

Digital Contents for Learning Computer Science using Unplugged CS

Sun-Gwan Han*

Abstract

This study focused on the design and development of contents using Unplugged CS method to learn computer science knowledge. With the strengthening of software education, all universities students including elementary and junior high school students are demanding knowledge of computer science centered on the computational thinking. We have developed educational contents using unplugged computing method as a way to effectively learn the concept of computer science. First, we analyze the related research of Unplugged CS theory and investigate the educational method accordingly. And we divided the areas of computer science and selected learning concepts in each area. The contents of learning were divided into basic and intermediate classes considering the level of the learner. The subject of learning contents was selected evenly in the area of computer science and it consisted of 16 basic subjects and 16 intermediate subjects based on concepts that are important in each field. In order to confirm the validity of the Unplugged CS learning topic and the development contents for computer science, we conducted expert reviews and content validity tests. As a result of the validity test, the validity of the learning topic and area selection was found to be more than .92 for the CVI value and the validity of the 32 subject learning contents was over .935 in basic level and .925 in intermediate level for the CVI values. Based on the design contents, we developed digital contents for online learning and put them in the system. We expect that this study will contribute to the understanding of computer science for all, including elementary and junior-high school students as well as students at software - oriented universities, and contribute to the spread of software education.

▶ Keyword: Knowledge of Computer Science, Unplugged CS, Digital Learning Contents, Software Education

1. Introduction

정보기술과 함께 소프트웨어, 인공지능은 4차 산업혁명을 이끄는 중요한 키워드이다. 모든 산업과 학문이 IT와 융합을 하고 미래의 직업과 변화의 주도자로서 컴퓨팅 역량은 필수화가 되어가고 있다.

코딩으로 대변되는 소프트웨어 기술에 관해 초중고 및 대학교 교육의 정책은 실행 프로그램의 개발과 시스템의 구현에 집중하는 것으로 치우쳐 보인다[10]. 소프트웨어의 개발과 구현을 위한 기능도 필요하지만 이에 못지않게 정보기술의 근간을 이루는 컴퓨터 과학의 지식과 개념을 이해하는 것도 중요하다.

이것이 IT에서 지식과 기능을 균형 있게 신장시키는 교육을 요구하는 이유이다.

자동화를 위한 프로그래밍 학습의 경우 코딩의 즐거움과 실제 실행되어 출력 결과를 시각적으로 확인할 수 있어 상대적으로 이론과 원리를 학습하는 컴퓨터과학 지식은 학생들에게 따분하고 인지적으로 어려운 학문으로 느끼게 한다[11]. 하지만 컴퓨터과학의 기반 지식과 개념 없이는 실생활에서 유용하고 강력한 힘을 발휘하는 소프트웨어의 개발은 거의 불가능하다.

이를 해결하기 위해 컴퓨터 과학의 지식과 개념을 보다 쉽고

• First Author: Sun-Gwan Han, Corresponding Author: Sun-Gwan Han
*Sun-Gwan Han (han@gin.ac.kr), Dept. of Computer Education, Gyeongin National University of Education
• Received: 2019. 04. 29, Revised: 2019. 05. 30, Accepted: 2019. 05. 30.

이해하기 편하도록 학습하는 새로운 학습 방법이 등장하였는데 이것이 바로 언플러그드 컴퓨터 과학(Unplugged Computer Science, 이하 언플러그드 CS) 학습 방법이다[14]. 언플러그드 CS는 놀이와 신체활동 그리고 엔터테인먼트적인 게임 요소를 가미하여 즐겁고 쉽게 컴퓨터과학의 원리나 알고리즘을 이해하도록 도와준다[13].

이처럼 정보기술의 입문자와 초보 학습자를 위해 컴퓨터 과학의 여러 영역 중 컴퓨팅의 기본이 되는 지식과 개념 그리고 알고리즘을 학습하도록 도와주기 위해 언플러그드 CS 학습 콘텐츠의 개발이 필요하다.

따라서 이 연구에서는 컴퓨터 과학의 이해를 통하여 컴퓨팅 사고를 신장시키고 더 나아가 자동화를 구현하는 프로그래밍 능력을 확장하기 위해 언플러그드 CS 교육 프로그램을 설계하고 온라인에서 활용할 수 있도록 디지털 콘텐츠를 개발, 적용하고자 한다.

