

초등학생들을 위한 계산사고 교육 모델 개발

김갑수

서울교육대학교 컴퓨터 교육과

요약

초등학생들은 매일 정보를 접하면서 생활하고 있다. 또한 초등학생들은 학교 교과 수업에서도 정보를 기반으로 다양한 학습을 하고 있다. 따라서 정보를 기반으로 초등학생들이 일상 생활과 학교 교과에서 계산 사고를 하는 것이 중요하다. 지금까지 계산사고에 대한 교육 자료들은 많이 개발되었지만 계산 사고를 위한 교육 모델들은 개발되어 있지 않다. 본 연구에서는 초등학생들을 위한 계산사고를 위한 교수 학습 모델을 개발한다. 본 연구에서 제안한 계산 사고 교육 모델은 3단계로 구성된다. 첫 번째 단계는 정보 수집단계이다. 두 번째 단계는 계산 수행 단계이다. 세 번째 단계는 의사 결정 단계이다. 의사 결정 단계에서 계산 수행 단계 또는 정보 수집 단계로 순환할 수 있다. 본 연구에서 제안한 모형은 초등 학교에서 계산 사고 교육을 위한 효과적인 교수 학습 방법으로 사용될 것이다.

키워드 : 계산 사고, 정보 수집, 계산 수행, 의사 결정, 알고리즘, 초등학생

A Development of Computational Thinking Education Model for Elementary Students

Kapsu Kim

Seoul National University of Education, Dept. of Computer Education

ABSTRACT

Elementary students are living in the information environment at daily. Also, they are learning the school curriculum lessons are based on information. Computational thinking that based on information from everyday life and the school curriculum is important. Until now, many educational materials for the computational thinking have been developed. But, teaching and learning method for computational thinking have not been developed. In the study, the teaching and learning model for computational thinking for elementary school students will be developed. Computational thinking education model proposed in this study consists of three phases. The first phase is the information gathering stage. The second phase is to perform calculations. The last phase is the decision-making steps. Effective teaching and learning methods that are proposed model in this study for computational thinking education will be used.

Keywords : Computational Thinking, Information Gathering, Computation Execution, Decision Making, Algorithm, Elementary Student

이 논문은 2012년도 서울교육대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음.

논문투고 : 2013-02-10

논문심사 : 2013-02-11

논문완료 : 2013-02-15

1. 서론

계산 사고(Computational Thinking)는 컴퓨터 과학자들을 위한 사고가 아니라 21세기 지식정보 사회에서 살아가는 모든 사람들에게 필요한 기본 사고 능력으로서 읽기, 쓰기, 셈하기에 “계산 사고”를 추가함으로써 아동들의 분석 능력을 키울 수 있다[10]. 현재 미국이나 영국 등에서 컴퓨터 과학을 하는 학자들이 “계산 사고”라는 새로운 개념을 만들어서 초등학교부터 교육해야 한다고 주장하고 있다[11,12]. 프로그래밍을 통하여 논리적인 사고 함양도 중요하지만 일상 생활상에서 계산 사고를 가지게 하는 것이 21세기 지식 정보 사회에서 중요한 교육의 한 분야가 될 수 있다는 것이다. 물론 프로그래밍 논리 교육을 위해서는 계산 사고가 필수적이다.

지식 정보 사회에서 일상 생활을 하면서 주변 환경으로부터 자신에게 필요한 정보들을 추출하여 계산 요소들을 만들고 정보를 분석하여 의사 결정하는 것이 매우 중요하다. 지금까지는 지적 정보 사회에서 정보를 추출하는 것을 중요하게 생각하였지만 지금의 교육 방법은 정보를 추출하여 계산 사고 요소들을 뽑아 내어 효율적으로 처리하는 것이 중요하다고 생각한다. 여기서 정보에 계산 요소를 추출하는 것이 중요하다.

보통 사람들은 아침에 일어나서 옷을 어떻게 입을 것이며 가족 구성원들이 동시에 출근할 때에 아침 활동들은 어떤 순서로 어떻게 효과적으로 해야 할 것이고 어떻게 줄을 서야 빨리 처리할 것이며 일의 순서나 공부의 순서를 어떻게 해서 빠른 시간 내에 처리할 것인지 등등 수없이 계산사고를 하면서 살아가고 있다.

하루를 생활하면서 정보를 추출하여 계산사고를 함으로서 효율적인 생활을 하는 것이다. 따라서 초등학교 교육은 보통교육으로서 일상 생활에서 정보를 추출하고 계산사고 하게 하는 것이 매우 중요하다. 즉 사회생활에 필요한 다양한 환경에서 필요한 정보를 추출하고, 계산 사고를 통하여 자신의 생각을 결정하는 것이 매우 중요한 요소로 자리 잡고 있다. 따라서 초등학교 교육에서 계산 사고 방법으로 교육하는 것이 필요하고 이를 위해서 계산 사고 교육 모델

이 필요하다.

