

# 계산적 사고 교육을 위한 중학교의 학습요소 추출과 정보 교과서 분석

최현종<sup>†</sup>

## 요 약

계산적 사고는 최근 정보 교과와 교육과정과 컴퓨터 교육학계의 패러다임의 변화를 이끌고 있다. 하지만, 국외의 연구와 비교하여 국내에서는 아직까지 이에 대한 기본 연구가 매우 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 계산적 사고에 대한 정의, 학습 단계, 학습 요소를 국외 연구를 참조하여 전문가 설문을 통해 연구하였다. 또한 연구된 학습요소로 현재 사용되고 있는 중학교 정보 교육과정과 교과서를 계산적 사고 관점에서 분석하였다. 연구의 결과로 계산적 사고 학습을 위해 필요한 3단계와 13가지의 학습요소를 추출할 수 있었고, 현재의 정보 교육과정에서 정보 수집을 비롯한 5개의 학습 요소가 제외되어 있다는 것을 확인하였다. 그리고 7종의 인정 정보 교과서는 10개의 학습요소가 포함되어 있음을 확인하였다.

주제어 : 계산적 사고, 학습요소, 정보 교과서

## Extraction of Learning Contexts and Analysis of Informatics Textbooks in Order to Teach The Computational Thinking in Middle School

Choe Hyun Jong<sup>†</sup>

### ABSTRACT

Computational thinking has been a powerful key recently to open a new paradigm era in the curriculum of Informatics subject and the community of computer science education. But the quality and quantity of domestic research about it has been very poor in comparison with other countries. Therefore, this study focuses on the definition, learning steps and learning contexts about computational thinking education using some professional questionnaires and analyses of related other countries' literatures. The learning contexts that were extracted by several previous works could be used as the factor to analyze the curriculum of Informatics subject and textbooks in middle school; these could be helpful to teach the ability of computational thinking in middle school. Results of these questionnaires show that the three steps and 13 learning contexts of computational thinking education are properly well-formulated. The 5 of 13 learning contexts, such as data collection, are missing in 2009 revised-Informatics curriculum in middle school as well as the seven Informatics textbooks that used in middle school contained 10 of 13 learning contexts for computational thinking education.

**Keywords** : Computational Thinking, Learning Contexts, Informatics Textbook

---

<sup>†</sup> 중신회원: 서원대학교 컴퓨터교육과 부교수(교신저자)  
논문접수: 2013년 08월 21일, 심사완료: 2013년 10월 18일, 게재확정: 2013년 10월 28일

## 1. 서론

계산적 사고(computational thinking)는 2009 개정 교육과정의 정보 교과 목표로 진술되면서 중등학교 정보 교육과 컴퓨터교육학의 중요한 패러다임으로 자리 잡았다[1]. 컴퓨터 교육이 응용 프로그램의 활용 교육이라는 이전 시대의 학교 현장과 일반인의 인식을 변화시키기 위해 컴퓨터교육학계는 2007 개정 교육과정부터 컴퓨터교육을 컴퓨터 과학 교육으로의 변화를 시도하였다[2]. 최근 등장한 계산적 사고라는 새로운 개념은 일반인의 시각에서 컴퓨터 과학 교육의 중요성을 논할 수 있는 새로운 키워드가 되고 있다.

정보 교과의 목표로 제시된 계산적 사고가 침체되어 있는 중등학교 정보 교육의 확산을 얼마나 이루어낼 수 있느냐에 대해서는 설왕설래가 있을 것이다. 하지만, 현재의 컴퓨터 교육에서 계산적 사고만큼 일반인들에게 쉽게 접근할 수 있는 매력적이면서 발전 가능성이 많은 패러다임을 찾기는 힘든 실정이다. 따라서 계산적 사고라는 개념을 처음 제시한 미국에서는 K-12부터 대학 교육까지의 컴퓨터 과학 교육을 위해 계산적 사고 교육에 관한 다양한 현장 연구들이 점차 증가하고 있다[3]. 하지만 국내의 경우에는 정보 교과의 교육과정에 계산적 사고가 진술되어 있음에도 불구하고, 용어의 해석도 통일되어 있지 않고 이에 대한 정의와 사고의 유형, 계산적 사고 교육을 위한 학습 요소 등의 기본적인 연구가 전무한 상황이다. 따라서 본 연구는 계산적 사고 교육의 활성화를 위해 가정 먼저 필요한 계산적 사고에 대한 정의와 구성 요소를 살펴보고, 학교의 계산적 사고 교육을 위해 반드시 필요한 학습 요소를 추출하는 연구를 하고자 한다.

