



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

컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위한
퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램

제주대학교 대학원

과학교육학부 컴퓨터교육전공

오정철

2020년 8월



컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램

指導教授 金 鍾 勳

吳 枉 澈

이 論文을 教育學 博士學位 論文으로 提出함

2020年 6月

吳枉澈의 教育學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長	김 정 우	(印)
委 員	박 찬 정	(印)
委 員	조 정 원	(印)
委 員	김 용 인	(印)
委 員	김 주 훈	(印)

濟州大學校 大學院

2020年 6月

Puzzle-Based Computer Education Program to Improve Computational Thinking and Creativity

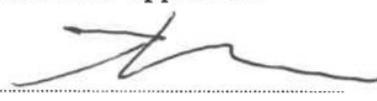
Jeongcheol Oh

(Supervised by professor Jonghoon Kim)

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

2020. 6.

This thesis has been examined and approved.

Jonghoon Kim, 

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

Chongwoo Kim 

Chan Jung Park 

Jungwon Cho 

Yongmin Kim 

(Name and signature)

.....
Date

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

목 차

표 목 차	iv
그 림 목 차	vii
국 문 초 록	ix
I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 내용	2
3. 연구의 기대 효과	4
II. 이론적 배경	5
1. 컴퓨팅 사고력과 창의성	5
1) 정의와 구성요소	5
2) 검사 도구	15
2. 퍼즐 기반 학습	18
1) 퍼즐의 교육적 활용과 퍼즐 기반 학습	19
2) 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 퍼즐의 활용	21
3. 컴퓨터 교육 관련 교수·학습 모형	22
1) 소프트웨어 교육 관련 교수·학습 모형	22
2) 순환 학습 모형	25
3) 창의적 문제 해결 학습 모형	26

4. 발문	28
1) 발문의 의미와 분류	28
2) 발문 모형	30
5. 연구의 관점과 차별성	31
1) 컴퓨팅 사고력과 중점 강화 요소	31
2) 타 퍼즐 활용 프로그래밍 교육과의 차별성	32
3) 타 컴퓨터 교육 교수·학습 모형과의 차별성	33

III. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 개발 34

1. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 위한 요구 분석	34
1) 요구 분석 목적 결정	35
2) 출처 확인	35
3) 도구 선택	36
4) 요구 분석 및 의사 결정	36
2. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 설계	47
1) 성취 목표 명세화	47
2) 프로그램 구조 설계	48
3) 학습 내용 설계	50
4) 교수 전략 설계	50
3. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 개발	51
1) 교수 내용	51
2) 교수·학습 모형	61
3) 교사 발문	74

IV. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 적용 및 결과 분석	97
1. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 적용	97
1) 초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램	97
2) 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교수·학습 모형 개선)	102
3) 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교사 발문 개선)	106
2. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 결과 분석	112
1) 컴퓨팅 사고력 검사결과 분석	112
2) 창의성 검사결과 분석	118
V. 결론 및 제언	126
참고문헌	128
Abstract	135
부록	140

표 목 차

<표 II-1> Wing의 컴퓨팅 사고의 6가지 특성	6
<표 II-2> 국내·외 학자와 관련 기관의 컴퓨팅 사고력의 정의와 특징	7
<표 II-3> Wing의 컴퓨팅 사고력 구성요소	9
<표 II-4> 문제 해결을 위한 컴퓨팅 사고 단계	10
<표 II-5> 학자 및 유관 기관별로 제시하고 있는 컴퓨팅 사고력의 구성요소	11
<표 II-6> 연구자별 컴퓨팅 사고력 구성요소 간의 상호 관계성	12
<표 II-7> 창의성 관련 연구	13
<표 II-8> 창의성 관련 연구들의 창의성 구성 요인	15
<표 II-9> 컴퓨팅 사고력 측정 도구 관련 연구	16
<표 II-10> 창의성 측정 도구 관련 연구	17
<표 II-11> 퍼즐의 분류	19
<표 II-12> 프로그래밍 언어 및 퍼즐에 대한 사고 경험	21
<표 II-13> 컴퓨팅 사고력의 구성요소 중심 교수·학습 모형	23
<표 II-14> 컴퓨팅 사고력 기반 창의적 문제 해결 교수·학습 모형	24
<표 II-15> 연구자별 CPS의 단계와 상호 관련성	27
<표 II-16> 발문으로 표현되는 사고의 수준	29
<표 II-17> Burton의 단계별 발문 모형	30
<표 II-18> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 강화되는 컴퓨팅 사고력 요소	31
<표 III-1> 정보원과 추출 가능한 정보	35
<표 III-2> 소프트웨어 교육 경험(3~6학년)	37
<표 III-3> 언플러그드 활동에 대한 관심도(3~6학년)	37
<표 III-4> 언플러그드 유형별 관심도(3~6학년)	37
<표 III-5> 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도(3~6학년)	38
<표 III-6> 퍼즐 기반 컴퓨터 학습 방법에 대한 선호도(3~6학년)	38
<표 III-7> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과(3~6학년)	38
<표 III-8> 연구 대상 집단과 사례 수(5학년)	40

<표 III-9> 소프트웨어 교육 경험(5학년)	40
<표 III-10> 언플러그드 활동에 대한 관심도(5학년)	41
<표 III-11> 언플러그드 유형별 관심도(5학년)	41
<표 III-12> 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도(5학년)	41
<표 III-13> 퍼즐 기반 컴퓨터 학습 방법에 대한 선호도(5학년)	42
<표 III-14> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과(5학년)	42
<표 III-15> 소프트웨어 교육 경험(4~6학년)	44
<표 III-16> 언플러그드 활동에 대한 관심도(4~6학년)	44
<표 III-17> 언플러그드 유형별 관심도(4~6학년)	44
<표 III-18> 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도(4~6학년)	45
<표 III-19> 퍼즐 기반 컴퓨터 학습 방법에 대한 선호도(4~6학년)	45
<표 III-20> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과(4~6학년)	45
<표 III-21> 질문 유형별 선호도(4~6학년)	46
<표 III-22> 성취 목표	47
<표 III-23> 교수 전략 설계	51
<표 III-24> 선정도서 목록	52
<표 III-25> ACM 컴퓨팅 커리큘럼	53
<표 III-26> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 10대 영역	53
<표 III-27> 초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 교육 내용	54
<표 III-28> 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램	56
<표 III-29> 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램	57
<표 III-30> CT-LC 단계별 컴퓨팅 사고력 요소와 CT마중발문	66
<표 III-31> 소프트웨어 교육의 학교급별 내용 요소 간 계열성 비교	75
<표 III-32> 출판사별 소프트웨어와 로봇 단원 연구 범위	76
<표 III-33> 6종 교과서별 발문 유형 분석	80
<표 III-34> CT마중발문1: 자료 수집	85
<표 III-35> CT마중발문2: 자료 분석	86
<표 III-36> CT마중발문3: 자료 표현	88
<표 III-37> CT마중발문4: 문제 분해	89

<표 III-38> CT마중발문5: 패턴 인식	90
<표 III-39> CT마중발문6: 추상화	91
<표 III-40> CT마중발문7: 알고리즘	93
<표 III-41> 발문 타당도 검증 기초 자료1: 요소별 연구자료 및 개발 의도	95
<표 IV-1> 초기 프로그램 투입 주제 및 제재	97
<표 IV-2> 연구 대상 집단과 사례 수(5학년)	102
<표 IV-3> 1차 개선 프로그램 투입 주제 및 제재	103
<표 IV-4> 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램	106
<표 IV-5> 초기 프로그램 컴퓨팅 사고력 사전 정규성 검정	112
<표 IV-6> 초기 프로그램 컴퓨팅 사고력 사전·사후 검사결과	113
<표 IV-7> 실험군과 비교군의 컴퓨팅 사고력 사전 정규성 검정	114
<표 IV-8> 컴퓨팅 사고력 사전 검사결과 비교(독립표본 t 검정)	115
<표 IV-9> 컴퓨팅 사고력 사후 검사결과 비교(독립표본 t 검정)	115
<표 IV-10> 1차 개선 프로그램 컴퓨팅 사고력 사전·사후 검사결과	116
<표 IV-11> 2차 개선 프로그램 컴퓨팅 사고력 사전 정규성 검정	117
<표 IV-12> 2차 개선 프로그램 컴퓨팅 사고력 사전·사후 검사결과	117
<표 IV-13> 초기 프로그램 창의성 사전 정규성 검정	118
<표 IV-14> 중학년(3~4학년) 창의성 사전·사후 검사결과	119
<표 IV-15> 고학년(5~6학년) 창의성 사전·사후 검사결과	120
<표 IV-16> 1차 개선 프로그램 창의성 사전 정규성 검정	122
<표 IV-17> 1차 개선 프로그램 창의성 사전·사후 검사결과	123
<표 IV-18> 2차 개선 프로그램 창의성 사전 정규성 검정	124
<표 IV-19> 2차 개선 프로그램 창의성 사전·사후 검사결과	125

그림 목 차

[그림 II-1] 학습과 실세계의 문제 해결을 위해 필요한 기술의 연속체	20
[그림 II-2] 퍼즐 기반 알고리즘 학습 모형 학습자 학습 단계	23
[그림 II-3] 순환 학습 모형 모식도	25
[그림 II-4] CT-LC 단계별 CT마중발문과 학생 활동 예시	33
[그림 III-1] Rossett 모형의 요구 분석 절차	34
[그림 III-2] 교육 요소 간의 관계	48
[그림 III-3] 선형적 ADDIE 모형	49
[그림 III-4] 순환적 ADDIE 모형	49
[그림 III-5] CT-LC모형 타당도 조사 전문가 구성	58
[그림 III-6] 교육 프로그램 타당도와 적합도 설문결과	61
[그림 III-7] 교육 프로그램 교수·학습 모형 개선 과정	62
[그림 III-8] Wallas의 창의적 산출물 생성 4단계	63
[그림 III-9] 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 학습 단계	64
[그림 III-10] 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 교수·학습 모형	65
[그림 III-11] 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 교수·학습 모형	67
[그림 III-12] CT-LC모형 단계별 컴퓨팅 사고력 요소 간 상관도(CT-Gear)	68
[그림 III-13] CT-LC모형 적합성 설문결과	71
[그림 III-14] CT-LC모형의 교육 내용과 조직의 적합성 설문결과	72
[그림 III-15] CT-LC모형의 교육 대상 적합성 설문결과	73
[그림 III-16] CT-LC모형의 현장 수업 적용 적합성 설문결과	74
[그림 III-17] 전문가 발문 유형 협의 과정	77
[그림 III-18] 단원별 질문 유형 분석 비율	81
[그림 III-19] 개발 발문 타당도 검증 검토위원	94
[그림 III-20] 발문 타당도 검증 기초 자료 2: 논문 자료	96
[그림 III-21] 발문별 리커트 척도 결과 예시	96
[그림 IV-1] 초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 활동 장면	99

[그림 IV-2] 탐색 단계 퍼즐 예시	100
[그림 IV-3] 개념 적용 단계: 나만의 퍼즐 만들기 예시	101
[그림 IV-4] 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 활동 장면	104
[그림 IV-5] 1차 개선 프로그램 문제 해결 설계도	105
[그림 IV-6] 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 활동 장면	107
[그림 IV-7] 개념 적용 단계: 컴퓨팅 개념 적용 퍼즐 예시	108
[그림 IV-8] 자기 성장 보고서	109
[그림 IV-9] 2차 개선 프로그램 문제 해결 설계도	110

<국문초록>

컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램

오 정 철

제주대학교 대학원 과학교육학부 컴퓨터교육전공

지도교수 김 종 훈

본 연구의 목적은 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위해 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 개발하고 이를 현장에 적용하여 교육적 효과를 검증하는 데 있다.

정부도 4차 산업혁명 시대에 소프트웨어가 혁신과 성장의 중심이 될 것으로 예상하고 다양한 분야에서 소프트웨어와의 연계 및 기반 구축을 위해 노력해 왔으며 초·중·고등학교 전 과정에 걸쳐 컴퓨터 교육과정도 강화하였다. 강화된 컴퓨터 교육의 핵심은 컴퓨팅 사고력을 신장시키는 것이며 컴퓨팅 사고력은 컴퓨팅 개념과 원리를 이해하고 이를 바탕으로 다양한 문제 해결 과정을 설계·적용해보는 경험을 통해 신장 될 수 있다.

하지만 컴퓨팅에 대한 이해를 바탕으로 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 교육 자료를 일반 교사가 개발하고 적용하기에는 어려움이 따르며 초등학생 수준에 맞춰 컴퓨팅 개념과 원리를 흥미 있게 만든 교육 자료 또한 충분치 않은 실정이다. 더욱이 초등학생의 경우 컴퓨터 프로그래밍 교육을 통해 학습할 수 있는 컴퓨팅 개념과 원리가 제한적이며 단순히 컴퓨터 프로그램의 기능 이해에 그치는 경우도 많다.

이에 본 연구에서는 초등학생들이 쉽고 재미있게 문제 상황을 이해하고 창의적으로 해결 전략에 접근할 수 있는 퍼즐을 도입하였다. 그리고 각 퍼즐의 문제 해결과정에서 컴퓨팅 사고력 요소를 경험하고 컴퓨팅 원리와 개념을 이해할 수 있도록 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 개발하였다.

퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 개발을 위해 체계적 교수 설계 모형인 ADDIE 모형에 따라 연구를 진행하였다.

요구 분석 단계에서는 컴퓨팅 사고력, 창의성, 퍼즐 기반 학습, 컴퓨터 교육 교수·학습 모형, 교사 발문에 대한 선행연구 분석과 Rossett 요구 분석 모형에 맞춰 초등학생을 대상으로 학습자 요구 분석을 진행하였다.

설계 단계에서는 성취 목표 명세화, 프로그램 구조 설계, 학습 내용 설계, 교수 전략 설계 과정을 진행하였다.

개발 단계에서는 설계 단계에서 설계된 내용을 바탕으로 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 개발하였고 교육 효과 향상을 위해 프로그램에 적합한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)과 컴퓨팅 사고력을 직·간접적으로 유도하는 교사 발문인 CT마중발문(CT-TQ)을 개발하였다.

적용 단계에서는 ADDIE 모형에 따라 첫 순환 과정을 돌아서 나온 평가 결과를 다음 순환 과정의 분석 단계에 반영하여 총 2차에 걸쳐 프로그램을 개선하였다. 최초 적용한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램에서 1차로 교수·학습 모형을 개선하여 적용하였고 2차로 교사 발문을 개선하여 현장에 적용하였다.

평가 단계에서는 본 연구에서 개발한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 결과 분석을 위해 컴퓨팅 사고력과 창의성 검사를 하였다. 또한, 투입된 프로그램에서 보완할 부분을 질적 개선사항으로 제시하여 다음 프로그램의 분석 단계에 반영하였다.

적용 및 평가 결과, 본 연구에서 개발한 ‘퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 퍼즐’, ‘1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교수·학습 모형 개선)’, ‘2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교사 발문 개선)’은 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장에 유의미한 효과가 있는 것을 확인하였다.

본 연구의 시사점은 다음과 같다.

첫째, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램은 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장에 효과적이다.

둘째, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)을 적용한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램이 전통적 수업모형을 적용한 컴퓨터 교육 프로그램보다 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성 향상에 더 효과적이다. 따라서 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)은 다양한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육에 활용될 수 있을 것이다.

셋째, CT마중발문을 적용한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램은 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성 향상에 유의미한 효과가 있다. 따라서 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 여러 형태의 컴퓨터 교육에 CT마중발문이 활용될 수 있으며 컴퓨터 교육 발문 연구의 기초자료로 제공될 수 있을 것이다.

향후 후속 연구를 통해 본 연구에서 개발된 CT마중발문을 바탕으로 컴퓨터 교육 교사 발문을 지속적으로 개선하고 교육 현장에 적용해 간다면 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 다양한 컴퓨터 교육 프로그램의 효과를 극대화할 수 있을 것이다.

주요어: 컴퓨팅 사고력, 창의성, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC), CT마중발문(CT-TQ), ADDIE 모형

I. 서론

1. 연구의 필요성

양자컴퓨터와 인공지능, 빅데이터와 사물인터넷 등 이제까지 겪어보지 못한 시대적 변화를 말하지 않더라도, 앞선 산업 혁명과 비교할 수 없는 빠르기로 세상을 변화시키는 4차 산업혁명의 속도를 논하지 않더라도, 이 시대를 살아가는 모든 사람에게 컴퓨터 교육은 일상의 문제를 해결하고 온전한 삶을 영위하며 행복한 삶을 누리기 위한 필수적인 요소가 되었다.

정부도 4차 산업혁명 시대에 소프트웨어가 혁신과 성장, 가치 창출의 중심이 되며 개인·기업·국가 경쟁력을 좌우하게 될 것으로 예상하고 다양한 분야에서 소프트웨어와의 연계 및 기반 구축을 위한 적극적인 노력을 기울이고 있다(오정철 & 김종훈, 2016). 또한 학교 교육 기반 마련을 위해 2015 개정 교육과정부터 초등학교 17시간, 중학교 34시간 이상 소프트웨어 교육을 필수화하고 고등학교에서는 ‘정보’ 과목을 일반 선택과목으로 편성하는 등 초·중·고등학교 전 과정에 걸쳐 소프트웨어 교육과정을 강화하고 있다(교육부 2015a).

이러한 시대적 흐름에 맞춰 교육 현장에서는 다양한 형태의 컴퓨터 활용 교육과 코딩 교육이 이루어지고 있으며 그와 더불어 일상생활의 다양한 문제를 컴퓨팅 시스템과의 연계를 고려하여 새로운 방향으로 탐색하고 효율적으로 해결 방법을 설계하는 컴퓨팅 사고력 신장 교육이 주목받고 있다. 컴퓨터 교육은 더 이상 사무자동화나 인터넷 사용법 등의 단순한 컴퓨터 활동 교육을 의미하지 않는다. 현재의 컴퓨터 교육은 컴퓨팅의 기본 개념과 원리를 이해하고 생활 속에 나타나는 다양한 문제를 효과적으로 해결할 수 있도록 컴퓨팅 시스템과 연계 가능한 문제 해결 방법을 설계하고 적용할 수 있는 컴퓨팅 사고력 교육으로 합의되고 있다.

하지만 이러한 컴퓨터 교육에 대한 이해를 바탕으로 컴퓨팅 사고력 신장을 위

한 교육 자료를 학교 현장의 일반 교사가 개발하고 적용하기에는 어려움이 따른다. 초등학생 수준에서 컴퓨팅 개념이나 원리를 바탕으로 흥미 있게 문제해결과정을 설계하고 적용해 볼 수 있는 교육 자료 또한 충분치 않은 실정이다.

이에 본 연구에서는 초등학생을 대상으로 컴퓨팅 개념과 원리가 문제 해결의 핵심요소가 되는 재미있는 퍼즐을 이용하여 퍼즐 해결 과정에서 컴퓨팅 사고력 구성요소를 경험하고 컴퓨팅 원리와 개념을 학습할 수 있는 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 개발하였다. 그리고 퍼즐 해결 과정 중에 창의적인 사고를 독려하고 실질적인 컴퓨팅 사고가 이루어질 수 있도록 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(Computational-Thinking-based exploratory Learning Cycle, 컴퓨팅 사고력 기반 탐색 중심 순환학습 모형, 이하 CT-LC)과 CT마중발문(Computational-Thinking Trigger Questioning, 이하 CT-TQ)을 함께 개발하여 교육 프로그램을 통한 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장 효과를 높이고자 하였다.

2. 연구의 내용

본 연구의 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 초등학생의 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 개발하기 위해 컴퓨팅 사고력과 창의성, 퍼즐 기반 학습, 컴퓨터 관련 교수·학습 모형, 교사 발문에 대한 선행 연구를 검토하고 그 특징을 비교·분석하여 제시한다.

둘째, 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 설계·개발한다.

셋째, 개발한 교육 프로그램을 학습자에게 투입하고 컴퓨팅 사고력, 창의성을 관련 검사 도구로 검사하고 본 연구에서 개발한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 투입 효과를 검증한다.

교육의 효과적 수행을 위한 체계적인 접근인 ISD(Instructional System Development) 모형은 기본적으로 ADDIE 모형을 적용하였다. 그리고 ADDIE 모

형 분석 단계의 학습자 요구 분석은 요구 분석 실행자들에게 적용하기 쉬운 안내를 제공하는(이재무, 2014) Rossett의 요구 분석 모형을 사용하였다. ADDIE 모형 단계에 따른 연구 내용과 연구 방법을 살펴보면 다음과 같다.

■ 분석(Analysis)

- 컴퓨팅 사고력과 창의성, 퍼즐 기반 학습, 컴퓨터 교육 관련 교수·학습 모형, 발문에 대한 연구(문헌 연구)
- 선행 연구 분석(사례 연구)
- 학습자의 요구 분석(조사 연구)

■ 설계(Design)

- 성취 목표 명세화(조사 연구/문헌 연구)
- 프로그램 구조 설계(문헌 연구)
- 학습 내용 설계(조사 연구/문헌 연구)
- 교수 전략 설계(조사 연구/문헌 연구)

■ 개발(Development)

- 교수 내용 개발(개발 연구/문헌 연구)
- 교수·학습 모형 개발(개발 연구/문헌 연구)
- 교사 발문 개발(개발 연구/문헌 연구)

■ 실행(Implementation)

- 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 적용(실험 연구)

■ 평가(Evaluation)

- 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 적용 결과 분석(실험 연구/조사 연구)

3. 연구의 기대 효과

본 연구의 기대 효과는 다음과 같다.

첫째, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 통해 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성이 향상될 것이다.

둘째, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)을 적용한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램이 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장에 긍정적인 영향을 줌으로써 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)이 컴퓨팅 개념이나 원리를 포함한 퍼즐 형식의 컴퓨터 교육을 위한 교수·학습 모형으로 사용될 수 있을 것이다.

셋째, CT마중발문(CT-TQ)을 적용한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램이 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장에 긍정적인 영향을 줌으로써 향후 다양한 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위한 컴퓨터 교육에 활용될 수 있을 것이며 컴퓨터 교육 발문 연구의 기초 자료로 제공될 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

1. 컴퓨팅 사고력과 창의성

1) 정의와 구성요소

(1) 컴퓨팅 사고력의 정의

컴퓨팅 사고력은 1950년대 알고리즘적 사고(Algorithmic thinking)로 사용되던 개념으로 문제 해결에 있어 사람과 컴퓨팅 시스템 간의 의사소통을 위해 입력과 출력을 어떻게 다룰 것인가에 대한 사고 과정을 의미하고 있었다(최정원, 2015). 이후 전공과 무관하게 대학생이라면 누구나 컴퓨팅 이론과 프로그래밍을 배워야 한다는 Perlis(1962)의 주장을 시작으로 컴퓨팅 교육의 필요성이 대두되었고 LOGO 프로그래밍을 통한 절차적 사고 계발을 강조하던 Papert(1980)에 의해 처음으로 ‘절차적 사고’라는 용어가 사용되었다. 그 뒤 컴퓨팅 사고력은 Wing(2006)의 「Computational Thinking」이란 논문을 통해 널리 알려졌으며 이 제안은 미국의 CSTA(Computer Science Teachers Association, 컴퓨터 과학 교사 협의회, 이하 CSTA)와 ISTE(International Society for Technology in Education, 국제교육 기술 협회, 이하 ISTE)에서 컴퓨팅 사고력을 정의하는 바탕이 되었고 현재 전 세계 교육 정책에 반영되어 관련 교육과 연구가 활발히 진행 중이다.

Wing(2016)은 컴퓨팅 사고력이란 읽기·쓰기·셈하기와 같이 21세기를 살아가는 모든 사람에게 기본적으로 필요한 기술이며 문제 해결에 컴퓨팅 기술을 활용하는 것이라고 소개하면서 추상화와 자동화가 컴퓨팅 사고력의 핵심요소라고 강조하였다. 그리고 컴퓨팅 사고력은 컴퓨터 과학의 기본 개념 및 컴퓨터 과학 원리에 따른 문제 해결 방식과 시스템 설계 방법, 인간 행동의 이해까지 포함되는 추상적인 사고 능력이라고 정의하고 <표 II-1>과 같이 컴퓨팅 사고의 6가지 특성을 제시하였다.

<표 II-1> Wing(2006)의 컴퓨팅 사고의 6가지 특성(김대수, 2016 재인용)

개념	설명
핵심 요소	컴퓨팅 사고의 핵심은 프로그래밍이 아닌 개념화이며, 여러 단계의 추상화를 필요로 한다.
원천 기술	컴퓨팅 사고는 틀에 박힌 기술이 아닌 모든 사람이 갖춰야 할 기술이다.
사고 방법	컴퓨팅 사고는 컴퓨터가 아닌 인간의 사고 방법이다. 컴퓨터에다 인간의 사고방식을 적용하여 복잡한 문제들을 해결하려 한다.
사고의 결합	컴퓨터 과학자는 수학적 사고뿐만 아니라 컴퓨팅 사고도 겸하게 된다.
아이디어	컴퓨팅 사고는 문제 해결을 위해 고안된 아이디어 발상이 핵심이므로, 우리 생활의 다방면에 걸쳐 큰 영향을 끼칠 수 있다.
대상과 장소	컴퓨팅 사고는 언제 어디서든지 적용될 수 있는 인간 사고에서의 필수 요소이다.

이외에도 국내외 여러 컴퓨터 과학자들과 유관 기관에서 컴퓨팅 사고력에 대한 다양한 정의를 내리고 있으며 이러한 정의를 합리적으로 통합하려는 학문적 논의가 지속되고 있다. 컴퓨팅 사고력에 관하여 현재까지 논의되어온 관련 연구를 <표 II-2>에 제시하였다. 다만 국내에서는 ‘Computational Thinking’이란 용어에서 ‘Computational’의 중의성에 때문에 정보과학적 사고(김종혜, 2009), CT 능력(이은경, 2009), 계산적 사고력(김병수, 2014) 등으로 연구자별로 다소 다르게 표현되고 있었다. 이를 한국과학창의재단(이영준 외, 2014)에서는 전문가 협의를 통하여 우리나라의 통일된 시각을 제공하여 학교 교육 현장에 효과적으로 도입하고자 ‘Computational Thinking’의 우리말 표기를 ‘컴퓨팅 사고력’이라는 용어로 제시하였으며 그 결과 2015 개정 교육과정에서는 ‘컴퓨팅 사고력’이라는 용어를 사용하고 있다.

<표 II-2> 국내·외 학자와 관련 기관의 컴퓨팅 사고력의 정의와 특징

제목(연구자, 발행연도)	연구 내용
Computational Thinking (Wing, 2006)	컴퓨팅 사고는 컴퓨팅의 기본 개념과 원리를 바탕으로 문제를 해결하고 시스템을 설계하며 인간 행동 양식을 이해하려는 접근 방식이다.
Beyond computational thinking (Denning, 2009)	알고리즘적 사고(Algorithmic thinking)에 다양한 단계의 추상화, 알고리즘을 개발하기 위한 수학의 사용, 다양한 유형의 문제를 효율적으로 해결하는 방식을 포함한 사고
The tangible robotics program: Applied computational thinking for young children (Bers, 2010)	컴퓨팅 사고는 수학적 사고(예: 문제해결), 엔지니어링 사고(디자인과 평가 프로세스), 과학적 사고(시스템적 분석)와 함께 많은 유사성을 나누기 위한 분석적 사고의 하나이다.
Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking (National Research Council, 2010)	<ol style="list-style-type: none"> ① Lee, P. - 컴퓨팅 사고는 인간 지능의 확대를 통해 실제적으로 적용할 수 있는 인간 지능 매커니즘에 대한 연구이고, 다시 말하면 인간의 정신 능력의 복잡도 관리, 자동적인 일처리 추상화 도구를 통해 확장하는 것임. ② Wulf, B. - 과학은 물리적인 대상과 관련되고, 컴퓨팅 사고력은 문제해결과정과 진행을 가능하도록 하는 추상적인 현상에 초점을 맞춘. ③ Sussman, G. - 컴퓨팅 사고는 일 처리에 대한 정확한 방법을 공식화함. 다시 말해 컴퓨팅 사고력은 특정한 문제의 효율적인 처리를 위해 문제의 분석 및 해결절차를 만들어가는 과정임.
CSTA K-12 Computer Science Standards (CSTA & ISTE, 2011) *소프트웨어 교육 운영 지침 해설서 '컴퓨팅 사고력의 6가지 구성요소'로 인용됨(교육부, 2015a)	<p>컴퓨팅 사고는 다음의 특징을 갖는 문제 해결 접근 방법이다.</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 문제를 컴퓨터로 해결할 수 있는 형태로 구조화하기 ② 자료를 분석하고 논리적으로 조직하기 ③ 모델링이나 시뮬레이션 등의 추상화를 통한 자료의 표현 ④ 알고리즘적 사고를 통하여 해결 방법을 자동화하기 ⑤ 효율적인 해결 방법을 수행하고 검증하기 ⑥ 문제 해결을 다른 문제에 적용하고 일반화하기
Google for Education (2015)	컴퓨팅 사고는 문제해결과정이며 사고하는 방법과 기술을 포함.

Computational Thinking 능력 향상을 위한 로봇 프로그래밍 교수 학습 모형 (이은경, 2009)	컴퓨팅 사고력은 21세기를 살아가는 모든 사람이 갖추어야 할 기본적인 사고 능력으로 컴퓨터 과학의 기본 개념과 원리에 따른 문제 해결, 시스템 설계, 인간 행동의 이해를 포함하는 추상적 사고 능력임. 이는 문제 해결을 위해 적합한 추상적 개념을 선택하고 구성하기 위한 추상화 능력과 추상적 개념을 자동화하기 위해 적합한 컴퓨팅 도구를 선택하고 사용하기 위한 능력을 포함.
컴퓨터과학 교육용 계산 원리 학습도구의 기능요소 고찰(김형철, 2011)	컴퓨팅 사고는 좁은 의미로는 계산 시스템을 활용해 효과적으로 작업하기 위해 습득해야 할 사고방식이나 태도이며, 넓은 의미로는 세상을 이해하는 양식(단순한 방법을 초월한 양식, 광범위한 인간 노력에 두루 접목 가능한 양식)이다.
계산적 사고력 신장을 위한 PPS 기반 프로그래밍 교육 프로그램 (김병수, 2014)	컴퓨팅 사고는 좁은 의미로는 “계산 시스템을 활용해 효과적으로 작업하기 위해 습득해야 할 사고방식이나 태도”이며, 넓은 의미로는 “세상을 이해하는 양식으로 실세계에서부터 디지털세계를 망라하여 자연적으로 또는 인간 사회에 의해 존재하는 다양한 현상 속의 계산을 계산 대행자를 이용하여 발견하거나 새롭게 창조하기 위해 습득해야 할 인간의 사고 양식과 태도”를 의미한다.
초중등단계 Computational Thinking 도입을 위한 기초 연구(이영준 외, 2014)	컴퓨팅 사고력은 컴퓨팅 시스템의 역량을 활용하여 해결하고자 하는 문제를 효과적이고 효율적으로 해결할 수 있는 절차적 사고 능력이다.
한국컴퓨터교육학회(2014)	컴퓨팅 사고력이란 컴퓨팅 시스템의 역량을 활용하여 해결하고자 하는 문제를 효과적이고, 효율적으로 해결할 수 있는 절차적 사고 능력이다.
컴퓨팅 사고력 기반의 문제 해결능력(김자미, 2017)	정보 교과와 컴퓨팅 사고는 컴퓨팅 시스템을 활용하는 문제 해결을 전제로 문제를 발견하고, 문제를 이해하고 문제 해결을 찾고, 해결해 가는 것이다.
Computational Thinking (Wikipedia ,2019)	컴퓨팅 사고는 컴퓨터(사람이나 기계)가 효과적으로 수행할 수 있도록 문제를 정의하고 그에 대한 답을 기술하는 것이 포함된 사고 과정 일체를 일컫는다.
소프트웨어 교육 운영 지침 해설서(교육부, 2015a)	컴퓨팅 사고력은 컴퓨팅의 기본적인 개념과 원리를 기반으로 문제를 효율적으로 해결할 수 있는 사고 능력이다.
2015 개정 실과(기술·가정)/정보과 교육과정 (교육부, 2015b)	‘컴퓨팅 사고력’은 컴퓨터과학의 기본 개념과 원리 및 컴퓨팅 시스템을 활용하여 실생활 및 다양한 학문 분야의 문제를 이해하고 창의적 해법을 구현하여 적용할 수 있는 능력을 말한다. ‘컴퓨팅 사고력’은 ‘추상화 능력’과 프로그래밍으로 대표되는 ‘자동화 능력’, ‘창의·융합 능력’을 포함한다.

(2) 컴퓨팅 사고력 구성요소

컴퓨팅 사고력 구성요소는 컴퓨팅 사고력의 성격을 규명하는 요소로 컴퓨팅 사고력의 정의 만큼이나 학자와 기관별로 다소 차이를 보인다.

Wing(2008)은 <표 II-3>과 같이 컴퓨팅 사고력의 구성요소로 분해, 개념화, 추상화, 재귀적 사고, 병렬처리를 제시하였고 그 중 추상화와 자동화를 핵심요소로 제시하였다.

<표 II-3> Wing(2008)의 컴퓨팅 사고력 구성요소

구성요소	의미
분해 (Decomposition)	어려운 문제를 잘게 쪼개어 분할하여 해결할 수 있는 사고
개념화 (conceptualizing)	단순한 시각에서 접근하지 않고, 여러 단계의 추상화 시각에서 접근할 수 있는 사고
추상화 (Abstraction)	복잡한 문제를 공통부분의 인식을 통해 핵심을 파악할 수 있는 사고
자동화 (Automation)	멘탈 도구를 컴퓨팅 기기를 통해 증폭시키는 사고로 추상화된 개념들을 컴퓨터 및 컴퓨터 과학의 원리를 적용하는 과정. (사람 또는 기계, 가상 또는 물리적 컴퓨팅을 모두 포함)
재귀적 사고 (Recursive Thinking)	문제에 대한 솔루션을 찾고 난 후에 그 솔루션을 문제 해결에 지속적이고 반복적으로 적용할 수 있는 사고
병렬처리 (Parallel Processing)	병렬적 해결 방법을 파악하여 문제를 처리할 수 있는 사고

Philip(2011)은 컴퓨팅 사고력을 추상화, 자동화, 적용의 3단계로 구분하였으며 (Guo, P., 2011), CSTA & ISTE에서 제시한 컴퓨팅 사고력의 주요 개념 요소과 연계하여 제시하였다.

BBC(2015)에서는 교사를 위한 컴퓨팅 사고력을 소개하면서 컴퓨팅 사고력의 구성요소를 추상화, 알고리즘, 패턴 인식, 문제 분해로 제시하고 있으며

Google(Google for Education, 2015)에서는 컴퓨팅 사고력 구성요소로 추상화, 알고리즘 디자인, 자동화, 데이터 분석, 데이터 수집, 데이터 표상, 분해, 병렬화, 패턴일반화, 패턴재인식, 시뮬레이션 등과 같은 총 11 개의 요소들을 제시하고 있다. 특히 CSTA, ISTE, Google은 서로 협력 관계로 컴퓨팅 사고력을 유사하게 정의하고 있다(김대수, 2016).

교육부는 2015 소프트웨어 운영 지침 해설서를 통해 <표 II-4>와 같이 선행 연구를 바탕으로 문제 해결을 위한 컴퓨팅 사고 단계와 컴퓨팅 사고력 구성요소를 제시하였다.

<표 II-4> 문제 해결을 위한 컴퓨팅 사고 단계(교육부, 2015a)

구성요소		정의
자료 수집		문제 해결에 필요한 자료 모으기
자료 분석		자료의 이해, 패턴 찾기, 결론 도출하기
구조화		문제를 그래프, 차트, 그림 등으로 시각화하기
추상화	분해	문제를 관리 가능한 수준의 작은 문제로 나누기
	모델링	문제 해결을 위한 핵심요소를 추출하고, 모델 만들기
	알고리즘	문제를 해결하기 위한 일련의 단계를 알고리즘으로 표현하기(절차적 표현)
자동화	코딩	프로그래밍 언어를 이용해 문제해결과정을 자동화하기
	시뮬레이션	프로그램(소프트웨어)을 실행하기
일반화		문제해결과정을 다른 문제에 적용하기

또한 민선희(2019)는 <표 II-5>와 같이 Wing(2008), 이은경(2009), ISTE & CSTA(2017), NSF & CB(2012), Grover & Pea(2013), 이영준 외(2014), BBC(2015), Google(2015), 교육부(2015b), Yadav, Hong & Stephen son(2016)이 제시하는 컴퓨팅 사고력의 구성요소를 정리하고 제시된 20가지 컴퓨팅 사고력 구성

요소 중에서 문제 분해, 추상화, 알고리즘, 자동화를 공통적으로 가장 많이 제시하는 것을 확인하였다.

<표 II-5> 학자 및 유관 기관별로 제시하고 있는 컴퓨팅 사고력의 구성요소

구분	컴퓨팅 사고력의 구성요소																				
	분해	개념화	추상화	재귀적 사고	병렬 처리	문제 해결 전략	디버깅	문제 표현	알고리즘	자동화	데이터 분석	정보 처리	데이터 표현	컴퓨팅 연결	산출물 개발	의사소통	협동	시물레이션	패턴 인식	일반화	
Wing (2008)	○	○	○	○	○				○	○											
이은경 (2009)	○		○			○		○		○											
ISTE & CSTA (2011)			○					○	○	○		○									
NSF & CB (2012)	○		○								○			○	○	○	○				
Grover & Pea (2013)			○	○	○		○	○				○									○
이영준 외(2014)	○		○		○				○	○	○		○						○		
BBC (2015)	○		○						○												○
Google (2015)	○		○		○				○	○	○		○						○	○	○
교육부 (2015b)	○		○			○	○	○	○	○		○							○		○
Yadav, Hong & Stephen son (2016)			○						○	○											

그리고 전용주(2017)는 선행 연구자들이 제시한 컴퓨팅 사고력의 정의에 따른 컴퓨팅 사고력 구성요소 간의 상호 관련성을 <표 II-6>과 같이 정리하였다.

다만 강수환(2019)은 구글의 ‘패턴 인식’을 ‘자료 분석’ 하위에 포함시키기도 하는 등 컴퓨팅 사고력 구성요소 간 상호 관련성에 대한 의견도 연구자에 따라 조금씩 상이하다.

<표 II-6> 연구자별 컴퓨팅 사고력 구성요소 간의 상호 관계성

Wing (2006)	Philip (2011)	Barr et al (2011)	CSTA & ISTE (2011)	Google for Education (2015)	
추상화	추상화	자료 수집			
		자료 분석			
		자료 제시			
		문제 분해			분해
		추상화			패턴 인식
					추상화
		제어구조	알고리즘 및 절차	패턴 일반화	
		알고리즘 및 절차		알고리즘 디자인	
분석 및 모델 검증					
자동화	자동화	자동화			
		병렬화			
	적용	실험 및 검증	시뮬레이션		
	시뮬레이션				

또한 여러 컴퓨팅 사고력 구성요소들에 대한 통합 연구도 지속적으로 이루어지고 있다. 이철현(2016)은 상이하게 규정된 컴퓨팅 사고력 구성요소의 개념과 특성을 비교하여 분해, 패턴 인식, 추상화, 알고리즘, 자동화의 5가지를 컴퓨팅 사고력 핵심요소로 정리하였고, 김대수(2016)는 여러 컴퓨팅 사고력 모델을 통합하여 문제 분석, 데이터 수집과 표현, 분해, 패턴 인식, 추상화, 알고리즘, 평가를 컴퓨팅 사고력 7단계 모델로 제시하였다.

(3) 창의성의 정의

‘창의성(creativity)’이라는 용어는 보편적으로 받아들여지는 하나의 정의는 없이 학자들 마다의 다양한 제안들과 그런 제안들 간의 복잡하게 얽혀있는 논의가 지속적으로 이루어져 왔다. 창의성의 개념은 어렵고 복잡하며 다면적인 성격을 띠고 있어서 그 개념을 한 마디로 정의내리기가 어렵다. 그것은 창의성이 인간의

가장 높은 수준의 수행과 성취이기 때문이다(Barnes, 2002).

Guilford(1967)는 창의성을 지적인 능력으로 보고, ‘아이디어의 생성’이라고 정의했으며, 창의성을 기존의 지능에서 강조하는 수렴적 사고와는 달리 확산적인 사고를 필요로 하는 사고 과정이라고 하였다. 그리고 Veron(1989)은 창의성이란□ 전문가가 과학적, 심미안적, 사회적 또는 기술적인 가치를 인정하는 새롭고 독특한 아이디어, 통찰력, 발명 또는 예술적인 산출물을 생산해 내는 인간의 능력이라고 정의하였다. 그 외에도 <표 II-7>과 같이 학자마다 창의성에 대한 다양한 정의와 초점이 존재한다.

<표 II-7> 창의성 관련 연구 (김병수, 2014 재인용)

제목 (연구자, 발행연도)	연구 내용
Psychology of survival (Torrance, 1957)	창의성이란 문제, 지식의 부족, 부족한 요소들, 부조화 등에 대한 민감성, 문제와 장애를 규명하는 것, 문제해결책을 찾는 것, 문제나 해결되어야 할 결점에 대한 추측, 가설을 형성하고 이러한 가설을 검증하고 수정, 재검토하여 결과를 얻어내는 것이다.
The nature of human intelligenc (Guilford, 1967)	창의성이란 “인간의 지적, 정의적 요인을 모두 포함하고 있으며, 지적요인은 지능 검사로 측정되기 어려우나 지능의 한 중요한 측면이면서 인간의 보편적인 잠재력이고, 창의적 요인은 창의적 행동을 발휘하는 개인의 인성적, 기질적 특성이며, 학교 교육에서 훈련을 통해 개발할 수 있는 것”이라고 하면서 인간의 지적 능력 중 창의성의 분명한 지침이 되는 사고 유형을 확산적 사고 (divergent thinking)라고 하였으며, 이것을 측정함으로써 창의성을 측정할 수 있다고 하였다.
The creativity of children’s ar (Runco, 1989)	창의성은 문제의 정의 또는 발견, 그리고/또는 그것의 해결책으로 묘사된다. 창의성이란 이 해결책이 다른 가능한 해결책과 비교하였을 때 확실히 확산적이거나 독특해야 한다.

<p>창의적 문제해결: 창의력의 이론, 개발과 수업 (김영채, 1999)</p>	<p>창의성을 협의, 광의, 과정으로서의 창의성으로 나누어 정의하였다. 협의의 창의성은 확산적 사고로 어떤 문제에 대한 반응의 수가 많고, 다양하고, 독특한 것일수록 창의적으로 보았다. 광의의 창의성은 새롭고 유용한 어떤 것을 생산해 내는 행동 또는 정신과정을 창의성이라고 하였다. 과정으로서의 창의성은 기존의 정보들을 특정한 요구조건에 맞거나 유용하도록 새롭게 조합시킨 것이라고 보았다.</p>
<p>창의성 진단 측정도구의 개발 및 타당화 (김혜숙, 1999)</p>	<p>창의성이란 “새롭고 가치있는 유용한 것을 만들어 내는 능력(힘)으로서 이는 개인의 정의적 성향과 인지적 능력, 환경(상황) 및 과제와의 상호작용을 통해 결정되는 것”이다.</p>
<p>창의성의 즐거움 Csikszentmihalyi (2003)</p>	<p>창의성은 특별한 사람들의 정신적 활동이 아니라 “사람의 사고와 사회·문화적 맥락의 상호작용에서 나오는 새롭고 가치가 있는 아이디어나 행동”이다.</p>

(4) 창의성의 구성 요인

다양한 창의성의 정의만큼이나 창의성의 구성요소에 대한 관점도 학자마다 차이를 보인다. 다만 창의성이 발현되기 위해서는 단순히 어느 한 요소에 기인하기 보다는 여러 요소가 상호 관련되고 영향을 준다는 다차원적 관점에서의 접근이 이루어지고 있다.

Torrance(1982)는 창의성의 하위 요인을 유창성, 융통성, 독창성, 정교성으로 보고 ‘창의적인 사고 능력이란 창의적인 성취를 할 때 작용한다고 생각하는 일반화된 정신 능력의 집합’이라고 정의하였다. 그리고 김병수(2014)는 창의성 구성 요인들에 대한 관련 연구를 조사하여 인지적 영역에서 학자들마다 주장하는 창의성의 구성 요인에 대해 <표 II-8>과 같이 정리하였다. 조사에서 볼 수 있듯이, ‘독창성’, ‘유창성’, ‘융통성’, ‘정교성’은 창의성의 구성 요인으로 대부분 공통적으로 인정하고 있는 구성 요인이다.

<표 II-8> 창의성 관련 연구들의 창의성 구성 요인

관련연구 구성요인	Guilford (1956)	Torrance (1974)	Gold (1981)	Feldhusen (1983)	허경철 외, (1991)	이영덕, 정원식 (1995)	진경원 (2000) K-CCTYC
유창성	○	○	○	○	○	○	○
독창성	○	○	○	○	○	○	○
융통성	○	○	○	○	○	○	○
정교성	○	○		○	○		
민감성		○			○		
재정의 및 재구성력		○					
조직성						○	
지각적 개방성						○	
성격적 요인						○	
상상력							○

2) 검사 도구

(1) 컴퓨팅 사고력 검사 도구

컴퓨팅 사고력에 대한 논의가 본격적으로 시작되면서 컴퓨팅 사고력을 측정하기 위한 평가 도구에 대한 연구도 함께 이루어져 왔지만 높은 신뢰도를 갖는 공식적인 검사 도구는 아직 개발되지 않았다.

김종혜(2009)의 연구에서 개발된 검사 도구는 컴퓨팅 사고력 기반의 문제 해결 능력을 분석하여 정보과학영재 교육원과 PISA의 ‘문제 해결’ 영역에 해당하는 문항을 선별하여 검사 도구를 개발하였으나 선정된 평가 문항들이 컴퓨터의 핵심 주제와 어떠한 관계가 있는지 명확한 근거를 제시하지는 못하였다.

이은경(2009)의 연구에서 개발된 검사 도구는 PISA의 문제를 바탕으로 만들어진 문항들로 컴퓨팅 사고력의 하위 요인을 선정하고 문제 유형, 문제 상황, 학문

영역, 문제해결과정, 컴퓨팅 사고력을 문항 개발 틀로 사용하여 검사 도구를 개발하였으나 영역과 하위 요인 사이에 명확한 관련성을 제시하지는 못하였다.

김병수(2014)의 연구에서는 컴퓨팅 사고력의 구성요소를 계산적 인지와 창의적 창의성으로 구분하여 컴퓨팅 사고력 검사 도구를 개발하였다. 특히, 초등학생들을 대상으로 투입할 수 있도록 문항 설명을 줄이고 직관적으로 문제를 해결할 수 있도록 그림을 많이 이용하였으며 예시 설명을 추가하여 제작하였다. 다만 컴퓨팅 사고력의 인지적인 측면에 대해서만 검사지를 통해 다루고 있다는 제한점이 있다.

김태훈(2015)의 연구에서는 선행 연구를 통하여 인지적인 측면과 창의적인 측면으로 컴퓨팅 사고력 구성요소를 구분하여 논리적 사고력과 창의성 검사를 하였다. 하지만 김병수(2014)가 연구에서 밝혔듯이 컴퓨팅 사고력은 비판적 사고, 추상적 사고, 논리적 사고, 알고리즘적 사고, 재귀적 사고 등을 포함할 수 있으므로 논리적 사고에만 국한 시켰다는 제한점이 있다.

이렇게 지금까지 컴퓨팅 사고력 검사를 위한 다양한 논의와 연구가 진행되어 왔지만, 아직은 신뢰도에 한계를 갖고 있으며 컴퓨팅 사고력 측정을 위한 공식적인 검사 도구는 개발되어 있지 않다. 컴퓨팅 사고력의 측정과 평가에 대해 현재까지 이루어져 온 국내외의 몇몇 연구들에 대해 살펴보면 <표 II-9>와 같다.

<표 II-9> 컴퓨팅 사고력 측정 도구 관련 연구

제목	내용
정보과학적 사고 기반의 문제 해결 능력 향상을 위한 중등 교육 프로그램 (김종혜, 2009)	정보과학영재교육원 및 PISA의 '문제 해결'영역 문항들을 활용하여 검사 도구 개발
Computational Thinking 능력 향상을 위한 로봇 프로그래밍 교수 학습 모형 (이은경, 2009)	OECD/PISA의 문제 해결 영역 평가 틀을 이용하여 검사 도구 개발
계산적 사고 향상을 위한 창의적 스크래치 프로그래밍 학습(이은경, 2013)	Brennan과 Resnick(2009)이 제시한 계산적 사고 능력 평가 틀을 이용

First year student performance in a test for Computational Thinking (Gouws et al, 2013)	computer olympiad의 Talent Search Test
계산적 사고력 신장을 위한 PPS 기반 프로그래밍 교육 프로그램(김병수, 2014)	계산적 사고를 계산적 인지와 창의적 창의성으로 구분. 컴퓨팅 사고력 검사 도구 개발
컴퓨팅 사고력 신장을 위한 프로그래밍 중심 STEAM교육 프로그램 (김태훈, 2015)	컴퓨팅 사고력 구성요소를 인지적인 측면과 창의적인 측면으로 구분, 논리적 사고력 검사(GALT)와 창의성 검사지(TTCT) 활용

앞서 살펴본 선행 연구 중 초등학생들을 대상으로 투입할 수 있도록 문항 설명을 줄이고 직관적으로 문제를 해결할 수 있도록 그림을 많이 이용한 김병수(2014)의 컴퓨팅 사고력 검사(Computational Cognition Test) A, B형을 활용하여 컴퓨팅 사고력을 측정하였다. 또한, 창의성과 컴퓨팅 사고력의 포함 관계에 대해 명확히 합의된 연구 결과가 없으므로 컴퓨팅 사고력과 창의성을 구분하여 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 효과를 검증하였다.

(2) 창의성 검사 도구

<표 II-10> 창의성 측정 도구 관련 연구

제목	내용
마이크로 로봇 교육을 통한 초등학교 창의성 계발에 대한 연구(이태옥, 2006)	TTCT (도형) 검사
LOGO프로그래밍 언어가 초등학생의 창의성 발달에 미치는 영향(이점순, 2008)	TTCT (도형) 검사
초등정보영재의 창의성 신장을 위한 교과 통합 로봇 프로그래밍 수업 모형(서영민 외, 2010)	강충열(2001)의 ‘창의적 성향 검사’와 자체 개발한 ‘창의적 인지력 검사’

EPL과 로봇 프로그램 교육의 창의성 신장 효과 분석 (박경재, 2010)	이경화(2003)의 ‘객관형 초등 창의성 검사’
EPL을 이용한 창의성 증진 교육 프로그램 개발 및 적용에 관한 연구-로고와 스크래치를 중심으로(김종진, 2011)	TTCT (도형) 검사
컴퓨팅 사고력과 창의성 향상을 위한 데이터 과학 교육 프로그램(김용민, 2018)	TTCT (도형) 검사

<표 II-10>은 컴퓨터 분야에서 창의성과 관련된 논문들에서 사용되는 창의성 측정 검사 도구를 정리한 것으로 창의성 측정을 위해 Torrance의 창의성 측정을 위한 TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking) 검사지가 많이 활용되고 있음을 알 수 있다.

TTCT는 많은 사례의 표본 검사를 통해 요인별, 학년별 통계치가 이미 제시되어 있으며 그 타당도와 신뢰도가 높은 검사이다. 본 연구에서는 개별점수 해석에 유용한 백분위 점수보다 평균치를 계산하고 집단의 상관연구를 하는 통계 분석에 적절한 표준점수를 사용하였다. 본 검사의 기준표의 표준점수들은 정규분포곡선을 이용하여 평균치 100, 그리고 표준편차 20이 되도록 만든 것이며 각 표준점수는 이러한 분포(척도)에 따라 읽게 된다. 이 척도에서는 전형적인 집단의 약 66%가 표준점수의 범위 80~120 사이에 놓여 있으며 약 95%의 사람이 범위 60~140 사이의 표준점수를 가진다(김영채, 2010).

본 연구에서도 다수의 연구를 통해 신뢰도가 검증된 TTCT (도형) 검사를 사용하여 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램에 의한 창의성 변화를 검증하였다.

2. 퍼즐 기반 학습

퍼즐은 문제 해결 과정에서 인지적인 만족감을 얻을 수 있는 놀이의 일종으로, 해법을 계획하고 해답을 찾아가는 과정에서 학습이 일어날 수 있는 매우 효과적인

인 교구이다. 퍼즐의 기원은 기원전 2,500년 즈음에 수메르인의 기록에서 찾아볼 수 있으며, 퍼즐을 학습에 사용한 사례는 700년대 영국의 학자 앨킨이 어린 학습자들의 사고력을 함양하기 위해 50여 개의 퍼즐을 사용한 것으로부터 시작된다 (Michalewicz & Michalewicz, 2010).

1) 퍼즐의 교육적 활용과 퍼즐 기반 학습

2000년대에 접어들며 퍼즐을 교육적으로 사용하여 컴퓨터 교육에 활용하려는 국내의 시도는 활발히 이루어졌다. 김종혜(2008)는 퍼즐을 위 <표 II-11>과 같이 정보 경험에 따라 알고리즘 퍼즐, 추론 퍼즐, 추상화 퍼즐, 창의성 퍼즐 등 4개의 그룹으로 나누어 설명하였다.

<표 II-11> 퍼즐의 분류

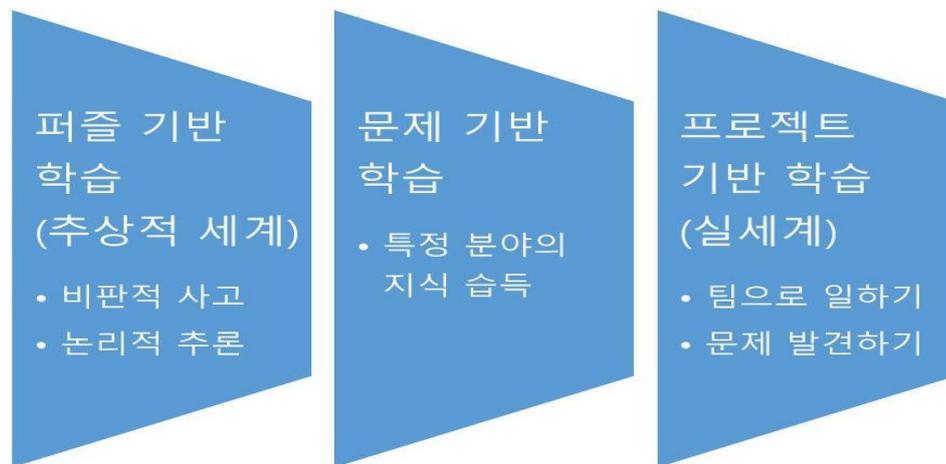
알고리즘 퍼즐	추론퍼즐	추상화 퍼즐	창의성 퍼즐
선교사를 구출하라	8인의 리그전	원안의 숫자를 맞춰라	도형분할 퍼즐
캐치원	모자의 색깔	마방진	성냥개비 퍼즐
하노이타워	노노그램	수열퍼즐	기하퍼즐
클론다이크	스도쿠	15 퍼즐	탱그램
캐스트 퍼즐	복면산	4색 정리	펜토미노
탱글먼트 퍼즐	직업을 찾아라	괴니히스베르크의 다리	애너그램

Anany Levitin(2002)는 동적 프로그래밍, 바인딩, 변환과 같은 가장 일반적인 알고리즘 설계 기법을 설명하기 위해 사용할 수 있는 몇 가지 퍼즐과 수수께끼 같은 문제를 제시하여 실제 컴퓨터에 관련된 문제 해결에 도움이 될 수 있음을 확인하였다.

Parhami(2012)는 2008년부터 컴퓨터과학 분야에서 이진 탐색을 가르치기 위하여 양팔 저울 퍼즐을 도입해왔으며 퍼즐을 활용해서 이진 탐색의 개념과 원리가 포함된 알고리즘을 자연스럽게 이해하도록 지도하였다.

또한 Michalewicz & Michalewicz(2010)는 퍼즐 기반 학습(Puzzle-Based Learning, PBL)이란 용어를 사용하며 컴퓨터 과학과 공학을 위한 퍼즐 활용 교육의 중요성을 설명하였다. 그는 퍼즐 기반 학습은 비판적 사고와 논리적 추론력 신장을 위한 새로운 교육 모델이며 학생들에게 재미와 동기를 부여하고 다양한 해결 전략을 논의하게 하며 이러한 과정 속에서 실세계에서 발생 가능한 문제 상황을 해결 할 수 있는 실질적 기술을 제공한다고 강조하였다.

