

자연수의 이진체계 교육자료 개발에 관한 연구

장정훈* · 김종우**

제주 한천초등학교* · 제주대학교 초등컴퓨터교육전공**

요 약

컴퓨터과학의 원리를 교육하기 위한 도구로서 언플러그드 교육은 널리 사용되고 있다. 본 연구에서는 초등학교에서 이진법에 대한 사전학습이 이루어져 있지 않은 학생들을 대상으로 자연수를 이진체계로 표현하는 교육자료 개발에 대해 제시하였다. 사전학습 수준은 수를 세기, 수와 카드를 연결하기, 수를 배열하기가 요구된다. 학습방법은 활동중심학습으로 구성하였으며, 학습내용은 생활 속의 수를 컴퓨터에서 사용하는 방법을 이해하도록 자연수를 이진체계로 표현하기, 생활 속의 이진체계 찾아보기 등이다. 개발된 자료의 적합성 평가를 위하여 교육내용 구성과 평가의 방법에 대하여 현장적용을 하였으며, 자연수의 이진체계 표현에 대한 지식과 태도, 일반화에 효과적인 것으로 평가되었다.

키워드 : 컴퓨터과학, 언플러그드, 이진체계, 이진수, 컴퓨터과학 활동중심학습

The Study on the Development of the Educational Contents for the Natural Number Binary System

Junghoon Jang* · Chongwoo Kim**

Jeju Hanchun Elementary School* · Major. Elementary computer education,
Jeju National University**

ABSTRACT

Unplugged has been widely used as an instrument for teaching the basic principles of Computer Science. This study presents the teaching contents developed for the children without any knowledge of binary numbers. which successfully guided them to understand the natural number binary system. The level of the pre-lesson for this learning requires counting numbers, matching numbers with cards, and arranging numbers. The activity-based learning is provided for describing natural numbers with the binary system and finding out them in everyday life. To check the adequacy of these materials on their organization and assessment they were tested at the classroom, which showed effective about the knowledge, the attitude and the generalization.

Keywords : Computer Science, Unplugged, Binary System, Binary Number, Computer Science Activities

이 논문은 2015학년도 제주대학교 교원성과지원사업에 의하여 연구되었음.

교신저자 : 김종우(제주대학교 초등컴퓨터교육전공)

논문투고 : 2015-12-02

논문심사 : 2015-12-04

심사완료 : 2015-12-16

1. 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

정보사회에서 컴퓨터에 기반을 둔 각종 정보기기 및 네트워크의 사용이 보편화됨에 따라 IT혁명의 범위 및 파급효과를 보다 정확히 이해하여야 할 필요성이 점차 대두되고 있다. 우리나라에서는 2015 개정교육과정에서 소프트웨어교육을 학교교육에서 의무적으로 실시하도록 제시하고 있다.

소프트웨어교육의 내용은 정부기관, 학회, IT 기업 등에서 제시하는 여러 가지 틀이 제시되고 있으나, 공통적인 주제는 학생들에게 컴퓨팅사고력(computational thinking)을 통한 문제해결력 신장을 위해 컴퓨터과학의 컴퓨팅(computing)개념을 습득하도록 하는 데 있다[6][7]. 이때 컴퓨팅사고력이라 함은 문제해결, 시스템 설계, 인간 행위의 이해 등에 있어서 컴퓨터 과학자뿐만 아니라 일반인에게 컴퓨팅을 통한 분석 기술에 관한 개념이며[4], 말하기, 읽기, 셈하기처럼 유아기 및 아동기에 반드시 습득해야 할 중요한 사고방식이기 때문이다[9][10].

컴퓨팅의 개념을 교육하는 대표적인 학습모델로는 ‘컴퓨터를 사용하지 않는 컴퓨터 과학 교육’으로 개발된 Tim Bell, Ian H. Written, Mike Fellows가 만든 ‘computer science unplugged’(CS Unplugged)가 있으며[4], 여러 나라에서 다양한 계층을 대상으로 적합한 학습 방법을 제시하고 있다[1][2].