지금까지 계산사고를 위한 교육 모델은 없고 계산 사고를 향상을 위한 교육 프로그램 개발들이 대부분이다[2,3]. 또한 계산 사고가 컴퓨터 교육과정에서 필요성[5]을 설명하고 실제 교육 과정[7]을 만들어서 사용하지만 교육 모형은 존재하지 않았다.

해외연구로는 미국의 CSTA[7,8]에서는 계산사고 도구들을 만들어서 계산하고 하는 방법론들을 제안하고 하고 있고, 구글에서는 초중등학교의 각 교과에 필요한 계산하고 교육 자료들을 제공하고 있다.

본 연구에서는 초등학생들이 계산 사고를 위한 교육 모델을 제안하고, 계산사고 교육 모델은 정보수집 단계, 계산 수행단계, 의사 결정 단계의 3단계 구조를 갖게 된다.

2. 이론적 배경

계산 사고에 대한 이론은 2006년 Jeannette M.Wing[10]이 ACM 학회지에 논문을 발표하면서 정립되기 시작하였다. Jeannette M.Wing[2]은 ‘계산 사고’는 분석적인 사고의 한 종류로서 문제를 해결하는 수학적 사고와 공유하고, 실제 환경에서 어떤 제약 조건하에서 운영되는 크고 복잡한 시스템을 설계하고 평가하는 공학적 사고와 공유하며, 계산할 수 있고, 지능을 가질 수 있는 마음과 인간 행위를 모델링하는 과학적인 사고와 공유할 수 있다’고 주장한다.

Jeannette M.Wing[11]는 계산 사고를 다음 3가지 관점에서 주장하고 있다. 첫 번째, 계산 사고의 근본은 추상화라는 것이다. 추상화 과정에서 Layer가 도입되고 추상화는 적어도 두 개 이상의 Layer가 함께 동작하는 과정이다. 물론 Layer들 간의 상하 관계가 있다고 하였다. 네트워크의 ISO Layer가 추상화의 한 사례이거나 자료구조의 스택(stack)에서 pop과 push를 정의해 놓고 사용만 하는 것이라고 볼 수 있다. 더 나아가 함수를 정의해 놓고 함수를 사용하는 것이 함수 추상화라고 볼 수 있다. 따라서 “계산(Computing)은 추상화를 자동화하는 것이다.”고 볼 수 있다.

두 번째는 어떤 곳에서든지 계산사고를 할 수 있다는 것이다. Bundy[6]는 계산 사고는 과학과 일상

생활의 모든 원리의 연구에 영향을 미친다고 하였다. 많은 과학자나 공학자는 수학적 모델링을 통해서 시뮬레이션을 하고 있다. 이런 것들이 계산사고이다. 계산 사고는 새로운 방법을 발견하는 도구가 된다.

세 번째는 누구나 계산 사고를 할 수 있다는 것이다. 계산 사고는 모든 사람들이 직접 또는 간접적으로 영향을 미치고 있기 때문에 교육의 중요성을 부각하고 있다. 생각하는 능력에 계산 사고를 추가하는 것이다.

Jeannette M.Wing[12]에 따르면 계산 사고는 다음과 같은 특징을 갖는다. 첫 번째, 프로그래밍이 아닌 개념화이다. 컴퓨터 과학자들처럼 생각하는 것은 컴퓨터 프로그래밍을 하는 것 이상이다. 생각하는 것은 여러 단계의 추상화를 하는 것이다. 두 번째, 기본적인 기법(skill)이다. 모든 사람들이 현대 사회에 알아야 할 기본적인 것이다. 세 번째, 컴퓨터가 아니라 사람이 생각하는 방법이다. 계산 사고는 문제를 해결하는 것으로서 사람이 문제를 해결하는 것이다.

