

문자의 이진체계 교육 콘텐츠 개발에 관한 연구

고형철* · 김종우**

제주 장전초등학교* · 제주대학교 초등컴퓨터교육전공**

요 약

컴퓨터과학의 원리를 교육하기 위한 도구로서 언플러그드 교육은 널리 사용되고 있다. 본 연구에서는 초등학교에서 자연수를 이진체계로 표현하는 사전 학습이 이루어진 학생들을 대상으로 문자를 이진체계로 표현하는 교육자료 개발에 대해 제시하였다. 학습방법은 활동중심학습으로 구성하였으며, 학습내용은 생활 속의 문자를 이진체계로 표현하는 원리를 학습하기 위하여 문자를 수와 대응시킨 문자표를 사용하여 이진체계로 표현하기이다. 개발된 자료의 적합성 평가를 위하여 교육자료를 현장에 적용하였으며, 그 결과는 문자의 이진체계 표현에 대한 지식과 적용 및 확장은 효과적인 것으로 평가되었다.

키워드 : 컴퓨터과학, 언플러그드, 이진체계, 문자표, 활동중심학습

The Study on the Development of the Binary System Teaching Contents for the Characters

Hyungchul Go* · Chongwoo Kim**

Jeju Jangjeon Elementary School* · Major in Elementary Computer Education,
Jeju National University**

ABSTRACT

Unplugged has been widely used as an instrument for teaching the basic principles of Computer Science. We'll present 'the binary system teaching contents for the characters' developed for the elementary. And they will successfully guide the student to understand the characters using in computer system. The activity-based learning is provided for describing characters with coding and decoding rules, and the using will be found out in everyday life. To check the adequacy of these materials they were tested to the elementary classroom, and the results showed effectively at Knowledge, Attitude, Generalization levels.

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

교신저자 : 김종우(제주대학교 초등컴퓨터교육전공, woo@jejunu.ac.kr)

논문투고 : 2015-12-31

논문심사 : 2015-12-31

심사완료 : 2016-02-03

1. 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

학생들에게 컴퓨팅(computing)개념을 습득하여 문제 해결력 신장시키는 것은 매우 중요하다[8][18]. 컴퓨팅 능력을 신장시키기 위한 방안으로 컴퓨터 과학자의 시각으로 문제를 분석하고 해결하는 컴퓨팅 사고력(computational thinking)의 교육이 중요시되고 있다[5][13].

컴퓨팅 사고력은 컴퓨터과학 분야뿐 아니라 정보사회의 기본 도구로서 컴퓨팅을 기반으로 하는 모든 교과에서 컴퓨팅을 기반으로 하여 창의적 문제해결 방안의 기회를 줄 수 있다. 미국의 경우에 국가연구위(NRC: National Research Council)는 컴퓨팅 사고력을 주제로 하는 워크숍에서[15][16] 컴퓨팅 사고력의 적용 범위가 문제해결력 신장 뿐 아니라 인지적 도구로서 학교 현장에서 모든 교과에서 다루어야 할 기본 요소임을 강조하며, 교육과정을 개편하였으며[4]. 영국은 2014년에 국가 교육과정에 도입하여 실시하고 있으며[8], 우리나라는 2015 개정교육과정에 SW교육의 도입을 제시하였다[14].

컴퓨터과학 교육 시기로는 외국의 사례에서 제시되는 바와 같이 어린 시절부터 실시하고 이에 적합한 자료가 개발되어 있다[3][10].

본 연구에서는 Tim Bell, Ian H. Written, Mike Fellows[1] 개발한 컴퓨터과학 언플러그드(computer science unplugged: CS Unplugged)를 기반으로 초등학생에게 적합한 활동중심 모형으로 문자의 이진체계 교육자료 개발에 초점을 맞추었다.

2. 컴퓨터과학 교육자료 사례

초등학생을 대상으로 하는 컴퓨터교육은 활동중심 학습(learning activities) 모형이 적합한 것으로 알려져 있다[2][6]. 이를 바탕으로 개발되어진 교육자료들은 [1][3][7] 외에 국내에서는 김현배 외[11], 한병래 외[9], 문교식 외[12] 등에서 제시되는 바와 폭넓게 연구되고 있다.