본 연구에서는 초등학생의 사고와 수준에 적합한 컴퓨팅사고력 신장을 위하여, 컴퓨터 과학 원리 교육용으로 제시된 CS Unplugged을 기반으로 생활 속의 자료를 컴퓨터에 사용하도록 하는 표현 중에 자연수의 이진 체계로 변환을 활동중심학습 형태의 교육자료를 개발하였다. 또한 이 교육자료를 현장 학교에 적용하고 그 결과를 분석하였다.

1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구에서 다루고자 하는 내용은 다음과 같다.

첫째, 초등학생용 이진체계 교육의 학습체계 방안을 제시한다.

둘째, 생활 속의 이진체계 활용보기 용 교육자료를 제시한다.

셋째, 초등학생용 이진체계 교육자료 사용에 따른 효과를 분석한다.

2. 이론적 배경

2.1 컴퓨팅사고력

컴퓨팅사고력은 학교 교육에서 반드시 배양해야 하는 필수 요소로 대두됨에 따라 공통 교과과정에서 학생들이 효과적으로 습득하는 방안이 제시되고 있다. 미국 NSF의 컴퓨터 정보공학이사회에서는 국가연구위원회(National Research Council)가 주관이 된 총 2회에 걸친 워크숍에서 첫 번째로 모든 사람들을 위한 컴퓨팅사고력의 개념에 대한 정의와 특성에 관한 보고서를 제작하였고[13], 두 번째 워크숍에서 컴퓨팅사고력의 인지적·교육적 함의 및 관련성에 대한 내용에 대한 보고서를 발표하였다[14]. 두 워크숍의 주요 토의 결과에 따르면 컴퓨팅사고력은 다양한 개념과 어플리케이션, 도구 및 기술 등이 종합적으로 얽혀있는 종합적이고 포괄적인 용어라 할 수 있으며, 인지적 도구로서 뿐 아니라 언어로서도 매우 중요한 개념으로 정의하였다. 참여한 학자들은 언어로써 프로그래밍의 중요성, 컴퓨터 및 관련 기술의 역할 등을 제시하였을 뿐 아니라, 어떠한 내용 및 분야 등이 컴퓨팅사고력에 포함되지 않는가에 대해서도 논의하였고, CSTA에서는 컴퓨팅사고력의 교육요소를 정의하였다[5]. 또한 구글은[8] 컴퓨팅사고력은 자료를 순서화하고 분석하여 복잡하거나 정해져 있지 않은 문제를 다룰 수 있는 문제해결 과정이며, 컴퓨터를 기반으로 모든 학문 분야의 문제 해결을 지원하기 위해 사용하는 도구 개발에 필수적이고, 교육 과정을 통해 컴퓨팅사고력을 배우는 학생들은 교실에서 그리고 사회에서 다루는 문제들을 관련지어 다룰 수 있게 해준다고 보았다[15][16].

이러한 해외의 사례와 더불어 국내에서는 2009 개정 교육과정에서 중등 컴퓨터교육에서 “정보” 교과에 컴퓨팅사고력을 위한 교육방안이 제시되었고, 2015 개정 교육과정에서는 소프트웨어 교육의 핵심요소로 자리매김

하고 있다. 관련 연구물들로는 김현배[10], 한병래[9], 문교식[11], 남충모와 김종우[12] 등의 컴퓨팅사고력이 교육에 미치는 영향 등이 분석되어 여러 가지 교육 사례가 보고되고 있다.

2.2 컴퓨터과학 언플러그드(CS Unplugged)

Bell T. C. Witten I. H. & Fellows M의 CS Unplugged는 게임과 놀이-카드, 줄, 크레용 등을 통해 컴퓨터과학을 가르치는 학습 활동(learning activities)이다. 이러한 교육자료는 다음과 같이 구성되어 있다[3].