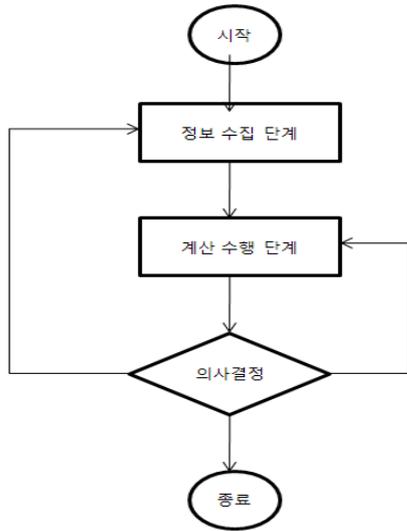
계산 사고는 과학, 수학 및 공학 뿐만 아니라 사회 전반에 이용되고 있다. 다른 과학에서 살펴보면 생물학에서는 인간 게놈 프로젝트나 DNA 분석, 단백질 분석 등의 고급 프로젝트에 이용되고, 뇌과학에서는 다양한 데이터 분석으로 사고를 판단할 수 있어서 MRI 분석 등에 이용된다. 화학에서 분자 구조 분석에 이용되고 있고, 지질학에서는 지구 운동 모델링에 이용되며, 천문학에서는 천문 데이터 처리를 위해서 이용되고 있다. 그리고 수학에서는 E2 리 그룹 발견이나 4문제 해결 등에 이용되었고, 전기 전자, 우주 공학, 기계 공학 등에서 모델링에 이용되었다. 이처럼 과학, 공학 및 수학에서는 구체적인 문제 해결을 위해서 계산 사고가 필요하고 이들이 직접 이용되었다. 또한 사회영역에서는 경제학에서 전자 상거래 등의 자동 거래나 경제 분석을 위한 사고 등에 이용되고 있고, 페이스북과 유튜브 등의 사회 네트워크를 구성하게 하였으며, 통계적인 방법을 사용하여 Netflix나 affinity card와 같이 추천할 수 있게 한다. 의료 분야에서는 로봇이 수술하게 하고, 전자 기록 카드나 의료 진단 데이터를 이용하여 비주얼하게 표현하며, 범죄 조사에서 데이터를 이용하는 데 쓰인다. 뿐만 아

니라 게임과 영화에서도 이용되고, 예술 및 스포츠 등에서도 계산 사고를 이용하고 있다. 이런 적용 사례를 통해서 현실에서 계산 사고가 필요로 하지 않는 분야가 없다는 것을 알 수 있다. 따라서 기능이나 디자인이 아니라 계산을 기반으로 사고하는 것을 교육하는 것이 매우 중요하다는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 초등학교 각 교과와 교육과정에서 계산 사고를 위한 계산 사고 모형을 만들어서 학생들이 쉽게 계산사고를 할 수 있게 하는 것이 필요하다.

3. 계산 사고 모델

3.1 개요

본 연구에서 제안하는 계산사고를 위한 교육 모형은 일반화된 모형이며 초등학교 모든 교과에서 사용할 수 있는 모형으로서 다음과 같은 단계로 구성한다. 학생들이 일상적인 생활이나 교과 활동에서 정보를 수집하는 단계가 필요하다. 일상 생활에서의 정보 수집이나 교과 활동에서 정보 수집은 매우 중요한 요소이기 때문에 정보 수집단계가 필요하다. 본 연구에서는 이 단계를 정보 수집 단계로 정의하고 다음 절에 상세히 설명한다. 두 번째는 수집한 정보를 기반으로 계산을 수행하는 것이 필요하다. 계산을 수행한다는 것은 단순한 산술연산뿐만 아니라 모든 정보들을 가공하는 의미도 표현된다. 이 단계를 계산 수행 단계로 본 연구에서는 정의한다. 다음은 수행한 계산 결과를 기반으로 만족할 수도 있는지 등을 판별하는 의사 결정 단계이다. 판단하는 단계에서 계산 수행의 다양한 방법을 적용하는 것이 필요할 경우에는 계산수행 단계로 분기하고 여러 종류의 계산을 수행해도 원하는 결과가 나오지 않을 경우에는 다시 다른 정보를 수집하는 단계로 분기한다. 이 단계를 의사 결정 단계라고 정의하고 다음 각 절에 상세히 설명한다. 본 연구에서 제안한 계산 사고 교육 모형의 기본 틀은 다음 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 계산 사고 교육 모델

3.2 정보 수집 단계

정보 수집 단계에는 계산 사고에서 계산을 수행하기 위해서 어떤 요소들을 계산할 것인지를 결정하기 위해서 사전에 정보를 수집해야 하기 때문에 정보 수집이 필요하다. 이 단계를 정보 수집(Information Gathering) 단계로 명명한다. 이 단계에서 연산을 수행할 피연산자를 정의하거나 어떤 기능을 수행하기 위한 함수 인자와 함수의 결과 값을 수집하는 것이다.

이때 수집해야 할 정보들은 다음과 같은 특성이 있다. 정보명에는 정보의 이름을 작성한다. 정보 분류는 단위 정보와 복합정보로 나눈다. 단위 정보는 정보 자체가 한 개의 의미를 갖는 것이므로 한 개의 문자 또는 문자열 또는 숫자로 구성된다. 복합정보는 2개 이상의 단위 정보들로 구성되는 것이다. 몸무게 정보는 32kg을 나타내는 단위 정보이다. 키 정보는 132cm라는 단위 정보가 된다. 초등학교생들의 건강 정보는 키, 몸무게로 구성되기 때문에 복합 정보이다.