국내외에서 가장 널리 사용되고 있는 컴퓨터과학 활

동중심 교육자료는 Tim Bell 외2인[1]의 CS Unplugged로 알려져 있다. 이 교육자료는 <Table 1>과 같이 구성되어 있으며, 초등학생을 대상으로 실생활에서 사용되고 있는 사례를 중심으로 게임과 놀이를 통해 컴퓨터 과학의 기본 개념인 이진수, 알고리즘, 프로그래밍 등의 원리를 배울 수 있도록 제시하고 있다.

<Table 1> The contents of CS Unplugged

Data:therawmaterial – Representinginformation
 Count the Dots – Binary Numbers
 Colour by Numbers – Image Representation
 You Can Say That Again! – Text Compression
 Card Flip Magic – Error Detection & Correction
 Twenty Guesses – Information Theory

PuttingComputers to Work – Algorithms
 Battleships – Searching Algorithms
 Lightest and Heaviest – Sorting Algorithms
 Beat the Clock – Sorting Networks
 The Muddy City – Minimal Spanning Trees
 The Orange Game – Routing and Deadlock in Networks
 Tablets of Stone – Network Communication Protocols

Telling Computers What To Do – Representing Procedures

Treasure Hunt – Finite-State Automata
 Marching Orders – Programming Languages

Reallyhardproblems – Intractability

The poor cartographer – Graph coloring
 Tourist town – Dominating sets
 Ice roads – Steiner trees

Sharingsecretsandfightingcrime – Cryptography

Sharing secrets – Information hiding protocols
 The Peruvian coin flip – Cryptographic protocols
 Kid Krypto – Public-key encryption

The human face of computing – Interacting with computers

The chocolate factory – Human interface design
 Conversations with computers – The Turing test

(출처: <https://csunplugged.org>)

3. 문자의 이진체계 표현을 위한 언플러그드 활동의 실제

실생활의 (아날로그)자료를 컴퓨터에서 사용하는 (디

지털)자료로 바꾸어 표현하기 위하여, 컴퓨터과학자들이 사용하는 Uni-Code Table[17] 등과 같은 문자표의 원리를 사용해 각 문자에 수를 유일하게 부여하고, 수로 구성된 이진체계로 바꾸어는 과정을 학습한다.

3.1 교수 활동의 주안점

컴퓨터의 자료는 이진체계를 사용한다. 즉, 자료를 이진수인 0과 1의 형태로 저장하고 전달한다. 컴퓨터가 다룰 수 있도록 만들어진 ‘기계어’와 우리 인간이 소통할 수 있는 ‘사람들이 사용하는 일반 언어(이하 일반 언어로 표기함)’는 서로 일정한 규칙(문법)을 갖고 있다. 두 규칙 간에 관계를 설정함에 따라 서로 변환가능하다는 원리를 바탕으로 인간의 언어 중에 글자를 컴퓨터가 다루는 기호인 0과 1로 이뤄진 이진체계로 표현하는 방법을 경험할 수 있도록 한다.

이 활동의 주안점은 학습자의 사고 자체가 컴퓨터과학 원리를 탐구하는 능력을 배양하는데 있으므로 ‘기계어’와 ‘일반 언어’의 기본 단위인 문자의 표현에 국한한다. <Table 1>에 제시된 CS Unplugged의 첫 번째 주제에서 제시된 ‘Count the Dots-Binary Numbers’ 활동을 바탕으로

- 첫째, 유사한 생활 속의 이진체계 표현을 찾고
- 둘째, 기계어를 이진체계로 표현하고
- 셋째, 이진체계를 일반언어로 연결 규칙 정하기

를 통해 기계와 인간의 연결 방식과 더 나아가 사람과 사람사이 소통의 문제에 대해 서로가 이해할 수 있는 형태의 표현과 그러한 표현으로 변환하기 위해 필요한 정의적 측면의 경험을 수행하게 한다.

