

2015 개정교육과정에 따른 중학교 정보 교과서에 나타난 추상화 내용 분석

김수환[†]

요 약

2015 개정교육과정에 따라 개정된 정보 교과서는 2018년부터 중학교 학생들에게 필수 교과로 도입되었다. 정보 교육과정에 나타난 추상화의 개념은 일반적인 추상화와 공통점과 차이점이 있는데, 현재 정보 교과서에는 이런 개념이 혼재되어 있다. 컴퓨팅 사고력의 추상화는 자동화와 연결이 반드시 필요하며, 지금까지 혼재된 사례로는 제대로 된 추상화 개념을 가르치기 어렵다. 따라서, 본 연구에서는 개정 교육과정에 따라 개발된 정보 교과서를 조사하여 추상화의 개념과 예시내용을 분석하였다. 분석결과 여러 정보 교과서의 추상화 내용이 자동화와 연결되지 않고 있으며, 일반적인 추상화의 개념과 혼재되어 사용되고 있었다. 이를 개선하기 위해 컴퓨팅 사고력 증진을 위한 명확한 추상화의 개념과 교육활동을 예시로 제시하였다. 본 연구의 결과는 컴퓨팅 사고력을 증진하기 위한 추상화 수업 재구성의 기초자료로 활용할 수 있다.

주제어 : 추상화, 컴퓨팅 사고력, 정보 교과서, 2015 개정 정보 교육과정

Analysis of Abstraction Contents in Informatics Textbooks of Middle School According to 2015 Revised Curriculum

Soohwan Kim[†]

ABSTRACT

The revised informatics is to be compulsory for middle school students from 2018 according to 2015 revised curriculum. The concept of abstraction in informatics curriculum has common features and differences compared with general abstraction, however there is a mix of concepts in the current informatics textbook. The abstraction of computational thinking needs to connect with automation, so it is difficult to teach correct concept of abstraction with these textbooks. Therefore, this research conducted to investigate several informatics textbooks that were developed by the revised curriculum and to analyze the concept and examples of abstraction. As a result, some textbooks have that there is a mix of concepts about general abstraction and no connection with automation. This research suggests clarified abstraction and educational examples for cultivating computational thinking to improve this situation. This result will be basic recourse for the reconstruction of abstraction lesson to improving computational thinking.

Keywords : Abstraction, Computational Thinking, Informatics Textbook, 2015 Revised Informatics Curriculum

[†] 중신회원: 충신대학교 조교수
논문접수: 2018년 8월 6일, 심사완료: 2018년 9월 21일, 게재확정: 2018년 9월 27일

1. 서론

2015년 발표된 SW 교육 정책의 일환으로 개정 교육과정에서 ‘정보’ 교과는 초등학교와 중학교에서 필수로 지정되어, 중학교에서 34시간 이상 가르칠 수 있게 되었다[1]. 개정 정보 교육과정의 목표는 정보문화 소양, 컴퓨팅 사고력, 협력적 문제 해결 함양이며, 실생활 및 다양한 학문 분야의 문제를 창의적이고 효율적으로 해결하는 컴퓨팅 사고력을 함양하도록 하고 있다.

컴퓨팅 사고력은 Wing(2008)의 논문을 통해 여러 연구에서 사용되기 시작했으며, 그 기원은 Papert의 1980년대 연구에서 나타난다[2]. Wing(2008)은 컴퓨팅 사고력의 두 가지 핵심요소를 추상화와 자동화로 제시하였고, 2015 개정 정보 교육과정에서도 추상화와 자동화를 강조하여 컴퓨팅 사고력의 교육 내용을 제시하고 있다[1]. 컴퓨팅 사고력의 하위요소로 추상화가 제시되었으나, 교육과정과 교과서에 나타난 추상화의 개념이 타 교과에서 가르치고 있는 추상화의 개념과의 공통점과 차이점이 명확하게 제시되지 않았다. 초·중등 교육현장에서 교육과정은 길잡이 역할을 하며 교과서 내용 구성과 학습 목표 설정에 기초 자료가 된다. 개정 정보 교육과정에서는 추상화의 내용으로 문제이해, 핵심요소 추출을 하위요소로 제시하고 있으나 일반적으로 타 교과에서 제시하는 일반적인 추상화와의 공통점과 차이점을 알지 못하면 정보 교과에서의 추상화를 제대로 가르칠 수 없다. 일반적으로 추상화란 특수한 부분을 제거하고 핵심적인 부분만 나타내는 것을 말한다[3]. 대표적인 사례로 미술에서의 추상화, 국어에서 글을 요약하는 것, 음악에서의 악보로 나타내는 것 등이 있다. 일반적인 추상화의 경우 그 결과물이 다양한 산출물로 나타난다.

추상화의 개념은 일상생활에서는 많이 사용되고 있지만, 정보 교과에서는 2015 개정 교육과정에서 단원형식으로 처음 도입되었다. 인류의 지식 표현 방법은 서술형(Descriptive), 방정식형(Equational), 계산형(Computational; 소프트웨어로 표현하는 지식)으로 확장되고 있으므로[4], 컴퓨팅 사고력의 추상화와 자동화의 개념은 미래 학생들에게 기본적인 개념이 될 것이다.

