Journal of The Korea Society of Computer and Information
Vol. 24 No. 5, pp. 187-193, May 2019

www.ksci.re.kr
https://doi.org/10.9708/jksci.2019.24.05.187

A Case Study on Instruction using CS Unplugged v4.1 for Lower Grade Elementary School Students

Ji-Yun Kim*, Eun-Ji Kim*, Tae-Wuk Lee*

Abstract

In this paper, we conducted a case study for lower grade elementary school students by modifying and applying lesson plan of CS Unplugged v4.1. Software education was introduced in the 2015 revised national curriculum in Korea, but the starting age is later than the other countries. Also most projects and researches are concentrated in higher grade elementary school students. It is necessary to lower the entry age of software education in order to nurture human resources leading the fourth industrial revolution era. In this study, we modified the lesson plan of CS Unplugged v4.1 to be suitable for lower grade elementary school students in Korea. The participants were 18 students in the first grade of elementary school, pre&post-test on understanding of computer science principles were conducted for examining the effectiveness. As a result, the average was significantly higher in the post-test than in the pre-test, with t=-2.222, p=0.040($p < .05$).

▸Keyword: Software Education, CS Unplugged, Unplugged Computing

I. Introduction

제4차 산업혁명이 모든 사람에게 더 이상 낯설지만은 않은 용어가 되면서 이제 모든 영역에서 이로 인한 빠르고 급진적인 변화를 대비하려는 노력이 진행되고 있다. 특히 교육의 경우 미래 사회의 주역을 길러낸다는 중대한 역할을 고려하였을 때, 시대의 흐름을 미리 파악하고 이에 신속하게 대비해야 할 필요가 있다. 이러한 배경을 바탕으로 교육부(2015)는 제4차 산업혁명시대 핵심 기술인 IT와 관련된 교육을 강화하고자 2015 개정 교육과정에 소프트웨어 교육을 대폭 강화하였다. 구체적으로 초등학교의 경우 5-6학년 실과 교과에 소프트웨어 교육이 포함되었고 중학교에서는 정보 교과가 선택 교과에서 필수 교과 로 전환되었으며, 고등학교에서는 심화 선택 교과인 정보 교과가 일반 선택 교과로 바뀌었다[1].

그러나 우리나라의 소프트웨어 교육 시작 연령은 교육 선진국과 비교해보았을 때 다소 늦은 편이다. 일찍이 소프트웨어 교육을 적용 중인 교육 선진국들의 경우 대부분 초등학교 저학년 시기부터 소프트웨어 교육을 받을 수 있도록 국가 차원에서의 노력을 기울이고 있다. 영국의 경우 모든 초등학생들에게 알고리즘, 프로그래밍, 정보 윤리 등을 Computing이라는 별도 교과목을 통해 가르치고 있으며, 핀란드는 소프트웨어 교육을 다른 교과에 통합하여 모든 초등학생들에게 가르치고 있다. 또한 미국의 경우 연방 정부 차원에서 컴퓨터 과학 표준 교육과정을 제시하여 초등학교 1학년부터 알고리즘과 프로그래밍 교육을 실시하고 있으며, 일본에서는 2020년부터 초등 전 학년을 대상으로 소프트웨어 교육을 실시할 예정이다[2].

우리나라의 경우 소프트웨어 교육이 정규 교육과정에서 5-6학년에 처음 도입되며 개발된 대부분의 교사 또는 학생 프로그램, 관련 연구 등의 많은 수가 초등 고학년 이상의 학생들에게 초점이 맞추어져 있다[3]. 이러한 상황은 제4차 산업혁명시대가 가속화되는 과정 속에서 다른 국가들에 비해 우리나라의 교육 경쟁력을 낮아지게 할 수 있으며, 이에 우리나라도 다른 교육 선진국들에 발맞추어 소프트웨어 교육의 도입 연령을 낮출 필요가 있다.

이에 본 논문에서는 초등학교 저학년을 위한 소프트웨어 교

• First Author: Ji-Yun Kim, Corresponding Author: Tae-Wuk Lee
*Ji-Yun Kim (melloon423@gmail.com), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
*Eun-Ji Kim (mineofage@naver.com), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
*Tae-Wuk Lee (twlee@knue.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
• Received: 2019. 04. 16, Revised: 2019. 05. 08, Accepted: 2019. 05. 08.
• This work was supported by Educational Research Program(ERP) of National University Development Project.

육 프로그램을 국내 환경에 적합하게 수정하여 적용하고 그 효과성을 검토하고자 한다. 초등 저학년 시기는 Piaget의 인지발달단계 중 구체적 조작기에 해당하는 시기이며, 이 시기에 아동은 여러 형태의 조작을 통해 과학적 사고와 문제해결이 가능하다. 이러한 맥락에서 정보교육의 교수·학습방법인 언플러그드 컴퓨팅(Unplugged Computing)은 초등학교 저학년 학생들에게 컴퓨터 과학의 개념을 가르치기에 적합하다.