II. Preliminaries

1. Unplugged CS

언플러그드 CS의 학습 방법과 콘텐츠는 Tim Bell이 어린 학생들을 위하여 컴퓨터를 사용할 필요가 없는 환경에서 컴퓨터 과학의 지식과 개념을 재미있게 학습할 수 있도록 놀이기반으로 개발한 것이다[14]. 엔터테인먼트적인 활동 놀이와 학습지 기반의 게임을 통해 컴퓨터 지식과 원리를 학습하며 문제해결 과정을 통해 컴퓨터 과학에 중요하게 다루는 알고리즘을 이해할 수 있도록 쉽게 구현하였다. 구체적인 학습 콘텐츠와 적용 사례는 CS언플러그드 사이트(<http://csunplugged.org>)에서 확인할 수 있다[19].

CS언플러그드 팀의 연구진들뿐만 아니라 많은 연구자들이 언플러그드 컴퓨터 과학의 학습 주제를 지속적으로 개발하고 있으며 그 수업 효과에 대한 연구도 지속적으로 진행하고 있다 [2,3,4,7,8,13,14,15].

언플러그드 CS의 활동 유형은 <표 1>과 같이 콘텐츠의 개발 방식과 수업 활동 전략에 따라 이야기 기반, 신체 활동 기반, 도구 기반, 학습지 기반 네 가지로 나눌 수 있다[10].

Table 1. Types of Unplugged CS

| Type | Examples |
|------------------------|--|
| Story-Telling Type | Book, Explain, Story, Digital storytelling |
| Physical Activity Type | Moving the body, Physical Activity |
| Media & Tools Type | Cards, Stickers, Magnets, Stones, Kits, etc. |
| Work-Sheet Type | Workbook, Item, Sheet |

2. Related Works

언플러그드CS 교육에 관한 선행 연구를 살펴보면 우선 팀벨이 개발한 사이트(<http://csunplugged.org>)의 콘텐츠 자료이다[19].

총 7개의 카테고리로 구성하였으며 주제는 Data: Representing Information, Algorithms: Putting Computers to Work, Procedures: Telling Computers What to Do, Intractability: Really Hard Problems, Cryptography: Sharing Secrets, The Human Face of Computing: Interacting with Computers이다. 7개 영역의 액티비티는 총 37개의 학습 콘텐츠로 이루어졌다.

T. Bell 외(2012)는 수학을 바탕으로 컴퓨터 과학 지식을 언플러그드적인 접근으로 연구하였으며[13] Rivka Taub 외 (2012)는 중등학교 학생들을 위한 언플러그드 기반의 컴퓨터 과학 학습 자료를 개발하여 학생들에게 적용한 뒤 지식 습득의 효과를 분석하여 긍정적인 결과가 나타남을 제시하였다[6].

국내의 연구로 초등학생을 대상으로 언플러그드 컴퓨터 과학의 기법으로 자료구조의 지식과 알고리즘을 쉽게 안내하기 위한 학습 자료가 개발[9]되었으며 대학생을 대상으로 언플러그드 컴퓨터과학을 위한 자료를 개발하고 적용하여 긍정적인 효과를 분석한 연구가 있다[2]. 또한 대학생을 위하여 컴퓨터 과학의 엔터테인먼트적인 요소를 선별하여 컴퓨터과학 언플러그드 학습 프로그램을 개발하고 그에 따른 수업 전략을 제안한 연구도 진행되었다[12].

그리고 한선관(2010)은 인공지능을 위한 컴퓨터과학 언플러그드 콘텐츠를 위한 수업 전략을 제시하고 그 가능성을 제시하였고 영재학생을 대상으로 언플러그드 컴퓨터 과학의 콘텐츠와 코딩을 연구를 제안하여 컴퓨터 과학의 학습에 긍정적인 효과를 제시하였다[8]. PageRank 알고리즘을 이해하기 위한 언플러그드 활동에 관한 연구를 통하여 구글 검색 엔진의 원리와 알고리즘을 위한 방안도 제시하였다[16].

이상의 관련연구를 분석한 결과 컴퓨터 과학의 지식과 알고리즘을 학습하기 위한 다양한 학습 자료들이 개발되고 있으나 주로 개발된 내용이 학습자를 위한 학습지 위주의 콘텐츠와 학습 기법들이 주로 개발되었고 이를 가르치기 위한 교수용 자료는 부족하였다. 또한 학습 동영상 자료의 경우 주로 활동 내용에 대한 사례 등이 제시되어 이를 학습자들이 스스로 학습하고 교수자가 자기 연수용이나 학습에 적용하여 사용하기에는 부족하였다. 따라서 학습지는 물론 이에 대한 학습 활동 그리고 교수의 강의 방법 등에 대한 온라인 콘텐츠의 설계와 개발이 부족한 것으로 분석되었다.