정보 유형에는 프로그래밍 언어에서 기본적인 데이터 유형과 비슷하게 정의한다. 정보 유형의 크게 숫자, 문자, 비트로 구성되게 한다. 숫자는 정수와 자연수나 자연수 중에서 일정크기까지의 자연수 등의 조건을 마음대로 줄 수 있게 한다. 문자는 문자열들로 구성될 수 있게 하고, 비트는 0과 1의 집합으로

그림을 표현할 수 있는 것으로 한다.

정보 단위는 정보에는 고유한 의미가 있기 때문에 길이, 무게, 초를 기본으로 하는 MKS 단위계를 알아야 한다. MKS의 기본 단위량은 다음 <표 1>와 같다.

<표 1> MKS 기본 단위

| 물리량 | 이름 | 기호 |
|-----|------|-----|
| 길이 | 미터 | m |
| 질량 | 킬로그램 | kg |
| 시간 | 초 | s |
| 전류 | 암페어 | A |
| 온도 | 켈빈 | K |
| 물질량 | 몰 | mol |
| 광도 | 칸델라 | cd |

물론 위의 기본 단위에서 유도한 각종 단위량이 있다.

네 번째 요소는 정보 범위이다. 초등학교 저학년의 경우에 100까지의 수를 알 필요가 있을 때 범위를 지정하면 된다. 또는 사람의 나이 정보를 저장하기 위해서 0부터 200이면 충분할 것이다. 이때 범위를 200까지 줄 수 있다.

3.3 계산 수행 단계

1단계에서 정보를 수집한 것을 기반으로 계산을 수행하는 것이 필요하다. 계산을 수행하는 것은 정보 수집 단계에서 수집한 정보를 기본으로 학습 목표를 달성하기 위한 구체적인 계산을 수행한다. 이를 본 연구에서는 계산 수행 단계라고 명명한다.

계산 수행 단계에서 3개의 특성이 있다. 첫 번째 특성은 연산자들에 특성이 있다. 두 번째 특성은 입력과 출력의 데이터 수에 대한 특성이 있다. 세 번째 특성은 계산 수행 방법에 대한 특성이 있다. 이 특성들은 다음 각 절에서 상세히 설명한다.

3.3.1 연산자 특성

초등학교 수학에서 기본적인 연산자들은 다음 <표 2>과 같은 산술 연산자가 있다. 초등학교 1학년의 수학 학습할 때에 두 개의 피 연산자가 정보가 된다. 이

정보를 이용하여 어떤 연산을 할 것인지를 결정한다.

<표 2> 기본 연산자-산술연산자

| 이름 | 기호 | 피연산자 수 | 결과 수 |
|-----|----|--------|------|
| 더하기 | + | 2 | 1 |
| 빼기 | - | 2 | 1 |
| 곱하기 | | 2 | 1 |
| 나누기 | ÷ | 2 | 1 |
| 나머지 | | 2 | 1 |

이 기본 연산자에 다음과 같은 추가 연산자들을 많이 지정할 수 있다.

<표 3> 추가 연산자-논리와 산술연산자

| 이름 | 기호 | 피연산자 수 | 결과수 |
|-------|----|--------|-----|
| 크다 | > | 2 | 1 |
| 작다 | < | 2 | 1 |
| 같다 | == | 2 | 1 |
| 크거나같다 | >= | 2 | 1 |
| 작거나같다 | <= | 2 | 1 |
| 같지않다 | != | 2 | 2 |
| 논리곱 | ∧ | 2 | 1 |
| 논리합 | ∨ | 2 | 1 |
| 부정 | ~ | 1 | 1 |

또한 직접 연산자를 만들거나 새로운 함수들을 만들거나 추가할 수 있다. 초등학교 수학에서 많이 사용하는 것으로 계산 수행 단계를 다음 <표 4>와 같이 정리할 수 있다.

<표 4> 다양한 연산자

| 이름 | 기호 | 피연산자 수 | 결과 수 |
|-------|-----------|--------|------|
| 합계산 | sum | 여러개 | 1 |
| 평균계산 | average | 여러개 | 1 |
| 분류하기 | sort | 여러개 | 여러개 |
| 최대값 | max | 여러개 | 1 |
| 최소값 | min | 여러개 | 1 |
| 소숫찾기 | prime | 1개 | 여러개 |
| 약수찾기 | divide | 1개 | 여러개 |
| 배수찾기 | multipler | 1개 | 여러개 |
| 공약수 | cd | 여러개 | 여러개 |
| 공배수 | cm | 여러개 | 여러개 |
| 최대공약수 | gcd | 여러개 | 1 |
| 최소공배수 | gcm | 여러개 | 1 |

3.3.2 데이터 특성

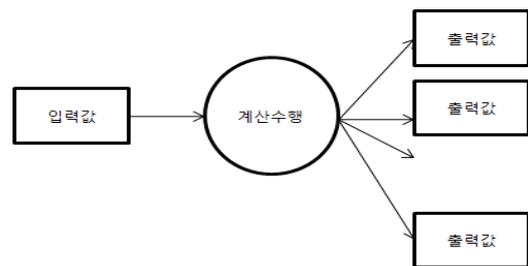
1개의 입력값에 1개의 출력값 계산 수행 모형이다. 이 모형은 다음 (그림 2)와 같이 정의한다.