그러나 Bell & Varenhold(2018)는 그가 제안한 CS 언플러그드가 컴퓨터 과학의 개념을 다루는 활동으로 다년간 널리 퍼져 이용되어 왔지만, 상대적으로 그 효과성에 대한 검토는 적음을 지적하였다[4]. 이에 본 논문에서는 CS 언플러그드의 최신판인 CS Unplugged v4.1을 우리나라 교실 환경에서 접목하고 초등학교 저학년 학생들을 대상으로 그에 대한 효과성을 검토하고자 한다.

II. Preliminaries

1. Unplugged Computing

언플러그드 컴퓨팅은 컴퓨터 과학의 원리를 컴퓨터 시스템을 사용하지 않고 학습할 수 있는 정보교육의 교수·학습 방법이다. Nishida et al.(2009)은 언플러그드 활동이 가지는 특징을 다음과 같이 제시하였다[5].

- 컴퓨터와 프로그래밍 없이 활동한다.
- 게임과 도전 활동에 기반하여 학생들은 그것을 놀이로 느끼며 흥미와 호기심 및 동기를 유발시킨다.
- 물리적인 도구가 사용되어 운동감각을 느끼게 한다.
- 학생들 간의 상호작용을 증진시킨다.
- 주변에서 흔히 접할 수 있는 자료를 사용하므로 준비하여 적용하기가 쉽다.
- 공유를 통해 다양한 변형이 생겨나 아이디어가 확장된다.
- 스토리를 통해 학생들을 활동에 참여시킨다.

언플러그드 컴퓨팅은 해외에서는 CS Unplugged, Code.org 등 정보교육 관련 유명 사이트에서 다양하게 제시하고 있으며, 국내에서도 네이버와 EBS 등에서 언플러그드 학습 콘텐츠를 제공하고 교재도 다수 출간하는 등 활발히 논의 중이다. 특히 현재 초등학교에 적용되고 있는 2015 개정 실과교육과정에서는 소프트웨어 교육과 관련해 언플러그드 활동을 실시할 것을 권장하고 있으며, 이에 따라 출판된 모든 5-6학년군 실과 교과서의 소프트웨어 교육 단원에서도 언플러그드 활동을 포함하고 있다[6]. 2015 개정 실과 교육과정의 교수·학습방법 및 유의사항에 포함된 언플러그드 컴퓨팅 관련 내용은 다음과 같다[1].

- 절차적 사고를 적용할 수 있는 일상생활 속의 사례들을 찾아보고, 놀이 중심의 신체 활동, 퍼즐 등의 다양한 활동을 통해 절차적인 문제해결과정을 이해하도록 한다.
- 컴퓨터를 이용한 활동 이외에도 컴퓨터 없이 문제를 해결할 수 있는 방법과 절차를 이해할 수 있도록 지도한다.
- 언플러그드 활동 시 놀이와 학습이 동시에 이루어질 수 있도록 시간과 내용을 적절히 구성하여 지도한다.

이태욱과 최현종(2016)은 언플러그드 학습의 장점을 다음과 같이 일곱 가지로 제시하였다. 첫째, 게임과 체험을 통해 컴퓨터 과학의 개념과 원리를 재미있게 학습할 수 있다. 둘째, 학습자의 몰입을 통해 적극적인 참여를 이끌어낼 수 있다. 셋째, 몸으로 체험하며 배우는 방법으로 학습의 질이 높다. 넷째, 간단한 도구를 이용해 컴퓨터 과학의 개념을 소개하여 컴퓨터 활용 학습에 비해 적은 비용으로 운영이 가능하다. 다섯째, 교사와 학생이 함께 학습 자료를 만들고 운영도 같이 할 수 있다. 여섯째, 정보과학을 친근하게 느끼며 인접 학문과의 연계를 알 수 있다. 일곱째, 학습 장소의 구애를 받지 않는다. 반면, 언플러그드 컴퓨팅은 사전 계획이 치밀하지 않을 경우 활동에 시간을 많이 빼앗기고 이 때문에 학습 진도가 늦어질 수 있으며, 교사가 언플러그드 학습 자료 개발과 수업 준비에 많은 노력과 시간을 들여야 한다는 등의 단점이 있다[7].

김정랑(2018)은 언플러그드 활동에 관련된 국내 연구 논문 37편을 체계적 문헌 고찰법으로 분석하였다. 그 결과 언플러그드 활동 관련 논문의 연구 대상은 초등 고학년이 가장 많았으며, 언플러그드의 학습 유형 중 학습지 기반과 도구 기반의 활동을 주로 다루고 있었다. 교육적 효과는 인지적 영역 중 학업성취도와 문제해결력, 정의적 영역에서 흥미, 동기, 자신감, 호기심, 만족도 등에서 유의미한 것으로 나타났다. 또한 언플러그드 활동을 2015 개정 정보 교육과정의 핵심 개념 및 내용요소를 토대로 분류한 결과 알고리즘, 자료와 정보의 분석 및 표현, 컴퓨팅 시스템의 동작 원리와 관련된 연구는 다수 이루어지고 있었으나 정보윤리, 추상화, 프로그래밍, 피지컬 컴퓨팅과 관련된 언플러그드 활동은 다소 부족한 것으로 나타났다[8].

