

# 중학교 알고리즘 교육 내용의 위계 설정에 관한 연구

김경훈<sup>†</sup>

## 요 약

본 연구에서는 중학교에서 학습해야 할 알고리즘 분야의 학년별 학습 요소 선정의 타당성을 확보하고, 인접 교과와의 연계성을 분석하여 관련된 증거와 정보를 수집하여 연계 요소를 조정함으로써 알고리즘 분야의 내적 위계를 정립하고, 교과 간에 발생할 수 있는 중복성 문제의 대안을 제시하고자 하였다. 학습 요소 선정의 타당성을 검토하기 위하여 4가지 준거를 구안하였으며, 이를 현재 학교 현장 적합성 검토를 위해 교육인적자원부 웹사이트에 탑재되어 있는 『중학교 컴퓨터 교육과정 개정 시안(초안)』에 적용하였다. 또한 인접 교과와의 중복성 검토에서는 중학교 정보 교과의 ‘문제 해결방법과 절차’ 영역과 초등학교 수학과와 ‘규칙성과 문제 해결’ 영역의 내용 중복성이 심각한 것으로 나타났으며, ‘문제 해결 방법과 절차’ 영역의 내용체계는 인접 교과와의 차별화 전략이 필요한 것으로 나타났다.

키워드 : 알고리즘 교육, 문제해결방법과 절차, 컴퓨터 교육과정, 정보교육

## A Study on determining hierarchy about the domain specific knowledge of the algorithm in middle schools

Kyung-Hoon Kim<sup>†</sup>

### ABSTRACT

The purpose of this study is to verify learning components to be taught in each grade of middle schools, to propose hierarchical structures on algorithm content, and to resolve overlapping across related subjects. In order to verify learning components, four criteria were proposed. To evaluate practical application, they were implemented into The Proposal of Curriculum Revision on Computer Education in Middle School on MOE website. It was found that there was content overlapping between ‘problem solving methods and procedures’ in the middle school Informatics Curriculum and ‘regulation and problem solving’ in the Elementary Mathematics Curriculum. So it is needed to find a way to differentiate the contents of ‘problem solving methods and procedures’ from the other related subjects.

Keywords : Algorithm Education, Problem Solving Methods and Procedures, Computer Curriculum, Informatics Education

<sup>†</sup> 중신회원 : 한국교육과정평가원 선임연구위원(교신저자)  
논문접수 : 2006년 9월 15일, 심사완료 2006년 9월 19일

## 1. 서 론

제7차 교육과정이 1997년 12월 31일 고시된 이후 2002년도부터 초등학교 1·2학년에 적용되기 시작되어 현재 초, 중, 고등학교 전 학년에 걸쳐 적용, 실시되고 있다. 이후 제7차 교육과정에 대한 많은 연구가 진행되어 왔으며, 최근 많은 연구자들이 현재 교육과정에 대한 문제점을 제시하고 이를 개선하기 위한 다양한 방안들을 제시하고 있다.

신은미, 김현철(2002)은 일반계 고등학교에서 컴퓨터 교과 교육과정의 현황과 개선 방향에 대하여 현행 일반계 고등학교의 컴퓨터 교육이 응용 소프트웨어의 활용법이나 각종 기기의 사용법 등을 위주로 하는 기능 중심 교육에 치중되어 있으며 차기 교육과정 개정 시에는 기술적인 요구와 활용성을 강조하는 도구로서의 컴퓨터 교육이 아니라 학생들이 창의적이고 논리적인 사고를 바탕으로 미래 정보사회가 요구하는 창의적 문제해결력을 기를 수 있도록 본질적인 과학으로서의 컴퓨터 과학 교육 즉, 정보 과학 교육이 이루어져야 한다고 하였다[6]. 신수범, 이태욱(2005)은 응용소프트웨어 활용 중심 교육내용에 대해 부정적인 의견을 제시하였다. 아울러 컴퓨터 학문의 교과로서의 가치와 성격을 분석하고 도구적 접근과 학문적 접근에 대한 문제점을 제시하였다. 컴퓨터 학문의 외재적 가치를 확대하고 내재적 지식 구조를 분명히 하여 초중등 교육 목표에 부합할 수 있도록 재구조화하여야 한다고 주장하였다[5]. 박정호, 이재운, 이태욱(2006)은 중학교 교육과정의 문제점을 계열성, 체계성 부족으로 지적하고 소프트웨어 기능 습득 위주의 교육과정 편성에 대해 비판하였다. 이에 미국의 컴퓨터과학 지도 사례를 근거로 기존의 교육과정을 수정 및 보완하여 컴퓨터 원리, 알고리즘 및 프로그래밍, 정보 윤리 등의 영역을 강화해야 한다고 제안하고 이에 대한 교육목표와 교육과정 안을 구상하였다[4]. 위에서 살펴 본 연구물에서는 컴퓨터 과학으로써의 학문 중심적 교육 내용을 제안하고 있으며, 논리적 사고력 향상과 미래 지식 정보 사회가 요구하는 창의적인 인재를 육성할 수 있도록

본질적인 과학 학문 중심으로의 개선 방안을 제시하고 있다.

