제작하기</li> </ul>		25
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터 수집</li> <li>- 토양수분센서를 활용하여 데이터를 수집하는 프로그램 제작하기</li> <li>- 여러 흙의 토양수분 데이터 수집하기</li> <li>- 결측값, 오류 등을 확인하고 데이터 전처리하기</li> </ul>		40
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터 분석</li> <li>- 수집한 데이터를 그래프로 시각화하는 프로그램 제작하기</li> <li>- 시각화한 데이터 분석하기</li> <li style="padding-left: 20px;">: 흙의 물빠짐 정도 비교하기</li> <li style="padding-left: 20px;">: 데이터 속에서 새롭게 알 수 있는 점 탐색하기</li> </ul>		40
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 공유 및 피드백</li> <li>- 팀별 탐구결과 발표하기</li> <li style="padding-left: 20px;">: 자신과 친구의 분석 결과를 비교하며 의견 공유하기</li> </ul>		40
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 활동 정리하기</li> <li>- 활동 소감 및 보완점 작성하기</li> <li>● 차시 학습 안내</li> <li>- 팀별 프로젝트 진행하기</li> </ul>		10

## 교수·학습과정안

일시	2022.10.31.(월) ~ 12.5.(월)	대상	6학년 별님반 22명
주제	피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학	차시	15-24/24
활동명	데이터 과학을 통해 문제해결하기	소요시간 (분)	400
학습목표	피지컬 컴퓨팅 기반 데이터 과학을 통해 문제를 해결할 수 있다.		
학습 요소	<b>교수·학습 활동</b>		<b>시간</b>
도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 전시학습상기</li> <li>- 예제 실습을 통해 보완할 부분 상기하기</li> <li>● 활동과제 안내</li> </ul>		10
전개	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 문제 정의</li> <li>- 생활 속에서 데이터를 기반으로 해결할 수 있는 문제상황 브레인스토밍하기</li> <li>- 의견 공유를 통해 탐구 주제로 발전시킬 수 있는 주제 선정하기</li> <li>- 탐구 주제 및 가설 설정하기</li> </ul>		40
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터 기반 아이디어 설계 및 구상</li> <li>- 탐구 주제 해결을 위해 필요한 데이터 생각해 보기</li> <li>- 할로코드를 통해 직접 수집할 수 있는 데이터 정리하기</li> <li>- 탐구 주제 확정하기</li> <li>- 탐구 질문 및 가설 정의하기</li> <li>- 할로코드를 활용해 데이터 수집 프로그램 제작하기</li> <li>- 데이터 수집 계획하기(비교대상, 수집시간 등)</li> </ul>		80
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터 수집</li> <li>- 할로코드를 활용해 데이터 수집하기</li> <li>- 결측값, 오류 등을 확인하고 데이터 전처리하기</li> </ul>		70
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터 분석</li> <li>- 프로그래밍으로 평균, 최댓값, 최솟값 등의 기술통계량 계산하기</li> <li>- 주제에 적합한 그래프를 선정하여 시각화 하기</li> <li>- 시각화한 데이터를 바탕으로 해석하기</li> <li>- 탐구 질문 및 가설 검증하기</li> <li>- 그래프를 탐색하여 새로운 패턴 발견해 보기</li> </ul>		80
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 공유 및 피드백</li> <li>- 팀별 탐구결과 발표 프레젠테이션 자료 제작하기</li> <li>- 팀별 탐구결과 발표하기</li> <li>- 탐구결과 비교하기</li> </ul>		80
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 프로젝트 마무리하기</li> <li>- 프로젝트 자체 평가 및 되돌아보기</li> </ul>		20
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 활동 정리하기</li> <li>- 활동 소감 정리하기</li> </ul>		20

컴퓨팅 사고력 알아보기 (초등학생용)

( )학년 ( )반 ( )번 성별 (남 / 여)

다음은 여러분이 현대 사회를 살아가는데 꼭 필요한 역량 중 하나인 컴퓨팅 사고력을 알아보기 위한 문제입니다.

컴퓨팅 사고력은 IT를 이용해서 다양한 문제를 정확하고 신속하게 처리하는 문제해결 방법을 찾고, 문제를 해결하는데 필요한 사고력이라고 할 수 있습니다. 따라서 컴퓨팅 사고력을 높이는 것은 불확실한 미래 사회를 준비하는 데 도움이 됩니다.