III. Design and Development of Digital Contents

1. Overview of Unplugged Contents

언플러그드 CS 콘텐츠의 설계와 개발을 하여 온라인 콘텐츠화 하는 과정의 절차는 다음과 같다. 먼저 콘텐츠의 개발 전에 언플러그드 CS에 관한 선행 연구 분석과 수업을 위한 콘텐츠 개발 기준을 설정하였다. 이후 설계와 개발 그리고 사이트 구현

을 통해 학습에 적용하기 편리하도록 하였다. 설계와 개발은 전문가 검증에 의하여 타당도 검사를 실시하였다.

언플러그드 CS는 컴퓨터과학에 대한 배경지식이 기반이 되어야 하기 때문에 설계와 개발에 어려움이 따르고 또한 놀이 활동이 중심이 되기 때문에 흥미위주의 쉬운 활동에만 중점을 두고 콘텐츠를 설계하다보면 CS 개념의 부재나 오개념을 포함할 수 있다. 언플러그드 CS 콘텐츠의 설계시 4가지 고려 사항은 다음과 같다.

첫째, 컴퓨터 과학은 디지털과 이진처리가 기본이므로 개발된 콘텐츠는 비트, 이진수, 이진 처리가 가능한 개념을 사용한다. 사용되는 자료가 비트의 개념을 포함하는 것이 좋으며 예를 들자면, 이미지 표현, 정렬, 검색, 통신 등 두 개의 비교나 연산을 바탕으로 개발한다.

둘째, 컴퓨터과학의 기본 개념을 정확하게 담기위해 긍정과 부정적인 사례를 이용하여 안내하며, 그 개념의 속성들을 포함시킨다. 또한 사회적 상황에서의 중요성을 다루어야 실제적인 자료로서 학습자들이 인식하게 된다. 3가지 개념의 접근을 기본으로 하되 그렇지 않을 경우 오개념을 수반할 수 있다.

셋째, 좋은 언플러그드 자료는 컴퓨팅 사고를 고려한다. 절차적인 문제의 해결 즉, 알고리즘의 이해에서 컴퓨팅 사고의 하위요소인 분해, 패턴, 추상화, 알고리즘의 단계를 효과적으로 포함한다.

넷째, 좋은 언플러그드 콘텐츠는 자동화를 위한 코딩과 피지컬 컴퓨팅, 융합 실습으로 자연스럽게 연계될 수 있도록 유연성을 포함한다. 이를 통해 학습자들이 CS개념을 이해하고 자동화의 기능과 IT가 미치는 영향 등의 태도와 가치에 대한 전 영역의 역량을 갖게 된다.

2. Design of Unplugged Contents

2.1 Topic selection of digital contents

효과적인 언플러그드 콘텐츠를 개발하기 위해 SW교육 전문가 8명이 구성되어 콘텐츠의 유형과 설계의 기획을 3회 실시하였다. 먼저 이미 개발된 언플러그드 콘텐츠를 수집하여 분석하고 초중등학교와 소프트웨어 중심대학에서 사용되는 콘텐츠 그리고 교수자와 학습자에 관한 사용자 분석을 하였다. 실제 설계의 과정에서는 브레인스토밍과 마인드맵을 통해 콘텐츠의 성격을 규정하고 수업의 특징, 개발에 따른 온라인 교육 시스템과의 연동에 대한 논의를 하였다.

언플러그드CS에서 다루는 컴퓨터 과학의 영역은 ACM에서 개발한 K-12의 컴퓨터과학 표준 교육과정[1]을 이용하여 선정하였으며 각 영역의 개념과 원리 그리고 주요 알고리즘의 내용을 포함시켜 구체적인 사례로 설계하였다.

언플러그드 CS 콘텐츠의 설계는 컴퓨터 과학을 접하지 않은 초보자를 대상으로 하되 기초 콘텐츠는 초등학생부터 중학생을 대상으로 하며, 중급 콘텐츠는 고등학생부터 일반 대학생을 대상으로 설계하였다. 초급 중급 콘텐츠 모두 한 학기 수업을 고려하여 16차시 분량으로 주제를 선정하였으며 컴퓨터 과학의 영역도 다양하게 분포하여 선정하였다. 구체적인 주제와 컴퓨터 과학의 개념은 <표 2>와 <표 3>에 제시하였다.