현재 우리나라에서 시행되고 있는 컴퓨터 관련 교육과정은 컴퓨터를 얼마나 잘 사용하고, 얼마나 많은 정보를 얻을 수 있으며, 얼마나 응용 소프트웨어를 잘 다루는지와 같은 컴퓨터의 도구적 활용과 관련된 내용을 중심으로 구성되어 있다. 물론 현대 정보화 시대의 필수 도구인 컴퓨터를 제대로 활용하는 것도 중요하지만, 현행 교육과정은 너무 활용 위주의 교육내용에 치중하고 있어 많은 문제점을 안고 있다. 예컨대 제7차 교육과정의 정보사회와 컴퓨터 교과의 성격을 살펴보면 '정보화 사회에 필요한 정보 소양 능력 함양하여 문제해결능력을 기르게 하는데 주안점을 두고 있다.'로 기술되어 있다. 여기서 언급한 정보 소양 능력에 대한 논의는 수년간에 걸쳐 학자들 사이에 많은 논란이 있어 왔으며, 정보 소양 능력은 학문적 관점, 국가·사회적 요구, 개인적 요구, 시대적 상황 등에 따라 그 범위와 깊이를 달리하고 있다. 이러한 정보 소양에 대한 원론적인 논쟁을 접어 두더라도, 현행 컴퓨터 관련 교육과정은 컴퓨터 과학의 원리를 이용한 문제해결력의 신장보다는 컴퓨터의 형식적이고 단순 도구적 활용 측면만을 지나치게 강조하고 있다는 지적이다. 현행 컴퓨터 관련 교과 교육과정의 주요 내용 영역을 살펴보면 인간과 컴퓨터, 운영체제, 응용소프트웨어, 멀티미디어, 컴퓨터 통신 등과 같은 분야를 중심으로 다루고 있다. 그러나 컴퓨터 과학의 핵심 분야 중 하나로서 문제 해결력 능력 신장에 필요한 알고리즘 영역을 다루고 있지 않다. 인간이 상상하거나, 창의력을 발휘한다거나, 의사결정을 하는 것과 같은 고차원적인 인간 활동은 알고리즘 수행 결과라고 많은 과학자들은 믿고 있다[10]. 컴퓨터 과학의 기본 원리를 적용하여 문제해결 능력을 신장시킬 수 있도록 하기 위해서 컴퓨터 교과의 지도 내용에 알고리즘 영역을 추가함으로써 균형 있는 컴퓨터 교육이 이루어지도록 해야 한다.

따라서 본 연구에서는 첫째, 중학교에서 학습해야 할 알고리즘 분야의 학년별 학습 요소 선정의 타당성을 확보하고, 둘째, 인접 교과와의 연계성을 분석하여 관련된 증거와 정보를 수집하여

연계 요소를 조정함으로써 알고리즘 분야의 내적 위계를 정립하고, 교과 간에 발생할 수 있는 중복성 문제를 해결하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 컴퓨터 알고리즘의 정의

알고리즘에 대한 정의를 살펴보면 학자에 따라 표현 방식은 조금씩 다르나 그 개념적 정의에는 큰 이견이 없음을 알 수 있다.

알고리즘이라는 단어는 페르시아 수학자 Abu Ja'far Mohammed ibn Musa al Khowarizimi(서기 825)의 이름에서 유래되었다[11]. 알고리즘의 원래 의미는 수학문제 계산의 절차를 구체화해 놓은 것을 지칭하였다. 그러나 현재에는 성공이 보장되는 문제의 해결책을 통칭하여 광범위하게 알고리즘이라 지칭한다.

알고리즘에 대한 몇몇 학자들의 정의를 보면 <표 1>과 같다.

<표 1> 알고리즘의 다양한 정의

알고리즘 정의	학자
· 컴퓨터를 사용하여 문제를 해결할 수 있는 방법	E. Horowitz S. Sahni
· 잘 정의된 명백한 규칙들의 집합. 또는 유한번의 단계 내에서 문제를 풀기 위한 과정	컴퓨터 용어사전 크라운 출판사
· 작업이 어떻게 수행되는지를 정의하는 단계들의 집합	한금희 외 [8]
· 어떤 문제를 해결하기 위해 요구되는 논리적 실행순서를 갖는 작업 내용	민용식 [3]

이상에서 살펴 본 바와 같이 알고리즘이라는 용어의 의미는 ‘문제 해결 방법 또는 절차’에 대한 의미로 해석될 수 있으며, 컴퓨터 알고리즘이라는 용어는 ‘컴퓨터에서 수행이 가능한 문제 해결 방법이나 절차’로 정의할 수 있다.

### 2.2 알고리즘 관련 지식의 특성

허경철(2001)은 “지식은 체계와 구조와 맥락으로서 존재한다. 특정 지식의 교육적 가치는 절대적으로 규정되는 것이 아니라 그 것을 배워야 하는 사람의 ‘현재의 품위’를 기준으로 규정해야 한다. 교육적 가치가 가장 높은 지식이란 최고급, 최첨단의 지식이 아니라 학생들의 현재 수준에 적합한, 어쩌면 그보다는 약간 높아 학생들의 노력으로 동화해 낼 수 있는 정도의 지식이다. 지식 생성 교육에서는 결과로서의 명제적 지식보다는 지식을 생산해내는 탐구과정에 대한 방법적 지식을 교육의 핵심 내용으로 삼아야한다는 점이 강하게 인식되어야 한다[9].”라고 하였다.

앞서 살펴본 알고리즘의 정의를 “컴퓨터에서 수행이 가능한 문제 해결 방법이나 절차”로 규정할 때 알고리즘에 관한 지식의 성격은 방법적 지식에 가깝다고 할 수 있다. 그러나 문제해결을 위한 방법적 지식을 효율적으로 습득하기 위해서는 방법에 관련된 개념이나 규칙, 절차, 처방, 원리의 내용을 명제로 표시할 수 있는 명제적 지식을 함께 습득해야 한다. 또한 알고리즘은 컴퓨터에서 수행이 가능한 형태로 표현되어야 하기 때문에 암묵적 지식이라기보다는 명시적 지식이라 할 수 있다. 이상에서 살펴본 내용을 종합하면 알고리즘 관련 지식의 성격은 명제적 지식을 바탕으로 문제 해결을 위한 방법적 지식을 습득하고 이를 명시적으로 표현하는 지식 체계의 특성을 갖는다고 할 수 있다.