컴퓨팅 사고력은 프로그래밍을 체험하는 정보(SW)교육을 통해서도 향상 될 수 있는 것으로, 여러분이 미래에 갖게 될 다양한 직업에서 활용될 수 있습니다.

자 그럼, 시작해볼까요?

문제1 (1-1에서 1-5까지)

희정네 마을에서는 안전한 귀갓길을 만들기 위해 가로등을 바꾸려고 합니다. 희정이는 전등의 종류에 대해 찾아보고 어떤 전등으로 바꾸는 것이 좋을지 고민하고 있습니다.

1-1. 희정이는 마을의 가로등을 바꾸기 위해 인터넷에서 전등의 종류와 특징에 대해 검색하였다.

**백열등 [白熱燈, incandescent lamp]** 과학용어사전 | 자연과학 > 자연과학 일반  
 이는 필라멘트의 기화를 최소화하여 필라멘트가 고온에서 빛을 계속 발하도록 해 준다. 오늘날 백열등은 낮은 에너지 효율로 인해 형광등이나 LED 등으로 대체되고 있는 추세이다.

**백열등** 위키백과  
 백열등 반대운동 백열등은 전력의 약 10%만을 빛으로 전환하므로, 형광등, LED 등과 같은 다른 대체재에 비해 에너지 낭비가 제일 심하다. 많은 환경단체들이나 국가들에서 사용을 지양하고 있다. 몇몇 국가에서는...

**LED [light emitting diode]** 시사상식사전 | 시사/상식/종합 > 시사상식사전  
 전기에너지를 빛에너지로 전환하는 효율이 높기 때문에 최고 90%까지 에너지를 절약할 수 있어, 에너지 효율이 5% 정도밖에 되지 않는 백열등·형광등을 대체할 수 있는 차세대 광원으로 주목되고 있다. LED는...

**LED로 연간 최대 120억 절약하세요**  
 KISTI의 과학향기 칼럼 | 자연과학 > 자연과학 일반  
 발현 등 식물의 반응을 유도하고 초적색광에 의해 다시 불활성형태(Pr)로 전환된다.... 2,864ha에 백열등 대신 LED 광으로 대체한다면 연간 13만 톤의 탄소 배출을 줄일 수...  
 칼럼 분류 일반기사 칼럼 작성일 2009-02-09 원본보기 KISTI의 과학향기

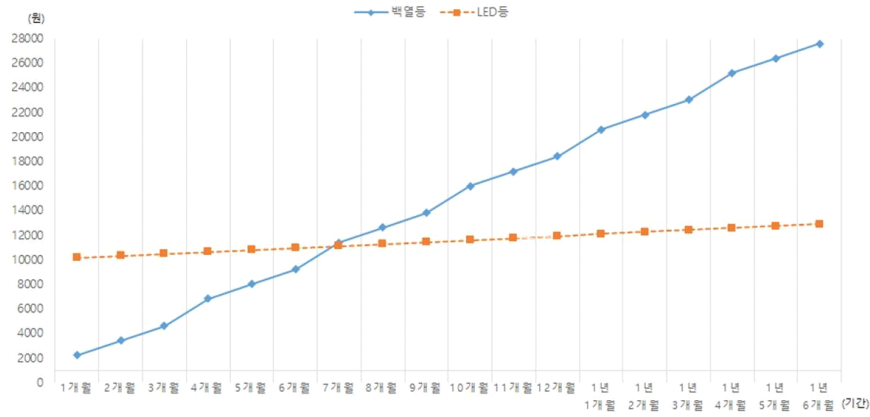
**도어등** 쇼핀용어사전 | 생활/취미/스포츠 > 쇼핀/생활용품  
 문 안쪽 하단에 점등되는 등으로 차량의 문을 열면 점등됩니다. 주변이 어두운 곳에서 문의 위치와 바깥의 시야를 확보하여 탑승자의 안전을 보호하는 역할을 하며 네온등, LED등 등을 사용합니다.

검색 결과 화면에서 파악할 수 있는 가장 적절한 것을 <보기>에서 고르시오. ( )

< 보 기 >

① 백열등은 에너지 효율이 높다.  
 ② 형광등, LED등은 백열등보다 에너지 낭비가 심하다.  
 ③ 백열등은 에너지 효율이 5%정도 밖에 되지 않는다.  
 ④ LED등은 백열등으로 대체되고 있다.  
 ⑤ 도어등은 탑승자의 안전을 보호 하지 못한다.