그리고 Michalewicz(2011)는 퍼즐 기반 학습의 궁극적인 목표를 실세계의 문제 해결을 위한 학생들의 지식 기반을 마련하는 것이라 보고 [그림 II-1]과 같이 학습과 실세계의 문제 해결을 위해 필요한 기술의 연속체를 제시하였다. 이 연속체에서 각 기술의 단계는 아래의 단계를 기반으로 해서 이루어지며 퍼즐 기반 학습은 미래의 특정 학습과정 문제 해결을 위해 기초가 될 수 있는 추론 능력과 비판적 사고 기술을 증진시킬 수 있다고 보았다.



[그림 II-1] 학습과 실세계의 문제 해결을 위해 필요한 기술의 연속체

최정원은 연구에서 퍼즐을 학습에 도입한 다양한 사례들은 퍼즐이 컴퓨팅 사고력을 길러주기 위한 토대를 마련할 수 있으며, 흥미 유발 및 동기 유지, 논리적 사고력과 비판적 사고력 향상 등의 가능성을 보여주고 있으나 개방형 퍼즐이 갖는 특성상 문제 해결 접근이 개방적이기 때문에 학습 효과를 얻기 어려운 점이 있다고 보았다. 따라서 교수자는 퍼즐이 갖는 특성을 바탕으로 적절한 문제해결과정으로서의 접근과 학습 전략 선택이 가능하도록 학습자의 특성에 따라 안내해야 할 필요가 있음을 강조하였다.

2) 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 퍼즐의 활용

Winkler(2010), Michalewicz와 Michalewicz(2010)은 퍼즐의 특성을 독립성(independence), 보편성(generality), 단순성(simplicity), 통찰의 요소(eureka factor), 흥미 요소(entertainment factor) 다섯 가지로 보고 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 문제 해결 학습에 퍼즐이 도입 가능하다고 보았다.(Michalewicz & Michalewicz, 2010).

그리고 장정아(2009)는 초등 정보교육에서 정보과학적 사고 기반의 문제 해결능력을 경험하기 위한 새로운 교수-학습 도구로 퍼즐 교육을 제안한 바 있으며 프로그래밍의 학습요소를 퍼즐의 사고과정과 분석하여 비교함으로써 정보교육의 형태로서 퍼즐의 가능성을 제시하였다. 이러한 내용을 바탕으로 프로그래밍 언어와 퍼즐을 통한 사고력 경험 영역을 <표 II-12>와 같이 분류하여 제시하였다.

<표 II-12> 프로그래밍 언어 및 퍼즐에 대한 사고 경험

프로그래밍 학습의 요소		프로그래밍 언어	퍼즐
사고력 경험	알고리즘적·재귀적 사고	프로그래밍 과정에서 경험 가능	퍼즐 해결 과정에서 경험 가능
	논리적·비판적 사고	오류 디버깅 과정에서 경험 가능	오류 디버깅 과정에서 경험 가능
	창의적·발산적 사고	새로운 프로그램 설계 과정에서 경험 가능	새로운 해결방안 모색 과정에서 경험 가능

또한 컴퓨터과학 분야에서 활용되고 있는 퍼즐이 퍼즐 해결에 필요한 수학적 원리의 수준으로 인해 주로 대학생을 대상으로 이루어지고 있다는 점, 컴퓨터과학의 개론 학습을 위한 흥미 유발이나 원리 학습 도구로만 활용되고 있다는 점은 퍼즐의 특성을 감안할 때 학습에 충분히 활용하고 있지 못하고 있음을 의미하며, 학습 대상을 확장시키고 컴퓨터 교육에서 중요한 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 도구로서의 활용할 가치가 있다는 의견이 제시되었다. 그리고 퍼즐을 이용한 컴퓨팅 사고력 신장 방법은 퍼즐 문제 자체에서 해결해야 할 목표와 문제 해결

에 단서가 되는 정보를 바탕으로 숨겨져 있는 문제 해결에 추가적으로 필요한 정보를 유추하고 문제 분해 혹은 문제를 이해하기 쉬운 차트, 그래프 등으로 표현하는 기법 등을 사용하여 문제 해법을 설계하는 과정에서 컴퓨팅 사고력 신장을 유도 할 수 있다고 보았다(최정원, 이은경 & 이영준, 2013).

3. 컴퓨터 교육 관련 교수·학습 모형

1) 소프트웨어 교육 관련 교수·학습 모형

(1) 컴퓨팅 사고력 요소 중심 교수·학습 모형

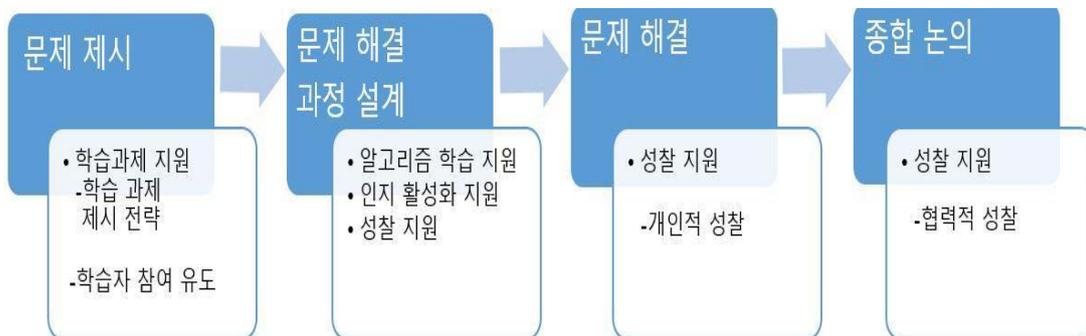
소프트웨어 교육 교수·학습모형은 행동주의, 인지주의, 구성주의적 관점을 고려하여 학습목표 영역인 지식, 기능, 태도 중 기능 영역을 중심으로 수업모형을 개발하되, 기능 이외에 지식 및 태도 영역이 포함될 수 있도록 개발되었다(김진숙 외, 2015).

특히 소프트웨어 교육 교수·학습 모형은 컴퓨팅 사고력 신장이라는 목표를 달성하기 위해 각 단계별 활동 내에 컴퓨팅 사고력의 구성요소(분해, 패턴 인식, 추상화, 알고리즘, 프로그래밍)를 포함하도록 구성하는 등의 기본방향을 설정하고 총 5개의 모형을 개발하여 제안하였다. 즉, 컴퓨팅 사고력의 구성요소가 모든 학습의 목표이자 기초가 되어야 한다는 점에서 컴퓨팅 사고력 요소 중심모형, 시연중심모형, 재구성중심모형, 개발중심모형, 디자인중심모형 등 5가지로 특성화하여 개발하였다. 컴퓨팅 사고력 요소 중심모형의 교수·학습 모형의 단계 및 내용은 <표 II-13>과 같다.

<표 II-13> 컴퓨팅 사고력 요소 중심 교수·학습 모형

수업 모형	수업 절차	설명
컴퓨팅 사고력 요소 중심	분해	컴퓨터가 해결 가능한 단위로 문제 분해
	패턴 인식	반복되는 일정한 경향 및 규칙의 탐색
	추상화	문제 단순화, 패턴 인식으로 발견한 원리 공식화
	알고리즘	추상화된 핵심 원리를 절차적으로 구성
	프로그래밍	컴퓨터가 이해할 수 있는 언어로 구현/실행

(2) 퍼즐 기반 알고리즘 학습 모형



[그림 II-2] 퍼즐 기반 알고리즘 학습 모형 학습자 학습 단계

최정원(2015)은 [그림 II-2]와 같이 학습자가 스스로 모든 문제해결과정을 설계하고 성공을 경험하는 과정에서 학습이 일어나도록 함에 있어 최적의 학습 환경을 구성하기 위한 교수·학습 모형들을 검토하여 퍼즐 기반 알고리즘 학습 모형을 설계하였다.

퍼즐 기반 알고리즘 학습 모형은 일반적인 문제 해결 단계를 바탕으로 학습자가 자기 주도적인 학습 태도를 가지고 수업에 참여하도록 하기 위하여 교사의

역할과 학습자의 역할을 명확하게 구분하여 제시하였다. 그리고 각 문제 해결단계에는 교사가 학습자의 학습을 지원하는 다양한 지원 전략들을 제시하였다. 퍼즐 기반 알고리즘 학습 모형은 하나의 해결해야 할 퍼즐을 단위로 교수·학습 단계가 진행이 되며, 학습자가 스스로 모든 학습 과정을 거칠 수 있도록 하는 지속적인 참여와 문제 해결 성공의 경험을 위한 방안들이 제공된다는 특성을 갖는다.

(3) CT-CPS모형

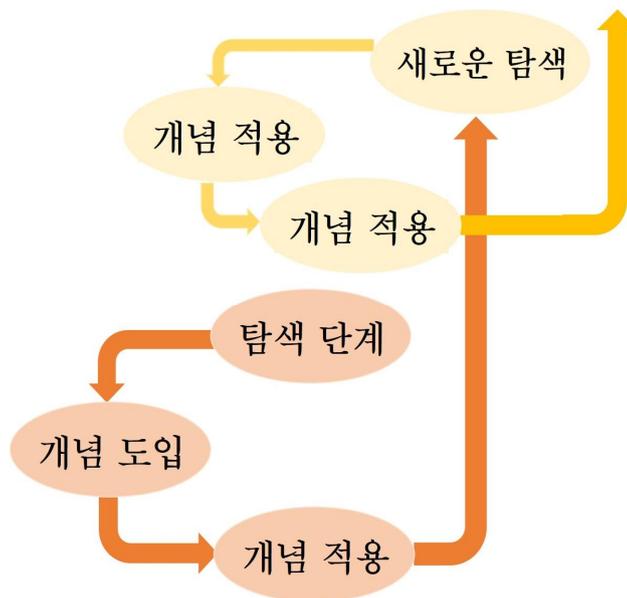
<표 II-14> 컴퓨팅 사고력 기반 창의적 문제 해결 교수·학습 모형

교수·학습 단계	교수·학습활동
	주 활동 및 학습 매체(*)
문제인식 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> · 동기유발 및 수업에서 활용할 소프트웨어 도구 선택하기 · 문제 인식하기(발견하기) <ul style="list-style-type: none"> - 문제화하고 싶은 대상에 관한 자료 수집 (인터뷰, 설문조사, 답사, 조사 등) - 수집된 자료를 분석, 분류하여 시각화하기(* 표, 그래프, 그림 등) · 문제화하기 <ul style="list-style-type: none"> - 이 문제를 해결하는 이유(목적), 문제에 관련된 지식, 문제의 가치 - 최종적으로 해결하고자 하는 문제 표현하기(* 글, PPT 등)
	<ul style="list-style-type: none"> · 소프트웨어를 통해 문제를 해결할 수 있는 아이디어를 다양하게 생각하기 - 브레인스토밍, 마인드맵, 스케치 등 · 해결 아이디어를 단순화하기, 핵심요소 찾기 <ul style="list-style-type: none"> - 해결 가능한 수준, 추상화
아이디어 구상	<ul style="list-style-type: none"> · 해결 아이디어의 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 앱/프로그램 등을 장면별로 스케치해보기(* 종이, PPT 등 활용) - 논리적인 순서도 작성해보기 · 시각과 논리를 종합한 전체 스토리보드 작성하기
	<ul style="list-style-type: none"> · 해결 아이디어의 구현 <ul style="list-style-type: none"> - 스토리보드를 기반으로 작성된 앱/프로그램의 초안 작성해보기(* SW) - 디버깅하기(교사/동료와 함께) · 발표 및 시연하기(* SW 및 PPT) · 평가/피드백 나누기 - 교사 관찰평가/동료평가/자기평가 등
구현 및 평가	

전용주(2017)는 <표 II-14>와 같이 소프트웨어 및 컴퓨팅에 관련된 사고 과정과 원리를 실생활의 소재와 능동적으로 관련지어 창의적으로 그 해결방안을 구현해가는 과정으로 제시할 수 있는 CT-CPS모형을 개발하였다. CT-CPS는 위 소프트웨어 교육 교수·학습모델과 달리 문제의 인식 및 분석단계에서 자료 수집, 분석, 표현과 관련한 다양한 활동을 진행하면서 스스로 문제를 찾아 컴퓨팅 사고력을 통해 해결하도록(정의적인 측면) 설계되었다.

2) 순환 학습 모형

고전적 순환 학습(Learning Cycle)은 1950년대 초반 Dewey(1933)의 반성적 사고과정을 바탕으로 Heiss, Obourn, Hoffman이 제시한 순환 학습 모형에서 찾을 수 있다. 그리고 현대적 순환 학습 모형은 초등과학교육프로그램 완성을 목표로 1950년 후반부터 1960년대 초반에 걸쳐 캘리포니아 대학 버클리 캠퍼스에서 진행된 SCIS(Science Curriculum Improvement Study) 프로그램 개발진인 Karplus(1977)에 의해 도입되었다.



[그림 II-5] 순환 학습 모형 모식도

Karplus(1977)는 Piaget(1952)의 인지 발달 이론을 바탕으로 관찰 및 실험과 같은 탐구활동을 통해 학생 스스로 새로운 개념을 탐색하고 발견할 수 있도록 유도하는 탐색 단계와 탐색 단계에서 발견한 내용에 기초하여 새로운 개념을 도입하는 개념 도입 단계, 그리고 학습한 개념이나 원리를 새로운 상황에 적용하는 개념 적용 단계로 구분하였다. 특히 Karplus(1977)는 순환학습에서 탐색 단계를 새로운 문제 상황에서 학생들이 스스로 문제에 내재된 규칙성을 발견하는 핵심적인 단계로 보았다.

Karplus(1977) 이후 순환학습은 Lawson(1989)에 의해 광범위하게 사용되고 정교화 되는데 순환학습 과정에서 적용하는 사고의 유형에 따라 서술적, 경험·귀납적, 가설·연역적 순환학습으로 구분하고 Piaget(1952)가 제시한 인지발달 단계의 마지막 두 단계인 구체적 조작기와 형식적 조작기를 경험·귀납적 사고 유형기와 가설·연역적 사고 유형기라고 정의하여 그 시기에 적합한 교사와 학생의 활동을 구분하였다. 이에 따르면 초등학생 단계에서는 서술적, 경험·귀납적 순환학습이 적합하며 탐색 단계에서 교사와 학생들이 좀 더 활발히 이루어질 수 있도록 활동 내용과 범위를 확대·강화할 필요가 있다.

3) 창의적 문제 해결 학습 모형

(1) Creative Problem Solving(CPS, 창의적 문제 해결)

CPS는 “이전의 경험에서 얻은 해결구조 또는 해결원리를 현재의 문제에 창의적으로 적용하는 것으로, 일상생활에서 부딪히는 작은 일에서부터 고도의 기술을 필요로 하는 일까지 다양한 상황에서 사용할 수 있는 체계적인 문제 해결 방법”을 의미한다(전성균, 2010).

CPS는 PBL(문제기반학습, Problem-Based Learning)과 유사하다고 보는 경우가 있지만, 근본적으로 다른 부분이 있는데 해결해야 할 문제가 주어지느냐, 주어지지 않느냐가 그것이다. CPS에서는 현재 처한 상황에서 얻을 수 있는 사실들(자료, 정보) 속에서 문제를 발견하고 정의하여 그 문제를 해결해나가는 과정 전체를 다룬다고 볼 수 있으며, PBL에서는 주어진 문제(가공된 문제)를 어떻게 해결해 갈 것인가에 초점을 맞추고 있다고 볼 수 있다.

(2) CPS와 관련된 연구의 발전

CPS에 관한 연구는 Alex Osborn의 연구를 시작으로 Parnes, Treffinger(2006) 등에 의해 발전되었다. 각 연구자별 CPS의 단계와 각 단계 간의 연관성을 정리하면 <표 II-15>와 같다. Osborn(1953, 1963)은 창의적 문제해결과정의 기본원리를 ‘사실발견-아이디어발견-해결안발견’의 3단계로 소개하였고, 각각을 두 개의 소단계로 나누었으며, 창의적 생각을 이끌어 내는 주요활동은 자발적인 자극 경험, 환경, 기억, 감정, 느낌 등으로부터의 아이디어를 평가하는 것이라고 진술했다.

Parnes(1967)는 가능한 많은 양의 아이디어를 생각해내고, 가장 의미 있는 해결안이 확인될 때까지 많은 가능성들을 고려하고 선택하는 것에 강조점을 두어 ‘사실발견-문제발견-아이디어발견-해결안발견-수용안발견’의 5단계로 CPS를 확장된 모델을 제시하였으며, 이 모델은 영재아들을 위해 널리 사용되었다.

Treffinger와 Isaksen(1985)은 이를 더욱 발전시켜, 성인을 위한 CPS를 개발하였으며, Elwell(1993)은 10대를 위한 CPS자료집을 출간하기도 하였다. 이들의 CPS는 ‘혼란발견-자료발견-문제발견-아이디어발견-해결안발견 -수용안발견’의 6단계로 이루어져 있으며, 각 단계마다 확산적 사고(Divergent Thinking)와 수렴적 사고(Convergent Thinking)를 반복하며 그 과정을 전개한다.

<표 II-15> 연구자별 CPS의 단계와 상호 관련성

구 분	Osborn (1953)	Parnes (1981)	Treffinger 외 (1985)
CPS의 단계 (과정)	사실발견	사실발견	혼란발견
			자료발견
		문제발견	문제발견
	아이디어발견	아이디어발견	아이디어발견
	해결안발견	수용안발견	해결안발견
			수용안발견

4. 발문

1) 발문의 의미와 분류

(1) 발문의 의미

발문은 수업에서 학생들의 사고를 촉진할 수 있는 교사의 강력한 교수·학습 도구이다. 질문의 사전적 정의는 “알고자 하는 바를 얻기 위해 물음”(국립국어원 표준국어대사전, 2020)을 뜻하는 명사이다. 하지만 발문은 학습자의 사고를 자극하여 새로운 발견으로부터 문제의식을 갖게 되거나 표현 활동을 촉구하는 문제 제기를 의미한다.

교사는 학생들에 대한 전반적인 검토, 이해력 체크, 비판적 사고의 자극, 창의력의 촉진, 포인트 강조, 교실 활동 통제, 파괴적인 행동의 축소, 수행 과정 평가, 토론 활성화 및 부주의를 억제하기 위해 발문을 사용한다(Blosser, 2000). 교사는 발문을 통해서 학생들의 사고를 자극하며 발문은 교육의 핵심이다(Harrop & Swinson, 2003; Ilaria, 2002). 교사의 발문은 수업의 핵심 구성요소이며 학생들의 지식을 형성시키는 데 심리적 도구로서의 잠재력을 가지고 있어 학생들에게 가치 있는 사고 형성을 이루게 할 수 있다(Chin, 2007).

발문의 주된 목적은 학습내용의 이해를 확인하기보다 사고력을 길러주는 데 있으며, 의사소통을 촉진하고, 주제 내용에 주의를 집중시키고, 지식과 이해 정도를 평가하는 데 사용하거나 특정 유형의 사고와 인지 활동 자극을 위해 사용하고 사회적 행동의 통제를 위해 사용할 수 있다(김향숙 외, 2007).

교사의 발문이 학교 수업에서 핵심적인 기술이며 교육적인 연구의 대상이 되어야 함은 이미 알려진 사실이다. 이러한 발문의 의미와 중요성을 고려할 때 국어, 수학, 과학 교과에서 이미 이루어지고 있는 것처럼 정보 교과에서도 소프트웨어 교육관련 발문 연구를 심도 있게 진행해야 할 것이다.

(2) 발문의 분류

발문을 분류하는 데 널리 알려진 방법으로 크게 수업과정에 초점을 둔 분류, 인지적 과정에 따른 분류, 사고의 유형에 따른 분류 3가지로 구분할 수

있다. 수업과정에 초점을 둔 분류는 동기화, 제시, 발전, 요약, 적용 등이며 교수 과정에서 그 목표 달성을 위한 기능별로 한정된 발문, 관련된 발문, 부정적 발문으로 구분한다. 인지적 과정에 따른 분류는 과제를 해결하기 위한 학생이 거쳐야 하는 인지 과정에 대한 분류 방식으로 Bloom(1956)은 지식 수준, 이해 수준, 적용 수준, 분석 수준, 종합 수준, 평가 수준 6단계로 분류하였다.

사고의 유형에 따른 발문은 크게 인지적 발문과 확산적 발문으로 나누거나 암기, 해결, 창조 수준으로 분류할 수 있고 세부 하위 요소에 대한 견해는 연구자별로 매우 다양하다. 그 중 Blosser(1973)의 견해는 학생들이 교사의 발문에 응답할 때 이루어지는 사고 수준에 초점을 맞춘 분류로 그 의미가 크다.

<표 II-16> 발문으로 표현되는 사고의 수준

발문 유형	발문 기능
폐쇄적 발문	인지적 사고
	수렴적 사고
개연적 발문	다양한 사고
	평가적 사고

Blosser(2000)는 <표 II-16>과 같이 사고와 관련된 발문 범주로 크게 일정한 답이 정해진 폐쇄적 발문과 다양한 답이 나올 수 있는 개연적 발문으로 나누었다. 폐쇄적 발문은 지식의 회상에 의존하여 단순한 사실을 기억하게 하는 인지·기억적 발문과 기존에 획득한 정보를 바탕으로 자료들의 관계를 파악하고 재구성, 종합, 해석하게 하는 수렴적 발문으로 나누었다. 또한 개연적 발문은 불충분한 정보를 바탕으로 학생들이 대답형태의 제한 없이 예측, 추론하게 하는 확산적 발문과 학생의 합리적 사고 조작에 따라 개인의 반응에 대한 정당성을 요구하거나 가치를 판단하게 하는 평가적 발문으로 나뉜다.

2) 발문 모형

Burton(1984)은 문제 해결 전략을 조직에 관한 발문과 그에 대응되는 구체적인 순서에 관한 발문을 관련지어 <표 II-17>과 같이 발문 모형을 제시하였다.

<표 II-17> Burton의 단계별 발문 모형

단계	조직에 관한 발문	순서에 관한 발문
도입 (entry)	<ul style="list-style-type: none"> ·문제는 무슨 말을 하고 있는가? ·문제가 요구하는 것은 무엇인가? ·해결에의 착수를 용이하게 하기 위해서 무엇을 활용하면 좋을 것 같은가? 	<ul style="list-style-type: none"> ·문제를 시험해 보아라. ·짐작해 보고, 검증해 보아라. ·용어나 관계의 뜻을 명확히 하여라. ·정보를 끄집어내어라. ·정보를 정리하여라. ·어떤 표현 방법을 이용할지 생각하라
착수 (attack)	<ul style="list-style-type: none"> ·관련 지을 수 없겠는가? ·이용할 만한 것으로서 ·생각나는 것이 없는가? ·패턴이 없는가? ·방법이나 까닭을 알아낼 수 없겠는가? ·문제를 분해할 수 없겠는가? ·문제를 다른 관점에서 볼 수 없겠는가? 	<ul style="list-style-type: none"> ·조직적으로 시행해 보아라. ·관계를 분석해 보아라. ·조건을 단순화해 보아라. ·특수한 경우를 생각해 보아라. ·(다시) 추측해 보아라. ·가설을 세우고 검증해 보아라. ·관련이 있는 문제를 생각해 보아라. ·변수를 조직적으로 조정해 보아라. ·거꾸로 생각해 보아라. ·문제의 한 측면만을 생각해 보아라. ·가능한 경우를 가려내어라. ·문제를 여러 경우로 분해해 보아라. ·문제를 변형시켜 보아라. ·고정관념을 버려라. ·표기방법을 생각해 보아라. ·달리 표현해 보아라. ·일반화하여라.
검토 -발전 (review-ext ension)	<ul style="list-style-type: none"> ·해답이 타당하다는 생각이 드는가? ·해답에서 무엇을 알았는가? ·발전적으로 생각해 보아라. 	<ul style="list-style-type: none"> ·검토해 보아라. ·해답을 다시 살펴보아라. ·의견을 교환하여라. ·동형인 문제를 생각해 보아라. ·이와 비슷한 문제의 범위를 확장하여라. ·응용된 문제를 만들어 보아라.

5. 연구의 관점과 차별성

1) 컴퓨팅 사고력과 중점 강화 요소

본 연구의 초등학생 대상 퍼즐 기반 컴퓨터 교육에서 컴퓨팅 사고력이란 컴퓨팅 시스템과의 연계를 고려하여 문제를 이해하기 쉬운 형태로 표현하거나 해결 가능한 작은 단위로 나누어, 규칙을 찾고 단순화시켜 창의적으로 해결할 수 있는 능력으로 정의하였다. 그리고 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 강화하고자 하는 7가지 컴퓨팅 사고력 요소는 <표 II-18>과 같다.

<표 II-18> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 강화되는 컴퓨팅 사고력 요소

컴퓨팅 사고력 요소	정의
자료 수집[DC] (data collection)	문제가 무엇인지 확인하고 문제 해결을 위해 필요한 자료 수집하기
자료 분석[DA] (data analysis)	수집한 자료를 기준을 따라 분류하여 자료의 특징과 관계를 명확히 이해하기
자료 표현[DR] (data representation)	수집한 자료를 이미지, 숫자, 그래프 등으로 이해하기 쉽게 나타내기
문제 분해[PD] (problem decomposition)	문제를 다루거나 해결하기 쉽도록 작은 부분으로 나누기
패턴 인식[PR] (pattern recognition)	문제 해결을 위해 반복적인 부분이나 유사한 변화에서 규칙 찾기
추상화[Ab] (abstraction)	불필요한 부분을 제거하고 핵심요소로 단순화하기
알고리즘[Al] (algorithms)	문제 해결을 위한 단계별 해결 과정 나열하기

7가지 컴퓨팅 사고력 요소는 CSTA & ISTE(2011), Google for Education(2015), BBC(2016), 김대수(2016)의 컴퓨팅 사고력의 구성요소를 기본

으로 하되, 본 연구에서는 컴퓨팅 사고력의 자동화, 병렬화, 시뮬레이션 요소는 컴퓨팅 시스템을 활용하여 이루어지는 것으로 보고 연구 요소에서 제외하였다. 그리고 퍼즐 활동을 통해 체험할 수 있는 컴퓨팅 사고 준비 단계(자료 수집, 자료 분석, 자료 표현)와 컴퓨팅 사고 단계(문제 분해, 패턴 인식 추상화, 알고리즘)에 포함되는 7가지 컴퓨팅 사고력 요소들을 바탕으로 연구를 진행하였다.

7가지 컴퓨팅 사고력 요소들은 학습 단계에 따라 기본적인 순서를 두고 있지만, 절대적 위계를 말하는 것은 아니며 문제해결과정에서 모든 요소들이 포함될 필요도 없다. 또한 학습자의 문제해결과정에 따라 필요한 요소와 순서는 달라지거나 반복될 수 있다.

2) 타 퍼즐 활용 프로그래밍 교육과의 차별성

본 연구에서 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 내용은 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위해 재미있는 퍼즐을 해결하면서 컴퓨팅 개념과 원리 및 컴퓨터의 효과적인 문제 해결 방식을 경험하고 익힐 수 있도록 컴퓨터 과학의 전 영역 중에 10대 공통영역을 선정하고 그중에서 초등학생의 수준과 흥미를 고려하여 선별적으로 구성되었다.

기존 연구에서도 퍼즐을 활용한 컴퓨터 교육이 효과를 거둘 수 있음이 확인된 바 있다. 하지만 기존의 퍼즐을 활용한 프로그래밍 교육 또는 컴퓨터 교육은 퍼즐에서 사용되는 수학이나 과학의 원리를 활용하여 문제를 해결하는 한계를 갖고 있다. 이에 반해 본 연구에서 개발한 퍼즐 기반 학습 내용은 컴퓨팅 원리와 개념에 그 기반을 두고 있다. 즉, 사용되는 퍼즐 내용이 컴퓨터의 수치 표현, 프로그래밍, 자료 구조 등 컴퓨터의 개념과 원리에 바탕을 두고 있다. 또한 이러한 토대 위에 생활 속 소재와 문제 상황을 연결하여 퍼즐을 해결하는 과정 속에서 학습 모형과 교사 발문 전략에 따라 학습 단계별로 컴퓨팅 사고력의 주요 요소들을 경험하고 강화할 수 있도록 기존의 퍼즐을 활용한 프로그래밍 교육과 차별성을 두고 설계되었다.

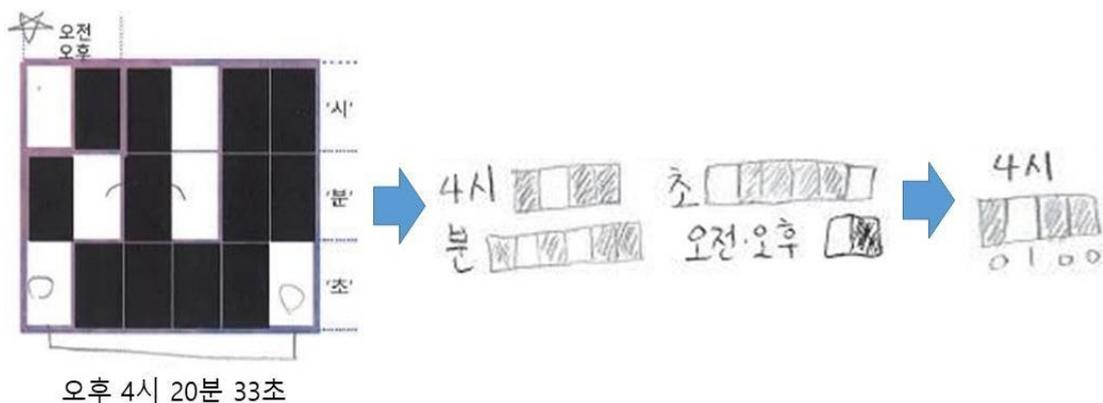
3) 타 컴퓨터 교육 교수·학습 모형과의 차별성

본 연구에서 개발된 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)은 3가지 측면에서 선행 연구들의 교수·학습 모델과 차별성을 갖는다.

첫째, 퍼즐을 활용하여 알고리즘 및 추상화된 특정 규칙이나 원리를 포함한 컴퓨터 교육에 특화되어 설계되었다. 과학과의 개념학습에서 많이 사용되는 순환 학습 모형을 기본 틀로 하여 순환 학습 모형의 탐색 단계를 확장·세분화하여 창의적 문제 해결 모형의 문제해결과정으로 컴퓨팅 개념을 포함한 퍼즐을 탐색할 수 있게 설계되었다.

둘째, 하나의 퍼즐을 해결하기 위해 각 단계에 맞는 컴퓨팅 사고력 하위 요소를 선정하여 하나의 퍼즐을 푸는 전 과정에서 학생들이 문제 해결을 위해 필요한 컴퓨팅 사고력 요소를 경험할 수 있게 설계되었다. 단계별 컴퓨팅 사고력 요소들은 문제해결과정 중에 필요에 따라 선택적으로 사용되고 강화된다.

셋째, 각 단계에서 실질적인 해당 컴퓨팅 사고 과정이 이루어질 수 있도록 컴퓨팅 사고를 유도하는 교사 발문인 CT마중발문을 제공하고 있다. 단순히 학습 단계와 해당 컴퓨팅 사고력 요소를 연결하는데 그치지 않고 교사가 해당 단계에서 학생들에게 해당 컴퓨팅 사고력 요소들을 실질적으로 끌어낼 수 있도록 단계별 CT마중발문을 제공한다.



[아이디어 설계 단계, CT마중발문(문제 분해, 통합1)]
 “문제를 작은 부분으로 나누어 풀 수 있나요?”

[그림 II-6] CT-LC 단계별 CT마중발문과 학생 활동 예시

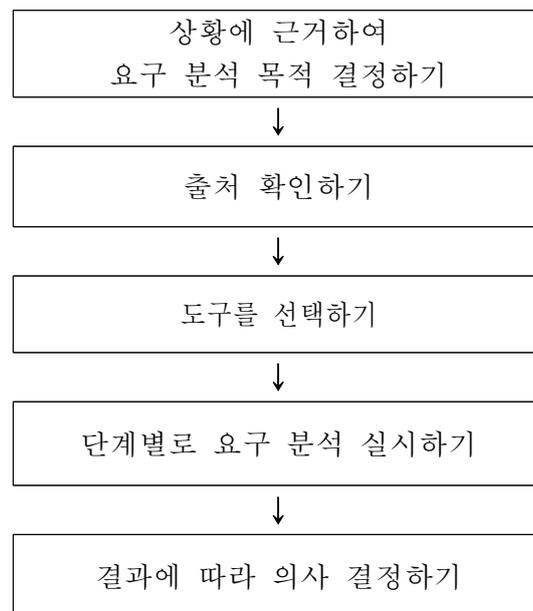
III. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 개발

1. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 위한 요구 분석

요구 분석은 교수·학습 목표를 추출하고 교육 프로그램의 내용을 선정하는데 있어서 반드시 필요한 활동이다. 교수·학습자의 요구 상황을 제대로 반영하게 되면 교수·학습자에게 유용하게 활용될 수 있기 때문에 본 연구에서는 Rossett 모형의 요구 분석 절차에 따라 초등학생을 대상으로 요구 분석을 실시하였다(Rossett, 1987).

Rossett 모형을 적용한 이유는 기업 교육에서 널리 활용되고 있는 대표적인 교육 요구 분석 모형으로 요구 분석의 실행과정에 초점을 둬으로써 실제 요구 분석 실행자들이 적용하기 쉬운 안내를 제공하기 때문이다(이재무, 2014).

Rossett 모형은 유발된 문제에 관한 요구 분석 목적 결정에서부터 문제 해결을 위한 의사결정까지 단계별로 제시하고 있으며 Rossett 모형의 요구 분석 절차는 [그림 III-1]과 같다(최정임, 2002).



[그림 III-1] Rossett 모형의 요구 분석 절차

Rossett 모형에 따른 본 연구의 요구 분석 과정(절차)은 다음과 같다.

첫째, 요구 분석 목적 결정으로, 본 연구의 요구 분석은 컴퓨팅 사고력과 창의성 향상을 위한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 개발하기 위하여 학습자들의 흥미, 사전 배경 지식 등을 알아보는 데 있다.

둘째, 요구 분석 출처 확인으로, 문제 유발 상황 확인 및 요구 분석 정보 획득 출처를 결정한다.

셋째, 요구 분석 도구 선택으로, 설문조사 방법 등으로 요구 분석을 실시한다.

넷째, 요구 분석을 실시한다.

다섯째, 요구 분석 결과 분석을 통해 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 개발에 반영할 요소를 결정한다.

1) 요구 분석 목적 결정

요구 분석 과정을 통해 알아보려고 하는 정보를 결정하는데 본 연구에서는 초등학생의 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 개발하기 위한 요구 분석을 실시한다. 본 요구 분석에서는 소프트웨어 교육 경험, 언플러그드 활동에 대한 관심도, 언플러그드 유형별 관심도, 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도, 퍼즐 기반 컴퓨터 학습 방법에 대한 선호도, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과, 질문 유형별 선호도에 대한 요구를 분석한다.

2) 출처 확인

출처 확인은 정보의 출처를 확인하는 단계인데, 본 연구에서는 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 교수·학습자들을 중심으로 요구 정보를 추출하였고, 정보 출처와 관련된 대상과 내용에 대해 <표 III-1>에 제시하였다.

<표 III-1> 정보원과 추출 가능한 정보

정보원	추출 가능한 정보
학습자	퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 설계, 개발에 따른 학습자의 실태 및 요구되는 정보
교수자	퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 설계 및 개발에 따른 학습 환경 및 교수전략 등에 대한 지식, 정보

3) 도구 선택

본 연구의 요구 분석 도구는 연구자가 직접 개발한 설문지를 사용하였고, 설문 내용은 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 설계 및 개발을 위한 학습자의 실태에 대해 묻는 내용이 중심이다.

설문 형태는 폐쇄형 질문을 중심으로 학습자들의 생각을 효율적으로 알아볼 수 있도록 개방형 질문과 혼합되어 있고, 폐쇄형 질문의 구성은 5단계 리커트 척도(likert scale)이다.

4) 요구 분석 및 의사 결정

(1) 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램

① 요구 분석 항목 및 대상(3~6학년)

본 연구는 제주대학교 교육대학 초등컴퓨터교육과 초등창의컴퓨터교실의 교육기부 프로그램에 참가한 제주 시내 초등학교 3~6학년 학생 41명(남학생: 22명, 여학생: 19명)을 대상으로 요구 분석을 실시하였다.

- 소프트웨어 교육 경험
- 언플러그드 활동에 대한 관심도
- 언플러그드 유형별 관심도
- 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도
- 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 선호도
- 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과

요구 분석 결과를 종합하여 학습자 수준에 맞는 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 설계 및 개발하여 투입한 후 그 결과를 분석하였다.

가. 소프트웨어 교육 경험

소프트웨어 교육 경험에 대한 설문결과는 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 소프트웨어 교육 경험(3~6학년)

내용	있다	없다
교내·외에서 소프트웨어 교육에 참여해 본 경험이 있나요?	28(68%)	13(32%)
‘예’라고 대답한 사람 중, 어떤 소프트웨어 교육에 참여해 본 경험이 있나요? (중복 체크 가능)	<ul style="list-style-type: none"> 교육용 프로그래밍 언어 24(86%) 언플러그드활동 9(32%) 피지컬컴퓨팅 7(25%) 	

나. 언플러그드 활동에 대한 관심도

언플러그드 활동에 대한 관심도에 대한 설문결과는 <표 III-3>과 같다.

<표 III-3> 언플러그드 활동에 대한 관심도(3~6학년)

내용	평균	전혀 관심 없다 (1점)	관심 없다 (2점)	보통이다 (3점)	관심 있다 (4점)	매우 관심이 많다(5점)
언플러그드에 대해 얼마나 관심이 있나요?	3.44	3(7%)	4(10%)	12(29%)	16(%)	6(39%)

다. 언플러그드 유형별 관심도

언플러그드 유형별 관심도에 대한 설문결과는 <표 III-4>와 같다.

<표 III-4> 언플러그드 유형별 관심도(3~6학년)

내용	학습지 기반	스토리텔링 기반	신체활동 기반	도구활용 기반
언플러그드 활동에 대한 관심도는 얼마나 되나요?	4(10%)	7(17%)	14(34%)	16(39%)

라. 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도

퍼즐 형식 교육에 대한 관심도에 대한 설문결과는 <표 III-5>와 같다.

<표 III-5> 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도(3~6학년)

내용	평균	전혀 관심 없다 (1점)	관심 없다 (2점)	보통이다 (3점)	관심 있다 (4점)	매우 관심이 많다(5점)
퍼즐 형식을 활용한 교육에 대한 관심도는 얼마나 되나요?	3.90	0(0%)	5(12%)	5(12%)	20(49%)	11(27%)

마. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 선호도

퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 설문결과는 <표 III-6>과 같다.

<표 III-6> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 선호도(3~6학년)

내용	강의식 전달 중심	개별활동 중심	팀별활동 중심
퍼즐 기반 컴퓨터 교육에 참여할 기회가 주어진다면 어떤 방법으로 학습하고 싶나요?	6(15%)	23(56%)	12(29%)

바. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과

퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대되는 효과에 대한 설문결과는 <표 III-7>과 같다.

<표 III-7> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과(3~6학년)

내용	컴퓨팅 사고력	창의성	정보 활용능력	문제 이해력	기타
퍼즐 기반 컴퓨터 교육에 참여하게 된다면 어떤 능력 향상에 가장 도움이 될까요?	19(46%)	13(32%)	5(12%)	2(5%)	2(5%)

② 요구 분석 의사결정(3~6학년)

요구 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, <표 III-2>와 <표 III-3>을 보면 초등학교 3~6학년 학생들은 교육용 프로그래밍 언어 활동에 비해 언플러그드에 참여해본 경험이 저조한 것으로 나타났다. 하지만 언플러그드 자체에는 높은 관심도를 보이고 있다. 따라서 기존 교육용 프로그래밍 언어 교육과 다른 언플러그드 활동을 처음 하는 학생들도 쉽게 접근할 수 있도록 기초적인 단계부터 설계할 필요가 있다.

둘째, <표 III-4>의 언플러그드 교육 활동 유형에서 초등학교 3~6학년 학생들은 학습지 기반 언플러그드에는 관심이 낮은 것으로 나타났다. 하지만 <표 III-5>의 퍼즐 형식을 활용한 교육에는 높은 관심을 보이고 있어서 단순한 내용 이해 형식의 학습지 기반의 언플러그드 활동은 지양하고 재미있는 퍼즐 형식으로 구성하여 학생들의 흥미를 높일 필요가 있다.

셋째, <표 III-4>에서 학습지 기반보다는 스토리텔링 기반 언플러그드에 비교적 높은 관심도를 보이고 있어서 간단한 스토리를 포함한 퍼즐 형식으로 내용을 구성할 필요가 있다.

넷째, <표 III-6>의 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 선호도에서 개별활동이 가장 높은 비율로 나오고 있어서 개별활동 중심으로 퍼즐 프로그램을 제시할 필요가 있다.

다섯째, <표 III-7>을 보면 초등학교 3~6학년 학생들은 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 통하여 컴퓨팅 사고력과 창의성이 향상될 것으로 기대하고 있다.

(2) 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교수·학습 모형 개선)

① 요구 분석 항목 및 대상(5학년)

본 연구는 D초등학교 5학년 31명 A그룹을 실험군으로 하고 J초등학교 5학년 25명 B그룹, J초등학교 5학년 24명 C그룹을 비교군으로 하여 연구를 시작하였다. 그리고 B그룹과 C그룹 중 A그룹과 사전 컴퓨팅 사고력과 창의성 검사에서 동질 집단으로 확인된 B그룹을 비교군으로 선정하였다. 그리고 아래의 내용으로 실험군에 요구 분석을 실시하였다.

<표 III-8> 연구 대상 집단과 사례 수(5학년)

그룹	학생수		
	남학생	여학생	합계
실험군(A)	17	14	31
비교군(B)	13	12	25
합계	30	26	56

- 소프트웨어 교육 경험
 - 언플러그드 활동에 대한 관심도
 - 언플러그드 유형별 관심도
 - 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도
 - 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 선호도
 - 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과
- 요구 분석 결과를 종합하여 학습자 수준에 맞는 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 설계를 설계 및 개발하여 투입한 후 그 결과를 분석하였다.

가. 소프트웨어 교육 경험(5학년)

소프트웨어 교육 경험에 대한 설문결과는 <표 III-9>와 같다.

<표 III-9> 소프트웨어 교육 경험(5학년)

내용	있다	없다
교내·외에서 소프트웨어 교육에 참여해 본 경험이 있나요?	25(81%)	6(19%)
‘예’라고 대답한 사람 중, 어떤 소프트웨어 교육에 참여해 본 경험이 있나요? (중복 체크 가능)	<ul style="list-style-type: none"> • 교육용 프로그래밍 언어 22(88%) • 언플러그드 활동 8(26%) • 피지컬컴퓨팅 5(16%) 	

나. 언플러그드 활동에 대한 관심도(5학년)

언플러그드 활동에 대한 관심도에 대한 설문결과는 <표 III-10>과 같다.

<표 III-10> 언플러그드 활동에 대한 관심도(5학년)

내용	평균	전혀 관심 없다. (1점)	관심 없다. (2점)	보통이다. (3점)	관심 있다. (4점)	매우 관심이 많다.(5점)
언플러그드 에 대해 얼마 나 관심이 있 나요?	3.71	1(3%)	3(9%)	7(23%)	13(42%)	7(23%)

다. 언플러그드 유형별 관심도(5학년)

언플러그드 유형별 관심도에 대한 설문결과는 <표 III-11>과 같다.

<표 III-11> 언플러그드 유형별 관심도(5학년)

내용	학습지 기반	스토리텔링 기반	신체활동 기반	도구활용 기반
언플러그드 활동 에 대한 관심도는 얼마나 되나요?	2(7%)	7(23%)	11(35%)	11(35%)

라. 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도(5학년)

퍼즐 형식 교육에 대한 관심도에 대한 설문결과는 <표 III-12>와 같다.

<표 III-12> 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도(5학년)

내용	평균	전혀 관심 없다 (1점)	관심 없다 (2점)	보통이다 (3점)	관심 있다 (4점)	매우 관심이 많다(5점)
퍼즐 형식을 활용 한 교육에 대한 관 심도는 얼마나 되 나요?	3.61	1(3%)	2(6%)	7(23%)	14(45%)	7(23%)

마. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 선호도(5학년)

퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 설문결과는 <표 III-13>과 같다.

<표 III-13> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 선호도(5학년)

내용	강의식 전달 중심	개별활동 중심	팀별활동 중심
퍼즐 기반 컴퓨터 교육에 참여할 기회가 주어진다면 어떤 방법으로 학습하고 싶나요?	6(19%)	14(45%)	11(36%)

바. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과(5학년)

퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대되는 효과에 대한 설문결과는 <표 III-14>와 같다.

<표 III-14> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과(5학년)

내용	컴퓨팅 사고력	창의성	정보 활용능력	문제 이해력	기타
퍼즐 기반 컴퓨터 교육에 참여하게 된다면 어떤 능력 향상에 가장 도움이 될까요?	12(38%)	10(32%)	6(20%)	2(6%)	1(3%)

② 요구 분석 의사결정(5학년)

요구 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, <표 III-9>와 <표 III-10>을 보면 초등학교 5학년 학생들은 교육용 프로그래밍 언어 활동에 비해 언플러그드에 참여해본 경험이 저조한 것으로 나타났다. 언플러그드 자체에는 높은 관심도를 보이고 있다. 따라서 기존 교육용 프로그래밍 언어 교육과 다른 언플러그드 활동에서 무경험자도 쉽게 접근할 수 있도록 기초적인 단계부터 설계할 필요가 있다.

둘째, <표 III-11>의 언플러그드 교육 활동 유형에서 초등학교 5학년 학생들은 학습지 기반 언플러그드에는 관심이 낮은 것으로 나타났다. <표 III-12>의

퍼즐 형식을 활용한 교육에는 높은 관심도를 보이고 있어서 단순한 내용 이해 형식의 학습지 기반의 언플러그드 활동은 지양하고 학생들이 흥미를 느낄 수 있는 재미있는 퍼즐 형식으로 구성하여 학생들의 흥미를 높일 필요가 있다.

셋째, <표 III-12>에서 학습지 기반보다는 스토리텔링 기반 언플러그드에 비교적 높은 관심도를 보이고 있어서 간단한 스토리를 포함한 퍼즐 형식으로 내용을 구성할 필요가 있다.

넷째, <표 III-13>의 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 선호도에서 개별활동이 가장 높은 비율로 나오고 있어서 개별활동 중심으로 퍼즐 프로그램을 제시할 필요가 있다.

다섯째, <표 III-14>를 보면 초등학교 5학년 학생들은 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 통하여 컴퓨팅 사고력과 창의성이 향상될 것으로 기대하고 있다.

(3) 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교사 발문 개선)

① 요구 분석 항목 및 대상(4~6학년)

D초등학교에서 진행한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육의 지원자 4~6학년 학생 30명(남학생: 14명, 여학생: 16명)을 대상으로 4주간 32차시를 진행하였고 학생들에게 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)에 따라 CT마중발문을 투입하며 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 진행하였다.

- 소프트웨어 교육 경험
- 언플러그드 활동에 대한 관심도
- 언플러그드 유형별 관심도
- 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도
- 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 선호도
- 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과
- 질문 유형별 선호도

요구 분석 결과를 종합하여 학습자 수준에 맞는 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 설계 및 개발하여 투입한 후 그 결과를 분석하였다.

가. 소프트웨어 교육 경험(4~6학년)

소프트웨어 교육 경험에 대한 설문결과는 <표 III-15>와 같다.

<표 III-15> 소프트웨어 교육 경험(4~6학년)

내용	있다	없다
교내·외에서 소프트웨어 교육에 참여해 본 경험이 있나요?	26(87%)	4(13%)
‘예’라고 대답한 사람 중, 어떤 소프트웨어 교육에 참여해 본 경험이 있나요? (중복 체크 가능)	<ul style="list-style-type: none"> 교육용 프로그래밍 언어 23(88%) 언플러그드활동 15(58%) 피지컬컴퓨팅 7(27%) 	

나. 언플러그드 활동에 대한 관심도(4~6학년)

언플러그드 활동에 대한 관심도에 대한 설문결과는 <표 III-16>과 같다.

<표 III-16> 언플러그드 활동에 대한 관심도(4~6학년)

내용	평균	전혀 관심 없다 (1점)	관심 없다 (2점)	보통이다 (3점)	관심 있다 (4점)	매우 관심이 많다(5점)
언플러그드 에 대해 얼마나 관심이 있 나요?	3.63	2(7%)	2(7%)	11(37%)	5(17%)	10(33%)

다. 언플러그드 유형별 관심도(4~6학년)

언플러그드 유형별 관심도에 대한 설문결과는 <표 III-17>과 같다.

<표 III-17> 언플러그드 유형별 관심도(4~6학년)

내용	학습지 기반	스토리텔링 기반	신체활동 기반	도구활용 기반
언플러그드 활동 에 대한 관심도는 얼마나 되나요?	3(10%)	6(20%)	12(40%)	9(30%)

라. 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도(4~6학년)

퍼즐 형식 교육에 대한 관심도에 대한 설문결과는 <표 III-18>과 같다.

<표 III-18> 퍼즐 형식 교육에 대한 관심도(4~6학년)

내용	평균	전혀 관심 없다 (1점)	관심 없다 (2점)	보통이다 (3점)	관심 있다 (4점)	매우 관심이 많다(5점)
퍼즐 형식을 활용한 교육에 대한 관심도는 얼마나 되나요?	3.46	3(10%)	5(17%)	4(13%)	11(37%)	7(23%)

마. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 선호도(4~6학년)

퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 설문결과는 <표 III-19>와 같다.

<표 III-19> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 선호도(4~6학년)

내용	강의식 전달 중심	개별활동 중심	팀별활동 중심
퍼즐 기반 컴퓨터 교육에 참여할 기회가 주어진다면 어떤 방법으로 학습하고 싶나요?	8(27%)	10(33%)	12(40%)

바. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과(4~6학년)

퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대되는 효과에 대한 설문결과는 <표 III-20>과 같다.

<표 III-20> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 통해 기대하는 효과(4~6학년)

내용	컴퓨팅 사고력	창의성	정보 활용능력	문제 이해력	기타 (주관식)
퍼즐 기반 컴퓨터 교육에 참여하게 된다면 어떤 능력 향상에 가장 도움이 될까요?	11(36%)	10(33%)	4(13%)	3(10%)	2(7%)

사. 질문 유형별 선호도(4~6학년)

질문 유형별 선호도에 대한 설문결과는 <표 III-21>과 같다.

<표 III-21> 질문 유형별 선호도(4~6학년)

내용	발문 유형			
	폐쇄적		개방적	
	인지·기억	수렴	확산	평가
수업 중에 선생님께 어떤 유형의 질문을 받고 싶나요? (※유형별 예시설명)	3(10%)	5(17%)	17(56%)	5(17%)

② 요구 분석 의사결정(4~6학년)

요구 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, <표 III-15>와 <표 III-16>을 보면 초등학교 4~6학년 학생들은 교육용 프로그래밍 언어 활동에 비해 언플러그드에 참여해본 경험이 저조한 것으로 나타났지만 언플러그드 자체에는 높은 관심도를 보이고 있다. 따라서 기존 교육용 프로그래밍 언어 교육과 다른 언플러그드 활동에서 무경험자도 쉽게 접근할 수 있도록 기초적인 단계부터 설계할 필요가 있다.

둘째, <표 III-17>의 언플러그드 교육 활동 유형에서 초등학교 4~6학년 학생들은 학습지 기반 언플러그드에는 관심이 낮은 것으로 나타났지만 <표 III-18>의 퍼즐 형식을 활용한 교육에는 높은 관심도를 보이고 있어서 단순한 내용 이해 형식의 학습지 기반의 언플러그드 활동은 지양하고 재미있는 퍼즐 형식으로 구성하여 학생들의 흥미를 높일 필요가 있다.

셋째, <표 III-19>에서 학습지 기반보다는 스토리텔링 기반 언플러그드에 비교적 높은 관심도를 보이고 있어서 간단한 스토리를 포함한 퍼즐 형식으로 내용을 구성할 필요가 있다.

넷째, <표 III-19>의 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 방법에 대한 선호도에서 개별활동이 가장 높은 비율로 나오고 있어서 개별활동 중심으로 퍼즐 프로그램을 제시할 필요가 있다.

다섯째, <표 III-20>을 보면 초등학교 4~6학년 학생들은 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 통하여 컴퓨팅 사고력과 창의성이 향상될 것으로 기대하고 있다.

여섯째, <표 III-21>을 보면 초등학교 4~6학년 학생들은 수업 중에 선생님께 받고 싶은 질문 유형이 개방적 발문(확산, 평가)이 73%로 폐쇄적 발문(인지·기억, 수렴) 27%보다 훨씬 높게 나타났다. 따라서 본 연구에서 개방적 발문을 통한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 운영을 위한 관련 발문에 대한 연구와 개발이 필요하다.

2. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 설계

1) 성취 목표 명세화

요구 분석 결과 및 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 문제 해결 단계를 바탕으로 <표 III-22>와 같이 성취 목표를 명세화하였다.

<표 III-22> 성취 목표

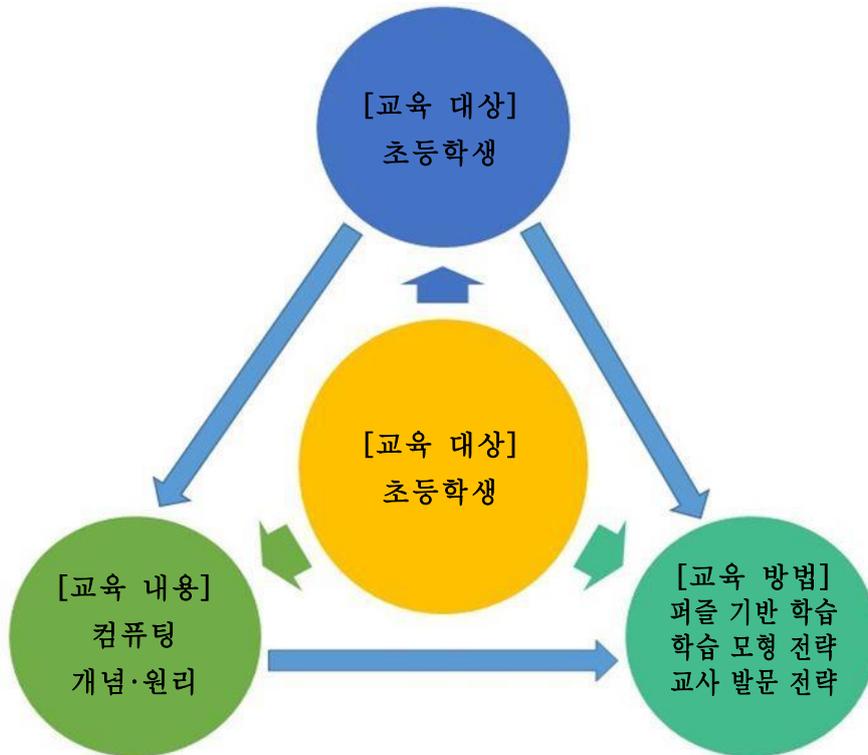
연번	성취 목표
1	퍼즐 기반 컴퓨터 교육의 학습 내용을 이해할 수 있다.
2	퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 문제를 주어진 단계와 내용에 따라 컴퓨팅 사고 과정을 통하여 해결할 수 있다.
3	퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 문제를 주어진 단계와 내용에 따라 창의적으로 생각하여 해결할 수 있다.