3.2 학습 과정안의 개요

학습과정안의 개요는 초등 중학년을 대상으로 활동 중심학습으로 구성하였다.

- 제재 : 문자표현 - 코드, 비밀메세지 전달하기
- 소요시간 : 50분
- 학습모형 : 창의적 문제 해결법

- 학습목표 : 컴퓨터의 문자정보를 이진체계로 표현할 수 있다.
 - 컴퓨터는 ‘0’과 ‘1’을 기호로 사용하여 문자를 표현하는 원리를 이해할 수 있다(coding).
 - ‘0’과 ‘1’을 기호의 이진체계를 문자로 표현하는 원리를 이해할 수 있다(decoding).
 - 생활 속의 이진체계를 찾을 수 있다.
- 교육자료
 - 교사 : 영상자료(영화 ‘이미테이션게임’ - 통신 장면), 순서도, 문자코드판
 - 학생 : 필기도구, 이진수테이블
- 유의사항 :
 - 활동 전에 각자의 역할을 충분히 설명해주어 소란스럽지 않도록 한다.
 - 각 활동시 충분한 시간적 여유를 주어 학생들의 사고를 자극할 수 있도록 유도한다.
 - 제시되는 정보의 범위는 학생들의 수준에 따라 알맞게 정하는 것이 바람직하다.

3.3 교수 · 학습 과정안

컴퓨터과학의 생활 속 사용 사례를 제시하고, 문자를 이진체계로 표현하는 학습과정(coding)과 이를 다시 문자로 해석하는 학습과정(decoding)을 수행한다.

3.3.1 동기유발

생활 속에서 이진체계를 사용하는 사례를 통해 이진체계의 활용성을 찾아본다.

- 모尔斯부호의 ‘신호음’ 관련 영상자료 시청
 - 모尔斯부호의 ‘신호음’을 듣고 그 특징을 살펴본다.
 - 모尔斯부호의 ‘신호’를 어떻게 사람들이 알 수 있는 정보로 바꿀 수 있는지 생각해본다.

3.3.2 안내된 탐구활동-문자의 이진체계 표현

코딩(coding)과 디코딩(decoding)과정을 (Fig. 1)에 제시된 문자에 대응하는 수를 제시한 코딩표에 따라 이진수로 변환하고, 다시 문자로 해석하는 학습을 <Table

2>의 절차에 따라 진행한다.

The coding table

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥	㉦	㉧	㉨	㉩	㉪	㉫
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
㉬	㉭	㉮	㉯	㉰	㉱	㉲	㉳	㉴	㉵	㉶	㉷

<example> 이야기 → 8.24.0, 8.16.0, 1.24.0

㉱ → 1, 1	㉳ → 8, 15, 4, 1	㉵ → 17, 24
㉲ → 7, 7		㉷ → 23, 24

(Fig. 1) The coding table

□ 학습문제 : 비밀이 담긴 트리 - 코딩과 디코딩
주어진 이야기(‘씨푸의 크리스마스이야기’)를 읽고 비밀메시지를 해결할 수 있는 방법 생각해보기

① 이야기 살펴보기

- 교육자료에 제시된 ‘씨푸’와 ‘컴미’의 이야기를 읽어 보세요.
- ‘씨푸’가 나타난 암호를 ‘컴미’는 어떻게 알아냈는지 생각해 보세요.
- 지난 시간에 배웠던 수의 이진체계를 떠올리며 생각해 보세요.

② 문자코드의 특징 살펴보기

- 문자코드에서 한글자음부터 모음까지 순서대로 번호가 매겨져 있습니다.
- 유의사항에는 된소리, 이중받침, 이중모음을 표시하는 방법이 나와 있습니다.

③ 문자코드를 보며 컴미가 알아낸 씨푸의 암호 찾아보기

- 지난 시간에 우리가 활용한 이진 체계를 생각해 보며 씨푸가 나타난 암호를 해석해 보세요.
- 불이 켜진 창문을 ‘1’, 불이 꺼진 창문을 ‘0’으로 표현하면 씨푸의 암호를 0과 1로 이뤄진 숫자로 표현할 수 있습니다.
- 0과 1로 표현된 이진수를 십진수로 고치면 문자코드에 나와 있는 숫자에 해당되는 문자를 찾을 수 있습니다.