컴퓨팅 사고력에서의 추상화는 다른 영역에서의 추상화와 달리 추상화의 결과물이 자동화와 연결되어 컴퓨터가 처리하는 단계로 이어진다[5][6]. 즉, 문제를 이해하고 분석하여 해결이 가능한 작은 단위로 분해하고 컴퓨터로 처리 가능한 상태의 추상화 과정으로 이루어진다. 따라서, 일반적으로 타 교과에서의 추상화와 개념은 같지만 결과가 다르다. 개념적으로는 같지만 사용목적과 결과물이 다르기 때문에 다른 추상화라고 볼 수 있다. 예를 들어 미술에서의 추상화 결과는 사람을 대상으로 한 ‘미술작품’이다. 하지만 SW에서의 추상화의 결과는 컴퓨터가 처리하는 ‘프로그램’이 결과물이다. 즉, 자동화를 위한 추상화가 이루어지기 때문에 다르다[7].

2015 개정 정보 교육과정에 따른 정보 교과서는 2017년에 처음 개발되어 2018년부터 적용되고 있지만, 각 교과서에서 제시한 추상화의 내용과 수준, 교육활동이 다르게 구성되어 있다. 정보 교육과정에서 제시한 학습 목표를 달성하려면 컴퓨팅 사고력에서 추구하는 추상화의 개념과 특성이 적합하게 반영된 교과서가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 개정 정보교육과정에 따라 개발된 여러 정보 교과서에 나타난 추상화의 내용과 예시, 수준을 분석하여 중학교 수준에 적합한 추상화 교육 내용과 교육 방법을 제안하였다.

2. 관련연구

2.1 추상화의 개념

Bernstein & Bernstein (2007)은 추상화를 “추상이란 어떤 대상의 전체를 재현하는 것이 아니라 눈에 덜 띄는 한두 개의 특성만을 나타내는 것이다. 과학자, 화가, 시인들은 모두 복잡한 체계에서 ‘하나만 제외하고’ 모든 변수를 제거함으로써 핵심적 의미를 발견하려고 애쓴다. 진정한 의미에서 추상화란 현실에서 출발하되, 불필요한 부분을 도려내가면서 사물의 놀라운 본질을 드러나게 하는 과정이라고 할 수 있다.”고 정의하고 <표 1>과 같이 제시하였다[3].

<표 1> 추상화에 대한 여러 견해(Bernstein & Bernstein, 2007)

주장자	추상화에 대한 설명
새뮤얼 존슨	문학이 하는 일은 개체가 아닌 종을 들여다보는 것이며, 전체를 포괄하는 속성과 주된 형상에 주목하는 것이다. 이 과정에서 작가는 한 종을 특정 짓는 데 영향을 주지 못하는 미미한 차이는 무시해야 한다.
피카소	추상에 도달하기 위해서는 항상 구체적인 실체로부터 시작해야 한다. 뭔가 실체가 있는 것에서 출발해야 나중에 실제의 흔적들을 제거해 나갈 수가 있다.

일반적인 의미의 추상화는 중요한 부분을 단순화해서 표현하는 것이며, 이런 정의는 컴퓨터 과학에서도 다르지 않다.

“추상화는 사물을 이해하고 다루기 쉽게 단순화시키는 작업이다. 사물과 관련된 구체적인 사항은 최대한 감추거나 생략하고 핵심부분만 분리해내어 구체적 사물에 대응된 추상체(추상적 사물)를 만든다.”[8]로 정의하고 있어서, 일반적인 의미와 다르지 않다는 것을 알 수 있다.

Wang(2015)는 추상화는 덜 중요한 세부사항을 무시하고 중요한 것에 초점을 맞추어 복잡성을 줄이는 기술이라고 정의하면서, 운전자는 차가 어떻게 작동하는지 살펴보지 않고 차를 운전하는 것과 같으며, 사용자들이 컴퓨터의 내부 작동원리를 신경 쓰지 않고 마우스를 클릭하는 것과 같은 이치라고 표현하였다[9].

김현철(2014)은 “추상화를 통해 문제를 분해하고 그것을 효율적인 절차로 재구성하는 일련의 과정이 필요하다”고 표현하여 추상화의 역할을 제시하였다[7].

2.2 컴퓨터 과학에서의 추상화

하나의 교과를 이루는 학문은 교육학, 교과내용학, 교과교육학으로 구분한다. 정보 교과서의 내용학은 ‘컴퓨터 과학’에 근거하므로, 컴퓨터 과학에서의 추상화를 고찰해야 한다[8][10].

이광근(2017)은 추상화를 ‘속내용 감추기’라고

표현하여 뭔가를 만들 때 그 속이 어떻게 만들어졌는지 몰라도 사용하는 데 하등 불편 없이 준비해 놓는 것이라고 설명한다[4]. 추상화 계층(Abstraction hierarchy)의 개념을 설명하면서 추상화의 수준에 대해서 단계별로 이루어지는 추상화에 대해 설명하고 있다. 이와 비슷하게 CAS(2012)의 보고서에도 컴퓨터 과학의 여러 영역에서 나타나는 추상화의 사례를 모델링, 문제분해, 일반화와 분류의 관점에서 다음과 같이 제시하고 있다[10].