Table 2. Contents of Unplugged CS (Basic-level)

| no | Lesson | CS Area | CS Concepts |
|----|----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | Straw Stitching | Computer Architecture | Binary Code1 |
| 2 | Number of points | Computer Architecture | Binary Code2 |
| 3 | Transformation to enter computer | Data | ASCII code |
| 4 | Paint with numbers | Multimedia | Image representation |
| 5 | Narrowing contents | Algorithm | Sentence compression |
| 6 | Card Magic | Network | Error Detection |
| 7 | What's wrong? | Communication | Error correction code |
| 8 | Stand in line | Data Structure | Bubble sort |
| 9 | Robot's Eye | Artificial Intelligence | Vision |
| 10 | My Robot Friend | Programming | Code Control |
| 11 | Digital clock | Computer Architecture | Logic circuit |
| 12 | Twenty Questions | Network | Information Theory |
| 13 | Match me | Computer Vision | Pattern recognition |
| 14 | Open your eyes and look up | Information Retrieval | Search engine indexing |
| 15 | Shh! It's a secret | Security | Public key encryption |
| 16 | Internet and Web | Network | Networking |

초급자의 수준은 최대한 신체활동과 놀이 활동을 적용하는 수업 방법을 고려하여 콘텐츠를 설계하였다. 컴퓨터과학의 영역은 바이너리 코드를 시작으로 문자, 이미지 표현, 문장 압축, 에러 확인, 기본 정렬 알고리즘, 시각화와 코드 제어, AND-OR-NOT 논리 회로와 정보통신 이론을 비롯하여 패턴인식과 검색엔진, 암호와 인터넷의 다양한 분야를 배치하였다.

Table 3. Contents of Unplugged CS (Intermediate-Level)

| no | Lesson | CS Area | CS Concepts |
|----|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1 | Battleship play | Algorithm | Search Algorithm |
| 2 | Fat and Slightly | Algorithm | Sorting Algorithm |
| 3 | Clock ticking | Algorithm | Sorting network |
| 4 | Muddy city | Multimedia | Minimum Height Trees |
| 5 | Fruit play | Network | Deadlock |
| 6 | Heavy brick | Network & Communication | Protocol |
| 7 | Treasure Island | Compiler | Automata |
| 8 | Marching | Programming Language | Coding |
| 9 | Poor Mapmaker | Artificial Intelligence | Graphics Issues |
| 10 | Travelers Cities | Algorithm | Domination Set |
| 11 | Road on the ice | Algorithm | Steiner tree |
| 12 | Secret Sharing | Network | Information Hiding Protocol |
| 13 | Peruvian coin flipping | Security | Encryption protocol |
| 14 | Password | Security | Public Key Encryption |
| 15 | Chocolate Factory | HCI | Human Interface Design |
| 16 | Conversation with computer | Artificial Intelligence | Turing Test |

중급자용 콘텐츠는 초급자용 콘텐츠의 CS개념을 바탕으로 보다 심화된 개념 중에서 알고리즘 위주로 주제를 구성하여 콘텐츠를 설계하였다. 고등학생 이상을 대상으로 하였기 때문에 놀이 활동과 신체활동 외에도 학습지를 통한 복잡도 문제의 경험을 이해하고 컴퓨터가 다루는 중고급 알고리즘을 수학 등의 다른 학문과 융합하여 고민하도록 내용 설계를 하였다.

컴퓨터과학의 영역은 탐색과 정렬 알고리즘, 트리와 그래프의 비선형 자료구조, 운영체제와 통신의 데드락과 프로토콜, 프로그래밍 언어의 오토마타와 코딩, 고급 알고리즘 중에서 NP문제를 경험하는 지배 집합과 슈타이너 트리를 포함시켰고 사용자 이슈에서 다루는 HCI, 암호와 보안문제 뿐만 아니라 인공지능의 제약만족 문제와 튜링 테스트를 배치하였다.

2.2 Designing Instruction Strategy for Unplugged Contents

콘텐츠 교육요소 설계는 수업목표의 적합성, 교육과정의 체계적 구성, 교육내용에 따른 세부 콘텐츠 사항, 수업의 단계에 따른 교수학습 방법, 그리고 교육 평가 전략 구성을 중심으로 설계에 반영하도록 하였다.

언플러그드 수업의 목표는 컴퓨터 과학의 지식 중 개념과 원리를 이해하도록 돕는 것이다. 이를 위해 이 연구에서는 개념형성 모형과 발견학습, 탐구학습 모형을 고려하였다.