<Table 2> The coding table process

	cryptogram		N ₂						N ₁₀		C
①	■ ■ ■	→	0	0	1	1	1	→	7	→	ㄱ
②	■ ■ ■	→	0	1	1	1	1	→	15	→	ㅏ
③	■ ■ ■ ■ ■	→	0	0	1	0	0	→	4	→	ㄴ
④	■ ■ ■ ■ ■	→	0	0	1	0	0	→	4	→	ㄴ
⑤	■ ■ ■ ■ ■	→	1	0	1	1	0	→	19	→	ㅋ
⑥	■ ■ ■ ■ ■	→	0	1	0	0	1	→	9	→	ㄷ
⑦	■ ■ ■ ■ ■	→	1	0	1	0	1	→	21	→	ㅓ
⑧	■ ■ ■ ■ ■	→	1	0	0	0	1	→	17	→	ㄱ

N₂ : Numbers based on 2
N₁₀ : Numbers based on 10
C : Characters

3.3.3 심화 활동

게임(날말 맞추기) 활동을 통해 코딩과정과 디코딩과정을 익숙하게 하기 위한 활동학습이다.

□ 가로세로 날말 퍼즐 맞추기

- ① 모둠(4인 기준)별로 가로힌트 팀, 세로힌트 팀으로 2명씩 나누고 각 팀을 사람과 컴퓨터 역할을 정한다.
 - 1모둠 가로힌트(A)팀: 유저A(1명), 컴퓨터A(1명)
 - 1모둠 세로힌트(B)팀: 유저B(1명), 컴퓨터B(1명)
- ② 교실 중앙을 기준으로 교탁 쪽에는 (A)팀, 교실계시판 쪽에는 (B)팀을 배치한다.
- ③ 가로힌트, 세로힌트가 각각 제시된 2개의 퍼즐 판을 모둠 안에서 팀이 협력하여 각각의 퍼즐을 완성하고 힌트가 없는 퍼즐 중앙의 날말을 기록한 퍼즐 판 2개를 교사에게 제출하면 게임은 종료된다.

3.3.4 종합 및 정리

- 종합 : (Fig. 1)에 제시된 코딩표의 일반화된 유형인 유니코드를[17] 사용하여 문자 표현하기
 - 유니코드를 활용하여 영문자로 쓰여진 문장을 이진수로 바꿔보세요.
 - 영문자뿐만 아니라 특수문자도 포함된 경우에는 어떻게 표현할지 생각해 보세요.
- 학습 정리 : 이번 학습을 통해 새롭게 알게 된 컴

퓨터과학 원리에 대해 간단히 자신의 생각을 정리해보세요.

□ 차시예고

- 다음 시간의 학습 주제와 준비물 예고하기
- 차시주제: 숫자로 그린 그림

3.4 평가

□ 학습주제 : 정보전달-비밀메세지 코드(Code)

□ 평가목표 : 컴퓨터의 문자정보를 이진수로 표현하는 원리를 이해할 수 있다.

□ 평가방법 : 관찰 & 자기·상호평가

□ 평가시기 : 수업 중

□ 평가기준 : 문자정보를 이진수로 표현할 수 있으며, 컴퓨터의 다양한 정보를 이진수로 표현할 수 있음을 이해한다.

(상) 문자정보를 이진수로 표현할 수 있으며, 컴퓨터의 다양한 정보를 이진수로 표현할 수 있음을 이해한다.

(중) 문자정보를 이진수로 표현할 수는 있으나, 컴퓨터의 다양한 정보가 이진수로 표현될 수 있음을 이해하지 못한다.

(하) 문자정보를 이진수로 바꾸어 표현하는 것을 어려워하며, 컴퓨터의 다양한 정보를 이진수로 표현할 수 있음을 이해하지 못한다.