- 컴퓨터 하드웨어는 추상화된 컴포넌트들로 구성되어 있다.(예. 네트워크 케이블, CPU 소켓, SATA 디스크 인터페이스 등)
- 컴퓨터 소프트웨어는 다양한 추상화의 레이어로 이루어져 있다.(예. 함수 혹은 라이브러리, 데이터베이스의 SQL 쿼리들과 저장되어 있는 데이터들 등)
- 이 외에도 여러 교과의 내용을 컴퓨터 시뮬레이션으로 만드는 것, 인터페이스 디자인, 컴퓨터 모델링, 컴퓨터 시스템 분석 및 표현 등

Riley와 Hunt(2014)는 컴퓨터 과학에서의 추상화를 컨트롤 추상화(Control abstraction)과 데이터 추상화(Data abstraction)으로 제시하였다[11]. 컨트롤 추상화는 서브 알고리즘들을 사용하여 큰 알고리즘을 만드는데 사용된다. 마치, 프로그래밍에서 ‘함수’를 만들어서 사용하는 것과 같다. 데이터 추상화의 대표적인 예로는 클래스 다이어그램을 보여준다. 객체지향 언어에서 나타나는 클래스의 정의와 같다. 클래스 다이어그램에서는 객체들의 속성(Attributes)과 연산(Operations, 혹은 Method)을 추상화시켜 가지고 있다. 즉, 그 객체가 무엇인지, 어떤 일을 할 수 있는지 설명하는 것이다. 자바에서의 추상화도 이와 비슷하게 표현된다[11].

이와 유사한 분류로 소프트웨어 설계 과정에서 사용되는 대표적인 추상화 기법으로는 데이터 추상화(Data abstraction)와 기능 추상화(Functional abstraction) 등을 제시하고 있다[8].

송영재(2003)에 의하면 소프트웨어 공학에서의 추상화는 두개의 추상화 형태로 구분하여 제시한

다. 절차적 추상화(Procedural abstraction), 데이터 추상화(Data abstraction)으로 구분한다[12]. 절차적 추상화에서는 단계적 분할이 나타난 계층적 구조를 가진다. 이는 Wing(2008)의 컴퓨팅 사고력 레이어의 개념이라고 볼 수 있다. 절차적 추상화는 인간의 사고방식에서 탑다운 방식과 비슷하다[2]. 정인기(2016)에 의하면 컴퓨터 과학에서 추상화는 불필요한 것을 제거하여 복잡함을 감소시키는 프로세스로 볼 수 있으며, 공통적인 요소를 통합하여 정의하는 일반화(Generalization)(혹은 패턴 인식)와 여러 요소들을 모아서 정의하는 집단화(Aggregation)가 이에 속한다[13]. 영국의 경우 모델화(Modeling)도 포함한다고 하였으며, 미국과 영국의 자료를 취합하여 문제를 쉽게 이해하고 해결할 수 있는 추상화 관련 프로세스는 일반화(혹은 패턴 인식), 분해, 모델화 프로세스라고 주장하였다[13].

컴퓨터 과학의 추상화가 중요한 이유는 정보 교과와 내용학을 구성하는 것이 컴퓨터 과학이며, 컴퓨터 과학의 추상화를 계열성을 가지고 초중등 수준별로 심화, 확장된 개념으로 가르쳐야 한다. 특히, 컴퓨터 과학에서의 추상화는 세부적으로 절차 추상화, 데이터 추상화, 기능 추상화 등의 개념으로 표현되며, 반드시 뒤쪽의 자동화를 목표로 하는 추상화가 되어야 한다[5][6].

2.3 2015 개정 정보교육과정의 추상화

구글 CT 레슨 플랜에 나타나는 추상화는 학습의 단계에서 문제분해-패턴찾기-추상화-알고리즘(프로그래밍)으로 이어지는 수업활동에서 나타난다[14]. 또한, CSTA & ISTE (2011)[15]와 국내 CT 기초연구[15]에서 나타나는 추상화도 마치 단계처럼 보인다. 하지만, 추상화는 단계 안에 포함시켜서 해석하는 것은 너무 협소한 표현이다. 추상화는 문제이해부터 프로그래밍 결과물을 낼 때까지 전 과정에서 사용된다.

개정 교육과정에서는 추상화를 ‘문제의 복잡성을 제거하기 위해 사용하는 기법으로 핵심요소 추출, 모델링, 문제 분해, 분류, 일반화 등의 과정으로 이루어진다’로 제시하고 있다[1]. 특히, CSTA & ISTE[15]에서는 컴퓨팅 사고력을 자료

수집, 자료분석, 자료표현, 문제분해, 추상화, 알고리즘과 절차 등의 9가지 개념으로 설명하는데, 여기서의 추상화는 ‘문제해결을 위해 필요한 핵심요소를 파악하고 복잡함을 단순화’하는 것이라고 하였다[14]. 이는 협의의 추상화를 표현한 것이며, 이런 개념을 개정 정보 교육과정에서도 그대로 받아들여 기술하고 있다.

따라서 광의의 추상화는 문제이해부터 알고리즘까지 이어지는 사고과정이고, 프로그래밍 과정에서도 지속적으로 사용되는 요소이며, 협의의 추상화는 CSTA & ISTE[15], 구글 CT 레슨[14]이나 개정 정보 교육과정에서 제시된 것처럼 ‘문제해결을 위해 필수요소를 추출하거나 작은 단위의 문제로 나누는 것’이라고 정의할 수 있다.

컴퓨팅 사고력을 기반으로 한 2015 개정교육과정에서의 추상화에 대한 내용은 다음과 같이 나타난다[1].