(그림 2) 계산 수행(입력-1, 출력-1)

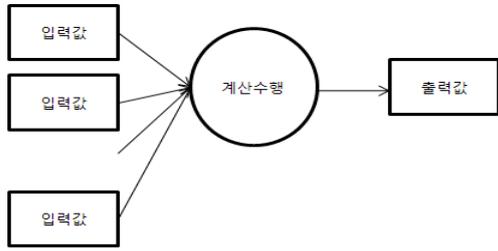
(그림 2)에는 단순히 계산을 수행하는 것으로 한 개의 입력값에 한 개의 출력값으로 변경되는 것이다. 입력값과 출력값간의 정보 유형에 따라 다양한 계산 수행을 할 수 있다. 같은 유형일 경우에는 논리 부정을 하거나 어떤 수의 음수를 이야기하기 하는 것을 포함한다. 입력값과 출력값의 데이터 유형이 다를 경우에는 다음과 같은 것들이 있다. 예를들어 1을 입력하면 ‘일’이라는 글자가 출력되게 한다. 또한, 단순한 숫자들의 변환 등도 출력되게 한다. 이런 사고를 함으로써 단순한 연산뿐만 아니라 언어의 논리 개발에도 사용될 수 있는 학습 방법이다.

다음은 입력이 1개이고 출력이 여러 개인 계산 수행 모형이다. 이런 유형은 10의 약수는 무엇인가?를 찾을 때 사용하는 모형들이다. 이에 대한 모형은 다음 (그림 3)과 같다.



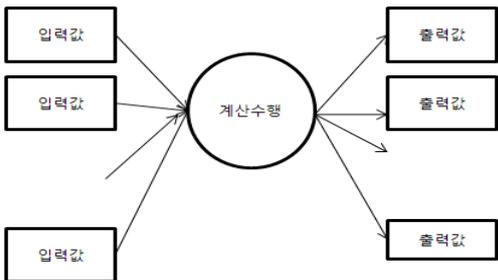
(그림 3) 계산 수행(입력-1, 출력-N)

다음은 입력이 N개이고 출력이 한 개인 계산 수행 모형이다. 이런 유형은 임의의 10개의 수의 평균을 구하는 것을 수행할 때 사용하는 모형들이다. 이에 대한 모형은 다음 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 계산 수행(입력-N, 출력-1)

다음은 입력이 N개이고 출력이 M 개인 계산 수행 모형이다. 이런 유형은 두 개의 수에서 공통적인 약수들은 어떨것인지를 찾을 때에 사용하는 모형들이다. 또한 1000개의 데이터를 크기 순서대로 나열할 때에 사용할 수 있다. 이 모형은 다음 (그림 5)와 같다.



(그림 5) 계산 수행(입력-N, 출력-N)

3.3.3 계산 수행 방법 특성

위의 (그림 2)에서 (그림 5)에서 계산 수행 모듈은 단순한 연산자들을 사용할 수 있고, 연산자들을 결합하여 수식을 만들 수 있고, 또는 여러 연산자들을 수행하는 순서를 둘 필요 있다. 이런 순서를 만드는 것이 알고리즘이 된다.

계산 수행을 할 때에는 직접 계산을 하는 방법과 도구를 도움 받는 일과 컴퓨터 프로그래밍을 직접 이용하는 방법 등이 있다.

직접 계산하는 방법은 도구를 이용하지 않고 계산하는 방법이다. 이 방법은 학생들이 컴퓨터 등을 사용하지 않고 직접 계산 사고를 수행하기 위해서 계산 수행 단계에서 행하는 것이다.

두 번째 방법이 도구의 도움을 받는 것이다. 엑셀이

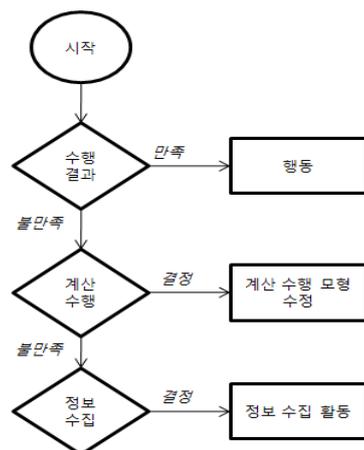
나 다른 분석 및 시뮬레이션 도구를 이용하는 방법이다. 엑셀의 수식이나 엑셀의 데이터 분석 도구를 설치하여 이용하는 방법이 있을 수 있다. 또한 각종 시뮬레이션 도구들을 이용하여 계산 수행을 하는 것이다.