## 3. 컴퓨터 알고리즘 교육 과정의 구성

### 3.1 컴퓨터 알고리즘의 표현

알고리즘에 대한 연구가 수학의 한 분야로부터 시작되었으며, 실제로 알고리즘을 찾는 연구는 오늘날 컴퓨터가 개발되기 이전부터 수학자들의 주요한 활동 중의 하나였다. 알고리즘 연구의 주요 목표는 특정한 종류의 문제를 해결하는 방법

을 기술할 명령어 집합을 찾는 것이다[10].

주어진 문제에 대한 알고리즘을 찾는다는 것은 주어진 문제를 해결하는 방법을 찾는 것을 말하며, 문제를 해결하는 방법을 찾은 후에는 이를 사람이나 컴퓨터가 이해 할 수 있는 명시적인 형태로 표현할 수 있어야 한다. 사람이 이해할 수 있는 형태의 표현 방법은 자연어, Flow Chart 등이 있으며, 컴퓨터 이해할 수 있는 형태로 표현한 것을 프로그램이라고 한다.

일부 컴퓨터 교육학자들은 알고리즘 교육과 프로그래밍 교육을 하나의 범주 안에서 다루려는 경향이 있다. 그러나 알고리즘 교육이 학생들이 당면한 문제를 해결하기 위한 탐구과정에 대한 방법적 지식을 생성하는 교육이라는 측면에서 볼 때, 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 구안된 프로그래밍 언어에 대한 교육을 알고리즘 교육의 선수과목으로 연계하여 지도할 필요는 없다. 즉, 프로그래밍 언어를 배우기 전이라도 알고리즘에서 요구하는 명확성, 유한성과 유효성에 대한 기준을 만족시킬 수 있는 범위 내에서는 사람이 이해할 수 있는 표현 형태인 자연어나 기호 등과 표현 방법을 이용한 알고리즘 교육이 가능하다는 것이다.

### 3.2 교육과정에 나타난 교육 내용의 연계와 중복

컴퓨터 알고리즘 관련 교육 내용의 요소를 컴퓨터 관련 교과 교육과정에서 찾고자 하였으나 현행의 제7차 컴퓨터 관련 교과 교육과정의 주요 내용 영역이 사회의 발달과 컴퓨터, 컴퓨터의 운용, 워드프로세서, 스프레드시트, 컴퓨터 통신망, 멀티미디어 등과 같은 컴퓨터의 단순한 기능적 활용에 치우쳐 있어 알고리즘 관련 교육내용을 추출할 수 없었다.

그러므로 본 연구에서는 2005년 12월 교육인적자원부에서 개정 고시한 ‘초·중등학교 정보통신 기술 교육 운영지침’, 의 내용 체계, ACM의 Model Curriculum ofr K-12 Computer Science 보고서에서 제시한 Level I, II의 내용체계, 이원규(2005)의 초·중등학교 정보통신기술교육

과 컴퓨터 교육과정의 통합방안 연구에서 제시한 내용 체계에서 알고리즘 관련 교육 내용을 추출하였다<표2>,<표3>,<표4>,<표5>.

선행 연구의 내용 체계에서 추출한 알고리즘 관련 내용 요소와 타 교과와의 연계성을 분석하기 위하여 2006년 8월 29일 교육인적자원부에서 수정 고시한 초·중등학교 수학과 교육과정의 내용 체계에서 알고리즘 관련 요소를 추출하였다.

앞에서 설명한 바와 같이 컴퓨터 알고리즘에 대한 연구가 수학의 한 분야에서 출발하였을 뿐만 아니라 우리나라 현행 교과 교육과정에서 알고리즘 영역의 교육 내용을 수학과에서 유일하게 제시하고 있다.

<표 2> 초·중등학교 정보통신기술교육 운영지침의 알고리즘 교육내용

영역명	정보 처리의 이해
1단계 (1~2학년)	· 재미있는 문제와 해결방법
2단계 (3~4학년)	· 문제해결 과정의 이해
3단계 (5~6학년)	· 문제 해결전략과 표현
4단계 (7~9학년)	· 알고리즘의 이해와 표현
5단계 (10학년)	.

<표 3> ACM model Level I의 알고리즘 교육 내용

K~2학년	· Understand how to arrange(sort) information into useful order
3~5학년	· Develop a simple understanding of an algorithm(computer free)
6~8학년	· Demonstrate an understanding of concepts underlying..., algorithm,...
	· Understand the fundamental ideas of logic and its usefulness for solving real world problem

본 연구에서는 컴퓨터 알고리즘 관련 교육 내용 요소를 이미 발표한 제 7차 수학과 교육과정 개정안의 교육과정 내용 체계를 통해 찾고자 한다.

또한 교육부에서 고시한 수학과 교육과정 수정안에 따르면 수학과와의 성격을 ‘수학적 개념, 원

리, 법칙을 이해하고 논리적으로 사고하며 여러 가지 현상을 수학적으로 관찰하여 해석하는 능력을 기르고, 여러 가지 문제를 수학적 방법을 사용하여 합리적으로 해결하는 능력과 태도를 기르는 교과이다.'로 규정하고, 초등학교 수학과 교육 내용을 '수와 연산', '도형', '측정', '확률과 통계', '규칙성과 문제 해결'의 5개 영역으로 구성하고, 중·고등학교 수학과 교육 내용은 '수와 연산', '문자와 식', '함수', '확률과 통계', '기하'의 5개 영역으로 구성하였다.