2) 프로그램 구조 설계

(1) 프로그램 설계를 위한 교육 요소 간의 관계 설정

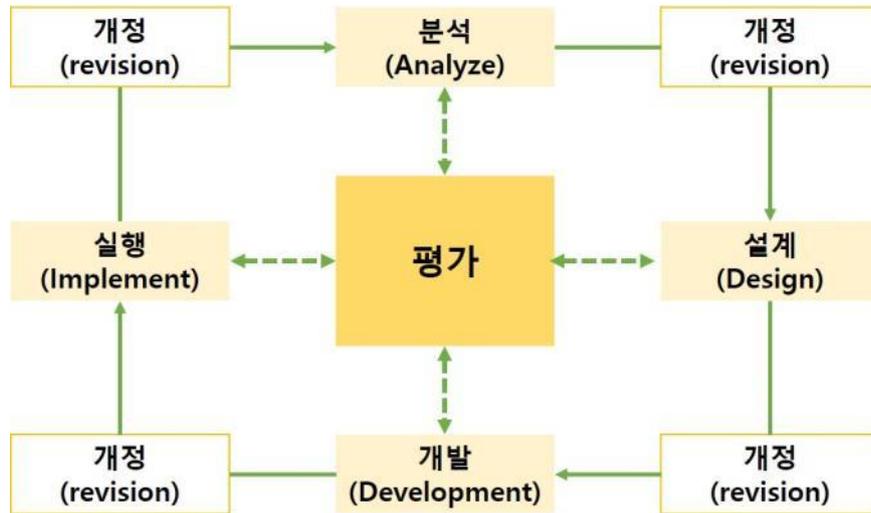
교육을 위한 접근 방식을 ‘What’, ‘Why’, ‘Who’, ‘How’라는 4가지 요소와 이 4가지 요소 간의 관계로 설명할 수 있다(Dai & Chen, 2013). 이는 Kuhn(1962)이 주장하는 과학적 패러다임과는 구분되는 접근방식이다. ‘What(존재론)’과 ‘Why(인식론)’에 집중되어 있는 과학적 패러다임과는 달리 교육 패러다임은 교육 목적에 대한 ‘Why’가 정해지면 교육 대상인 ‘Who’를 결정하고 이 ‘Who’와 ‘Why’에 따라 적절한 교육 내용을 선정하는 ‘What’과 교육 내용에 대한 내면화를 이끌어낼 수업 전략에 대한 ‘How’가 정해진다(최정원, 2015).

본 연구에서 개발하고자 하는 프로그램의 교육 요소와 요소 간의 관계를 도식화하면 [그림 III-2]와 같다. 본 연구의 교육 목적 달성을 위해 교수자, 학습자, 학습 내용이 어떻게 유기적으로 연계될 수 있는가에 대한 방향과 구조를 포함한 교육 프로그램 설계를 통해 교수자가 효과적이고 체계적인 교육 목표를 달성할 수 있도록 설정하였다.

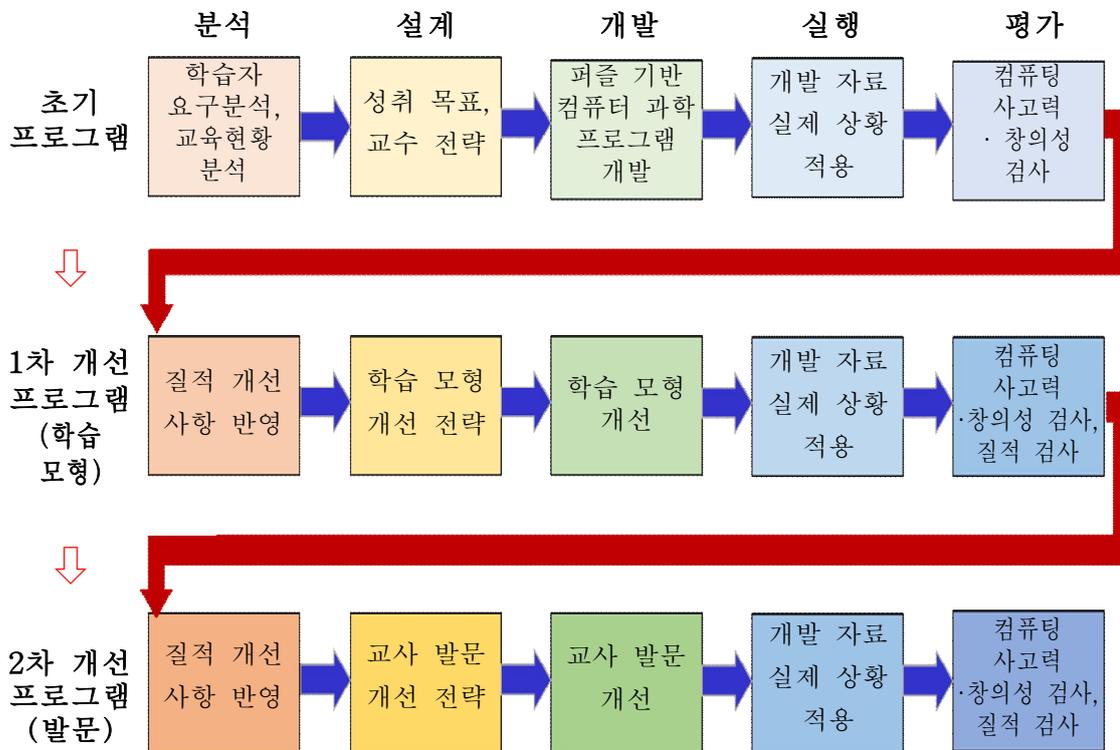


[그림 III-2] 교육 요소 간의 관계

(2) 프로그램 개발 모형에 따른 설계



[그림 III-3] 선형적 ADDIE 모형



[그림 III-4] 순환적 ADDIE 모형

본 연구의 프로그램 개발 모형은 ADDIE 모형을 기본으로 하되, 순환적 ADDIE 모형에 따라 한 순환 과정을 돌아 나온 평가 결과의 질적 개선사항을 다음 순환 과정의 분석에 넣어 나선형으로 프로그램을 발전해 나가는 방식으로 설계하였다.

3) 학습 내용 설계

본 연구에서 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 내용은 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위해 재미있는 퍼즐을 해결하면서 컴퓨터 과학 개념과 원리 및 컴퓨터 과학의 효과적인 문제 해결 방식을 경험하고 익힐 수 있도록 컴퓨터 과학의 전 영역 중에서 초등학생의 수준과 흥미를 고려하여 선별적으로 구성되었다.

기존 연구에서도 퍼즐을 활용한 컴퓨터 과학 교육이 효과를 거둘 수 있음이 확인된 바 있다. 하지만 기존의 퍼즐을 활용한 프로그래밍 교육 또는 컴퓨터 과학 교육은 퍼즐에서 사용되는 수학이나 과학의 원리를 활용하여 문제를 해결하는 한계를 갖고 있다. 이에 반해 본 연구에서 개발한 퍼즐 기반 학습 내용은 컴퓨팅 개념과 원리에 그 기반을 두고 있다. 즉, 사용되는 퍼즐 내용이 컴퓨터의 수치표현, 프로그래밍, 자료 구조 등 컴퓨터 과학의 개념과 원리에 바탕을 두고 있다. 또한 이러한 토대 위에 생활 속 소재와 문제 상황을 연결하여 퍼즐을 해결하는 과정 속에서 학습 모형과 교사 발문 전략에 따라 학습 단계별로 컴퓨팅 사고력의 주요 요소들을 경험하고 강화할 수 있도록 기존의 퍼즐을 활용한 프로그래밍 교육과 차별성을 두고 설계되었다.

4) 교수 전략 설계

요구 분석 결과를 토대로 퍼즐 기반 학습의 특징, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육의 특징을 검토하고 대상별 교육 내용의 적합성, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 위한 적합한 모형 개발 및 적용, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 위한 적합한 교사 발문 개발 및 적용을 위해 <표 III-23>과 같이 4단계의 교육 프로그램 교수 전략을 설계하였다.

<표 III-23> 교수 전략 설계

투입 프로그램 (개선항목)	학년 (인원)	개선(개발)된 교육 도구	교수·학습 전략	수업시수 (차시)
초기 프로그램	3~6학년 (41명)	퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 및 팀별활동 • 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 	35
1차 개선 프로그램 (학습 모형)	5학년 실험군 (31명)	퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형 (CT-LC)	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 및 팀별활동 • 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 	33
	5학년 비교군 (25명)	전통적인 교수학습 모형	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 및 팀별활동 • 전통적인 컴퓨터 교육 	33
2차 개선 프로그램 (발문)	4~6학년 (30명)	CT마중발문 (CT-TQ)	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 및 팀별활동 • 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 • 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC) 	32

3. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 개발

1) 교수 내용

(1) 교육 영역과 주제 선정

본 연구에서 개발한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램은 초등학생을 대상으로 하고 있다. 따라서 본 교육 내용은 컴퓨터에 관한 전문 지식이 없는 학생들을 대상으로 컴퓨터 과학에 포함된 논리적, 알고리즘적, 재귀적 사고 과정 등을 경험할 수 있도록 하고 그 과정에 창의성과 컴퓨팅 사고력을 신장시키는 것이 연구의 목적이다. 이를 위해 대표성을 띠는 컴퓨터 과학 학습 영역을 선정하고 교육 대상을 고려하여 타당도와 적합도가 높은 학습 주제를 선정하였다.

초등학생의 경우는 교육 내용의 난이도와 학교 교육과정의 교육 영역과 범위를 고려하여 선정하였다. 다만 교육과정에 나온 부분을 기본으로 하되, 가능한

보편적으로 교육되는 컴퓨터 과학 영역을 수준에 맞게 포함함으로써 컴퓨터 과학에 대한 더 넓은 안목을 가질 수 있는 기회를 제공하였다.

이를 위해 <표 III-24>와 같이 2009년 이후 발행 부수 상위 국내외 컴퓨터·컴퓨터 과학 개론서와 국내 10개 대학 컴퓨터·컴퓨터 과학 개론서의 교육 내용을 영역별로 분석하였다.

<표 III-24> 선정도서 목록

제목	연도	출판사	저자
최신컴퓨터 과학개론	2009	휴먼사이언스	홍봉화 외 3
컴퓨터 과학총론	2010	21세기사	남태희
놀이로 배우는 컴퓨터 과학	2010	휴먼사이언스	Tim Bell 외 2
스마트 시대를 위한 컴퓨터 과학의 이해	2010	휴먼사이언스	이윤배
컴퓨터 과학개론	2011	공학교육사	김대영 외2
컴퓨터개론의 이해	2011	과학출판사	정구철, 최인찬
컴퓨터 과학개론	2012	21세기사	박재년
컴퓨터 과학총론	2012	홍릉과학출판	J. Glenn Brookshear
교양 전산학 과정을 위한 컴퓨터 과학의 이해	2013	길벗출판사	고경희
최신컴퓨터 개론	2015	홍릉과학출판	H.L Capron
컴퓨터 과학	2015	한티미디어	Behorz A Forouzan
컴퓨터 과학개론	2015	영민출판	구용완
단계별로 배우는 컴퓨터 과학	2015	홍릉과학출판	오용철
새로운 개념의 컴퓨터 과학개론	2015	홍릉과학출판	김일곤 외 4
컴퓨터 개론	2016	한빛미디어	김종훈, 김종진
노턴의 컴퓨터 개론	2016	사이텍미디어	Peter Norton
컴퓨터 IT개론	2017	대구대학교출판부	황병곤
컴퓨터 과학	2018	한빛미디어	김종훈
유비쿼터스 시대의 컴퓨터 개론	2018	인피니티북스	강환수
컴퓨터개론 및 활용	2018	한빛 미디어	박상성 외 3
컴퓨터 개론	2019	인피니티북	강환수 외 3

또한 미국 컴퓨터 학회(ACM)와 정보과학교사 협회(CSTA)가 공동 연구하여 제시한 정보과학 교육 표준(National Standards for K-12 Computer Science Standards)과 교육부 정보과 교육과정 영역·핵심 개념을 바탕으로 <표 III-25>와 같이 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 10대 영역을 선정하였다.

<표 III-25> ACM 컴퓨팅 커리큘럼(2011)

18개 컴퓨팅 교육 분야	
(AL) 알고리즘 및 복잡도	(PD) 병렬 및 분산 컴퓨팅
(IS) 지능형 시스템	(HCI) 인간-컴퓨터 상호작용
(AR) 컴퓨터 구조와 구성	(PL) 프로그래밍 언어론
(NC) 망중심 컴퓨팅	(IAS) 정보 보호 및 보안
(CN) 계산과학	(SDF) 소프트웨어 개발 기초
(OS) 운영체제	(IM) 정보관리
(DS) 이산구조	(SE) 소프트웨어 공학
(PBD) 플랫폼 기반 개발	(SF) 기본 시스템
(GV) 그래픽스와 비주얼 컴퓨팅	(SP) 사회이슈와 전문성 실습

<표 III-26> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 10대 영역

퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 10대 영역
정보 표현과 저장, 디지털 논리, 운영체제, 프로그래밍 언어, 자료 구조, 알고리즘, 데이터베이스, 네트워크와 통신, 보안과 암호화, 멀티미디어

<표 III-26>과 같이 선정된 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 10대 영역별로 컴퓨터 교육 내용의 난이도, 퍼즐 기반 학습 적용의 용이성, 컴퓨팅 사고와의 연계성 등을 종합적으로 고려하여 학습 주제 및 주제별 제재를 선정하였다.

또한 투입 집단별 구성 순서는 선정된 세부 교육 주제 간의 연계성과 연속성 및 난이도를 고려하였다. 투입 집단별 퍼즐 제재는 선행 연구 결과의 개선점을 반영하여 투입 회차마다 수업 대상, 학습자 수준, 교수·학습 차시에 맞춰 수정·보완하였다.

(2) 퍼즐 기반 컴퓨터 과학 세부 주제 및 프로그램 개발

앞서 선정된 컴퓨터 과학의 10대 공통영역을 중심으로 초등학생의 인지능력, 정보 관련 학교교육과정, 현장 적용 및 퍼즐 구현 가능성 등을 고려하여 우선 학습영역 및 세부 주제를 선정하고 해당 주제에 맞는 실제 퍼즐을 개발하였다.

그리고 다만 전 영역에 대한 퍼즐을 본 연구 과정에서 모두 구현하기 어려워 해당 영역과 주제들 중 학생 수준, 현장 적용, 퍼즐 구현 가능성 등을 고려하여 제작하였다.

이렇게 선정된 학습 주제별 세부제재 72개를 바탕으로 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 운영하였다. 차시별 시간 배분과 구성 순서는 선정된 세부 교육 주제들 간의 연계성과 연속성 및 난이도를 종합적으로 고려하여 지도하였다. 그리고 1차, 2차 개선 프로그램에서는 적용 퍼즐의 난이도와 학생 반응, 퍼즐 성취도 등을 고려하며 일부 퍼즐을 수정·보완해 나갔다. 각 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 교육 내용은 <표 III-27> ~ <표 III-29>와 같다.

초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 공동 연구자인 김재형(2014)이 본 연구 참여를 통해 석사학위 논문에 발표한 퍼즐들은 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램, 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 거쳐 수정·보완 및 개선되고 현장 연구에 투입되었다(오정철, 2014; 김재형, 2014).

<표 III-27> 초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 교육 내용

학습주제		주제별 퍼즐 소재	중심 창의성 요소
수 체계	2진수	퍼즐1. 빌러드릴 텐트 찾기	유창성
		퍼즐2. 애플카드게임	정교성
		퍼즐 3. 숫자가 없는 시계	재구성력
데이터 표현	변수 교환	퍼즐4. 파일 옮기기 퍼즐5. 벽면 타일 옮기기	정교성
알고리즘	프로그래밍	퍼즐6. 로봇그림그리기(기본)	유창성 융통성
		퍼즐7. 로봇그림그리기(기본)	
		퍼즐8. 로봇그림그리기(심화) 퍼즐9. 로봇그림그리기(심화)	정교성

학습주제		주제별 퍼즐 소재	중심 창의성 요소
	탐색	퍼즐10. 달걀이 깨지는 높이(선형탐색) 퍼즐11. 달걀이 깨지는 높이(이진탐색)	민감성 독창성
	정렬	퍼즐12. 볼링공 정렬(선택정렬)	융통성
퍼즐13. 볼링공 정렬(버블정렬)		융통성	
자료 구조	배열	퍼즐14. 호텔에 간 손님	유창성
		퍼즐15. 호텔에 간 손님2	
		퍼즐16. 극장에 간 손님	
	스택	퍼즐17. 비즈공예	정교성
		퍼즐18. 주차장 문제	
	큐	퍼즐19. 내가 원하는 볼링공	재구성력
퍼즐20. 긴 줄넘기 순서 퍼즐21. 수학 계산 문제		재구성력	
트리	퍼즐22. 신밧드와 마법의 문	정교성	
	퍼즐23. 신밧드와 마법의 문2	독창성	
알고리즘	다익스트라 알고리즘	퍼즐24. 유럽여행계획 세우기	유창성
보안 및 압축	압축	퍼즐25. 단어 압축하기	독창성
	압축	퍼즐26. 단어 압축하기2	융통성
		퍼즐27. 압축된 단어 복원하기	독창성
	패리티 비트	퍼즐28. 카드 뒤집기 마술	정교성
		퍼즐29. 돌 옮기기	민감성
	패리티 비트	퍼즐30. 패리티 십자퍼즐	정교성
	암호	퍼즐31. 왕이 보낸 편지	유창성
		퍼즐32. 원탁 암호	융통성
암호	퍼즐33. 원탁 암호	유창성	
	퍼즐34. 배열 암호	민감성	
암호	퍼즐35. 스키테일 암호	독창성	
암호 심화	퍼즐36. 쪽지 암호	민감성	
	퍼즐37. 폴리비우스 암호	융통성	
문제 해결	분할정복	퍼즐38. 트리오미노 퍼즐	정교성
	백트래킹	퍼즐39. 태양의 눈물을 찾아라!	재구성력
	백트래킹	퍼즐40. 장기퍼즐	유창성

<표 III-28> 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램

1차 개선 학습 제재	
퍼즐1. 빌러드릴 텐트 찾기	퍼즐11. 달같이 깨지는 높이(이진탐색)
퍼즐2. 애플카드게임	퍼즐12. 볼링공 정렬(선택정렬)
퍼즐3. 숫자가 없는 시계	퍼즐13. 볼링공 정렬(버블정렬)
퍼즐4. 과일 옮기기	퍼즐14. 호텔에 간 손님
퍼즐5. 벽면 타일 옮기기	퍼즐15. 호텔에 간 손님2
퍼즐6. 로봇그림그리기(기본)	퍼즐16. 극장에 간 손님
퍼즐7. 로봇그림그리기(기본)	퍼즐17. 비즈공예
퍼즐8. 로봇그림그리기(심화)	퍼즐18. 주차장 문제
퍼즐9. 로봇그림그리기(심화)	퍼즐19. 볼링공 문제
퍼즐10. 달같이 깨지는 높이1	퍼즐20. 긴 줄넘기 순서
퍼즐11. 달같이 깨지는 높이2	퍼즐29. 패리티 십자퍼즐
퍼즐12. 볼링공 정리하기1	퍼즐30. 왕이 보낸 편지
퍼즐13. 볼링공 정리하기2	퍼즐31. 원탁 암호1
퍼즐14. 호텔에 간 손님	퍼즐31. 원탁 암호2
퍼즐15. 호텔에 간 손님2	퍼즐32. 전치 암호
퍼즐16. 극장에 간 손님	퍼즐33. 스키테일 암호
퍼즐17. 비즈공예	퍼즐34. 쪽지 암호
퍼즐18. 주차장 문제	퍼즐35. 폴리비우스 암호 + 전치암호
퍼즐19. 내가 원하는 볼링공	퍼즐36. 태양의 눈물을 찾아라!

<표 III-29> 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램

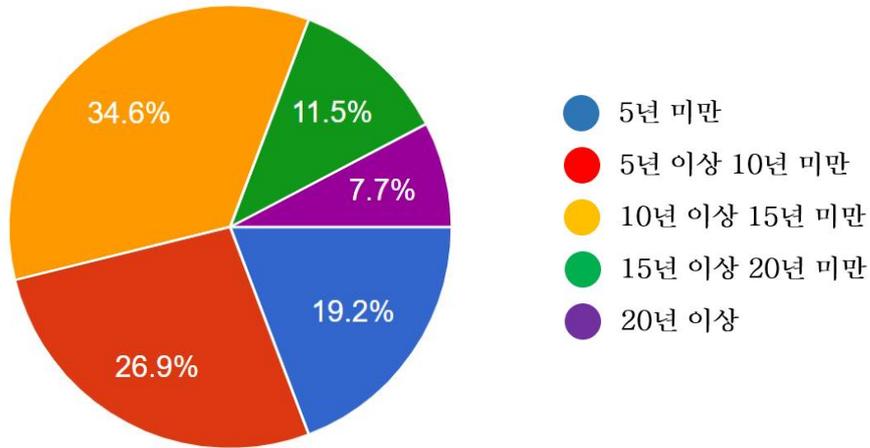
2차 개선 학습 제재	
퍼즐1. 빌려드릴 텐트 찾기	퍼즐18. 긴 줄넘기 순서
퍼즐2. 애플카드게임	퍼즐19. 수학계산 문제
퍼즐3. 숫자가 없는 시계	퍼즐20. 신밧드와 마법의 문1
퍼즐4. 과일 옮기기	퍼즐21. 신밧드와 마법의 문2
퍼즐5. 벽면 타일 옮기기	퍼즐22. 유럽여행계획 세우기
퍼즐6. 로봇그림그리기1	퍼즐23. 단어 압축하기
퍼즐7. 로봇그림그리기2	퍼즐24. 한 번 더 말할 수 있어요!
퍼즐8. 비밀 메시지 보내기	퍼즐25. 압축된 단어 복원하기
퍼즐9. 스무고개	퍼즐26. 카드 뒤집기 마술
퍼즐10. 달같이 깨지는 높이(선형탐색)	퍼즐27. 돌 옮기기
퍼즐11. 달같이 깨지는 높이(이진탐색)	퍼즐28. 패리티 십자퍼즐
퍼즐12. 볼링공 정렬(선택정렬)	퍼즐29. 왕이 보낸 편지
퍼즐13. 볼링공 정렬(버블정렬)	퍼즐30. 원탁 암호
퍼즐14. 호텔에 간 손님	퍼즐31. 전치 암호
퍼즐15. 식당에 간 손님	퍼즐32. 진흙도시
퍼즐16. 극장에 간 손님	퍼즐33. 오렌지 게임
퍼즐17. 비즈공예	퍼즐34. 행진 순서

(3) 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 전문가 타당성 검증

개발된 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 타당성을 검증받기 위해 정보와 컴퓨터 교육 분야 박사 3명, 박사과정 수료 및 박사과정 6명을 비롯해 석사과정 이상의 학력을 갖춘 대학교와 초등학교에 재직 중인 컴퓨터교육 전문가 26명을 대상으로 사전 인식도 조사를 실시하였다.

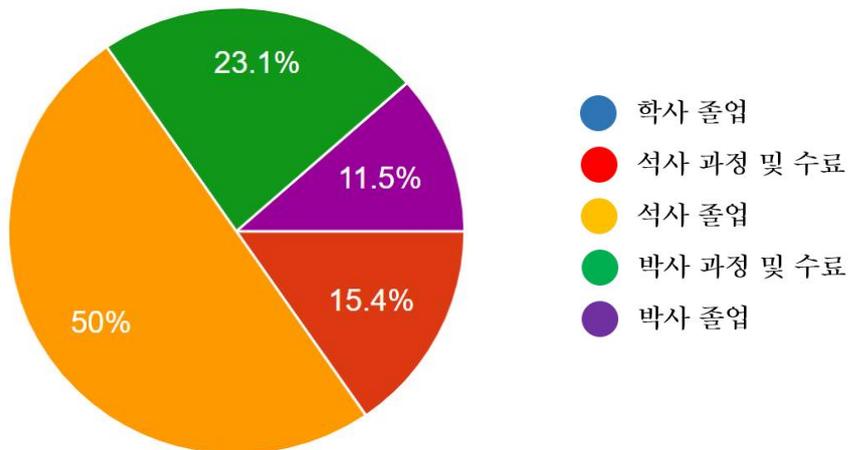
정보-컴퓨터 관련 연구(교육) 경력을 선택해 주세요. (개별 연구포함)

응답 26개



최종학력을 선택해 주세요.

응답 26개



[그림 III-5] CT-LC모형 타당도 조사 전문가 구성

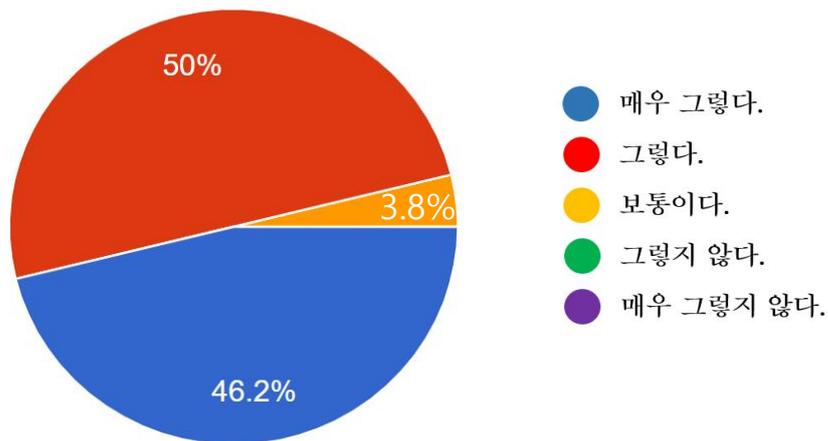
① 조사도구

퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 타당도와 적합성을 검증받기 위한 전문가 설문 조사를 실시하였다. 설문 내용은 초등 정보영재를 위한 로봇프로그래밍 교육과정을 개발하고 제작한 김신엽(2008)의 평가 틀과 수학교육과정에서 초등정보영재 프로그래밍으로 개발된 자료를 평가하기 위해 이현주(2013)가 개발한 평가틀을 기초로 하고 Dai & Chen(2013) 교육의 일반적인 접근을 위한 교육의 패러다임 4요인('Who', 'Why', 'What', 'How')의 관점으로 세부 평가 항목을 마련하였다. 즉, 본 퍼즐 기반 CT-LC모형으로 초등학생(Who)을 대상으로 컴퓨팅 사고력 증진 및 컴퓨터 과학 개념 습득을 위해(Why) 컴퓨터 과학 개념이나 원리 그리고 컴퓨팅 사고력 요소들을 반복적으로 경험하는 내용(What)을 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(How)으로 효과적으로 교육할 수 있을지에 대한 영역별 설문 조사를 실시하였다.

타당도 조사 결과는 [그림 III-6]의 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 타당도와 적합도 설문결과와 같다.

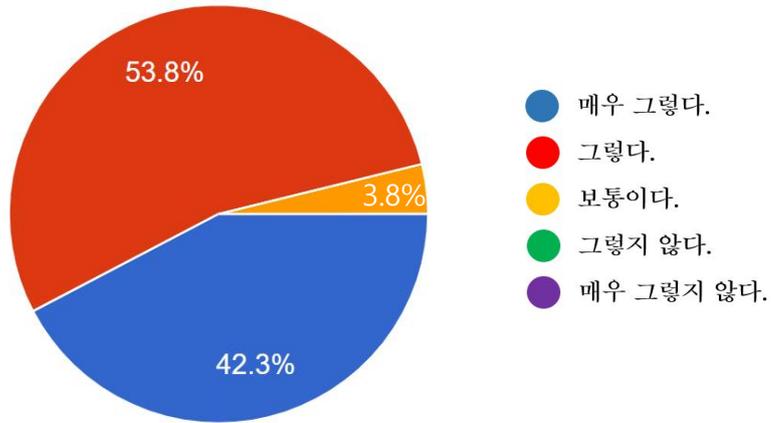
컴퓨터과학교육 영역 및 주제 선정이 적절하다.

응답 26개



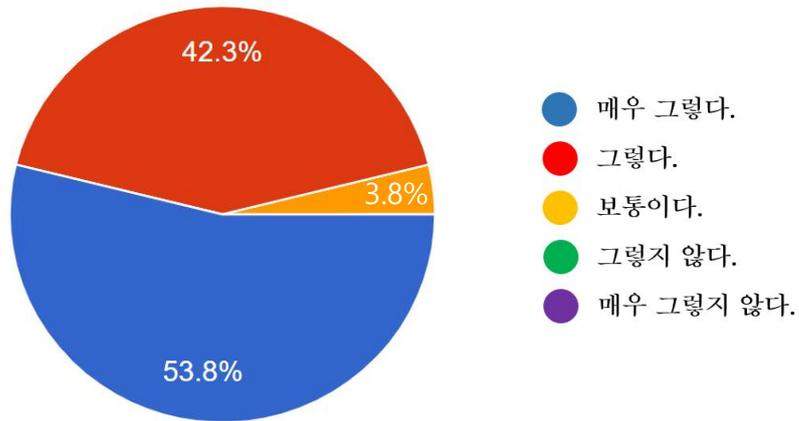
교육프로그램의 학습 내용 선정이 적절하다.

응답 26개



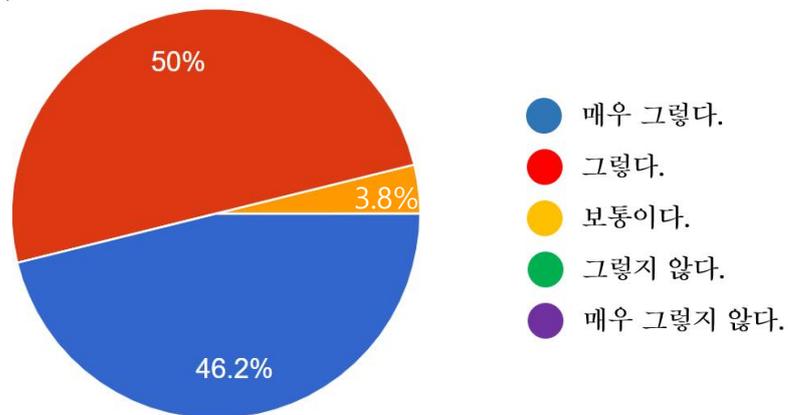
학교 수업 적용에 용이하게 구성되어 있다.

응답 26개

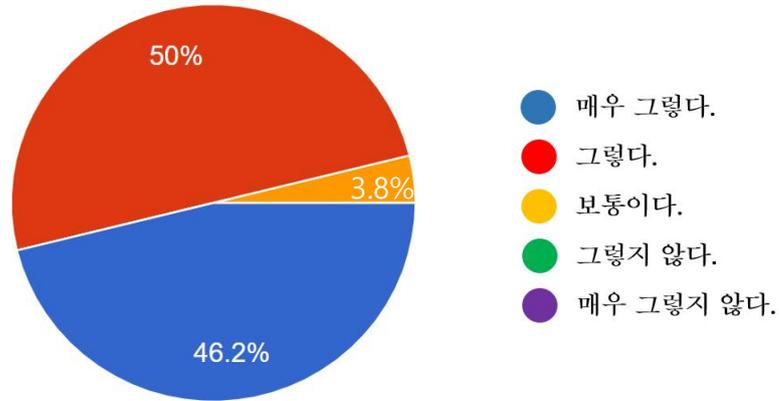


학교 수업에 투입했을 때, 수업의 효과가 높을 것이라고 예상된다.

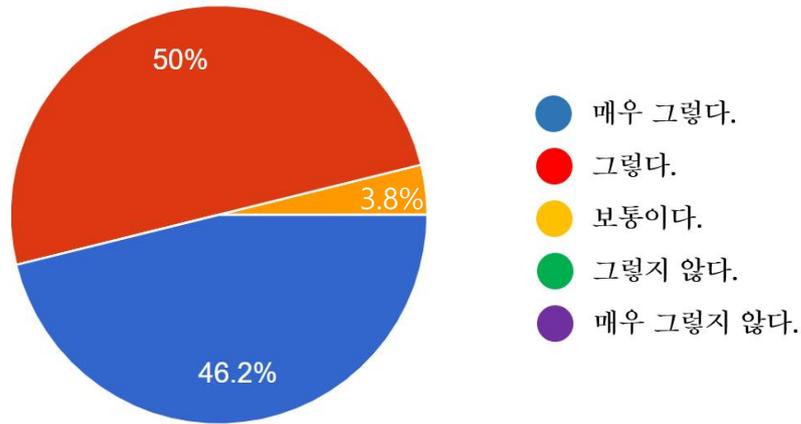
응답 26개



학습 내용이 참신하며, 교육 목표 달성에 도움을 줄 수 있는 자료이다.
응답 26개



학습 자료들이 학습 목표를 달성하기에 적합한 내용들로 구성되어 있다.
응답 26개

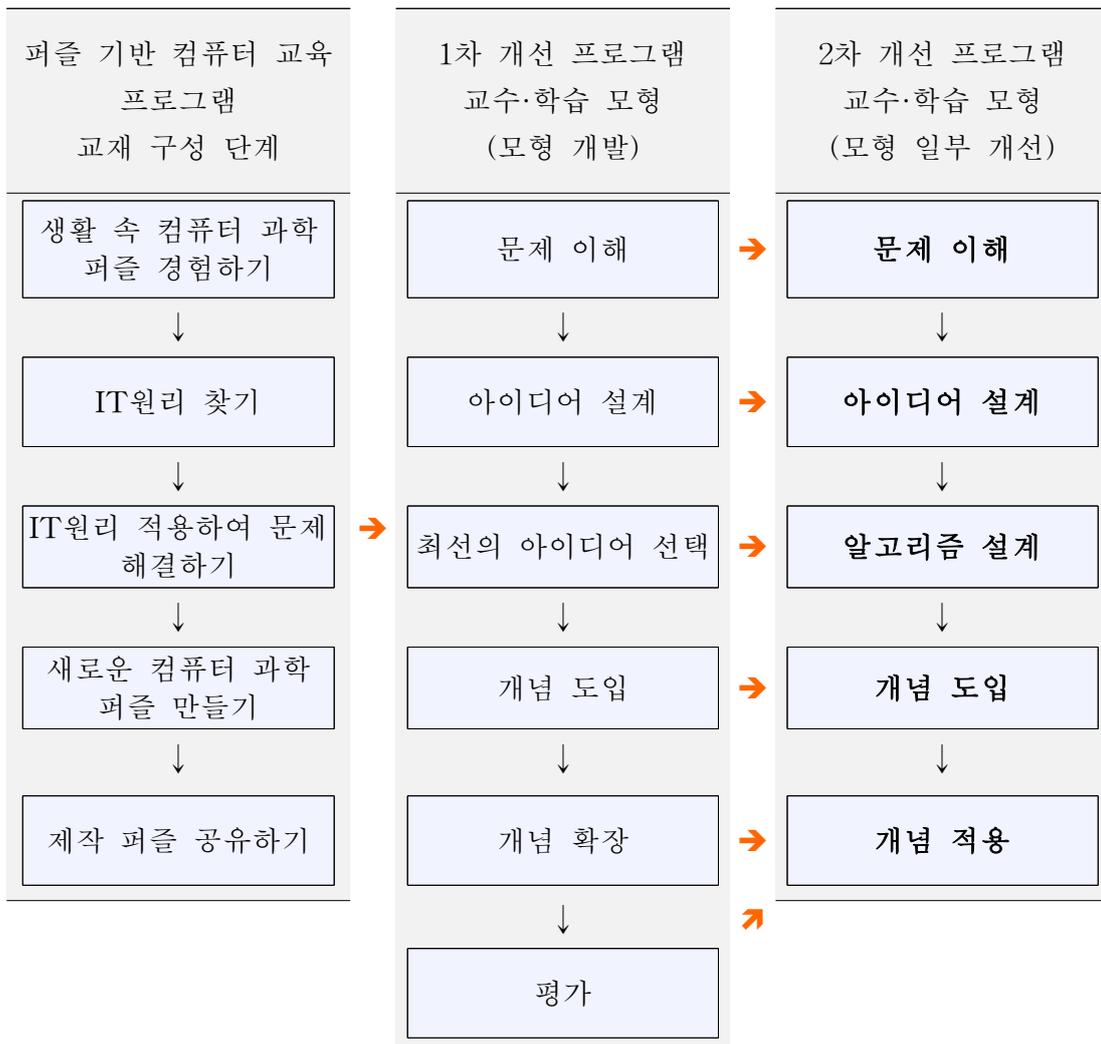


[그림 III-6] 교육 프로그램 타당도와 적합도 설문결과

2) 교수·학습 모형

(1) 교수·학습 모형 개선 과정

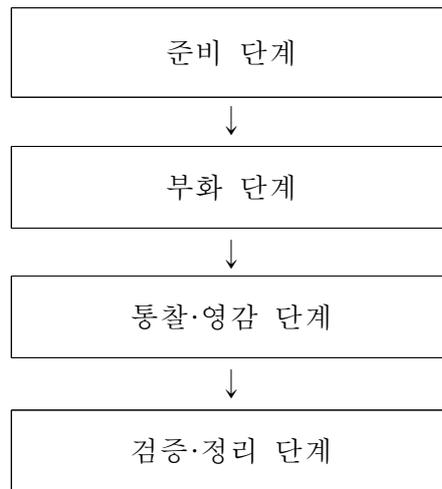
본 연구 과정에서 진행된 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 위한 교수·학습 모형은 [그림 III-7]과 같이 개선되었다. 초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 경우 개발된 퍼즐 교재의 구성 단계에 맞춰서 교수학습이 진행되었고 1차 개선 프로그램에서 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형을 개발하여 본 연구에 적용하고 개선하였다.



[그림 III-7] 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 교수·학습 모형 개선 과정

① 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 교수·학습 모형

퍼즐 기반 학습 프로그램을 효과적으로 전달하기 위해 창의적 산출물을 얻기 위한 교재 구성 단계를 도입하였다. 이는 컴퓨터 과학 내용을 기반으로 하는 퍼즐을 학습하는 과정에서 창의적 요소를 부과하기 위함이다. Wallas(1926)는 창의적 산출물을 얻기 위한 [그림 III-8]과 같은 4단계 과정을 처음으로 소개하였다.

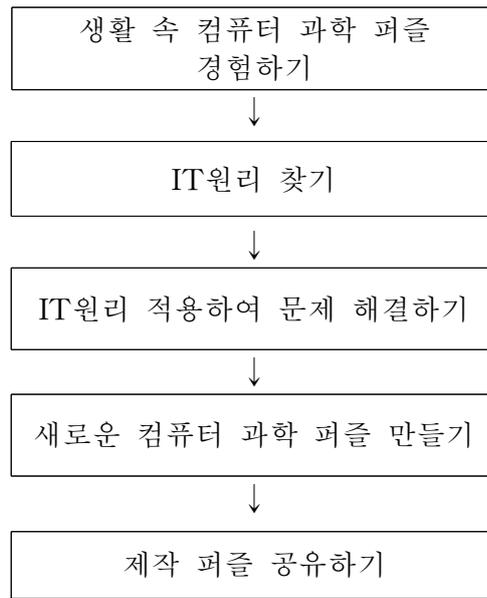


[그림 III-8] Wallas의 창의적 산출물 생성 4단계

문제 인식과 원인을 찾고 문제 해결활동을 시작하는 준비단계(preparation stage), 과거에 학습한 지식과 새로운 정보를 연결시키며 여러 가지 사고활동이 계속되는 부화단계(incubation stage), 머릿속에 갑자기 번뜩이는 생각을 잡아내는 통찰·영감단계(illumination and inspiration stage), 마지막으로 획득한 아이디어의 타당성 및 가능성 여부를 검증하고 그 결과에 따라 완전한 아이디어로 정리하는 검증·정리단계(verification stage)를 거치며 창의성을 산출해 냈다.

이에 Csikszentmihalyi(1996)은 사회·문화적인 역할이 중요하다면서 결과물을 어떻게 평가할 것인지 논의하는 ‘의사소통’ 및 ‘인정’의 단계를 추가 확장시켰다.

이를 바탕으로 정원희(2005)는 생활에서 알아보기, 생활 속 원리 찾기, 컴퓨터에 적용하여 상상하기, 프로그램 원리 알기, 생각 발전시키기의 5단계로 구성하였다. 사전 연구를 바탕으로 주제별 퍼즐 소재와 중심 사고영역, 학습자의 인지 발달 수준 등을 고려하여 [그림 III-9]와 같이 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 학습 5단계를 설정하였다.



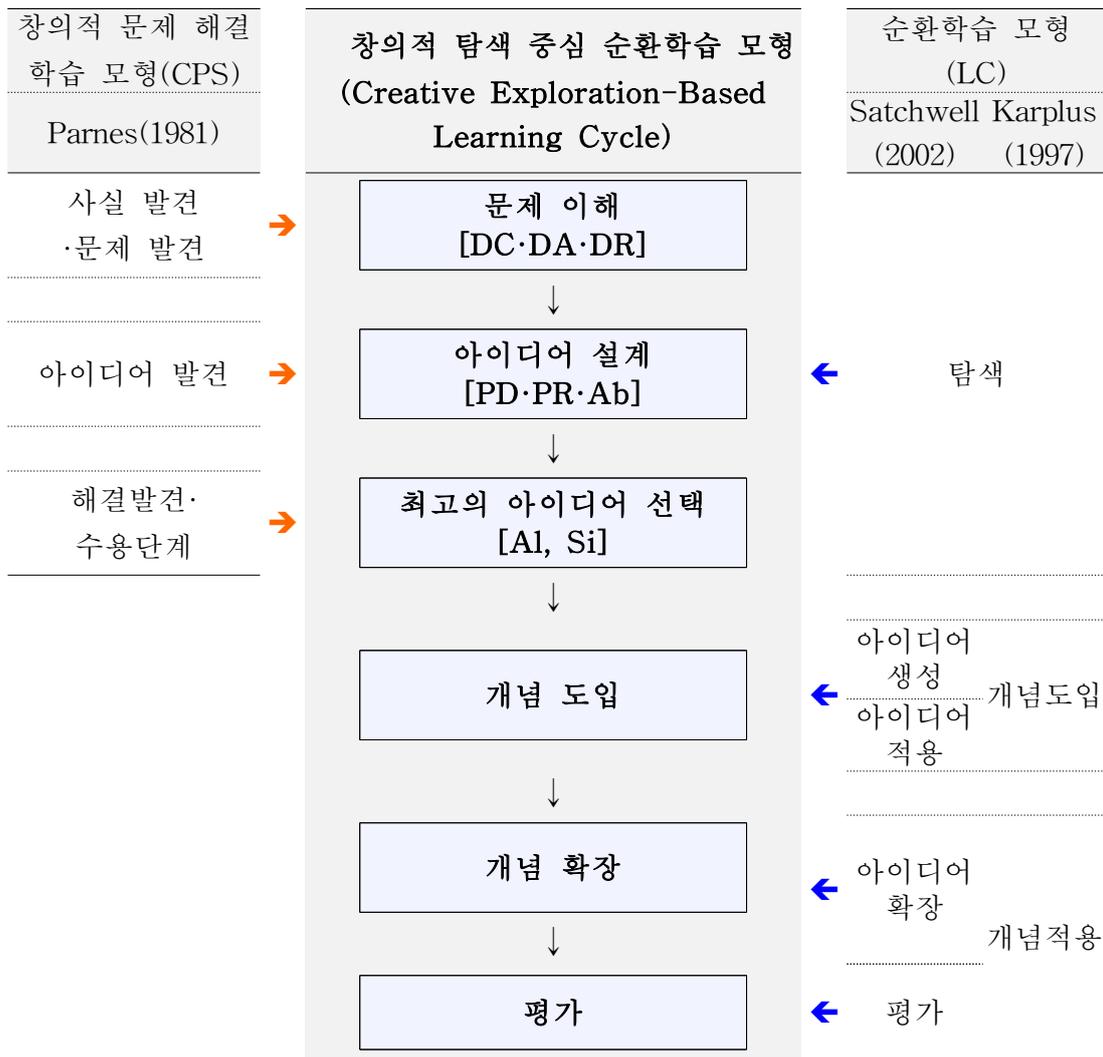
[그림 III-9] 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 학습 단계

하지만 초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 경우 퍼즐 교재 구성 단계와 결과 산출물에 집중하여 교육 프로그램을 운영한 결과, 각각의 단계에서 어떤 컴퓨팅 사고력 요소를 지도하고 강화할 수 있는지에 대한 구분이 모호하여 교수·학습 모형 개선이 요구되었다.

② 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 교수·학습 모형

앞선 연구의 질적 개선사항으로 나온 교수학습 모형에 대한 개선사항을 반영하여 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 연구에서는 단계별 컴퓨팅 사고력을 활성화할 수 있도록 창의적 탐색 중심 순환학습(Creative Exploration-Based Learning Cycle, CE-LC) 모형을 개발하였다.

창의적 탐색 중심 순환학습 모형은 ‘문제의 이해’, ‘아이디어 설계’, ‘최선의 아이디어 선택’, ‘개념 도입’, ‘개념 확장’, ‘평가’ 6단계로 이루어지며 순환학습 모형의 탐색 단계에 해당 하는 부분에서 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 주된 활동이 이루어진다. 특히 탐색 단계에서 창의적 문제해결과정이 이루어질 수 있도록 창의적 문제해결 학습 모형(CPS)을 토대로 단계별로 컴퓨팅 사고력 요소를 설정하여 해당 단계별로 해당 컴퓨팅 사고력 요소가 발현될 수 있도록 개발하였다.



[그림 III-10] 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 교수·학습 모형

‘문제의 이해’ 단계에서는 수렴적 질문을 통해 주어진 자료를 체계적이고 구체적으로 수집할 수 있도록 유도하며 수집된 자료를 분석하고 필요하면 자료를 변환하거나 병렬화하여 문제를 올바르게 이해할 수 있게 한다.

‘아이디어 설계’ 단계에서는 해결 단서가 포함된 작은 부분으로 문제를 분해하고 쪼개진 문제 간의 유사점이나 공통 규칙을 찾아보고 찾아낸 규칙을 이용하여 문제를 해결하기 위한 순서화된 절차를 설계하게 된다. 즉 설계 과정을 통해 다양한 퍼즐 속 상황에서 추상화와 알고리즘을 경험하고 이해하게 된다. 그리고 ‘최선의 아이디어 선택’ 단계에서는 찾아낸 규칙이나 알고리즘에 따라 문제를 해결해 보고 최선의 아이디어를 선택하게 된다.

하지만 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형의 경우, 초기 프로그램보다 단계별 컴퓨팅 사고력 요소를 더욱 효과적으로 강화할 수 있었지만, 일부 단계에 설정했던 컴퓨팅 사고력 요소는 발현하기에 어려움이 있었고 개념 확장과 평가 단계에 활동들이 불분명하게 운영되는 경우가 있었다.

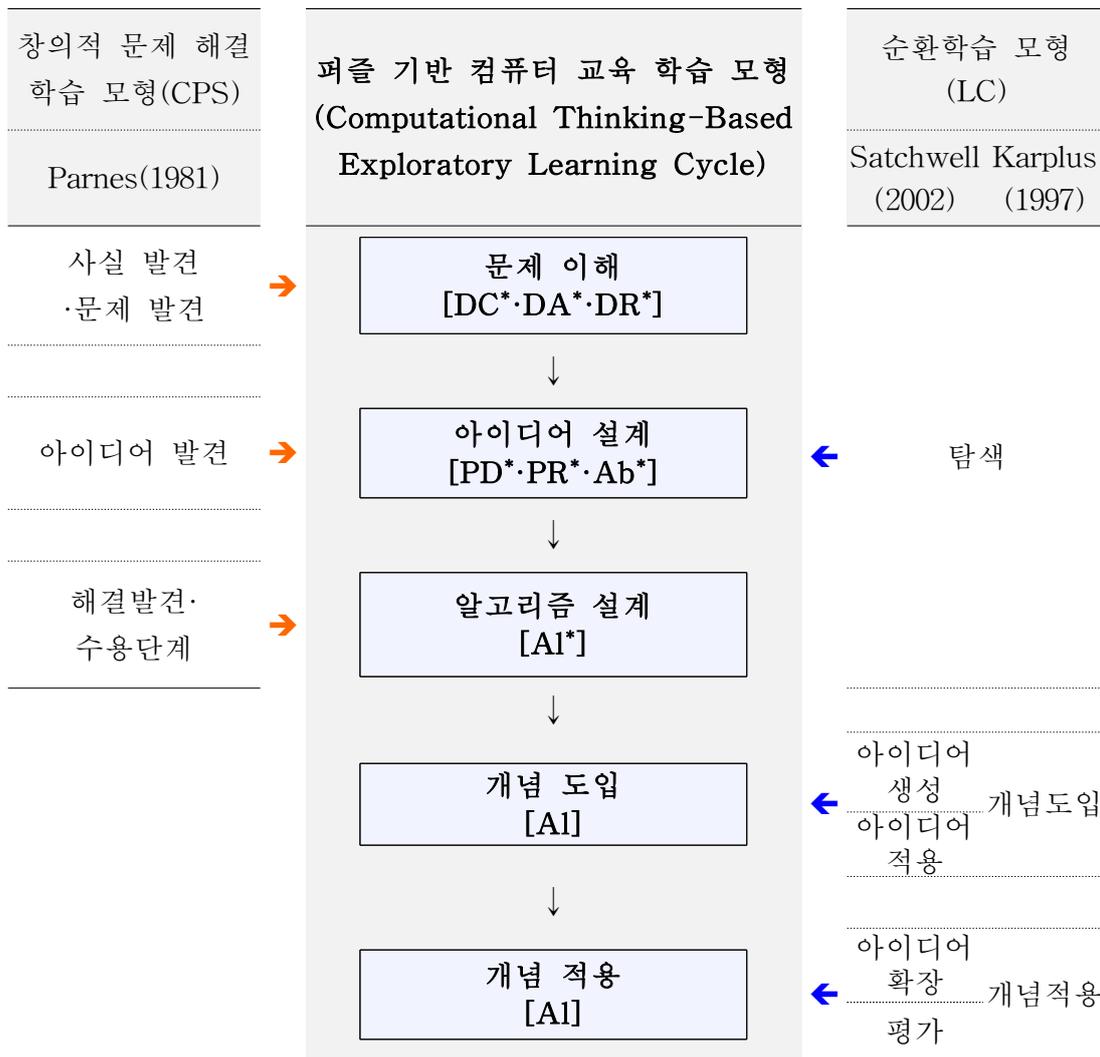
③ 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 교수·학습 모형

2차 개선 프로그램에서는 창의적 문제 해결 접근법, 순환학습, 퍼즐 기반학습, 컴퓨팅 사고력 관련 선행연구를 바탕으로 초등학생이라는 교육 대상의 인지구조와 컴퓨터 과학 분야의 새로운 개념학습이라는 교육 내용에 집중하였다. 그리고 초등학생이 창의적인 방법으로 퍼즐 문제에 접근하고 퍼즐 탐색 과정에서 컴퓨팅 사고력 요소들을 반복적, 체계적으로 경험할 수 있는 모형에 대해 연구하였다. 또한 1차 개선 프로그램 연구에서의 질적 개선사항을 반영하여 컴퓨팅 사고력 요소의 강화 단계를 일부 조정하고 활동 구분이 모호하게 운영되었던 개념 확장과 평가 단계를 개념 적용 단계로 통합하였다. 그리고 학생들의 직·간접적인 컴퓨팅 사고력 유도를 2차 개선 프로그램에서 개발된 CT마중발문을 적용하였다.

<표 III-30> CT-LC 단계별 컴퓨팅 사고력 요소와 CT마중발문

컴퓨팅 사고력 요소 CT-LC 5단계	자료 수집 [DC]	자료 분석 [DA]	자료 표현 [DR]	문제 분해 [PD]	패턴 인식 [PR]	추상화 [Ab]	알고리즘 [Al]
문제 이해	○*	○*	○*				
아이디어 설계				○*	○*	○*	
알고리즘 설계							○*
개념 도입							○
개념 적용							○

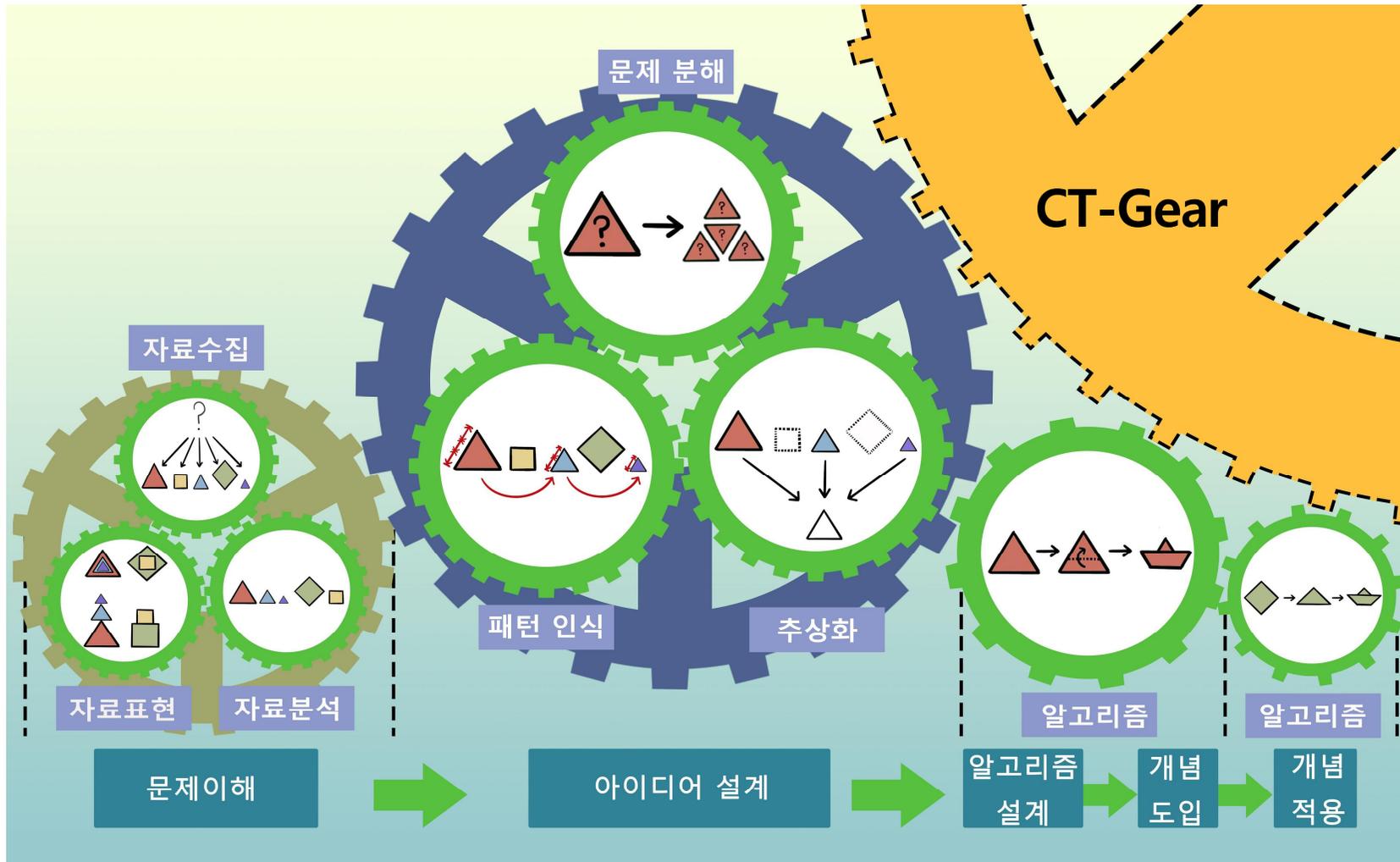
* : CT마중발문



* : CT마중발문

[그림 III-11] 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 교수·학습 모형

초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)(오정철 & 김종훈 2016)의 개발 명칭은 ‘창의적 탐색 중심 순환학습 모형(CE-LC)’이었으나 현장 적용 결과를 바탕으로 학습 단계와 단계별 컴퓨팅 사고 영역 및 교사 발문을 보완하여 ‘컴퓨팅 사고 기반 탐색 중심 순환학습 모형(CT-LC)’으로 개선하였다. 다만 퍼즐 기반 컴퓨터 교육에 특화되어 설계된 교수·학습 모형의 특성과 교수자가 쉽게 이해하고 사용할 수 있도록 ‘퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)’으로 명칭을 변경하여 사용하였다.



[그림 III-12] CT-LC 단계별 컴퓨팅 사고력 요소 간 상관도(CT-Gear)

각 단계별 활동 내용을 살펴보면 1단계 ‘문제 이해’ 단계에서는 교사의 마중물 발문을 통해 자료를 수집(Data Collection, DC)하고 수집한 자료를 분리하거나 분석하는 과정(Data Analysis, DA)을 거쳐 자료를 정리한다. 또한, 수집된 자료의 이해도를 높이기 위해 그림, 그래프, 차트 등의 형태로 다시 표현하거나 구조화(Data Representation, DR)해 보며 문제 상황과 문제 해결을 위해 활용할 수 있는 자료의 특징과 분포를 온전히 이해한다.

2단계 ‘아이디어 설계’ 단계에서는 교사의 마중물 발문을 통해 해결 단서를 찾기 위해 문제를 단위 내용별 또는 형태별로 정렬하거나 분해하고(Problem Decomposition, PD) 쪼개진 문제 간의 공통 규칙이나 유사점이 있는지 확인한다(Pattern Recognition, PR). 또한, 핵심 아이디어나 규칙을 쉽게 확인하기 위해 불필요한 정보를 제거하거나 필요한 정보만 추출하여 복잡한 내용을 단순화한다(Abstraction, Ab).