초등학교 저학년 학생을 대상으로 하는 언플러그드 컴퓨팅 관련 연구로 박광렬(2019)은 초등 저학년 통합교과 기반의 소프트웨어 교육을 위하여 통합교과 교육과정에서 학습 주제를 선정하고 Code.org의 언플러그드 학습에서 대응되는 것을 찾아 번역 및 재구성하여 학습 활동을 제안하였다[9].

2. CS Unplugged

CS 언플러그드는 언플러그드 컴퓨팅의 원조로 1990년대 Bell, Witten&Fellows가 제안하였다. 이 방법은 Bell이 아들의 유치원 수업에서 컴퓨터 과학의 개념을 설명하기 위해 고안한 방법으로 알려져 있다.

Bell&Varenhold(2018)는 CS Unplugged v4.1을 통해 교육과정 내에서 사용 가능한 수업 계획 형태의 자료를 제안하였다. 이전의 버전들도 교실 상황에서 적용이 가능하도록 구성되어 있었지만, 당시 컴퓨터 과학이 정규 교육과정에 포함되는 분위기가 아니었기 때문에 각 활동은 확장이나 심화 활동으로 사용하는 것을 전제하여 설계되었다. 또한 프로그래밍 수업에 결합하여 활용할 수 있는

www.kci.go.kr

활동도 제안하며, 프로그래밍과 언플러그드 간의 효과성에 대한 논쟁 속에 어느 한 쪽을 선택하여 적용하기보다는 두 가지 방식이 적절하게 어우러져 최대 효과를 낼 수 있는 수업이 되도록 할 것을 권장하였다[4]. CS Unplugged v4.1의 자료는 홈페이지에서 제공되며, 구 버전의 CS 언플러그드는 'Classic CS Unplugged'라는 별도의 탭을 통해 홈페이지와 책으로 제공되고 있다.

Classic CS Unplugged를 기반으로 한 국내 초등 저학년 대상 연구로 구영은(2015)은 초등학교 1학년 학생들에게 놀이 학습 기반 언플러그드 수업을 실시하고 소프트웨어 교육에 대한 흥미도, 동기유발, 도전 의식, 의사소통, 협업 등에 긍정적인 영향을 미침을 확인하였다[11]. 심지현(2018)은 초등학교 3학년 학생들에게 놀이 중심의 언플러그드를 활용한 수업을 개발 및 적용하고 논리적 사고력에 유의미한 향상이 있음을 확인하였다[12].

Classic CS Unplugged는 37개의 다양한 컴퓨터 과학의 개념을 유아에서 성인에 이르기까지 전 연령대에 적용이 가능하도록 다양한 활동들로 제공한 반면, CS Unplugged v4.1은 15개의 비교적 적은 주제를 5-7세, 8-10세, 11-14세의 연령 그룹별로 활동 난이도를 달리하여 수업 형태로 제시하였다. 또한 다른 교과와의 융합 수업이 가능하도록 교육과정 통합안을 제시하였으며 단순히 컴퓨터 과학의 원리만을 이해하는 것에서 나아가 교육용 프로그래밍 언어를 접목하는 활동까지를 포함하였다. 이러한 변화는 세계 각국이 교육과정에 컴퓨터 과학 관련 교과목을 개설하거나 타 교과와 융합하는 현 추세에 따른 것이다. CS Unplugged v4.1의 활동 주제와 구성은 Table 1과 같다[10].

Table 1. Topic and Organization of CS Unplugged v4.1

CS Concept	Topic	Age Group		
		5-7	8-10	11-14
Binary numbers	How binary digits work	○	○	
	Reinforcing Sequencing in binary numbers systems	○	○	
	Codes for letters using binary representation	○	○	
	Subtotal	3	3	0
Error detection and correction	Parity magic	○	○	
	Product code check digits		○	
	Subtotal	1	2	0
Kidbots	Rescue Mission	○		
	Fitness unplugged	○		
	Sending a rocket to Mars		○	
	The Modulo operator unplugged		○	
	Subtotal	2	2	0
Searching algorithm	How many guesses?	○	○	
	Divide and conquer	○	○	
	The great number hunt(unsorted)		○	
	The great number hunt (sorted)		○	
	Subtotal	2	4	0
Sorting networks	Reinforcing numeracy through a sorting network	○	○	○
	Investigating variations using the sorting network	○	○	○
	Subtotal	2	2	2
Sum		10	13	2

III. Methods

1. Research Design

본 연구는 J도 I시에 소재한 I 초등학교 1학년 1개 학급을 대상으로 수행하였다. 연구 대상자는 총 18명으로, 남, 여 학생이 각각 9명으로 구성되었다. 연구는 단일집단 사전-사후 설계로 진행되었으며 컴퓨터 과학 원리 이해도에 대한 검사를 실험 처치 이전과 이후에 실시하여 변화를 측정하였다. 실험 처치로는 CS Unplugged v4.1 수업 계획 중 5-7세 그룹을 대상으로 하는 10차시 수업을 구성하여 적용하였다. 연구 설계는 Table 2와 같다.