<표 4> ACM model Level II (9~10학년)의 알고리즘 교육 내용

Topics	The Basic Steps in Algorithmic problem-solving
Goals	<ul style="list-style-type: none"> <li>· problem statement and exploration</li> <li>· examination of sample instance</li> <li>· design</li> <li>· program coding</li> <li>· testing and verification</li> </ul>

<표 5> 초·중등학교 ICT 교육과 컴퓨터 교육 과정의 통합방안 연구의 알고리즘 교육내용

영역명	문제해결 방법과 과정
1단계 (1~2학년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 그림에 나타나는 패턴</li> <li>· 문자에 나타나는 패턴</li> <li>· 기준에 맞도록 분류하기</li> <li>· 무거운 것과 가벼운 것(정렬알고리즘)</li> <li>· 주어진 정보로 예측하기</li> </ul>
2단계 (3~4학년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 병렬처리 이해하기</li> <li>· 글자 찾기 놀이</li> <li>· 길없는 도시</li> <li>· 부표소의 설치</li> </ul>
3단계 (5~6학년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 일상생활과 정보</li> <li>· 여러 가지 문제와 해결과정의 이해</li> <li>· 알고리즘의 이해</li> </ul>
4단계 (7~9학년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 일상생활에서 정보의 역할</li> <li>· 컴퓨터를 이용한 문제 해결</li> <li>· 문제에 적합한 알고리즘 표현</li> </ul>
5단계 (10학년)	.

특히 여기서 눈에 띄는 부분은 초등학교의 '규칙성과 문제해결' 영역으로 전반적인 내용은 수학적 방법을 활용한 문제해결 방법을 다루고 있으며 주요 내용은 <표 6>과 같다.

초등학교 컴퓨터 알고리즘 교육 내용을 선정하는 과정에서 수학과에서 다루고 있는 알고리즘 관련 교육 내용과의 중복 문제를 우선적으로 고려해야 할 것이다.

초등학교의 알고리즘 교육 내용을 구성함에 있어서 타 교과와의 내용 중복문제를 해소하는 동시에 타 교과와의 연계성을 유지할 수 있는 방안을 마련해야 한다. 초등학교 컴퓨터 알고리즘 교육 내용 중에서 일방적인 중복 내용 삭제는 초등학교 컴퓨터 알고리즘 영역의 내적 연계성은 물론 컴퓨터 교과 내의 전반적인 체계성 확립에도 심각한 문제를 초래할 수 있다. 이러한 내용 중복 문제의 심각성을 완화하기 위한 전략이 필요하다.

<표 6> 수학과 교육과정의 규칙성과 문제 해결 영역 내용(관련 내용 추출 후 재구성)

학년	규칙성과 문제해결
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 배열에서 규칙찾기</li> <li>· 규칙에 따라 배열하기</li> <li>· 배열표에서 규칙 찾고 말하기</li> <li>· 실제로 해보기, 그림그리기, 식 만들기 등으로 문제를 해결하기</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 다양한 변화의 규칙찾기</li> <li>· 수 배열에서 규칙 찾고, 규칙에 따라 수 배열하기</li> <li>· 굵샘표에서 여러 가지 규칙 찾기</li> <li>· 규칙 찾기, 기꾸로 풀기 등으로 문제를 해결하기</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 규칙에 따라 여러 가지 무늬꾸미기</li> <li>· 표 만들기, 예상과 확인 등으로 문제를 해결하기</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 다양한 변화 규칙을 수로 나타내고 설명하기</li> <li>· 규칙을 추측하고 말이나 글로 표현하기</li> <li>· 규칙적인 부늬 만들기</li> <li>· 단순화하기, 논리적 추론 등으로 문제 해결하기</li> <li>· 문제 해결과정 설명하기</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 하나의 문제를 여러 가지 방법으로 해결하기</li> <li>· 주어진 문제에서 필요 없는 정보, 부족한 정보 찾기</li> <li>· 문제 해결의 타당성 검토하기</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 문제해결 방법 비교하기</li> <li>· 문제의 조건을 바꿔서 새로운 문제 만들기</li> <li>· 문제 해결 과정의 타당성 검토하기</li> </ul>
7~10	.

예컨대, 동일한 수준의 알고리즘 교육 내용을 같은 시기에 지도한다 하더라도 수학과에서 요구하는 '여러 가지 문제를 수학적 방법을 사용하여 합리적으로 해결하는 능력'이외에 컴퓨터 알고리즘에서 요구하는 기준, '알고리즘의 유효성', '알고리즘의 유한성', '알고리즘의 명확성', '입력과 출력 조건' 등을 만족시킬 수 있고, 컴퓨터에서 실행이 가능한 사례를 중심으로 알고리즘 교육 내용을 차별화할 수 있을 것이다.

중학교와 고등학교 수준에서의 알고리즘 교육은 컴퓨터에서 실행 가능함을 전제로 하여 알고리즘 교육 내용 체계를 구성한다면 타 교과와 내용 중복성 문제는 발생하지 않을 것이다. 아울러 초등학교 수학과와 알고리즘 관련 내용 요소를 중·고등학교 컴퓨터 알고리즘 교육 내용의 하위 요소나 상위 요소로 활용하는 방법도 생각해 볼 수 있다. 인접 교과와의 내용 중복성 문제는 한편으로는 인접 교과와의 연계를 찾을 수 있는 단초를 제공하기도 한다.