1-2. 희정이는 어떤 전등을 더 오래 사용할 수 있고 가격이 더 싼지 비교하기 위해, 1년 6개월 동안의 백열등과 LED등의 총 유지비용(제품 가격+전력소비비용)에 대한 데이터를 찾았다.

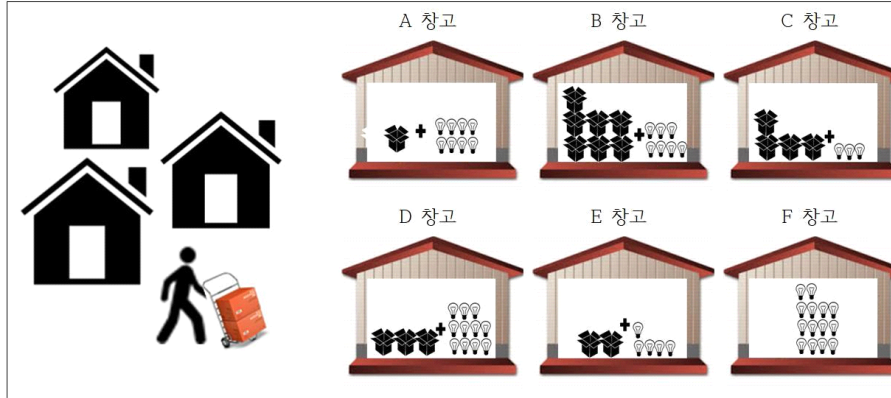


위 그래프를 통해 파악할 수 있는 가장 적절한 것을 <보기>에서 고르시오. (            )

—<보 기>—

- ① LED등은 더 오래 사용할 수 있고 더 가격이 싸다.
- ② 백열등이 LED등보다 더 오래 사용할 수 있다.
- ③ 백열등은 6개월을 사용할 수 있다.
- ④ 8개월 이상 사용하면 LED등이 더 싸다.
- ⑤ 제품가격은 백열등이 LED등보다 더 비싸다.

1-3. 희정이는 가로등을 바꾸기 위해 다음 <규칙>에 따라, 여섯 곳의 창고에서 마을로 전등을 옮기려고 한다.



— <규 칙> —

- 규칙 1 : 모든 창고에 최소 한 번은 가야 한다.
- 규칙 2 : 창고에서는 한 번에 한 개의 상자 혹은 9개 이하의 전등만 가져올 수 있다.
- 규칙 3 : 한 상자에는 10개의 전등이 들어 있다.
- 규칙 4 : 창고에 갈 수 있는 총 횟수는 20회이다.
- 규칙 5 : 한 번에 두 개 이상의 창고에 갈 수 없다.

옮길 수 있는 전등의 최대 개수를 <보기>에서 고르시오. (            )

— <보 기> —

- ① 194개    ② 195개    ③ 196개    ④ 197개    ⑤ 198개

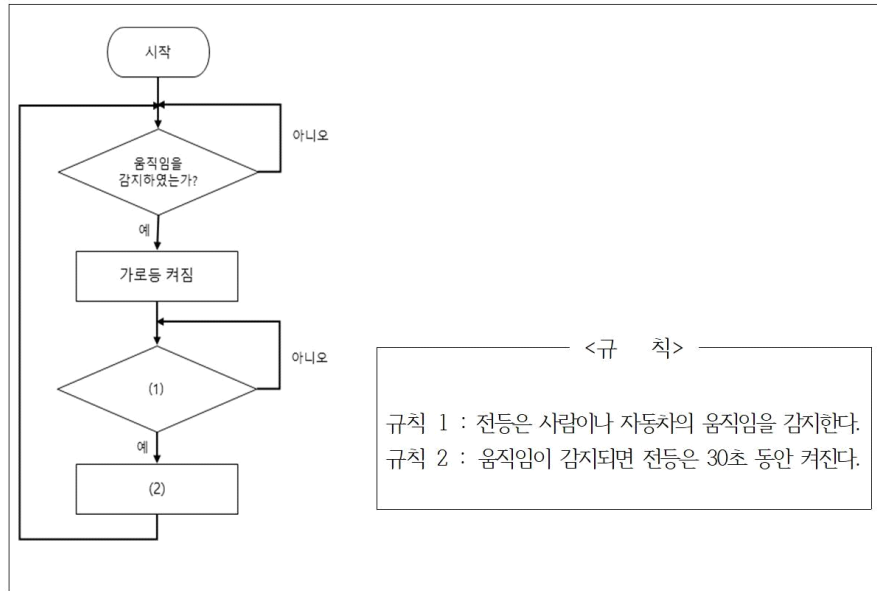


1-4. 희정이는 가로등이 사람이나 자동차의 움직임을 감지하여 작동하면 좋겠다고 생각하였다. 이에 필요한 센서를 찾아보기 위한 검색어로 가장 적절한 것을 <보기>에서 고르시오. (                    )