Table 2. Research Design

G	O_1	X	O_2

G: Experimental group
O_1: Pre-test(Knowledge check of computer science principle)
O_2: Post-test(Knowledge check of computer science principle)
X: CS Unplugged v4.1 class

CS Unplugged v4.1 수업이 국내 초등학생들에게 미치는 영향을 평가하기 위해 가급적 제공하는 학습 자료를 그대로 활용하고자 하였으나 학습의 목적과 형태가 크게 훼손되지 않는 범위 내에서 학습 환경에 맞게 일부 자료나 준비물을 변경하였다. 다만 1학년 교육과정 상 적합하지 않은 활동은 난이도를 다소 조정하였고 일부 부족한 동기유발 자료와 활동지를 추가하여 수업을 설계하였다. 적용된 CS Unplugged v4.1 수업의 구성은 Table 3과 같다.

Table 3. Design of CS Unplugged v4.1 Class

Session	Topic	CS Concept
1	Pre-test	
2	Representing Numbers by 0&1	Binary numbers
3	Game of Binary Numbers	
4	Writing a Letter to Computer	
5	Parity Magic	Error detection & correction
6	Rescue the Little Red Riding Hood	Programming, simulation & debugging
7	Unplugged Fitness Application	
8-9	Find the Number	Searching algorithms
10-11	Let's Sort Together	Sorting networks
12	Post-test	

2. Measures

본 연구에서는 컴퓨터 과학 원리 이해도 검사를 위하여 비버 챌린지(Bebras Challenge) 문항을 활용하였다. 비버챌린지는 컴퓨터 과학 교육과 컴퓨팅 사고력 증진을 위한 전 세계적인 챌린지이며, 2004년 리투아니아에서 처음 시작된 이래 2018년 기준 전 세계 45개국의 461만 여 명의 학생이 참가하는 큰 행사이다. 비버 챌린지 문항은 컴퓨터 과학의 개념 및 원리와 관

www.kci.go.kr

Table 4. Composition of the Test[13-15]

No.	Title	Age groups	Difficulty		Source	CS Concept
			Original	Adjusted		
1	Water System	Group III (Grades 5-6)	Normal	Hard	(KOR) 2017 Example	Binary numbers
2	Parking Lot	Group II (Grades 3-4)	Easy	Normal	(KOR) 2017 Challenge	Binary numbers
3	Beaver's Thermal Cup Collection	Group I-III (Grades 1-6)	-	Hard	(KOR) 2017 Experience	Error detection &correction
4	Dance Battle	Group III (Grades 5-6)	Normal	Hard	(KOR) 2017 Experience	Programming &simulation
5	Jersey Numbers	Kits (Grades 2-3)	Hard	Hard	(UK) 2016 Challenge	Searching
6	Bottle	Kits (Grades 2-3)	Hard	Hard	(UK) 2016 Challenge	Sorting

련해 출제되지만 흥미로운 일상의 사례와 연결시키므로 사전 지식 없이도 누구나 논리적 분석 및 추론, 절차적 사고만으로도 해결이 가능한 특징을 가지고 있다. 비버 챌린지 문항은 전 세계 60여 개 국의 정보교육 전문가들이 공동 출제하며 모든 문항은 알고리즘과 프로그래밍, 자료 구조와 표현, 컴퓨터 처리와 하드웨어, 상호작용, 시스템과 사회 등 컴퓨터 과학의 개념을 바탕으로 개발된다[13]. Bell&Varenhold(2018)는 비버챌린지를 언플러그드 방식의 평가 방법의 하나로 소개하였으며[4] 이에 CS 언플러그드 수업을 적용하는 본 연구에서 비버 챌린지의 문항은 컴퓨터 과학 원리의 이해도를 평가하기에 가장 적합한 방식으로 판단된다.

우리나라도 비버 챌린지의 공식 회원국으로서 2017년부터 행사를 개최하고 있지만, 본 연구의 대상인 초등 저학년 학생들을 위한 비버 챌린지 문항은 아직 연구 중에 있다. 이에 본 연구에서는 외국의 비버 챌린지 문항 중 측정하고자 하는 컴퓨터 과학 개념과 관련된 문항들을 추출하여 검사에 활용하였다. 다만 비버 챌린지의 점수 산정 방식에서는 문항 난이도에 따라 점수를 다르게 부여하기 때문에, 초등학교 저학년 학생보다 상위 연령 그룹을 대상으로 하는 문항들에 대해서는 문항 난이도 등급을 상향 조정하여 평가의 기준으로 삼았다. 다만, 3번 문항의 경우 유사한 문제가 대만에서 5-6학년 학생 대상의 문제로 사용되었던 점을 고려하여 난이도를 조정하였다. 검사 도구의 문항 구성은 Table 4와 같다.