<표 2> 정보 교육과정에 나타난 추상화

구분	추상화 내용
초등학교	절차적 사고에 의한 문제 해결의 순서를 생각하고 적용한다.
중학교	실생활 문제 상황에서 문제의 현재상태, 목표상태를 이해하고 목표 상태에 도달하기 위해 수행해야 할 작업을 분석한다. 문제해결에 필요한 요소와 불필요한 요소를 분류한다. 실생활의 다양한 문제 상황을 분석하여 문제의 현재 상태와 목표 상태를 명확히 정의하고, 현재 상태에서 목표 상태에 도달하기 위해 수행해야 할 작업의 종류와 순서를 구체적으로 파악할 수 있어야 한다. 필수요소를 찾을 수 있어야 한다.
고등학교	복잡한 문제 상황에서 문제의 현재상태, 목표상태를 이해하고 목표 상태에 도달하기 위해 수행해야 할 작업을 분석한다. 복잡한 문제 상황에서 문제해결에 불필요한 요소를 제거하거나 필요한 요소를 추출한다. 복잡하고 어려운 문제를 해결 가능한 작은 단위의 문제로 분해하고 모델링 한다.

3. 교과서에 나타난 추상화 분석

3.1 교과서 내용 분석 방법

본 연구에서 교과서를 분석하기 위해 사용한 방법은 내용분석법이다. 내용분석법은 분석대상의 텍스트나 미디어 등과 같은 자료의 특성을 파악하고, 총체적으로 텍스트 맥락을 통찰하는 방법인데, 양적 내용 분석과 질적 내용 분석으로 나눌 수 있다[16]. 본 연구에서는 중학교 정보교과서에 나타난 추상화의 개념과 수준에 대한 분석이 목적이므로 다음과 같이 질적 분석 방법을 적용하여 분석하였다. 또한 대상이 되는 정보 교과서의 선택은 정보 교과서 선택 비율이 높은 7개의 교과서를 분석하였다[17][18][19][20][21][22][23]. 질적 분석은 연구자가 일정 간격을 두고 3회 분석을 실시하여 분석의 타당도를 확보하고자 하였다.

질적분석의 기준으로 앞 절의 분석을 통해 제시한 바와 같이 컴퓨팅 과정과의 연결된 추상화는 다음과 같이 정리할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 <표 3>과 같이 교과서 분석 기준을 정하고 분석하였다.

<표 3> 내용분석법을 적용한 분석 방법

분석 방법		분석 내용
질적	정의, 개념	추상화 개념 정의가 광의인지, 협의인지 분석하여 제시
	동기유발 자료	형태 : 설명, 활동으로 구분 컴퓨팅연결: 일반사례, 컴퓨팅 사례로 구분
양적	본문 활동 및 예시 자료	제시된 추상화의 예시가 일반적인 추상화인지, 컴퓨팅과 연결된 추상화인지 분석하여 제시 예) 일반 = (일반추상화 횟수 / 전체추상화 예시 횟수) × 100

추상화의 개념은 일반적인 추상화 개념을 제시한 광의의 추상화와 교육과정에서 제시한 협의의 추상화로, 예시나 활동으로 제시된 추상화의 소재들은 컴퓨팅과 직접적인 연결이 되는지 그렇지 않는지를 분석하여 제시하였다. 특히, 양적 분석에서는 일반 추상화 소재와 컴퓨팅 연결 추상화 소재의 비율을 계산하여 제시하였다.

컴퓨팅과 연결된 추상화의 분석 사례는 미국

AP 코스[5]나 CT 교사 가이드[14]에서 제시된 것으로 컴퓨팅을 위한 데이터, 정보, 지식의 표현(데이터 추상화), 컴퓨팅과 모델링을 위한 추상화(컨트롤/기능 추상화), 컴퓨팅 환경에서의 모델링과 연관된 내용을 기준으로 하였다. 대표적인 사례로는 컴퓨팅이 필요한 어플리케이션이나 작품 만들기, 컴퓨팅을 수반하는 알고리즘 제시 등이다.

3.2 추상화의 개념 및 동기유발 분석

동기유발 자료를 분석한 결과 <표 4>와 같이 설명만 제시한 경우는 2개, 활동만 제시한 경우는 3개, 설명과 활동은 1개, 설명과 예시는 1개의 교과서로 나타났다. 대부분 동기유발이라 입을거리나 간단한 생각해보기 활동으로 구성되어 있음을 알 수 있다. 다만, 일반적인 사례로 추상화를 설명한 경우는 3개, 컴퓨팅 사례로만 설명한 경우는 2개, 일반사례와 컴퓨팅사례를 동시에 제시한 경우는 2개로 나타나 학생들의 일상생활에서 컴퓨팅 사례로의 연결로 구성된 교과서가 적은 것으로 나타났다.

<표 4> 추상화의 동기유발 자료 분석

출판사명	동기유발	분석		
		형태	일반	컴퓨팅
K사	LED 머리띠 (현재, 목표상태)	활동		○
B사	글을 읽고 핵심단어 7개 찾기	활동	○	
S사	소호지역의 콜레라	설명	○	
S사	다양한 분야에서의 추상화 사례, 홈즈 암호 풀기	설명/활동	○	○
C사	피카소의 황소, 최근 검색어 순위	설명/예시	○	○
G사	김광섭 시(저녁에), 김환기 유화	설명	○	
M사	도서관에 빨리 가는 길 찾기	활동		○

<표 5>에서와 같이 추상화의 개념에 대해서는 정의가 제시되지 않은 S사를 제외한 6개의 교과서 모두 교육과정에 제시된 협의의 추상화 개념을 정의로 제시하고 있었으며, 3개 교과서는 광의의 추상화도 함께 제시하였다. 추상화의 정의가 제시된 교과서들은 모두 교육과정의 추상화 개념을 그대로 사용하거나 ‘재구성’, ‘패턴’ 등의 단어를 추가한 수준이었다.