CS 개념을 이해하는 것은 앞서 논의한 것처럼 3가지 접근 방식이 있다. 첫번째는 개념의 원형이 되는 긍정/부정 사례를 통해 선행으로 가지고 있는 지식을 연결시키는 원형 모형이다. 또한 개념이 가지고 있는 다양한 속성들을 하나씩 확인하면서 그 연결 관계를 하나로 통합하는 속성모형이다. 마지막으로 CS 개념에서 다루는 사회적 이슈를 개념으로 다루는 사회상황모형이다. 예를 들자면 인터넷이 라든가 빅데이터 등은 기존에 없던 개념으로서 사회적으로 중요하게 다루어지고 개인의 삶에 많은 영향을 미치게 되므로 사회적 상황이 그 개념을 이해하도록 할 수 있다.

컴퓨터과학의 원리는 주로 문제의 해결과정 즉, 알고리즘의 절차적 사고이다. 이를 강제로 주입하는 것보다는 학습자들이 자료(주요 비트, 0과 1)를 다루면서 알고리즘의 원리를 귀납적으로 발견하거나 이론적인 특징을 관찰하며 연역적으로 탐구해 나갈 수 있다. 이때 사용되는 모형이 발견학습과 탐구학습이다. 언플러그드 콘텐츠를 통해 발견학습과 탐구학습을 전개함으로써 보다 쉽게 흥미롭게 학습자들이 컴퓨터과학의 원리를 이해하게 된다.

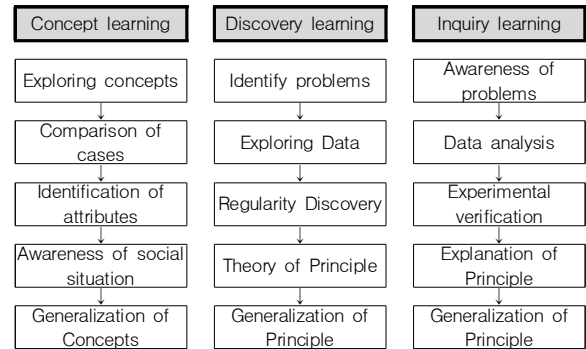


Fig. 1. Instruction Strategies for Unplugged Contents

이러한 3가지 수업 모형을 바탕으로 초중급 언플러그드 콘텐츠를 설계하고 개발하기 위한 기준을 확정하였다.

교수학습 방법적인 요소의 설계 이후 인터페이스 디자인, 수업 방법론에 따른 미디어 형식과 질차에 관한 설계를 실시하였다. 그리고 온라인 교육 시스템과의 연동에 관한 사항을 설계하였다.

3. Development of Unplugged Contents

언플러그드 콘텐츠의 실제적인 구현에 앞서 간단한 프로토타입으로 수업전략에 맞는 3개의 콘텐츠를 개발하였다. 동영상 타입의 콘텐츠와 함께 학습에 적용가능한 학습지와 학습안을 개발하고 소프트웨어 전문가들을 대상으로 수업 적합성을 검증 받고 컴퓨터과학 교육과정에 맞는 콘텐츠를 구현하였다.

구현된 콘텐츠는 온라인 소프트웨어교육 사이트에 탑재하였으며 개발된 콘텐츠의 내용은 [그림 2]와 같다.

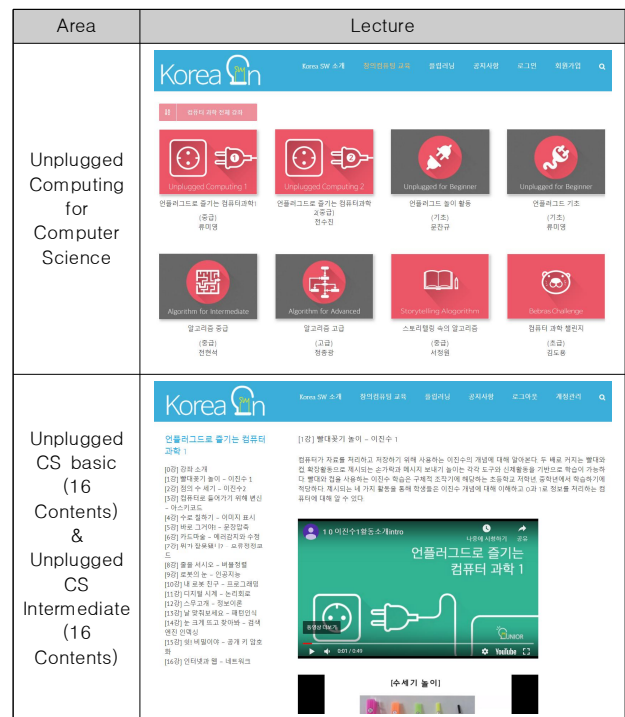


Fig. 2. Screen of Developed contents

개발된 영상 콘텐츠의 수업을 지원하기 위한 학습자용 학습지는 필수적이다. 학습지는 놀이 활동을 포함한 절차형 해결 워크시트 또는 보드 게임의 형태 워크시트와 함께 개념 형성을 위한 지식 원형, 속성, 상황을 포함하는 형태로 구성하였다. [그림 3]은 인공지능 로봇의 미로 탐색과 제약만족문제를 위한 4색 문제에 대한 언플러그드 CS 수업용 워크시트의 일부 내용을 제시하였다.