- 자료표현(Data: Representating Information)
- 알고리즘(Algorithm: Putting Computers Work)
- 절차(procedures: Telling Computers What to do)
- 난해한 문제(Intractability: Really Hard Problems)
- 암호화(Cryptography: Sharing Secrets)
- 인간과 컴퓨터(The Human Face of Computing: Interacting with Computers)
- 협력활동(Community Activities)

이들 중에 본 연구에서 다룬 자연수의 이진체계 표현은 자연 현상에서 나타나는 아날로그(analogue) 자료를 이산적인 수치를 이용하여 처리하는 방법을 말한다. 디지털 컴퓨터에서는 모든 자료를 디지털(digital) 방식으로 두 개의 숫자(binary)만을 이용하는 이진체계(이진법)를 사용한다. 디지털 자료는 기본적으로 이진체계들로 구성되어 있고, 컴퓨터 내부에서 처리하는 숫자는 기본적으로 이진체계를 이용하기 때문에 컴퓨터를 이해하고 활용하는데 그 중요성이 크다. 자료표현 영역으로 수/문자/그림/소리의 이진체계 표현과 문자의 압축, 예러검출, 정보이론, 데이터베이스로 구성되어 있다.

3. 교육자료 개발

3.1 설계의 기본 방향

학습 단계별 수업의 진행을 위하여 문제인식 > 자유 탐구활동 > 제시된 탐구활동 > 심화활동 > 종합정리

의 일반 수업 구조로 콘텐츠를 제작하였다.

<Table 1> The flow of binary system learning

process	contents
① Problem recognition	Learn more the place value
↓	
② Activity#1 : free inquiry activity	Create presented a number
↓	
③ Activity#2 : condition inquiry activity)	Creating a number of the rules
↓	
④ Enriched activity : formalization of rules	The principles expressed in binary system card
↓	
⑤ Review	Content Review

3.2 학습의 전개

3.2.1 활동의 목표

컴퓨터(Computer)라는 용어는 ‘계산하다’ 또는 ‘합치다’를 의미하는 라틴어 ‘Computare’에서 유래되었다. 하지만 현대사회의 컴퓨터는 단순한 계산기의 기능 뿐 아니라 상황에 따라 다양한 형태의 정보와 영화, 음악 등을 제공한다. 이러한 정보는 어떠한 형태로 컴퓨터에서 저장될까? 컴퓨터는 간단한 형태에서 아주 복잡한 형태의 정보까지 모두 ‘0’과 ‘1’로 단순화한 이진체계로 처리한다. 이번 활동에서는 컴퓨터가 정보를 처리할 때에 사용하는 이진체계를 이용하여 글자와 숫자를 표현하는 원리에 대한 학습을 한다.

3.2.2 활동의 주안점과 유의점

컴퓨터 내부에서는 데이터를 이진체계와 0과 1의 형태로 저장하고 전달한다. 컴퓨터와 같은 기계가 알아들을 수 있는 언어, 즉 ‘기계어’와 우리 인간이 소통할 수 있는 ‘사람들이 사용하는 일반 언어(이하 일반 언어로

표기함)’가 서로 일정한 규칙 안에서 서로 변환가능하다는 점을 간단한 숫자와 글자를 0과 1로 이뤄진 이진체계로 표현하는 방법을 통해 경험할 수 있도록 한다.

3.2.3 활동의 개요

자연수를 이진체계로 표현하는 학습 개요는 다음 <Table 2>와 같다.

<Table 2> The activity learning concept

제재	이진카드의 마술 카드 점의 개수 세어보기		소요 시간	40분
			학습 모형	창의적 문제 해결법
학습 목표	컴퓨터의 숫자정보(자연수)를 0과 1로 표현하는 원리를 이해한다.			
학습 자료	교사	이진체계 카드 세트(개인용, 모둠학습용), 개인용 화이트보드		
	학생	필기도구		
유의 사항	- 활동 전에 각자의 역할을 충분히 설명해주어 소란스럽지 않도록 한다. - 이진체계 카드 활용 시 충분한 시간적 여유를 주어 학생들의 사고를 자극할 수 있도록 유도한다. - 제시되는 숫자정보의 범위는 학생들의 수준에 따라 알맞게 정하는 것이 바람직하다.			