계산적 사고 교육의 활성화를 위해서는 계산적 사고의 정의와 구성요소, 학습요소등과 같은 기본적인 이론의 정립과 동시에 학교 교육의 정상적인 실천이 필요하다. 즉 계산적 사고 교육이 중등학교에 원활하게 잘 적용되었는지를 살펴보기 위해서는, 우선 먼저 확인해야 할 교육의 구성 요소가 바로 교과서이다. 교과서는 교실에서 교사와 학생들 간의 교육적 상호작용을 위한 매체로, 교육을 실천하는 중요한 도구라고 할 수 있다. 즉

현재 사용되고 있는 정보 교과서에 어떤 학습 내용이 어떻게 구성되어 있느냐의 문제는 올바른 정보 교육이 실현되기 위한 중요한 조건이 된다. 물론 현재 사용되고 있는 정보 교과서가 일정 수준의 교과서 인정 기준을 통과하였기 때문에, 교육과정에 제시한 학습요소를 모두 포함하고 있다고 할 수도 있다. 하지만, 계산적 사고 교육의 개념이 제대로 교육과정의 학습요소에 침투되어 있는지도 확인해 봐야 할 것이고, 인정 교과서의 집필진에 따라 학습요소가 가감될 수도 있기 때문에 교과서의 학습 내용 또한 계산적 사고 교육의 관점에서 분석해 봐야 할 것이다. 이에 본 연구는 연구된 계산적 사고의 학습요소가 현재 교육과정에 얼마나 내포되어 있고, 실제 교과서에 어느 정도 담겨져 있는지 살펴보고자 한다.

본 연구에서는 계산적 사고 교육을 위해 필요한 기본적인 학문 연구와 교과서 분석 연구를 동시에 실시하고자 한다. 먼저 계산적 사고의 정의와 사고 유형, 교육을 위한 학습요소를 중학교 수준에서 한정하여 추출하여 보았는데, 중학교만을 대상으로 한 이유는 2009 개정 교육과정에 의해 현재는 중학교만 인정교과서가 사용되고 있기 때문이다. 두 번째 연구로 교과서 분석 연구로는 추출된 중학교의 계산적 사고 교육 학습요소가 현재 정보 교과서에 어느 정도 반영되어 있는지 교육과정과 인정 교과서 7종을 분석해 보았다. 이를 위해 본 논문의 2장에서는 계산적 사고 교육의 학습요소와 교과서 분석에 관한 선행 연구를 살펴보고, 3장에서는 선행 연구를 통해 계산적 사고 교육의 과정과 학습 요소를 연구하여 소개하고자 한다. 연구된 계산적 사고의 학습요소는 전문가 검토를 통해 정교화하고, 이를 분석 기준으로 교육과정의 학습요소와 중학교의 7종인 정보 교과서를 분석하였다.

## 2. 선행 연구

국내외의 선행 연구는 계산적 사고 교육에 관한 연구와 컴퓨터 관련 교과서의 분석 연구로 구분하여 살펴볼 필요가 있다.

첫째로 계산적 사고 교육에 관한 선행 연구들은 주로 미국에서 많이 이루어지고 있는데, K-12

와 대학 수준으로 구분해 살펴볼 수 있다. K-12에서의 계산적 사고 교육의 특징은 문제 해결 방법 측면에서 접근한다는 것인데, 특히 Barr는 계산적 사고 교육의 핵심 학습요소로 자료 수집, 자료 분석, 문제 나누기, 추상화, 알고리즘, 자동화, 병렬처리와 시뮬레이션을 제시하고 있다[4]. 그리고 Lee는 게임 설계, 시뮬레이션과 모델, 로봇의 분야에서 계산적 사고와 관련된 실제 예제들을 제시하고 있다[5]. CSTA에서 제시한 컴퓨터 과학 교육을 위한 표준 교육과정 모델 연구에서는 좀 더 구체적인 학습 목표 형태로 교육내용을 진술하고 있다[6]. 이 교육과정 모델에서는 K-12의 컴퓨터 과학 교육을 위해 계산적 사고, 협력, 컴퓨팅 실습과 프로그래밍, 컴퓨터와 통신 기기, 지역과 세계 윤리적 문제의 5가지 학습 영역을 제시하고, 이를 K-12 수준에서 각각 다루어야 할 학습 목표를 수준별로 제시하고 있다. 본 연구와 관련 있는 중학교 수준(6-9학년)의 계산적 사고 교육을 위한 학습 목표도 15개를 제시하고 있다.

대학 수준의 계산적 사고 교육은 좀 더 구체적인 학습 요소를 제시하고 있는데, 컴퓨터 과학의 다양한 개념, 원리 등을 포함하고 있다. Perkovic은 대학 수준에서 계산적 사고 교육을 위한 교육과정 수준의 핵심 요소를 제시하고 있는데, Denning이 제시한 컴퓨팅의 7가지 원리인 계산,

통신, 협력, 저장, 자동화, 평가, 설계에 해당하는 학습요소를 제시하였다[7].

국내의 계산적 사고에 관한 연구로는 최숙영의 21세기 기술과 계산적 사고 관점에서의 정보 교육과정 분석 연구가 있다[3]. 최숙영은 이 연구에서 계산적 사고에 관한 개념, 교육의 필요성, 개정된 정보 교육과정과의 관계, 발전 방향 등을 정리하여 발표하였다. 특히, 이 연구에서는 Barr의 연구에서 제시한 계산적 사고의 학습요소와 개정된 정보 교육과정의 영역을 서로 비교하여 제시하였다. 또한 교육의 실제 사례 연구로는 이은경의 계산적 사고 교육을 위한 스크래치의 활용 방안 연구가 있다[8].

국내외의 선행 연구를 살펴본 결과, 계산적 사고 교육을 위한 중등학교 수준의 학습요소에 관한 연구는 Barr가 제시한 요소와 CSTA에서 제시한 교육과정의 계산적 사고 영역의 목표가 현재로서는 가장 대표적이다. 국내의 경우에는 최숙영의 연구가 대표적이기는 하나, Barr의 학습 요소를 국내 교육과정과 비교해 놓은 것에 그칠 뿐이기 때문에 국내의 교육 환경과 학습자 수준을 고려해 볼 때, 계산적 사고 교육을 위한 학습요소에 관한 연구가 조속히 필요하다.