3단계 ‘알고리즘 설계’ 단계에서는 교사의 마중물 발문을 통해 추출된 정보들의 공통된 특징을 바탕으로 앞 단계에서 발견한 규칙이나 특징이 포함되게 문제 해결을 위한 일련의 순서화된 절차(Algorithm, Al)를 설계한다.

4단계 ‘개념 도입’ 단계에서는 문제해결과정(알고리즘)에 포함된 컴퓨팅 원리와 개념을 도입하여 문제 상황으로 발생한 학생들 사고의 비평형 상태를 해결한다.

5단계 ‘개념 적용’ 단계에서는 학생들이 개념 도입으로 학습한 컴퓨터 과학 개념과 원리와 알고리즘을 적용할 수 있는 유사한 환경에 노출 시켜 개념을 확인하고 내재화 할 수 있도록 하였다. 세부 활동으로는 ‘컴퓨팅 개념 적용’ 또는 ‘나만의 IT퍼즐 만들기’를 통해 학습 수준과 희망에 따라 진행할 수 있도록 하였다.

[그림 III-12]는 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 단계별 컴퓨팅 사고력 요소들의 관계를 표현한 것으로 톱니바퀴처럼 상호 연결되어 작용하는 것을 나타낸 것이다. 또한 각 톱니바퀴 속 이미지는 초등학생의 수준을 고려하여 각각의 컴퓨팅 사고력 요소에 대한 개념을 쉽게 이해할 수 있도록 CT마중발문에 해당하는 내용을 시각적 심상으로 표현한 것이다(김대의, 2014).

(2) 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)의 타당성 검증

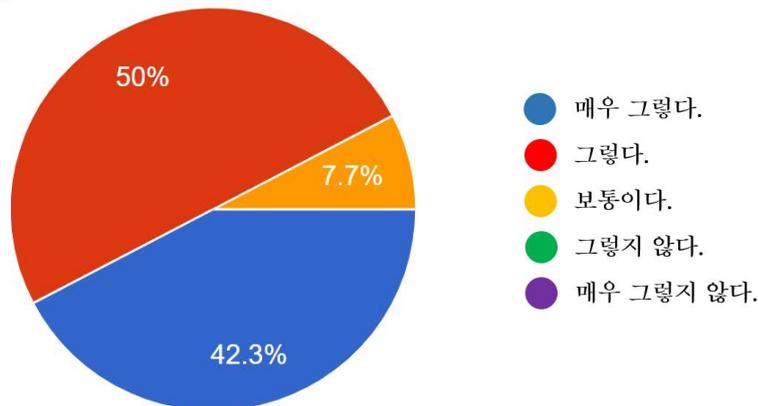
① 조사대상

개발된 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)의 타당성을 검증받기 위해 정보와 컴퓨터 교육 분야 박사 3명, 박사과정 수료 및 박사과정 6명을 비롯해 석사과정 이상의 학력을 갖춘 대학교와 초등학교에 재직 중인 컴퓨터교육 전문가 26명을 대상으로 사전 인식도 조사를 실시하였다. 그리고 3차 연구부터 개발 모형을 적용하였고 적용 후에 개선점을 반영하여 수정·보완하였다.

② CT-LC 모형의 적합성 설문결과

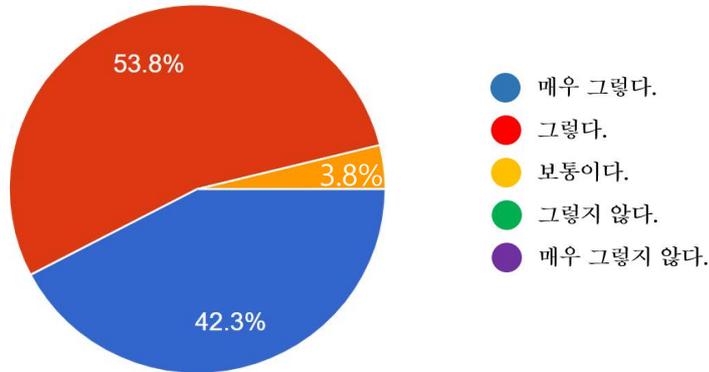
CT-LC모형은 순환학습 모형을 기반으로 초등학생들의 인지 발달 수준을 고려하여 컴퓨터과학 개념을 탐구하여 획득하기 용이하도록 설계되었다.

응답 26개



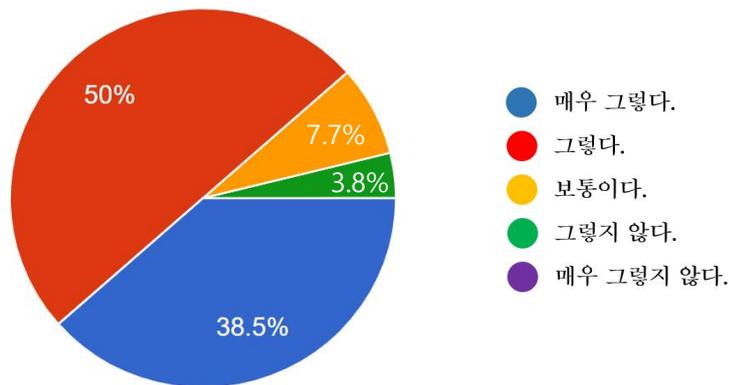
CT-LC모형은 탐색 단계 강화를 위해 문제 상황에 포함된 해결 단서를 창의적 탐색과정을 거쳐 발견할 수 있도록 CPS관점으로 탐색 단계를 세분화하였다.

응답 26개



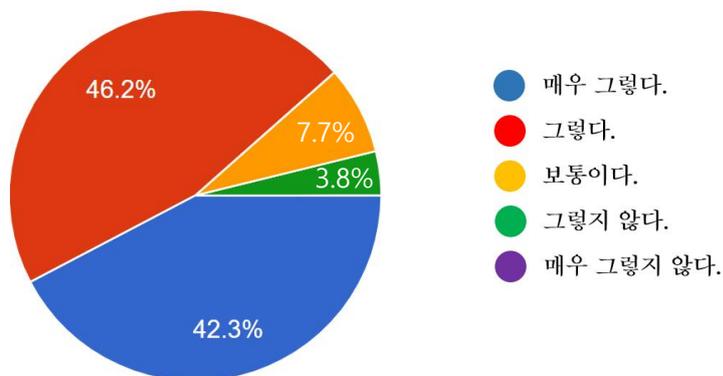
CT-LC모형의 탐색단계(문제의 이해->아이디어 설계->알고리즘 설계)에서는 CT 문제 해결 요소들이 적절하게 선정되었다.

응답 26개



CT-LC모형은 탐색단계에 포함된 CT 문제해결 요소의 선택적 활용을 통해 컴퓨팅 사고력을 신장이 용이하도록 설계되었다.

응답 26개



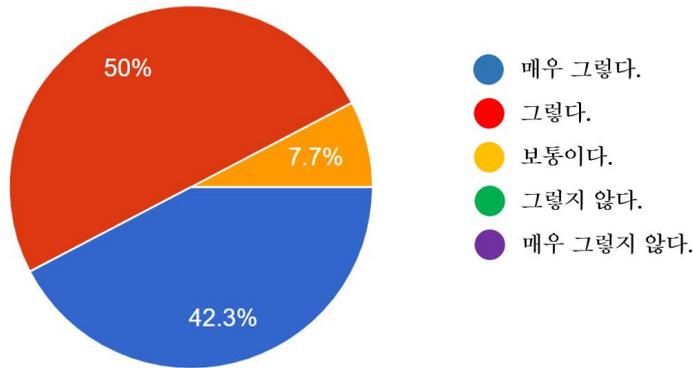
[그림 III-13] CT-LC모형 적합성 설문결과

전문가들은 CT-LC모형은 초등학생의 인지발달 수준을 고려하여 컴퓨터 과학 개념을 획득하기 용이하도록 설계되었다고 보았다. 그리고 문제 상황에 포함된 해결 단서를 창의적 탐색과정을 거쳐 발견할 수 있도록 CPS관점으로 탐색 단계를 세분화하였다고 보았다. 또한, CT-LC모형의 탐색 단계(문제의 이해-> 아이디어 설계-> 최선의 아이디어 선택)에는 컴퓨팅 사고력 요소들이 적절하게 선정되었으며 이 요소들의 단계별, 선택적 활용은 컴퓨팅 사고력 신장에 유의미한 영향을 줄 것으로 보았다. 다만 각각의 컴퓨팅 사고력 요소들을 유도하는 세부 활동이 꼭 특정 단계에서만 이루어지기보다는 퍼즐 주제에 따라 좀 더 유연하게 이루어질 수 있도록 그에 대한 연구가 필요하다는 의견도 주었다.

③ CT-LC모형의 교육 내용과 조직의 적합성 설문결과

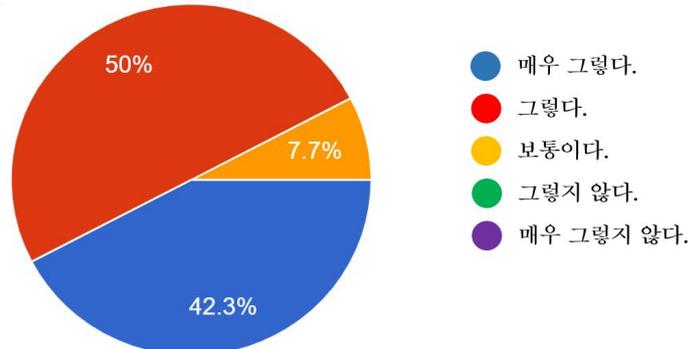
교육목표를 달성을 위해 CT-LC 교수·학습지도안에서 단계별 교수·학습활동과 전략이 적절하다.

응답 26개



CT-LC 교수·학습지도안에서 단계별 CT 문제 해결 요소에 적합한 발문을 제시하고 활동을 유도하였다.

응답 26개



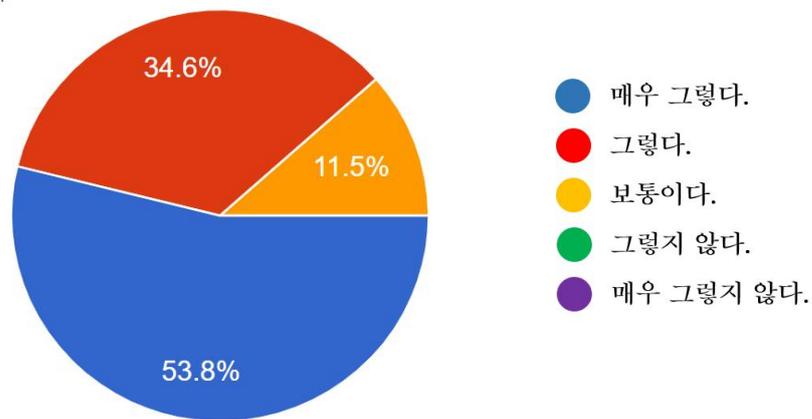
[그림 III-14] CT-LC모형의 교육 내용과 조직의 적합성 설문결과

전문가들은 교육 내용과 조직의 적합성을 묻는 질문에서 대부분 적합하다는 의견을 나타냈다. 특히 초등학생을 대상으로 하는 컴퓨터 과학교육의 영역과 주제 선정, 세부 교육 내용에 선정이 적절하다고 응답하였다. 그리고 교수·학습 단계에 따른 단계별 교수·학습활동과 전략이 적절하며 활동 단계별로 컴퓨팅 사고력을 유도하는 알맞은 발문을 제시하고 있다고 보았다. 다만 발문은 학생의 사고를 유도하는 가장 핵심적 매중물로 컴퓨팅 사고력 요소를 좀 더 명확하게 유도할 수 있는 상황별 발문에 대한 연구는 더 필요하다는 의견이 있었다.

④ CT-LC모형의 교육 대상 적합성 설문결과

수업모형과 교육내용에서 초등학생의 인지 발달 단계를 고려하였다.

응답 26개

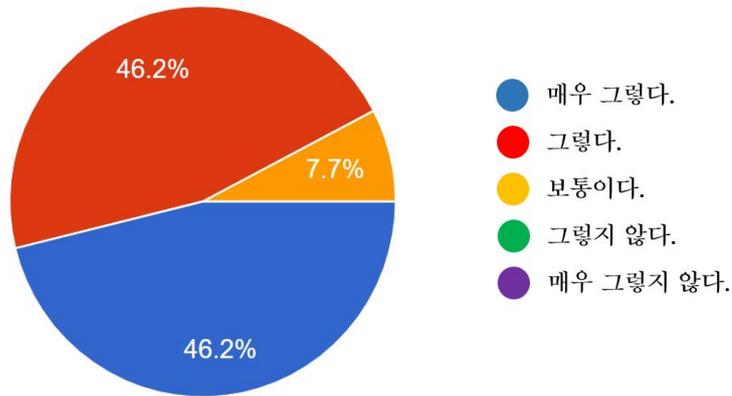


[그림 III-15] CT-LC모형의 교육 대상 적합성 설문결과

대다수의 전문가들은 퍼즐 기반 CT-LC모형의 수업 단계와 교육 내용이 초등학생의 인지 발달 수준에 적합하며 개념 적용에서 도입 개념을 수준별로 적용할 수 있는 기회를 제공해주는 것을 긍정적으로 보았다. 즉 컴퓨터 과학 개념과 원리를 쉽게 이해할 수 있도록 만든 퍼즐을 기반으로 초등학생의 인지 발달 수준에 맞게 고안된 퍼즐 기반 CT-LC모형이 초등학생을 대상으로 교육하기에 적합하다고 보았다.

⑤ CT-LC모형의 현장 수업 적용 적합성 설문결과

실천적이고 실현 가능한 수업전략을 제시하고 있다.
응답 26개



[그림 III-16] CT-LC모형의 현장 수업 적용 적합성 설문결과

전문가들은 현장 수업 적용의 적합성을 묻는 질문에서 학교 수업 적용에 용이하게 구성되어 있으며 학교 수업에 투입했을 때, 수업의 효과가 높을 것으로 예상하였다. 그리고 현장 수업에서 투입 가능하게 세부 지도안에서 실현 가능한 수업전략을 제시해주고 있다고 응답하였다.

3) 교사 발문

(1) 교과서 발문 유형 분석

① 연구의 필요성 및 목적

교과서는 교육이 실질적으로 이루어지는 교육의 장인 수업에서 기본적으로 교수와 학습자가 다루는 교육의 내용이 담긴 매개체이다(최윤미, 2012). 최근 시청각 자료를 포함한 다양한 교육 보조 자료가 개발되고 있으나 전통적으로 교과서와 교사용 지도서는 수업의 내용을 핵심적으로 포함하는 교육의 주된 도구가 된다. 그리고 교과서는 교사들이 가장 기본으로 삼고 있는 자료로 교과서에 어떻게 제시하느냐에 따라서 교실에서 교사와 학생의 상호작용에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 교사는 교과서를 바탕으로 수업 중 다양한 발문을 하게 되고 학생들도 교과서 질문에 대한 대답을 기본적으로 생각하게 된다.

이러한 교사 발문에 기초가 되는 교과서 발문에 대한 연구는 주요 교과목에서

는 지속적으로 이루어져 왔다. 김다현(2007)은 과학 교사들이 폐쇄적 수준의 발문을 자주 사용하는 것을 과학 교과서에 제시된 발문 유형이 폐쇄적 수준으로 제시되어 있기 때문이라고 주장하였다. 그리고 하소정(2011)은 연구를 통해 학습자들은 낮은 사고 수준의 발문보다 높은 수준의 발문을 더 선호하는 것으로 나타났다지만 우리나라의 7종 검·인정 사회·문화 교과서의 발문은 폐쇄적 발문을 더 제시하고 있어 학습자들의 흥미 유발 기능의 측면이나 고급 사고력 향상 측면에서나 모두 효과적인 발문을 사용하고 있지 않은 것을 확인하였다.

② 연구 문제와 연구 대상

폐쇄 기반 컴퓨터 교육 프로그램 개발의 구체적인 연구 문제는 2015 개정 초등학교 실과 교과서에 나온 소프트웨어 단원과 로봇 교육 차시의 발문 유형과 분포가 어떻게 되는지 살펴보는 것이다. 또한 본 연구의 구체적인 분석 대상은 2015 개정 실과 교육과정에 제시된 소프트웨어 교육 관련 성취기준(6실04-07~6실04-11)에 따른 소프트웨어 단원의 발문과 ‘소프트웨어 교육의 학교급별 내용요소의 계열성’에 따라 초등학교에서 컴퓨터 교육 범주에 포함되는 로봇 교육 관련 성취기준(6실05-06~6실05-7)에 따른 교육 차시 발문을 포함하였다.

<표 III-31> 소프트웨어 교육의 학교급별 내용 요소 간 계열성 비교

구분	영역	성취기준	내용 요소	계열성			
				A	B	C	D
초등학교 실과	기술 시스템	[6실 04-07]	소프트웨어의 이해	A		C	
		[6실 04-08]	절차적 문제 해결		B		
		[6실 04-09] [6실 04-10] [6실 04-11]	프로그래밍 요소와 구조			C	
	기술 활용	[6실 05-06]	로봇의				D
		[6실 05-07]	기능과 구조				

*분류 체계

- ▶A: 소프트웨어 이해와 정보 문화 ▶B: 문제 해결절차 ▶C: 프로그래밍
- ▶D: 컴퓨팅 시스템과 로봇

<표 III-31>의 계열성은 교육부 고시 제2017-126호(2017.08.30.)에서 제시하고 있는 중등 정보·컴퓨터 교사의 기본 이수 과목을 바탕으로 총 7개의 계열로 분류한 내용 중 초등학교에 해당하는 4가지 내용을 순서대로 배열하고 각 내용 요소에 맞는 성취기준을 포함시킨 것이다.

그리고 2015 개정 실과 교육과정 편찬 기준에 맞게 편찬되어 일선 초등학교에서 교육되고 있는 6종(교○○, 금○, 동○, 미○○, 비○, 천○) 실과 교과서를 대상으로 하며 <표 III-32>와 같이 관련 성취기준에 따른 교육 내용이 나와 있는 6학년 교과서의 소프트웨어 단원과 로봇 교육 차시 발문을 대상으로 하였다.

<표 III-32> 출판사별 소프트웨어와 로봇 단원 연구 범위

	소프트웨어			로봇		
	시수	교과서 페이지	질문 수	시수	교과서 페이지	질문 수
교○○	17	54~77	60	6	92~101	26
금○	18	32~59	53	6	72~79	16
동○	18	66~95	59	6	106~119	30
미○○	18	34~59	72	5	74~83	20
비○	17	56~83	72	6	100~113	27
천○	17	72~97	60	6	112~121	28
평균	17.5		62.7	5.8		24.5

발문은 “학습목표에 도달할 수 있도록 학습자의 사고를 자극하고 학습의욕을 불러일으키는 물음”으로 정의하였는데 본 연구에서도 같은 맥락에서 교과서에 나온 발문 중 의문문 형태 발문뿐만 아니라 학습자의 사고를 자극하고 학습의욕을 고취시킬 수 있는 “~만들어 봅시다.”, “~이야기해 봅시다” 등의 청유문 또한 연구 대상에 포함시켰다.

또한 삽화 속 발문도 발문의 내용에 따라 선별하여 포함시켰으며 2가지를 묻거나 권고하는 발문인 경우도 2개로 나누어 각각을 분류하였다.

③ 연구 방법

1. 2015 개정 초등 실과과 교과서 소프트웨어 단원 발문 분석

1) 교00 실과 6학년 '4. 생활 속 소프트웨어' 단원

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지·기억	수렴	확산	평가
55	소프트웨어란 무엇이며, 어떤 역할을 할까?	1		2	
	소프트웨어는 우리 생활에 어떤 영향을 미치고 있을까?			1	
	절차적 사고란 무엇이며,	1			
	『우리 생활에 어떻게 적용할 수 있을까?』		1	1	
	소프트웨어는 어떻게 자료를 처리할까?			1	
	프로그램은 어떤 구조로 만들까?			1	
56	전기밥솥은 어떻게 스스로 밥을 지을 수 있을까요?		1	1	
	수업 전 다양한 견해를 나타낼 수 있는 질문이므로!			2	

[메모:5]
'생각 단추' 발문이 각 차시에서의 발문이라면 폐쇄적 발문, 단원 시작 전 생각을 환기하는 발문이라면 개방적 발문으로 분류할 수 있음

[메모:8]
실생활에서 다양한 역할을 할 수 있는 자유로운 견해를 대답할 수 있으므로.

[메모:6]
생각단추

[메모:3]
'절차적 사고란 무엇이며' / '우리 생활에 어떻게 적용할 수 있을까?' 발문을 분리
우리 생활에 적용하는 것은 다양한 대답을 유도할 수 있음.

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지·기억	수렴	확산	평가
55	소프트웨어란 무엇이며, 어떤 역할을 할까?	1			
	소프트웨어는 우리 생활에 어떤 영향을 미치고 있을까?			1	
	절차적 사고란 무엇이며,	1			
	『우리 생활에 어떻게 적용할 수 있을까?』				
	단원 초기에 나온 발문으로 일반적으로 절차적 사고가 사용되는 예를 물어보는 것이기에 수렴으로 보임. 만약에 단원 마무리에서 본 발문이 제시되면 학습한 내용 외에 적용할 수 있는 것을 물어보는 확산도 가능함.		1	1	
			2		

[메모:17]
'생각 단추' 발문이 각 차시에서의 발문이라면 폐쇄적 발문, 단원 시작 전 생각을 환기하는 발문이라면 개방적 발문으로 분류가능

[메모:15]
'절차적 사고란 무엇이며' / '우리 생활에 어떻게 적용할 수 있을까?' 발문을 분리

[메모:18]
생각단추

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지·기억	수렴	확산	평가
55	소프트웨어란 무엇이며, 어떤 역할을 할까?	1			
	소프트웨어는 우리 생활에 어떤 영향을 미치고 있을까?			1	
	절차적 사고란 무엇이며,	1			
	『우리 생활에 어떻게 적용할 수 있을까?』			1	
	소프트웨어는 어떻게 자료를 처리할까?			1	
	프로그램은 어떤 구조로 만들까?			1	

[메모:10]
'생각 단추' 발문이 각 차시에서의 발문이라면 폐쇄적 발문, 단원 시작 전 생각을 환기하는 발문이라면 개방적 발문으로 분류할 수 있음

[메모:12]
생각단추

[메모:8]
'절차적 사고란 무엇이며' / '우리 생활에 어떻게 적용할 수 있을까?' 발문을 분리

[그림 III-17] 전문가 발문 유형 협의 과정

본 연구에서는 다양한 발문 분류 유형 중 학생들이 교사에 발문에 응답할 때 이루어지는 사고 수준을 고려하고 발문 유형을 분류하여 더욱 의미가 있다고 판단되는 Blosser(1973)의 발문 분류 체계에 따라 교과서 발문을 분석하였다(김향숙, 2007).

다만 Blosser(1973)의 발문 분류 체계 중에서 관리적 질문과 수사적 질문은 실제 교실 수업 상황을 감안하여 만들어진 유형으로 교과서를 분석하는 본 연구의 목적과는 부합하지 않아서 제외하였다(최윤미, 2012).

연구 방법은 6인의 교육전문가(박사 1명, 박사과정 수료 2명, 박사과정 1명, 석사 2명)의 검토를 통해 타당도 검증을 실시하였다.

타당도 검증의 과정은 다음과 같이 실시하였다. 먼저 해당 단원과 차시에 523개의 발문을 Blosser(1973)의 발문 유형 분류표로 분류 할 수 있게 정리하였다. 그리고 Blosser의 발문 유형 분류표 설명자료와 실제 개정 과학교과서 발문별 분류 예시를 포함한 검토 의뢰서를 6명의 검토위원에게 배부하였다. 그리고 1주일 동안 위원별로 검토를 진행한 후 2차 협의를 진행하였다.

1차 검토 기간 동안 5명의 위원이 모두 동일한 의견을 보인 답변이 478개였으나 45개에 대해서는 일부 다른 의견을 제시하였다.

2차 협의에서는 [그림 III-17]과 같이 각 전문가별 의견을 교환하고 협의를 거쳐 조율하였다. 다양한 발문 협의 내용 중에 특히 동일 발문이라도 발문의 투입 시기와 교육 내용상에 발문 투입 상황에 따라 다르게 분류하는 경우가 있었다. 예를 들어 ‘소프트웨어는 우리 생활에 어떤 영향을 미칠까요?’라는 발문을 단원 학습 전에 한다면 개방적 발문으로 다양한 대답이 나올 수 있지만, 학습 후에 동일한 질문을 한다면 학습 내용이나 조사한 기억을 다시 확인하는 폐쇄적 발문이 될 수도 있다.

이외에도 동일한 자기 평가 발문이라도 체크리스트로 평가하는 경우는 단순 경험의 유무를 확인하는 인지·기억적 평가 발문으로 분류되기도 되지만 동일 발문이 3단 리커트 척도 자기 평가 발문인 경우는 활동의 적절성과 활동에 대한 이해도를 스스로 판단하여 평가하는 평가적 발문으로 분류되는 경우도 있었다. 이러한 여러 이견이 있는 문항들은 검토위원 전체 토의를 통해 분류 관점을 공유하고 발문의 맥락과 교수 진행 단계, 학생의 사고 과정 등을 종합적으로 판단하여 결정하였다.

④ 연구 결과

2015 개정 초등학교 실과 교과서에 나온 소프트웨어 단원과 로봇 교육 차시에 제시된 발문을 분석한 결과는 <표 III-33>과 [그림 III-18]과 같다(오정철, 2020).

전체 발문 523개 중에서 소프트웨어 단원의 발문은 376개, 로봇 교육 차시의 발문은 147개로 소프트웨어 단원의 발문이 229개 더 많았다. 하지만 배당 차시 당 발문의 개수를 보면 평균 17.5차시를 운영한 소프트웨어 단원의 차시 당 평균 교과서 발문은 3.58개이고 로봇 단원은 평균 5.8차시를 운영하고 있으며 차시 당 평균 교과서 발문은 4.22개로 로봇 교육 차시에서 소프트웨어 단원보다 교과서에 17.9% 더 많은 발문을 포함하고 있는 것으로 조사되었다.

6종 교과서에 제시된 발문을 유형별로 분석해보면 소프트웨어 단원에서 폐쇄적 발문은 77.1%, 개방적 발문은 22.9%로 나타났고 로봇 교육 차시에서 폐쇄적 발문은 74.8%, 개방적 발문은 25.2%로 나타나서 소프트웨어 단원과 로봇 교육 차시에서 모두 폐쇄적 발문이 개방적 발문보다 3배 이상 훨씬 높게 나오는 것으로 조사되었다.

또한 세부 영역별로 살펴보면 폐쇄적 발문인 인지·기억적 발문이 44.6%로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며 다음으로 수렴적 발문이 31.9%로 높은 비율을 나타내고 있다. 반면에 개방적 발문인 확산적 발문은 12.6%, 평가적 발문도 10.9%로 낮은 수준으로 조사되었다. 특히 전체 발문 중 인지·기억적 발문이 절반 가까이를 차지하고 있는데, 이는 “~조사해 봅시다”, “~확인해 봅시다”, “~살펴 봅시다”와 같이 다양한 조작 활동에 대한 안내가 많기 때문인 것으로 풀이된다.

물론 교과서의 교육 활동을 안내하고 기본 정보의 제공하는 등의 고유 기능을 감안하더라도 확산적 발문이 학습자의 창의성 신장에 효과적이라는 점을 고려할 때, 폐쇄적 발문이 큰 비중을 차지하고 있는 현재 소프트웨어 단원과 로봇 차시의 교과서 발문은 학습자의 사고력을 신장시키기에는 다소 제한적이다.

따라서 차후 교과서 개정 시 관련 연구와 개선이 필요하며 교과서를 바탕으로 발문을 하는 교사들 역시 이점을 유의하여 개방적 발문을 보완하는 것이 필요하다.

<표 III-33> 6종 교과서별 발문 유형 분석

출판사	단원	질문 유형(Blosser, 1973)				합계
		폐쇄적 발문		개방적 발문		
		인지·기억적 발문	수렴적 발문	확산적 발문	평가적 발문	
교○○	소프트웨어	20	21	11	8	60
금○		34	12	3	4	53
동○		31	17	9	2	59
미○○		34	24	7	7	72
비○		34	22	6	10	72
천○		21	20	8	11	60
소프트웨어 단원 발문합계		174 (46.3%)	116 (30.8%)	44 (11.7%)	42 (11.2%)	376 100%
		77.1%		22.9%		100%
교○○	로봇	11	7	4	5	27
금○		6	1	3	5	15
동○		7	16	6	1	30
미○○		8	10	1	1	20
비○		12	9	4	2	27
천○		15	8	4	1	28
로봇 차시 발문합계		59 (40.1%)	51 (34.7%)	22 (15%)	15 (10.2%)	147 100%
		74.8%		25.2%		100%
합계 (비율)		233 (44.6%)	167 (31.9%)	66 (12.6%)	57 (10.9%)	523 100%
		76.5%		23.5%		100%

소프트웨어 단위 발문 유형



로봇 차시 발문 유형



[그림 III-18] 단위별 질문 유형 분석 비율

(2) 발문 개발의 필요성과 과정

① 컴퓨팅 사고력을 유도하는 교사 발문 개발의 필요성

앞서 연구에서 확인되었듯이 2015 개정 실과 교과서에서 컴퓨터 과학 분야에 나타난 교과서 발문만으로는 학생들의 확산적 사고를 유도하여 창의성과 컴퓨팅 사고력을 향상시키기에는 교육적 한계가 있다. 또한 컴퓨터 과학 관련 교육 분야에서는 국어, 수학, 과학 등의 타 교과와 달리 교육 프로그램의 적용을 위한 교사 발문 연구가 극히 부족한 상황이어서 일선 교사들이 컴퓨팅 사고력 신장 프로그램을 운영하며 발문을 보완하기는 더욱 곤란하다.

특히 최근 공교육과 사교육 소프트웨어 교육 현장에서 활발히 운영되고 있는 언플러그드의 경우 해당 활동을 통해 학생들이 컴퓨터 과학의 특정 원리나 개념을 이해하고 경험하기는 하지만 그 과정에서 컴퓨팅 사고력을 훈련하거나 경험하지 못하는 경우가 많다.

즉, 언플러그드만 하면 자동적으로 컴퓨팅 사고력이 신장되는 것처럼 지도하거나 지식적인 컴퓨팅 원리를 이해하는 것이 곧 컴퓨팅 사고력을 신장시키는 것이라는 오해를 불러일으키는 교육 현장을 쉽게 볼 수 있다. 물론 언플러그드 교육의 목적은 컴퓨터 과학의 원리나 개념을 쉽게 이해시키는 것으로 족하지만 그 과정 역시 학생들에게는 하나의 문제 해결의 과정이며 많은 언플러그드 교육 소재들이 컴퓨팅 사고력을 함께 경험하기 위한 탁월한 소재들이므로 해당 문제해결 과정 속에서 컴퓨팅 사고력을 경험하고 강화할 수 있다면 그 교육 질이 높아지는 것은 자명하다.

이러한 목적으로 이미 많은 컴퓨팅 사고력 증진을 위한 소프트웨어 교육 모형과 교육 프로그램이 개발되었고 현장에 적용되고 있으며 본 연구의 선행연구에서도 3차에 걸친 현장 연구를 통해 컴퓨팅 사고력 증진을 위한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 개발, 연구해왔다.

하지만 본 연구의 선행연구를 포함하여 여러 선행 연구들에 의하면 컴퓨팅 사고력을 유도하는 활동을 제시하고 컴퓨팅 사고력 중점 단계를 설정해 놓았을 뿐 학생들이 실제로 해당 컴퓨팅 사고력 단계와 활동을 통해 해당 컴퓨팅 사고를 할지 여부는 온전히 학생들의 몫으로 남겨져 있었다. 특히 집중도가 떨어지고 성취도가 낮은 초등학생의 경우 교사가 유도한 해당 단계와 활동을 해당 컴퓨팅 사고력을 통해 해결하지 못하고 단순히 결과에만 몰두하거나 쉽게 포기하는 경우들을 쉽게 발견할 수 있다.

따라서 교사가 의도한 특정 컴퓨팅 사고력 단계에서 학생들의 성취 수준에 관계없이 해당 컴퓨팅 사고 활동을 포기하지 않고 끝까지 해낼 수 있도록 학생 수준에 맞게 컴퓨팅 사고력을 직·간접적으로 유도하고 격려하는 마중물 같은 교사 발문이 필요하다.

② 교수 개발 방향

본 연구에서 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 운영 과정에서 단계별로 컴퓨팅 사고력을 유도를 위해 개발하는 교사 발문의 이름을 CT마중발문이라 하였다.

CT마중발문이란, ‘학습자의 사고를 자극하거나 생각의 방향을 환기시켜 스스로 문제를 해결할 수 있도록 각각의 컴퓨팅 사고 요소를 암시하거나 직·간접적으로 마중하는 교사의 의도적 문제 제기’라고 정의하였다.

CT마중발문의 개발 방향은 다음과 같다.

첫째, 발문의 범위는 선행연구에서 정의된 컴퓨팅 사고력의 개념 범주 안에서 의도적으로 해당 개념이나 그 하위 개념을 활성화시킬 수 있는 내용으로 한다.

둘째, 발문의 유형과 수준은 학생들의 확산적 사고를 촉진하기 위해 ‘높은 수준(분석, 종합, 평가)’의 발문과 ‘개방적 유형’의 발문을 우선하되, 해당 발문으로 해당 컴퓨팅 사고력을 활성화시키기 어렵거나 사고 방향이 모호해지는 경우에 한해서 ‘낮은 수준(지식, 이해, 적용)’ 또는 ‘폐쇄적 유형’의 발문과 권고 형태를 사용한다.

셋째, 발문의 표현은 초등학생 수준에서 이해할 수 있도록 쉬운 단어와 간결한 표현을 사용하되, 결과를 이끌기 위한 발문보다는 문제를 해결해 가는 사고 과정에 초점을 두고 암시적, 간접적 발문을 우선한다.

넷째, 정의적 측면에서 각 컴퓨팅 사고력 요소를 통합적으로 유도하는 ‘통합마중발문’과 각 컴퓨팅 사고력 요소의 사고 과정을 세분화하여 발문하는 ‘세부마중발문’으로 나누어서 개발한다.

다섯째, 동일범주(동일) 및 연결 발문(연결)을 제시한다. 학생들 수준과 상황에 맞게 용어 수준과 내용 표현 범위를 교사가 선택하여 사용할 수 있도록 기본 CT마중발문 이외에 동일 내용 범주에 다른 발문을 같이 제시한다. 또한 기본 CT마중발문으로 해당 사고를 이어가지 못하거나 사전에 다른 마중발문이 필요한 경우를 위해 발문 전후에 사용할 수 있는 연결 발문을 제시하여 성취수준에 따라 좀 더 구체적 사고를 마중할 수 있게 한다.

③ 교수 개발 과정

CT마중발문 개발은 3단계에 걸쳐서 진행되었다.

1단계에서는 7가지 각각의 컴퓨팅 사고력 요소에 대한 현재까지 연구된 여러

학자들의 다양한 정의와 교육 예시, 관련 분야의 선행 발문 예시자료들을 바탕으로 앞에서 언급한 6가지 개발 방향에 따라 컴퓨터 교육 전문가 5인(박사 2명, 박사수료 1명, 박사과정 1명, 석사 1명)에 의해 개발되었다.

‘컴퓨팅 사고력 요소 정의’ 및 ‘교육 예시’의 경우 연구자별, 집단별 본질적인 부분에서는 대동소이하나 그것을 바라보는 관점과 표현하는 부분에서는 일부 차이를 보였다. 그 관점과 표현의 차이가 곧 교사가 학생들에게 전달할 발문 내용의 기초가 되므로 단어, 어구 표현과 관점 및 해석의 차이에 집중하였다. ‘선행발문 예시’의 경우, 컴퓨터 과학 관련 선행발문 예시 자료가 부족하여 Polya(1971), Burton(1984)의 발문연구 예시 발문과 이를 컴퓨팅 사고력 요소와 유사점을 제시한 연구(김대수, 2016) 내용을 반영하였고 본 연구의 모형과 유사한 김진숙(2016)의 컴퓨팅 사고력 요소중심 DPAA(P)모델의 설명과 교수·학습 유의점에 나온 표현들을 함께 반영하여 컴퓨팅 사고력 7가지 요소별로 통합·세부 발문 31개와 권고 5개, 연결된 동일·연결 발문 59개를 포함하여 총 95개 CT마중발문을 개발하였다.

2단계에서는 전문가 집단에서 개발된 CT마중발문을 본 연구에 ‘2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램’으로 현장에 투입하였다. 그리고 주제별 교육 활동 후 학생들의 ‘문제 해결 설계도’, ‘자기성장보고서’ 및 개별 면담을 통해 발문 개선점을 확인하였다. 문제 해결에 활용빈도가 높은 컴퓨팅 사고력 요소와 낮은 컴퓨팅 사고력 요소들을 확인하였고 활용빈도의 차이가 문항 자체 특성에 따른 것인지 아니면 교사 발문 어휘나 발문 내용의 문제인지를 검토하고 이를 바탕으로 발문의 수준, 내용, 형식들을 개선하였다. 그리고 1단계에서 발문 중 4개의 문항을 삭제하고 통합·세부 발문 30개와 권고 4개, 연결된 동일·연결 발문 57개를 포함하여 총 91개 발문은 수정·보완하였다.

3단계에서는 발문의 보편적 타당도를 높이기 위해 2단계에서 개발된 CT마중발문을 컴퓨터 교육경력 5년 이상, 컴퓨터 교육 석사과정 이상 20명의 컴퓨터 교육 전문가 집단에게 5단계 리커트 척도에 따라 타당도 검증을 의뢰하였다.

(3) 개발 발문

본 연구에서는 크게 자동화로 분류되어 컴퓨터 시스템을 활용한 활동으로 인

정되는 시뮬레이션, 자동화, 병렬화 활동은 제외하고 컴퓨팅 사고 준비(자료 수집, 자료 분석, 자료 표현)와 컴퓨팅 사고 과정(문제 분해, 패턴 인식 추상화, 알고리즘)에 포함되는 컴퓨팅 사고력 7가지 요소에 대한 넓은 의미의 정의를 전체 또는 세부적으로 유도하는 발문을 개발하였다. 현재 연구자별로 컴퓨팅 사고력 구성요소에 대한 범위와 관점의 차이가 다소 존재하므로 하나의 발문이 모든 연구자들의 정의에 동시에 포함되진 않는다. 다만 ‘CT마중발문 개발 방향’에서 언급한 대로 각각의 발문마다 개발 의도를 제시하여 어떤 관점의 정의를 바탕으로 개발되었는지 확인할 수 있도록 하였고 교육 내용과 상황에 맞게 교수가 선별하여 사용할 수 있도록 통합, 세부, 권고, 동일, 연결 발문 등으로 나눠 제시하였다.

① CT마중발문1: 자료 수집

<표 III-34> CT마중발문1: 자료 수집

종류 (L.S.)	CT마중발문: 자료 수집
통합1 (4.8)	문제 해결을 위해 어떤 자료가 필요할까요?
동일	문제 해결을 위해 주어진 자료 중에 어떤 자료가 필요할까요?
동일	문제 해결에 도움이 되는 자료에는 무엇이 있나요?
세부1 (4.75)	구하려고 하는 것은 무엇인가요?
동일	해결하려는 문제는 무엇인가요?
동일	문제에서 요구하는 것은 무엇인가요?
동일	미지의 것은 무엇인가요?
동일	무엇을 찾으려고(구하려고) 하나요?
세부2 (4.85)	문제에는 어떤 자료들이 주어졌나요?
동일	문제에 주어진 자료에는 어떤 자료들이 있나요?
연결	이 자료들 중에 문제 해결에 도움이 되는 자료는 어떤 자료인가요?
세부3 (4.65)	필요한 자료를 숫자나 기호로 간단히 쓸 수 있나요?

동일	필요한 자료를 이해한 대로 숫자나 기호로 쓸 수 있나요?
동일	필요한 자료를 보기 쉽게 숫자나 기호로 쓸 수 있나요?
연결	필요한 자료를 숫자나 기호로 쓰면 어떤 점이 좋을까요?

*L.S.: 5단계 리커트 척도(likert scale)

발문1(통합1)은 통합발문 형태로 ‘주어진 자료 확인’과 ‘자료별 필요성 여부’를 동시에 확인하도록 유도하는 발문이다.

발문2(세부1)~발문4(세부3)는 자료 수집을 위한 세부적인 특정 사고를 유도하는 세부 발문으로 발문2의 경우 ‘문제 해결에 필요한 자료’인지 아닌지를 판별하기 위해 구해야 하는 것이 무엇인지를 확인하는 발문이다. 특히 자료의 필요성 여부에 대한 판단이 안 되는 학생들의 경우, 구해야 하는 것이 무엇인지를 먼저 확인할 필요가 있다.

발문3(세부2)은 ‘주어진 자료’를 확인하도록 유도하는 발문으로 성취도가 낮은 학생의 경우, 주어진 자료의 종류와 수를 모두 확인하지 못해서 필요한 자료를 못 찾는 경우가 빈번히 발생하므로 사전 발문으로 사용할 수 있다.

발문4(세부3)는 문제의 원자료(그림, 문자 등)를 디지털 형태로 변환하여 수집하도록 유도하는 발문으로 여기서 ‘숫자나 기호’로 표현은 [자료 표현]에서 ‘구조화 또는 모델링’과는 다른 1차원적 디지털 자료 수집을 말하며 ‘간단히’, ‘보기 쉽게’는 [CT마중발문: 자료 분석]에서 ‘기준’에 따른 논리적 분류가 아닌 시각적, 외형적 단순한 정리 수준을 의미한다.

② CT마중발문2: 자료 분석

<표 III-35> CT마중발문2: 자료 분석

종류 (L.S.)	CT마중발문: 자료분석
세부1 (4.75)	수집한 자료들을 기준을 정해 나눌 수 있나요?
동일	일이 일어난 시점(사건)별로 자료를 정리할 수 있나요?
연결	기준에 따라 나눈 자료를 일정한 차례나 간격으로 정리할 수 있나요?

세부2 (4.75)	수집한 자료 중에 중복되거나 불필요한 자료가 있나요?
동일	수집한 자료 중에 (중복되거나) 불필요한 자료를 찾아 정리할 수 있나요?
세부3 (4.85)	자료에서 어떤 규칙이나 특징을 찾을 수 있나요?
동일	어떤 규칙을 보이는 자료가 있나요?
동일	비슷한 변화를 보이는 자료가 있나요?
세부4 (4.7)	자료에서 보이는 특징을 숫자나 그림을 사용하여 나타낼 수 있나요?
동일	자료를 숫자(부호)나 그림으로 표시하면 자료들 사이에 관계를 쉽게 알 수 있나요?

*L.S.: 5단계 리커트 척도(likert scale)

발문1(세부1)은 자료를 기준에 따라 분류하여 논리적으로 배치할 수 있도록 유도하는 발문이다.

발문2(세부2)는 중복 또는 불필요한 자료 제거를 통한 자료 요약을 유도하는 세부 발문으로 불필요한 부분이나 특징 제거를 통한 추상화 과정과는 구분된다.

발문3(세부2)는 패턴 확인을 통한 자료 간의 관계 이해를 유도하는 발문이며 발문4(세부3)는 숫자(부호)나 도식을 사용한 수학적 자료 분석을 유도하는 발문이다.

③ 자료 분석·추상화를 위한 ‘패턴 인식’

CSTA & ISTE(2011)는 CT구성요소를 9가지로 제시하였고 이를 구글(2015)에서 다시 11가지로 세분화하여 제시하면서 CT절차모형 4단계[분해, 패턴 인식, 추상화, 알고리즘]의 한 과정으로 제시할 만큼 ‘패턴 인식’을 비중 있게 다루었다.

하지만 9가지와 11가지의 컴퓨팅 사고력 구성요소의 관련성을 논의하는 과정에서 연구자들에 따라 ‘패턴 인식’을 ‘자료 분석’ 하위에 포함(강수환, 2019)시키기도 하고 ‘추상화’ 하위에 포함(전용주, 2017)시키기도 한다. 어느 쪽에 포함되든 ‘패턴 인식’을 독립된 컴퓨팅 사고력 요소로 나누어 생각하게 되면 정의적 측면에서 ‘추상화’와 ‘자료 분석’ 요소와 밀접한 관련을 갖게 된다. 따라서 본 연구에서는 패턴을 찾는 방식이 아니라 목적에 초점을 두고 접근하였다.

즉 ‘자료 분석’과 ‘추상화’에서 찾는 패턴과 컴퓨팅 사고력 요소로서의 ‘패턴 인식’에서 찾는 패턴은 패턴을 찾는 방식이나 과정은 유사하나 패턴을 찾는 목적에서 구분될 수 있다. 즉 ‘자료 분석’에서는 패턴 찾기를 통해 자료들 간의 관계를 파악함으로써 온전히 주어진 자료들의 관계와 의미를 이해하는 것을 목적으로 하고 ‘패턴 인식(구글의 ‘인식된’ 패턴에 무언가를 일치시키는 ‘패턴 매칭’ 개념 포함)’에서는 패턴 인식 자체를 목적으로 한다. 따라서 자료 분석 단계에서는 자료 간의 관계 이해를 위한 하나의 수단으로 패턴 찾기에 접근하여야 하며 추상화의 패턴 찾기도 같은 맥락으로 접근할 수 있다.

④ CT마중발문3: 자료 표현

<표 III-36> CT마중발문3: 자료 표현

종류 (L.S.)	CT마중발문: 자료표현
통합1 (4.9)	자료를 어떻게 표현하면 더 쉽게 이해할 수 있나요?
동일	한눈에 보기 쉽게 표현할 수 있는 방법에는 무엇이 있나요?
동일	자료 간에 관계를 어떻게 표현하면 쉽게 이해할 수 있나요?
통합2 (4.8)	문제를 이해하기 쉽게 기호나 그림으로 표현할 수 있나요?
동일	문제를 이해하기 쉽게 기호나 그림으로 나타낼 수 있나요?
동일	이해하기 쉽게 자료를 표나 그래프로 표현할 수 있나요?
동일	기준에 따라 분류된 자료를 표나 그림으로 나타낼 수 있나요?
세부1 (4.55)	포함 관계를 생각하며 작은 자료들을 크게 묶을 수 있나요?
동일	포함 관계를 생각하며 작은 자료들을 큰 자료로 묶을 수 있나요?
동일	포함 관계를 생각하며 작은 자료들을 묶어서 표(목록)나 그림(그래프)으로 나타낼 수 있나요?
세부2 (4.45)	포함 관계를 생각하며 큰 자료를 작게 나누어 표현할 수 있나요?
동일	수집한 자료 중 큰 자료를 작은 자료들로 나누어 표현할 수 있나요?
동일	큰 자료를 작은 자료들로 나누어 기호(목록)나 그림(그래프)으로 나타낼 수 있나요?

*L.S.: 5단계 리커트 척도(likert scale)

발문1(통합1)은 통합 발문으로 자료 표현의 목적 인식 및 다양한 표현 방법을 생각할 수 있도록 하는 발문이며 발문2(세부1)는 기호, 그림, 표, 그래프, 목록 등을 사용한 자료 도식화 및 조직화를 유도하는 발문이다.

발문3(세부2)은 큰 범주의 자료를 작게 나누는 세분화 방식으로 자료 구조화를 유도하는 발문이며 발문4(세부3)는 작은 자료들을 모아 큰 범주로 묶는 통합화 방식으로 자료 구조화를 유도하는 발문이다.

⑤ CT마중발문4: 문제 분해

<표 III-37> CT마중발문4: 문제 분해

종류 (L.S.)	CT마중발문: 문제 분해
통합1 (4.9)	문제를 작은 부분으로 나누어 풀 수 있나요?
동일	문제를 작게 나눠서 풀 수 있나요?
동일	문제를 부분적으로 해결할 수 있나요?
동일	문제를 이해하기 쉬운 작은 부분으로 나누어 풀 수 있나요?
동일	문제(조건, 요구사항)를 해결 가능한 작은 부분으로 나누어 풀 수 있나요?
세부1 (4.7)	나는 문제를 또 나누어 해결할 수 있나요?
동일	나는 문제(조건, 요구사항)를 또 나누어 풀 수 있나요?
세부2 (4.75)	문제를 다른 방법으로 나누어 풀 수 있나요?
동일	문제(조건, 요구사항)를 여러 가지 경우로 나누어 풀 수 있나요?
연결	문제를 어떻게 나누어야 가장 풀기 쉬울까요?
세부3 (4.75)	분리한 문제 중 어떤 문제를 먼저 해결해야 할까요?
동일	분리한 문제 중 어떤 문제가 가장 풀기 쉬울까요?
연결	가장 풀기 쉬워 보이는 문제부터 해결해 봅시다.
권고1 (4.3)	작게 나눈 문제들이 서로 영향을 준다면, 나누지 말고 해결해 보세요.

동일	작게 나눈 문제들이 서로의 값에 영향을 준다면, 나누지 말고 전체적으로 해결해 보세요.
권고2 (4.4)	더 나눌 수 없거나 나누어도 의미가 없다면 나누지 않는다.
권고3 (4.35)	나눈 문제들 중에서 문제 해결과 관련이 있는 것과 없는 것으로 나눠 봅시다.

*L.S.: 5단계 리커트 척도(likert scale)

발문1(통합1)은 문제 분할 가능여부를 확인하며 수평적인 분할을 유도하는 통합형 발문이다.

발문2(세부1)는 추가 분할 가능성 여부를 확인하는 발문으로 수직적 분할을 유도하는 발문이다.

발문3(세부2)은 다양한 수평적·수직적 분할 방법 고려하기 위한 발문이다.

발문4(세부3)는 문제 해결 순서를 생각하고 풀기 쉬운 문제, 작은 문제부터 해결하도록 유도하는 발문이다.

[권고1]은 문제 분할 시 주의 사항으로 분할 문제 간에 영향을 주는 것이 있는지 여부를 확인하도록 안내하는 권고이다.

[권고2]는 문제 분할의 한계에 대한 주의 사항을 안내하는 권고다.

[권고3]은 나눈 작은 문제와 최종 해결해야 할 문제와의 관계를 고려하도록 안내하는 권고다.

⑥ CT마중발문5: 패턴 인식

<표 III-38> CT마중발문5: 패턴 인식

종류 (L.S.)	CT마중발문: 패턴 인식
통합1 (4.85)	문제에서 반복되거나 규칙적으로 변하는 부분이 있나요?
연결	발견한 패턴(유사점)이 문제 해결과 관련이 있나요?
연결	발견한 패턴(규칙)을 숫자나 그림으로 표현할 수 있나요?
세부1 (4.8)	문제에서 값이나 모양이 반복되는 부분이 있나요?
동일	자료에서 일정하게 반복되는 부분(형태, 도형, 숫자)이 있나요?

세부2 (4.8)	문제에서 규칙적으로 변하는 부분이 있나요?
동일	자료(문제)에서 일정하게 변하는 흐름이 있나요?
세부3 (4.7)	발견한 패턴 이외에 반복되거나 규칙적으로 변하는 부분은 없나요?
동일	발견한 규칙(패턴)이 외에 또 다른 규칙(패턴)이 있나요?
세부4 (4.65)	더 넓은 범위에서 반복되거나 규칙적으로 변하는 부분은 없나요?
동일	더 큰 범위에서 반복되거나 규칙적으로 변하는 흐름이 있나요?

*L.S.: 5단계 리커트 척도(likert scale)

발문1(통합1)은 일정한 반복과 규칙적인 변화를 통해 문제 속 유사성을 찾는 패턴 확인 유도 발문이다. 또한 패턴 확인 후 해당 패턴이 문제 해결과 연관이 있는지, 자료 표현으로 연결할 수 있는지를 생각하는 연결 발문을 제시하였다.

발문2(세부1)는 일정하게 반복되는 값이나 흐름 속에서 패턴 찾기를 유도하는 발문이며 발문3(세부2)은 규칙적으로 변화하는 값이나 모양에서 패턴 찾기를 유도하는 발문이다.

발문4(세부3)는 2가지 이상의 패턴이 포함된 다중패턴 찾기를 유도하는 발문이며 발문5(세부4)는 패턴 확인 범위 확장 유도하는 발문이다.

⑦ CT마중발문5: 추상화

<표 III-39> CT마중발문6: 추상화

종류 (L.S.)	CT마중발문: 추상화
통합1 (4.85)	복잡한 문제를 어떻게 단순하게 만들 수 있나요?
연결	복잡한 문제를 어떻게 바꾸면 이해하기 쉬울까요?
동일	복잡한 요구사항(조건, 자료)을 어떻게 단순하게 만들 수 있나요?
세부1 (4.85)	가장 중요한 특징은 무엇인가요?
동일	발견한 패턴이나 규칙 중에 가장 중요한 특징은 무엇인가요?

세부2 (4.75)	불필요한 부분이 있나요?
동일	수집한 자료(발견한 패턴) 중에 문제 해결에 도움이 되지 않는 부분이 있나요?
세부3 (4.8)	발견한 특징이나 패턴에 어떤 규칙이 존재하나요?
동일	발견한 특징이나 패턴을 만드는 공통된 규칙이 있나요?
세부4 (4.8)	발견한 규칙이 있다면 그 규칙이 다른 부분에도 적용되나요?
동일	발견한 규칙이 있다면 그 규칙이 다른 패턴(특징)에도 적용되나요?
권고1 (4.7)	규칙을 찾기 힘든 경우, 생각나는 모든 특징을 자유롭게 적어보고 여러 특징을 포함하는 큰 특징만 남기고 하나씩 지워보세요.
동일	규칙을 찾기 힘든 경우, 생각나는 모든 특징을 자유롭게 적어보고 그 중 대표적인 특징만 남기고 하나씩 지워보세요.

*L.S.: 5단계 리커트 척도(likert scale)

발문1(통합1)는 ‘불필요한 부분 빼기’ 또는 ‘필요한 부분만 추출하기’ 방법을 동시에 유도하는 통합 발문이다.

발문2(세부1)는 핵심적 특징 추출’을 유도하는 발문이며 발문3(세부1)은 ‘불필요한 부분 제거’를 유도하는 발문이며 발문4(세부2)는 발견한 특징과 패턴에서 핵심 규칙이나 원리 발견을 유도하는 발문이다.

발문5(세부3)는 ‘일반화 원리 적용 가능성’을 확인을 유도하는 발문으로 문제 분해 후에 작은 부분에서 발견한 패턴이나 특징이 일정한 규칙에 따라 문제의 다른 부분에도 나타나는 것을 확인하도록 유도하는 발문이다.

발문6(권고1)은 낮은 수준(세세히)에서 높은 수준(간결히)으로 계층적 구조를 통한 추상화를 유도하는 권고이다.

⑧ CT마중발문7: 알고리즘

<표 III-40> CT마중발문7: 알고리즘

종류 (L.S.)	CT마중발문: 알고리즘
세부1 (4.85)	문제해결과정을 순서대로 쓸 수 있나요?
동일	발견한 규칙(원리)을 포함시켜 문제해결과정을 순서대로 글이나 그림으로 표현할 수 있나요?
동일	문제 해결 단계를 처음부터 끝까지 차례대로 하나씩 쓸 수 있나요?
동일	문제 해결을 위한 절차나 방법을 순서대로 쓸 수 있나요?
연결	세세한 부분까지 다 작성해야 할까요?
연결	비슷한 활동들을 하나의 과정으로 묶을 수 있나요?
세부2 (4.75)	문제해결과정에서 동일한 과정을 반복하는 곳이 있나요?
연결	(문제해결과정에서) 반복되는 단계(부분)를 숫자나 기호를 써서 나타낼 수 있나요?
세부3 (4.75)	문제해결과정에서 조건에 따라 처리 방법이 달라지는 부분이 있나요?
연결	화살표나 기호(숫자)를 사용하여 조건에 따라 달라지는 경우를 표현할 수 있나요?
세부4 (4.7)	문제해결과정을 단계화하여 기호나 도형을 써서 순서대로 표현할 수 있나요?
동일	문제해결과정을 (절차화하여) 순서도를 사용하여 표현할 수 있나요?

*L.S.: 5단계 리커트 척도(likert scale)

발문1(세부1)은 문제해결과정을 순서적 단계로 표현하는 알고리즘의 기본 정의에 준하여 ‘순서’에 의한 알고리즘 제어를 유도하는 발문이다.