연구 대상인 초등학교 1학년의 인지수준을 고려하여 검사 도구는 컴퓨터로만 해결할 수 있는 문항을 제외하고 6문항을 선정하여 출력물 형태로 제공하였다. 문해력이 낮고 시험의 형식에 익숙하지 않은 피험자를 고려하여 문항 당 설명 3분과 풀이 2분, 총 5분의 시간을 주어 문제를 해결하게 하였다. 평가 점수 산정은 USA Bebras(2018)의 평가 방식을 차용하여 난이도에 따라 배점을 달리하였다. 평가 점수 산정 방식은 Table 5와 같다[16].

Table 5. Scoring Method

Difficulty	Correct	Incorrect	Unanswered
Easy	+6 points	-2 points	0 points
Normal	+9 points	-3 points	0 points
Hard	+12 points	-4 points	0 points

IV. Results

1. Application of CS Unplugged v4.1 Lessons

CS Unplugged v4.1 수업은 2018년 11월 15일부터 11월 30일까지 창의적 체험활동 중 '자율 활동' 시간에 적용되었다. 수업은 초등교사인 연구자가 진행하였으며 사전 검사와 사후 검사를 포함하여 총 9회에 걸쳐 12차시로 진행하였다.

1.1 Binary Numbers

이진법의 개념 및 원리와 관련된 수업은 2-4차시에 걸쳐 이루어졌다. 이진수 수업의 활동 장면은 Fig. 1과 같다.

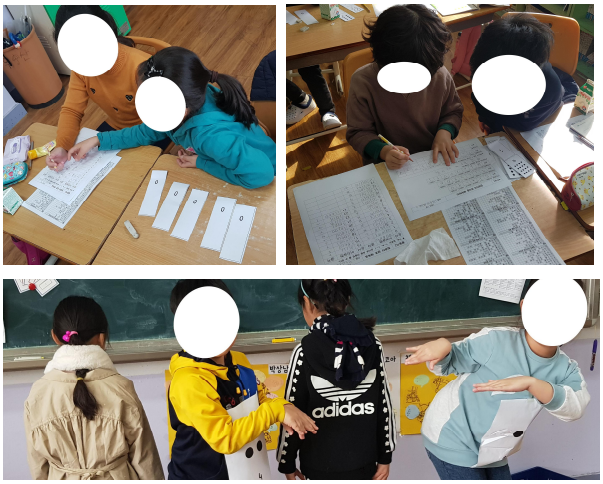
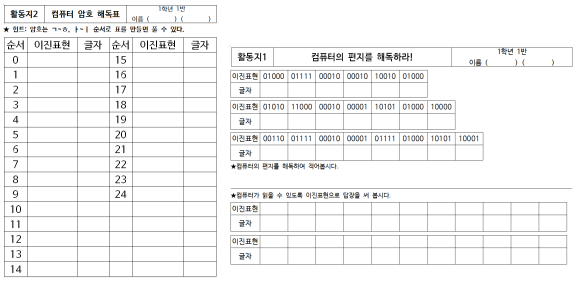


Fig. 1. Pictures of Binary Numbers Class

2차시에는 비트의 개념을 도입하고 1, 2, 4, 8의 점 카드를 이용하여 0-15까지 수를 만들어보며 이진수의 원리를 학습하였다. 3차시에서는 모둠별로 반대되는 표현을 한 가지씩 설정하여 각각 0과 1로 약속하고, 모둠별로 숫자 표현하기 게임을 진행하였다. 모둠별로 다양한 동작들이 제안되었으며 교사가 제시한 숫자를 모둠원이 협동하여 이진수로 나타내었다. 4차시에는 컴퓨터의 문자 표현 원리에 대해 이해하기 위하여 Fig. 2의 암호 해독표를 채우고, 이를 활용해 편지를 해석하여 다시 암호로 답장을 쓰는 활동을 진행하였다.

www.kci.go.kr



활동지2 | 컴퓨터 암호 해독표 | 1학년 1반 이름 ( ) ( )

★ 암호: 암호는 ㄱ~ㅎ, ㅏ~ㅣ 순서로 표를 만들면 꼴 수 있다.

순서	이진표현	글자	순서	이진표현	글자
0			15		
1			16		
2			17		
3			18		
4			19		
5			20		
6			21		
7			22		
8			23		
9			24		
10					
11					
12					
13					
14					

활동지1 | 컴퓨터의 편지를 해독하라! | 1학년 1반 이름 ( ) ( )

이진표현	01000	01111	00010	00010	10010	01000	
글자							

이진표현	01010	11000	00010	00001	10101	01000	10000
글자							

이진표현	00110	01111	00010	00001	01111	01000	10101	10001
글자								

★컴퓨터의 편지를 해독하여 적어봅시다.

★컴퓨터가 읽을 수 있도록 이진표현으로 답장을 써 봅시다.