본 연구와 관련 있는 컴퓨터 관련 교과서의 분석 선행 연구들을 조사하였다. 초등학교의 경우

<표 1> 교과서 분석 관련 연구

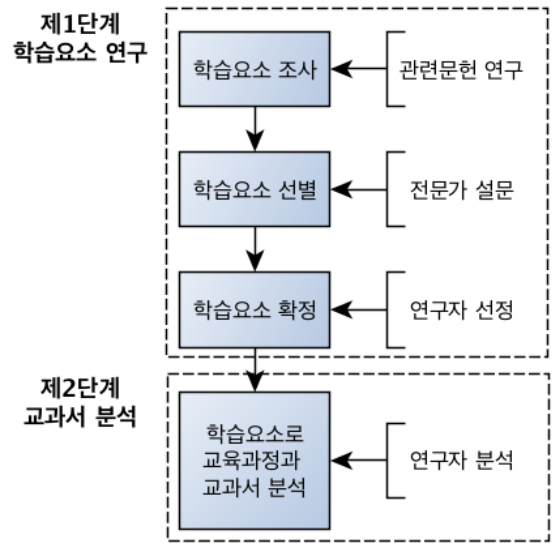
연구자	연구 내용	연구 방법	분석 기준	비고
노영욱·현연숙 (2002)	제7차 교육과정에 의한 중학교 컴퓨터 교과서 분석 및 개선 방안	내용 분석	편성 비교	
			내용 비교	
한규정(2008)	초등학교 정보통신 기술 교과서의 분석	내용 분석	체제 분석	롭니 분석 추가
			내용 분석	
진영학 외(2010)	중학교 정보 교과서 비교 분석 및 개선 방안	내용 분석	체제 분석	학습내용 기준 분석
			내용 분석	
강오한·송희현 (2010)	2007 개정 중학교 정보 교육과정에 기초한 정보 I 교과서의 분석	설문 조사	교과서 구성과 체제	정보 교과서의 구성과 체제에 대한 만족도 설문
이철현(2011)	2007 개정 실과 교과서 정보 단원의 비교 분석	내용 분석	외적 체제 분석	
			내용 분석	
김자미 외(2011)	2009년 검정교과서로 채택된 '정보' 교과서 '문제 해결 방법과 절차' 영역 구성의 탐구적 경향 분석	롭니 분석	교과서 구성	정보의 4가지 영역에 대해 각각 4개의 논문 발표
강오한·김병순 (2012)	고등학교 '정보' 교과서에서 '문제 해결 방법과 절차' 영역의 탐구적 경향 분석	롭니 분석	교과서 구성	
윤일규 외(2013)	2012년 인정 중학교 '정보' 교과서의 탐구적 경향 분석 - 문제 해결 방법과 절차 영역을 중심으로	롭니 분석	교과서 구성	

정보 교과가 정식 과목으로 있지 않기 때문에 정보통신기술 관련 교과서와 실과 교과서에 관한 연구가 선행되었고, 중학교와 고등학교의 경우 정보 교과서의 내용 분석과 교과서의 탐구적 경향을 확인할 수 있는 롬니 지수(Romey index)를 산출하는 연구가 선행되었다. 정보 관련 교과서의 분석 관련 연구는 <표 1>과 같다[9]-[19].

정보 관련 교과서 분석에 관한 연구들을 살펴보면 2011년 이전의 연구들은 대부분 교과서의 체제와 내용 분석에 치중했는데 비해, 2011년 이후부터의 연구들은 정보 교과서의 창의적 문제해결력 강조로 인해 교과서의 탐구적 경향을 분석하는 롬니 분석을 사용한 것으로 살펴볼 수 있다. 특히, 김자미 외의 연구는 정보 교과서의 4개 영역을 각각 롬니 분석하여 탐구적 경향에 관한 4개의 논문을 발표하였다[14]-[17]. 최근의 교과서 분석 연구 방법으로 롬니 분석이 많이 사용되는 이유는 내용 분석의 객관성 확보의 한계를 벗어날 수 있고, 탐구적 경향이라는 일반적 문제해결 전략인 성향을 수치화하여 제시할 수 있기 때문이라는 장점 때문이다. 하지만, 일반적인 탐구적 경향은 정보 교과서의 목표인 계산적 사고의 한 부분은 될 수 있지만, 충족 요건이 되지 않는 못한다. 따라서 정보 교과서가 계산적 사고 교육의 경향을 얼마나 가지고 있는지를 분석하기 위해서는 학습 요소에 따라 실제 학습 내용을 분석하는 방법이 필요하다고 할 수 있다.

### 3. 계산적 사고 교육 연구와 정보 교과서 분석

계산적 사고 교육을 위한 학습요소의 추출과 그에 따른 2009 개정 중학교 정보 교과서의 내용을 분석하기 위해, 본 연구는 <그림 1>과 같은 절차와 방법을 따라 연구를 진행하였다.