3.2.4 활동 과정안

단계별 활동의 전개를 위하여 동기유발 > 문제제시 및 파악 > 활동 1 > 활동2> 심화활동 > 학습정리 > 차시예고의 순으로 배정된 시간에 맞추어 진행한다.

【동기유발】 (10분)

- '1+1'이 '2'가 아니라 '10'인 이유
 - 컴퓨터에게 '1+1'를 계산하라고 하면 우리에게 '2'라는 결과를 보여주고, 컴퓨터는 '10'으로 기억하고 있다고 합니다. 왜 그럴까요?
 - '2'는 사람들의 계산 결과이고, '10'은 컴퓨터가 계산하여 기억하는 방법입니다. 엄청나게 어려운 문제도 척척 해결하는 컴퓨터가 알아들을 수 있는 숫자는 몇 가지나 될까요?

【문제제시 및 파악】

- 학습문제
 - 숫자(자연수)를 이진체계로 표현해보자.
 - 자연수의 자리값을 사용한 두자리 이상의 수를 표현해보자.

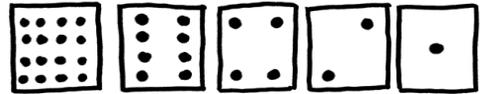
□ 학습 안내하기

- 제시된 숫자 만들기
- 규칙에 따른 숫자 만들기
- 이진체계 카드의 표현 원리

【활동 1】 제시된 숫자 만들기(5분)

- 이진체계 카드를 이용하여 주어진 숫자와 같은 카드 펼치기

① 이진체계 카드에 표시된 점들의 특징을 찾아보세요.

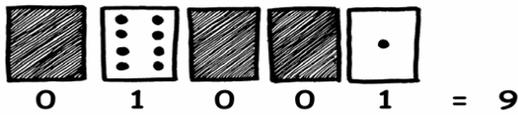


- 점이 1개, 2개, 4개, 8개, 16개, 32개가 표시되어 있습니다.
- 32의 약수로 이뤄진 카드입니다.
- ② 다양한 점의 개수를 이용하여 63이하의 숫자 중 원하는 숫자를 만들어 보세요.
- ③ 만들 수 있는 숫자와 만들 수 없는 숫자를 찾아보세요.
- 63 이하의 자연수는 모두 만들 수 있습니다.
- ④ 0부터 63까지의 숫자 중 제시된 숫자를 빠르게 만들어 보세요.

【활동 2】 규칙에 따른 숫자 만들기(10분)

□ 점의 개수 확인하기

- ① 모두 펼쳐진 점의 개수를 확인해보세요.
- 63개
- ② 모든 카드를 뒤집어 놓고 점의 개수를 확인해보세요.
- 없음.
- ③ 뒤집어진 카드를 이용하여 각각 점 3개, 9개, 17개, 54개만 보이도록 카드를 펼쳐보세요.



□ 규칙을 이용한 게임하기

- ① 카드의 앞면을 '1', 카드의 뒷면을 '0'이라고 약속하고 1부터 7까지의 수를 순서대로 만들어보고, '1'과 '0'으로 이뤄진 수를 표현해보세요.
- ② 모둠별로 사회자 학생 한 명이 0부터 63까지의 숫자 중 1개를 제시하고 나머지 학생은 카드를 뒤집어 제시된 숫자와 카드의 점의 개수를 맞추고, 카드의 앞면과 뒷면을 확인하여 제시된 숫자를 '1'과 '0'으로 표현해보세요.
- ③ 가장 빠르게 맞춘 학생이 다음 숫자를 제시하는 사회자가 됩니다.

【심화활동】 이진체계 카드의 표현원리(10분)

□ 암호를 해결하라

- ① 각 기호로 표현된 이진체계를 자연수로 바꿔 보물 상자를 여는 암호문을 완성해보세요.
- ② 이진체계를 자연수로 바꿀 때에는 이진체계 카드를 활용해보세요.