세 번째 방법은 프로그래밍 언어를 이용하여 데이터를 처리하여 직접 프로그래밍을 하여 계산 수행을 하는 방법이다. 이 방법에서는 다양한 알고리즘을 적용할 수 있을 것이다.

3.4 의사 결정 단계

2단계에서 계산 수행한 결과를 기반으로 의사 결정을 하고 일상 생활에서는 행동을 취할 수 있다. 의사 결정하는 것은 정보 수집하여 이를 기반으로 계산 수행한 것이기 때문에 다양한 의사 결정을 하기 때문에 이를 의사 결정 단계라고 명명한다.

의사 결정 단계에서 3개의 분기가 있다. 의사결정을 하기에 충분한 결과가 나왔으면 의사 결정을 바로 수행한다. 충분한 결과가 나오지 않을 경우에 다시 새로운 계산 수행을 할 수 있는 것으로 분기할 수도 있다. 이때에 고려하는 요소를 결정하지 않아서 계산 수행 모형이 잘 못될 경우도 있을 수 있다. 이때에 새로운 계산 수행 모형을 만든다. 계산 수행 모형을 계속 수행해서 원하는 결과가 나오지 않을 경우에 새로운 정보를 추출하는 단계로 분기할 수 있다. 이에 대한 자세한 모델은 다음 (그림 6)과 같다.



(그림 6) 의사 결정 단계

3단계인 의사결정 단계에서 의사 결정을 한다. 의사 결정을 하기 위해서 목표를 만족하는지를 결정해야 한다. 1부터 10까지의 더한 결과는 무엇인가를 알아보고 위해서 계산 수행을 해 본 결과가 55가 나오면 결과가 정확할 수 있다. 결과가 나올 경우에는 종료한다.

기본적인 계산 수행을 다시해 볼 경우에 있다. 이때에는 30-10-5을 수행할 때에는 앞에서 차례대로 수행했으면 문제없이 답을 15로 내지만 뒤부터 계산을 수행하면 다른 결과가 나올 수 있다. 따라서 계산의 순서를 바꾸어서 수행하면 원하는 결과가 나온다. 단순한 계산의 경우에 다양한 수식으로 표현해서 계산 모형들을 다르게 적용하는 경우는 매우 많이 나온다.

4. 타당성 검증

4.1 전문가 조사 방법 채택 이유

본 논문에서 제안한 계산 사고 교육 모형 검증 방법은 전문가들의 심층 설문 조사로 이루어졌다. 본 연구에서 제안한 방법은 심층적인 의견을 결정할 때에 보통 많이 사용하는 델파이 검증 방법[1,4]을 채택하였다.

델파이 검증 방법[9]은 전문가 집단에서 설문지를 통해서 검증하는 방법으로서 미래의 경영 예측이나 기술 예측 방법으로 많이 이용되는 방법이고 요즘 교육 모델 검증에도 많이 이용된다. 이 방법은 RAND 연구소에서 1948년에 개발되어 전문가 의견 수렴 방법으로 많이 사용하고 있는 연구 방법론이다.[9]

본 연구에서는 단순한 통계 조사를 통한 오류를 방지하기 위해 전문가들의 의견을 듣는 것이 타당하다.

4.2 검증 방법

본 연구에서 제안한 교육 모델이 계산 사고의 특성을 만족하는가에 대한 의견은 전문적인 지식이 있는 전문가들이 평가하는 것이 더 적합하기 때문에 델파이 기법을 이용한다. 전문가 집단에는 초등학교 현장 교사와 컴퓨터 과학을 전공한 박사들 중에서 20명을 선정하였다. 초등학교 현장 교사들의 조건은 초등 컴퓨터 교육을 석사학위이상 전공한 교사이다. 2단계에서는 검증 도구를 설계하고 전문가 설문조사 및 새로운 의견을 수렴하였다. 검증 도구는 미국의 ACM

학회 산하의 CSTA(Computer Science Teacher Association)의 계산사고의 특성에 대해서 만족하는지 조사하는 방법으로 만들었다.

CSTA의 계산 사고 특성[7]은 다음과 같다. 첫 번째, 문제 해결에 도움을 주기 위해서 컴퓨터나 다른 도구를 이용하여 문제들을 형식화한다. 두 번째, 논리적으로 데이터를 구성하고 분석한다. 세 번째, 데이터를 모델이나 시뮬레이션으로 표현할 수 있다. 네 번째, 알고리즘적 사고로 해법을 자동적으로 만들 수 있다. 다섯 번째, 가장 효과적으로 또는 효율적으로 가능한 해법을 찾아서 분석하고 구현할 수 있다. 여섯 번째, 문제를 해결하는 과정을 일반화하고 다양한 방법으로 표현할 수 있다는 것이다. 6개의 특성들이 본 연구에서 제안 교육 모델이 만족하는지를 검증한다.