<그림 1> 연구의 절차와 방법

본 연구는 계산적 사고의 학습 요소를 설정하는 제1단계 연구와 설정된 학습요소에 따라 교육과정과 교과서를 분석하는 제2단계 연구의 순서로 진행하였다. 계산적 사고의 학습요소 조사를 위해 국내외의 관련 연구 문헌을 참고하여 학습요소 설문지를 작성하였다. 작성된 학습요소 설문지를 사용하여, 컴퓨터교육 전공 박사 학위자를 대상으로 전문가 설문을 진행하였다. 전문가 설문 결과를 토대로 연구자는 중학교 학생에게 적합한 계산적 사고의 학습을 위해 필요한 학습 요소를 확정하였다. 제2단계에서는 연구된 학습요소로 2009 개정 교육과정의 중학교 정보 교과서의 계산적 사고 관련 영역과 교과서를 각각 분석하였다.

#### 3.1 계산적 사고의 정의와 학습요소 연구

계산적 사고는 로고(LOGO)라는 교육용 프로그래밍 언어로 유명한 MIT 대학의 Seymour Papert 교수가 1996년에 처음으로 그의 논문에서 사용하였다[20]. 이 후 카네기멜론 대학 Jennette Wing 교수의 2006년도 논문 ‘Computational thinking’ 을 통해 컴퓨터 과학과 컴퓨터 교육학회의 가장 중요한 연구의 중심에 서게 되었다[21]. 우리나라에서는 계산적 사고, 정보과학적 사고 등 다양하게 번역되어 사용되고 있는데, 아직까지 여러 용어가 혼재되어 사용되고 있다. 본 논문에서

는 원어를 충실하게 번역한 계산적 사고라는 용어로 사용하고 있다. 계산적 사고에 대한 지금까지의 연구에서 제시된 다양한 학자들의 정의는 <표 2>와 같다[6][21]-[24].

<표 2> 계산적 사고의 다양한 정의

출처	정의
Wing, 2006	어려운 문제를 풀 수 있는 문제의 형태로 재형식화하는 과정
Wing, 2008	컴퓨터 과학에 사용되는 기술을 이용한 문제 해결 과정(approach to problem solving)
Cuny, et al., 2010	문제와 그 해결 방법을 형식화하는(formulating) 사고의 과정(thought process)
CSTA, 2011	컴퓨터를 통해(implemented with a computer) 문제를 해결해 가는 과정(approach to problem solving)
Wikipedia, 2013	컴퓨터 과학 기술(techniques)을 사용한 문제 해결 방법(problem solving method)

다양한 학자들의 계산적 사고의 정의를 검토해보면, 가장 중요한 주제어로 컴퓨터 과학과 문제 해결과정을 꼽을 수 있다. 따라서 본 연구자는 컴퓨터 과학의 의미를 좀 더 명확하게 한정할 필요가 있기 때문에 컴퓨터 과학적 사고와 기술로 재해석하여 계산적 사고를 컴퓨터 과학적 사고(thinking)와 기술(techniques)을 이용한 문제해결 과정이라고 정의하고자 한다. 컴퓨터 과학적 사고란 추상화와 자동화로 특징지을 수 있는 알고리즘적 사고라고 할 수 있고, 컴퓨터 과학적 기술이란 컴퓨팅 기기의 인지적, 기능적 기술을 활용할 수 있는 능력이라고 할 수 있다.

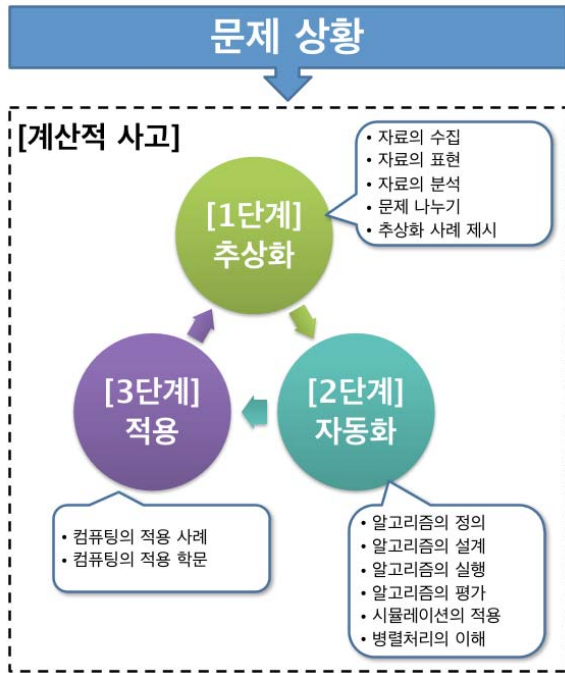
계산적 사고의 정의에 내포된 컴퓨터 과학의 중요한 원리는 무엇이나가 또 하나의 중요한 문제이다. 이에 대해 Wing 교수를 비롯한 많은 컴퓨터 과학자들은 추상화(abstraction)와 자동화(automation)를 계산적 사고의 중요한 구성 요소로 제시하고 있다[25]. 추상화는 문제 해결을 위해 문제를 이해하여 분해하거나 중요한 부분을 추출하는 활동 등을 통해 해결해야 할 문제의 복잡성을 효과적으로 단순화해 나아가는 능력을 의미하고, 자동화는 추상화된 개념이나 절차와 방법 등을 컴퓨팅 기기가 수행할 수 있도록 해결 과정을 알고리즘화하는 과정을 의미한다[3]. 즉, 컴퓨터 과학적 사고와 기술을 이용한 문제해결과정은 자

동화된 추상화를 실현(implementing automated abstraction)하는 것으로 표현할 수 있을 것이다. 이를 위해 Philip Guo는 추상화, 자동화, 적용(efficiently implementation)의 단계를 순차적으로 순환하여 진행해야 한다고 하고 있다[26].