### 3.3 알고리즘 교육 내용의 내적 위계

앞서 살펴 본 알고리즘 관련 교육과정 모델에서 교육 내용 진술에 사용된 용어를 보면, '문제 해결 방법이나 절차'와 '알고리즘'이라는 용어가 혼용되어 사용되고 있다. 원래의 두 용어의 의미는 동일한 뜻을 가지고 있지만 특히 국내의 사례에서는 컴퓨터의 사용 여부에 따라 용어를 구분하여 사용하고 있음을 알 수 있다.

'일반적인 문제 해결 방법이나 절차'와 구분하여 '컴퓨터를 사용하여 문제를 해결하는 방법이나 절차'를 알고리즘이라는 용어로 구분하여 진술하고 있음을 알 수 있다.

알고리즘을 '컴퓨터에서 수행 가능한 문제를 해결하는 방법이나 절차'라고 정의할 때, 알고리즘 교육내용 요소를 구성하는 핵심은 알고리즘에서 다루는 문제의 유형과 문제 해결 방법이다. 그러므로 알고리즘 교육 내용 범위에 포함할 수 있는 문제의 유형과 문제해결 방법에 대하여 살펴보기로 하자.

현실 세계에서 직면하는 문제가 수 없이 많고

다양하기 때문에 문제의 유형을 분류하는 방법은 매우 다양하다. 예컨대, 추상적인 문제와 구체적인 문제, 전문지식이 덜 요구되는 일상적인 문제와 전문지식이 요구되는 전문적인 문제 등과 같이 분류할 수도 있다.

앞서 살펴본 여러 가지 교육 과정 모델에서 제시하고 있는 알고리즘 교육의 내용 요소는 학생들이 일상생활에서 경험했거나 당면하고 있는 문제(과제)는 물론, 현실 세계에서 일어날 가능성이 희박한 문제, 인위적인 조작에 의해 상황이 설정되는 문제 등도 교육 내용 요소에 포함하고 있다. 여러 가지 모델에서 알고리즘 교육 내용 요소로 다루지고 있는 문제들은 문제 유형별 분류 기준으로 살펴보면, 문제 유형들 간에 존재하는 체계적인 위계는 찾아보기 어렵다. 그러나 주어진 문제를 해결하기 위하여 충분한 사전 지식이 필요한 경우에는 해결하고자 하는 문제와 사전 지식의 위계는 존재한다. 인간이 직면하는 문제를 분류하는 여러 가지 방법 중에서 유형에 따른 분류 체계의 하나인 Greeno의 분류 체계를 예들 들어 살펴보자. Greeno는 문제의 유형을 크게 3가지로 분류하였는데, 구조를 찾아내는 문제, 변환하는 문제, 배열하는 문제 등이다. 세 가지 유형의 특징과 사례는 <표 7>과 같다[2].

<표 7> 문제의 유형별 특징

문제 유형	특징	사례
구조를 찾아내는 문제	주어진 요소들 사이에 존재하는 관계의 형태를 유도(귀납 또는 일반화)해 내는 것	A : B=C : ?를 제시하고 ?에 대한 답을 요구하는 문제
변환의 문제	처음 상태에서 목표 상태로 변환시킬 수 있는 조작의 순서를 발견하는 것	하노이 탑, 수수께끼 문제
배열의 문제	제시된 요소들을 주어진 조건에 충족할 수 있도록 요소들 배치하는 것	글자 수수께끼

<표 7>에 나타난 문제 분류 유형에서 이들 유형 간에 존재하는 위계를 뚜렷이 구분하기는 힘들다. 이들 유형이 조합된 사례의 경우는 그 사례가 갖고 있는 특성 때문에 사례들 간의 연계에서는 위계가 존재할 수도 있다. 예컨대, 구조를 찾아내는 문제 사례에 관한 지식이 변환의 문

제 해결 사례의 사전 지식으로 이용되는 경우 또는 그 반대의 경우, 이들 문제 사례 간에는 간접적인 위계가 관계가 성립될 수도 있다. 그러나 문제 유형을 구분하는 대부분의 분류 기준은 상호 배타적인 성격을 띠기 때문에 문제의 유형, 그 자체는 문제들 간의 위계를 결정하는 요인이 되지 않는 것이다. 일상적인 문제와 전문적인 지식이 요구되는 문제까지도 알고리즘 교육내용의 요소에 포함하게 되는데, 전문적인 지식이 요구되는 문제라 하더라도, 학생들이 문제의 해결과정에서 요구되는 지식의 수준과 발달 단계의 준거에 따라 지도시기가 결정되는 것이지, 그 문제의 분류 유형에 따라 지도 시기가 결정되는 것은 아니다.

정리하여 말하자면 알고리즘 관련 교육과정의 내용 체계를 구성함에 있어 학년별 교육 내용은 해결하고자 하는 문제의 유형에 따라 결정되는 것이 아니라 문제를 해결하는 과정에서 요구되는 학습자의 능력 수준에 따라 결정된다.