이진표현											
글자											

이진표현											
글자											

Fig. 2. Worksheets

1.2 Error Detection & Correction

에러 탐색 및 수정과 관련된 수업은 5차시에 이루어졌으며 패리티 비트를 주제로 그 원리를 적용한 카드 마술의 시연으로 수업을 시작하였다. 학습자들은 곱셈과 넓이의 개념을 아직 배우지 않은 상태로 5*5, 6*6으로 카드를 놓는 것에 대해 어려워하는 모습을 보였다. 하지만 짝수와 홀수의 개념에 대해서는 1학기에 학습한 상태로 오류를 발생시킨 카드를 찾아내는 것은 대부분 잘 해내었기에 패리티 비트의 개념 도입 자체를 어려워하지는 않았다. 교사의 시연에 따른 학습자들의 전체적 연습 이후에는 짝 단위로 마술사와 조수 역할을 번갈아 하며 마술을 연습하였다. 에러 탐색 및 수정 수업의 활동 장면은 Fig. 4와 같다.

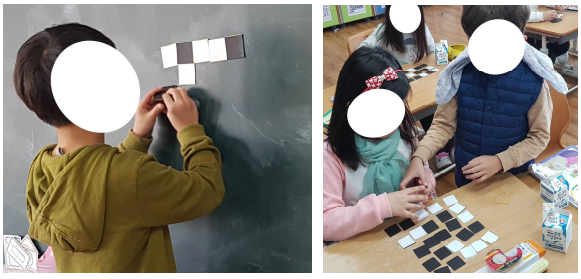


Fig. 3. Pictures of Error Detection&Correction Class

1.3 Programming

프로그래밍, 디버깅 및 시뮬레이션과 관련된 수업은 6-7차시에 이루어졌다. 6차시는 동화 '빨간 모자' 스토리텔링을 기반으로 진행되었으며 주인공이 늑대를 피해 할머니 댁으로 도착할 수 있도록 돕는 프로그램을 작성하였다. 3인 1조로 미션을 수행하였고 프로그래머는 화살표 명령어를 사용하여 프로그램을 작성하고 테스터는 로봇에게 시뮬레이션을 시키고 버그를 찾으며, 로봇은 테스터의 명령대로 시뮬레이션을 수행하도록 역할을 분담하였다. 7차시는 언플러그드 방식의 피트니스 어플리케이션을 만들어보는 활동을 하였다. 처음에는 모둠별로 화이트보드에 각 동작을 일렬로 나열해서 운동을 만들어보고, 불편한 점을 찾아 이후에는 프로그램의 순차, 반복 구조를 이용하여 운동을 만들어 보도록 하였다. 이후 서로의 어플리케이션을 테스트하고 장·단점을 찾아 의견을 나누었으며 최고의 어플리케이션을 선발하였다. 프로그래밍 수업의 활동 장면은 Fig. 5와 같다.

Fig. 4. Pictures of Programming Class

1.4 Searching Algorithms

탐색 알고리즘 수업은 8-9차시에 이루어졌다. 무작위로 배열된 동물 카드에 적힌 숫자 중 교사가 제시한 숫자를 찾는 놀이를 통해 선형 탐색 알고리즘을 이해하고, 이후 숫자 크기대로 정렬된 동물 카드에서 숫자를 찾는 과정을 통해 이진 탐색에 대해 이해하였다. 이후 숫자를 찾기 위해 시도한 횟수를 비교하고 두 방법 중 좀 더 효율적인 방법이 무엇인지 생각해 보았다. 수업 초반에는 교사와 학생들 간의 대결로 진행되었고, 후반에는 짝끼리의 대결을 통해 알고리즘을 체득하도록 하였다. 수업의 활동 장면은 Fig. 5와 같다.

Fig. 5. Pictures of Searching Algorithms Class

1.5 Sorting Networks

정렬망 수업은 10-11차시에 진행되었다. 수업 초반에는 여럿이 힘을 합쳐서 일을 편하게 수행했던 경험을 나누고, 병렬컴퓨팅 원리를 적용한 정렬망을 통해 숫자를 정렬하면 숫자를 한 개씩 따로 비교하여 정렬할 때보다 효과적임을 이야기하였다. 정렬망의 사용법을 이해하기 위해 처음에는 모둠별로 1-6의 간단한 숫자들로 각자 정렬망을 통과하게 하였다. 이후 모둠별로 6개의 종이에 숫자를 적어 다른 모둠과 교환하고, 정렬망을 통과하여 정렬을 완료하는데 걸리는 시간이 가장 적은 모둠을 선발하였다. 변형 활동으로 같은 숫자가 여러 개일 때, 이동 방향을 바꿀 때, 정렬망을 거꾸로 통과할 때 등 다양한 시도를 통해 정렬망을 심화하여 이해하였다. 정렬망 수업의 활동 모습은 Fig. 7과 같다.

www.kci.go.kr

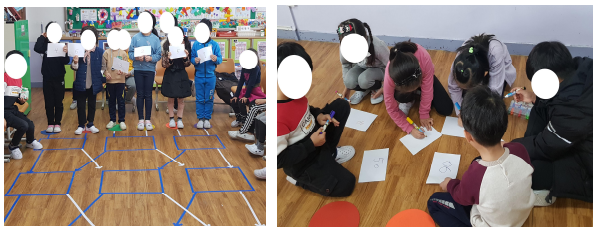


Fig. 6. Pictures of Sorting Networks Classes

2. Analysis of Effectiveness

수업 적용의 결과 연구 대상자의 컴퓨터 과학 원리 이해에 어떠한 변화가 있는지 살펴보기 위해 사전과 사후 검사를 통해 대응표본 t검정을 실시하였다. 분석 결과는 Table 6과 같다.