추상화와 자동화는 계산적 사고의 과정이자 결과가 될 수 있으며, 두 개념이 서로 배타적이기보다 상호 보완적인 성격을 가지고 있다. 따라서 학습 요소를 결정할 때, 하나의 학습요소가 특정 개념에 포함되느냐가 명확히 분리될 수 있는 경우도 있지만, 두 개의 사고 과정 결과일 수 있다. 이에 본 연구에서는 실제 학생들의 학습을 위해서는 학습요소를 체계적으로 구분하여 제시해야 하기 때문에, 두 개념을 서로 구분하여 가장 대표적인 학습요소를 선행 연구를 통해 추출하여 선정하였다.

계산적 사고 교육을 위한 학습 단계는 Philip의 연구에서 제시한 추상화, 자동화, 적용의 3단계로 구분하였고, 3단계에 해당되는 학습 요소는 Barr와 CSTA의 연구에서 제시하고 있는 학습요소와 학습 목표를 참고로 작성 하였다. Barr는 계산적 사고 교육을 위한 학습요소로 9가지를 제시하고 있으며, CSTA의 연구에서는 중학교 수준의 계산적 사고 교육을 위한 학습 목표로 15개의 목표를 제시하고 있는데, 진술된 학습목표에서 학습요소를 추출할 수 있었다. 두 연구에서 추출된 학습요소는 서로 동일한 의미를 내포하는 학습요소를 정리하여 13개의 학습요소를 확정하였고, 이 학습요소들을 다시 추상화, 자동화, 적용의 3단계에 해당하는 영역에 배치하였다.

본 연구를 통해 작성된 계산적 사고 교육을 위한 학습 단계와 학습 요소는 <그림 2>와 같다. 계산적 사고의 학습 요소는 3가지 영역으로 구분될 수 있으며, 각 영역에 해당하는 13가지 학습요소로 구성되어 있다.



<그림 2> 계산적 사고의 영역과 학습요소

<그림 2>로 제시된 학습 단계와 학습 요소만으로는 정확한 의미 전달이 부족하기 때문에, 각 학습 요소에 해당하는 대표적인 학습활동을 <표 3>과 같이 제시하였다.

이 중에서 특히, 병렬처리의 이해는 중학교 수준에서 병렬처리라는 개념의 이해가 필요한가라는 의문이 생기지만, 병렬처리는 컴퓨팅의 효율을 높여 주는 중요한 개념으로 이미, 우리들이 일상생활에서도 많이 사용하고 있다. 음악을 들으면서 워드 작업을 하거나, 자료 검색과 논문 작성을 병렬적으로 처리하는 것과 같은 예이다. 여기에서 중요한 것은 이런 병렬 처리의 개념이 우리 실생활에서 흔히 사용되고, 컴퓨터에서도 사용되는 기법이라는 이해가 필요하지, 병렬처리의 컴퓨터 과학적 개념을 제시할 필요는 없다. 즉, 병렬처리는 중학교 수준에서 보면, 컴퓨터 과학의 병렬처리라는 개념적 정의보다는 병렬처리 사고의 관점에서 이해해야 할 것이다. Wing은 병렬처리적 사고는 매우 중요한 계산적 사고의 하나이며, 이는 다양한 종류의 사고가 동시에 일어날 수 있도록 하는 사고의 병렬성으로 정의하고 있다[25].

<표 3> 계산적 사고의 학습요소와 학습활동

영역	학습요소	학습 활동
추상화	자료의 수집	자료를 웹에서 수집한다.
	자료의 표현	자료를 숫자, 문자, 그림 등으로 표현한다.
	자료의 분석	자료의 산술적 통계 값을 프로그램으로 계산한다.
	문제 나누기	일상생활 문제를 해결할 수 있는 작은 단위의 문제로 나눈다.
	추상화 사례 제시	번역기, 논리값 등의 개념을 추상화 관점에서 이해한다.
자동화	알고리즘의 정의	알고리즘의 개념을 이해한다.
	알고리즘의 설계	순서도로 문제해결방법을 작성한다.
	알고리즘의 실행	탐색과 정렬 알고리즘을 실행한다.
	알고리즘의 평가	하나의 문제를 해결하는 여러 개의 알고리즘을 평가한다.
	시뮬레이션의 적용	문제해결에 시뮬레이션 프로그램을 적용한다(스크래치로 계산 프로그램을 작성한다).
	병렬처리의 이해	추상화와 자동화의 과정이 병렬적으로 실행될 수 있음을 이해한다.
적용	컴퓨팅의 적용 사례	컴퓨터가 사용되는 다양한 실생활의 예를 제시한다.
	컴퓨팅의 적용 학문	컴퓨터가 사용되는 다양한 인접 학문의 예를 제시한다.