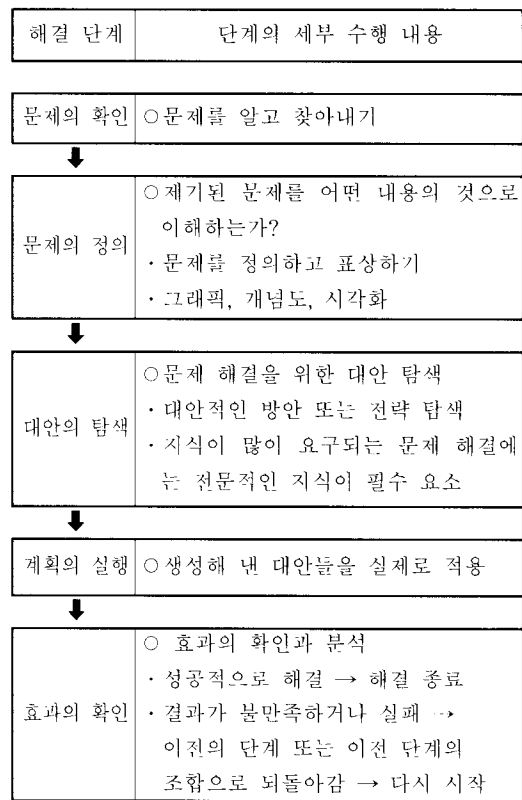
### 3.4 알고리즘과 문제해결 절차

알고리즘 즉, 문제를 해결하는 방법은 당면한 문제의 유형에 따라 다를 것이다. 이것은 알고리즘 교육 내용을 구성하는 다양한 문제를 해결하는 방법은 문제의 유형만큼이나 다양하다는 것을 의미한다. 직관이나 통찰을 통해 문제를 해결하는 방법에서부터 전문적인 지식과 체계적인 절차를 통해 문제를 해결하는 방법에 이르기까지 다양한 문제 해결 방법이 있을 것이다. 즉, 알고리즘 교육에서 다루는 다양한 문제들을 모두 해결할 수 있는 유일한 방법이나 절차는 존재하지 않는다.

여기서는 문제 해결기능을 향상시키기 위한 모형 중에서 대표적인 것이라 할 수 있는 Bransford와 Stein(1984)의 IDEAL 모형을 자세히 알아보고, 문제해결 방법에 대한 알고리즘 교육 내용 요소의 위계를 설정하기 위한 예제 모형으로 이용하고자 한다.

IDEAL 모형에서는 문제해결 내지 의사결정 과정에 포함되어 있는 단계/요소들을 IDEAL로

표현한다. IDEAL은 I(Identifying problem, 문제의 확인), D(Defining problems, 문제의 정의), E(Exploring alternative approaches, 대안의 탐색), A(Acting on a Plan, 계획의 실행), 그리고 L(Looking at the effect, 효과의 확인) 등이다 [1]. IDEAL 모형에서 문제 해결 절차도는 <그림 1>과 같다.



<그림 1> IDEAL 모형의 문제 해결 단계

알고리즘 교육의 목표는 문제 해결의 방법 또는 절차를 익혀 학생들이 당면한 문제(과제)를 효율적으로 해결할 수 있는 능력을 길러 주는데 있다. 예컨대, 학생들에게 정렬에 관한 내용을 지도하는 경우, 정렬에 대한 기본지식을 가르치는 것에 목적이 있는 것이 아니다. 정렬 문제를 해결하는 과정을 통하여 학생들이 당면하는 문제를 해결할 수 있는 능력을 길러주는데 목적이 있으며, 정렬에 관한 기본적인 지식은 문제를 해결하는 과정에서 자연스럽게 학습되는 것이다.

학생들이 당면한 문제를 해결하는 과정은 문제 상황에 따라 여러 단계가 동시에 수행되기도 하며, 단계의 순서가 뒤바뀌어 수행되기도 한다. 또한 문제에 따라서는 문제해결의 절차의 일부가 생략되기도 하며 새로운 절차가 추가될 수도 있지만 일반적으로 앞서 살펴본 문제 해결의 단계를 거쳐 수행된다. 즉, 문제 해결 단계에 맞춰 모든 문제를 해결하는 것이 아니라, 주어진 문제의 상황에 따라 해결 방식이 달라진다. 그러므로 알고리즘 교육의 내용 요소(문제)는 학년에 따라 문제 해결 단계를 점차 늘려가면서 해결할 수 있는 일련의 문제들로 구성되어야 하며, 문제를 해결하기 위해 요구되는 하위 지식과 상위 지식이 연계를 이룰 수 있도록 학년별 내용을 구성해야 한다.

## 4. 알고리즘 교육 내용의 검토

### 4.1 알고리즘 교육 내용의 검토 준거 구안

2.2.절에서 “알고리즘 지식의 성격은 명제적 지식을 바탕으로 문제 해결을 위한 방법적 지식을 습득하고 이를 명시적으로 표현하는 지식 체계의 특성을 갖는다고 할 수 있다.”고 하였다. 명제적 지식은 알고리즘 즉, 문제를 해결하는 과정에서 요구되는 학습자의 사전지식이나 능력 수준에 해당되며, 문제 해결을 위한 방법적 지식은 문제 해결 과정이나 절차에 관한 지식으로, 명시적으로 표현하는 지식 체계는 알고리즘을 표현하는 방법에 관련된 지식에 해당한다. 알고리즘 교육 과정 내용 검토의 준거를 알고리즘 지식의 성격에 근거한 준거 3가지와 중복과 연계성 검토 1가지를 더하여 다음과 같이 설정하였다.

#### 4.1.1 준거 1의 내용

준거 1	학년별 알고리즘 교육 내용 구성
------	-------------------

알고리즘 관련 교육과정의 내용 체계를 구성함에 있어 학년별 교육 내용은 해결하고자 하는 문

제의 분류 유형에 따라 결정되는 것이 아니라 문제를 해결하는 과정에서 요구되는 학습자의 사전 지식, 능력 수준 등에 따라 결정된다. 그러므로 컴퓨터 알고리즘 교육 내용의 내적 위계를 유지하고, 인접 교과와 내용을 알고리즘 교육에 필요한 사전지식으로 활용함으로써 교과 간 연계가 이루어질 수 있도록 학년별 교육 내용을 구성해야 한다.