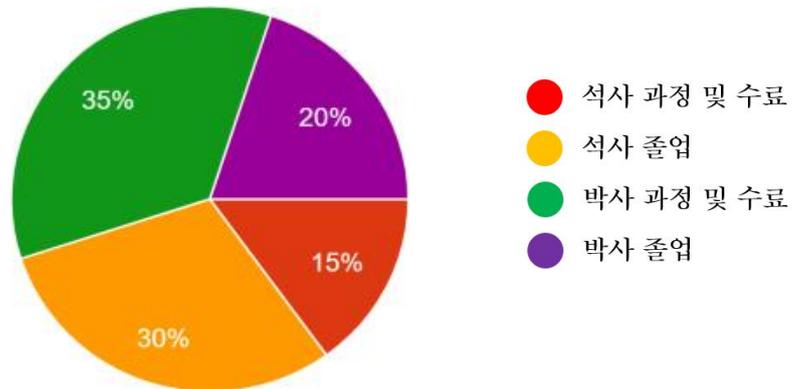
발문2(세부2)는 ‘반복’에 의한 알고리즘 제어를 유도하는 발문이며 발문3(세부3)은 ‘조건’에 의한 알고리즘 제어를 유도하는 발문이다.

발문4(세부4)는 사전에 순서도 학습이 된 경우 또는 순서도 형태로 단계화하여 간단한 기호와 도형을 써서 도식화하여 표현하도록 유도하는 발문이다.

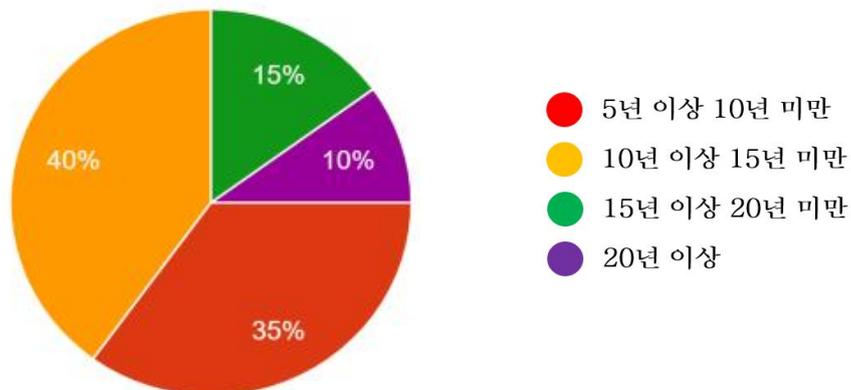
(4) 개발 발문의 타당도 검증

개발한 발문의 검증 방법은 20인의 전문가들에게 개발 과정에서 검토된 각 영역별 연구자들의 정의, 교육 예시, 선행연구 발문 및 본 연구자들의 문항별 개발 의도와 관점 및 중점 사항을 먼저 제공한 뒤, 7개 컴퓨팅 사고력 요소별 통합 발문 34개와 연결된 동일, 연결 발문 57개를 포함하여 총 91개 발문에 대한 5단계 리커트 척도(likert scale) 및 주관식 서술을 통한 타당도 검증을 의뢰하였다. 그리고 <표 III-41>과 같이 전문가들에게 현재까지 연구된 7가지 컴퓨팅 사고력 7가지 요소에 대한 정의와 관련 발문 예시 및 선행연구 자료를 제시하였다.

최종학력을 선택해 주세요.
응답 20개



컴퓨터 교육 경력을 선택해 주세요.
응답 20개



[그림 III-19] 개발 발문 타당도 검증 검토위원

<표 III-41> 발문 타당도 검증 기초 자료1: 요소별 연구자료 및 개발 의도

컴퓨팅 사고력 요소 : 추상화(Abstraction)	
개념	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 주요 아이디어를 개념화하기 위해 관련 정보를 식별하고 추출하는 것, 패턴을 만드는 일반적 규칙 정하기(구글 2015) ▶ 문제의 핵심만 추려 복잡한 문제를 단순화하는 것, 우리가 필요로 하는 일반적인 특성을 모으고 필요하지 않은 세부 사항과 특성을 필터링하는 것(BBC Bitesize) ▶ 통합적으로 파악할 수 있는 중심적인 아이디어나 개념을 추출해내는 것, 문제를 해결하는 데 불필요하거나 너무 상세한 것을 생략하는 것(CSTA&ISTE) ▶ 컴퓨터 과학 분야에서 주어진 문제나 시스템의 복잡도를 단순화하여 인식하기 쉽게 만드는 개념화 작업으로 방식에 따라 하나의 데이터와 관련된 조작 및 표현 유형을 결합하는 데이터 추상화와 세부적인 실행 절차를 추상화하는 절차 추상화로 나뉜다. (IT용어사전, 2018) ▶ 특정 목적을 위해서 관련한 본질적 정보만을 추출하고 남은 다른 정보를 무시하는 식으로 문제를 받아들이는 방식 (다음백과 전기전자공학대사전, 2019) ▶ 추상화는 사물을 이해하고 다루기 쉽게 단순화시키는 작업이다. 사물과 관련된 구체적인 사항은 최대한 감추거나 생략하고 핵심부분만 분리해내어 구체적 사물에 대응된 추상체(추상적 사물)를 만든다. (한국컴퓨터교육학회, 2014) ▶ 별로 필요 없는 특징을 제거(1)하고 핵심적인 특징을 추출(2)해내는 것이며 어떤 것의 원리를 알게 되면 같거나 비슷한 유형의 문제에도 그 해결법을 적용할 수 있는 일반화 원리(3)도 추상화에 속한다. (김대수, 2016) ▶ 광의의 추상화는 문제이해부터 알고리즘까지 이어지는 사고과정이고 프로그래밍 과정에서 지속적으로 사용되는 요소이며, 협의의 추상화는 패턴을 만드는 일반 원칙을 정하는 것이라고 정의할 수 있다. (김수환, 2015)
교육 예시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 개별 계획자가 추상화를 사용하여 개별 및 시간별로 일주일을 나타내는 방법 표시, 시간 구성 학생들이 중요한 정보를 이해할 수 있도록 짧은 이야기나 기사의 핵심 아이디어 찾기 / 몇 가지 생물을 분류하는 데 시간이 얼마나 걸리는지 정하는 추상화 또는 패턴을 일반화하는 방법을 사용해서 알려진 모든 생물을 분류하는데 필요한 질문과 분류법의 수를 예측하기(구글, 2015) ▶ 데이터 추상화는 학번, 이름, 생일, 연락처, 주소, 성적 등 모든 항목을 언급하기보다 ‘학생’이라는 항목(개체)으로 결합하여 추상화하고 절차 추상화는 라면 조리를 설명할 때 가스레인지 켜기, 냄비에 물 넣기, 물 끓이기, 라면과 스프 넣기 등 세부 절차를 모두 언급하면 너무 복잡하여 ‘라면 조리’라고 추상화한다. (IT용어사전, 2019) ▶ 생물학: 멘델의 강낭콩 재배를 통해 오랫동안의 실험 결과로 밝혀진 법칙이 추상화에 속한다. / 특징추출을 통한 추상화: 특징추출능력이란 주어진 여러 가지 중 공통된 특징 또는 차이가 있는 점을 찾아내는 능력을 말하는데 주어진 패턴에서 공통된 특징을 추출해내는 것도 추상화의 속한다. (김대수, 2016)
선행 연구 발문 예시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Polya(1975)의 4단계 문제 해결법 중 2단계 해결 계획 수립단계는 컴퓨팅 사고의 분해, 패턴 인식, 추상화 단계와 관련이 깊다. (김대수, 2016 / Polya, 1975) ▶ Polya의 2단계 발문과 권고에서 추상화 관련 발문 예시 <ul style="list-style-type: none"> • 조건 가운데 일부분만 남기고 다른 것은 버려 보아라. 그렇게 하면 미지인 것은 어느 정도까지 정해지는가? 어떻게 변형할 수 있을까? ▶ Burton(1984)은 문제 해결 전략을 조직에 관한 발문과 그에 대응되는 구체적인 순서에 관한 발문을 관련지어, 3단계별 조직과 순서에 관한 발문 모형을 제시하고 있으며 이중 ‘착수’ 부분에서 추상화 단계와 관련이 발문을 찾을 수 있다. ▶ Burton의 3단계 조직과 순서에 관한 발문 모형 중 ‘착수’ 부분에 추상화 관련 발문 예시 <ul style="list-style-type: none"> • 조건을 단순화해 보아라. • 문제의 한 측면만을 생각해 보아라. • 일반화하여라.

발문	구성 설명
[H120101a] 생각해 보기 1. 혜성이나 운석은 어떻게 만들어졌으며 어디서 오는 것일까?	[내용] 태양계와 지구 형성 과정을 성운설 입장에서 단계적으로 사고해 갈 수 있도록 그림을 제시하여 발문한다. [의도] 태양계 형성 과정을 유추하게 한다.

[그림 III-20] 발문 타당도 검증 기초 자료 2: 논문 자료

[그림 III-20]과 같이 정지은(2017)의 과학 발문 교수 학습지 논문 자료를 함께 제공하였다.

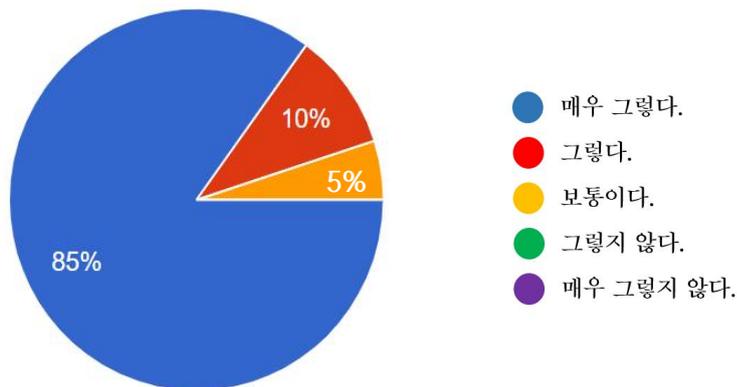
그리고 34개 각 문항별 리커트 척도 결과를 단계에 따라 5점(매우 적절)~1점(매우 부적절)을 부여하여 문항별 평균 점수를 표시하였고 전문가 평점과 주관식 보완 내용을 종합적으로 검토하여 최종 CT마중발문에 반영하였다.

CT마중발문(자료 수집)

발문1: “문제해결을 위해 어떤 자료가 필요할까요?” (통합마중발문)

(1) 적합도 체크

응답 20개



[그림 III-21] 발문별 리커트 척도 결과 예시

IV. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 적용 및 결과 분석

1. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 적용

컴퓨팅 사고력과 창의성 향상을 위해 설계하고 개발한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 초등학생에게 적용하여 프로그램의 교육적 효과를 검증하였다. 본 연구에서는 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 도구 및 교육 대상에 따라 1차 개발 후에 2차에 걸쳐 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 적용, 개선하였다.

1) 초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램

(1) 연구 대상

초기 연구에서는 제주대학교 교육대학 초등컴퓨터교육과 초등창의컴퓨터교실의 교육기부 프로그램에 참가한 제주 시내 초등학교 3~6학년 학생 41명을 대상으로 실시하였다. 개발된 퍼즐 기반 학습 프로그램을 동일한 집단에게 가능한 모든 변인을 통제된 상황에서 2주간 35차시에 걸쳐 적용하였다.

(2) 교육 내용

요구 분석 결과 및 퍼즐 기반 컴퓨터 교육의 특성에 따라 <표 IV-1>과 같이 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 10대 영역 하위에 학습 주제를 선정하고 그에 따른 세부 제재를 선정하고 투입하였다.

<표 IV-1> 초기 프로그램 투입 주제 및 제재

학습주제		주제별 퍼즐 소재	중심 창의성 요소
수 체계	2진수	퍼즐1. 빌려드릴 텐트 찾기	유창성
		퍼즐2. 애플카드게임	정교성

학습주제		주제별 퍼즐 소재	중심 창의성 요소
		퍼즐 3. 숫자가 없는 시계	재구성력
데이터 표현	변수 교환	퍼즐4. 과일 옮기기 퍼즐5. 벽면 타일 옮기기	정교성
알고 리즘	프로그래밍	퍼즐6. 로봇그림그리기(기본) 퍼즐7. 로봇그림그리기(기본)	유창성 융통성
		퍼즐8. 로봇그림그리기(심화) 퍼즐9. 로봇그림그리기(심화)	정교성
	탐색	퍼즐10. 달걀이 깨지는 높이(선형탐색) 퍼즐11. 달걀이 깨지는 높이(이진탐색)	민감성 독창성
	정렬	퍼즐12. 볼링공 정렬(선택정렬)	융통성
		퍼즐13. 볼링공 정렬(버블정렬)	융통성
자료 구조	배열	퍼즐14. 호텔에 간 손님 퍼즐15. 호텔에 간 손님2 퍼즐16. 극장에 간 손님	유창성
	스택	퍼즐17. 비즈공예 퍼즐18. 주차장 문제	정교성
	큐	퍼즐19. 내가 원하는 볼링공	재구성력
		퍼즐20. 긴 줄넘기 순서 퍼즐21. 수학 계산 문제	재구성력
	트리	퍼즐22. 신밧드와 마법의 문	정교성
		퍼즐23. 신밧드와 마법의 문2	독창성
알고리즘	다익스트라 알고리즘	퍼즐24. 유럽여행계획 세우기	유창성
보안 및 압축	압축	퍼즐25. 단어 압축하기	독창성
	압축	퍼즐26. 단어 압축하기2 퍼즐27. 압축된 단어 복원하기	융통성 독창성
	패리티 비트	퍼즐28. 카드 뒤집기 마술 퍼즐29. 돌 옮기기	정교성 민감성

학습주제		주제별 퍼즐 소재	중심 창의성 요소
	패리티 비트	퍼즐30. 패리티 십자퍼즐	정교성
	암호	퍼즐31. 왕이 보낸 편지 퍼즐32. 원탁 암호	유창성 융통성
	암호	퍼즐33. 원탁 암호 퍼즐34. 배열 암호	유창성 민감성
	암호	퍼즐35. 스키테일 암호	독창성
	암호 심화	퍼즐36. 쪽지 암호 퍼즐37. 폴리비우스 암호	민감성 융통성
문제 해결	분할정복	퍼즐38. 트리오미노 퍼즐	정교성
	백트래킹	퍼즐39. 태양의 눈물을 찾아라!	재구성력
	백트래킹	퍼즐40. 장기퍼즐	유창성

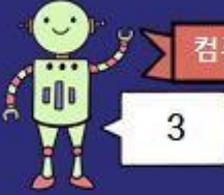
(3) 적용

창의적 산출물 생산을 위한 5단계를 설정하고 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 적용하였다.



[그림 IV-1] 초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 활동 장면

프로그램 적용 예시는 [그림 IV-2], [그림 IV-3]과 같다.

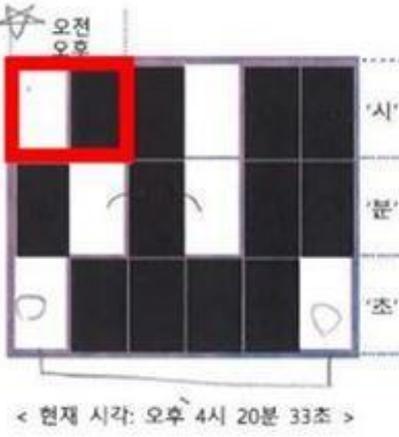


컴퓨팅 퍼즐

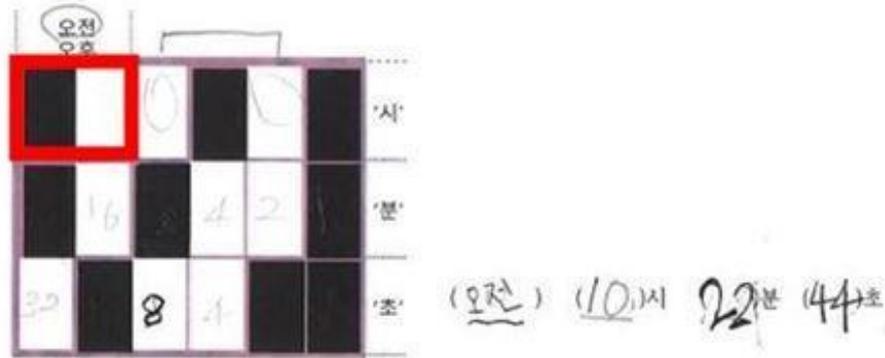
3. 숫자가 없는 시계

영지의 아버지는 영국 출장을 다녀오시면서 영지를 위해 특이한 손목시계를 사 오셨다. 이 시계는 일반 시계와는 달리 숫자가 적혀있지 않고 시침, 분침, 초침도 없었다. 그런데 아버지는 신기하게도 이 시계만 보고 지금이 몇 시, 몇 분, 몇 초인지 정확히 말씀하셨다. 이 시계로 시각을 알기 위하여 다른 시계를 보니 현재 시각은 오후 4시 20분 33초였다. 과연 이 시계에 숨겨진 비밀은 무엇일까요?





※ 위 시계의 비밀을 찾았나요? 그럼 아래 시계가 가리키는 시각은 오전 또는 오후 몇 시, 몇 분, 몇 초인지 맞춰 봅시다.



[그림 IV-2] 탐색 단계 퍼즐 예시

나만의 IT퍼즐 만들기

퍼즐 제목	2진 시계	제작일	
IT 개념	2진수	확인자	

문제해결 단계

생활에서 알아보기 (문제의 이해) 생활 속에서 접하기 쉬운 소재를 찾아보고 제시할 자료의 종류와 표현 방법, 자료 간의 관계를 생각해본다.

시 분 초 초 초 초 초

컴퓨터 과학 원리 (아이디어의 설계) 내가 포함하고 싶은 컴퓨터 원리와 문제 해결을 위한 규칙과 작은 문제들 간의 관계를 생각해본다.

색칠하지 않은 칸으로 확인한다 → 시, 분, 초
그러나 초의 칸은 색칠한 칸으로 확인한다.
큰 수 위치 4칸 작은 수 위치 4칸

나만의 IT퍼즐 나만의 IT퍼즐을 만들어 봅시다.

다음 이진 시계가 나타내는 현재 시각은?

() () 시 () 분 () 초 () 초

[그림 IV-3] 개념 적용 단계: 나만의 퍼즐 만들기 예시

2) 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교수·학습 모형 개선)

(1) 연구 대상

1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 연구에서는 D초등학교 5학년 31명 A그룹을 실험군으로 하고 J초등학교 5학년 25명 B그룹, J초등학교 5학년 24명 C그룹을 비교군으로 하여 연구를 시작하였다. 그리고 J초등학교 B그룹과 C그룹 중 A그룹과 사전 컴퓨팅 사고력과 창의성 검사에서 동질 집단으로 확인된 B그룹을 비교군으로 선정하였다. 그리고 아래의 내용으로 실험군에 요구 분석을 실시하였다. 그리고 선정된 D초등학교 5학년 A그룹 31명과 J초등학교 5학년 B그룹 25명을 대상으로 18주간 총 33시간(수업 28시간, 사전·사후검사 5시간)에 걸쳐 전통적 컴퓨터 교육과 CT-LC모형(퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형)을 적용한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육을 실시하였다.

<표 IV-2> 연구 대상 집단과 사례 수(5학년)

그룹	학생수		
	남학생	여학생	합계
실험군(A)	17	14	31
비교군(B)	13	12	25
합계	30	26	56

(2) 교육 내용

요구 분석 결과 및 퍼즐 기반 컴퓨터 교육의 특성에 따라 <표 IV-3>과 같이 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 10대 영역 하위에 학습 주제를 선정하고 그에 따른 세부 제재를 선정하고 투입하였다.

<표 IV-3> 1차 개선 프로그램 투입 주제 및 제재

1차 개선 학습 제재	
퍼즐1. 빌러드릴 텐트 찾기	퍼즐11. 달같이 깨지는 높이(이진탐색)
퍼즐2. 애플카드게임	퍼즐12. 볼링공 정렬(선택정렬)
퍼즐3. 숫자가 없는 시계	퍼즐13. 볼링공 정렬(버블정렬)
퍼즐4. 과일 옮기기	퍼즐14. 호텔에 간 손님
퍼즐5. 벽면 타일 옮기기	퍼즐15. 호텔에 간 손님2
퍼즐6. 로봇그림그리기(기본)	퍼즐16. 극장에 간 손님
퍼즐7. 로봇그림그리기(기본)	퍼즐17. 비즈공예
퍼즐8. 로봇그림그리기(심화)	퍼즐18. 주차장 문제
퍼즐9. 로봇그림그리기(심화)	퍼즐19. 볼링공 문제
퍼즐10. 달같이 깨지는 높이1	퍼즐20. 긴 줄넘기 순서
퍼즐11. 달같이 깨지는 높이2	퍼즐29. 패리티 십자퍼즐
퍼즐12. 볼링공 정리하기1	퍼즐30. 왕이 보낸 편지
퍼즐13. 볼링공 정리하기2	퍼즐31. 원탁 암호1
퍼즐14. 호텔에 간 손님	퍼즐31. 원탁 암호2
퍼즐15. 호텔에 간 손님2	퍼즐32. 전치 암호
퍼즐16. 극장에 간 손님	퍼즐33. 스키테일 암호
퍼즐17. 비즈공예	퍼즐34. 쪽지 암호
퍼즐18. 주차장 문제	퍼즐35. 폴리비우스 암호 + 전치암호
퍼즐19. 내가 원하는 볼링공	퍼즐36. 태양의 눈물을 찾아라!

(3) 교육 모형

1차 개선 프로그램에서는 창의적 산출물 생산을 위한 퍼즐 기반 학습 5단계에서 단계별 컴퓨팅 사고력을 활성화하기 위해 창의적 탐색 중심 순환학습(Creative Exploration-Based Learning Cycle, CE-LC) 모형을 개발하고 전문가 검증을 거친 후 현장에 적용하였다.

창의적 탐색 중심 순환학습 모형은 ‘문제의 이해’, ‘아이디어 설계’, ‘최선의 아이디어 선택’, ‘개념 도입’, ‘개념 확장’, ‘평가’ 6단계로 이루어지며 순환학습 모형의 탐색단계에 해당되는 1~3단계에서 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 주된 활동이 이루어진다.

(4) 적용

개발한 모형에 따라 학습 단계를 설정하고 [그림 IV-4]와 같이 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 적용하였다.



[그림 IV-4] 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 활동 장면

프로그램 적용 예시는 [그림 IV-5]와 같다.

문제 해결 설계도 (컴퓨팅 사고 프로세싱)

차시: 6	컴퓨터 주제: 2진수	설계자:
문제의 이해	자료수집 <small>(자료의 종류와 수, 주어진 숫자 등)</small>	판의 색, 흰색, 검은색, 오전, 오후 다른 표시, 선 가로 6x세로 3, 4시 20분 33초
	자료표현 <small>(그림, 그래프, 이미지 등)</small>	
	자료분석 <small>(자료 간의 관계, 규칙 등)</small>	4시 초 분 오전, 오후
아이디어 설계	문제분해 <small>(해결 단서가 포함된 작은 부분으로 나누기)</small>	오전, 오후, 4시, 20분, 33초
	추상화 <small>(유사점, 차이점 찾기, 불필요한 부분 제거, 공통 규칙 찾기)</small>	→ 0, 2진수, 오전, 오후 □ → 1,
	알고리즘 <small>(찾아낸 규칙을 통해 문제해결하기)</small>	
최선의 아이디어 선택	시뮬레이션 <small>(유사 상황에 적용)</small>	

[그림 IV-5] 1차 개선 프로그램 문제 해결 설계도

3) 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교사 발문 개선)

(1) 연구 대상

2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램에서는 D초등학교에서 진행한 언플러그드캠프 지원자 초등학생 4~6학년 학생 30명(남학생 14명, 여학생 16명)을 대상으로 4주간 32차시를 진행하였고 학생들에게 CT마중발문을 투입하며 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 진행하였다.

(2) 교육 내용

요구 분석 결과 및 퍼즐 기반 컴퓨터 교육의 특성에 따라 <표 IV-4>와 같이 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 10대 영역 하위에 학습 주제를 선정하고 그에 따른 세부 제재를 선정하고 투입하였다.

<표 IV-4> 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램

2차 개선 학습 제재	
퍼즐1. 빌려드릴 텐트 찾기	퍼즐18. 긴 줄넘기 순서
퍼즐2. 애플카드게임	퍼즐19. 수학계산 문제
퍼즐3. 숫자가 없는 시계	퍼즐20. 신밧드와 마법의 문1
퍼즐4. 과일 옮기기	퍼즐21. 신밧드와 마법의 문2
퍼즐5. 벽면 타일 옮기기	퍼즐22. 유럽여행계획 세우기
퍼즐6. 로봇그림그리기1	퍼즐23. 단어 압축하기
퍼즐7. 로봇그림그리기2	퍼즐24. 한 번 더 말할 수 있어요!
퍼즐8. 비밀 메시지 보내기	퍼즐25. 압축된 단어 복원하기
퍼즐9. 스무고개	퍼즐26. 카드 뒤집기 마술
퍼즐10. 달같이 깨지는 높이(선형탐색)	퍼즐27. 돌 옮기기
퍼즐11. 달같이 깨지는 높이(이진탐색)	퍼즐28. 패리티 십자퍼즐
퍼즐12. 볼링공 정렬(선택정렬)	퍼즐29. 왕이 보낸 편지
퍼즐13. 볼링공 정렬(버블정렬)	퍼즐30. 원탁 암호

퍼즐14. 호텔에 간 손님	퍼즐31. 전치 암호
퍼즐15. 식당에 간 손님	퍼즐32. 진흙도시
퍼즐16. 극장에 간 손님	퍼즐33. 오렌지 게임
퍼즐17. 비즈공예	퍼즐34. 행진 순서

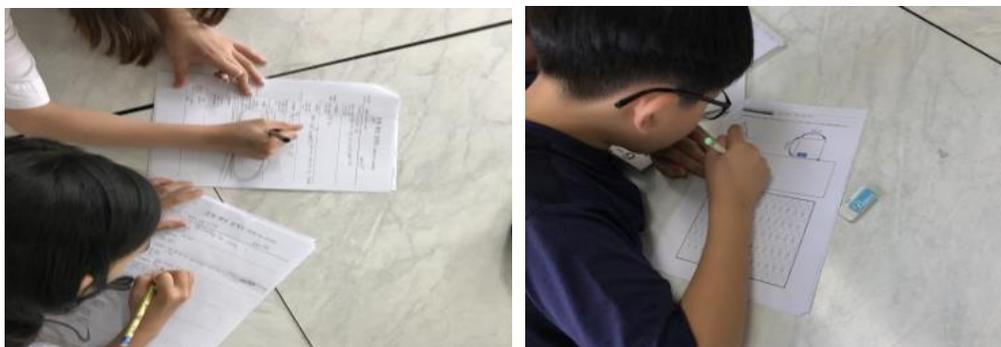
(3) 교육 모형

1차 개선 프로그램 연구에서의 질적 개선사항을 반영하여 컴퓨팅 사고력 요소의 강화 단계를 일부 조정하고 활동 구분이 모호하게 운영되었던 개념 확장과 평가 단계를 개념 적용 단계로 통합하였다. 그리고 학생들의 직·간접적인 컴퓨팅 사고력 유도를 2차 개선 프로그램에서 개발된 CT마중발문을 관련 단계에 적용하였다.

최초 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)(오정철 & 김종훈 2016)의 개발 명칭은 ‘창의적 탐색 중심 순환학습(CE-LC)’모형이었으나 현장 적용 결과를 바탕으로 학습 단계와 단계별 컴퓨팅 사고 영역을 보완하고 퍼즐 기반 컴퓨터 과학에 특화되어 설계된 교수·학습 모형의 특성과 교수자가 쉽게 이해하고 사용할 수 있도록 ‘퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)’으로 명칭을 변경하고 단계와 내용을 보완하였다.

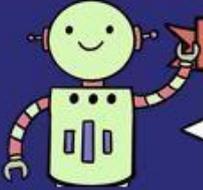
(4) 적용

개발한 모형에 따라 학습 단계를 설정하고 [그림 IV-6]과 같이 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 적용하였다.



[그림 IV-6] 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 활동 장면

실제 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형 단계별 교육 예시를 살펴보면 [그림 IV-7]~ [그림 IV-9]와 같다.



컴퓨팅
개념 적용

학년: 이름:

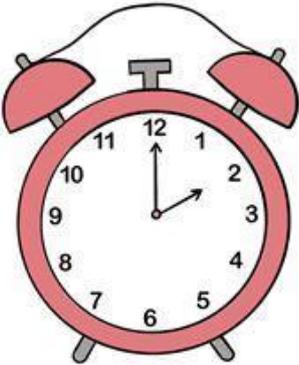


데이터 표현

1. 다음 그림에서 시각을 나타내는 부분을 이진수로 바꾸면 어떻게 표현할 수 있을까요?
- 시: _____

2. 분, 초를 나타내는 부분을 각각 이진수로 표현해봅시다.
- 분: _____ - 초: _____

3. 현재의 시각이 다음과 같을 때 시계에 표시되는 화면은 어떻게 표현할 수 있을까요?(시계의 화면은 오후입니다.)


➔

4. 다양한 모습의 문제를 친구들과 내고 서로 맞혀봅시다.

[그림 IV-7] 개념 적용 단계: 컴퓨팅 개념 적용 퍼즐 예시

자기 성장 보고서

날짜: 7월 14일 교육 처사: 2부 학년: 5 이름: 김

1. 새롭고 신선한 아이디어를 생각해 보는 시간이었습니까?
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2. 많은 아이디어를 생각해 보는 시간이 되었습니까?
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
3. 문제를 해결을 위해 한 가지 방법을 고집하지 않고 다양한 측면에서 여러 가지 방법을 생각해 보는 시간이었습니까?
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
4. 자신의 생각을 그림이나 글로 구체적으로 표현해보는 시간이었습니까?
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
5. 문제를 이해하기 위해 자료 수집을 수집해 보았습니까?
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
6. 문제를 이해하기 위해 자료를 그림, 그래프 등으로 표현해 보았습니까?
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
7. 아이디어 설계를 위해 해결 단서가 포함된 작은 부분으로 나누어 보았습니까?
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
8. 아이디어 설계를 위해 공통점 차이점을 찾거나 불필요한 부분은 빼서 공통규칙을 찾아보았습니까?
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
9. 찾아낸 규칙으로 문제를 해결해 보았습니까?
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
10. 이번 문제 해결을 위해 도움이 되었던 단계는 무엇이 있었습니까? (복수 가능)
문제 분해나 상황화 결과를 찾을 때, 많은 단계를 찾았다.
11. 컴퓨터 시고 과정에 따라 문제를 해결한 느낌이 어떠셨습니까?
알 문제 해결 시도도 할 때 많아서 도움은 특히 작 배운 것 같다.

[그림 IV-8] 자기 성장 보고서

문제 해결 설계도 (컴퓨팅 사고 과정)

컴퓨터 주제:		설계자: 	
문제의 이해	<p>자료수집 (문제해결에 필요한 자료 수집, 자료 종류, 수문자기호 표현)</p>	<p>① 오후 4시 20분 33초 ② (2종류) ③ 시침, 분침, 초침 (X)</p>	컴퓨팅 준비 단계
	<p>자료 분석 (자료 간의 관계·규칙·특징 찾기, 기준을 정해 나누기)</p>	<p>④ → 시 → 분 → 초</p>	
	<p>자료표현 (더 쉽게 이해할 수 있게 표현하기, 그림, 그래프, 이미지 등)</p>	<p>⑤ → 시</p>	
아이디어 설계	<p>문제분해 (이해하기 쉬운 작은 부분으로 나누기, 가장 쉬운 문제부터 해결하기)</p>	<p>오후 4시 20분 33초</p> <p>① 오후 * → 오후 오전 → 오전</p>	컴퓨팅 사고 단계
	<p>패턴인식 (반복되거나 규칙이나 부분 찾기) (수·모양·형태)</p>	<p>② 시 → 4 32 16 8 4 2 1</p> <p> 분 → 20분 32 16 8 4 2 1</p>	
	<p>추상화 (단순하게 만들기, 불필요한 부분 제거, 공통 규칙 찾기)</p>	<p> 초 → 33초 3 3</p>	
알고리즘 설계	<p>알고리즘 (발견한 규칙을 포함시켜 문제해결 순서를 하나씩 적기)</p>	<p>① 키, → 0, 2진수 규칙</p> <p>② 첫줄, 좌측 3칸 오전 후 (시침:0) (분침:0)</p> <p>③ 첫줄 3~6줄 시간 (2진수) 두번째 1~6분 세번째 1~6초</p> <p>④ 10초에 1회씩 읽어주.</p>	

[그림 IV-9] 2차 개선 프로그램 문제 해결 설계도

학생들은 매 차시별로 같은 주제별 IT퍼즐을 받고 CT-LC모형에 따라 자료 수집, 자료 분석, 자료 표현 활동을 통해 문제를 명료하게 이해(1단계 문제 이해)하고 문제 분해, 패턴 인식, 추상화 활동을 통해 아이디어를 설계(2단계 아이디어 설계)한다. 이때 교사는 해당 단계에 맞는 CT마중발문을 제공하여 학생들의 단계별 컴퓨팅 사고를 유도·촉진한다.

특히 학생들은 자신의 컴퓨팅 사고 과정을 확인하고 의도적으로 컴퓨팅 사고 요소를 활성화하기 위해 ‘문제 해결 설계도’를 작성하며 문제를 해결한다. 단, 각 단계는 되도록 지키되 단계별 컴퓨팅 사고력 요소는 선택적으로 사용가능하며 요소 간의 순서는 변경 가능하다.

그리고 자신이 찾은 아이디어 설계 단계를 거쳐 알고리즘 설계 단계에서 자신이 찾은 규칙을 포함한 문제 해결 순서를 작성해보고 문제를 해결한다(3단계 알고리즘 설계). 다음으로 교사는 컴퓨팅 원리나 개념을 도입하여 문제 상황으로 발생한 학생들 사고의 비평형 상태를 해결한다.

개념 적용 단계인 5단계에서는 새롭게 확인 개념을 ‘컴퓨팅 개념 적용’ 또는 ‘나만의 IT퍼즐 만들기’ 활동을 통해 학습한 개념과 알고리즘을 적용하고 내면화 하는 기회를 갖는다.

마지막으로 활동이 끝난 뒤에 자기 성장 보고서를 작성하여 내가 많이 사용했던 컴퓨팅 사고력의 요소와 적게 사용하였던 컴퓨팅 사고력 요소, 그리고 문제를 해결하는 데 가장 도움이 되었던 컴퓨팅 사고력 요소와 문제 해결 소감을 작성한다.

자기 성장 보고서 작성 활동을 통해 학생들은 수업 중 자신이 사용한 컴퓨팅 사고력 요소를 정리하고 명료화시킬 수 있으며 연구자는 퍼즐별 부족한 CT마중 발문을 점검하고 교재 개선에 활용할 수 있다.

2. 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 결과 분석

1) 컴퓨팅 사고력 검사결과 분석

(1) 초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램

초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 검사는 초등학교 4~6학년 학생 41명을 대상으로 35차시 교육 프로그램은 운영하고 결과를 분석하였다. 검사지는 '정보 과학적 사고 기반의 문제 해결능력 검사지'(김중혜, 2009)를 사용하여 검사하였으며 10문항 총점(10점 만점)을 토대 학생별 평균을 비교하였다.

그리고 초등학교 중학년과 고학년에서 집단 간 컴퓨팅 사고력 변화에 차이가 있는지 확인하기 위하여 중학년과 고학년, 중·고학년 전체로 나누어 결과를 분석하였다.

① 사전 정규성 검정

실험 집단이 정규성을 확보하고 있는지 확인하기 위하여 컴퓨팅 사고력 사전 검사결과로 Shapiro-Wilks 정규성 검정을 실시하였고 그 결과를 <표 IV-5>에 제시하였다.

<표 IV-5> 초기 프로그램 컴퓨터 사고력 사전 정규성 검정

구분	사례수	평균	표준 편차	t	p
중학년 (3·4학년)	24	4.42	1.41	.912	.302
고학년 (3·4학년)	17	5.18	2.09	.875	.367
중·고학년 (3~6학년)	41	4.73	1.74	.934	.415

*p<.05

컴퓨팅 사고력에 대한 Shapiro-Wilks 정규성 검정을 실시한 결과 중학년, 고학년, 중·고학년에서 모두 유의도가 유의수준 $\alpha=0.05$ 보다 높게 나타나 정규분포임이 확인되었다.

② 사전·사후 검사결과 집단 내 비교(대응표본 t 검정)

초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 사전·사후 검사결과 컴퓨팅 사고력의 변화를 확인하기 위해 <표 IV-6>과 같이 모수통계인 대응표본 t 검정을 실시하였다.

<표 IV-6>의 결과를 살펴보면 중학년의 경우 ‘정보과학적 사고 기반의 문제 해결능력 검사지’에서 사전검사결과 총점 평균 4.41점에서 사후검사 총점 평균 5.08점으로 평균 0.67점 증가하였으나 통계적으로 유의하지는 않았고 고학년의 경우는 사전검사결과 총점 평균 5.17점에서 사후검사 총점 평균 6.24점으로 평균 1.07점 증가하였으며 $p=0.008$ 로 유의수준 $\alpha=0.01$ 에서 통계적으로 유의하였다. 또한 중·고학년 전체 사전·사후검사에서는 사전검사결과 4.73점에서 사후검사결과 5.56점으로 0.83점 증가하였으며 유의도 $p=0.003$ 으로 유의수준 $\alpha=0.01$ 에서 유의한 차이를 나타냈다.

<표 IV-6> 초기 프로그램 컴퓨팅 사고력 사전·사후 검사결과

영역	집단별 실험처치		사례수	평균	표준 편차	t	p
총점 평균	중학년 (3·4학년)	사전	24	4.42	1.41	-1.737	.096
		사후	24	5.08	2.04		
	고학년 (3·4학년)	사전	17	5.17	2.09	-3.043	.008**
		사후	17	6.24	2.51		
	중·고학년 (3~6학년)	사전	41	4.73	1.74	-3.121	.003**
		사후	41	5.56	2.29		

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

중학년은 컴퓨팅 사고력 검사에서 유의미한 차이를 나타내지 못한 이유를 학생들이 틀린 문항별로 분석한 결과, 컴퓨팅 사고력 검사지의 일부 문항의 경우 초등학교 3, 4학년들은 배우지 않는 수학적 사전 지식이 필요한 문항들이 있어서 문제 해결능력 증진 여부와 무관하게 모두 틀린 경우가 발생하여 평균 점수는 올라갔으나 유의미한 차이를 나타내지는 못한 것으로 풀이된다.

이상의 결과를 토대로 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 프로그램은 실험군의 컴퓨팅 사고력 향상에 긍정적인 변화를 주고 있음을 알 수 있다.

(2) 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교수·학습 모형 개선)

1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램에 의한 컴퓨팅 사고력 향상 여부를 확인하기 위하여 초등학교 5학년 학생으로 구성된 실험 집단(31명)과 비교 집단(25명)을 대상으로 33차시 교육 프로그램을 투입하고 결과를 분석하였다. 실험군에는 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형에 따른 컴퓨터 교육을 실시하고 비교군에는 전통적인 직접교수모형으로 컴퓨터 수업을 진행하였으며 ‘컴퓨팅 사고력 검사 A, B형’(김병수, 2014)을 활용하여 집단 간 컴퓨팅 사고력 변화를 확인하였다.

① 사전 정규성 검정

두 집단이 정규성을 확보하고 있는지 확인하기 위하여 사전 컴퓨팅 사고력 검사결과로 Shapiro-Wilks 정규성 검정을 실시하였고 <표 IV-7>과 같이 실험군과 비교군 두 집단 모두 유의도가 유의수준 $\alpha=0.05$ 보다 크게 나타나 정규분포임이 확인되었다.

<표 IV-7> 실험군과 비교군의 컴퓨팅 사고력 사전 정규성 검정

집단 구분	사례수	기술 통계량				t	p
		평균	표준편차	최대값	최소값		
실험군	31	11.29	2.34	16	7	.966	.662
비교군	25	10.72	2.03	14	7	.953	.345

* $p<.05$

② 사전 검사결과 집단 간 비교

1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램에 따른 컴퓨팅 사고력의 변화를 확인하기 위해 사전에 <표 IV-8>과 같이 두 집단 모두 모수통계인 독립표본 t 검정을 실시하였다. 특히 처음에 두 그룹의 비교군(비교군A, 비교군B)를 선정하였으며 그 중 비교군A만 실험 집단과의 사전 컴퓨팅 사고력 지수를 이용한 독립표본 t-검정에서 유의도가 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 유의미한 차이가 없게 나와서 비교군으로 선정하였다.

퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)에 따라 컴퓨터 교육을 실시한 실험

군과 교사 중심의 전통적인 직접교수모형으로 컴퓨터 교육을 받은 비교군에 사전 독립표본 t-검정 실시한 결과 <표 IV-8>과 같이 유의도 $p=0.341$ 로 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 두 집단은 유의미한 차이가 없는 동질 집단임이 확인되었다.

<표 IV-8> 컴퓨팅 사고력 사전 검사결과 비교(독립표본 t 검정)

집단 구분	사례수	평균	표준편차	t	p
실험군	31	11.29	2.34	.961	.341
비교군	25	10.72	2.03		

* $p<.05$

③ 사후 검사의 집단 간 비교

1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 활용하여 학습을 진행한 후 학습자의 컴퓨팅 사고력에 영향을 살펴보기 위해 <표 IV-9>와 같이 모수통계인 독립표본 t 검정을 실시하였다.

<표 IV-9> 컴퓨팅 사고력 사후 검사결과 비교(독립표본 t 검정)

집단 구분	사례수	평균	표준편차	t	p
실험군	31	14.06	1.67	3.67	.001**
비교군	25	12.40	1.71		

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

<표 IV-9>의 독립표본 t 검정 결과 각각의 교육 프로그램 투입 후에 실험군의 평균은 14.06, 표준편차는 1.67이고 비교군의 경우 평균은 12.40, 표준편차는 1.71로 나타났다. 또한 t 통계값은 3.67이고 유의도 $p=0.001$ 로 유의수준 $\alpha=0.01$ 에서 유의미한 차이를 나타냈다.

④ 사후 검사결과 집단 내 비교

실험군과 비교군의 집단 내 컴퓨팅 사고력의 변화를 알아보기 위해 <표 IV-10>과 같이 모수통계인 대응표본 t 검정을 실시하였다.

<표 IV-10> 1차 개선 프로그램 컴퓨팅 사고력 사전·사후 검사결과

집단 구분	사례수	사전 검사		사후 검사		t	p
		평균	표준편차	평균	표준편차		
실험군	31	11.29	2.34	14.06	1.67	-8.82	.000**
비교군	25	10.72	2.03	12.40	1.71	-2.45	.018*

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

<표 IV-10>의 대응표본 t 검정의 결과를 살펴보면, 실험군의 t 통계값은 -8.82이고 유의도 p=0.001로 유의수준 $\alpha=0.01$ 에서 컴퓨팅 사고력이 유의미하게 향상된 것으로 나타났다. 또한 비교군은 t 통계값은 -2.45이고 유의도 p=0.18로 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 마찬가지로 컴퓨팅 사고력이 유의미하게 향상된 것으로 나타났다.

이러한 결과를 분석해보면 전통적 방식의 직접교수모형으로 컴퓨터 교육을 실시해도 학생들의 컴퓨팅 사고력 향상에 유의미한 효과를 나타낼 수는 있지만, 본 연구에 개발한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 모형(CT-LC)에 따라 활동 단계별로 컴퓨팅 사고력 요소를 경험하면서 컴퓨터 교육을 하는 것이 컴퓨팅 사고력 향상에 더 효과적임을 확인할 수 있었다.

(3) 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교사 발문 개선)

2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램에 의한 컴퓨팅 사고력 향상 여부를 확인하기 위하여 초등학교 4~6학년 학생 30명으로 구성된 실험 집단을 대상으로 32차시 교육 프로그램을 투입하고 ‘컴퓨팅 사고력 검사 A, B형’(김병수, 2014)을 활용하여 집단 간 컴퓨팅 사고력 변화를 확인하였다.

① 사전 정규성 검정

실험 집단이 정규성을 확보하고 있는지 확인하기 위하여 컴퓨팅 사고력 사전 검사결과로 Shapiro-Wilks 정규성 검정을 실시하였고 그 결과를 <표 IV-11>에 제시하였다.

<표 IV-11> 2차 개선 프로그램 컴퓨팅 사고력 사전 정규성 검정

기술 통계량 (인원: 30)				t	p
평균	표준편차	최대값	최소값		
10.68	3.41	17	4	.955	.516

*p<.05

컴퓨팅 사고력에 대한 Shapiro-Wilks 정규성 검정을 실시한 결과 유의도가 유의수준 $\alpha=0.05$ 보다 높게 나타나 정규분포임이 확인되었다.

② 사전·사후 검사결과 집단 내 비교(대응표본 t 검정)

2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 사전·사후 검사결과 컴퓨팅 사고력의 변화를 확인하기 위해 <표 IV-12>와 같이 모수통계인 대응표본 t 검정을 실시하였다. 사후 대응표본 t-검정을 실시한 결과 <표 IV-12>와 같이 유의도 $p=0.004$ 로 유의수준 $\alpha=0.01$ 에서 유의한 차이를 나타냈다.

<표 IV-12> 2차 개선 프로그램 컴퓨팅 사고력 사전·사후 검사결과

투입 시기	사례수	평균	표준편차	t	p
사전	30	10.68	3.41	-3.01	.004**
사후	30	13.94	2.21		

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

위 결과와 같이 본 연구에서 개발한 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교사 발문 개선)은 초등학생 4~6학년 학생들의 컴퓨팅 사고력을 유의미하게 상승시킨다는 것을 확인할 수 있다.

2) 창의성 검사결과 분석

본 연구에 사용된 검사도구는 Torrance가 개발한 TTCT 도형 검사(김영채, 2010)로 사전검사에 A형, 사후검사에 동형 검사지인 B형을 투입하였다. TTCT의 도형 검사를 통해 창의성의 5가지 하위 요인(유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성, 성급한 종결에 대한 저항)을 측정할 수 있다. 채점은 창의성 한국 FPSP에 의뢰하거나 창의성 한국 FPSP에서 검사 자격을 인증받은 TTCT 채점 전문가를 통해서 이루어졌다.

(1) 초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램

초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 검사는 초등학교 4~6학년 학생 41명을 대상으로 35차시 교육 프로그램은 운영하고 결과를 분석하였다. 그리고 초등학교 중학년과 고학년에서 집단 간 창의성 변화에 차이가 있는지 확인하기 위하여 중학년과 고학년으로 나누어 결과를 분석하였다.

① 사전 정규성 검정

<표 IV-13> 초기 프로그램 창의성 사전 정규성 검정

하위 요소	대상	기술 통계량				p
		평균	표준편차	최대값	최소값	
유창성	중학년	94.04	12.78	135	51	.339
	고학년	104.41	30.20	149	53	.501
독창성	중학년	87.50	11.42	150	51	.376
	고학년	103.41	27.50	150	59	.250
제목의 추상성	중학년	91.00	26.99	149	67	.734
	고학년	91.29	20.62	150	74	.235
정교성	중학년	97.96	19.04	152	58	.595
	고학년	120.29	23.86	156	74	.629
성급한 종결에 대한 저항	중학년	97.17	10.27	140	61	.377
	고학년	95.52	18.11	146	70	.490
창의성 지수	중학년	104.25	12.23	141	68	.639
	고학년	114.76	17.46	148	72	.791

*p<.05

중학년과 고학년의 사전 창의성 검사결과를 이용하여 각 집단의 정규성을 확보하고 있는지 확인하기 위해 창의성 Shapiro-Wilks 정규성 검정을 실시하였다. 중학년과 고학년의 창의성 정규성 검정 결과는 <표 IV-13>과 같이 모든 영역에서 유의도가 유의수준 $\alpha=0.05$ 보다 높게 나타나 정규분포임이 확인되었다.

② 사전·사후 검사 중학년 집단 내 비교(대응표본 t 검정)

중학년의 초기 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 사전·사후 검사결과에 따른 창의성 변화를 확인하기 위해 <표 IV-14>와 같이 모수통계인 대응표본 t 검정을 실시하였다.

<표 IV-14> 중학년(3~4학년) 창의성 사전·사후 검사결과

영역	실험 처치	사례수	평균 표준점수	표준 편차	t	p
유창성	사전	24	94.04	12.78	-6.631	.000**
	사후	24	114.17	16.69		
독창성	사전	24	87.50	11.42	-7.351	.000**
	사후	24	113.75	19.40		
제목의 추상성	사전	24	91.00	26.99	-2.931	.008**
	사후	24	108.29	11.64		
정교성	사전	24	97.96	19.04	-4.020	.001**
	사후	24	113.13	17.37		
성급한 종결에 대한 저항	사전	24	97.17	10.27	-1.711	.101
	사후	24	101.58	16.53		
창의성 지수	사전	24	104.25	12.23	-6.956	.000**
	사후	24	122.83	11.39		

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

<표 IV-14>의 대응표본 t-검정을 실시한 결과 ‘유창성’의 t 통계값은 -6.631이고 유의도 p=0.000, ‘독창성’의 t 통계값은 -7.351이고 유의도 p=0.000, ‘제목의 추상성’의 t 통계값은 -2.931이고 유의도 p=0.008, ‘정교성’의 t 통계값은 -4.020이고 유의도 p=0.001, ‘창의성 지수’의 t 통계값은 -6.956이고 유의도 p=0.000으로 통계적으로 유의미하게 상승하여 창의성의 5가지 하위 요소가 향상되었음을 알 수 있다.

③ 사전·사후 검사 고학년 집단 내 비교(대응표본 t 검정)

고학년 집단의 사전·사후 검사결과에 따른 창의성 변화를 확인하기 위해 <표 IV-15>와 같이 모수통계인 대응표본 t 검정을 실시하였다.

<표 IV-15> 고학년(5~6학년) 창의성 사전·사후 검사결과

영역	실험 처치	사례수	평균 표준점수	표준 편차	t	p
유창성	사전	17	104.41	30.20	-4.307	.001**
	사후	17	130.70	22.49		
독창성	사전	17	103.41	27.50	-4.565	.000**
	사후	17	126.41	21.30		
제목의 추상성	사전	17	91.29	20.62	.745	.467
	사후	17	87.05	30.41		
정교성	사전	17	120.29	23.86	1.951	.069
	사후	17	112.00	17.04		
성급한 종결에 대한 저항	사전	17	95.52	18.11	-1.797	.091
	사후	17	102.11	16.57		
창의성 지수	사전	17	114.76	17.46	-2.908	.010*
	사후	17	124.76	18.03		

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

<표 IV-15>의 대응표본 t-검정의 결과를 살펴보면, ‘유창성’의 t 통계값은 -4.307이고 유의도 $p=0.001$, ‘독창성’의 t 통계값은 -4.565이고 유의도 $p=0.000$, ‘창의성 지수’의 t 통계값은 -2.908이고 유의도 $p=0.010$ 으로 통계적으로 유의미하게 상승하여 해당 창의성의 3가지 하위 요소가 향상되었음을 알 수 있다.

<표 IV-14>, <표 IV-15>의 내용을 바탕으로 창의성 검사결과를 분석해보면 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램은 연구 집단의 창의성 영역 중 유창성, 독창성, 창의성 지수에 공통적으로 긍정적인 효과를 보이고 있으며 이는 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램이 3~6학년 학생들이 창의성 향상에 긍정적인 영향을 미치고 있음을 확인시켜준다.

다만 인지 수준이 높은 고학년 학생들보다 중학년 학생들의 창의성 영역이 더 높은 향상을 보이고 있는 것을 볼 때, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육의 학습 효과를 단순히 학습자의 사전 인지 수준과 비례한다고 볼 수는 없으며 비교적 적극적으로 수업에 참여하고 활동한 중학년 학생들의 수업 태도가 긍정적 요인으로 작용했을 것으로 예상된다.

또한 중학년 학생들의 경우 컴퓨팅 사고력 검사에서는 유의미한 향상이 나타나지 않았고 고학년 학생들은 컴퓨팅 사고력에서 유의미한 향상을 보인 점을 미루어 볼 때, 세부 하위 요소에 따라 차이는 있겠지만 컴퓨팅 사고력과 창의성의 절대적 상관관계를 말하기에는 한계가 있다.

(2) 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교수·학습 모형 개선)

1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램에 의한 창의성 향상 여부를 확인하기 위하여 초등학교 5학년 학생으로 구성된 실험군(31명)과 비교군(25명)을 대상으로 33차시 교육 프로그램을 투입하고 결과를 분석하였다.

① 사전 정규성 검정

실험군과 비교군의 사전 창의성 검사결과를 이용하여 각 집단의 정규성을 확보하고 있는지 확인하기 위해 창의성 Shapiro-Wilks 정규성 검정을 실시하였다.

<표 IV-16> 1차 개선 프로그램 창의성 사전 정규성 검정

하위 요소		기술 통계량(인원: 31)				p
		평균	표준편차	최대값	최소값	
유창성	실험군	105.48	18.43	139	71	.358
	비교군	107.87	17.10	138	75	.231
독창성	실험군	99.93	15.96	137	70	.221
	비교군	110.71	14.90	144	82	.395
제목의 추상성	실험군	97.64	15.39	134	64	.453
	비교군	110.93	12.44	145	74	.659
정교성	실험군	107.61	15.95	140	79	.276
	비교군	117.45	16.08	149	74	.311
성급한 종결에 대한 저항	실험군	95.48	11.80	119	69	.706
	비교군	96.16	9.20	125	59	.824
창의성 지수	실험군	109.03	11.58	134	85	.872
	비교군	116.29	9.52	142	79	.790

*p<.05

실험군과 비교군의 창의성 정규성 검정 결과는 <표 IV-16>과 같이 모든 영역에서 유의도가 유의수준 $\alpha=0.05$ 보다 높게 나타나 정규분포임이 확인되었다.

② 실험군의 사전·사후 검사결과 집단 내 비교(대응표본 t 검정)

실험군의 1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 사전·사후 검사결과 창의성 변화를 확인하기 위해 <표 IV-17>과 같이 모수통계인 대응표본 t 검정을 실시하였다.

<표 IV-17> 1차 개선 프로그램 창의성 사전·사후 검사결과

하위 요소	투입 시기	기술 통계량(인원: 31)		t	p
		평균	표준편차		
유창성	사전	105.48	18.43	-1.76	.088
	사후	107.87	17.10		
독창성	사전	99.93	15.96	-9.54	.000**
	사후	110.71	14.90		
제목의 추상성	사전	97.64	15.39	-8.63	.000**
	사후	110.93	12.44		
정교성	사전	107.61	15.95	-6.94	.000**
	사후	117.45	16.08		
성급한 종결에 대한 저항	사전	95.48	11.80	-.61	.548
	사후	96.16	9.20		
창의성 지수	사전	109.03	11.58	-7.30	.000**
	사후	116.29	9.52		

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

<표 IV-17>의 대응표본 t-검정의 결과를 살펴보면, ‘독창성’의 t 통계값은 -9.54이고 유의도 p=0.000, ‘제목의 추상성’의 t 통계값은 -8.63이고 유의도 p=0.000, ‘정교성’의 t 통계값은 -6.94이고 유의도 p=0.000, ‘창의성 지수’의 t 통계값은 -7.30이고 유의도 p=0.000으로 통계적으로 유의미하게 상승하여 해당 창의성의 4가지 하위 요소가 향상되었음을 알 수 있다.

(3) 2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교사 발문 개선)

2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램에 의한 창의성 향상 여부를 확인하기 위하여 초등학교 4~6학년 학생 30명으로 구성된 실험 집단을 대상으로 32차 시 교육 프로그램을 투입하고 결과를 분석하였다.

① 사전 정규성 검정

사전 창의성 검사결과를 이용하여 각 집단의 정규성을 확보하고 있는지 확인하기 위해 <표 IV-18>과 같이 창의성 Shapiro-Wilks 정규성 검정을 실시하였다.

<표 IV-18> 2차 개선 프로그램 창의성 사전 정규성 검정

하위 요소	기술 통계량(인원: 30)				p
	평균	표준편차	최대값	최소값	
유창성	104.35	10.28	123	72	.582
독창성	107.59	11.96	132	75	.421
제목의 추상성	98.36	14.22	130	65	.391
정교성	89.84	10.64	117	63	.271
성급한 종결에 대한 저항	102.42	16.29	131	62	.698
창의성 지수	102.65	12.84	129	69	.409

*p<.05

창의성 정규성 검정 결과를 살펴보면 <표 IV-18>과 같이 창의성 하위 모든 영역에서 유의도가 유의수준 $\alpha=0.05$ 보다 높게 나타나 정규분포임이 확인되었다.

② 사전·사후 검사결과 집단 내 비교(대응표본 t 검정)

2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 사전·사후 검사결과 창의성 변화를 확인하기 위해 <표 IV-19>와 같이 모수통계인 대응표본 t 검정을 실시하였다.