3단계에서는 1단계에서 표집한 전문가 집단을 기반으로 2단계의 검증 방법 도구에 대한 답한 결과를 3단계에서는 전문가 설문 분석하여 평균 및 표준 편차를 계산한다. 본 연구에서는 5단계 측도를 이용하였다. 5단계 측도에서 6개의 특성 각각에 대한 만족도를 다음 <표 5>와 같이 조사하였다. 매우 만족이면 5번이고 만족이면 4번이고, 보통이면 3번이고, 불만족이면 2번이고, 매우 불만족이면 1번이다.

<표 5> 전문가 심층 면접 양식

| 내용 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|--|---|---|---|---|---|
| 1 | 본 계산사고 교육 모델은 문제 해결에 도움을 주기 위해서 컴퓨터나 다른 도구를 이용하여 문제를 형식화할 수 있다 | | | | | |
| 2 | 본 계산사고 교육 모델은 논리적으로 데이터를 구성하고 분석할 수 있다. | | | | | |
| 3 | 본 계산사고 교육 모델은 데이터를 모델이나 시뮬레이션으로 표현할 수 있다. | | | | | |
| 4 | 본 계산사고 교육 모델은 알고리즘적 사고로 해법을 자동적으로 만들 수 있다. | | | | | |
| 5 | 본 계산사고 교육 모델은 가장 효과적으로 또는 효율적으로 가능한 해법을 찾아서 분석하고 구현할 수 있다. | | | | | |
| 6 | 본 계산사고 교육 모델은 문제를 해결하는 과정을 일반화하고 다양한 방법으로 표현할 수 있다. | | | | | |

4.3 분석 결과

통계 분석한 결과는 다음 <표 6>과 같다.

<표 6> 심층면접 결과

| | 내용 | 평균 | 표준편차 |
|---|--|------|------|
| 1 | 본 계산사고 교육 모델은 문제 해결에 도움을 주기 위해서 컴퓨터나 다른 도구를 이용하여 문제를 형식화할 수 있다 | 4.60 | 0.50 |
| 2 | 본 계산사고 교육 모델은 논리적으로 데이터를 구성하고 분석할 수 있다. | 4.85 | 0.37 |
| 3 | 본 계산사고 교육 모델은 데이터를 모델이나 시물레이션으로 표현할 수 있다. | 4.60 | 0.60 |
| 4 | 본 계산사고 교육 모델은 알고리즘적 사고로 해법을 자동적으로 만들 수 있다. | 4.55 | 0.51 |
| 5 | 본 계산사고 교육 모델은 가장 효과적으로 또는 효율적으로 가능한 해법을 찾아서 분석하고 구현할 수 있다. | 4.55 | 0.60 |
| 6 | 본 계산사고 교육 모델은 문제를 해결하는 과정을 일반화하고 다양한 방법으로 표현할 수 있다. | 4.30 | 0.66 |

본 연구에서 제안한 계산사고 교육 모델에 대한 참여한 20명의 전문가들이 CSTA에서 정의한 계산 사고 정의를 만족하는지에 대한 의견을 검토하였다.

“본 계산사고 교육 모델은 문제 해결에 도움을 주기 위해서 컴퓨터나 다른 도구를 이용하여 문제를 형식화할 수 있다”에 대한 조사 결과 평균 4.6점이고 표준편차는 0.5이다. 이것은 대부분 만족하고 있다는 것을 의미한다. 이는 본 연구의 교육 모델이 컴퓨터 도구를 활용하거나 프로그래밍 언어를 사용하여 계산 수행 단계에서 할 수 있다는 의미이다.

“본 계산사고 교육 모델은 논리적으로 데이터를 구성하고 분석할 수 있다”에 대한 조사 결과 평균 4.85점이고 표준편차는 0.37이다. 본 항목의 평가에서 가장 높은 점수를 얻었고, 이유는 본 연구에서 제안한 계산 사고 모델에서 계산 수행 단계에서 데이터들을 분류하여 구체적으로 수행하는 과정을 만들었기 때문이다.

“본 계산사고 교육 모델은 데이터를 모델이나 시물레이션으로 표현할 수 있다”에 대한 조사 결과 평균 4.6점이고 표준편차는 0.6이다. 이는 대부분 만족하고 있다는 것을 의미한다. 다만 1번 항목보다 표준편차가 차이가 나는 경우에서 실제 본 연구에서 계산 사고 모델에서 컴퓨터 도구의 한 종류로 시물레이션 등을 설명했기 때문에 그 중요도가 낮아서 그런 것 같다.

“본 계산사고 교육 모델은 알고리즘적 사고로 해법을 자동적으로 만들 수 있다”에 대한 조사 결과 평균 4.55점이고 표준편차는 0.51이다. 이것도 대부분 만족하고 있다는 것을 의미한다. 이는 본 연구에서 제안한 모델이 계산 수행 단계에서 다양한 계산 수행 모형으로 피드백 할 수 있게 정의하였기 때문이다.