#### 4.1.2 준거 2의 내용

준거 2	문제해결 절차의 복잡성 고려
------	-----------------

알고리즘 지식의 특성에서 방법적 지식에 해당하는 것으로 알고리즘 교육의 내용 요소(문제)는 학년에 따라 문제 해결 단계를 점차 늘려가면서 해결할 수 있는 일련의 문제들로 구성되어야 하며, 문제를 해결하기 위해 요구되는 하위 지식과 상위 지식이 연계를 이룰 수 있도록 학년별 내용을 구성해야 한다. 초등학교 저학년에서는 단순한 단계의 절차가 요구되는 문제로 구성하고, 학년이 더해 갈수록 요구되는 절차가 점점 복잡해지는 문제 상황을 교육 내용으로 선정해야 한다.

#### 4.1.3 준거 3의 내용

준거 3	알고리즘 교육과 프로그래밍 언어
------	-------------------

알고리즘 지식의 성격에서 명시적으로 표현하는 지식을 말한다. 3.1. 알고리즘의 표현에서 살펴본 것처럼 알고리즘 교육이 학생들이 당면한 문제를 해결하기 위한 탐구과정에 대한 방법적 지식을 생성하는 교육이라는 측면에서 볼 때, 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 구안된 프로그래밍 언어에 대한 교육을 알고리즘 교육과 병행하여 지도할 필요는 없다. 사람이 이해할 수 있는 형태의 표현 방법인 자연어, 도표, Flow Chart 등의 표현 방법을 이용한 알고리즘 교육이 가능하다.



4.1.4 준거 4의 내용

준거 4	타 교과 내용과의 중복과 연계
------	------------------

연계성은 한 부분과 다른 부분 사이의 적절한 관계를 의미하며, 학년이나 학교 수준, 관련 교과 사이의 교육 내용이 적절한 관계를 맺고 있음을 의미한다. 특히 인접 교과와의 내용 중복성 문제는 인접 교과와의 연계를 찾을 수 있는 단초를 제공하기도 한다.

컴퓨터 알고리즘 교육 내용을 구성함에 있어 내적 연계성을 중심으로 구성한 뒤, 타 교과와의 중복 내용을 검토해야 한다. 연계성 검토의 관점은 계속성의 원리, 계열성의 원리, 통합성의 원리가 적용된다. 인접 교과에서 다루어진 내용 요소를 컴퓨터 알고리즘 교육의 하위 요소와 상위 요소로 연계나 컴퓨터에서 실행이 가능한 사례를 중심으로 알고리즘 교육 내용을 차별화할 필요가 있다. 경우에 따라서는 알고리즘 교육의 내적 위계를 해치지 않는 범위에서 지도 시기의 조정이 필요하다.

4.2 준거의 적용

현재 우리나라에서 발표한 컴퓨터 관련 교육과정은 제7차 중학교 컴퓨터 교육과정, 고등학교 정보사회와 컴퓨터 교육과정 등이 있다. 이들 교육과정은 현재 개정시안 개발을 위한 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 교육인적자원부 웹사이트에 공개한 중학교 컴퓨터 선택과목 개정시안(초안)의 ‘정보’과목 검토본에 제시된 내용 체계에서 문제 해결 방법과 절차 영역을 발췌하여 본 준거를 적용해 보고자 한다. 문제해결 방법과 절차 영역의 내용 체계는 <표 8>과 같다.

4.2.1 준거 1의 적용

준거 1	학년별 알고리즘 교육 내용 구성
------	-------------------

사전지식 내용은 시안(초안)의 내용 체계상에

나타난 학년별 내용을 근거로 추출하였다. 제시된 문제를 해결하기까지 필요한 주요 지식 내용을 분석하였다<표 9>.

학생들의 선행 지식을 고려했을 때 선행 지식의 내용 범위에는 별 무리가 없다. 그러나 알고리즘 영역의 내적 위계를 살펴보면 9학년 자료의 탐색 영역에서 넓이 우선 탐색이나 깊이 우선 탐색 등은 트리나 그래프에 관한 사전지식이 필요하다.

7학년 정보의 표현과 관리 영역에서 트리나 그래프와 같은 계층적 자료구조의 소개뿐만 아니라 개념까지도 다루어야 한다. 이 경우 선행 자료구조의 개념을 익힌 후에 계층적 자료 구조를 학습하는 것이 일반적인 위계로 볼 수 있는데, 선행 구조에 대한 내용은 9학년에서 다루고 있다.

결과적으로 9학년에서 계층적 자료 구조에 대한 내용을 추가하거나, 자료의 탐색에서 넓이 우선 탐색이나 깊이 우선 탐색에 대한 내용을 삭제해야 한다.

<표 8> 문제해결 방법과 절차 영역의 내용

학년	문제해결방법과 절차
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>○문제의 문제해결 과정</li> <li>·문제의 인식과 표현</li> <li>·문제의 분석</li> <li>·문제해결과정의 설계</li> <li>○프로그래밍 기초</li> <li>·자료의 입력과 출력</li> <li>·변수의 개념과 활용</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>○알고리즘</li> <li>·알고리즘의 이해</li> <li>·알고리즘의 표현</li> <li>·알고리즘의 설계</li> <li>○세어문을 이용한 프로그래밍</li> <li>·조건문</li> <li>·반복문</li> </ul>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>○자료의 정렬</li> <li>·정렬의 종류와 특성</li> <li>·정렬 알고리즘 설계</li> <li>·정렬 프로그래밍</li> <li>○자료의 탐색</li> <li>·탐색의 종류와 특성</li> <li>·탐색 알고리즘 설계</li> <li>·탐색 프로그래밍</li> </ul>

4.2.2 준거 2의 적용

준거 2	문제해결 절차의 복잡성 고려
------	-----------------

문제해결 절차의 복잡성은 각각의 절차를 학습하고 이들 절차를 점차 확대해 나가는 방식으로 시안(초안)이 구성되어 있다. 문제 해결과정을 설계하고, 컴퓨터에서 실행을 전제로 알고리즘을 설계하고, 프로그래밍 언어로 구현하여 실행해 보는 절차로 구성되어 있다. 단순한 절차에서 복잡한 절차로 이행되어 가고 있음을 알 수 있다.