<표 IV-19>의 대응표본 t-검정의 결과를 살펴보면, ‘유창성’의 t 통계값은 -4.92이고 유의도 $p=0.000$, ‘독창성’의 t 통계값은 -3.59이고 유의도 $p=0.000$, ‘제목의 추상성’의 t 통계값은 -4.23이고 유의도 $p=0.011$, ‘창의성 지수’의 t 통계값은 -5.03이고 유의도 $p=0.000$ 으로 통계적으로 유의미하게 상승하여 해당 창의성의 4 가지 하위 요소가 향상되었음을 확인할 수 있다.

<표 IV-19> 2차 개선 프로그램 창의성 사전·사후 검사결과

하위 요소	N	사전 검사		사후 검사		t	유의 확률
		평균	표준편차	평균	표준편차		
유창성	30	104.35	10.28	132.85	11.52	-4.92	.000**
독창성	30	107.59	11.96	121.29	12.03	-3.59	.000**
제목의 추상성	30	98.36	14.22	116.52	12.95	-4.23	.011*
정교성	30	89.84	10.64	96.76	13.28	-1.86	.087
성급한 종결에 대한 저항	30	102.42	16.29	107.24	14.24	-3.25	.229
창의성 지수	30	102.65	12.84	120.94	9.88	-5.03	.000**

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

이상의 컴퓨팅 사고력과 창의성 사전·사후 검사 결과 분석을 통해 본 연구에서 개발한 ‘퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 퍼즐’, ‘1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교수·학습 모형 개선)’, ‘2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교사 발문 개선)’이 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장에 유의미한 효과가 있음을 확인하였다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학생을 대상으로 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위해 ADDIE 모형에 따라 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 설계·개발하고 이를 현장에 적용하여 교육적 효과를 검증하였다.

요구 분석 단계에서는 컴퓨팅 사고력, 창의성, 퍼즐 기반 학습, 컴퓨터 교육 교수·학습 모형, 교사 발문에 대한 선행연구 분석과 Rossett 요구 분석 모형에 맞춰 초등학생을 대상으로 학습자 요구 분석을 진행하였다.

설계 단계에서는 성취 목표 명세화, 프로그램 구조 설계, 학습 내용 설계, 교수 전략 설계 과정을 진행하였다.

개발 단계에서는 설계 단계에서 설계된 내용을 바탕으로 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장을 위한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램을 개발하였고 교육 효과 향상을 위해 프로그램에 적합한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)과 컴퓨팅 사고력을 직·간접적으로 유도하는 교사 발문인 CT마중발문(CT-TQ)을 개발하였다.

적용 단계에서는 ADDIE 모형에 따라 첫 순환 과정을 돌아서 나온 평가 결과를 다음 순환 과정의 분석 단계에 반영하여 총 2차에 걸쳐 프로그램을 개선하였다. 최초 적용한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램에서 1차로 교수·학습 모형을 개선하여 적용하였고 2차로 교사 발문을 개선하여 현장에 적용하였다.

평가 단계에서는 본 연구에서 개발한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램의 결과 분석을 위해 컴퓨팅 사고력과 창의성 검사를 하였다. 또한, 투입된 프로그램에서 보완할 부분을 질적 개선사항으로 제시하여 다음 프로그램의 분석 단계에 반영하였다.

적용 및 평가 결과, 본 연구에서 개발한 ‘퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램 퍼즐’, ‘1차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교수·학습 모형 개선)’, ‘2차 개선 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램(교사 발문 개선)’은 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장에 유의미한 효과가 있는 것을 확인하였다.

본 연구의 시사점은 다음과 같다.

첫째, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램은 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성 신장에 효과적이다.

둘째, 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)을 적용한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램이 전통적 수업모형을 적용한 컴퓨터 교육 프로그램보다 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성 향상에 더 효과적이다. 따라서 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 학습 모형(CT-LC)은 다양한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육에 활용될 수 있을 것이다.

셋째, CT마중발문을 적용한 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 프로그램은 초등학생의 컴퓨팅 사고력과 창의성 향상에 유의미한 효과가 있다. 따라서 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 여러 형태의 컴퓨터 교육에 CT마중발문이 활용될 수 있으며 컴퓨터 교육 발문 연구의 기초자료로 제공될 수 있을 것이다.

향후 후속 연구를 통해 본 연구에서 개발된 CT마중발문을 바탕으로 컴퓨터 교육 교사 발문을 지속적으로 개선하고 교육 현장에 적용해 간다면 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 다양한 컴퓨터 교육 프로그램의 효과를 극대화할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 교육부. (2015a). 소프트웨어 교육 운영지침 해설서. 서울: 교육부.
- 교육부. (2015b). 실과(기술·가정)/정보과 교육과정, 교육부 고시 제 2015-74호 (별책10). 서울: 교육부.
- 국립국어원 표준국어대사전. (2020). <https://stdict.korean.go.kr>
- 김다현. (2007). 2007 국내석사고등학교 「법과사회」 교과서 탐구활동 발문 구성 연구:고등학생 법의식 분석을 토대로(석사학위). 이화여자대학교 교육대학원, 서울.
- 김대수. (2016). 소프트웨어와 컴퓨팅 사고. 서울: 생능출판.
- 김대의. (2014). 시각적 심상화를 활용한 기억전략이 경도 지적장애학생의 차례대로 문장 재구성하여 쓰기 능력에 미치는 효과(석사학위). 단국대학교 특수교육대학원, 서울.
- 김병수. (2014). 계산적 사고력 신장을 위한 PPS기반 프로그래밍 교육 프로그램 (박사학위). 제주대학교 대학원, 제주.
- 김신엽. (2008). 초등 정보영재를 위한 로봇프로그래밍 교육과정 개발(석사학위). 대구교육대학교 대학원, 대구.
- 김영정. (2005). 한국의 미래를 위한 기반 교육으로서의 창의성과 비판적 사고 교육. 서울: 한국연구재단(NRF), 1-21.
- 김영채. (1999). 창의적 문제해결: 창의력의 이론, 개발과 수업. 서울: 교육과학사.
- 김영채. (2010). Torrance TTCT (도형) 검사 A&B형. 대구: 창의성 한국 FPSP.
- 김용민. (2018). 컴퓨팅 사고력과 창의성 향상을 위한 데이터 과학 교육 프로그램 (박사학위). 제주대학교 대학원, 제주.
- 김은경, 이경화, 유경훈. (2010). 대학생들의 창의적 능력과 창의적 성향에 관한 인식조사. 창의성교육연구, 10(2), 5-26.
- 김자미. (2017). 컴퓨팅 사고력 기반의 문제 해결능력. 정보처리학회지, 24(2), 13-21.
- 김재형. (2014). 정보과학적 사고 기반 창의력 신장 IT퍼즐 교육프로그램 개발

- 및 적용(석사학위). 제주대학교 교육대학원, 제주.
- 김종진. (2011). *EPL을 이용한 창의성 증진 교육 프로그램 개발 및 적용에 관한 연구*(박사학위). 홍익대학교 대학원, 서울
- 김종혜. (2009). *정보과학적 사고 기반의 문제 해결 능력 향상을 위한 중등 교육 프로그램*(박사학위). 고려대학교 대학원, 서울.
- 김중훈, 김병수, 김은길, 김태훈, 양영훈, 오정철, 현동립. (2013). *IT 원리를 쉽고 재미있게 풀어주며 창의적 생각을 키우는 IT 퍼즐!*. 서울: 다올미디어.
- 김중훈, 오정철, 김병수, 김태훈, 양영훈, 현동립. (2017). *창의적인 문제 해결 능력을 키워주는 IT 퍼즐*. 서울: 한빛미디어.
- 김진숙, 한선관, 김수환, 정순원, 양재명, 장의덕, ... 김상홍. (2015). *SW교육 교수학습 모형 개발 연구*. 서울: 한국교육개발원
- 김태훈. (2015). *컴퓨팅 사고력 신장을 위한 프로그래밍 중심 STEAM 교육 프로그램*(박사학위). 제주대학교 대학원, 제주.
- 김향숙, 박정미, 박진석, 배화수, 방승진, 박혜정. (2007). *수학과 창의성 계발을 위한 발문의 실제*. 서울: 경문사.
- 김형철. (2011). *컴퓨터 과학 교육용 계산 원리 학습도구의 기능요소 고찰*(석사학위). 제주대학교 대학원, 제주.
- 김혜숙 (1999). 창의성 진단 측정도구의 개발 및 타당화. *교육심리연구*, 13(4), 269-303
- 권정인. (2014). *Computational thinking 기반의 교수-학습이 학습자의 창의적 문제 해결에 미치는 효과성 연구*(박사학위). 성균관대학교, 서울.
- 류미영. (2015). *교육, 세상을 바꾸다! 교육, 미래를 바꾸다! 이슈리포트 2호*. 인천: 경인교육대 미래인재연구소.
- 류미영, 한선관. (2015). 초등 SW 교육을 위한 CT교육 프로그램 개발. *한국정보교육학회지*, 19(1), 11-20.
- 박경재. (2010). *EPL과 로봇 프로그램 교육의 창의성 신장 효과 분석*(석사학위). 경인교육대학교 교육대학원, 인천.
- 서영민, 이영준. (2010). 초등정보영재의 창의성 신장을 위한 교과 통합 로봇 프로그래밍수업 모형. *컴퓨터교육학회 논문지*, 13(1), 19-26.

- 오정철, 김재형, 김종훈. (2014). 컴퓨터 과학 교육을 위한 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램 개발 및 적용. *컴퓨터교육학회 논문지*, 17(3).
- 오정철, 김종훈. (2016). 초등학생의 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 퍼즐 기반 컴퓨터 과학 수업모형 및 프로그램 개발. *수산해양교육연구*, 28(30).
- 오정철, 김종훈. (2020). 2015 개정 교육과정 초등 실과 교과서 소프트웨어와 로봇 단원 발문 분석 및 CT마중발문 개발. *정보교육학회 논문지*, 24(3).
- 유중현, 김종혜. (2010). 문제해결과정에서의 정보과학적 사고 능력에 대한 개념 적고찰. *정보창의교육*, 2(2), 15-24.
- 이강범. (2008). '비판적 사고'에 대한 고찰과 그 활용: *Delphi report*를 중심으로 (석사학위). 연세대학교 교육대학원, 서울.
- 이영준, 백성혜, 신재홍, 유현창, 정인기, 안상진, ... 정성균. (2014). 초중등단계 *Computational Thinking* 도입을 위한 기초 연구. 서울: 한국과학창의재단.
- 이원규, 김자미. (2016). 놀이로 배우는 컴퓨터 과학 컴퓨터교육수업지침서. 휴먼 싸이언스.
- 이은경. (2009). *Computational Thinking* 능력 향상을 위한 로봇 프로그래밍 교수·학습 모형(박사학위). 한국교원대학교 대학원, 청주.
- 이은경. (2013). 계산적 사고 향상을 위한 창의적 스크래치 프로그래밍 학습. *컴퓨터교육학회 논문지*. 16(1), 1-9.
- 이재무. (2014). Rossett 모형을 적용한 적응형 이러닝 시스템을 위한 요구 분석. *한국콘텐츠학회논문지*, 14(6), 529-538.
- 이점순. (2008). LOGO프로그래밍 언어가 초등학생의 창의성 발달에 미치는 영향 (석사학위). 전주교육대학교 교육대학원, 전주.
- 이태욱. (2006). 마이크로 로봇 교육을 통한 초등학교 창의성 계발에 대한 연구 (석사학위). 제주대학교 대학원, 제주.
- 이현주. (2012). 수학교육과정에서 초등정보영재 프로그래밍 프로그램 개발(석사학위). 서울교육대학교 대학원, 서울.
- 전경원. (2000). 유아 종합 창의성 검사. 서울: 학지사.
- 전성균, 서영민, 이영준. (2010). CPS 기반의 창의적 프로그래밍 수업 모형. *한국 컴퓨터교육학회 학술대회 학술발표 논문집*. 14(2), 95-99.

- 전용주. (2017). 새로운 교육과정의 소프트웨어 교육을 위한 컴퓨팅 사고력 기반 창의적 문제 해결(CT-CPS) 수업 모형의 개발 및 적용(박사학위). 한국교원대학교 대학원, 청주.
- 정원희. (2005). 프로그램 요소를 이용한 창의성 신장 교재 개발 연구(석사학위). 제주대학교 대학원, 제주.
- 정지은. (2017). 과학창의력 신장을 위한 고등학교 과학 발문 교수 학습지 개발·적용: 태양계 단원 중심으로(박사학위). 한국교원대학교 대학원, 청주.
- 최윤미. (2012). 2007년 개정교육과정에 따른 초등 과학교과서에 제시된 발문의 사고유형 분석(석사학위). 부산교육대학교 교육대학원, 부산.
- 최정원. (2015). 정보 영재의 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 퍼즐 기반 알고리즘 학습 모형(박사학위). 한국교원대학교 대학원, 청주.
- 최정임. (2002). 인적자원 개발을 위한 요구분석 실천 가이드. 서울: 학지사.
- 하소정. (2011). 사회·문화 교과서 발문 연구와 학습자 발문 흥미도 연구(석사학위). 이화여자대학교 교육대학원, 서울.
- 한국컴퓨터교육학회. (2014). *Computational thinking & 창의적 문제 해결 방법론*. 서울: 이한미디어.
- 허경철, 김홍원, 임선하, 김명숙, 양미경. (1991). 사고력 신장을 위한 프로그램 개발연구(V). 서울: 한국교육개발원.
- Anany Levitin, Mary-Angela Papalaskari. (2002). *Using puzzle in Teaching Algorithms*. SIGCSE'02 Communications of the ACM.
- Bar, D., Harrison, J., Conery, L. (2011). Computational thinking: A Digital Age Skill for Everyone. *Learning & Learning with Technology*, 38(6), 20-23.
- Barnes, D. J. (2002). Teaching introductory Java through LEGO MINDSTORMS models. *ACM SIGCSE Bulletin, Proceedings of the 33rd SIGCSE technicalsymposium on Computer science education*, 34(1), 147-151.
- 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, 48-54.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., Krathwohl, D. R. ed. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I: Cognitive*

- Domai*. New York: David Mckay.
- Blosser, P. E. (1973). *How to Ask the Right Questions: Arlington*. VA: National Science Teachers Association.
- Blosser, P. E. (2000). *Asking the Right Questions.: Arlington*. Virginia: NSTA press, 10.
- Burton, L. (1984). Mathematical thinking: The struggle for meaning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(1), 35-49.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815-843.
- Computer Science Teachers Association(CSTA)., International Society for Technology in Education(ISTE). (2011). *Computational Thinking teacher resources*. Retrieved July 10, 2020, from https://id.iste.org/docs/ct-documents/ct-teacher-resources_2ed-pdf.pdf
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: How and the psychology of discovery and invention*. Harper collins.
- Dai, D. Y., & Chen, F. (2013). Three paradigms of gifted education: In search of conceptual clarity in research and practice. *Gifted child quarterly*, 57(3), 151-168.
- Denning, P. J. (2009). Beyond computational thinking. *Communication of the ACM*, 52(6), 28-30.
- Feldhusen, J. F. (1983). *The Purdue Creative Thinking Program*. In I. S. Sato(Ed.), *Creativity research and educational planing*. Louisiana: National State Leadership Training Institute for the Gifted and Talented.
- Gold, J. B. (1981). *Developing the creative problem solving skills of intermediate age educable mentally retarded student*. Doctoral dissertation, Fordham University.
- Google for Education. (2015). *Computational Thinking Course*. Retrieved July 10, 2020, from <https://manchoi.gitbooks.io/google-ct-course-korean-version/content/>
- Gouws, L., Bradshaw, K., & Wentworth, P. (2013, October). First year student performance in a test for computational thinking. *Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference (271-277)*. ACM. doi:10.1145/2513456.2513484

- Guo, P. (2011). *What is Computer Science? Efficiently Implementing Automated*
- BBC. (2015). *Computational Thinking Course. Introduction to computational thinking*. Retrieved July 10, 2020, from <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>
- Guilford, J. P. (1956). Structure of intellect. *Psychological Bulletin*, 53, 267-293.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Harrop, A., Swinson, J. (2003). Teachers' questions in the infant, junior and secondary school. *Educational Studies*, 29(1).
- Ilaria, D. R. (2002). *Questions that engage students in mathematical thinking*. Proceedings of the annual meeting (of the) North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 1-4.
- Karplus, R. (1977). Science Teaching and The Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(2). 169-175.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago IL: University of Chicago Press.
- Michalewicz, Z., Falkner, N., & Sooriamurthi, R. (2011). *Puzzle-based learning: An introduction to critical thinking and problem solving*. *Decision Line*, 42(5), 6-9.
- Michalewicz, Z. & Michalewicz, M. (2010). *Puzzle-based learning: An introduction to critical thinking, mathematics, and problem solving*. Melbourne: Hybrid Publishers.
- National Research Council. (2010). *Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking*. National Academies Press.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures of creative problem-solving*. New York: Scribner's Sons.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., ... Silverman, B. (2009). Scratch: Programming for All 'Digital fluency' should mean designing, creating, and remixing, not just browsing, chatting, and interacting. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.
- Rossett, A. (1987). *Training needs assessment*. Englewood Cliffs. NJ: Educational Technology Publications.

- Runco, M. A. (1989). The creativity of children's art. *Child Study Journal*, 19, 177-190.
- Satchwell, R. E., Loepp, F. L. (2002). Designing and implementing an integrated mathematics, science, and technology curriculum for the middle school. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3).
- Torrance, E. P. (1974). *Torrance tests of creativity thinking: Norms, technical manual*. Princeton, New Jersey: Personnel Press/Ginn.
- Torrance, E. P. (1982). Hemisphericity and thinking creative functioning. *Journal of Research and Development in Education*, 15, 29-37.
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., Dorval, K. B. (2006). *Creative problem solving: An introduction (4th Eds.)*. Waco, TX: Prufrock Press. Middle school Choose subject curriculum.
- Wallas, G. (1926). *The Art of Thought*. Harcourt Brace.
- Wikipedia. (2019). Computational Thinking. Retrieved July 10, 2020, from https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%BB%B4%ED%93%A8%ED%8C%85_%EC%82%AC%EA%B3%A0
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communication of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wing, J. M. (2008). Computational Thinking and Thinking about Computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 366, 3717-3725.
- Zbigniew Michalewicz, Nickolas Falkner, Raja Sooriamurthi. (2010). *Puzzle-Based Learning for Engineering and Computer Science*.
- Zbigniew Michalewicz, Nickolas Falkner, Raja Sooriamurthi. (2011). Puzzle-Based Learning. *An Introduction to Critical Thinking and Problem Solving, Decision Line*, 42(5), 6.

<ABSTRACT>

Puzzle-Based Computer Education Program to Improve Computational Thinking and Creativity

Jeongcheol Oh

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

Supervised by professor Jonghoon Kim

This project aimed to develop a puzzle-based computer education program to improve computational thinking and creativity and verify the effectiveness of the program after implementing it in classrooms.

The government has made active efforts to interlink software programs in various areas and developed the basis for such educational initiatives. These efforts are based on the premise that software technology will be the center of innovation, growth, and value creation in the Fourth Industrial Revolution era and determine the competitiveness of individuals, companies, and nations. Thus, the government has strengthened the software curriculum in elementary, middle, and high schools. The core objective behind strengthening the software curriculum is to enhance computational thinking. This can be achieved through experiences involving the use of various problem-solving

processes designed and applied based on the basic concepts and principles of computer.

However, it is difficult for general teachers to develop education materials for enhancing computational thinking based on the understanding of computer concepts. Additionally, there are no sufficient computer education materials that can induce interest and be employed for teaching students at different levels. Moreover, in computer education utilizing educational programming languages, the scope of learning the concepts and principle of computer sciences learned through programs is limited. Hence, beginners are likely to be restricted to functional utilization activities of these programs, thus gaining very little knowledge.

In this regard, this research focused on developing a puzzle, using which elementary school students could easily understand the problem context and adopt a creative approach toward finding the solution. In addition, a puzzle-based computer education program was designed, through which students could experience using the elements of problem solving in computational thinking and understand the principles and concepts of computing while solving each puzzle problem.

This study involved applying the steps in the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation (ADDIE) model to develop the puzzle-based computer education program.

Requirement analysis was conducted for elementary students considering their capabilities in terms of computational thinking, creativity, and puzzle-based learning. In addition, computer-related teaching and learning models, analyses on teacher questioning conducted in previous studies, and Rossett's requirement analysis model were considered in this step.

The next steps involved identifying achievement goals, designing the education program, formulating the learning content, and developing the teaching strategy.

In the development step, a puzzle-based program was constructed to improve computational thinking and creativity based on the design finalized in the previous step. In this step, a puzzle-based computer education learning model (CT-LC), suitable for learning computer programs, and computational-thinking trigger questioning (CT-TQ) model, which involves questioning teachers directly and indirectly to induce computational thinking, were developed to enhance the educational benefits.

This acted as an improvement strategy to support students and promote computational-thinking trigger questioning (CT-TQ) for inducing computational thinking.

In the evaluation step, computational thinking and creativity were assessed for analyzing the results of the puzzle-based computer education program. In addition, the program components requiring enhancements were proposed as qualitative improvements to be made and reflected in the analysis step during the next program.

The results of the application and evaluation steps exhibited that the computational thinking and creativity developed using this education program were examined for analyzing the quantitative effects of this puzzle-based program. Problem-solving methods and self-growth reports were analyzed to determine the qualitative effects of this program. In addition, the parts of the program requiring enhancements were identified as areas for qualitative improvements and reflected in the analysis step when developing the next program.

The evaluation results demonstrated that the initial puzzle-based program, first improved program, (improvements in the teaching and learning models), and second improved program (improvements in teacher questioning) were all effective in enhancing computational thinking and creativity of elementary students. Furthermore, the CT-LC and CT-TQ effectively enhanced the computational thinking of students.

The implications of this project are as follows:

First, the puzzle-based computer education program was effective in improving the computational thinking of elementary students.

Second, the program with CT-LC proved more effective in improving the computational thinking and creativity of elementary students than the traditional model-based program. Thus, the CT-LC is expected to be utilized in various puzzle-based computer education courses in future.

Third, the puzzle-based computer education program with the CT-TQ model significantly improved the computational thinking and creativity of elementary school students. Thus, the CT-TQ model can be utilized in various types of computer education programs to enhance computational thinking. The outcomes of the program can serve as foundational data for studies on computer education and questioning.

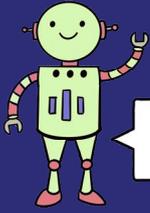
In future research, computer education and questioning programs for teachers will be steadily improved and applied based on the developed CT-TQ model to maximize the effects of various computer education programs for enhancing computational thinking.

Keywords: Computational thinking, Creativity, Puzzle-based computer education, CT-LC, CT-TQ, ADDIE model

부 록

<부록 1> 퍼즐 기반 컴퓨터 교육 교재 140

<부록 2> 2015 개정 초등 실과과 6종 교과서 SW·로봇 단원 발문 분석 193

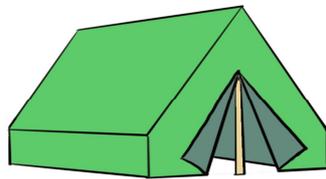


1

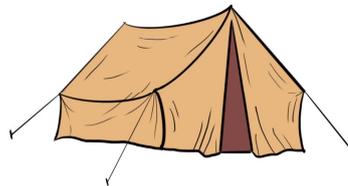
어떤 텐트를 빌려 드려야 할까요?

오늘은 학교에서 캠핑을 가는 날입니다. 모두 부푼 마음을 안고 캠핑장에 도착했습니다. 우리 반 자리에는 1인용, 2인용, 4인용, 8인용, 16인용 텐트가 1개씩 쳐져 있었습니다. 그때 옆 반 선생님께서 다급히 오셔서 텐트가 부족하니 필요없는 텐트를 빌려 달라고 말씀하셨습니다. 어느 텐트를 빌려 드려야 할까요?

(단, 현재 텐트가 부족한 상황이므로 모든 텐트에는 정원이 다 들어가야 합니다.)



16인용



8인용



4인용



2인용



1인용

1. 우리 반 학생 수는 23명이고 텐트를 사용하면 아래 표에 '1'을 적고 사용하지 않으면 '0'을 적으세요.

종류	16인용 텐트	8인용 텐트	4인용 텐트	2인용 텐트	1인용 텐트
사용 여부 (1 또는 0)					

2. 위 표의 숫자를 아래 빈칸에 순서대로 써보세요.

$$23 = \boxed{} \boxed{} \boxed{} \boxed{} \boxed{} \quad (2)$$

3. 이 문제는 컴퓨팅의 어떤 부분과 관련 있을까요?



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:



2진수

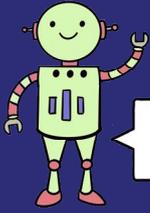
◎ 2진수란 무엇인가요?

일상생활에서 보면 숫자 5나 10을 묶음으로 한 것이 많습니다. 이는 우리 손가락을 보면 알 수 있는데 손가락을 하나씩 접으며 수를 세면 5까지 간 후 다시 10까지 세곤 합니다. 이를 볼 때 우리는 숫자 5와 숫자 10의 익숙한 숫자라고 할 수 있습니다. 예를 들면 오일장, 오복, 투표할 때 바를 정(正)을 기입하는 등 5가 들어간 많은 단어를 볼 수 있습니다.

하지만 컴퓨터는 ()과 (), 두 가지의 숫자만을 사용해서 정보를 표현합니다. 이렇게 수를 표현하는 방법을 **2진수**라 부릅니다. 우리는 손가락이 10개 이기에 주로 10진수를 사용합니다. 그런데 왜 컴퓨터는 2진수를 사용할까요? 그것은 바로 정확한 신호를 전달하기에 2진수가 알맞기 때문입니다. 사람은 눈으로 정보를 보기 때문에 숫자를 사용하여 정보를 전달할 수 있지만, 컴퓨터는 우리처럼 눈으로 숫자를 구분할 수 없습니다. 그래서 컴퓨터는 전기 신호를 사용하여 정보를 전달합니다. 이때 10을 사용해서 어떤 정보를 전달하려고 하면 전기 신호의 세기 등을 구분하여 정보를 전달하고 받아들여야 하는 데 컴퓨터의 여러 부품은 이러한 신호를 잘 구분해내지 못합니다. 가장 정확히 구분해낼 수 있는 신호는 바로 전기 신호를 보내거나(ON) 보내지 않는 것(OFF)과 같은 2가지 경우를 표현할 때입니다. 이러한 2진 신호는 정보를 정확하게 전달할 수 있고 만약 정보가 잘못 전달된 부분이 있더라도 10개로 정보전달을 한 것보다 빠르게 잘못된 부분을 찾을 수 있습니다. 게다가 신호변환도 쉽고 복원 또한 간편하기 때문에 컴퓨터는 2진수로 정보를 표현합니다.

☞ 컴퓨터는 어떤 장점 때문에 2진수를 신호로 사용할까요?

※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김종훈, 오정철 외, 2013)



컴퓨팅 퍼즐

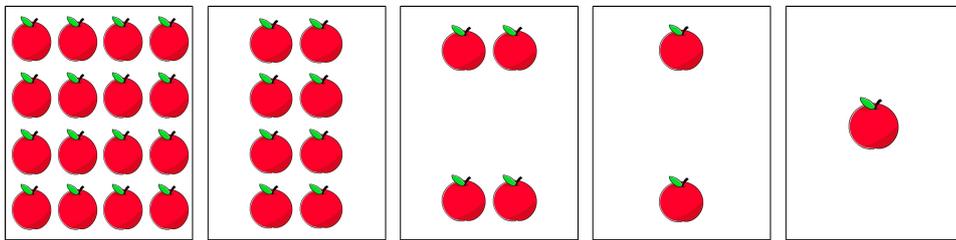
학년: 이름:



2

애플 카드 게임

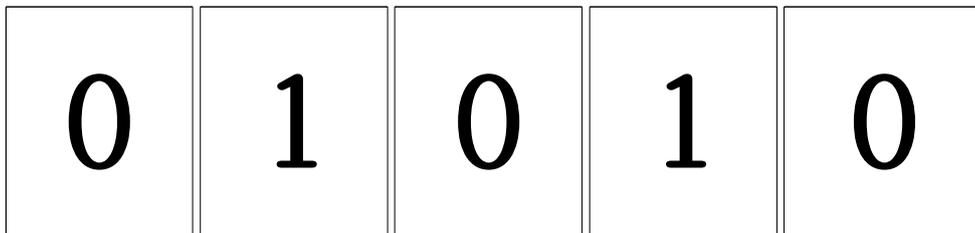
팅팅이는 사과를 좋아합니다. 그래서 늘 과일 가게 앞에서 사과를 바라보곤 했습니다. 그러던 어느 날 사과 가게 아주머니께서 Tingting이를 가엽게 여겨 자신이 말하는 숫자를 카드로 나타내면 사과를 준다고 말했습니다. 아래의 애플 카드를 사용해 아주머니께서 말씀하시는 숫자를 나타내 봅시다. 그리고 친구들과 단계별로 카드 게임을 해봅시다.



[애플카드 이용 - 사과 그림]



[불빛카드: 앞-불빛, 뒤: 검정]



[영일카드: 앞-1, 뒤:0]



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:



진수 변환

◎ 컴퓨터가 정보를 표현하는 단위 bit (binary digit)

컴퓨터가 정보를 표현하는 가장 기본적인 단위를 **bit**(binary digit)라고 합니다. 1bit는 2진수 한 자리와 같습니다. 만약 bit가 1개 있다면 표현할 수 있는 정보는 몇 가지가 될까요? 바로 0, 1 두 가지의 정보를 표현할 수 있습니다. bit가 한 개 더 늘어난다면? 우리가 표현할 수 있는 정보는 00, 01, 10, 11의 네 가지가 됩니다. bit가 세 개로 늘어난다면? 000, 001, 010, 100, 011, 101, 110, 111의 8가지가 됩니다. bit가 한 개 늘어날 때마다 표현할 수 있는 정보의 개수는 2배씩 늘어납니다. 이러한 수 표현 방법을 2진수라고도 합니다.

◎ 10진수를 어떻게 2진수로 표현하나요?



10진수: 18은 16 + 2로 나타낼 수 있습니다.
 2진수로 나타내면 16이 한 개이므로 16의 자리에 1, 2도 한 개이므로 2의 자리에 1, 나머지 8의 자리, 4의 자리, 1의 자리는 0입니다.
 10진수 18 = 10010(2)

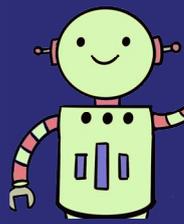


2진수: 1111(2)은 8이 한 개, 4가 한 개, 2가 한 개, 1이 한 개가 있습니다. 10진수로 나타내면: 8 + 4 + 2 + 1 = 15입니다.
 2진수 1111(2) = 15

- 10진수 13을 2진수로 나타내면 어떻게 될까요?

- 2진수 1001(2)을 10진수로 나타내면 어떻게 될까요?

※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김종훈, 오정철 외, 2013)



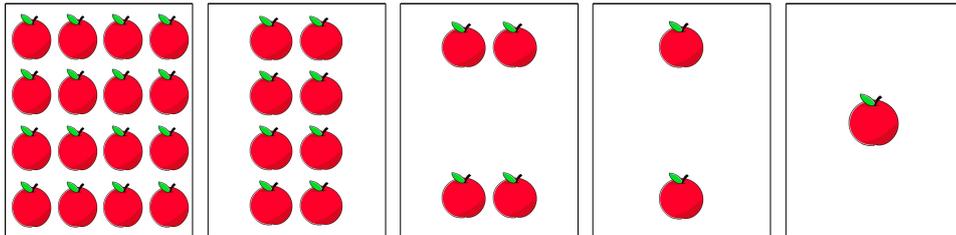
컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 적용

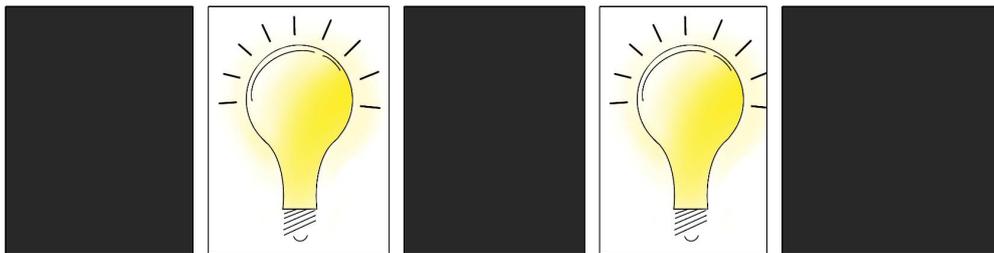
학년: 이름:



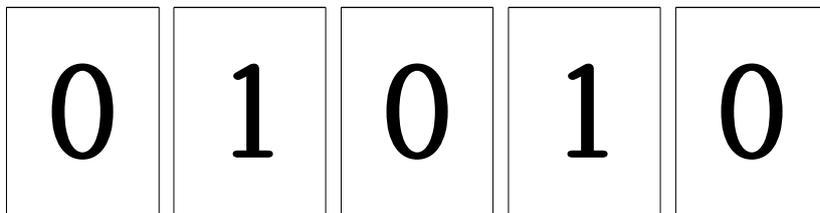
진수 변환



1. 애플 카드의 각 자리에 있는 사과의 숫자는 무엇을 의미할까요?

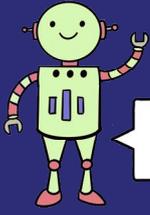


2. 불빛 카드의 각 자리에 있는 불빛으로 어떤 숫자를 표현할 수 있을까요?



3. 이진 카드에 나열되어있는 숫자는 십진수로 얼마를 의미할까요?

4. 친구들과 다양한 숫자를 표현하는 카드놀이를 해 봅시다.



컴퓨팅 퍼즐

학년: 이름:



3

숫자가 없는 시계

영지의 아버지는 일본 출장을 다녀오면서 특이한 손목시계를 사 오셨습니다. 이 시계는 일반 시계와는 달리 숫자가 적혀 있지 않았습니다. 시계의 시각을 알아보기 위하여 다른 시계를 살펴보니 현재 시각은 오후 4시 20분 33초를 지나고 있었습니다.

<보기>

이 시계의 화면이 다음과 같을 때, 현재 시각은 몇 시, 몇 분, 몇 초입니까?

()시 ()분 ()초



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:



데이터 표현

◎ 컴퓨터와 2진수 (ASCII 코드와 유니코드)

컴퓨터가 2진수를 이용해서 정보를 전달한다는 사실은 앞에서 배웠습니다. 컴퓨터는 우리가 사용하는 여러 문자나 숫자들을 전달하고 저장하기 위해서 어떠한 방법을 사용할까요? 그 비밀이 바로 **ASCII 코드와 유니코드** 방식입니다. ASCII 코드는 8개의 비트(1Byte)를 사용해서 정보를 표현하는 방식입니다. 8개의 비트이기 때문입니다.



0000 0000(2)부터 0111 1111(2)까지 총 ()가지의 정보를 표현하고 전달할 수 있습니다. (맨 앞 비트는 부호를 나타내는 부호비트입니다.)

실제로 ASCII 코드 몇 개를 살펴보면 우리가 알고 있는 숫자 0은 ASCII 코드로 0000 0000입니다. 영어의 경우도 1Byte를 사용하는 ASCII 코드를 사용하고 있습니다. 알파벳 a는 10진수로는 65에 해당합니다. ASCII 코드로 0100 0001입니다.

그런데 128가지로 세상의 모든 문자를 표현할 수 있을까요?? 불가능할 것입니다. 그래서 사람들은 2Byte를 사용하는 유니코드를 개발했습니다. 유니코드는 2Byte를 사용하므로 총 16자리의 2진수 즉 32768가지의 문자를 표현하고 전달할 수 있습니다. 어떤가요? 이 정도면 세상의 모든 문자를 전달할 수 있겠지요?

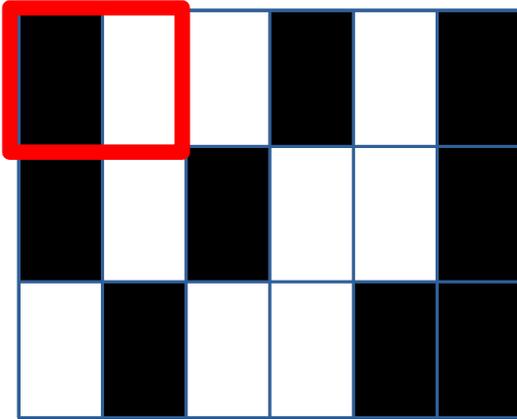
※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김종훈, 오정철 외, 2013)



학년: 이름:



데이터 표현



1. 다음 그림에서 시각을 나타내는 부분을 이진수로 바꾸면 어떻게 표현할 수 있을까요?

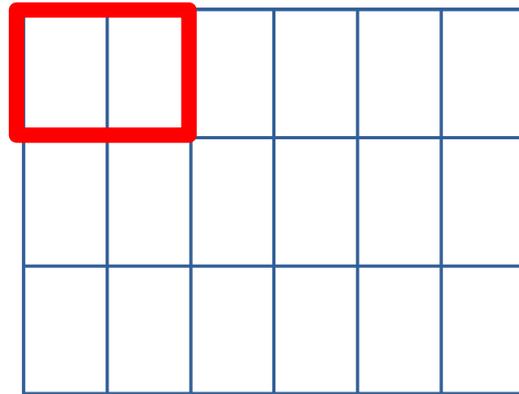
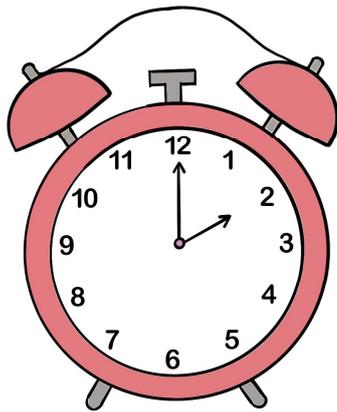
- 시:

2. 분, 초를 나타내는 부분을 각각 이진수로 표현해봅시다.

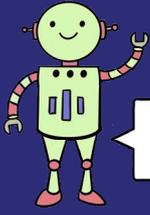
- 분:

- 초:

3. 현재의 시각이 다음과 같을 때 시계에 표시되는 화면은 어떻게 표현할 수 있을까요? (시계의 화면은 오후입니다.)



4. 친구들과 다양한 문제를 내고 서로 맞춰봅시다.



컴퓨팅 퍼즐

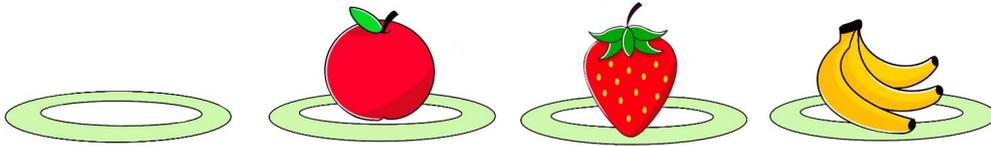
학년: 이름:



4

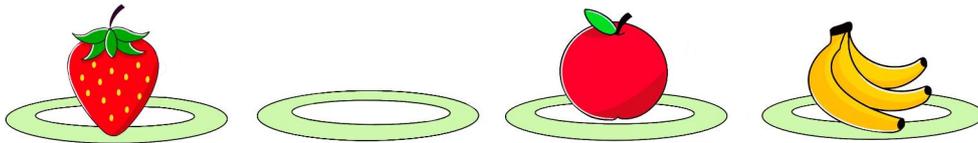
과일 옮기기

팅팅이는 엄마와 함께 과일을 사기 위하여 시장으로 갔습니다. 과일 가게에는 다음과 같이 접시 4개와 과일 3개가 놓여 있었습니다.



팅팅이는 모든 과일이 먹고 싶었습니다. 그러자 엄마께서 다음과 같이 말씀하셨습니다.

“접시 위의 과일을 아래 그림과 같이 이동시키려면 총 몇 번을 움직여야 하는지 맞추면 모든 과일을 다 사줄게. 단, 한 접시 위에는 하나의 과일만 놓일 수 있고 접시를 움직여서는 안 된다.”



1. 최소 몇 번을 움직이면 과일을 옮길 수 있을까요? 옮기는 방법은 무엇인가요?



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:



변수교환

컴퓨터는 동작하는 프로그램과 프로그램이 필요로 하는 데이터를 일시적으로 저장하는 장치가 필요합니다. 그 장치가 바로 메모리(주기억장치)입니다. 그중 프로그램이 실행되는 동안 데이터를 저장하는 공간이 바로 ‘변수’입니다. 그런 저장 공간을 이용하기 위해서 우리는 변수에 이름을 붙이고 여러 데이터를 저장합니다. 다음은 대표적인 프로그래밍 언어인 C언어의 변수 선언 및 데이터 저장 명령입니다.

```
int age;  
age = 20;
```

이 명령어를 통해 age라는 공간을 마련해 두었고 거기에 20이라는 데이터를 저장해 두었습니다. 그렇다면 두 변수를 만든 수 데이터를 서로 교환하려면 어떻게 해야 할까요?

1. 다음은 C언어로 쓰인 프로그램 명령어의 일부입니다. 같은 명령어를 동작시키면 어떻게 될까요?

```
int a;  
int b;  
a = 20;  
b = 30;  
a = b;  
b = a;
```

2. 최초 a에는 어떤 데이터가 들어있습니까? _____

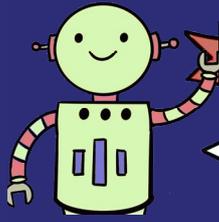
3. 최초 b에는 어떤 데이터가 들어있습니까? _____

4. a = b; 명령어를 실행하면 a와 b에 각각 어떤 데이터가 들어있을까요?

5. b = a; 명령어를 실행하면 a와 b에 각각 어떤 데이터가 들어가게 될까요?

6. 두 변수의 데이터를 서로 교환하려면 어떤 방법을 사용해야 할까요?

※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김종훈, 오정철 외, 2013)



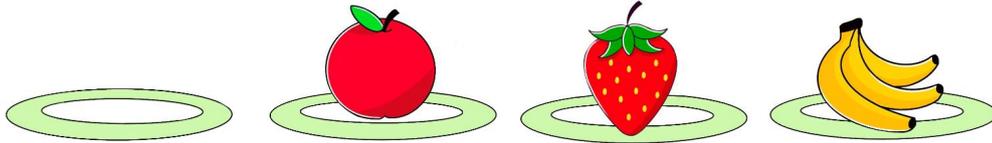
컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 적용

학년: 이름:



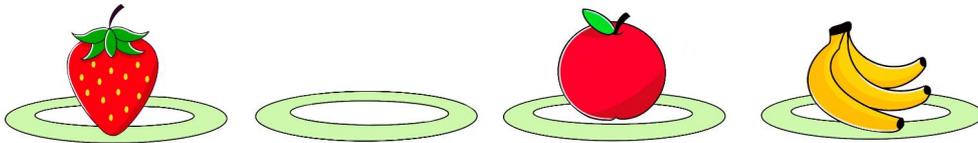
변수교환



1. 변수와 데이터에 대해서 배웠습니다. 그림에서 접시와 과일은 각각 무엇에 해당할까요?

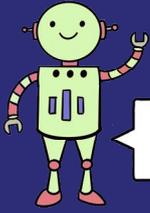
(1) 접시: _____

(2) 과일: _____



2. 위의 그림이 아래의 그림처럼 변하는 과정을 그림으로 나타내 봅시다.

				1회
				2회
				3회
				4회



컴퓨팅 퍼즐

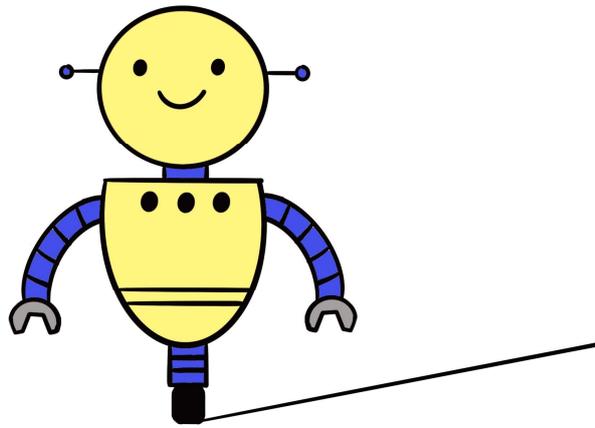
학년: 이름:



5

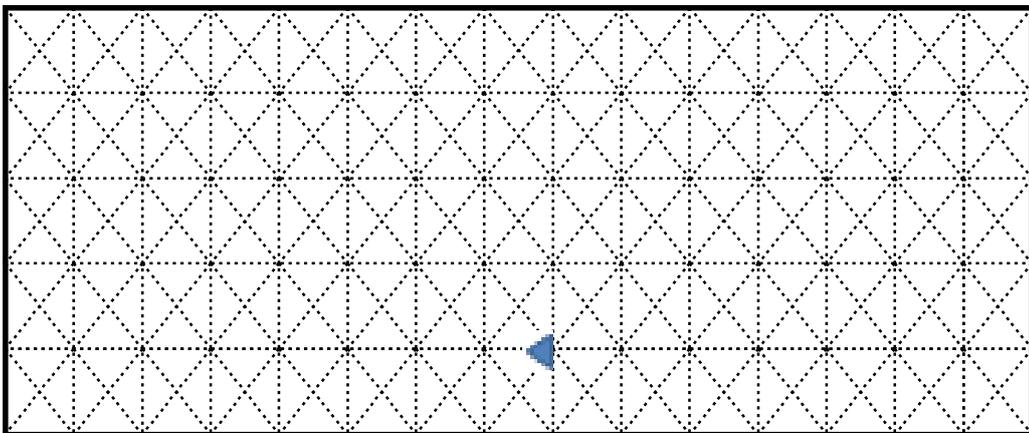
프로그래밍 - 로봇그림그리기 1

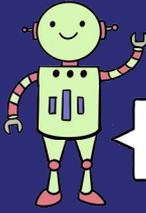
사람의 지시에 따라 그림을 그리는 로봇이 있습니다. 로봇에게 다음과 같은 지시를 내렸을 때 완성되는 그림을 그려봅시다.



[규칙]

- 단계 1 : 앞으로 3cm 이동하면서 선을 그린다.
- 단계 2 : 시계 방향으로 120도 회전한다.
- 단계 3 : 앞으로 5칸 이동하며 선을 그린다.
- 단계 4 : 시계 방향으로 120도 회전한다.
- 단계 5 : 앞으로 5칸 이동하며 선을 그린다. (단, 점과 점 사이를 1칸으로 봄.)





컴퓨팅 퍼즐

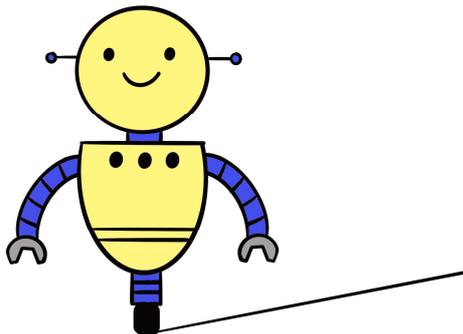
학년: 이름:



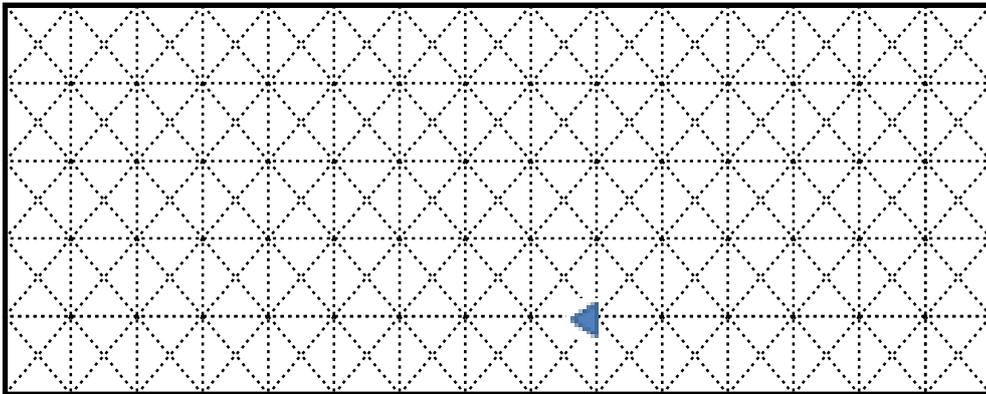
6

프로그래밍 - 로봇그림그리기 2

사람의 지시에 따라 그림을 그리는 로봇이 있습니다. 로봇에게 다음과 같은 지시를 내렸을 때 완성되는 그림을 그려봅시다.



<p>단계 1: 앞으로 3칸 이동하며 선을 그린다.</p> <p>단계 2: 시계 방향으로 60도 회전한다.</p> <p>단계 3: 앞으로 3칸 이동하면서 선을 그린다.</p> <p>단계 4: 시계 방향으로 60도 회전한다.</p> <p>단계 5: 앞으로 3칸 이동하면서 선을 그린다.</p> <p>단계 6: 시계 방향으로 60도 회전한다.</p>	<p>단계 7: 앞으로 3칸 이동하면서 선을 그린다.</p> <p>단계 8: 시계 방향으로 60도 회전한다.</p> <p>단계 9: 앞으로 3칸 이동하면서 선을 그린다.</p> <p>단계 10: 시계 방향으로 60도 회전한다.</p> <p>단계 11: 앞으로 3칸 이동하면서 선을 그린다.</p> <p>단계 12: 시계 방향으로 60도 회전한다.</p>
---	---





컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:



반복문

여러 동작을 반복해서 나타내야 한다면 어떻게 프로그래밍하면 좋을까요? 만약 어떠한 일을 10000번 반복하여야 한다면? 그 동작을 실행하기 위해 우리는 최소 10000줄이 넘는 엄청난 길이의 프로그래밍 언어를 써야 합니다. 그러나 다행스럽게도 컴퓨터는 이러한 반복적인 코딩을 간단히 표현할 수 있습니다. 그러한 명령문이 바로 **반복문**입니다.

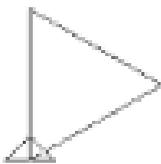
반복문은 프로그래밍 언어에 따라 여러 가지 형태로 나뉩니다. 예를 들어 대표적인 프로그래밍 언어인 C언어의 반복문은 for, while 등의 명령어를 사용합니다. 로고에서는 repeat이라는 명령어를 사용합니다. 다음은 로고로 프로그래밍 한 어떤 반복문의 하나입니다.

```
repeat 3 [forward 100 right 120]
```

위 명령어는 어떤 도형을 그리는 명령어일까요? 반복문의 사용 방법을 먼저 알아봅시다. repeat이라는 명령어를 통해 반복문임을 알 수 있습니다. 3이라는 숫자는? 세 번 반복하라는 뜻이겠지요? 그러면 이 명령어는 대괄호 [] 안에 있는 문장을 세 번 반복하라는 뜻입니다. 그렇다면 이 반복문을 한글로 표현해볼까요?

```
앞으로 100만큼 이동해서 오른쪽으로 120도 회전한다.  
이 동작을 세 번 반복한다.
```

이 동작을 세 번 반복하면 한 변의 길이가 120인 정삼각형이 그려집니다.

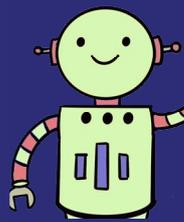


다음의 명령어를 수행하면 어떤 도형이 만들어지는지 그려봅시다.

```
repeat 4 [forward 100 right 90]
```



※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김중훈, 오정철 외, 2013)



컴퓨팅 퍼즐

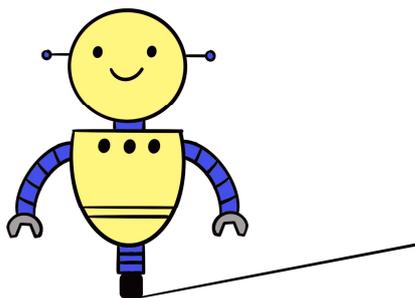
컴퓨팅
개념 적용

학년: 이름:



반복문

다음의 로봇이 [수행 단계]을 2회 반복한 후 완성되는 그림을 그려봅시다.



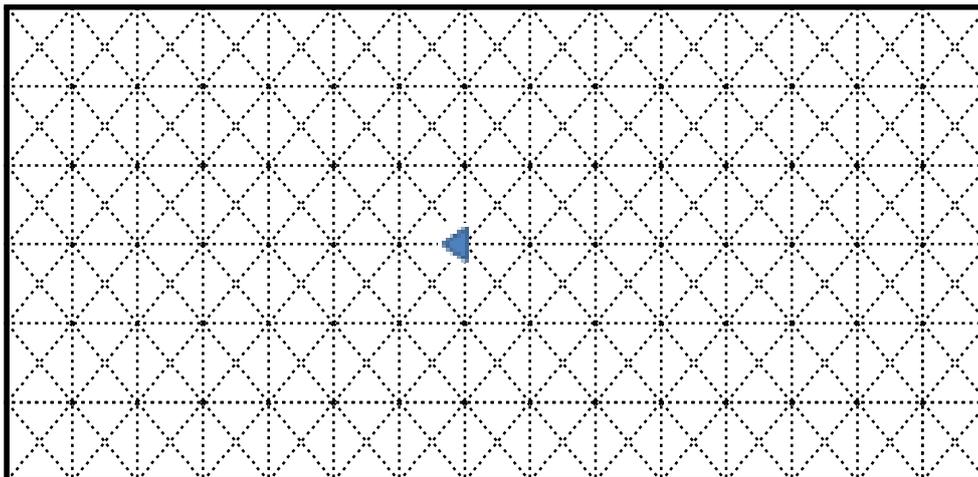
[수행 단계]

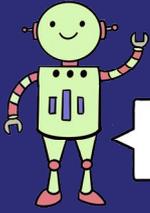
단계 1 : 다음 동작을 4번 반복한다.

 앞으로 2칸 이동하며 선을 그린다.

 시계 방향으로 90도 회전한다.

단계 2 : 시계 방향으로 180도 회전한다.





컴퓨팅 퍼즐

학년: 이름:



볼링공 정리하기 1

컴퓨팅 볼링장에서 아르바이트를 하는 텅팅이는 영업이 끝난 후 볼링공을 무게 순으로 정리하려고 합니다. 볼링공의 크기는 모두 같지만, 각 볼링공의 무게는 모두 다르며 볼링공에는 무게가 적혀 있습니다. 볼링공을 진열대 밖 바닥에 내려놓지 않고 무게순으로 정리하려고 합니다. 아래의 조건을 만족하면서 볼링공을 정리하는 방법을 생각해 봅시다. 그리고 내가 찾은 방법으로 볼링공을 정리하려면 최소 몇 번을 시행해야 할까요?

← 가벼운 공

무거운 공 →



[볼링공 정리 조건]

1. 바닥이 더러워서 볼링공을 바닥에 내려놓을 수 없다.
2. 양손으로 각각 1개의 볼링공을 잡고 서로 위치를 옮기는 것을 1회 시행으로 한다.
3. 볼링공을 들기 전에 눈으로 무게를 비교할 수 있다.
4. 최소의 시행으로 왼쪽부터 가벼운 순으로 모두 정리한다.



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:



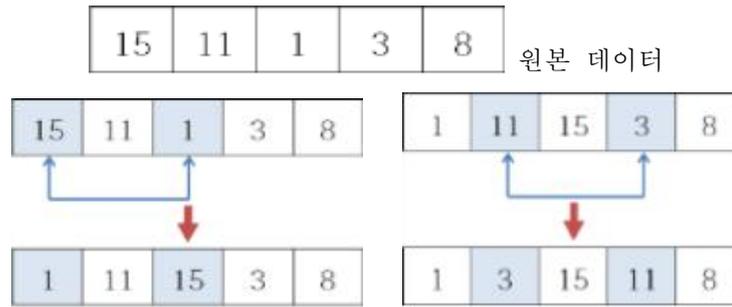
선택정렬

◎ 정렬이란?

데이터를 일정한 규칙에 따라 재배치하는 것을 말합니다. 데이터들이 정렬되어 있으면 다양한 탐색방법을 쓸 수 있어서 좀 더 빠른 시간에 탐색이 가능하고 메모리를 효율적으로 사용할 수 있습니다. 따라서 프로그래머들은 다양한 정렬 방법을 개발하고 데이터들을 정렬합니다.

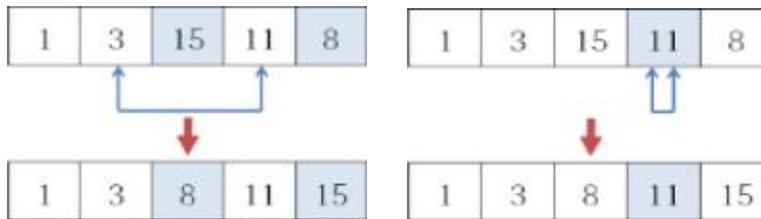
◎ 선택정렬이란?