“본 계산사고 교육 모델은 가장 효과적으로 또는 효율적으로 가능한 해법을 찾아서 분석하고 구현할 수 있다”에 대한 조사 결과 평균 4.55점이고 표준편차는 0.6이다. 이것도 대부분 만족하고 있다는 것을 의미한다. 실제로 본 연구에서 제안한 계산 사고 모델에서 계산 수행 모형에 대한 평가 부분에 만족 여부가 있기 때문에 단순한 기능 만족뿐만 아니라 효율성 만족에 대한 포괄적인 의미로 정의하였기 때문이다.

“본 계산사고 교육 모델은 문제를 해결하는 과정을 일반화하고 다양한 방법으로 표현할 수 있다”에 대한 조사 결과 평균 4.30점이고 표준편차는 0.66이다. 이것은 대부분 만족하고 있다는 것을 의미하지만 본 연구에서 제안한 계산사고 교육 모델이 CSTA의 요구 조건만족에 가장 낮은편이다. 그 이유는 다양한 방법으로 계산 수행을 하지만 다양한 방법으로 해야 한다고 제안하지 않았기 때문이다.

5 결론 및 제언

본 연구에서 제안한 계산 사고 교육 모형은 현재 간단한 계산 사고 교육 자료만을 개발하고 있지만 학교 수업에 적용하기 위해서 계산 사고 교육 모델이 필요하여 본 연구에서 제안하였다.

계산 사고 교육 모형은 정보 수집단계, 계산 수행 단계, 의사 결정 단계의 3단계 모형으로 의사결정 단계에서는 계산 수행 단계 또는 정보 수집 단계로 환

류할 수 있는 교육 모델이다.

본 연구에서 제안한 계산 사고 교육 모델은 미국의 ACM 학회의 컴퓨터 과학 교사 협회에서 정의한 계산사고 요구 조건을 전문가들이 평가하는 델파이 방법으로 평가하였다. 그 결과 6개의 계산 사고 특징이 모두 만족하였다.

참 고 문 헌

[1] 김갑수(2011), 초등학생들의 창의력과 논리력 향상을 위한 프로그래밍 언어 교수전략에 관한 연구, **한국정보교육학회논문지**, 14-1, 89-97.

[2] 김수환, 한선관(2012), Computational Thinking 향상을 위한 디자인기반 학습, **한국정보교육학회 논문지**, 16-3, 319-326.

[3] 김태훈, 김종훈, 김병수(2012), Logo를 이용한 정보과학적 사고 기반의 알고리즘 학습이 예비 초등교사에게 미치는 영향, **한국정보교육학회논문지**, 16-4, 463-474.

[4] 이승현, 김갑수(2008), 초등학생을 위한 프로젝트 기반 프로그래밍 수업모형 개발 및 적용, **한국컴퓨터교육학회**, 11-2, 23-34.

[5] 최숙영(2011), 21세기 Skills와 Computational Thinking 관점에서의 '정보' 교육과정 분석, **컴퓨터교육학회논문지** 14-6, 19-30.

[6] Bundy, Alan (2007), "Computing thinking is pervasive", *Journal of Scientific and Practical Computing*, 1-2, 67-69.

[7] Chris Stephenson and Valerie Barr(2011), Defining Computational Thinking for K - 2, The Voice of K-12 Computer Science education and its Educators 2011 May, 7-2

[8] CSTA(2011), K - 12 Computer Science Standards.

[9] Linstone, H.A and Turoff, M(1975). *The Delphi Method: Techniques and Application*, London: Addison-wesley.

[10] Wing, J. (2006). *Computational thinking. Communications of the ACM* 49(3), 33-35.

[11] Wing, J. (2008). Computational thinking and thinking about computation. *Philosophical transactions of the royal society A* 366, 3717-3725.

[12] Wing, J. (2009). Computational thinking. *Journal of computing sciences in colleges*, 24-6, 6 - 7.

저 자 소 개



김 갑 수

1985.2 서울대학교계산통계학과(학사)
 1987.2 서울대학교 계산통계학과 전산학전공(석사)
 1996.2 서울대학교 계산통계학과 전산학전공(박사)
 1987.~1992. 삼성전자 사원-과장
 1995.~1998. 서경대학교 전임강사-조교수
 1998.~현재 서울교육대학교 컴퓨터교육과 조교수-교수
 2001.~2012. 서울교육대학교 과학영재교육원 프로그램 개발 부장, 원장 및 운영위원 역임
 관심분야 : 컴퓨터 교육, 소프트웨어 공학, 정보 영재, 이러닝
 e-mail : kskim@snu.ac.kr