□ 평가항목

(원리이해 수준)

- 전구가 3개일 때 표현할 수 있는 가짓수는?
- 글자 “강”을 암호표를 사용해 표현하세요.
- 글자 “강”을 5개로 이루어진 전구에 불 켜기로 표현하세요.

(자신의 평가 수준)

- 주어진 문자정보를 ‘0’과 ‘1’로 바꾸어 표현할 수 있었나요?
- 컴퓨터의 다양한 정보를 간단한 형태로 바꿀 수 있다는 것을 이해할 수 있었나요?
- 활동을 통해 컴퓨터가 정보를 처리하는 원리를 이해할 수 있게 되었나요?
- 주어진 활동을 자기주도적으로 해결하고 역할활동에 적극적으로 임하였는가?

- 모둠활동을 할 때 친구를 배려하고 협동하였나요?
- 활동을 통해 나와 친구간의 대화 시에 서로 이해시키려는 노력의 중요함을 알게 되었나요?

4. 현장 적용 사례 분석

4.1 분석대상 및 설계모형

분석 대상의 선정은 파이릿 실험 중인 교육자료 개발 과정인 것을 고려하여 CS Unplugged 교육을 수행한 제주도의 3개 초등학교를 대상으로 하였다.

조사방법은 설문지를 이용하였으며, 수업 중에 현상들은 학습자들을 개별 관찰 하였다. 설문문항은 일반적 특성을 조사하기 위한 설문지의 일반항목으로 학년, 친구와의 생각 전달 매체, 컴퓨터에 대한 자신감, 컴퓨터 능력 향상에 대한 미래 희망, 경험 해본 SW교육 여부로 구성하였으며. 학습 수준을 평가하기 위한 평가문항의 구성은 학업성취 수준에 대한 지식(K: Knowledge), 적용(A: Attitude), 확장(G: Generalization) 수준을 파악하기 위한 문항으로 지식 항목으로 정보를 이진체제로 표현하기, 적용 항목으로 학습의 흥미 갖기, 확장 항목으로 이진체계의 원리 이해하기 문항은 서술식 방법을 사용하였고, 자신의 수준을 평가하도록 리커트 5단계 척도에 의한 정도를 나타내도록 하였다. 그리고 K.A.G.와 일반적 특성과의 관련성에 대해 분석을 하였다.

개발되어진 문자의 이진체계 교육자료 개발의 가설은 다음과 같다.

가설1 : 문자의 이진체계 교육자료는 학업성취 수준 (지식·적용·확장)에 효과적이다.

가설2 : 프로그래밍교육은 학습자의 문자의 이진체계 교육에 유의미한 영향이 있다.

4.2 조사분석

4.2.1 일반적 성향

실험대상은 초등 중학년(3~4) 교육에서 이루어졌으며, 일반적 특성의 분석에서 ‘친구에게 자신의 생각을

전달하는 주된 방법'으로는 주로 만남(63%)으로, 컴퓨터에 대한 자신감에서 보통이상으로 사용한다(58%)로 나타났다. SW교육의 미래에 대한 기대에서 미래에 성공 할 수 있다(42%), 성적 향상(42%)로 미래와 학업의 향상에 기여 하는 것으로 생각하고 있다. SW교육에 대한 경험을 복수 응답으로 조사된 결과는 스크래치&엔트리(58%), 한글(90%), 파워포인트(95%), 아두이노(11%), 언플러그드(68%)를 경험한 것으로 나타났다. <Table 3>의 결과는 실험을 수행한 교사를 대상으로 하는 심층조사에서 SW교육에 관심이 높은 교사가 주도하는 실험수업에서 조사가 이루어졌으나, 학생들은 O.A.용 SW를 주로 사용하고 있는 것으로 나타났다.