<표 5> 중학교 정보교과서에 나타난 추상화 개념 분석

출판사명	단원명	정의	분석	
			광의	협의
K사	추상화	문제를 이해하고, 핵심요소를 추출하여 해결하기 쉬운 형태로 재구성하는 작업을 추상화라고 한다.		○
B사	추상화와 알고리즘	추상화는 문제 속에 포함된 불필요한 요소를 제거하고 문제 해결에 필요한 핵심요소를 추출하는 과정이다. 일반적으로 추상화는 목적에 따라 사물이나 개념에서 공통되는 특성이나 핵심적인 속성을 추출하여 대상을 단순하게 표현하는 것이다.	○	○
S사	문제분석	직접적인 정의가 나타나지 않음	-	-
S사	추상화	발견할 패턴을 바탕으로 필요한 것에 집중할 수 있도록 중요한 것은 남기고 무시할 것은 걸러 내어 단순하게 표현하는 과정을 추상화라고 한다. 컴퓨터에서의 추상화는 주어진 문제에서 필요 없는 내용은 빼고 핵심적인 개념 또는 기능을 간주려 그 특징과 패턴을 알기 쉽게 표현하는 것이다.	○	○
C사	추상화와 알고리즘	문제를 분해하고 분석하여 문제해결을 위해 불필요한 요소를 제거하거나 작은 문제로 나누는 과정을 추상화라고 한다.		○
G사	추상화	문제를 해결하기 위해 문제를 작은 단위로 쪼갠 뒤, 이 중 문제 해결에 필요한 핵심요소를 선택하는 과정을 추상화라고 한다.		○
M사	추상화	넓은 의미 : 우리가 필요한 것에 집중할 수 있도록 중요한 것을 남기고 무시할 것을 걸러내는 것을 말한다. 즉, 실세계의 복잡한 상황을 간결하고 명확하게 단순화하거나 일반화하여 표현하는 것이다. 좁은 의미 : 어떠한 문제를 해결하기 위해서 반드시 필요한 핵심요소를 파악하고, 불필요하게 세부적이고 복잡하게 만드는 요소들을 없애 간략하고 단순하게 만드는 것이다. 추상화 과정은 단순화와 일반화로 구분	○	○

<표 6> 추상화의 예시나 활동 분석

출판사명	예시나 활동	분석(%)		출판사명	예시나 활동	분석(%)	
		일반	컴퓨팅			일반	컴퓨팅
K사	<ul style="list-style-type: none"> 이답기 손톱 밑에 가시 빼기 교통수단 선택 효율적인 시험공부 LED 머리띠 자동 가로등 집에서 학교까지 빠른 경로 내비게이션 지구본 만들기 집-학교 약도 	60	40	C사	<ul style="list-style-type: none"> 박물관 까지 가장 빠르게 가는 방법 하노이 타워 축제기간 동아리 방문자 세기 김밥만들기 엘리베이터 사칙연산 프로그램 케이크 만드는 방법 	43	57
B사	<ul style="list-style-type: none"> 음료수 자판기 소프트웨어 러시아워 퍼즐 장애인, 노인, 임산부, 아기 픽토그램 황소그림, 지도 	50	50	G사	<ul style="list-style-type: none"> 문제분석: 조선의 관옥선과 왜군의 안택선 비교 문제의 표현: 말과 글, 표, 그림이나 그래프 추수 구하기 문제해결 아이디어: 집게젓가락, 다용도 빗 등 코끼리, 학익진 추상화 분류 : 자동차 사례, 상태 추상화(자료 추상화), 동작 추상화(기능 추상화) 한옥마을 초가집 찾기 등 생텍쥐페리의 모자이야기 제목 붙이기 	100	-
S사	<ul style="list-style-type: none"> 우리반의 합리적인 청소방법(생각정리) 일주일 식단 식물 키우기 / 식물 잘 자라는 요소 지도 신발 선택 이답기 	100	-	M사	<ul style="list-style-type: none"> 최단경로 찾기 쓰레기 분류 배출 문제 7의 배수 찾기 지하철 노선 문제표현 : 글, 표, 그림이나 기호 4명의 산악인 다리 건너기 	53	47
S사	<ul style="list-style-type: none"> 숫자 맞추기 퍼즐 방청소 컨테이너 블록 옮기기 로봇 청소기 그림판의 기능 분해 자동차 번호판 인식 분해 패턴이해 구슬목걸이, 아이스크림 공튀기기, 정사각형 그리기, 스무고개 놀이 추상화 표현(수식화, 도식화, 모델링) 건물과 도로 지도 몬스터 그리기 지시문 로봇청소기(실습) 	53	47			33	67

3.3 추상화 교육 활동 분석

본문에 나타난 예시자료나 활동을 분석한 결과 <표 6>과 같이 나타났다.