□ 이진체계 카드로 표현할 수 있는 범위

- ① 카드가 각각 1장, 2장, 3장, 4장,, □장일 때 표현할 수 있는 수의 범위를 찾아보세요.
- ② 2 × 카드 점의 개수 = 표현할 수 있는 숫자의 가짓수
- ③ 표현할 수 있는 숫자의 가짓수 - 1 = 표현할 수 있는 최대의 숫자

【학습정리】 (5분)

□ 학습 정리하기

-모둠별로 모둠용 이진체계 카드를 이용하여 제시된 자연수를 빠르게 이진체계로 바꾸는 게임을 한다.

【차시예고】

□ 차시 예고하기

- 다음 시간의 학습 주제와 준비물 예고하기
- 차시주제: 비밀메세지 전달하기

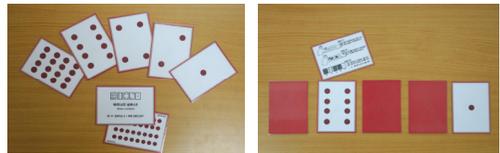
3.3 평가

□ 학습평가

- 자연수를 이진체계로 표현할 수 있습니까?
- 컴퓨터에 자연수를 저장하는 방법을 설명할 수 있습니까?
- 이진체계 카드의 표현 원리를 설명할 수 있습니까?

3.4 활동 학습지

□ 바이너리 넘버스 카드에 대해 알아보자.



(fig. 1) The binary numbers card

- 바이너리 넘버스 카드를 보며 특징을 찾아보자.
- 바이너리 넘버스 카드의 점이 무엇을 의미하는지 추측해보자.
- 바이너리 넘버스 카드의 원리를 생각해보자.

□ 내 생일을 표현해보자.(□ 안에는 카드의 점을 찍어서 표현하세요)

- 바이너리 넘버스 카드로 자신의 생일날짜에 해당하는 자연수를 표현한다.
- 뒤집힌 카드는 색을 칠해서 뒷면을 표현하고,
- 앞면이 나온 카드는 □ 안에 점을 찍는다.
- 각 □ 아래의 괄호에는 앞면일 경우 1, 뒷면일 경우 0을 쓴다.
- 자신의 생일을 이진체계 표현으로 쓴다.

예)내 생일 : 7월 14일 → (00111)월 (01110)일

□ 바이너리 넘버스 익히기

- 암호를 해결하라!! 아래의 암호에는 보물 상자를 여는 숫자가 숨겨져 있다. 과연 무슨 숫자일까?
- 바이너리 넘버스 카드로 다양한 숫자 정보를 0과 1로 표현해봅시다.

4. 현장 적용 사례 분석

4.1 분석대상 및 설계모형

제주도내 초등학교 초등 5~6학년 학생들을 대상으로 하여 조사를 진행하였다. 학습자의 수준에 적합한 활동중심 학습 교육자료를 개발하고, 초등학생의 일반적 특성과 학업성취 수준을 지문을 통한 설문지를 이용하여, 개발되어진 교육자료의 학업 성취도에 대한 수준을 측정하였다.

가설 : 수의 이진체계 학습은 이해·태도·확장 성취도 수준에서 유의미한 영향이 있다.

설문지는 일반적 특성을 조사하기 위한 문항과 학업성취 수준에 대한 이해(K: Knowledge), 태도(A: Attitude), 확장(G: Generalization) 수준을 파악하기 위한 문항으로 구성하였고, KAG의 수준을 일반적 특성과의 관련성에 대해 분석하였다. 설문지의 일반항목으로 학년, 친구와의 생각 전달 매체, 컴퓨터에 대한 자신감, 컴퓨터 능력 향상에 대한 미래 희망, 경험 해본 SW교육 여부로 구성하였으며 이해 항목으로 자연수를 이진체제로 표현하기, 태도 항목으로 이진체계를 생활 중에서 찾아보기, 이진체계의 원리 이해하기 문항으로 구성하였다.