선택정렬(selection sort)은 정렬되지 않은 데이터들에 대해 가장 작은 데이터를 찾아 가장 앞의 데이터와 교환해 나가는 방식입니다. 선택정렬의 동작 과정을 살펴보면 다음과 같습니다.



가장 앞에 위치한 15와 가장 작은 데이터인 1을 교환합니다. 이때 가장 작은 데이터가 맨 앞에 위치합니다.

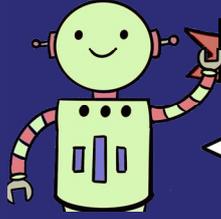
첫 번째 데이터를 제외한 나머지 데이터에서 두 번째 위치한 데이터인 11과 가장 작은 데이터인 3을 교환합니다.



첫 번째, 두 번째 데이터를 뺀 나머지 데이터에서 가장 작은 데이터인 8을 세 번째 위치한 데이터인 15와 교환합니다.

첫 번째, 두 번째, 세 번째 데이터를 제외한 나머지 데이터에서 가장 작은 데이터인 11을 네 번째 위치한 11과 교환합니다. (변화 없음) 모든 데이터의 정렬이 끝납니다.

※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김종훈, 오정철 외, 2013)



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 적용

학년: 이름:



선택정렬

← 가벼운 공

무거운 공 →



1. 첫 번째 가벼운 볼링공과 좌측 첫 번째 볼링공과 위치를 바꾼다.
 2. 두 번째 가벼운 볼링공과 좌측 두 번째 볼링공과 위치를 바꾼다.
 3. 세 번째 가벼운 볼링공과 좌측 세 번째 볼링공과 위치를 바꾼다.
 4. 네 번째 가벼운 볼링공과 좌측 네 번째 볼링공과 위치를 바꾼다.
- (단, 제 위치에 있을 경우 그대로 둔다.)

1. 위 정렬방식은 어떠한 정렬방식입니까?
2. 이 방식을 사용하면 어느 위치의 데이터부터 정렬될까요?
3. 볼링공을 옮기는 과정을 써 봅시다.

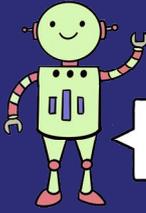
1회: _____와/과 _____을/를 바꾼다. 2회 : _____와/과 _____을/를 바꾼다.

3회: _____와/과 _____을/를 바꾼다. 4회 : _____와/과 _____을/를 바꾼다.

5회: _____와/과 _____을/를 바꾼다. 6회 : _____와/과 _____을/를 바꾼다.

7회: _____와/과 _____을/를 바꾼다. 8회 : _____와/과 _____을/를 바꾼다.

9회: _____와/과 _____을/를 바꾼다. 10회 : _____와/과 _____을/를 바꾼다.



컴퓨팅 퍼즐

학년: 이름:



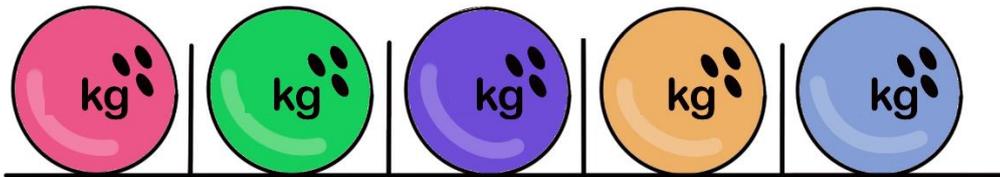
8

볼링공 정리하기 2

퍼즐 볼링장에서 아르바이트를 하는 텅텅이는 영업을 끝난 후 볼링공을 무게순으로 정리하려고 합니다. 볼링공의 크기는 모두 같지만 각 볼링공의 무게는 모두 다르며 볼링공이 낡아서 무게가 보이지 않습니다. 볼링공을 진열대 밖 바닥에 내려놓지 않고 무게순으로 정리하려고 합니다. 아래의 조건을 만족하면서 어떻게 볼링공을 정리할 수 있을지 방법을 생각해 봅시다. 그리고 내가 찾은 방법으로 볼링공을 정리하려면 최소 몇 번을 시행해야 할까요?

← 가벼운 공

무거운 공 →



[볼링공 정리 조건]

1. 바닥이 더러워서 볼링공을 바닥에 내려놓을 수 없다.
2. 양손으로 각각 1개의 볼링공을 잡고 서로 위치를 옮기는 것을 1회 시행으로 한다.
3. 볼링공이 오래되어 무게가 적힌 부분이 보이지 않는다.
4. 한 번 들었던 볼링공의 무게를 기억할 수 없고 양손에 각각 1개의 볼링공을 잡고 있을 때만 볼링공의 무게를 비교할 수 있다.
5. 최소의 시행으로 왼쪽부터 가벼운 순으로 모두 정리한다.



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

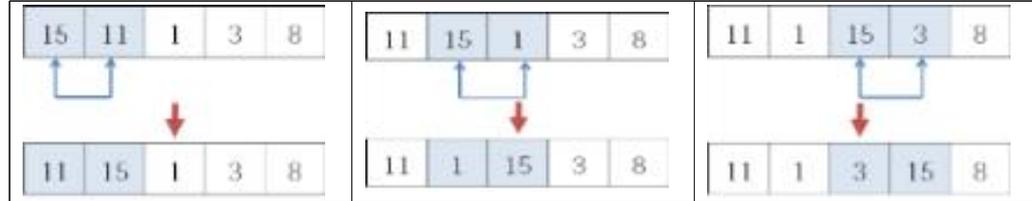
학년: 이름:



버블정렬

◎ 버블정렬이란?

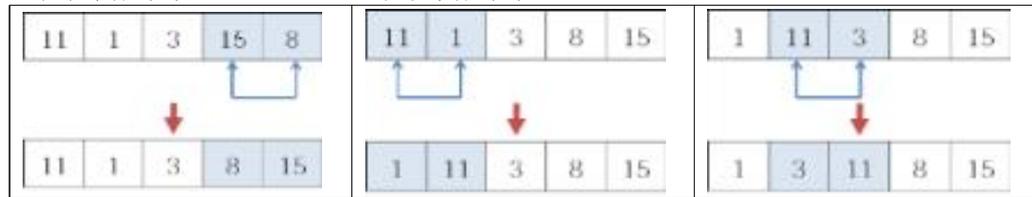
버블정렬(bubble sort)은 서로 이웃한 데이터들을 비교하여 가장 큰 데이터를 가장 뒤로 보내는 정렬방식입니다. 버블정렬의 동작 과정을 살펴보면 다음과 같습니다.



첫 번째 데이터인 15와 두 번째 데이터인 11을 비교해 큰 데이터를 뒤로 위치시킵니다.

두 번째 데이터인 15와 세 번째 데이터인 1을 비교하여 큰 데이터를 뒤로 위치시킵니다.

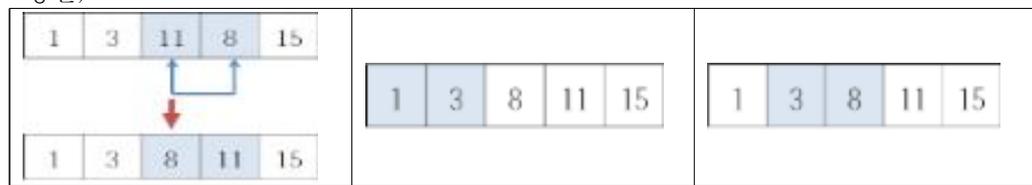
같은 방법으로 세 번째와 네 번째 데이터를 비교하여 위치시킵니다.



마찬가지 방식을 적용하여 네 번째 데이터와 마지막 데이터 위치를 바꿉니다. (맨 마지막 데이터 정렬)

처음부터 같은 방법으로

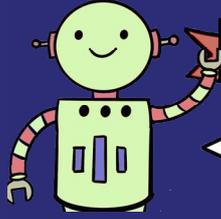
데이터 11이 자신의 위치를 찾아 이동합니다.



버블 2회 시행 후 네 번째 데이터가 정렬되었습니다.

다시 반복하여 시행하면 그림과 같이 모든 데이터가 정렬되는 것을 알 수 있습니다.

※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김중훈, 오정철 외, 2013)



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 적용

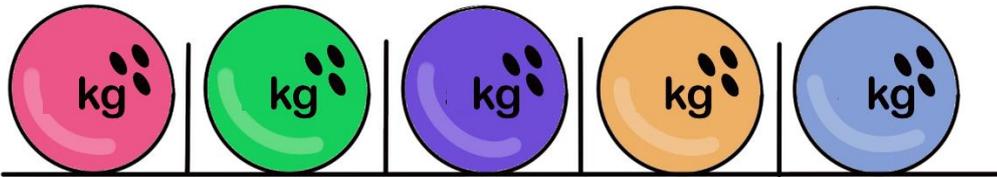
학년: 이름:



버블정렬

← 가벼운 공

무거운 공 →



1. 좌측 첫 번째 불링공과 좌측 두 번째 불링공을 들어 무게를 비교하여 무거운 것은 오른쪽에 놓고 가벼운 것을 왼쪽에 넣습니다.
2. 좌측 두 번째 불링공과 좌측 세 번째 불링공을 들어 무게를 비교하여 무거운 것은 오른쪽에 놓고 가벼운 것을 왼쪽에 넣습니다.
3. 좌측 세 번째 불링공과 좌측 네 번째 불링공을 들어 무게를 비교하여 무거운 것은 오른쪽에 놓고 가벼운 것을 왼쪽에 넣습니다.
4. 좌측 네 번째 불링공과 좌측 다섯 번째 불링공을 들어 무게를 비교하여 무거운 것은 오른쪽에 놓고 가벼운 것을 왼쪽에 넣습니다.
5. 위 과정을 반복합니다.

(단, 들었던 공의 무게를 기억할 수 없고 양손에 든 불링공 무게만 비교할 수 있습니다.)

1. 위 정렬방식은 어떠한 정렬방식입니까?
2. 이 방식을 사용하면 어느 위치의 데이터부터 정렬될까요?
3. 불링공을 옮기는 과정을 써 봅시다.

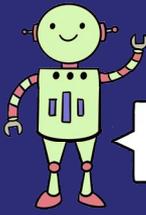
1회: _____와/과 _____을/를 바꾼다. 2회 : _____와/과 _____을/를 바꾼다.

3회: _____와/과 _____을/를 바꾼다. 4회 : _____와/과 _____을/를 바꾼다.

5회: _____와/과 _____을/를 바꾼다. 6회 : _____와/과 _____을/를 바꾼다.

7회: _____와/과 _____을/를 바꾼다. 8회 : _____와/과 _____을/를 바꾼다.

9회: _____와/과 _____을/를 바꾼다. 10회 : _____와/과 _____을/를 바꾼다.



컴퓨팅 퍼즐

학년: 이름:



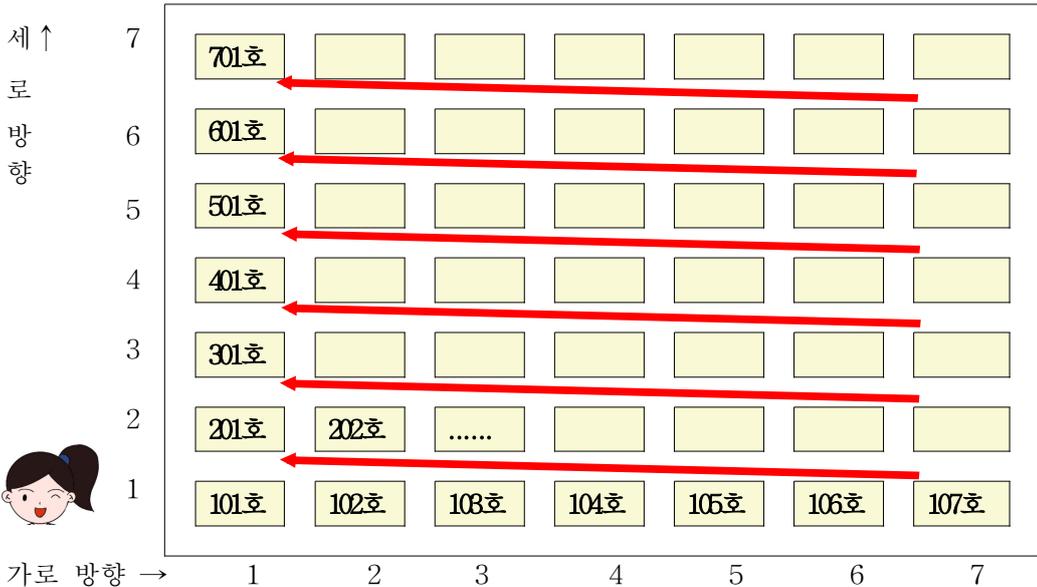
9

호텔에 간 손님

팅팅이는 방학 중에 시설이 깔끔하고 가성비 좋은 컴퓨팅 호텔에서 아르바이트를 하게 되었습니다. 그런데 특이한 점이 있었습니다. 호텔 방의 가격은 모두 같고 각각의 방은 모두 1인실이었습니다. 그리고 손님이 오면 101호부터 107호까지 순서대로 방을 주고 1층이 다 차면 다시 201호부터 방을 준다고 합니다. 오늘 마지막으로 들어온 여자 손님은 505호에 묵고 있다고 합니다.

1. 마지막 여자 손님은 이 호텔에 몇 번째로 방문한 손님일까요? 그렇게 생각한 이유는 무엇인가요?

[컴퓨팅호텔]



[빨간 선은 층간 연결계단을 나타낸다.]

2. 이 호텔의 입장 순서가 다음과 같을 때 303호에 들어간 손님의 성별은 무엇인가요? 왜 그렇게 생각하나요?

순서	1	2	3	4	5	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
성별	남	남	남	여	여	남	남	여	남	여	여	남	남	여	남	남	여	남	남

(1)성별: _____ (2) 이유: _____



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:



배열

우리는 여러 가지 데이터를 저장하기 위하여 저장 공간을 만듭니다. 프로그래밍 언어에서는 앞에서 배운 '변수'라는 것을 만들지요. 그런데 우리가 저장해야 하는 데이터들이 아주 많다고 생각해 봅시다. 변수가 너무 많아서 기억하기도 어렵고 반복문을 사용하여 저장하기도 어렵겠지요? 이때 비슷한 종류의 데이터들을 모아 놓고 하나의 대표되는 값으로 변수를 지정하여 첨자에 의해 구분되는 저장영역을 만들어 두는데 이것이 바로 **배열**입니다.

☞ 일반적인 변수 : a, b, c, d, ... ☞ 배열변수 : a[0], a[1], a[2], a[3], ...

이 경우 우리는 데이터마다 변수 이름을 따로 두지 않으므로 처리가 훨씬 간편하다는 사실을 알 수 있습니다. 배열은 크게 1차원 배열과 다차원 배열로 나뉘는데 우리는 2차원 배열까지만 알아보도록 하겠습니다.

◎ 1차원 배열

1차원 배열은 첨자를 1개만 사용하는 배열로 같은 데이터형의 변수가 일직선으로 이루어집니다. 예를 들어 다음과 같은 형태로 표현되는 경우입니다.

a[0]	a[1]	a[2]	a[3]	a[4]	a[5]	a[6]

◎ 2차원 배열

2차원 배열은 첨자를 2개 사용하여 나타내는 배열입니다. 같은 데이터형의 변수가 행과 열을 나타내는 데 첫 번째 첨자는 행을, 두 번째 첨자는 열을 나타냅니다. 예를 들어 다음과 같은 배열을 생각해 볼 수 있습니다.

	1열	2열
1행	b[0][0]	b[0][1]
2행	b[1][0]	b[1][1]
3행	b[2][0]	b[2][1]

이 배열에서 앞 첨자는 행을 뒤 첨자는 열을 나타낸다는 것을 알 수 있습니다.

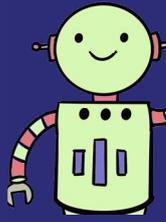
2차원 배열에서는 데이터가 채워지는 방식에 따라 행이 먼저 채워지면 행 중심 방식, 열이 먼저 채워지면 열 중심 방식이라고 합니다.

1. 여섯 개의 데이터를 채울 때 행 중심 방식과 열 중심 방식에 따라 데이터가 채워지는 순서대로 변수를 나열해보세요.

- 행 중심 방식: _____

- 열 중심 방식: _____

※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김종훈, 오정철 외, 2013)



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 적용

학년: 이름:



배열

컴퓨팅 호텔과 인접한 곳에 퍼즐 호텔이 있습니다. 퍼즐 호텔은 컴퓨팅 호텔과 다르게 각각의 방마다 꽃이 이름으로 호실의 이름을 정해져 있습니다. 만약 이 두 호텔에서 그림과 같은 위치의 손님이 야식을 배달시켰다고 한다면 어느 호텔을 방문한 배달부가 객실을 더 빨리 찾을 수 있었을까요? (단, 손님은 묵고 있는 방은 '수국실'입니다.)

[퍼즐호텔]

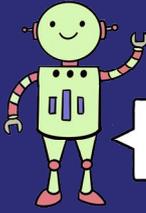
↑ 세 로 방 향	7	유채꽃	수련	연꽃	철쭉	개나리	진달래	민들레
	6	할미꽃	울릉국화	목련	맨드라미		매화	벚꽃
	5	금잔화	어리연	백일홍	장미	바람꽃	해바라기	패랭이꽃
	4	썩부쟁이	원추리	복수초	초롱꽃	나팔꽃	메리골드	베고니아
	3	앵초	개감수	하이신스	팬지	수선화	데이지	노루귀
	2	칸나	피튜니아	과꽃	발노랑이	개별꽃	금불초	물망초
	1	장미	국화	코스모스	카네이션	백합	튤립	무궁화

가로방향 → 1 2 3 4 5 6 7

[빨간 선은 층간 연결계단을 나타낸다.]

1. 배달원이 좀 더 빨리 찾아온 호텔은 어느 호텔일까요? 왜 그렇게 생각하나요?

2. 퍼즐 호텔 방의 꽃 이름은 그대로 사용하면서 손님들에게 방을 더 쉽게 찾게 하려면 어떻게 하면 될까요?



컴퓨팅 퍼즐

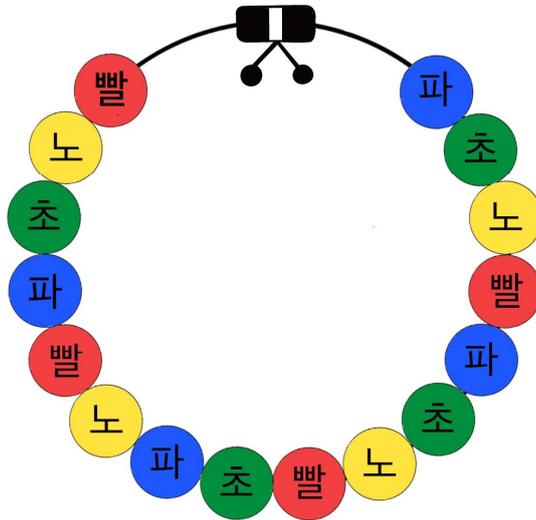
10

학년: 이름:



비즈 공예

팅팅이는 팔찌를 만들기 위해 비즈공예를 하고 있습니다. 빨간색 구슬, 노란색 구슬, 초록색 구슬, 파란색 구슬 순서대로 줄에 끼워야 합니다. 열심히 구슬을 끼우던 Tingting은 구슬을 잘못 끼웠다는 것을 알았습니다. 잘못 끼운 부분을 어떻게 올바른 순서대로 수정할 수 있을까요?



☞ 해결 방법을 찾아 문제 해결 단계별로 수정하는 과정을 적어봅시다.



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:



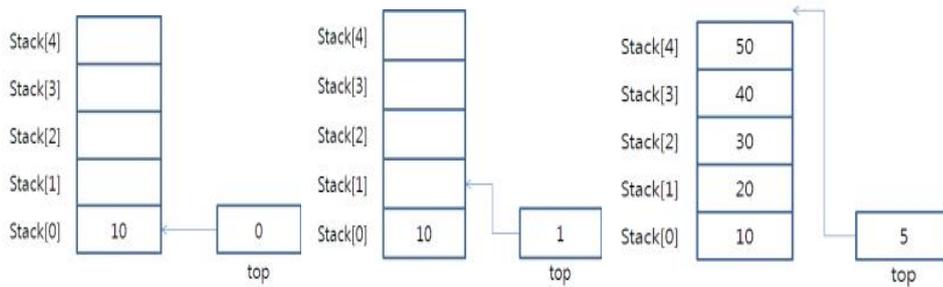
스택

스택은 데이터의 삽입과 삭제가 한 쪽 방향에서만 일어나는 구조입니다. 다음과 같은 동전 케이스는 동전을 넣는 곳과 빼는 곳의 방향이 같아서 가장 최근에 들어간 동전이 가장 먼저 나오는 데 스택의 좋은 예라 할 수 있습니다.



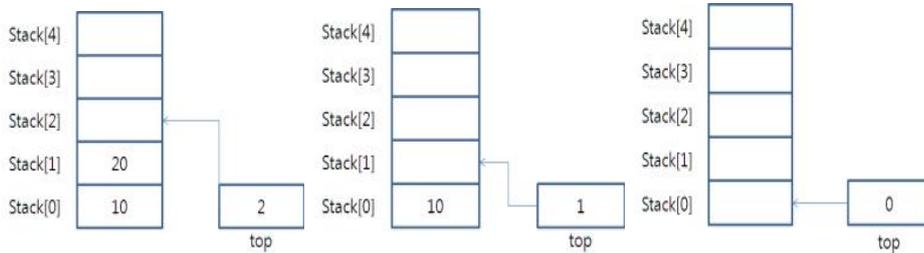
이와 같은 스택은 가장 나중에 들어간 데이터가 가장 먼저 지워지기 때문에 후입선출(LIFO: Last-In First-Out)구조라고도 합니다. 스택은 배열을 이용하거나 연결리스트를 이용해서 구현할 수 있는데 간단히 배열로 구성된 스택을 살펴보면 다음과 같습니다.

◎ 데이터의 삽입



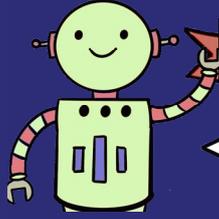
처음 위치에 자료를 저장하고 top을 1 증가합니다. 마찬가지로 방법으로 하여 top이 스택의 크기와 같으면 종료됩니다.

◎ 데이터의 삭제



데이터 top의 크기를 1 감소시키기만 하면 됩니다. top의 값이 0이 되면 종료됩니다.

※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김종훈, 오정철 외, 2013)



컴퓨팅 퍼즐

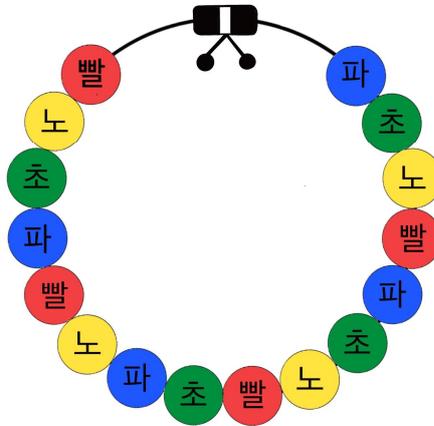
컴퓨팅
개념 적용

학년: 이름:



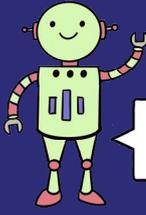
스택

딩딩이는 팔찌를 만들기 위해 비즈공예를 하고 있습니다. 빨간색 구슬, 노란색 구슬, 초록색 구슬, 파란색 구슬 순서대로 줄에 끼워야 합니다. 열심히 구슬을 끼우던 딩딩이는 구슬을 잘못 끼웠다는 것을 알았습니다. 잘못 끼운 부분을 올바른 순서대로 수정하는 과정은 어떻게 될까요?



☞ 해결 방법을 찾아 문제 해결 단계별로 수정하는 과정을 적어봅시다.

1. 가장 마지막에 들어온 데이터는 무엇일까요?
2. 어느 데이터가 가장 먼저 빠져나갈까요?
3. 초록색과 파란색 구슬을 그대로 둔 채로 노란색 구슬만 뺄 수 있을까요?



컴퓨팅 퍼즐

학년: 이름:

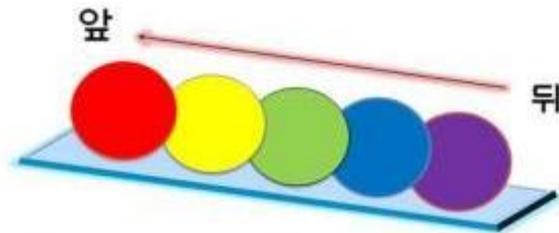


11

내가 원하는 볼링공

수훈이는 오래만에 친구들과 볼링장에 갔습니다. 친구들은 매번 볼링 칠 때마다 특이한 규칙을 만들어서 치는데 오늘은 의자에 앉아있는 순서대로 진이, 효진, 동협, 희선, 수훈, 지원, 진용, 소연, 보영이 순으로 한 명이 한 번씩 공을 굴리기로 했습니다. 그리고 공은 나오는 순서 그대로 하고 처음 시작하는 사람은 뽑기로 뽑아서 빨간색 볼링공으로 시작하기로 했습니다.

수훈이는 평소에 파란색을 너무 좋아해서 처음에는 꼭 파란색 공으로 치고 싶었습니다. 수훈이가 친구들과 정한 규칙을 지키면서 첫 번째 기회에 파란색 볼링공으로 치기 위해서는 누가 제일 먼저 시작해야 할까요? (단, 여러 명이 있다면 모두 골라보세요.)



[공을 치는 순서, 처음 시작만 뽑기로 고릅니다.]



진이



효진



동협



희선



수훈



지원



진용



소연



보영



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:

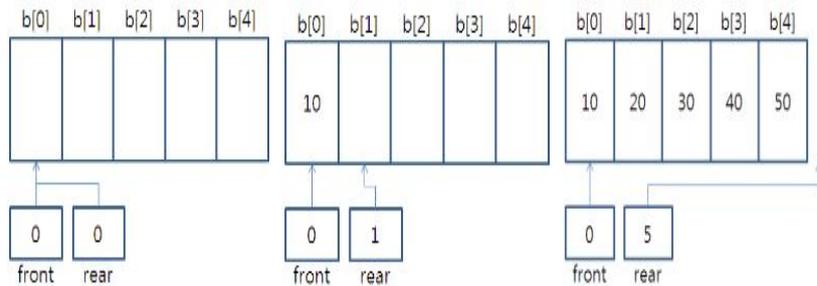


큐

큐는 한 쪽 방향으로 데이터가 입력되고 반대 방향으로 데이터가 지워지는 구조입니다. 다음과 같은 마트의 계산대에서는 계산대에 먼저 도착한 고객이 먼저 계산하고 나가게 되는 데 이는 큐의 좋은 예라고 할 수 있습니다.

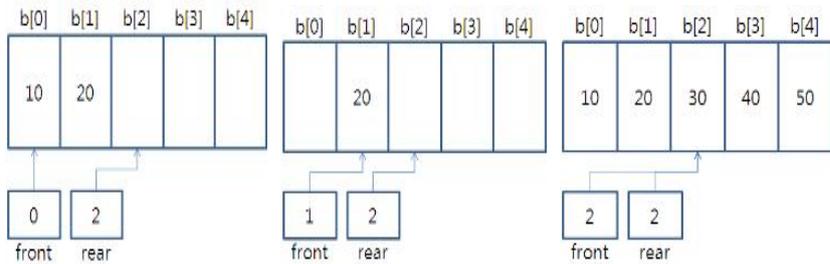
큐는 가장 먼저 입력된 데이터가 가장 먼저 지워지므로 선입 선출(FIFO: First-In First-Out) 구조라고도 합니다. 이와 같은 큐는 배열이나 연결리스트를 이용하여 만들 수 있는데 배열을 이용해 구현된 큐의 데이터 입력과 삭제는 다음과 같습니다.

◎ 데이터의 삽입



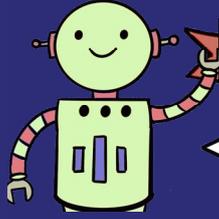
데이터가 입력되면 rear(뒤)의 번호가 1씩 증가합니다. rear(뒤)가 배열의 크기와 같아지면 종료됩니다.

◎ 데이터의 삭제



데이터가 삭제되면 front(앞)의 번호가 1씩 증가합니다. front(앞)가 rear(뒤)의 값과 같아지면 종료됩니다.

※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김종훈, 오정철 외, 2013)



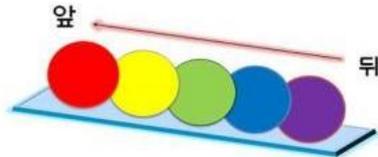
컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 적용

학년: 이름:



큐 1



진이



효진



동협



희선



수훈



지원



진용



소연



보영

공이 어떤 순서대로 굴러 나올지 써 보세요.

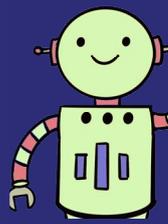
빨 > 노 > () > () > () > () > () > () > ()

수훈이가 파란색 공을 치려면 누구부터 시작해야 할지 여러 경우를 적어보세요.

() > () > () > () > () > () > () > () > ()
() > () > () > () > () > () > () > () > ()
() > () > () > () > () > () > () > () > ()

수훈이가 파란색 공을 치게 되는 경우를 적어보세요.

순서	1번째	2번째	3번째	4번째	5번째	6번째	7번째	8번째	9번째
볼링공									
사람									



컴퓨팅 퍼즐

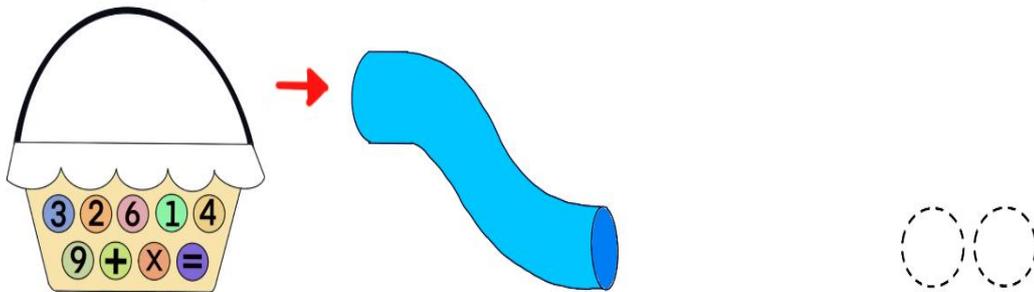
컴퓨팅
개념 적용

학년: 이름:



큐 2

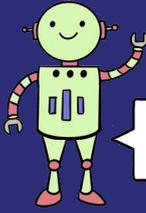
바구니에서 공을 꺼내면 다음과 같이 긴 원통으로 공이 굴러갑니다. 바구니 안의 공을 모두 꺼내어 원통으로 굴러갈 때 일렬로 나온 공이 알맞은 수식이 되려면 공을 어떤 순서로 넣어야 할까요? (단, 맨 먼저 통과된 공은 직선의 오른쪽 끝에 위치하고 다음부터는 그 왼쪽으로 하나씩 채워집니다.)



← 공이 채워지는 방향

1. 9개의 공을 이용해서 어떤 수식을 만들 수 있을까요? 만들 수 있는 수식을 써 보세요.

2. 이 수식을 만족하기 위해서 공을 어떤 순서로 넣어야 할까요? 공을 넣는 순서대로 써 보세요.



컴퓨팅 퍼즐

학년: 이름:



12

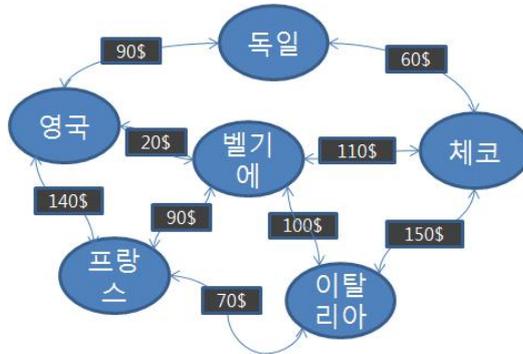
유럽여행 계획 세우기

팅팅초등학교 어린이 탐험대는 유럽여행을 하려고 합니다. 탐험대는 여행을 가기 전 먼저 계획을 짜기로 마음먹었습니다. 여행할 나라는 다음과 같습니다.



※사진 출처: 네이버 세계지도

- 지도 선생님은 어린이 탐험대가 탐험할 국가와 버스 비용을 아래와 같이 간단히 정리해 주셨습니다. 프랑스에서 출발하여 독일까지 갈 때 드는 최소비용은 얼마일까요? 왜 그렇게 생각하나요?



- 여러분이 구한 비용이 최소비용인 까닭은 무엇인가요?

- 각 나라별로 방문할 수 있는 방법을 모두 써 보세요.



컴퓨팅 퍼즐

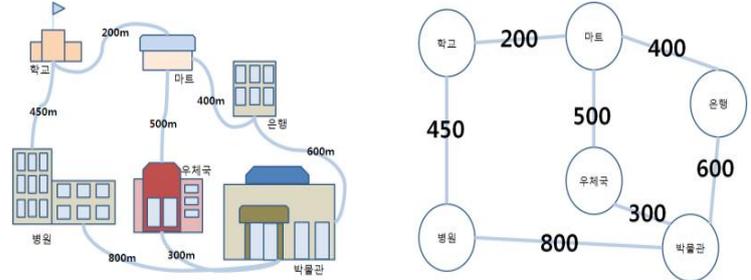
컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:

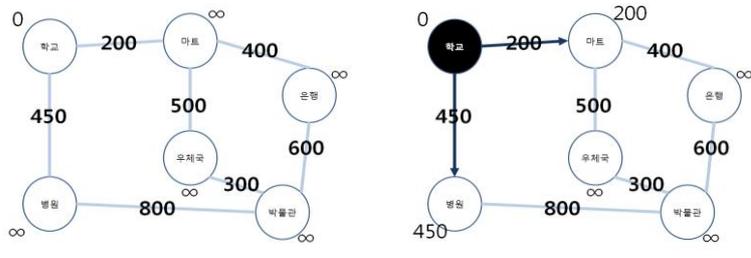


다익스트라알고리즘

차량 자체 또는 스마트폰에서 제공하는 네비게이션은 목적지까지 가장 빨리 도달할 수 있는 경로를 알려줍니다. 어떻게 네비게이션이 최단 경로를 안내해 주는 것일까요? 궁금하지 않나요? 이런 네비게이션을 구현하는 데 핵심적인 요소가 바로 최단경로 알고리즘입니다. 최단경로란 출발점에서 목표까지 가는 경로 중 간선의 가중치(두 지점 사이의 거리(또는 비용, 또는 시간 등)의 합이 가장 작은 경로를 말합니다. 최단경로를 구하는 알고리즘으로 대표적인 것이 바로 **다익스트라 알고리즘**입니다. 다음의 내용을 통해 다익스트라알고리즘을 알아봅시다.

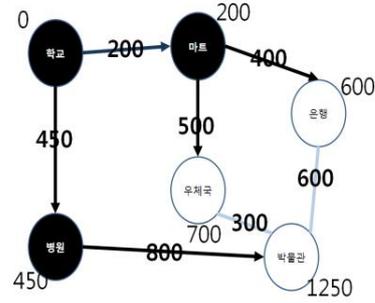
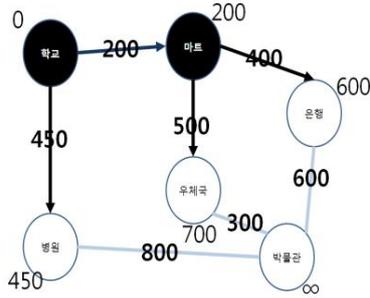


위의 그림은 학교에서 박물관까지 가는 여러 길을 나타낸 것입니다. 이를 단순화하면 오른쪽의 그림과 같습니다. 이 그림에서 우리는 모든 경우의 수를 생각해서 경로를 찾습니다. 그러나 다익스트라알고리즘은 다음과 같은 과정을 통해 최단 경로를 구하게 됩니다. 이 과정은 우리가 모든 경로를 고려하여 최단경로를 찾아내는 것과 결과가 같습니다.



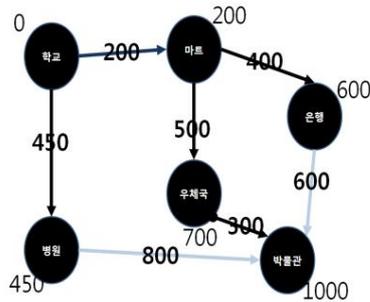
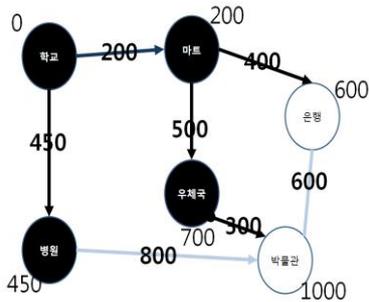
출발지인 학교의 거리값을 0으로 하고 다른 정점들의 거리값을 ∞(무한대)로 둡니다.

출발점인 학교를 표시하고 바로 다음 정점인 마트와 병원까지의 거리를 계산합니다. 이때 간선은 굵게 표시하고 거리값을 ∞에서 계산된 값으로 바꿉니다.



선택되지 않은 정점 중에서 거리 값이 작은 마트를 선택합니다. 그 후에 마트에서 다음 도착점인 우체국과 은행까지의 거리를 구합니다. 이때 이전지점까지의 거리를 합하여 총 거리를 구한 후 거리값에 ∞ 대신 입력합니다.

아직 선택되지 않은 값 중에 거리 값이 가장 작은 병원을 선택합니다. 그리고 마지막 도착점인 박물관까지의 거리값을 계산한 후 ∞ 대신 입력합니다. 그 결과 거리값은 1250이 되었습니다. 800간선을 굵게 표시합니다.

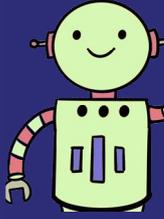


선택하지 않은 정점 중 우체국 정점을 선택합니다. 그 후 박물관까지의 거리값을 계산합니다. 계산된 거리 값이 이미 입력된 값보다 작으면 (1250) 계산된 값을 입력하고 800간선의 표시를 지워 300간선을 선택합니다.

선택되지 않은 정점 중 은행을 선택하여 기존의 거리 값(1000)과 비교합니다. 거리값이 더 클 경우, 기존의 거리값을 유지하고 간선을 선택하지 않습니다. 마지막 정점인 박물관을 선택하고 최단경로를 구합니다.

다소 복잡하고 어려워 보이지만 우리가 사용하는 네비게이션은 이러한 알고리즘을 통해 거리를 계산하고 우리에게 정보를 제공합니다.

※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김종훈, 오정철 외, 2013)



컴퓨팅 퍼즐

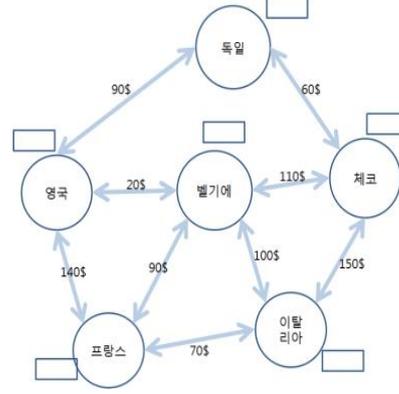
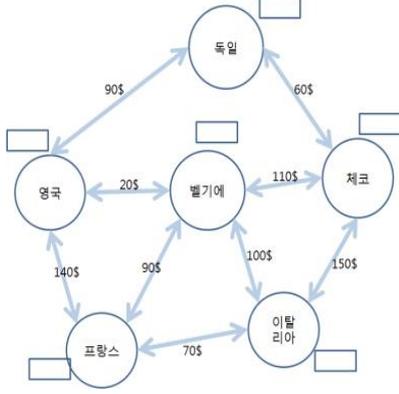
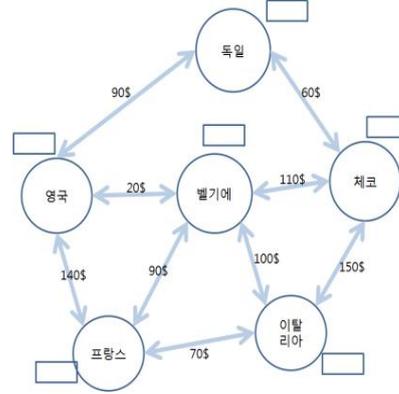
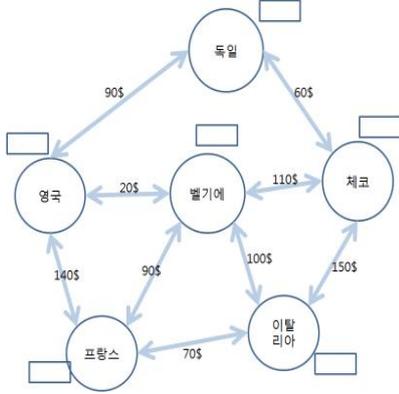
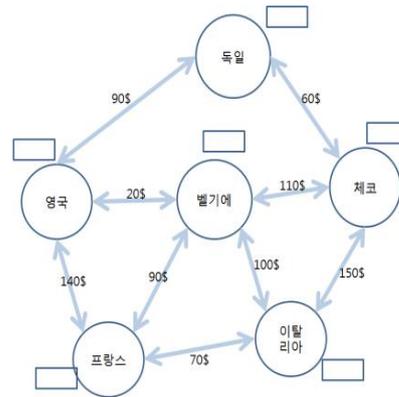
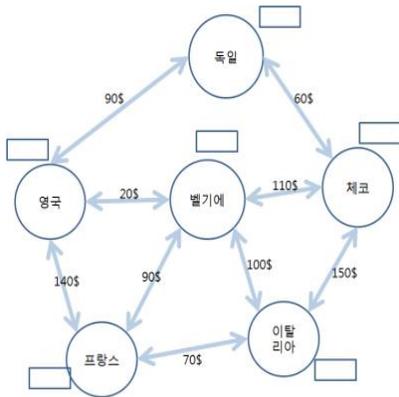
컴퓨팅
개념 적용

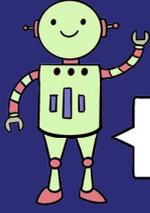
학년: 이름:



다익스트라알고리즘

프랑스에서 출발하여 목적지인 독일에 도착하는 과정을 다익스트라알고리즘을 통해 표현해봅시다.





컴퓨팅 퍼즐

13

학년: 이름:

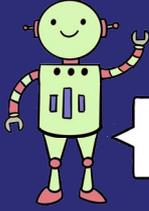


단어 압축하기 1

컴퓨터 시간에 선생님께서 다음 문장을 주시면서 각 글자를 2진수로 바꾸어 나타내 보라고 하였습니다. 단, 사용할 수 있는 2진수는 0, 1, 10, 11, 010, 011, 100이며 가장 짧은 길이로 문장을 표현해야 한다고 하였습니다.

내가 그린 기린 그림 잘 그린 기린 그림

어떻게 표현하면 좋을까요?



컴퓨팅 퍼즐

14

학년: 이름:



단어 압축하기 2

팅팅이는 집으로 가는 길에 전자 제품 가게 앞에서 지나다가 다음과 같은 광고 문구를 보게 되었습니다.

‘디지털 시대! 아래 문장을 올바르게 해석하시면

5% 추가 할인을 해드립니다!’

호기심이 들어 이 문장을 해석해 보기로 하였습니다. 이 문장은 원래 어떤 뜻이며 어떠한 원리에 의해 아래와 같이 나타난 것일까?

집에 있는 가전제품은 새 [6,4]입니까? 현 [8,7]?



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:



압축

데이터를 저장하거나 전송할 때 데이터의 크기를 줄이는 것이 좋습니다. 데이터의 크기를 줄이는 데 사용하는 기술이 바로 **데이터 압축**입니다. 컴퓨터에서 사용하는 대표적인 데이터 압축 기술은 런 령스 코딩과 허프만 코딩이 있습니다.

◎ 런 령스 코딩

런 령스 코딩은 다음과 같이 반복되는 문자와 탈출문자, 반복횟수로 압축하는 기술입니다.

AAABBBBBBBBBBBBCCCCDDDD



A*3B*11C*5D*4

위의 예에서 A가 3번 연속으로 등장하므로 A*3이라고 표현하는 데 A는 ‘반복 문자’, *는 ‘탈출문자’ 3은 ‘반복횟수’를 의미합니다. 퍼즐 25는 이와 동일하지는 않지만, 반복구간을 이용하여 문자를 압축하는 방법을 응용한 것입니다. 다음의 경우를 런 령스 코딩으로 압축해보세요.

IT Puzzle



위의 문장을 압축하면 반복되는 문자가 없어서 오히려 데이터가 커진다는 사실을 알 수 있습니다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 개발된 방법이 바로 허프만 코딩 방식입니다.

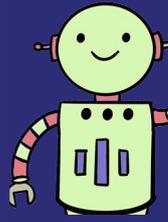
◎ 허프만 코딩

허프만 코딩은 데이터에서 사용되는 모든 문자의 사용횟수를 먼저 계산합니다. 그리고 자주 사용하는 순서로 적은 비트로 된 코드로 변환해서 표현하고 자주 사용되지 않는 문자는 많은 비트로 된 코드로 변환하여 표현합니다. 데이터의 정리를 트리 형태로 표현해서 정리해야 하지만 간단히 적은 비트로 교체되는 과정을 정리하면 우선 압축하려는 문장 AAABBBBBBBBBBBBCCCCDDDD의 빈도수를 구합니다.

A: 3회, B: 11회, C: 5회, D: 4회

이 빈도수를 통해 가장 많이 반복되는 B를 가장 적은 비트로 교체합니다. 그 뒤 변환하게 되면 압축에 의해 데이터의 크기가 줄어들게 됩니다.

※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김종훈, 오정철 외, 2013)



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 적용

학년: 이름:



압축

컴퓨터 시간에 선생님께서 다음 문장을 주시면서 각 글자를 2진수로 바꾸어 나타내 보라고 하였습니다. 단, 사용할 수 있는 2진수는 1, 01, 000, 0010, 0011이며 가장 짧은 길이로 문장을 표현해야 한다고 하였습니다.

내가 그린 기린 그림 잘 그린 기린 그림

가장 짧은 길이의 2진수로 문장을 표현할 때 각 글자별로 바뀌어 표현되는 2진수를 다음 표에 적어라.

1. 각각의 반복횟수를 세어 적어봅시다.

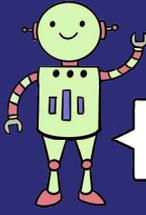
내		가		그		린		기		림		잘	
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--

2. 대체되는 2진수를 적어봅시다

내		가		그		린	
---	--	---	--	---	--	---	--

기		림		잘	
---	--	---	--	---	--

3. 완성된 압축 문장을 새로 적어봅시다.



컴퓨팅 퍼즐

학년: 이름:



15

카드 뒤집기 마술

■	□	■	□	마술사가 카드를 늘어놓는 곳
□	■	□	■	
■	■	■	□	
■	□	■	■	
■	□	■	□	

마술사는 다음과 같이 아무렇게나 늘어놓은 20장에 카드를 일정한 규칙에 맞게 한 줄을 더 늘어놓은 후 눈을 가린 상태에서 관객이 1장을 바꿀 때 어떤 카드가 바뀌었는지 알 수 있다고 합니다. 마술사가 사용한 트릭은 무엇일까요? 왜 그렇게 생각하나요?



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:



패리티 비트

네트워크를 통해 데이터를 전송할 때 전파장애, 번개, 해킹 등 여러 가지 이유에 의해 데이터가 바뀌거나 손상될 가능성이 있습니다. 그래서 인터넷과 같은 네트워크 시스템에서는 받은 데이터에 오류가 있는지를 판단하는 기능을 갖추고 있는데 가장 기초적인 방법이 패리티 비트를 사용하는 것입니다.

패리티 비트(parity bit)는 짝수 패리티와 홀수 패리티로 나누어 생각해 볼 수 있습니다. 홀수 패리티는 짝수를 홀수로만 바꾸면 되는 것이기 때문에 짝수 패리티를 기준으로 설명하겠습니다.

패리티 비트를 만드는 과정은 2진 데이터에 패리티 비트가 추가되어 1의 개수가 짝수가 되게 하는 것입니다. 예를 들어 다음과 같은 원본 데이터가 있다고 생각해 봅시다.

1	0	0	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---

데이터

이 데이터에 오류를 찾아내기 위한 비트 하나를 더 추가하게 되는데 그것이 바로 패리티 비트입니다. 위의 데이터는 1의 개수가 2개(짝수)이므로 짝수 패리티를 만들기 위해 패리티 비트로 '0'이 추가되어야 한다는 것을 알 수 있습니다.

1	0	0	0	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

데이터

패리티비트

다음의 경우에는 데이터의 1의 개수가 홀수이므로 패리티 비트는 1이 된다는 사실을 알 수 있습니다.

1	0	0	0	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

데이터

패리티비트

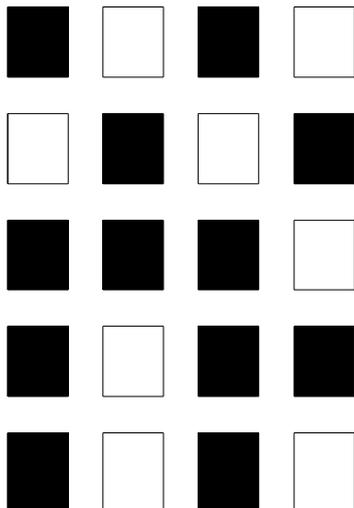
※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김종훈, 오정철 외, 2013)



학년: 이름:

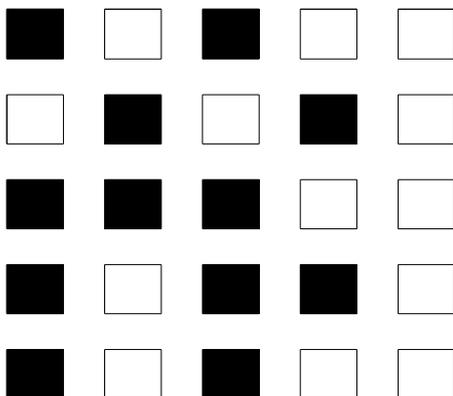


패리티 비트 1



마술사가 카드를 넣어 놓는 곳

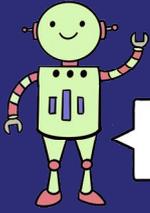
1. 마술사는 다음과 같이 아무렇게나 늘어놓은 20장에 카드를 일정한 규칙에 맞게 한 줄을 더 늘어놓은 후 눈을 가린 상태에서 관객이 1장을 바꿀 때 어떤 카드가 바뀌었는지 알 수 있다고 합니다. 마술사가 사용한 트릭은 무엇일까요?



2. 마술사가 준비한 카드를 살펴봅시다. 검정 카드와 흰 카드는 각각 데이터의 무엇과 비슷하다고 할 수 있을까요?

3. 마술사가 카드를 넣어놓는 곳에 카드를 어떻게 넣어놓아야 관객이 바꾼 카드를 찾을 수 있겠습니까?

4. 마지막에 마술사가 넣어놓아야 하는 카드의 모양에 맞게 빈칸에 색칠해 보세요.



컴퓨팅 퍼즐

학년: 이름:



16

왕이 보낸 편지

로마 시대의 위대한 황제 시저는 키케로나 친지들에게 은밀한 편지를 보내고자 할 때 암호문을 이용했습니다. 다음의 문장은 무슨 뜻일까요?

D S S O H

1. 비슷한 방법으로 아래의 단어를 해석하고자 합니다. 다음은 어떤 단어일까요?
 (단, 한글 자음은 쌍자음을 사용하지 않으며 모음은 ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ, ㅡ, ㅣ만 사용합니다.)

ㅈ ㅋ ㄹ ㅠ ㅋ

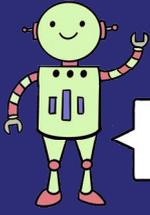
[알파벳 순서]

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

ㄱ ㄴ ㄷ ㄹ ㅁ ㅂ ㅅ ㅇ ㅈ ㅊ ㅋ ㅌ ㅍ ㅎ ㅏ ㅑ ㅓ ㅕ ㅗ ㅛ ㅜ ㅠ ㅡ ㅣ

[자음 순서]

[모음 순서]



컴퓨팅 퍼즐

17

학년: 이름:



원탁 암호

알파벳 놀이를 하던 텅텅이는 알파벳의 수가 26개인 것을 보고 암호를 만들었습니다. 평소에 텅텅이가 좋아하는 것을 암호화했는데 이 암호를 어떻게 풀 수 있을까요?

F P U B B Y

[힌트 상자]



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:



암호

◎ 시저 암호법

치환 기법은 평문의 문자를 다른 문자나 숫자 또는 기호로 대체시키는 방법입니다. 원래 문장의 일련의 비트일 경우 치환은 평문 비트 패턴을 암호문 비트 패턴으로 대체시키는 일을 포함합니다.

치환 암호 방식을 가장 먼저 사용한 것으로 알려진 방법은 율리어스 시저에 의해 개발된 **시저 암호법**입니다. 시저 암호법은 각 알파벳 문자를 두 문자 건너의 세 번째 문자로 치환하는 방식입니다. 알파벳이 문자 Z 다음에 A로 연결되는 형태라 할 수 있습니다. 이 경우 모든 문자 치환을 다음과 같이 나열할 수 있습니다. 평문의 알파벳이 다음과 같이 +3 이동하여 다음의 알파벳으로 바뀝니다.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C

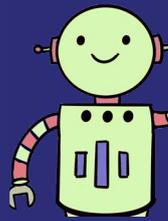
◎ 다중 문자 치환 암호 기법

단일 문자 치환 암호 방법은 알파벳 하나를 다른 기호나 알파벳으로 바꾸는 방법입니다. 단일 치환 암호방식의 경우 한 문장에서 많이 쓰이는 특정 기호가 많이 출현하게 되어 암호화한 원래 언어의 구조를 알고 있는 사람의 경우 출현횟수를 계산해서 해독할 수 있습니다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 등장한 암호화 방식이 **다중치환암호**입니다. 다중치환암호는 다음과 같은 평문의 문장을 정확히 반으로 나누어 서로 대응시킵니다.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M

그 뒤 서로 대응되는 알파벳을 서로 치환하면 됩니다. 예를 들어 A는 N으로 다시 N은 A로 치환할 수 있습니다.

※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김중훈, 오정철 외, 2013)



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 적용

학년: 이름:



원탁 암호

알파벳 놀이를 하던 텅팅이는 영어의 알파벳의 수가 26개인 것을 보고서 암호를 만들었습니다. 평소에 텅팅이가 좋아하는 것을 암호화했는데 이 문제를 풀어보세요. (단, 알파벳의 개수가 짝수이고 이것을 반으로 나누어 배열했습니다.)

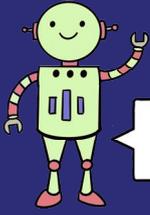
O N Q Z V A G B A

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z

한글 자모를 이용하여 원탁 암호를 만들어봅시다. (단, 한글자음은 쌍자음을 사용하지 않으며 모음은 순서대로 ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ, ㅡ, ㅣ 만 사용합니다.)

- 원래 문장: _____

- 암호문: _____



컴퓨팅 퍼즐

18

학년: 이름:



전치 암호 1

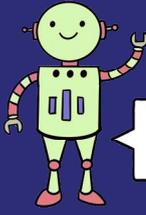
신비한 구슬을 찾아 여행을 찾아 떠나던 텅팅이는 구슬의 행방을 찾을 수 있는 암호문으로 적힌 쪽지를 발견했습니다. 그리고 쪽지 아래에는 두 가지 힌트가 있었습니다. 이 쪽지의 의미는 무엇일까요?

◎ 힌트1: 4

◎ 힌트2: 4 1 3 2

[암호문]

범계의마으빨로곡이해동리



컴퓨팅 퍼즐

19

학년: 이름:



전치 암호 2

팅팅이는 보물이 가득 들었다는 동굴 앞에 도착했습니다. 하지만 동굴은 커다란 돌문으로 닫혀있었습니다. 돌문 앞에는 상자가 하나 놓여 있었고 기다란 쪽지가 들어있었습니다. 기다란 쪽지에 들어있는 단어들을 모두 말하면 동굴의 문이 열린다고 합니다. 힌트는 숫자 10입니다. 쪽지에 있는 단어들은 무엇일까요?