<Table 3> Description statistics of experienced SW

experienced SW	Ratio(%)
Scratch / Entry	57.9
CS Unplugged	68.4
Arduino	10.5
PowerPoint	94.7
한글	89.5

4.2.2 교육자료의 학업성취 수준과 K.A.G. 및 자기평가의 상관성

학업성취 수준에 대한 이해(K), 적용(A), 확장(G)의 평가에서 문자를 이진체계로 표현하는 수준은 79%, 문자표를 사용한 십진수로 표현하는 수준은 95%, 생활 속의 이진체계로 확장하기에서는 74%로 나타났다. 각 영역간에 성취 수준에 대한 검증에서 학업성취의 이해(K), 적용(A), 확장(G) 영역 간의 paired t-test에서 각 영역간의 차이는 <Table 4>에 명시된 것과 같이 유의적이지 않게 나타나($p > .05$) 이해와 적용 그리고 확장 영역간에는 학업성취에 차이가 있다고 할 수 없다.

즉, 제시된 교육자료를 사용한 학업성취 수준은 효과적이라 할 수 있으며, 영역간 수준의 차이는 문자표가 주어졌을 때 그에 대응하는 문자를 수로 나타내는 활동은 단순 대응 활동으로 매우 수월하게 이루어진 반면에 추상화 개념인 이진체계로 원리를 이해하고, 표현하기에서는 상대적으로 어려움을 보이고 있다.

<Table 4> paired t-test of K..A..G..

	paired t-test			p
	M	S.D.	S.E.	
K .vs. A	-.158	.501	.115	.187
A .vs. G	0.53	.229	.053	.331
G .vs. A	.211	.535	.123	.104

4.2.3 K.A.G와 자기평가의 상관성

학생 본인의 컴퓨터 능력 수준은 어느 정도인지를 묻은 자기평가 수준과 학업성취 수준의 이해(K), 적용(A), 확장(G)의 관련성을 알아보는 상관분석에서 이해와 확장의 영역은 매우 높은 상관성을($p=0.864$) 갖고 있으며, 암호표를 사용해서 문자를 이진수로 표기한 집단과 자기평가 수준의 상관성은($p=0.406$) 낮게 <Table 5>에 명시되어 있다. 또한, 본인의 컴퓨터에 대한 능력 평가가 컴퓨터과학 수준과는 무관한 것으로 나타났다. 따라서, 컴퓨터과학 역량 평가 기준의 제시가 필요하다.

<Table 5> A correlation coeff. table of K.A.G.

		K	A	G	S.A.
K	P.C.	1	-.122	.864**	-.209
	p		.620	.000	.406
A	P.C.	-.122	1	-.141	.050
	p	.620		.565	.845
G	P.C.	.864**	-.141	1	-.196
	p	.000	.565		.437
S.A.	P.C.	-.209	.050	-.196	1
	p	.406	.845	.437	

P.C.: Pearson Coefficient

** $p < .01$

S.A.: Self-assessment

4.2.4 프로그래밍교육의 K.A.G.에 대한 영향

SW교육 중 프로그래밍 교육에 대한 효과를 보기 위한 조사에서 스크래치 또는 엔트리를 활용한 교육 경험과 이진체계 표현에 대한 이해(K), 적용(A), 확장(G)의 독립표본 t-test에서 이해수준($p=.009$), 적용수준($p=.018$), 확장수준($p=.042$)에서 <Table 6>에서 유의적임을 보이고 있어, 문자의 이진체계교육에 프로그래밍 교육이 효과적이라 할 수 있다.

<Table 6> Programming .vs. K.A.G

	Levene' test		independent t-test		
	F	p	t	d.f	p
K	50.068	.000	-2.791	36	.009*
A	2.278	.140	-2.480	36	.018*
G	13.360	.001	-2.104	36	.042*

*p <.05

5. 결론

CS Unplugged 학습은 언제 어디서나 다양한 종류의 학습활동을 통한 비형식적 컴퓨터과학 교육을 할 수 있다. 본 연구는 초등학교 학생들의 컴퓨터과학 학습에서 자료 표현 중에 문자의 이진체계 교육자료를 개발하고 현장 교육에 적용한 결과를 다루었다. 개발된 교육자료는 CS Unplugged의 특성에 맞게 활동중심학습으로 구성되어 있으며, 생활 속의 문자를 디지털로 변환하는 코딩(coding)과 전달 받은 자료를 사람이 알아 볼 수 있는 생활속의 언어로 변환(decoding) 과정을 제시하였다.