### 1.1 학습 과정과 요소의 전문가 설문

본 연구를 통해 작성된 계산적 사고의 3가지 단계와 13가지 학습요소의 적절성을 확인하기 위해 전문가 설문을 실시하였다. 전문가 설문은 컴퓨터교육학을 전공한 박사학위 소지자 7명을 대상으로 메일을 통해 설문지를 배부하고, 회수하였다. 설문자의 수가 적기 때문에 통계적으로 유의미한 해석을 하기는 어렵고, 전문가들의 학습 요소 인식에 대한 경향을 파악하고자 하였다.

설문 내용은 본 연구자가 선정한 학습 단계와 학습요소의 적절성과 중학교 학생을 대상으로 했을 때의 학습요소로서의 중요도 가치를 리커트 5점 척도로 표시하도록 하였다. 설문의 결과로 본 연구에서 제시한 학습 단계와 학습요소는 매우 적절하다는 답변을 얻을 수 있었다. 그리고 각 학습요소의 중학교 학생을 대상으로 했을 때의 학습요소로서의 중요도 가치 점수의 평균은 <표 4>와 같다.

<표 4> 학습요소의 중요도 설문에 대한 결과

영역	학습요소	평균값
추상화	자료의 수집	3.7
	자료의 표현	4.0
	자료의 분석	4.2
	문제 나누기	3.5
	추상화 사례 제시	3.0
자동화	알고리즘의 정의	3.3
	알고리즘의 설계	4.0
	알고리즘의 실행	4.3
	알고리즘의 평가	3.2
	시플레이션의 적용	3.7
적용	병렬처리의 이해	3.0
	컴퓨팅의 작용 사례	4.0
	컴퓨팅의 적용 학문	4.2

학습 요소의 중요도 평균 점수를 살펴보면 학습 요소가 보통(3점) 이상의 중요도를 가지고 있었는데, 특히 2가지 학습 요소가 3점으로 산출되어 다른 학습 요소에 비해 가치를 낮게 평가하였다. 추상화의 사례 제시는 고급 언어, 번역기, 명령어 집합, 논리 게이트 등 추상화의 사례를 제시하는 요소이고, 병렬 처리의 이해는 여러 개의 일들이 한 번에 병렬적으로 진행된다는 개념을 이해하는 요소이다. 추상화의 개념과 적용의 경우 추상화 개념 정의가 중학교 수준에서 설명하기 어렵기 때문이고, 병렬 처리도 실생활에서 많이 사용하고 있지만, 용어 자체가 어렵게 설명되고 해석될 수 있다는 것 때문에 낮은 점수를 얻었다. 본 연구에서 제시한 학습 요소들이 모두 보통 이상의 중요도 점수를 획득하여 중학교 수준의 계산적 사고 학습을 위한 학습 요소로도 적절하다는 평가를 얻었다.

### 1.2 정보 교육과정과 교과서의 분석

선행 연구와 전문가 설문을 통해 추출된 계산적 사고의 교육을 위한 학습 단계와 영역이 2009 개정 교육과정의 중학교 정보 교육과정에 어떻게 반영되어 있는지를 살펴보고, 실제 학교에서 사용되고 있는 7종의 인정 도서에서 어떤 개념이 포함되어 있는지를 분석해 보았다. <표 5>는 2009 개정 교육과정의 중학교 정보 교육과정에 제시된

학습요소 중에서 제4영역인 문제해결과 절차 영역에 해당하는 중영역과 학습요소를 본 연구의 계산적 사고 학습요소와 비교한 표이다.

<표 5>정보 교육과정과 학습요소의 비교

정보 교육과정		계산적 사고	
중영역	학습요소	학습요소	영역
문제해결 방법	문제의 분석과 표현	자료의 표현	추상화
		자료의 분석	
	문제해결과정	문제 나누기	
문제해결 절차	알고리즘의 이해와 표현	알고리즘의 정의	자동화
	알고리즘의 설계와 작성	알고리즘의 설계	
	정렬과 탐색 방법의 이해	알고리즘의 실행	
프로그래밍의 기초	프로그래밍 언어의 이해	추상화 사례 제시	추상화
	변수의 개념과 활용	시플레이션의 적용	자동화
	자료의 입력과 출력	"	
	제어문의 이해	"	

중학교 정보 교육과정에서 제3영역인 정보의 표현과 관리 영역은 자료와 정보, 정보의 이진 표현, 정보의 구조화 중영역으로 구성되어 있으면서, 실생활에서 정보가 다양한 형태로 표현되고 관리되고 있다는 인식을 위한 영역이기 때문에 계산적 사고 학습요소 중에서 자료의 표현에 해당한다. 제4영역인 문제해결과 절차 영역에서도 자료의 표현 영역에 해당하는 활동이 있기 때문에, 본 연구에서는 가장 밀접한 연관이 있는 제4영역만을 제한하여 비교해 보았다.

2009 개정 교육과정의 중학교 정보 교육과정의 학습요소를 계산적 사고의 학습요소와 비교한 결과, 추상화 영역에서는 자료의 수집에 해당하는 요소가 중학교 정보 교육과정에 존재하지 않았다. 자동화 영역에서는 알고리즘의 평가, 병렬처리의 이해 요소가 교육과정에 존재하지 않았고, 적용 영역의 컴퓨팅의 적용 사례와 학문 요소가 존재하지 않았다. 자료의 수집 활동은 실제 문제해결과정과정에서 중요한 사전 작업임에도 불구하고 교육과정에서 빠진 경우이고, 알고리즘의 평가 요소는

고등학교 정보 교육과정에 포함되어 있다. 병렬처리의 이해는 아직까지 병렬처리적 사고의 관점이 부족하고, 하나의 독립된 학습요소로서의 중요성이 부각되지 않아서 제외되었다고 판단되고, 컴퓨팅의 적용 사례와 학문도 하나의 독립된 학습요소보다는 계산적 사고의 소개나 개론 부분에서 일부부분으로 제시되는 것이 더 타당하다고 판단했기 때문이라고 생각한다.