Table 6. Comparison between Pre-test and Post-test

Test	N	Mean	SD	t	p (2-tailed)
Pre	18	29.33	16.831	-2.222	.040
Post	18	38.67	16.299		

컴퓨터 과학 원리 이해에 대한 사전과 사후 검사를 비교한 결과, 사전 검사의 평균이 29.33, 사후 검사의 평균이 38.67로 사후 검사의 평균 점수가 더 높은 것으로 나타났다. t 값은 -2.222, 유의확률은 0.40으로 유의수준 .05에서 사전 검사와 사후 검사 간의 점수 차이가 통계적으로 유의미한 것으로 확인되었다. 표본이 적어 이를 일반화하기는 어려우나, 본 연구에서는 결과적으로 CS 언플러그드 수업을 통해 초등학교 저학년 학생들의 컴퓨터 과학 원리 이해도가 높아진 것으로 확인되었다.

V. Conclusions

우리나라 초등 교육과정에서 소프트웨어 교육은 이제 막 첫 걸음을 떼기 시작하였다. 그 일부로서 소프트웨어 교육이 국가 교육과정에 편성되었으며, 그와 관련된 교육부 차원의 다양한 연수와 사업, 각종 연구들이 진행 중이다. 그러나 김다은(2018)은 해외 소프트웨어 교육에 비해 교육 시수가 부족한 점, 도입 시기가 늦은 점, 교사 인력과 교원 역량이 부족한 점 등을 우리나라 소프트웨어 교육의 한계로 꼽았으며, 이와 함께 도입시기의 문제를 해결하기 위한 방안으로 초등 교육과정에서 소프트웨어 교육을 위한 별도의 교과목을 편성하고 초등학교 1학년부터 체계적인 소프트웨어 교육을 실시할 것을 제안하였다[17].

본 연구에서는 초등학교 교육과정에서 별도로 소프트웨어 교과목이 편성되어있지 않은 현 상황에서 초등 저학년 학생들에게 소프트웨어 교육을 실시할 수 있는 방안으로 발달 단계에 적합한 정보교육의 교수학습방법인 언플러그드 컴퓨팅을 적용하였다. 언플러그드 컴퓨팅은 구체적 조작기인 초등 저학년 학생들에게도 쉽게 컴퓨터 과학의 개념과 원리를 가르칠 수 있는 교육 방법으로 국내외에서 다양하게 시도되고 있다. 본 연구에서는 CS 언플러그드의 최신판인 CS Unplugged v4.1 활동을 기반으로 국내 학습 환경에 맞게 수정한 10차시 수업을 설계하고 이를 초등학교 1학년 학생들에게 적용하였다. 연구의 결과, CS 언플러그드 활동은 국내 초등학교 저학년 학생들에게도 적용에 무리가 없는 것으로 나타났으며, 실제로 연구 대상 학생들의 컴퓨터 과학 개념 이해도를 높인 것으로 나타났다.

본 연구는 적은 학생들을 대상으로 진행되었기에 결과를 일반화할 수 없다는 한계가 있으나 최근 제안되어 효과성에 대한 검토가 적은 CS Unplugged v4.1을 국내에 적용한 연구로서 제안한 교육과정과 학습 형태 및 자료는 후속 연구에 기초자료가 될 수 있을 것이다. 후속 연구로 연구 대상의 수를 확대하여 CS Unplugged v4.1 수업의 국내 초등 저학년 학생에 대한 효과성 검토를 일반화 가능한 수준으로 확장하고자 하며, 또한 적용 범위를 확대하여 초등 중학년, 고학년을 대상으로 CS Unplugged v4.1의 효과성을 검토하고자 한다. CS Unplugged v4.1에서는 연령그룹별로 수준을 다르게 하여 수업을 제안하고 있으며, 이에 따라 다른 학년에서의 효과성 검토가 필요하기 때문이다.

본 연구의 결과를 바탕으로 우리나라 초등학교 소프트웨어 교육의 개선 및 발전을 위하여 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 소프트웨어 교육 도입의 적절한 시기에 대한 연구가 필요하다. 이를 위해 해외 소프트웨어 교육 사례를 바탕으로 우리나라 학생들에게 소프트웨어 교육을 도입하기에 가장 적절한 시기를 찾기 위한 논의가 지속되어야 한다. 또한 각 시기에 소프트웨어 교육을 실시하였을 때의 실제 효과성에 대한 검증도 다각도로 이루어져야 할 것이다.