5개의 교과서는 일반 추상화와 컴퓨팅 연결 추상화의 비율이 비슷하거나 컴퓨팅 연결 추상화가 다소 높은 비율로 나타났으나, 2개의 교과서는 컴

퓨팅 연결 추상화가 전혀 없는 것으로 나타났다. 이는 개정 교육과정에서 의도하고 있는 추상화가 컴퓨팅과 연계해야 한다는 명시적인 기술이 없고, 중등 정보교과의 내용학이 컴퓨터 과학이라는 학문적인 고찰이 부족한 상황에서 단순히 CSTA & ISTE의 자료를 적용했기 때문이다. 따라서 일부 교과서에서처럼 일반적인 추상화의 제시에만 머무르고, 컴퓨터 과학의 원리나 컴퓨팅에 의한 자동화 전단계의 추상화로 연결하지 못하게 되면 학생들에게 오개념을 형성할 가능성이 있다. 예를 들어 G사의 ‘조선의 관옥선과 왜군의 안택선 비교’의 추상화는 사회시간의 목표와 더 밀접한 내용이 될 수 있다. 따라서, 정보시간에 다루어야 하는 추상화는 일반적인 추상화에서 컴퓨팅 사고력을 위한 추상화의 내용으로 연결되어야 한다. 특히, 컴퓨터 과학과의 연계성을 고려하면 다음과 같은 추상화의 내용이 가능하다.

- 기능 추상화 : 추상화된 객체(스프라이트)의 기능(메서드) 등을 생각해 보고, 정의하는 활동 등
- 컨트롤 추상화 : 문제해결을 위한 작업순서를 생각해 보고, 단순화 하는 활동, 알고리즘을 만들어 보는 활동 등
- 데이터 추상화 : 문제의 기반이 되는 자료를 추상화하는 것으로 컴퓨팅이 용이한 형태의 자료구조를 만들거나 자료의 속성, 변수 등을 정의하는 활동 등

위와 같은 추상화 내용을 제시할 때, 교육과정의 범위와 위계에 따라 용어를 선정해야 한다. 예를 들어 상태 추상화나 동작 추상화는 고등학교 교육과정에서 제시된 객체지향언어에서 사용하는 용어이므로 중학교 교육과정 범위에서 벗어난다.

4. 중학교 정보 교과를 위한 추상화

4.1 중학교 수준의 추상화 내용

교육과정을 구성할 때는 스코프, 적절성, 균형성, 통합성, 계열성, 계속성, 연계성, 전이가능성의 8가지 개념을 가지고 구성해야 한다[24]. 일반적으로 스코프(Scope)가 교육과정 조직에서 ‘무엇’을

뜻하는 것이라면, 계열성(Sequence)란 ‘언제’를 뜻한다. Oliva(2007)에 의하면 교육내용의 계열화는 다음과 같은 방법으로 이루어진다[24].

- 단순한 것에서 복잡한 것으로
- 구체적인 것에서 추상적인 것으로
- 일반적인 것에서 특수적인 것으로
- 특수한 것에서 일반적인 것으로

개정 정보교육과정에서 추상화의 개념이 처음 도입되는 단계가 중학교이므로, 교육과정 조직 방법론[24]에 의하여 정보 교육과정에서 다루는 추상화는 다음과 같은 특성을 가지고 있어야 한다 [6].

- 일상생활의 사례에서 컴퓨팅의 사례로, 범위와 내용이 심화되는 형태로
- 일반 추상화에서 컴퓨팅 과정에서 추상화로의 연결고리 제시
- 객체(스프라이트 등)를 중심으로 한 추상화에는 속성과 동작(메서드)를 구상

이에 대한 사례로 code.org의 교안 개발자 Krauss와 Prottzman(2017)에 의하면 다음과 같은 추상화 활동을 만들 수 있다[6].

“추상화의 실생활에서 사례를 살펴볼까요? 추상화는 ‘침대 정리하기’에 적용할 수 있습니다. 우리가 누군가에게 침대 정리하는 법을 설명할 때, 침대 커버의 무늬가 무엇인지 정확히 알 필요가 없습니다. 여러분은 의도적으로 세부적인 것을 생략한 추상화된 지시사항을 주어서, 침대를 정리하는 사람이 필요한 순간에 알아서 세부적인 것을 채울 수 있게 할 수 있습니다.”

즉, 일반적인 추상화의 사례를 소개하고 컴퓨팅을 이용한 추상화의 사례로 확장할 수 있다.

“여기 여러 꽃잎을 가진 꽃들이 있습니다. 우리는 자연스럽게 꽃잎의 수를 추상화해서 이것을 모두 “꽃”이라고 부릅니다. 하지만, 나중에 꽃을 설명하는 꽃잎 수를 나타내기 위해 파라미터를 추가하는 것도 가능합니다. 예를 들면, *flower(5)*는 꽃잎 다섯 개를 가진 꽃이 됩니다.”

4.2 추상화 교육 활동 구성 방안

실제 추상화 개념과 실습을 위한 활동을 위해서는 정인기(2016)은 <표 7>과 같은 활동 구성을 제시하였다[13].

<표 7>추상화의 특성과 학습활동(정인기, 2016)

특성	컴퓨터 과학	교실활동(CAS)
모델화	함수를 수행하는 명령을 반복하는 집합을 캡슐화하기 위한 프로시저 사용, 조건, 루프, 재귀 등 사용[ISTE]	·불필요한 상세 요소를 제거함으로써 복잡도를 감소 ·대상물을 표현하는 방법을 선택하여 유용한 방법으로 관리할 수 있도록 함 ·대상물의 복잡함을 숨김 (기능적 복잡도를 숨김) ·자료 구조 등을 사용하여 자료의 복잡함을 숨김 ·추상화 사이의 관계를 식별 ·해결 방법을 개발할 때 정보를 여과
분해	객체와 메서드 정의 - 메인과 함수 정의	·좀 더 쉽게 작업할 수 있게 대상물을 구성요소로 분해 ·같은 방법으로 해결될 수 있는 같은 문제의 좀 더 간단한 버전으로 문제를 분해 (재귀 및 분해 정복 전략)
일반화 (패턴 인식)	변수, 함수 정의	·대상물의 패턴 및 공통점 식별 ·해결 방법 혹은 해결 방법의 부분을 적용하여 유사한 문제의 전체에 적용 ·아이디어나 해결 방법을 하나의 문제 영역으로부터 다른 것으로 전이

또한 여러 문헌의 내용을 분석하여 본 연구에서 제안하는 추상화 교육활동의 개발 및 구성은 다음과 같이 가능하다.