<보      기>

- |             |            |            |
|-------------|------------|------------|
| ① 기울기 감지 센서 | ② 빛 감지 센서  | ③ 동작 감지 센서 |
| ④ 소리 감지 센서  | ⑤ 온도 감지 센서 |            |

1-5. 다음은 가로등이 자동으로 작동하는 방법을 표현한 순서도이다.



위 <규칙>에 따라 작성된 순서도의 빈칸 (1)과 (2)에 들어갈 가장 적절한 것을 <보기>에서 순서대로 고르시오. (1) ( ) (2) ( )

- <보 기>
- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| ① 가로등 켜짐     | ② 가로등 꺼짐     | ③ 10초가 지났는가? |
| ④ 20초가 지났는가? | ⑤ 30초가 지났는가? |              |

문제2 (2-1에서 2-4까지)

호성이는 학교 축제에서 '공의 개수 맞추기 게임'을 담당하게 되었습니다. 이 게임은 <절차>에 따라 진행하여 '공의 개수'를 먼저 맞추는 팀이 승리하는 게임입니다.

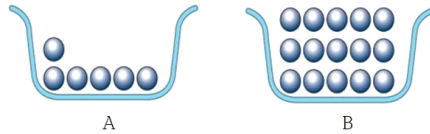
게임에 적용되는 <절차>는 다음과 같다. <절차>는 순서대로 진행된다.

— <절 차> —

1단계 : 바구니 A, B에 공의 개수가 같으면, 바구니 A에 남아있는 '공의 개수'를 외친 후 종료한다.

2단계 : 공이 많은 바구니에서 공이 적은 바구니에 든 '공의 개수'만큼 뺀 후, 1단계로 간다.

바구니 A, B에 각각 6개, 15개의 공이 들어있을 때, <절차>를 적용하면, 바구니 A에 남은 '공의 개수'는 3개이다.

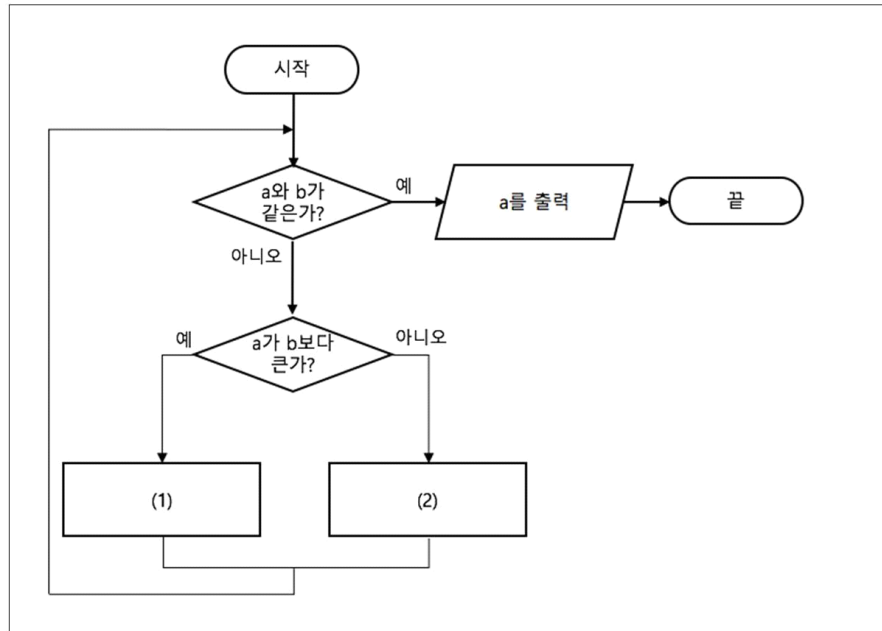


2-1. 바구니 A, B에 각각 8개, 20개의 공이 들어있을 때, 위 <절차>를 적용하여 바구니 A에 남은 '공의 개수'를 <보기>에서 고르시오. (            )

— <보 기> —

- ① 1            ② 2            ③ 4            ④ 5            ⑤ 8

2-2. 다음은 호성이가 '공의 개수' 찾는 방법을 표현한 순서도이다. a, b는 각각 바구니 A, B에 들어있는 '공의 개수'이다.