<표 6>은 현재 중학교 정보 시간에 사용되고 있는 정보 교과서 7종의 본문 내용과 활동(실습노트)을 분석하여, 본 연구에서 제시된 학습요소가 교과서에 제시되었는지를 조사한 결과이다. 학습요소가 간략히 단어나 문장 단위의 서술로만 된 교과서에는 세모 표시를 했고, 활동이나 이론부분에서 한 단락 이상 자세히 서술되어 된 교과서는 동그라미 표시로 나타냈다.

<표 6> 정보 교과서의 학습요소 분석

영역	학습요소	A	B	C	D	E	F	G
추상화	자료의 수집							
	자료의 표현	○	○	○		○	△	○
	자료의 분석	○	○	○	○	○		○
	문제 나누기	○		○		○	△	○
	추상화 사례 제시	○	○	○	○	○	○	○
자동화	알고리즘의 정의	○	○	○	○	○	○	○
	알고리즘의 설계	○	○	○	○	○	○	○
	알고리즘의 실행	○	○	○	○	○	○	○
	알고리즘의 평가	○		○				
	시뮬레이션의 적용	○	○	○	○	○	○	○
병렬처리의 이해								
적용	컴퓨팅의 적용 사례	○	○	○	○	○	○	○
	컴퓨팅의 적용 학문							

<표 6>에 제시된 바와 같이, 자료의 수집, 병렬처리의 이해, 컴퓨팅의 적용 학문은 교육과정에서 제외되어 있기 때문에 어떤 교과서에서도 나타나 있지 않았다. 하지만, 알고리즘의 평가 요소는 2개의 교과서에서 제시되어 있었고 컴퓨팅의 적용 사례는 교육과정에 나타나지 않았지만, 교과서에서 문제해결방법이나 문제해결절차 중영역에서 실생활 문제를 소재로 사용하면서 자연스럽게 컴퓨팅의 적용 사례가 제시되는 경우가 많았다. 이

외에도 자료의 표현, 자료의 분석, 문제 나누기는 교육과정에서 제시된 개념이지만 교과서에 따라 내용 제시가 부족한 경우가 있었다.

#### 4. 결론 및 제언

최근의 융합 교육과 창의적 인재 육성 사업에서 정보 교육은 분명히 중요한 역할을 담당하고 있지만, 일선 학교에서 정보 교과는 여전히 비선호 교과이고, 비선택 교과이다. 최근 몇 년간 정보·컴퓨터 중등교사의 임용자가 없다는 사실 하나만으로도, 중등교육에서 정보 교육이 큰 전환점을 맞이하고 있다는 사실을 컴퓨터교육을 전공한 많은 학자들이 동의하고 있는 바일 것이다. 지금의 이 어려운 시기에 계산적 사고라는 패러다임이 얼마나 정보 교육을 활성화시킬 수 있을 런지는 아무도 알지 못한다. 하지만, 계산적 사고라는 개념만큼 일반인들에게 컴퓨터 과학 교육의 정당성을 설명할 수 있는 패러다임은 현재 없다고 봐도 무방할 것이다.

이에 본 연구는 계산적 사고 교육이란 개념과 학습요소를 이론적으로 정립하고, 정보 교육과정과 교과서에 적극 적용해야 한다고 생각으로 연구를 진행하였다. 먼저 계산적 사고 교육의 실체를 보여주기 위해 중학교 수준의 학습요소를 추출하였고, 그에 따라 2009 개정 중학교 정보 교육과정과 교과서의 내용을 분석하였다. 선행 연구와 전문가 설문으로 계산적 사고 교육을 위한 3단계로 추상화, 자동화, 적용 단계를 제시하고 각 단계에 학습해야 할 요소로 13가지 학습요소를 제시하였다. 제시한 학습요소가 중학교 정보 교육과정과 교과서에 반영되어 있는지를 살펴본 결과, 교육과정에서는 5개의 학습요소가 빠져있었고 인정 교과서 7종에서는 3개의 학습요소가 빠져있었고, 4개의 학습요소는 부분적으로 포함된 교과서가 있었다. 교육과정과 교과서에서 제외된 학습요소 중에서 본 연구에 참여한 전문가들은 중학교 수준에서 추상화를 위해 정보의 수집과 표현, 분석이 반드시 포함되어야 한다는 의견을 보였다. 자동화 영역에서는 대부분의 교과서가 학습요소를 충실히 반영하고 있었고, 알고리즘의 평가는 고등학교 교육과정에 포함되어 있고 전문가들은



중학교 교육의 중요도를 중간 정도로 생각하고 있었다. 계산적 사고의 적용 영역에서는 수학과 과학 등 인접 학문의 예를 함께 제시할 필요가 있다는 설문 결과가 제시되었다.