Fig. 3. Worksheets of Unplugged contents

개발된 언플러그드 콘텐츠의 모든 학습 영상과 학습 워크시트 그리고 교수학습 과정안은 <http://koreasw.org> 사이트에서 볼 수 있다.

IV. Analysis and Results of Study

1. Validity Analysis of Content Design

언플러그드 콘텐츠의 설계와 개발 내용에 대해 컴퓨터 공학 전문가와 소프트웨어교육 전문가들의 의견을 통해 내용타당도 검사를 실시하여 그 결과를 분석하였다. 타당도 검사에 참여한 전문가 집단은 <표 4>에서 보는 바와 같이 컴퓨터 과학지식 검증을 위한 컴퓨터 공학 전문가 2명, 정보교육 및 교육과정을 위한 컴퓨터 교육 전문가 4명, 교수학습 방법 및 효과를 확인하기 위한 교육공학 전문가 1명, 현장 적용 및 효과성 확인을 위한 소프트웨어교육 선도학교 교사 4명으로 총 11명으로 구성되었다. 참여한 전문가들은 대부분 박사학위를 소지하거나 박사과정에 있는 연구진으로 구성하였다.

Table 4. Experts for Validity Testing

| Major | Degree | Occupation | N |
|-----------------------|--------|---------------------|----|
| Computer Science | Ph.D | Professor | 2 |
| Education Engineering | Ph.D | Researcher | 1 |
| Computer Education | Ph.D | Professor | 4 |
| Software Education | Ed.D | Teacher, Researcher | 4 |
| Total | | | 11 |

타당도의 검사는 해당 영역의 전문가 의견을 수렴하여 분석하였기 때문에 내용 타당도 검사로 실시했다. 검사 문항에 대해 전문가 사이에서 동의하는 정도 즉, CVI(Content Validity Index) 지수를 기준값으로 정하고 그 타당도를 분석하였다. 이 연구에서는 11명의 전문가가 참여하였기 때문에 CVI 값이 .78 이상이어야 타당하다고 볼 수 있다.

내용 타당도 검사는 크게 언플러그드 콘텐츠 설계의 타당성과 구현된 각각의 콘텐츠에 관한 적합성과 수업 효율성의 2개의 큰 카테고리로 구분하여 분석하였다.

전문가들의 의견을 수집하기 위해 설계와 개발에 관련된 검사문항을 구분하여 개발하였다. 각각의 검사 문항은 4점 리커트 척도를 사용하였고, 콘텐츠 설계 및 개발에 따른 수과정과 제안사항이 있을 경우에는 수기로 기입하도록 하였다.

우선 콘텐츠 설계의 타당성 검사를 먼저 실시하였다. 설계의 타당성은 총 9문항으로 구성되었으며 언플러그드 콘텐츠로서의 적합성과 학습자, 수업의 적합성 등의 문항을 포함하였다. 검사 결과는 <표 5>와 같다.

Table 5. Validity Analysis of Content Design(n=11)

| no | Item | CVI value |
|---------|--|-----------|
| 1 | Compliance as unplugged content | .93* |
| 2 | Suitability of curriculum composition | .89* |
| 3 | Easy of Unplugged Development | .87* |
| 4 | Accuracy of computer science knowledge | .84* |
| 5 | Suitability of teaching and learning methods | .99* |
| 6 | Learner-level fitness | .92* |
| 7 | Content type compliance | .97* |
| 8 | Suitability of class application | .98* |
| 9 | Suitability for online education | .94* |
| Average | | .925 |

* : CVI > .78

CVI 값은 최소 .84에서 최대 .99점으로 나타났고, 평균 .925였다. 따라서 전체적인 언플러그드 콘텐츠 설계의 타당성은 .78을 넘으므로 타당한 것으로 분석되었다.