일반적인 추상화에서 컴퓨팅 사고력의 추상화 활동으로 연결, 확산하는 활동을 만들어야 한다. 특히, 컴퓨팅 사고력의 추상화의 특징은 자동화를 전제로 하는 것이므로[5][6], 컴퓨팅 파워를 이용한 자동화로 이어지는 추상화 활동이 필요하다.

컴퓨팅 사고력에서의 추상화는 문제해결을 위한 알고리즘 문제를 풀어보면 길러질 수 있다. 하지만, 알고리즘에서 끝나면 실제적인 지식이 되지 못하므로 실제 프로그래밍을 통해 생각한대로 구현해 보는 과정까지 가야한다. 특히, 보편교육을 지향하는 SW교육에서는 프로그래밍 과정에서 추상화를 녹여서 가르칠 수 있다. 일단 간단하게 생각하는 방법(추상화의 기법)을 알려주고 프로그래밍 과정에서 의도적으로 사고 과정을 인식하여

교육경험에서 학습할 수 있도록 발문을 통해 유도할 수 있다.

이때 주의할 점은 추상화의 형태가 프로그래밍 언어의 특성을 반영하는 형태로 나타난다는 점이다[4]. 예를 들어 우리가 알고리즘은 문제해결을 위한 작업의 순서를 정하는 것이라고 생각하고 프로그래밍을 하지만 스크래치나 엔트리 같은 경우에는 이벤트 기반의 언어이므로 하나의 알고리즘으로만 문제가 해결되지 않는다. 특히, 게임과 같은 장르에서는 이런 현상이 두드러지게 나타난다. 이런 알고리즘은 문제해결을 위한 규칙이 집합이라고 보는 것이 좋다. 한 프로그램에 이런 집합이 여러 개 존재한다. 따라서 교사는 각 언어의 특징을 이해하고 있어야 한다.

실제적인 추상화 지도방법의 사례로 창의컴퓨팅[25]에서는 작은 부분을 만들고 이를 모아서 큰 객체를 만드는 과정을 통해 추상화와 모듈화를 학습하도록 하고 있다. 예를 들면 미로 프로그램을 만들 때, 점수나 타이머, 레벨, 보상과 같은 작은 부분을 만들고 이를 모아서 미로 게임을 완성하는 과정을 경험하게 하는 것이다. 또한 스프라이트를 만들 때 스프라이트의 기능과 행동을 정의하게 하고 만들게 하던지, 방송주요받기와 사용자 정의 함수를 만들 때 어떻게 하면 적절한 행동을 수행하게 정의하고 어떤 흐름에 그것을 사용해야 효과적인지 생각하게 하고 만들어보는 과정을 통해 학습하게 할 수 있다.

언플러그드로 가르칠 때는 추상화의 본질을 이해하도록 필수요소를 추출하고, 반복과 선택의 구조가 필요한 문제를 제시하고 이를 해결할 수 있는 구조(알고리즘)을 만들도록 하는 활동을 할 수 있다. 이때 일반적인 알고리즘이 아닌 컴퓨터 과학의 문제를 기반으로 한 알고리즘을 개발하는 것이 좋다. 일반적인 타 교과에서 사용하는 알고리즘을 적용할 경우 본질이 흐려지거나 오개념을 형성하는 엉뚱한 언플러그드 활동이 나타날 수 있다.

5. 결론 및 제언

정보 교과에서의 학습 내용 개념은 타 교과의 개념과 비슷하면서도 다른 점들이 있다. 본 연구

에서 조사, 분석한 추상화의 개념도 일반적인 개념과의 혼동 때문에 여러 가지 혼재된 교육활동으로 이루어져 있었다. 본 연구에서 분석한 중학교 정보 교과서에 나타난 추상화의 특징은 다음과 같이 나타났다.

첫째, 정보 교과서에 나타난 컴퓨팅 사고력의 추상화는 협의의 추상화로 필수요소를 추출하거나 문제를 작은 단위로 분해하는 것이나, 여러 교과서에서는 추상화의 과정과 광의의 추상화 개념을 혼재해서 사용하고 있는 추세였다. 따라서 추상화에 대한 명확한 개념제시와 개념에 적합한 예시를 제시하는 것이 필요하다.

둘째, 일부 교과서에 나타난 추상화는 컴퓨팅을 통한 자동화까지 연결되지 않는 일반적인 개념의 추상화로 제시된 경우가 있어서, 학생들에게 오개념이 형성될 가능성이 있다. 따라서 자동화로 연결할 수 있는 예제로 수정할 필요가 있다.