위 순서도의 빈칸 (1)과 (2)에 들어갈 가장 적절한 것을 <보기>에서 순서대로 고르시오.  
 (1) ( ) (2) ( )

- < 보 기 >
- |                        |                        |                        |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① $a \leftarrow b$     | ② $b \leftarrow a$     | ③ $a \leftarrow a - b$ | ④ $a \leftarrow b - a$ |
| ⑤ $b \leftarrow b - a$ | ⑥ $b \leftarrow a - b$ |                        |                        |

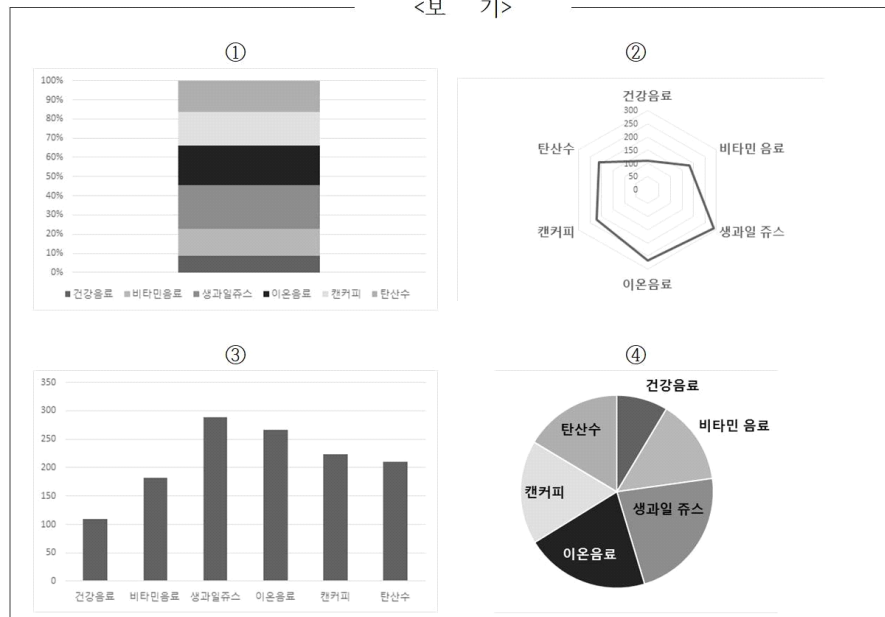
※ ' $a \leftarrow b$ '는 b를 a에 저장한다는 의미이다.

2-3. 호성이는 축제 기간 동안 설치된 자판기에 학생들이 좋아하는 음료수를 넣으려고 한다.  
 학생들이 좋아하는 음료수를 조사하고, 표계산 소프트웨어로 정리하였다.

음료	학생 수 (명)
건강음료	110
비타민 음료	182
생과일 쥬스	289
이온음료	267
캔커피	223
탄산수	210


학생들이 좋아하는 음료수를 비교하려고 할 때 가장 적절한 것을 <보기>에서 고르시오.  
 (            )

<보 기>



2-4. 호성이는 자판기의 금액 표시 화면이 고장난 것을 발견했다.

- 금액 표시 화면의 금액 중 숫자 하나는 7개의 조각으로 표현된다.
- 조작의 불이 켜지고 꺼짐에 따라 아래와 같은 숫자로 표시될 수 있다.



4개의 숫자를 각각 7개의 조각으로 표현하기 위해서는 28개의 조각이 필요하다. 자판기 금액 표시 화면에서 한 개의 조각이 켜지지 않아 아래와 같이 표시되었다.