세부적으로는 최소값을 나타낸 항목인 컴퓨터과학의 지식을 정확하게 표현하는데 언플러그드 CS가 약간의 한계를 지닌 것으로 보고 있다. 특히 컴퓨터 공학 전문가의 의견을 참고하면 컴퓨터 과학의 지식을 단편적인 놀이 활동과 학습지만으로는 완벽하게 학습자들이 이해하기는 어렵다는 의견을 보였다. 이것은 언플러그드 CS로 모든 개념을 형성하고 원리를 발견하게 하기 보다는 다른 활동 즉, 강의법이나 직접교수법 또는 코딩을 통한 프로그래밍과 피지컬 컴퓨팅을 통한 종합적인 수업 활동으로 보완해야 하는 것으로 분석되었다.

2. Validity of Developed Content

언플러그드 콘텐츠의 설계를 바탕으로 개발된 콘텐츠들의 타당도를 조사하였다. 개발된 모든 콘텐츠들에 대하여 컴퓨터 과학 지식의 정확성과 수업 적용 적합성의 2가지 문항을 통합하여 검사를 하였다. 개발된 콘텐츠 기초와 중급 콘텐츠 32개에 관해 분석된 결과는 <표 6>으로 제시하였다.

개발된 언플러그드 기초 콘텐츠의 CVI 값은 최소 .87에서 최대 .99점으로 나타났고, 평균 .935였다. 언플러그드 중급 콘텐츠의 CVI 값은 최소 .88에서 최대 .99점으로 나타났고, 평균 .925으로 나타났다. 따라서 두 가지 수준으로 개발된 모든 언플러그드 콘텐츠의 개발에 관한 내용 타당성은 .78을 넘으므로 타당성이 높은 것으로 분석되어 언플러그드 CS수업에 적합하고 실제 적용이 가능하다는 의견으로 분석되었다.

전문가들이 제시한 의견을 종합해보면 설계에서 우려하였던 언플러그드 구현 가능성과 컴퓨터 과학 지식의 정확성 등을 동영상 강의와 학습 워크시트 그리고 교수학습 과정안 등의 실제적인 자료와 설명을 이용하여 구체적으로 안내함으로써 그 타당성이 높음을 시사하고 있다.

Table 6. Test results of CVI (n=11)

| no | Basic Lesson | CVI value | Intermediate Lesson | CVI value |
|---------|----------------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| 1 | Straw Stitching | .99* | Battleship play | .94* |
| 2 | Number of points | .94* | Fat and Slightly | .89* |
| 3 | Transformation to enter computer | .95* | Clock ticking | .92* |
| 4 | Paint with numbers | .98* | Muddy city | .95* |
| 5 | Narrowing contents | .94* | Fruit play | .99* |
| 6 | Card Magic | .98* | Heavy brick | .96* |
| 7 | What's wrong? | .89* | Treasure Island | .94* |
| 8 | Stand in line | .97* | Marching | .89* |
| 9 | Robot's Eye | .99* | Poor Mapmaker | .99* |
| 10 | My Robot Friend | .88* | Travelers Cities | .91* |
| 11 | Digital clock | .96* | Road on the ice | .90* |
| 12 | Twenty Questions | .94* | Secret Sharing | .92* |
| 13 | Match me | .91* | Peruvian coin flipping | .94* |
| 14 | Open your eyes and look up | .89* | Password | .89* |
| 15 | Shh! It's a secret | .87* | Chocolate Factory | .88* |
| 16 | Internet and Web | .88* | Conversation with computer | .89* |
| Average | | .935 | | .925 |

* : CVI > .78

이상으로 언플러그드 콘텐츠의 설계와 개발에 대한 타당성을 검증하였고 초중등 학생과 CS 비전공 학생을 대상으로 하는 컴퓨터과학 지식과 개념 그리고 원리를 학습하는데 언플러그드 CS 콘텐츠가 적절한 것으로 최종 분석되었다.

V. Conclusions

소프트웨어의 중요성과 정보기술의 획기적 발전 그리고 인공지능의 대두로 시작된 새로운 학습 혁명과 새로운 지식의 요구는 이제 누구에게나 필연적으로 요구되는 컴퓨팅 사고의 신장을 불러 일으켰다[5].

언플러그드 CS 교육은 전 세계적으로 다양한 콘텐츠의 개발

를 일으켰고 어려운 컴퓨터 과학의 수업에 대한 효과적인 교수학습 방법론을 제시하며 컴퓨팅 사고를 신장시키는 기초 지식의 도구로 등장하였다[14].

이에 본 연구에서는 초중등 학생과 컴퓨터과학 비전공 대학생을 대상으로 보다 쉽게 컴퓨터 과학의 지식을 학습하기 위한 언플러그드 CS 교육 콘텐츠의 설계와 구체적인 개발 내용에 관한 연구를 제시하였다.