교육 결과 분석에서 일반적인 교육환경은 학교 SW 교육은 관심이 높은 교사를 중심으로 수행되고 있으며, 학생들은 O.A.용 SW를 주로 사용하고 있다.

가설1은 개발된 교육자료의 학업성취 수준에 대한 이해, 적용, 확장의 평가에서 개발된 교육자료를 사용한 학업성취 수준은 효과적이라 할 수 있으나, 원리를 이해하고 표현하기 위한 방안이 필요하며, 자기평가에서 컴퓨터과학 역량 수준에 대한 기준을 제시할 필요성이 있다.

가설2는 프로그래밍교육과 문자의 이진체계표현에 대한 상관성에서 유의적임을 보이고 있어 효과적이라 할 수 있다.

또한, 본 연구에서 제시된 컴퓨터과학 교육에 직접적인 영향을 보이고 있는 것은 학습자의 컴퓨터과학 능력 신장을 위해서는 무엇보다도 SW교육 활성화를 통한 이러한 교육에 접할 수 있는 기회를 제공하는데 있다.

본 연구는 컴퓨터과학 원리를 생활 속의 자료표현을 활동중심학습으로 제시한 사례연구이다. 이러한 연구가 폭넓게 이루어져 현장교육에 적합한 컴퓨터과학교육이 개발 될 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- [1] Bell T. C., Witten I. H. & Fellows M. (2015). available at: <http://csunplugged.org/>
- [2] Berry, M. (2013). Computing in the national curriculum. A guide for primary teachers. Bedford: Computing at School.
- [3] Code.org (2015). available at: <https://code.org/>
- [4] CSTA (2011). Computational Thinking in K-12 Education Teacher Resources, 2nd.
- [5] Denning P. J. (2009). Beyond Computational thinking. *communications of the ACM*, 52(6), 28-30.
- [6] Gagne R. M. (1963). The learning requirements for enquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 1(2), 144-153.
- [7] Google (2015). <https://www.google.com/edu/resources/programs/exploring-computationalthinking/>
- [8] GOV.UK (2014). <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-framework-for-key-stages-1-to-4/the-national-curriculum-in-england-framework-for-key-stages-1-to-4>.
- [9] Han ByoungRae (2013). The Research of Unplugged Computing Method for Computational Thinking in Elementary informatics Education. *Journal of Korean Association of Information Education*, 3(2), 159-167.
- [10] KAIE(Korea Association of Information Education) (2015). Elementary Curriculum Information Systems, The Korea Association Of Information Education.
- [11] Kim Hyunbe, Kim Kapsu (2014). A Study on the Achievement Goals, Teaching-Learning Methods, and Evaluation Methods in Computer System Education. *Journal of Korean Association of Information Education*, 18(1), 195-202.
- [12] Moon GyoSik (2013). On the Direction of the Application of the Concepts of Computational Thinking for Elementary Education. *KOCON*, 13(6), 518-526.
- [13] 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.

- [14] NCIC (2015). <http://ncic.re.kr/nation.kri.org4.inventoryList.do>. National Curriculum Information Center.
- [15] NRC (2010). Report of a Workshop on The Scope and Nature of Computational Thinking, The National Academies Press, National Research Council. National Research Center.
- [16] NAP (2011). Report of a Workshop of Pedagogical Aspects of Computational Thinking, The National Academies Press. National Research Center.
- [17] Unicode, Inc. (2015). <http://www.unicode.org/charts/PDF/UAC00.pdf>
- [18] Wing J. M. (2010). Computational Thinking: What and Why? <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>

저자소개



고형철

2004 제주교육대학교(학사)
2009 제주대학교 교육대학원 초등
컴퓨터교육전공
2004~현재 초등학교 교사
관심분야: 컴퓨터교육, 프로그래
밍 computational thinking
e-mail: sseven007@naver.com



김종우

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