조각이 고장나지 않았을 경우, 원래 표시 금액으로 가능한 것을 <보기>에서 고르시오.  
(       )

<보 기>

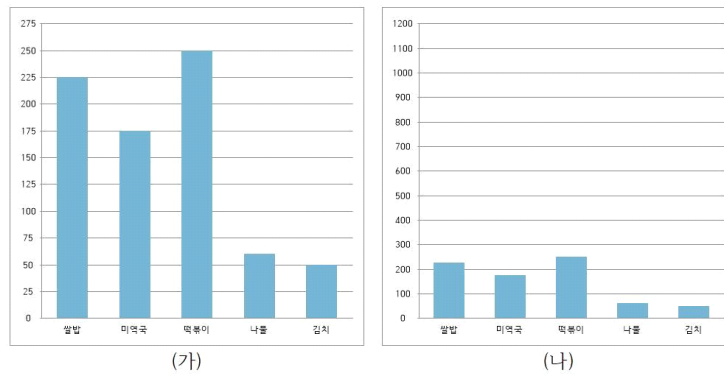
① 8800	② 8300	③ 5500
④ 8300	⑤ 8900	

문제3 (3-1에서 3-2까지)

민정이는 건강한 식습관을 위해 음식의 칼로리에 대해 조사하였습니다.

3-1. 조사한 칼로리 데이터를 학급 친구들과 공유하기 위해 두 가지의 막대그래프로 정리하였다.

- 쌀밥은 225kcal이고, 미역국은 175kcal이다.
- 떡볶이는 250kcal로 칼로리가 높았다.
- 나물은 60kcal, 김치는 50kcal이다.



민정이가 표현한 두 가지 그래프에 대한 설명으로 가장 적절한 것을 <보기>에서 고르시오. ( )

<보 기>

- ① (가)는 (나)보다 음식의 칼로리 차이를 더 잘 알 수 있다.
- ② (가)는 칼로리의 수치를 정확히 알 수 있다.
- ③ (나)는 (가)보다 칼로리가 가장 낮은 음식을 구별하기 쉽다.
- ④ (가), (나) 모두 칼로리의 수치를 잘 비교할 수 있다.
- ⑤ (가), (나) 모두 세로축의 눈금 간격을 적절히 설정해 주었다.

3-2. 민정이는 쌀과 콩이 서로 다른 컵에 담겨있는 것을 발견하였다. 다음 <조건>을 고려하여 (가)와 (나)의 이름에 맞게 내용물을 서로 바꿔 담으려고 한다.

<조 건>

- (가)에는 쌀. (나)에는 콩이 들어있다.
- (다)에는 아무 것도 들어있지 않다.

(가)      (나)      (다)

(가)와 (나)의 내용물을 바꾸어 담는 과정으로 옳은 것을 <보기>에서 고르시오. (            )  
 ( 단, '⇒' 기호는 내용물의 이동 방향을 나타낸다.)

<보 기>

① (가) ⇒ (나) (나) ⇒ (가)	② (가) ⇒ (다) (나) ⇒ (가) (다) ⇒ (나)	③ (나) ⇒ (다) (가) ⇒ (나) (나) ⇒ (다)
④ (가) ⇒ (다) (다) ⇒ (나) (다) ⇒ (나)	⑤ (가) ⇒ (다) (나) ⇒ (가) (가) ⇒ (나)	



문제4 (4-1에서 4-2까지)

희정이네 마을에는 마을을 지키는 로봇이 있다. 로봇은 스스로 움직일 수 없고, 사람의 명령에 의해서만 움직일 수 있습니다.

<로봇 경로>

로봇(🤖)은 희정이의 명령에 따라서만 움직일 수 있다.

**<규칙>**

희정이네 집

X  
→ : X칸만큼 앞으로 이동

↻ : 오른쪽으로 90도 회전

↺ : 왼쪽으로 90도 회전

: 장애물

4-1. 로봇을 움직여 희정이네 집(●)에 도착하는 프로그램으로 옳은 것을 <보기>에서 고르시오. 단, 로봇은 현재 북쪽(North)을 보고 있다. (            )