4.2 조사분석

4.2.1 일반적 성향

조사대상은 5학년 교육에서 이루어졌으며, ‘친구에게 자신의 생각을 전달하는 주된 방법’으로는 주로 만남(32%), 전화(32%)로 나타났다. 본인의 컴퓨터에 대한 자신감에서 보통이상으로 사용한다(47%)이며, 반면에 부족하다고 여기는 학생들(52%)로 나타났다. SW교육의 미래에 대한 기대에서 미래에 성공 할 수 있다(53%)로 성적 향상(5%), 친구관계(21%)에 비해 높게 나타났다. SW교육에 대한 경험에서 파워포인트(79%), 한글(74%)의 경험이 매우 높게 나타났으며, 반면에 스크래치/엔트리/아두이노 등의 경험은 5% 이하로 나타났다(복수 응답).

<Table 3> Description statistics of experienced SW

SW educational experience	Ratio (%)
Scratch/Entry	26.3
CS Unplugged	21.1
Arduino	26.3
PowerPoint	78.9
한글	73.7

4.2.2 이해(K), 태도(A), 확장(G)의 상관성

자연수를 이진체제로 표현하기에서 학업성취 수준에 대한 이해(K), 태도(A), 확장(G)의 수준은, 자연수를 이진체제로 표현하는 이해 검사에서 68%가 정답에 도달하였으나, 생활 속의 자연수를 이진수로 표현하기에서는 11%에 머물렀고, 생활 속에 이진체계를 확장하는 응용 표현에서는 53%가 도달하였다.

이진체계 표현에 대한 이해(K), 태도(A), 확장(G)의 상관관계수에서는 이해와 확장의 영역은 매우 높은 상관성을($p=0.716$) 갖고 있다(<Table 4>). 즉, 그림 카드를 통한 학습에서 그림 형태의 생활에 태도에서는 매우 높은 상관성을($p=0.716$)을 보이고 있으나, 추상적 개념인 이진수로의 표현에서는 낮은 상관성을($p=0.337$) 보이고 있어 그림을 통한 학습이 이해와 확장과 관계는 밀접하지만, 이진수로의 추상화에는 어려움이 있다.

<Table 4> A correlation coefficient table of KAG

	Knowledge (K)	Attitude (A)	Generalization (G)
K	Pearson correlation.	1	.716**
	<i>p</i>		.001
A	Pearson correlation.	.233	.325
	<i>p</i>	.337	.174
G	Pearson correlation.	.716**	1
	<i>p</i>	.001	.174

** $p<.01$

4.2.3 이진체계 원리의 이해 수준

자연수의 이진체계 표현 학습이 점 카드를 사용함에 따라 이와 유사한 그림으로 표현(예. 전등켜기)은 유의

미 하지 않게($p > .05$) 나타난 반면에 생활 속의 자료(예. 생일)를 이진수로의 표현은 유의미($p < .000$)하게 나타내고 있다(<Table 5>). 즉, 학생들의 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 수의 이진체계 교육에서 생활 속의 표현에는 학습효과가 높게 발생하는 반면에 이진수로의 표현에는 어려움이 나타났으며, 이진체계의 원리를 이해하는 수준의 정도는(예. 이진수 카드의 표현 가능 가짓수) 5단계 중에 3단계까지 도달한 학생은 20% 정도이다.

<Table 5> Binary system .vs. Life Application

Comparison	paired t-test			p
	M	S.D.	S.E.	
Graphic - Binary System	.579	.507	.116	.000*
Graphic - Life Experience	.158	.375	.086	.083

* $p < .05$

5. 결론

본 연구에서는 초등학생을 위한 이진체계의 교육내용을 제작하고 현장학교에 적용하여 현장 실험에 따른 결과를 분석하였다. 컴퓨터과학을 교육하는 첫 차시로서 언플러그드 기반의 활동 중심 학습은 학습자에게 적극적인 참여가 관찰되었으며, 이는 외적 동기를 크게 부여하고 있다.