셋째, 일부 교과서에서는 중학교 교육과정에 나타난 개념을 벗어난 내용으로 제시된 경우가 있다. 예를 들어 상태 추상화, 동작 추상화의 경우 객체지향의 내용이므로 고등학교 교육과정의 내용으로 볼 수 있다. 따라서, 중학교 정보 교과서에서 제시 가능한 추상화의 범위와 위계에 대한 연구가 필요하다.

이상에서 나타난 분석 결과에 따라 본 연구에서는 중학교 교과서 추상화 교육활동의 사례 개발을 위해 다음과 같이 제언한다.

첫째, 정보 교과서를 위한 추상화 교육활동은 본 연구에서 제시한 사례처럼 일반적인 추상화에서 반드시 자동화까지 이어질 수 있는 예제를 제시하여야 한다.

둘째, 정보 교육과정에 나타난 추상화의 요소와 범위를 벗어나지 않는 개념이 반영된 예제로 개발해야 한다.

셋째, 실생활의 단순한 사례에서 복잡한 컴퓨팅 파워를 이용하는 사례로의 심화, 확장이 이루어지는 예제로 개발해야 한다.

넷째, 컴퓨팅 사고력의 추상화는 문제분해, 패턴인식, 필수요소 추출 등이 있으므로, 이를 경험할 수 있는 예제로 개발하여 프로그래밍으로 이어질 수 있게 해야 한다.

다섯째, 프로그래밍 과정 자체에서 추상화의 요소를 학습할 수 있는 활동을 구성하는 것이 필요하다. 예를 들어 필수요소를 찾아 변수 만들기, 패턴을 찾아 반복구조 만들기 등이 가능하다.

참 고 문 헌

- [1] 교육부 (2015). 실과(기술·가정)/정보과교육과정. 교육부고시 제 2015-74호 [별책10]
- [2] Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing, *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 366, 3717-3725.
- [3] 박종성 (역) (2007). **생각의 탄생. Bernstein, R. R. & Bernstein, M.의 Spark of genius.** 서울: 예코의 서재.
- [4] 이광근 (2017). **컴퓨터과학이 여는 세계.** 인사이트.
- [5] CollegeBoard (2016). AP Computer Science Principles Coures and Exam Description. 2018. 8월 13일 검색.
<https://apcentral.collegeboard.org/pdf/ap-computer-science-principles-course-and-exam-description.pdf>
- [6] 김수환, 김찬웅, 김해영 (역). (2017). **code.org를 활용한 컴퓨팅 사고력과 코딩 교육. Krauss, J. & Prottzman, K.의 Computational Thinking and Coding for Every Student: The Teacher's Getting-Started Guide.** 서울: 한빛미디어.
- [7] 김현철 (2014). **데이터로 표현하는 세상.** 서울: 고려대학교출판부.
- [8] 한국컴퓨터교육학회 (2014). **Computational Thinking & 창의적 문제해결 방법론.** 서울: 이한미디어.
- [9] Wang, P. S. (2015). *From Computing to Computational Thinking.* Taylor & Francis.
- [10] CAS (2012). Computer Science: A curriculum for schools. 2018. 5. 16일 검색
<https://www.computingatschool.org.uk/data/uploads/ComputingCurric.pdf>
- [11] Riley, D. D. & Hunt, K. A. (2014). *Computational Thinking for the Modern*

Problem Solver. Chapman and Hall/CRC; 1 edition (March 27, 2014)

- [12] 송영재 (2003). **소프트웨어공학 : 객체지향 모델링과 CBD 중심**. 서울: 이한출판사.
- [13] 정인기 (2016). Computational Thinking에서의 추상화 개념에 대한 고찰. **한국정보교육학회 논문지**, 20(6), 585-596.
- [14] 구글 (2018). Computational Thinking for Education. 2018. 5. 30일 검색. https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/course?use_last_location=true
- [15] CSTA & ISTE (2011). Computational Thinking teacher resources(second edition). 2018년 8월 13일 검색. https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/472.11CTTeacherResources_2ed.pdf
- [16] 김영천 (2001). **교과수업과 수업에서의 질적 연구**. 문음사
- [17] 김영일 외(2018). **중학교 정보 교과서**. (주)금성출판사.
- [18] 김현철, 김수환, 김승범, 이용진, 이화정 (2018). **중학교 정보 교과서**. 천재교육.
- [19] 이영준, 유현창, 최정원 (2018). **중학교 정보 교과서**. 교학사.
- [20] 이원규 외(2018). **중학교 정보 교과서**. 미래엔.
- [21] 임희석, 김형기, 서성원, 김장환, 조재춘 (2018). **중학교 정보 교과서**. 비상교육.
- [22] 정영식 외. (2018). **중학교 정보 교과서**. 씨마스.
- [23] 한선관 외. (2018). **중학교 정보 교과서**. 성안당.
- [24] 강현석 외. (역) (2009). **최신 교육과정 개발론**. Oliva, P. F.의 **Developing the Curriculum**. 서울: 학지사.
- [25] Brennan, K., Chung, M., & Balch, C. (2015), Creative Computing, 2018. 5. 30일 검색 <http://scratched.gse.harvard.edu/guide/>



김수환

1999 인천교육대학교(교육학학사)
2006 경인교육대학교 컴퓨터교육과
(교육학석사)
2011 고려대학교 컴퓨터교육과
(이학박사)

2013 경인교대 겸임교수
2014~현재 총신대학교 조교수
관심분야: 컴퓨터교육, Computational Literacy, CT,
EPL, Unplugged, CSCL
E-Mail: skim@csu.ac.kr hwankim92@gmail.com