본 연구를 통해 제시된 계산적 사고에 관한 정의와 학습요소, 그리고 계산적 사고의 관점에서 분석된 교육과정 및 교과서 연구 내용이 추후 계산적 사고의 실제 사례 연구에 많은 도움이 되기를 바란다. 본 연구자는 올해 인정 절차가 마무리되는 고등학교 정보 교과서가 출판되면, 고등학교의 교육과정과 교과서도 계산적 사고 교육의 관점에서 분석해 보고자 한다. 끝으로 본 연구의 설문문에 참여해 주신 전문가께 지면을 통해서라도 감사의 말씀을 드린다.

## 참 고 문 헌

- [1] 교육과학기술부(2011). 2009 개정 교육과정, 중학교 선택 교과 교육과정, 교육과학기술부 고시 제2011-361호.
- [2] 교육과학기술부(2007). 2007 개정 교육과정, 중학교 교육과정, 교육과학기술부 고시 제 2007-79호.
- [3] 최숙영 (2011). 21st Century Skills과 Computational Thinking 관점에서의 '정보' 교육과정 분석, **컴퓨터교육학회 논문지**, 14(6), 19-30.
- [4] Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community?, *ACM Inroads archive*, 2(1).
- [5] Lee, I., et al., (2011). Computational Thinking for Youth in Practice. *ACM Inroads Archive*, 2(1).
- [6] CSTA. (2011). CSTA K - 12 Computer Science Standards Revised 2011, 1 - 73.
- [7] PerKovic, L., et al. (2010). A Framework for Computational Thinking across the Curriculum, *Proc. of International Conference on ITiCSE*.
- [8] 이은경 (2013). 컴퓨팅 사고 및 참여 증진을 위한 스크래치 2.0 활용 방안, **한국컴퓨터교육학회 하계학술대회논문집**, 41-44.
- [9] 노영욱, 현연숙 (2002). 제7차 교육과정에 의한 중학교 컴퓨터 교과서 분석 및 개선 방안. **교육과학연구**, (7), 99-110.
- [10] 한규정 (2008). 초등학교 정보통신 기술 교과서의 분석, **한국정보교육학회**, 12(3), 347-354.
- [11] 진영학, 허민, 김영식(2010). 중학교 정보 교과서 비교 분석 및 개선 방안. **컴퓨터교육학회논문지**, 13(3), 25-34.
- [12] 강오한, 송희현 (2010). 2007 개정 중학교 정보 교육과정에 기초한 정보1 교과서의 분석, **컴퓨터교육학회논문지**, 13(3), 35-45.
- [13] 이철현 (2011). 2007개정 실과 교과서 정보 단원의 비교 분석, **실과교육연구**, 17(2), 99-124.
- [14] 김자미, 장윤재, 이원규(2011). 중학교 '정보' 교과 '정보사회와 정보기술' 영역의 탐구적 경향 분석, **한국산학기술학회논문지**, 12(7), 3022-3029.
- [15] 김자미, 노현아, 이원규(2011). 현대 교육과정의 관점에서 본 '정보'교과서 '정보기기' 영역의 탐구적 경향 분석, **컴퓨터교육학회논문지**, 14(5), 1-12.
- [16] 김자미 외 (2011), 2009년 검정교과서로 채택된 '정보' 교과서의 '문제해결 방법과 절차' 영역 구성의 탐구적 경향 분석, **정보교육학회논문지**, 15(2), 253-264.
- [17] 김자미 외 (2012). 중학교 정보 교과서 정보의 표현과 관리 영역 구성의 탐구적 경향 분석, **정보처리학회논문지**, 19(1), 9-16.
- [18] 강오한, 김병순(2012). 고등학교'정보'교과서에서'문제 해결 방법과 절차'영역의 탐구적 경향 분석, **컴퓨터교육학회 논문지**, 15(4), 51-59.
- [19] 윤일규 외 (2013). 2012년 인정 중학교 '정보' 교과서의 탐구적 경향 분석 - 문제 해결 방법과 절차 영역을 중심으로, **한국컴퓨터교육학회 하계학술대회논문집**, 9-14.
- [20] Seymour Papert (1996). An Exploration in the Space of Mathematics Educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95-123.
- [21] Wing, J. M. (2006). Computational Thinking.

*Communications of the ACM*, 19(3), 33-35.

- [22] Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 3717 - 3725.
- [23] Cuny, J., et al. (2010). Demystifying Computational Thinking for Non-Computer Scientist, work in progress.
- [24] Wikipedia, Computational Thinking, [http://en.wikipedia.org/wiki/Computational\\_thinking](http://en.wikipedia.org/wiki/Computational_thinking)
- [25] Wing, J. M. (2010). Computational Thinking: What and Why. *The Link Newsletter*.
- [26] Philip Guo (2011). What is Computer Science? Efficiently Implementing Automated Abstractions <http://www.pgbovine.net/what-is-computer-science.htm>



## 최현종

- 2001 한국교원대학교  
컴퓨터교육과(교육학석사)
- 2005 한국교원대학교  
컴퓨터교육과(교육학박사)
- 2006~현재 서원대학교 컴퓨터  
교육과 부교수

관심분야: 컴퓨터교육, 이러닝, Semantic Web  
E-Mail: [blueland@seowon.ac.kr](mailto:blueland@seowon.ac.kr)