연구 결과를 종합하면 먼저 언플러그드 콘텐츠를 개발하기 위한 기초 고려사항과 구체적인 교육적 설계 내용 그리고 컴퓨터 과학의 지식체계를 통합하는 교육과정을 바탕으로 2가지 수준의 콘텐츠 교육과정을 개발하였다.

또한 구체적인 동영상 학습 콘텐츠를 개발하여 온라인 교육 사이트에 구현하였으며 실질적인 수업을 지원하기 위해 학습 워크시트와 교수학습 과정을 개발하여 공유하였다.

설계와 개발에 대한 타당성 검증 결과 그 타당성이 높은 것으로 나타나 초중등 및 대학에서 수업에 적용하고 플립 러닝과 같은 방법으로 다양하게 강의를 활용할 수 있는 것으로 분석되었다.

이 연구와 관련하여 한 가지 고려할 사항은 언플러그드 CS 교육 방법은 컴퓨터 과학을 이해하는 전략의 하나일 뿐이지 언플러그드 CS의 내용이 컴퓨터 과학의 핵심이 아니며 컴퓨터 과학 대신 언플러그드 CS의 활동 자체를 학습하려하거나 가르치려는 실수를 조심해야 한다.

REFERENCES

- [1] A. Tucker (2003), A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum, ACM, site(http://www.acm.org/curric_vols/k12final1022.pdf)
- [2] H. S. Han, S. K. Han (2009), A Case Study on Information Education for Pre-Service Teacher using Unplugged Computing, Journal of The Korean Association of Information Education, 13-1, 23-30.
- [3] J. H. Park(2017), The Effect on Unplugged Computer Science Edutainment Activity based on Computing Fairy Tales, Journal of the Korea Entertainment Industry Association, Vol. 11, No. 8, 281-288
- [4] M. Y. Ryu, S. K. Han. "The Structural Equation Modeling of Factors Affecting the Parent Willingness on Child's Software Education". Journal of The Korean Association of Information Education, Vol 20, No 5, pp.443-450, 2016.
- [5] Ministry of Science, ICT and Future Plan, "SW-centered Society and Software Education", SW Policy Reports, 2015.
- [6] R. Taub, M. Armonil, and M. Ben (2012), CS Unplugged

- and Middle-School Students' Views, Attitudes, and Intentions Regarding CS, *ACM Transactions on Computing Education*, 12(2), 1-29.
- [7] S. K. Han (2010), Teaching Strategy of Intelligent Systems Course with Unplugged Computing, 2010 Proceeding of The Korean Association of Intelligent Information Systems, 250-255.
- [8] S. K. Han (2011), A Educational Program for Elementary Information Gifted Student using Unplugged Computing and EPL, *Journal of The Korean Association of Information Education*, 12-1, 31-38.
- [9] S. K. Han, K. S. Kim (2007), The Study on Unplugged Learning Method of Computer Science for Elementary School Students, *Journal of The Korean Association of Information Education*, 11(4), 497-504.
- [10] S. K. Han, M. Y. Ryu (2016), *Software Education*, Seoul: Saengreung-Press
- [11] S. K. Han, M. Y. Ryu (2018), *Teaching and Learning Method for Software Education*, Seoul: Saengreung-Press
- [12] S. K. Han, S. B. Shin(2011), Development of Edutainment Program using Computer Science Unplugged, *Journal of The Korean Association of Information Education*, 15(2), 201-208.
- [13] T. Bell, F. Rosamond, and N. Casey(2012), Computer Science Unplugged and Related Projects in Math and Computer Science Popularization, *Lecture Notes in Computer Science* 7370, 398-456
- [14] T. Bell, I. H. Witten, M. Fellows (2005) Computer Science Unplugged: An enrichment and extension programme for primary-aged children. *Computer Science Unplugged*, ITiCSE '09 Proceedings of the 14th annual ACM SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education, 41-3, 56-62.
- [15] T. Nishida, Y. Idosaka (2008), New Methodology of Information Education with "Computer Science Unplugged", *International Conference on Informatics in Secondary Schools - Evolution and Perspectives*, 241-252
- [16] Y. Park(2018), An Unplugged Activity to Understand the PageRank Algorithm, *Journal of The Korean Association of Information Education*, 22(4), 409-417.

Authors



Sun-Gwan Han received the Ph.D. degrees in Computer Science and Engineering from Inha University, Korea, in 2002. Dr. Han joined the faculty of the Department of Computer Education at GyeongIn National University of Education, Incheon, Korea, in

2002. He is currently a Professor in the Department of Computer Education, GyeongIn National University of Education. He is interested in Computational Thinking Education, STEAM, Computer Education, Software Education and Artificial Intelligence.