둘째, 초등학교 저학년을 위한 소프트웨어 교육 프로그램이 다양하게 개발되어야 한다. 본 연구에서 다룬 언플러그드 컴퓨팅 뿐 아니라 최근 아동들이 유아기 때부터 스마트폰 및 태블릿 등 정보기기에 익숙한 점에 착안해 유아를 대상으로 한 태블릿 기반의 블록형 프로그래밍 언어 적용, 컴퓨터를 이용한 프로그래밍 없이 조작 가능한 로봇 활용 등 다양한 프로그램 개발과 효과성 검토가 이루어져야 할 것이다.

셋째, 소프트웨어 교육을 위한 충분한 시수 확보 방법에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 한다. 우리나라 소프트웨어 교육의 시수나 도입 연령 등에 대한 문제점이 학계에서 지속적으로 지적되고 있다. 따라서 이와 관련하여 소프트웨어 교육을 위한 별도의 교과목 개설, 또는 시수 확보를 위한 융합 교육과정 제안 등 다양한 방법에 대한 연구를 통해 부족한 소프트웨어 교육의 시수에 대한 보충 방안을 찾기 위한 노력을 기울여야 할 것이다.

REFERENCES

[1] Ministry of Education, Science and Technology, “The Practical Arts (Technology/Home Economics) and Informatics Curriculum,” pp. 3-28, Sep, 2015.

[2] Ysjeong, “An Analysis of the Status and example of

www.kci.go.kr

Software Education in Elementary Schools," Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineeers, Vol. 36, No. 11, pp. 10-15. Nov. 2018.
[3] Zohwang and sohwang, "An Analysis Research Trends Software Education for Elementary school : Focusing on Domestic Articles," Journal of The Korean Association of Information Education, Vol. 21, No. 5, pp. 509-525. Oct. 2017.
[4] T. Bell, and J. Vahrenhold, "CS Unplugged-How Is It Used, and Dose It Work?" Lecture Notes in Computer Science, Vol. 11011, pp. 497-521. Aug. 2018.
[5] T. Nishida, S. Kanemune, Y. Idosaka, M. Namiki, T. Bell, and Y. Knuo, "A CS Unplugged Design Pattern," Proceedings of the 40th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE 2009, Chattanooga, TN, USA, pp. 231-235. March 2009.
[6] Jykim and twlee, "A Comparative Analysis on Software Education Unit in Practical Arts Textbooks based on 2015 Revised National Curriculum," Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 24, No. 2, pp. 217-225. Feb. 2019.
[7] Twlee and hjchoi, "Informatics Education," Hanbit Academy, pp.340-342. March 2016.
[8] Jrkim, "A Study on Systematic Review of Unplugged Activity," Journal of The Korean Association of Information Education, Vol. 22, No. 1, pp. 103-111. Feb. 2018.
[9] Grpark, "Development of Software Education Materials and Tools for Elementary School Students," Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, Vol. 19, No. 4, pp. 103-111. Feb. 2018.
[10] CS Unplugged, https://www.csunplugged.org
[11] Yekoo, "*An Effect of Unplugged Education based on Play Learning for Lower Grade in Elementary School*," Master's thesis, Professional Graduate School of Education at Gyeongin National University of Education.
[12] Jhsim, "*Development and Application of Play-Focussed Unplugged Program for Improving Logical Thinking Ability*," Master's thesis, Graduate School of Education at Gongju National University of Education.
[13] Bebras Korea, "*Bebras Challenge Ⅰ*," Life and Power Press, 2018.
[14] Bebras Taiwan, http://bebras.csie.ntnu.edu.tw/
[15] UK Bebras, "*UK Bebras Computational Thinking Challenge 2016 Complete Answer Book*," UK Bebras, 2016.
[16] USA Bebras, https://challenge.bebraschallenge.org/
[17] Dekim, "*Limitations and Improvement Plan of SW Education in Korea Through Comparison with Oversea Cases*," Master's thesis, Graduate School of Soongsil University.

Authors

Ji-Yun Kim received the B.S. degree in Elementary Mathematics Education from Jeonju National University of Education, Korea, in 2013. And she received the M.S. degree in Computer Education from Korea National University of Education, Korea, in 2018. She is currently in a doctoral course in the Department of Computer Education at Korea National University of Education, Cheongju, Korea. She is currently an elementary school teacher, of Jeollabukdo Office of Education, since 2013. She is interested in computer education, software education, STEAM education, and maker education.

Eun-Ji Kim received the B.S. degree in Elementary Mathematics Education from Jinju National University of Education, Korea, in 2011. And she received the M.S. degree in Computer Education from Korea National University of Education, Korea, in 2019. She is currently in a doctoral course in the Department of Computer Education at Korea National University of Education, Cheongju, Korea. She is currently an elementary school teacher, of Kyoungsangnamdo Office of Education, since 2011. She is interested in Algorithm, UML and gamification in education.

Tae-Wuk Lee received the B.S. degree in Science Education from Seoul National University, Korea, in 1978. And he received the M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science and Education from Florida Institute of Technology, U.S.A. in 1982 and 1985, respectively. Dr. Lee joined the Department of Computer Education at Korea National University of Education, Cheongju, Korea, since 1985. He is interested in computer education and knowledge engineering.

www.kci.go.kr