◎ 힌트: 10

[암호문]

컴				력				렬	색			램	환			출	큐		정	탐
이																				문
변																				그
프	반	선	선	배	스	압	퓨	진	수	로	복	형	택	열	택	력	팅	수	교	



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 도입

학년: 이름:



전치 암호 1

전치 암호는 치환암호의 한 종류로 원래 문자의 위치를 바꾸어 암호문을 만드는 방법입니다. 문자와 암호문에서 사용하는 문자는 1:1 대응으로 문자의 집합과 암호문에서 사용하는 문자의 집합이 같습니다.

다음과 같은 예를 통해 전치 암호를 살펴봅시다.

‘COMPUTER PROGRAMMING LANGUAGE GO!’라는 문장이 있다고 생각해 봅시다. 이를 6개 블록 단위로 끊어 다음과 같은 표에 적습니다.

‘COMPUT/ ER PROG/ RAMMIN/ G LANGU/ AGE GO!’

C	O	M	P	U	T
E	R	P	R	O	G
R	A	M	M	I	N
G	L	A	N	G	U
A	G	E	G	O	!

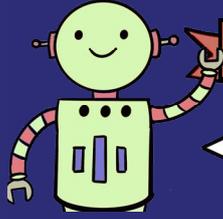
그러면 다음과 같은 표를 완성할 수 있습니다. 이제 이 표를 세로 방향으로 다시 암호화하면 다음과 같습니다.

C	O	M	P	U	T
E	R	P	R	O	G
R	A	M	M	I	N
G	L	A	N	G	U
A	G	E	G	O	!

◎ 암호화된 문장: CERGAORALGMPMAEPRMNGUOIGOTGNU!

이러한 방법으로 암호화하는 방법이 바로 전치 암호입니다.

※내용 출처: 창의적 생각을 키우는 IT퍼즐(김종훈, 오정철 외, 2013)



컴퓨팅 퍼즐

컴퓨팅
개념 적용

학년: 이름:



전치 암호 2

수업이 끝나고 텅텅이는 자신의 사물함에서 아래와 같이 암호문이 적힌 쪽지를 발견했습니다. 이 쪽지의 의미는 무엇일까요?

(힌트: 블록 크기는 4, 비밀키는 4132입니다.)

거떠운즐기킴반즐티육교퓨로램그프

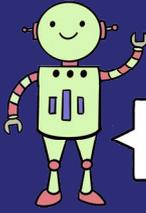
1. 위의 문장을 블록 크기 4로 끊어서 나누어 보세요.

2. 4132는 어떻게 배치하라는 뜻일까요?

두 번째	네 번째	세 번째	첫 번째

쪽지를 보낸 친구가 누구인지를 알게 된 텅텅이는 아래 내용과 같은 답장을 보내려고 합니다. 아래 내용을 어떻게 암호문으로 바꿀 수 있을까요? (단, 암호문으로 바꾸는 방법은 위에서 텅텅이가 받았던 쪽지와 같은 방식을 이용합니다.)

Thank you my best friend



컴퓨팅 퍼즐

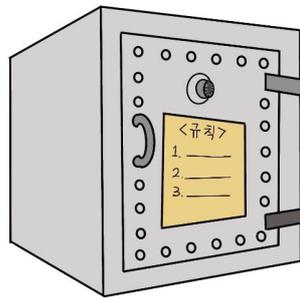
학년: 이름:



20

태양의 눈물을 찾아라

희대의 다이아몬드 ‘태양의 눈물’을 찾기 위해 전 세계를 돌아다니던 마카오 진은 드디어 ‘태양의 눈물’이 있는 금고 앞에 도착했습니다. 그 금고 앞에는 다음과 같이 규칙이 적혀 있었습니다.



- <규칙>
1. 가로 · 세로 · 대각선에 있는 세 숫자의 합과 곱은 모두 짝수이다.
 2. 위쪽에 있는 숫자가 항상 아래쪽의 숫자보다 크다.
 3. 같은 줄에 있는 숫자라면 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 숫자가 커진다.

위의 규칙을 따라 다음 9개 숫자를 숫자판에 정확히 배열했을 때에 금고가 열린다고 합니다.

1 2 5 6 8 10 11 14 15

위 숫자들을 숫자판에 어떻게 배치할 수 있을까요?

<숫자판>

<부록 2> 2015 개정 초등 실과과 6종 교과서 SW·로봇 단위 발문 분석

1. 2015 개정 초등 실과과 교과서 SW 단위 발문 분석

1) 교○○ 실과 6학년 '4. 생활 속 SW' 단위

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
55	소프트웨어란 무엇이며, 어떤 역할을 할까?	1			
	소프트웨어는 우리 생활에 어떤 영향을 미치고 있을까?		1		
	절차적 사고란 무엇이며, 우리 생활에 어떻게 적용할 수 있을까?	1			
	소프트웨어는 어떻게 자료를 처리할까?			1	
	프로그램은 어떤 구조로 만들까?			1	
	56	전기밥솥은 어떻게 스스로 밥을 지을 수 있을까요?		1	
57	내가 사용하는 정보 기기에 사용된 소프트웨어의 이름을 조사해 써 봅시다.	1			
59	내가 하루 동안 사용하는 소프트웨어를 살펴보고, 사용한 소프트웨어가 생활에 어떤 도움을 주었는지 써 봅시다.		1		
60	세탁은 어떤 절차로 빨래를 할까요?	1			
61	나만의 간단한 춤이나 율동을 만들고 친구에게 알려 준 뒤 함께 해 봅시다.			1	
	4박자나 8박자의 동작을 만들어 글과 그림으로 표현해 봅시다.			1	
	내가 만든 동작을 친구에게 알려 주고 함께 해 봅시다.	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	내가 만든 동작을 친구가 잘 따라하려면 어떻게 해야 할까요?		1		
	친구의 동작과 나의 동작이 같은지 확인해 봅시다.	1			
62	절차적 문제 해결 방법을 이용하여 우리 지역의 박물관 답사 계획을 세워 봅시다.			1	
	박물관 답사에 필요한 정보를 찾아보자.		1		
	박물관 답사에 꼭 필요한 부분만 정리해 보자.		1		
63	절차적 문제 해결 방법을 이용하여 로봇이 장을 보고 집으로 돌아오는 놀이를 해 봅시다.		1		
	장을 보고 집으로 돌아오는 과정을 작게 나누어 생각하였나요?	1			
	내가 만든 명령어로 무사히 장을 보고 집으로 돌아왔나요?	1			
64	컴퓨터 프로그램은 어떻게 만들 수 있을까요?			1	
66	움직이고 말하는 프로그램 만들기를 통해 엔트리의 기본 사용법을 익혀 봅시다.	1			
67	오류가 있는지 확인하고 수정해 봅시다.	1			
	엔트리봇이 걷는 것처럼 움직이게 하려면?		1		
	간단한 장면을 엔트리로 꾸미고, 친구와 감상해 봅시다.				1
	꾸미고 싶은 장면을 정하고 등장인물과 말할 내용을 구상해 봅시다.			1	
	구상한 대로 프로그램을 작성해 봅시다.		1		
	친구의 작품을 감상하고 잘한 점을 찾아봅시다.				1

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
68	이름을 묻고 인사하는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
	엔트리봇이 이름을 부르며 인사하였나요?	1			
	다른 내용을 입력 받아 적절한 문구와 연결하는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
69	두 수의 덧셈을 계산하는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
	두 수를 입력 받아 계산할 수 있나요?	1			
	뺄셈 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
70	두 개의 낱말을 각각의 변수에 저장하고 이를 연결하여 출력해 봅시다.		1		
71	프로그램 구조는 어떻게 만들어졌을까?			1	
72	순차 구조를 이용하여 로봇 청소기가 정사각형 모양으로 움직이도록 프로그래밍을 해 봅시다.		1		
	문제 해결 절차를 설계해 봅시다.		1		
	로봇 청소기가 위와 같이 움직이도록 블록을 조립하고 실행해 봅시다.	1			
	로봇 청소기가 예상대로 움직이는지 살펴봅시다.	1			
73	반복 구조를 활용하여 로봇 청소기가 정사각형 모양으로 움직이도록 프로그래밍을 해 봅시다.		1		
	문제 해결 절차를 설계해 봅시다.		1		
	로봇 청소기가 위와 같이 움직이도록 블록을 조립하고 실행해 봅시다.	1			
	로봇 청소기가 예상대로 움직이는지 살펴봅시다.	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
74	선택 구조를 이용하여 로봇 청소기가 스스로 움직이며 청소를 할 수 있도록 프로그래밍을 해 봅시다.		1		
	문제 해결 절차를 설계해 봅시다.		1		
	로봇 청소기가 위와 같이 움직이도록 블록을 조립하고 실행해 봅시다.	1			
	로봇 청소기가 예상대로 움직이는지 살펴봅시다.	1			
75	나만의 프로그램을 만들고, 친구들과 공유해 봅시다.			1	
	만들고 싶은 프로그램을 설계해 봅시다.			1	
	내가 만든 프로그램을 공유하고, 친구들의 작품을 감상해 봅시다.				1
	나만의 프로그램을 만든 소감을 말해 봅시다.				1
	친구들의 작품을 감상하고 서로 잘한 점을 찾아 이야기해 봅시다.				1
	프로그램이 문제를 해결하였나요?	1			
	내가 계획한대로 프로그램이 작동하였나요?	1			
	자료의 입력과 처리, 출력이 적절히 이루어졌나요?				1
	순차, 반복, 선택의 프로그램 구조를 적절히 활용하였나요?				1
	프로그램을 사용하는 사람이 편리하게 이용할 수 있나요?				1
77	엔트리로 악기를 연주하는 프로그램을 만들어 친구들과 함께 합주해 봅시다.		1		
합계		20	21	11	8

2) 금○ 실과 6학년 '3. 소프트웨어와 생활' 단위

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
33	스마트폰에서 애플리케이션을 이용해 본 적이 있나요?	1			
	순서를 지키지 않아 일을 해결하는 데 어려웠던 적이 있나요?	1			
	컴퓨터 프로그램을 만들어 본 적이 있나요?	1			
34	과거와 현재의 생활 모습이 어떻게 바뀌었는지 이야기해 봅시다.		1		
35	소프트웨어는 우리 생활에 어떤 영향을 미칠까요?			1	
	보기에서 2~3가지 매체를 골라 봅시다.	1			
	위에서 고른 방법을 이용해 우리 생활에 소프트웨어가 적용된 예를 찾아 정리해 봅시다.		1		
	각자 찾은 내용을 바탕으로 소프트웨어가 우리 생활에 어떤 영향을 미치는지 이야기해 봅시다.			1	
38	로봇이 자동차에 탈 수 있도록 보기에서 알맞은 문장을 찾아 빈칸에 채워 봅시다.	1			
39	절차적 사고란 무엇일까요?	1			
	이외의 일상생활 속 절차적 사고의 사례를 더 찾아 이야기해 봅시다.		1		
40	종이 개구리 접는 순서를 원 안에 적고, 순서대로 접어 봅시다.	1			
41	친구와 함께 명령어 놀이를 하며 아래 대화를 완성해 봅시다.		1		
	친구의 답이 내가 생각한 것과 다르다면 이유를 생각해 봐요.				1

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
42	이상한 나라에 간 앨리스가 토끼를 따라 작은 문을 통과하려면 어떤 약을 마셔야 할지 표시해 봅시다.	1			
44	프로그램을 만들어 볼까요?	1			
45	엔트리의 블록들을 자유롭게 탐색해 봅시다.	1			
47	엔트리봇이 ‘안녕!’이라고 말하나요?	1			
	엔트리봇의 크기가 커지나요?	1			
	구상한 대로 프로그램이 실행되나요?	1			
	블록들을 자유롭게 사용하여 짝에게 나의 장래 희망을 말하는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
49	두 수를 입력할 수 있나요?	1			
	두 수를 입력하면 더한 값이 나타나나요?	1			
	구상한 대로 프로그램이 실행되나요?	1			
	두 친구의 이름을 입력하면 합쳐 주는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
51	소녀가 말하고 이동하나요?	1			
	방귀 소리를 내나요?	1			
	2초 후에 얼굴색이 변하나요?	1			
	구상한 대로 프로그램이 실행되나요?	1			
	소녀가 행동할 때마다 피겨 선수가 행동이나 대사를 하도록 순차 구조로 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
53	문제가 나오나요?	1			
	정답을 입력할 수 있나요?	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	정답을 입력하면 ‘정답!’이라고 말하나요?	1			
	오답을 입력하면 ‘땡!’이라고 말하나요?	1			
	구상한 대로 프로그램이 실행되나요?	1			
	정답을 맞히거나 틀리면 소리가 나는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
55	꽃잎이 회전하여 도장처럼 찍혔나요?	1			
	꽃잎이 4장이 되었나요?	1			
	구상한 대로 프로그램이 실행되나요?	1			
	꽃잎이 더 여러 장 찍히는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
56	순차·선택·반복 구조를 이용하여 로봇 청소기 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
	알아서 청소해 주는 프로그램을 만들어 볼까?		1		
57	청소기가 움직이나요?	1			
	벽에 닿으면 방향을 바꿔 움직이나요?	1			
	청소기가 지나간 자리가 표시되나요?	1			
	구상한 대로 프로그램이 실행되나요?	1			
	1에서 만든 로봇 청소기가 바닥에 있는 장애물을 피해서 청소하는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
58	영화 속에 나오는 인공 지능 로봇을 살펴보고, 내가 만들고 싶은 인공 지능 로봇을 상상하여 표현해 봅시다.			1	
59	소프트웨어가 우리 생활에 미치는 영향을 이해했나요?	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	절차적 사고를 통해 문제를 해결했나요?	1			
	기초적인 프로그래밍 만들기 과정에 적극적으로 참여했나요?				1
	프로그램을 만들어 봄으로써 입력·처리·출력 과정을 이해했나요?				1
	프로그램을 만드는 과정을 통해 순차, 선택, 반복 구조를 이해했나요?				1
	합계	34	12	3	4

3) 동○ 실과 6학년 '4. 프로그래밍과 소통' 단원

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
67	생활 속에서 소프트웨어를 활용해 본 경험이 있나요?	1			
	프로그래밍 도구를 사용하여 프로그램을 만들어 본 경험이 있나요?	1			
	개인 정보 보호, 사이버 중독 예방의 중요성을 알고 있나요?	1			
68	마스토스는 어떻게 사람처럼 생각하고 행동할 수 있을까?			1	
69	평소에 내가 사용해 본 소프트웨어는 무엇이 있고, 또 어떤 기능을 하는지 써 봅시다.	1			
71	소프트웨어의 발달로 미래 사회에 등장하게 될 제품에는 어떤 것이 있을지 상상해 보고,			1	

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	그것이 우리 생활에 어떠한 영향을 미칠지 예측해 봅시다.				
72	개인 정보가 유출되면 어떤 문제가 발생할지 써 봅시다.			1	
73	사이버 중독 때문에 어떤 문제가 발생했는지 생각해 봅시다.	1			
	사이버 중독을 예방하기 위해 우리가 실천할 수 있는 일에는 어떠한 것들이 있는지 토의해 봅시다.			1	
	사이버 중독 예방을 위한 나만의 실천 서약을 써 봅시다.				1
	소프트웨어의 발달과 그에 따른 활용은 우리 생활에 변화를 가져다주지 않습니다.(O, X)	1			
	개인 정보 보호의 의미를 알고 생활 속에서 실천할 수 있나요?	1			
	사이버 중독의 의미를 알고 예방하기 위한 생활을 바르게 실천할 수 있나요?	1			
74	내가 주원이라면 잃어버린 마스토스를 찾기 위해 어떻게 했을까?			1	
	여행안내 자료를 어떻게 만들까?			1	
	다음 문제 상황을 보고 절차적 사고에 따른 해결 방법을 알아봅시다.		1		
75	‘우리 고장 여행안내 자료 만들기’를 할 때 어떠한 방법으로 절차적 사고를 했나요?	1			
	일상생활에서 절차적 사고를 해 본 경험을 생각하여 써 봅시다.		1		

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	절차적 사고에 따라 문제를 해결했을 때 좋은 점은 무엇인지 생각하여 써 봅시다.		1		
76	생활 속에서 쉽게 찾아볼 수 있는 주제를 선택해서 절차적 사고로 문제를 해결해 볼까요?			1	
	달걀 삶아 먹기 활동을 통해 절차적 사고로 문제를 해결하는 방법을 알아봅시다.		1		
77	다음 보기의 주제 중 한 가지를 정하여 모둠원들과 절차적 사고로 문제를 해결해 봅시다.		1		
78	다음 암호 규칙을 활용하여 문제의 숨겨진 뜻을 해독해 봅시다.	1			
79	‘부록 활동지 3’을 활용하여 재난 현장에 갇힌 사람을 구하는 카드놀이를 해 봅시다.		1		
	카드놀이를 한 후 구조 로봇 말이 갇힌 사람을 구할 수 있는 방법을 몇 가지나 찾아 보았는지 써 봅시다.	1			
	갇힌 사람을 가장 빨리 구할 수 있는 방법은 무엇인지 이야기해 봅시다.		1		
	나만의 카드를 새롭게 만들거나, 카드놀이의 규칙에 변화를 주어 더 재미있고 창의적인 카드놀이를 해 봅시다.			1	
	일상생활에서 절차적 사고의 사례를 찾을 수 있나요?	1			
	절차적 사고를 통해 생활 속 문제를 해결할 수 있나요?	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
80	엔트리 누리집(http://playentry.org)에 방문하여 다양한 예제를 체험해 봅시다.	1			
82	블록 꾸러미의 시작, 흐름 등 카테고리를 클릭해서 어떤 다양한 블록들이 있는지 살펴봅시다.	1			
83	어떤 오브젝트가 있는지 살펴보고 오브젝트를 추가해 봅시다.	1			
	어떤 오브젝트를 추가했나요?	1			
	추가한 오브젝트의 위치를 옮겨 봅시다.	1			
	오브젝트의 크기를 작거나 크게 해 봅시다.	1			
	다음 활동 과정을 적용하여 ‘들판에 나비가 움직이는 프로그램’을 만들어 봅시다.		1		
84	학교 준비물로 색연필, 지우개, 스케치북을 사야 하는데 모두 얼마인지 계산해 볼까?	1			
85	‘색연필’, ‘지우개’, ‘스케치북’ 구입 금액의 합계를 구하는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
	“준비물 구입 금액은 2,200원입니다.”라고 말하는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
86	함께 프로그램 구조를 알아보고 직접 프로그램을 만들어 볼까요?		1		
87	엔트리봇이 친구에게 어떻게 인사를 해야 하는지 단계별로 생각해 봅시다.		1		
	어떤 오브젝트가 필요할지 생각하며 화면을 구성해 봅시다.	1			
	엔트리봇이 친구와 닿을 때까지 이동하고, 친구와 닿으면 인사를 하도록 프로그램을 만들어 봅시다.		1		

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
88	‘편식하지 않기’, ‘열심히 독서하기’, ‘사이좋게 지내기’등 우리 반 친구들이 올바른 행동을 할 때마다 해당하는 이미지를 클릭하면 행복 저금통에 점수가 쌓이는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
89	프로그램을 만드는 전체 과정을 절차적으로 정리해 봅시다.		1		
90	배경, 올바른 행동 등의 오브젝트와 변수를 추가하여 다음과 같은 화면을 만들어 봅시다.		1		
92	프로그램의 진행 절차를 생각하며 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
93	우리 반 행복 저금통 프로그램을 실행해 봅시다.	1			
	모둠원과 프로그램을 실행하고 평가해 봅시다.				1
	올바른 행동 오브젝트를 클릭했을 때 ‘행복 저금통’의 점수가 각각의 점수에 맞게 올라가나요?	1			
	‘행복 저금통’의 점수가 1점씩 차례대로 올라가나요?	1			
	‘행복 저금통’의 점수가 ‘우리 반 목표 점수’에 도달하면 축하 메시지가 나타나나요?	1			
	‘처음부터’ 버튼을 누르면 ‘행복 조금통’의 점수가 0으로 초기화되나요?	1			
	순차·선택·반복의 구조를 이용하여 작성하면 효율적으로 프로그래밍을 할 수 있습니다.(O, X)	1			
	프로그래밍 도구를 사용하여 간단한 프로그램을 만들 수 있나요?	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	프로그램의 구조를 이해하고 생활 속 문제를 해결하는 프로그램을 만들 수 있나요?	1			
94	미래에는 소프트웨어와 관련하여 어떤 직업이 생겨날까요?			1	
95	주원이를 도와 바이러스를 제거할 암호를 찾아봅시다.	1			
	바이러스를 제거할 수 있는 암호는 어떤 숫자일까요?	1			
합계		31	17	9	2

4) 미○○ 실과 교과서 6학년 '3. 생활과 소프트웨어

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
35	2045년 미래의 모습은 어떠할지 상상해 보세요.			1	
	이러한 변화가 우리에게 미치는 긍정적인 영향과 부정적인 영향을 생각해 봅시다.			1	
	그리고 일상생활 속 문제를 절차적 사고로 해결하는 과정을 이해하고, 이를 활용하여 프로그래밍 과정을 체험해 봅시다.		1		
36	과거의 생활 모습이 현재는 어떻게 변했는지 선으로 연결해 보세요.	1			
37	소프트웨어란 무엇일까요?	1			
	우리 주변에서 볼 수 있는 하드웨어와 소프트웨어를 찾아봅시다.	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
38	소프트웨어가 생활에 미치는 영향을 알아보니까요?		1		
39	만일 소프트웨어가 사라진다면 어떻게 될지 상상하여 생각 그물로 표현하고, 발표해 봅시다.			1	
	소프트웨어가 사라진다면?			1	
40	소화기 사용 순서를 생각해 보고, <input type="checkbox"/> 안에 순서대로 번호를 적어 보세요.	1			
	절차적 사고란 무엇일까요?	1			
41	내 방 청소를 하려면 어떤 일부터 해야 할까?		1		
	일상생활 속 문제 중 하나를 선택하여 절차적 사고 과정을 적용한 뒤 발표해 봅시다.		1		
42	절차적 사고로 일상생활 속 문제를 해결해 볼까요?		1		
	놀이공원에서 주어진 시간 안에 놀이 기구를 최대한 많이 타는 방법을 찾아봅시다.		1		
	어떤 놀이 기구를 탈지 정했나요?	1			
	어떤 순서로 움직일지 미리 생각해 보세요!			1	
43	해결해야 할 복잡한 문제를 작은 단위로 나누어 확인해 봅시다.		1		
	놀이공원 지도를 보고, 필요한 정보만 찾아 그림 안의 빈칸을 채워 봅시다.		1		
	주어진 시간 안에 놀이 기구를 최대한 많이 탈 수 있는 이동 경로를 찾아 적어 봅시다.		1		
	평가 항목을 <input checked="" type="checkbox"/> 표시해 보면서 스스로 평가해 봅시다.	1			
	복잡한 문제를 작은 단위로 나누었나요?	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	문제해결과정에서 고려해야 할 조건을 찾았 나요?	1			
	문제 해결에 필요한 정보만을 선택하여 그 림으로 단순화했나요?	1			
	주어진 조건에 맞게 나만의 이동 경로를 나 타냈나요?	1			
44	아래 숫자들을 1과 2 두 가지 방법으로 정 렬해 봅시다.	1			
	자신만의 방법으로 큰 숫자에서 작은 숫자 로 정렬하는 시간을 재어 봅시다.			1	
	정렬 망 그림을 이용한 숫자 정렬 방법을 배운 뒤 숫자 정렬 게임을 해 봅시다.		1		
	정렬 망 그림은 무엇인가요?	1			
45	자신이 이용한 방법과 정렬 망 그림을 이용 한 방법 중에 어느 것이 더 효율적인가요?				1
	가장 빠르게 정렬한 모듬은 어떤 점을 잘했 는지 적어 봅시다.				1
	정렬 망 그림을 이용하면 숫자들이 정렬되 는 이유를 생각하여 적어 봅시다.		1		
46	사람이 원하는 일을 컴퓨터에게 시키려면 어떻게 해야 할까요?			1	
	프로그래밍은 무엇일까요?	1			
48	엔트리를 활용하여 다음 장면을 만들어 봅시다.	1			
	‘정글’, ‘늑대 인간’ 오브젝트를 추가해 봅시다.	1			
	‘늑대 인간’의 크기와 위치를 자신의 생각대 로 바꾸어 봅시다.		1		

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
49	시작하기 버튼을 클릭했을 때 ‘늑대 인간’이 말하도록 만들어 봅시다.		1		
	‘늑대 인간’이 말하는 내용을 바꾸어 봅시다.	1			
	오브젝트를 클릭했을 때 ‘늑대 인간’이 움직이도록 만들어 봅시다.	1			
	‘늑대 인간’이 움직이는 거리와 방향을 바꾸어 봅시다.	1			
50	애니메이션을 만들어 볼까요?	1			
	늑대와 아기 돼지 이야기를 애니메이션으로 만들어 봅시다.		1		
51	이야기를 수정하여 자신만의 애니메이션 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
52	소프트웨어의 입력·처리·출력 과정을 알아보을까요?	1			
	나이 계산 프로그램을 작성하면서 소프트웨어의 입력·처리·출력 과정을 알아봅시다.	1			
	나이 계산 프로그램의 입력·처리·출력 과정을 생각해 봅시다.		1		
	나이 계산 프로그램을 설계해 봅시다.		1		
53	직사각형의 넓이를 구하는 프로그램으로 수정해 봅시다.		1		
54	순차·선택·반복 구조를 알아보을까요?	1			
	일상생활 속에서 순차·선택·반복 구조의 예를 찾아보고, 그 이유를 써 봅시다.		1		
55	일상생활 문제를 해결하는 프로그램을 만들어 볼까요?	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	일상생활 속 다양한 문제 중에서 우리 일상 생활을 편리하게 해 준 전자 잠금장치 프로그램을 순차·선택·반복 구조를 모두 활용해 만들어 봅시다.		1		
	전자 잠금장치 프로그램의 입력·처리·출력 과정을 생각해 봅시다.		1		
	전자 잠금장치 프로그램을 설계해 봅시다.		1		
57	평가 항목을 <input checked="" type="checkbox"/> 표시해 보면서 전자 잠금장치 프로그램을 확인해 봅시다.	1			
	블록 조립소에 불필요한 블록 명령어는 없나요?	1			
	실행 중에 비밀번호를 묻는 입력 창이 보이나요?	1			
	비밀번호와 입력한 번호가 같으면 모양이 변하면서 열렸다고 알려 주나요?	1			
	비밀번호와 입력한 번호가 같지 않으면 잘못 입력했다고 알려 주나요?	1			
	비밀번호를 잘못 입력했을 때 다시 입력할 수 있도록 3번의 기회를 주나요?	1			
	프로그램을 만들면서 생각하거나 느낀 점을 적어 봅시다.				1
	그리고 프로그램에 추가하거나 수정하고 싶은 것을 적어 봅시다.		1		
아래 <input type="text"/> 에 어떤 명령어가 들어갈지 적고, 프로그램 설계를 보고 프로그래밍해 봅시다.		1			
58	가로, 세로, 대각선으로 글자를 연결하여 문제의 답을 찾아봅시다.	1			
	다음 질문에 답하면서 스스로 점검해 봅시다.	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	소프트웨어가 우리 생활에 미치는 영향을 설명할 수 있나요?	1			
	절차적 사고로 일상생활 문제를 해결할 수 있나요?	1			
	프로그래밍 도구를 활용하여 기초적인 프로그램을 만들 수 있나요?				1
	자료를 입력하고 필요한 처리를 수행한 후 결과를 출력하는 프로그램을 만들 수 있나요?				1
	순차·선택·반복 구조를 활용하여 문제를 해결하는 프로그램을 만들 수 있나요?				1
	이 단원을 배우면서 가장 기억에 남는 경험을 적고, 생활에서 이 경험을 어떻게 활용할지 적어 봅시다.				1
	합계	34	24	7	7

5) 비○ 실과 교과서 6학년 '4. 소통하는 소프트웨어'

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
57	프로그램 제작 과정을 체험해 볼까?	1			
58	소프트웨어는 우리 생활에 어떤 영향을 미칠까요?			1	
59	생활 속에서 소프트웨어가 적용된 사례를 찾고,	1			
	소프트웨어의 사용이 우리 생활에 미치는 영향을 적어봅시다.			1	

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	소프트웨어의 발달로 미래의 직업이 어떻게 변화할지 이야기해 봅시다.			1	
60	일상의 문제를 절차적으로 해결해 볼까요?	1			
	지율이가 먼저 배운 순서대로 소화기를 작동해 볼까요?	1			
	소화기가 제대로 작동하지 않은 까닭을 이야기해 볼까요?	1			
61	소화기를 작동하려면 어떻게 해야 할까?	1			
	소화기에 대한 정보를 검색해 보자.	1			
62	절차적 사고를 활용해 문제를 해결해 봅시다.		1		
	해결할 문제와 문제를 해결하기 위해 필요한 정보를 찾아 적어 봅시다.		1		
63	찬서가 집에서 날린 드론이 문구점에 도착하도록 하기 위해 사용할 명령어를 적어 봅시다.	1			
	2에서 작성한 명령어를 순서대로 나열해 봅시다.	1			
	드론이 목표 지점까지 한번에 이동할 수 없으니 이동 과정을 나누어 생각해봐요.		1		
	문구점에서 날아오른 드론이 지현이네 집에 도착하도록 하기 위해 사용할 명령어를 적어 봅시다.	1			
	4에서 작성한 명령어를 순서대로 나열해 봅시다.	1			
64	절차적 사고를 활용해 문제를 해결해 보고, 활동 과정을 스스로 평가해 봅시다.				1
	주어진 시간에 가장 적게 모든 놀이 기구를 타려면 어떻게 해야 할까?				1

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	지도와 안내장을 보고, 어떤 순서로 놀이 기구를 이용하면 모두 탈 수 있을지 계획을 세워 보자.			1	
	해결할 문제와 문제를 해결하기 위해 필요한 정보를 찾아 적어 봅시다.	1			
65	놀이공원에서 해야 할 일을 모두 적어 봅시다.	1			
	2에서 작성한 해야 할 일을 순서대로 나열하고 세부 계획을 적어 봅시다.		1		
	3의 활동을 친구와 비교한 뒤 문제해결과정을 스스로 평가해 봅시다.	1			
	해결할 문제를 정확히 이해하였나요?				1
	문제를 해결하기 위해 필요한 정보를 모두 찾았나요?				1
	모든 놀이 기구를 한 번씩 타기 위해 해야 할 일을 모두 찾았나요?				1
	모든 놀이 기구를 한 번씩 탈 수 있도록 계획을 세웠나요?				1
66	프로그래밍 과정을 알아보까요	1			
68	인물을 소개하는 프로그램 만들기 과정을 알고, 나를 소개하는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
	인물을 소개하는 프로그램의 만들기 과정을 따라 해 봅시다.	1			
69	완성한 프로그램의 오브젝트와 소개하는 문장을 바꾸어 나를 소개하는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	프로그래밍 한 것이 생각한 것과 다르게 작동한다면 어떤 점을 고쳐야 하는지 적어 봅시다.		1		
70	자료를 입력하고 출력하는 프로그램을 만들어 볼까요	1			
	다음 문제 상황을 읽고 문제를 해결하기 위한 프로그램을 설계하여 만들어 봅시다.		1		
	그럼 올해는 광복 몇 주년일까요?	1			
	우리가 그런 프로그램을 만들어 볼까요?		1		
	해결할 문제와 문제를 해결하기 위해 필요한 정보를 적어 봅시다.	1			
71	문제를 해결하기 위해 해야 할 일을 나열해 봅시다.	1			
	프로그램을 설계하기 위해 해야 할 일을 보기에서 찾아 빈칸에 순서대로 써 봅시다.	1			
	첫 화면의 오브젝트를 사용해 블록을 조립하여 프로그램을 완성해 봅시다.		1		
	프로그램을 만드는 과정과 결과를 스스로 평가해 봅시다.	1			
	입력받은 값을 계산하여 출력하는 프로그램을 만들 수 있나요?				1
	프로그램을 실행하면서 개선할 점을 찾아 수정할 수 있나요?				1
72	프로그램은 어떤 구조로 만들어질까요?			1	
	놀이 활동을 통해 프로그램의 구조를 익히고, 간단한 프로그램을 완성해 봅시다.		1		

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
74	방식 퀴즈 놀이를 해 보고 놀이 속 순차, 반복, 선택 구조를 익혀 봅시다.		1		
75	보기에서 방식 퀴즈 놀이 활동 속에 숨겨진 프로그램의 구조를 찾아 빈칸에 써 봅시다.	1			
	방식 퀴즈 놀이 과정을 떠올리며 프로그램의 구조를 정리해 보세요.		1		
76	첫 화면의 오브젝트를 사용해 행동 카드 실행하기와 이동하기를 프로그래밍 해 봅시다.	1			
	반복 블록으로 행동 카드 실행하기와 이동하기를 프로그래밍 해 봅시다.	1			
77	문제를 맞추는 과정을 프로그래밍 해 봅시다.	1			
	프로그램을 만드는 과정과 결과를 스스로 평가해 봅시다.	1			
	방식 퀴즈 놀이에서 순차, 반복, 선택 구조를 찾을 수 있나요?	1			
	방식 퀴즈 놀이의 순차, 반복, 선택 구조를 활용하여 프로그래밍 할 수 있나요?	1			
78	프로그래밍으로 문제를 해결해 볼까요	1			
	순차, 반복, 선택 구조를 활용하여 일상의 문제를 해결하는 프로그램을 설계하고 제작해 봅시다.		1		
	우리 그런 프로그램을 만들어 볼까?		1		
	해결할 문제와 문제를 해결하기 위해 필요한 정보를 적어 봅시다.		1		
	문제를 해결하기 위해 해야 할 일을 나열해 봅시다.	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	프로그램을 설계하기 위해 해야 할 일을 표현해 봅시다.		1		
	앉았다 일어서기 운동을 할 때 자신의 체력 수준에 따라 달라져야 하는 내용을 써 봅시다.		1		
	운동 프로그램이 실행될 때마다 사용자에게 물어보아야 하는 내용을 써 봅시다.		1		
	빈칸을 채워 봅시다.		1		
80	보기를 이용하여 앉았다 일어서기 동작을 1번 할 때의 과정을 나타내 봅시다.	1			
	문제 해결 방법을 생각하면서 프로그래밍해 봅시다.		1		
81	프로그램을 만드는 과정과 결과를 스스로 평가해 봅시다.	1			
	필요한 운동 프로그램을 설계할 수 있나요?				1
	운동 프로그램을 실행하면서 개선할 점을 찾아 수정할 수 있나요?				1
83	이 단원을 배우고 나서 알게 된 내용에 √표 하고,	1			
	새롭게 할 수 있게 된 점과 더 알고 싶은 점을 적어 봅시다.			1	
	다양한 매체를 활용하여 관련 직업 정보를 탐색해 봅시다.		1		
합계		34	22	6	10

6) 천○ 실과 교과서 6학년 '5. 쉽게 배우는 소프트웨어와 프로그래밍' 단원

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
73	우리도 직접 간단한 프로그램을 만들어 문제를 해결해봅시다.		1		
	프로그램을 이용하면 어떤 문제를 해결할 수 있을지 이야기해 봅시다.			1	
74	소프트웨어의 의미와 소프트웨어가 적용된 사례를 찾고, 우리 생활에 미치는 영향을 알아봐요.	1			
	절차적 사고에 의한 문제 해결 순서를 생각하고 적용해 봐요.		1		
	서준이가 오늘 하루 동안 사용한 정보 관련 기기는 무엇이며, 그것은 어떻게 작용되나요?	1			
75	컴퓨터나 스마트폰의 전원을 켜면 화면에 무엇이 나타나나요?	1			
	생활 주변의 정보 기기를 찾아 소프트웨어와 하드웨어로 구분하여 봅시다.	1			
76	내가 가장 많이 사용하는 물건은 무엇인가요?	1			
77	소프트웨어의 기능을 바르게 연결해봅시다.	1			
	생활 속에서 소프트웨어의 발달로 편리함을 느꼈던 경험을 적고 친구들과 이야기해 봅시다.			1	
78	집에서 학교까지 가려면 어떤 방법과 순서로 가야 하나요?		1		
	현장 체험 학습 계획을 세워 봅시다.	1			
79	우리 교실에서 해결해야 할 문제를 찾아보고, 절차적 사고 과정을 거쳐 문제를 해결해 봅시다.				1
80	짜과 함께 종이컵 쌓기 놀이를 하면서 명령을 만들고 확인해 봅시다.		1		

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	모둠을 구성하여 길 찾기 놀이를 해 봅시다.		1		
81	프로그래밍의 의미를 이해하고, 프로그램 만드는 방법을 알아봐요.	1			
	숫자와 문자를 입력받아 처리하는 간단한 프로그램을 만들어 봐요.		1		
	나는 어떤 프로그램을 사용해 보았나요?	1			
82	만화 속 친구는 문제를 어떻게 해결하였나요?	1			
	프로그래밍 도구 사이트에 접속한 다음, 프로그래밍 도구의 여러 가지 구조와 기능을 알아봅시다.	1			
85	다음과 같은 순서에 따라 필요한 명령 블록을 찾아 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
	프로그램을 만들어 실행해 보고, 수정해 봅시다.		1		
	다음 프로그램의 실행 화면과 프로그램을 살펴보면서 어떻게 움직일지 예상해 보고, 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
	다음 질문을 생각하면서 위의 프로그램을 수정해 보고, 수정한 의도에 맞게 작동하는지 프로그램을 확인해 봅시다.		1		
86	계산기로 1, +, 1, =을 누르면 어떤 답이 나오나요?	1			
	자료의 입력-처리-출력 과정이 프로그램을 통해 어떻게 만들어지는지 살펴봐요.		1		
87	프로그램을 만들어 실행해 본 후, 조건에 맞게 수정해 봅시다.		1		

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	위에 제시된 프로그램을 순서에 따라 만들어 봅시다.	1			
	다음 설명을 읽고, 프로그램을 수정하여 실행해 봅시다.	1			
	처음 가지고 있는 용돈이 6,000원이고, 3,500원을 사용했을 때의 프로그램으로 수정해 봅시다.	1			
	처음 가지고 있는 용돈이 6,000원이고, 2,000원을 더 받았을 때, 프로그램의 어느 부분을 바꾸어야 하는지 생각해 보고, 수정해 봅시다.		1		
	숫자를 입력받아 처리하는 프로그램을 만들어 봅시다.	1			
88	위에 제시된 프로그램을 따라 만들어 봅시다.	1			
	문자열을 입력받아 처리하는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
89	변수를 추가하여 위에 제시된 ‘이름’과 좋아하는 ‘과일’을 입력받아 처리하는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
	여러 개의 변수를 이용하는 방법을 생각하면서 이름과 취미를 입력받아 처리하는 프로그램을 만들어 봅시다.		1		
90	생활 속 문제를 해결하는 프로그램을 만들기 위한 과정을 알아봐요.		1		
	순차·선택·반복 구조를 이용하여 간단한 프로그램을 만들어 봐요.	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	자신이 느끼는 문제나 불편한 점은 무엇이며, 어떤 프로그램을 만들어 해결할 수 있을까요?				1
91	어려운 문제를 쉽고 빠르게 해결하려면 어떻게 해야 할까요?		1		
92	프로그램으로 어떤 문제를 해결할 수 있을까요?			1	
94	앞에서 구상하여 표현한 문제 해결 절차에 따라 프로그래밍을 해 봐요.	1			
	프로그램은 문제 해결에 도움을 주었나요?				1
	문제 해결 의도와 절차에 맞게 프로그램이 작동하나요?				1
	프로그램에서 오류는 발생하지 않았나요?				1
	불필요한 명령은 사용되지 않았나요?				1
	수정하거나 추가하고 싶은 부분은 없나요?			1	
95	똑같이 작동하면서 조금 더 간단하게 만들 수 있는 방법은 없을까요?			1	
	간단한 프로그램을 만들어 생활 속 문제를 해결해 봅시다.	1			
	프로그램을 만들어 해결하고 싶은 문제를 찾고, 해결 방법을 제시하여 봅시다.			1	
	문제 해결 절차를 글, 그림, 도형 등으로 표현해 본 후, 프로그램으로 만들어 봅시다.		1		
	점점 관점에 따라 프로그램을 확인해 봅시다.	1			
	프로그램은 문제 해결에 도움을 주었나요?				1

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	문제 해결 의도와 절차에 맞게 프로그램이 작동하나요?				1
	프로그램에서 오류는 발생하지 않았나요?				1
	불필요한 명령은 사용되지 않았나요?				1
	수정하거나 추가하고 싶은 부분은 없나요?			1	
	똑같이 작동하면서 조금 더 간단하게 만들 수 있는 방법은 없을까요?			1	
97	순차 구조와 반복 구조를 이용한 보드 게임을 해 봅시다.		1		
	배운 내용을 되돌아보고, 스스로 평가해 봅시다.				1
합계		21	20	8	11

2. 2015 개정 초등 실과과 교과서 로봇 단원 발문 분석

1) 교○○ 실과 교과서 6학년 '5. 발명과 로봇' 단원

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
79	생활 속에는 어떤 로봇이 활용되고 있을까?		1		
	로봇은 어떤 구조로 되어 있고, 어떤 원리로 작동할까?			1	
92	로봇은 우리 생활에 어떤 도움을 줄까요?			1	
	숙제를 대신 해 주는 로봇은 없을까?	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
93	미래의 로봇을 상상하여 그림으로 그려 보고, 로봇의 이름을 붙여 봅시다.			1	
	로봇이 하는 일과 우리 생활에 어떤 영향을 줄지 이야기해 봅시다.			1	
95	로봇 청소기를 작동하여 봅시다.	1			
	작동 원리를 알아봅시다.	1			
	앞쪽의 장애물을 감지하는 장치는 무엇인가요?	1			
	작동 명령을 내리는 장치는 무엇인가요?	1			
	바퀴를 움직이게 하는 장치는 무엇인가요?	1			
	먼지를 빨아들이는 장치는 무엇인가요?	1			
96	센서를 장착한 로봇을 만들어 보고, 로봇의 작동 원리를 알아봅시다.	1			
	소리와 빛의 반응하는 블록 로봇을 만들어 봅시다.		1		
	소리와 빛에 반응하는 로봇이 작동하는 원리를 알아봅시다.	1			
97	소리와 빛에 반응하는 로봇 만들기 활동 결과를 평가하고, 느낀 점 및 개선할 점을 써 봅시다.				1
	센서에 반응하여 로봇이 제대로 동작하나요?				1
	이 로봇의 구성과 작동 원리를 설명할 수 있나요?		1		
	안전 사항을 잘 지켰나요?	1			
	실습 후 정리 정돈을 잘하였나요?				1

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
98	엔트리 프로그램을 활용하여 로봇을 움직이는 프로그램을 만들고, 로봇을 작동해 봅시다.		1		
99	아래와 같이 블록을 구성하여 로봇을 작동해 봅시다.		1		
	로봇의 근접 센서를 활용하여 로봇을 작동해 봅시다.		1		
	로봇 작동하기 활동 결과를 평가하고, 느낀 점 및 개선할 점을 써 봅시다.	1			
	로봇이 센서에 반응하여 제대로 동작하나요?				1
	센서에 반응하는 로봇의 구성과 작동 원리를 설명할 수 있나요?		1		
	다양한 블록을 사용하여 로봇을 작동해 보았나요?				1
합계		11	7	4	5

2) 금○ 실과 교과서 6학년 ‘4. 발명과 로봇’ 단원

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
61	생활 속에서 로봇을 사용하는 것을 본 적이 있나요?	1			
72	로봇이 필요할 때가 언제인지 이야기해 봅시다.			1	
73	로봇은 어떻게 활용되고 있을까요?	1			
	이외의 로봇 활용 분야를 더 조사해 로봇 연구 보고서를 작성하고,	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	미래 사회는 로봇으로 인해 어떻게 변화될지 이야기해 봅시다.			1	
74	로봇에 사용되는 센서를 알아볼까요?	1			
75	이동 중에 장애물을 감지하면 방향을 바꾸고, 박수를 치면 멈추는 로봇 자동차를 만들어 봅시다.		1		
77	구상한 대로 만들었나요?				1
	로봇 자동차가 잘 움직이나요?				1
	벽이나 장애물을 만나면 방향을 바꾸나요?	1			
	박수를 치면 멈추나요?	1			
	실습 후 정리 정돈을 잘했나요?				1
78	그 물건들을 이용하여 무인도에서 살아남을 수 있는 방법을 찾아봅시다.			1	
79	로봇의 작동 원리와 활용 분야를 이해했나요?				1
	센서를 장착한 로봇 만들기 실습에 적극적으로 참여했나요?				1
합계		6	1	3	5

3) 동○ 실과 교과서 6학년 '5. 발명과 로봇'

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
96	프레니는 어떻게 로봇을 만들 수 있었을까요?			1	
	로봇은 어떤 원리로 움직이는 걸까요?			1	

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
97	센서를 장착한 로봇을 사용해 본 경험이 있나요?	1			
107	자신이 생각하는 로봇의 활용 분야를 쓰고, 그림에 소개된 다양한 로봇들을 참고하여 활용 분야에 따라 로봇을 구분해 봅시다.		1		
	각각의 활용 분야에 따른 로봇을 하나씩 선택하고 그 로봇이 구체적으로 하는 일과 활용 사례를 글이나 그림으로 자유롭게 표현해 봅시다.			1	
108	사람이 어떻게 움직이는지를 생각해 보세요.			1	
	평소에 자신이 사용하는 감각 기관을 생각해 보고 로봇에 장착된 센서는 무엇이 있는지 보기에서 찾아 써 봅시다.		1		
109	다음 글을 읽고, 로봇의 센서와 작동 원리를 정리해 봅시다.		1		
	반려 로봇에 장착된 센서를 찾아 써 봅시다.		1		
	반려 로봇의 작동 원리를 감지 장치, 제어 장치, 구동 장치로 나누어 설명해 봅시다.		1		
110	여러 가지 센서를 장착한 자동차 로봇을 만들고, 센서에 따라 어떻게 반응하는지 체험해 봅시다.		1		
	어떤 로봇을 만들지 생각해 봤어?			1	
	주위의 소리를 받아들여 반응하는 소리 센서는 어떻게 사용할까?		1		
	벽이 없이 선으로만 그려진 복잡한 길은 어떻게 지나갈 수 있을까?		1		
111	여러 가지 센서를 장착한 자동차 로봇을 만들어 봅시다.		1		
113	완성된 자동차 로봇을 시험해 볼까?	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
114	박수를 치면 자동차 로봇이 앞으로 달려 나가고, 다시 한 번 박수를 치면 정지하는 프로그램을 작성하여 체험해 봅시다.		1		
	박수를 칠 때마다 자동차 로봇이 방향을 바꾼 다음 움직이도록 프로그래밍을 해 봅시다.		1		
	자동차 로봇이 앞으로 움직이다가 장애물에 닿으면 멈춘 후 '도미술' 소리를 낸 다음 뒤로 이동하는 프로그램을 작성하여 체험해 봅시다.		1		
	장애물에 닿으면 왼쪽이나 오른쪽으로 90°회전한 다음 움직이도록 프로그래밍을 해 봅시다.		1		
115	자동차 로봇이 앞으로 움직이다가 검은색 선을 만나면 잠깐 정지한 후 제자리에서 오른쪽으로 90°회전하는 프로그램을 작성하여 체험해 봅시다.		1		
	모듈별로 자동차 로봇이 미로를 빠져나와 목적지에 도착하도록 하는 프로그램을 작성하여 체험해 봅시다.		1		
	<input type="text"/> 이란 사람을 대신하여 어떤 작업을 자동으로 하는 기계를 말합니다.	1			
	로봇에 사용되는 센서에는 <input type="text"/> 센서, <input type="text"/> 센서, <input type="text"/> 센서, 접촉 센서 등이 있습니다.	1			
	<input type="text"/> 장치는 감지 장치에서 받은 신호를 해석하여 <input type="text"/> 장치에 보내 로봇을 움직이게 합니다.	1			
여러 가지 센서를 장착한 로봇을 제작할 수 있나요?	1				

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	로봇을 원하는 대로 작동하는 프로그램을 작성할 수 있나요?				1
116	재난과 재해 현장에 투입될 로봇들이 축구 대회에 참여하는 까닭은 무엇일까요?		1		
	미래에는 로봇과 관련하여 어떤 직업이 생겨날까요?			1	
117	프레니와 힘을 합쳐 이번 단원에서 배운 내용의 O, X 문제를 해결하여 복제 로봇의 음모를 막아 내 봅시다.	1			
합계		7	16	6	1

4) 미○○ 실과 교과서 6학년 ‘4. 발명과 로봇’ 단원

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
61	로봇의 작동 원리를 이해하고, 직접 자동해 봅시다.	1			
74	미래에 로봇 공학자가 된다면 어떤 로봇을 만들고 싶은가요?			1	
	로봇은 어떻게 작동할까요?		1		
75	로봇 청소기가 장애물을 피해 움직이려면 감지 장치, 제어 장치, 구동 장치가 각각 어떻게 작동하는지 분석하여 적어 봅시다.		1		
76	로봇은 어디에 활용되고 있을까요?		1		
77	생활 속에서 로봇이 활용되는 사례를 찾아 기능과 특징, 활용 분야 등을 조사하여 보고서 작성해 봅시다.		1		

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
78	센서를 장착한 로봇을 만들어 볼까요?	1			
79	완성된 로봇 가까이에서 손뼉을 치거나 소리를 내면 로봇이 검은색 선을 따라 이동하는지 확인하고, 로봇의 작동 원리를 정리해 봅시다.		1		
	로봇의 구성요소와 하는 일을 바르게 연결해 봅시다.	1			
80	78~79쪽에서 만든 로봇을 수정하여 지그재그로 장애물을 피하는 로봇을 만들고, 소프트웨어를 활용하여 로봇을 작동해 봅시다.		1		
	다음과 같이 프로그래밍하고, 빛 센서와 좌우 적외선 센서를 가릴 때 로봇이 어떻게 움직일지 생각해 봅시다.		1		
81	로봇이 정상적으로 작동하는지 확인한 뒤 어느 모듈의 로봇이 더 빨리 목적지에 도착하는지 경주해 봅시다.		1		
	각 설명의 빈칸에 들어갈 알맞은 말을 <보기>에서 골라 적어 봅시다.	1			
	로봇의 구성요소 중 <input type="text"/> 은/는 사람의 두뇌와 같은 역할을 합니다.	1			
	다음 질문에 답하면서 스스로 점검해 봅시다.	1			
	생활 속에서 활용되는 로봇의 작동 원리를 설명할 수 있나요?		1		
	센서를 이용해서 로봇을 제작할 수 있나요?	1			
	이 단원을 배우면서 가장 기억에 남는 경험을 적고, 생활에서 이 경험을 어떻게 활용할지 적어 봅시다.	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
82	어려운 사람을 배려하는 착한 발명, 착한 로봇을 살펴보고, 자신이 미래에 발명가나 로봇 개발자가 된다면 어려운 사람을 위해 어떤 발명품이나 로봇을 개발할지 생각해 봅시다.				1
합계		8	10	1	1

5) 비○ 실과 교과서 6학년 '5. 생활과 혁신' 단원

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
85	로봇은 우리의 생활에 어떤 도움을 주고 있을까?	1			
100	로봇은 어떻게 작동되며 어디에 활용될까요		1		
103	우리 주변에서 로봇이 활용되는 사례를 찾아봅시다.		1		
	로봇이 하는 일과 로봇의 작동 과정을 조사하여 보고서로 작성해 봅시다.		1		
	어떤 일을 하는 로봇인지 적어 봅시다.	1			
	어떻게 작동되는 로봇인지 만화로 표현해 봅시다.		1		
	자신이 조사한 로봇에 어떤 기능을 추가하면 좋을지 생각하여 적어 봅시다.			1	
	미래 사회의 로봇은 어떤 모습일지 친구들과 과 이야기를 나누어 봅시다.			1	
104	여러 센서를 장착한 로봇을 만들어 볼까요	1			
	로봇에 사용되는 센서를 인체와 비교해 볼까요?		1		

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
105	로봇의 작동 원리를 알아보고, 제작할 로봇을 정해 봅시다.	1			
	내가 제작하고 싶은 로봇에 √표 하고, 로봇을 제작하는 데 필요한 센서를 적어 봅시다.	1			
	로봇이 박수 소리를 인식하려면 어떤 센서가 필요할까요?	1			
	로봇이 색을 인식하여 제어 장치에 정보를 알려려면 어떤 센서가 필요할까요?	1			
	로봇이 출발하려면 어떤 센서가 필요할까요?	1			
	로봇이 장애물을 피하려면 어떤 센서가 필요할까요?	1			
106	여러 센서와 부품을 이용하여 나만의 안내 로봇을 제작하여 작동해 봅시다.		1		
108	여러 센서와 부품을 이용하여 나만의 청소 로봇을 제작하여 작동해 봅시다.		1		
110	내가 제작한 로봇에 √표 하고, 빈칸에 보기에서 고른 알맞은 말을 적어 내가 제작한 로봇의 작동 원리를 완성해 봅시다.		1		
	로봇의 제작 과정과 결과를 평가해 봅시다.	1			
	조립 순서에 따라 로봇을 잘 조립하였나요?	1			
	제어기에 각종 센서를 바르게 연결하였나요?	1			
	로봇이 제대로 작동하였나요?				1
	제작한 로봇의 디자인이 로봇의 특성을 잘 드러내고 있나요?				1

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
112	우리 생활에서 초소형 로봇이 어떻게 활용되는지 알아보시다.		1		
113	이 단원을 배우고 나서 알게 된 내용에 √ 표 하고, 새롭게 할 수 있게 된 점과 더 알고 싶은 점을 적어 봅시다.			1	
	다양한 매체를 활용하여 관련 직업 정보를 탐색해 봅시다.			1	
합계		12	9	4	2

6) 천○ 실과 교과서 6학년 '6. 재미있는 발명과 로봇의 세계' 단원

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
112	생활 속에서 활용되는 로봇을 통해 작동 원리와 활용 분야를 알아보요.	1			
	여러 가지 센서를 장착한 로봇을 만들어 보요.		1		
	내가 보았던 로봇의 모습은 어땠는지 친구들과 함께 이야기해 볼까요?	1			
113	로봇은 어떤 일을 할 수 있을까요?			1	
114	우리 주변에서 많이 사용되는 센서는 어떤 것들이 있나요?		1		
115	생활 속에서 활용되는 로봇의 작동 원리와 사용되는 센서를 바르게 연결해 봅시다.	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	다음 예시와 같이 로봇이 하는 일을 조사하여 보고서를 작성해 봅시다.		1		
116	어떤 로봇을 가지고 싶나요?			1	
118	적외선 센서, 소리 센서, 접촉 센서를 이용하여 강아지 로봇을 만들어 봅시다.		1		
	조립 과정에 따라 강아지 로봇을 만들어 봅시다.		1		
	강아지 로봇이 계획한 대로 움직였는지 평가해 봅시다.	1			
	적외선 센서가 물체를 감지하여 강아지 로봇이 앞으로 걸어나가요?	1			
	소리 센서가 박수 소리를 감지하여 강아지 로봇이 꼬리를 돌리거나 멈추나요?	1			
	접촉 센서가 물체를 감지하여 발광 다이오드에서 빛이 켜지나요?	1			
	완성된 강아지 로봇에 어떤 센서와 기능을 더하면 좋을지 생각해 봅시다.			1	
	규칙을 정해 강아지 로봇으로 시합을 해 봅시다.		1		
119	빛 센서와 적외선 센서를 이용하여 자동차 로봇을 만들어 봅시다.		1		
	조립 과정에 따라 자동차 로봇을 만들어 봅시다.	1			
	자동차 로봇이 계획한 대로 움직였는지 평가해 봅시다.	1			
	빛 센서를 손으로 가리면 발광 다이오드에서 빛이 켜지나요?	1			

교과서 쪽수	발문 내용	발문 유형			
		폐쇄적		개방적	
		인지· 기억	수렴	확산	평가
	왼쪽(오른쪽)에 위치한 적외선 센서가 물체를 감지하면 자동차 로봇이 오른쪽(왼쪽)으로 회전하나요?	1			
	적외선 센서가 양쪽에서 앞의 물체를 감지하면 자동차 로봇이 앞으로 전진하나요?	1			
	완성된 자동차 로봇에 어떤 센서와 기능을 더하면 좋을지 생각해 봅시다.			1	
	규칙을 정해 자동차 로봇으로 시합을 해 봅시다.		1		
121	이 단원에서 배운 내용으로 낱말 퍼즐을 풀어 봅시다.	1			
	배운 내용을 되돌아보고, 스스로 평가해 봅시다.	1			
	로봇의 작동 원리와 활용 분야를 설명할 수 있나요?	1			
	여러 가지 센서를 이용하여 로봇을 만들 수 있나요?				1
합계		15	8	4	1