<보 기>

① 4  
→ ↻ 2  
→ ↺ 1  
→ ↻ 2  
→

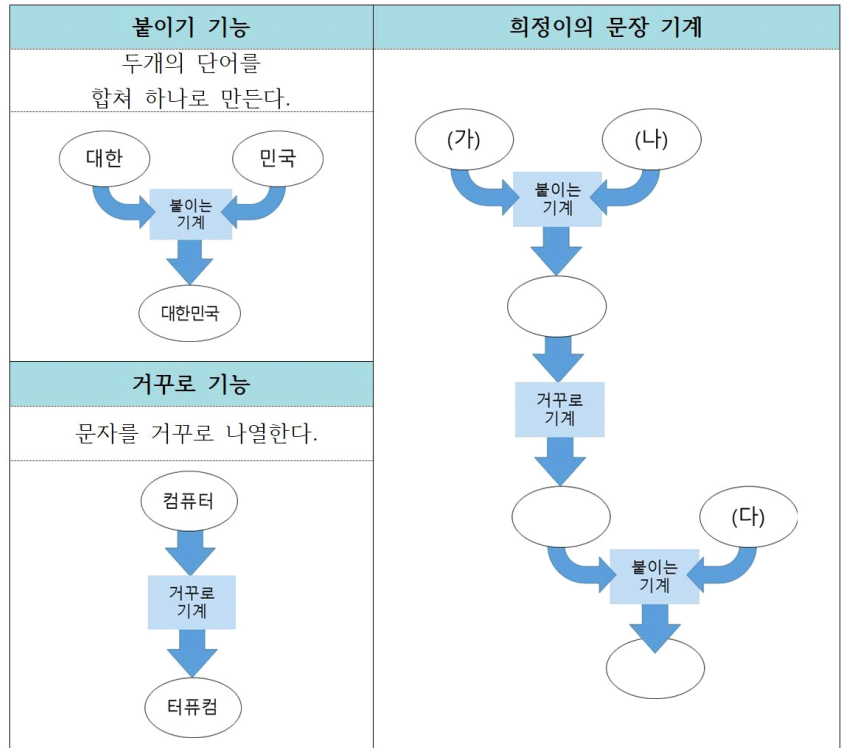
② 2  
→ ↻ 5  
→ ↺ 2  
→ ↻ 1  
→

③ ↻ 3  
→ ↺ 3  
→ ↻ 1  
→ ↺ 1  
→

④ ↻ 4  
→ ↺ 3  
→ ↺ 2  
→ ↻ 1  
→

⑤ 2  
→ ↻ 2  
→ ↺ 2  
→ ↺ 1  
→

4-2. 희정이는 '문장 기계'(문장 만드는 기계)를 이용하여 마을 입구에 설치할 현수막에 '안전사고예방'이라고 쓰려고 한다. '문장 기계'는 다음과 같이 붙이기 기능과 거꾸로 기능을 조합으로 구성할 수 있다.



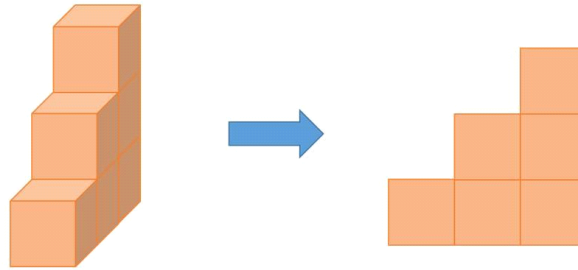
희정이 문장 기계의 빈 칸 (가), (나), (다)에 들어갈 내용으로 가장 적절한 것을 <보기>에서 고르시오. (            )

<보 기>							
	(가)	(나)	(다)		(가)	(나)	(다)
①	사고	안전	예방	②	예고	사전안	방
③	방	고사전	안예	④	안전	사고	예방
⑤	방	전사고예	안				

문제5 (5-1에서 5-2까지)

헤지는 계단 모양의 블록 쌓기와 관련된 프로그램을 개발하려 합니다.

동일한 크기인 정육면체의 블록으로 3층의 계단을 쌓으려면, 6개의 블록이 필요하다.  
[그림]은 블록 쌓기의 입체도와 단면도를 나타낸 것이다.



[그림] 블록 쌓기의 입체도와 단면도

5-1. 4층의 계단을 쌓으려면 총 몇 개의 블록이 필요한지 구하시오. (            )

5-2. 해지는 계단을 한 층 더 쌓는데 필요한 블록의 총 개수를 구하려고 한다.

예를 들어, 4층 계단을 쌓기 위해서는 3층 계단을 쌓는데 필요한 블록의 총 개수에 쌓고자 하는 층 수 만큼의 블록이 더 필요하다. 이 규칙을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} S(0) &= 0 \\ S(1) &= S(0) + 1 = 1 \\ S(2) &= S(1) + 2 = 3 \\ S(3) &= S(2) + 3 = 6 \\ &\dots \end{aligned}$$

8층 높이로 계단을 쌓으려고 할 때, 필요한 블록의 총 개수를 <보기>에서 고르시오. (      )

— <보      기> —

- ① 21      ② 28      ③ 30      ④ 32      ⑤ 36