교육자료에 대한 학업성취수준은 이해(68%)가 높게 나타난 것은 첫 시간에 다루어질 부분이 이진체계의 이해에 대한 시간 배분이 크기 때문으로 파악된다. 그림을 통한 학습효과를 분석한 t-test에서 그림표현과 이진수표현의 검정에서 학생들의 수의 이진체계 교육과 생활 속의 표현은 학습효과가 높게 발생하는 반면에 추상적 개념인 이진수로의 표현은 낮게 나타났다. 현장 교사들과의 면담에서는 자릿값에 대한 학습 수준이 다른 교과(수학)과에서 선행학습으로 충분히 이루어져 있어야 함이 지적되었으며, 타 교과와의 연계 방안을 제시하였다.

본 연구는 초등학생들의 컴퓨터과학 학습을 위해 이진체계 교육을 활동 중심 학습으로 진행하는 학습자료

를 제시한 사례연구이다. 이러한 연구가 통해 현장에서 컴퓨터과학 교육에 적용될 수 있도록 타 교과와의 연계된 교재 개발이 활성화되길 기대한다.

참고문헌

- [1] Bell T. C., Alexander J., Freeman I., & Grimley M. (2009). Computer Science Unplugged: school students doing real computing without computers. *Journal of Applied Computing and Information*, 13(1), 20-29.
- [2] Bell T. C. (2014). The science in computer science: unplugging computer science to find the science. Ubiquity symposium, ACM.
- [3] Bell T. C., Witten I. H. & Fellows M. (2015). <http://csunplugged.org/>
- [4] Berry, M. (2013). Computing in the national curriculum. A guide for primary teachers. Bedford: Computing at School.
- [5] CSTA (2011). Computational Thinking in K-12 Education Teacher Resources, 2nd.
- [6] Denning P. J. (2009). Beyond Computational thinking. *Communications of the ACM*, 52(6), 28-30.
- [7] Gagne R. M. (1963). The learning requirements for enquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 1(2), 144-153.
- [8] Google (2015). <https://www.google.com/edu/resources/computational-thinking/>
- [9] Han ByoungRae (2013). The Research of Unplugged Computing Method for Computational Thinking in Elementary informatics Education. *KAIE*, 3(2), 159-167.
- [10] Kim Hyunbe, Kim Kapsu (2014). A Study on the Achievement Goals, Teaching-Learning Methods, and Evaluation Methods in Computer System Education. *KAIE*, 18(1), 195-202.
- [11] Moon GyoSik (2013). On the Direction of the Application of the Concepts of Computational Thinking for Elementary Education. *KOCON*,

13(6), 518-526.

- [12] Nam ChoongMo, Kim ChongWoo (2011). An Analysis of Teaching and Learning Activities in Elementary Mathematics Based on Computational Thinking, Education. *Science and Research in JNU*, 13(2), 325-334.
- [13] National Research Council (2010). Report of a Workshop on The Scope and Nature of Computational Thinking, The National Academies Press.
- [14] National Research Council (2011). Report of a Workshop of Pedagogical Aspects of Computational Thinking, The National Academies Press.
- [15] Wing J. M. (2006), Computational Thinking. Communications of the ACM, *CACM*, 49(3), 33-35.
- [16] Wing J. M. (2010). Computational Thinking: What and Why? <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>



김 종 우

1989~현재 제주대학교 교육대학
초등컴퓨터교육전공 교수
관심분야: 컴퓨터교육, computa-
tional thinking education
e-mail: woo@jejunu.ac.kr

저자소개



장 정 훈

2002 제주교육대학교(학사)
2007 제주대학교 교육대학 초등컴
퓨터교육 석사
2002~현재 초등학교 교사
관심분야: 컴퓨터교육, 프로그래
밍, computational thinking
e-mail: exe1766@daum.net