<표 9>학년별 문제 해결에 필요한 사전 지식

학년	문제해결방법과 절차	사전 지식
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 문제와 문제해결 과정</li> <li>· 문제의 인식과 표현</li> <li>· 문제의 분석</li> <li>· 문제해결과정의 설계</li> <li>○ 프로그래밍 기초</li> <li>· 자료의 입력과 출력</li> <li>· 변수의 개념과 활용</li> </ul>	구체적 표현 형태 검색, 비교, 대조 문제해결 과정  자료, 입력, 출력 변수
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 알고리즘</li> <li>· 알고리즘의 이해</li> <li>· 알고리즘의 표현</li> <li>· 알고리즘의 설계</li> <li>○ 제어문을 이용한 프로그래밍</li> <li>· 조건문</li> <li>· 반복문</li> </ul>	문제해결 과정 자연어 표현, 순서도 문제 인식, 표현, 분석  자료, 변수, 입출력 순차 제어, 조건 제어 자료, 변수, 반복 제어
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자료의 정렬</li> <li>· 정렬의 종류와 특성</li> <li>· 정렬 알고리즘 설계</li> <li>· 정렬 프로그래밍</li> <li>○ 자료의 탐색</li> <li>· 탐색의 종류와 특성</li> <li>· 탐색 알고리즘 설계</li> <li>· 탐색 프로그래밍</li> </ul>	삽입정렬, 순차정렬, 버블정렬 알고리즘의 이해 조건·반복 제어, 배열 순차검색, 이진 검색, 트리, 그래프

4.2.3 준거 3의 적용

준거 3	알고리즘 교육과 프로그래밍 언어
------	-------------------

알고리즘 표현 방법의 위계를 살펴보자. 본 시안(초안)에는 초등학교에서 다루는 내용이 제시되지 않았기 때문에 중학교에 한하여 적용하였다. 학년별 알고리즘 표현 방법의 위계를 살펴보

면, 7학년은 문제를 말, 글, 기호 등을 이용해 구체적 표현, 기초 프로그래밍 등이고, 8학년은: 자연어와 순서도, 프로그래밍 언어이며 9학년은 프로그래밍 언어이다. 알고리즘 표현 방법의 위계는 매우 양호함을 알 수 있다.

4.2.4 준거 4의 적용

준거 4	타 교과 내용과의 중복과 연계
------	------------------

인접교과와의 연계를 살펴보자. 7학년 ‘문제와 문제 해결과정’은 수학과 교육과정의 1학년에서 6학년까지의 내용과 중복되는 부분이 많다. 수학과 1~6학년까지의 내용을 정보 교과 7학년 문제 해결 과정 영역 내용의 사전 지식으로 활용하여 제시되는 문제의 수준을 달리하거나, 컴퓨터로 실행하기 위한 문제해결 과정으로 차별화해야 함을 알 수 있다. 각 교과 영역 사이의 학습 내용 요소를 서로 연계시켜 하나의 통일체가 되도록 구성할 필요가 있다.

4.3 적용 결과 요약

중학교 정보 교육과정 개정 시안(초안)에 제시된 알고리즘 교육 내용 영역의 요소들을 4가지 준거를 적용하여 점검해 보았다. 알고리즘 교육 내용의 위계 검토하기 위하여 교육과정에 제시된 문제를 해결하기까지 요구되는 사전 지식을 도출하고 이들 간의 위계를 검토하였다. 그 결과 사전 지식의 위계가 부드럽지 못한 사례가 발견되었다. 또한 타 교과 특히 초등학교 수학과와 중학교 7~9학년 정보 교과의 내용 중복이 심각함을 알 수 있었다. 학년별 문제해결 절차의 복잡성의 위계, 알고리즘 표현 방법의 위계 등은 양호한 것으로 나타났다.

교육과정 개발자는 해당 교과 또는 영역의 내용 지식의 체계를 충분히 인지하고 있어야 한다. 해당 교과 내용 지식의 체계는 교과 또는 영역 내의 지적, 절차적 위계를 결정하는데 있어 가장 핵심적인 요소이기 때문이다. 아울러 타 교과와의 중복 문제를 검토하여야 한다. 해당 교과의

교사 입장에서 보면 한번만 지도하는 것처럼 보일 수 있지만, 학생들의 입장에서 동일한 내용을 중복해서 학습하게 된다는 사실을 기억해야 한다. 교육 내용의 중복은 해당 교과와 정체성 확립에도 영향을 준다.

## 5. 결 론

알고리즘이라는 학문이 수학에서 출발하였지만 오늘날 컴퓨터 과학 분야에서 알고리즘 분야는 그 핵심에 있는 학문 분야이다. 본 연구에서는 첫째, 알고리즘의 정의와 관련 지식의 특성과 알고리즘의 표현 형태에 대하여 살펴보았다. 컴퓨터 알고리즘 교육에 프로그래밍 교육이 절대적으로 필요한 요소는 아니라는 점도 살펴보았다. 둘째, 알고리즘 교육 내용의 위계와 문제해결 과정에서 다루는 문제의 유형에 대해서 살펴보았다. 셋째, 컴퓨터 알고리즘 교육 내용을 선정함에 있어 점검해야 할 4가지 준거를 제시하였고, 이 준거를 현재 개발 중인 중학교 정보 교육과정 개정 시안(초안)에도 적용해 보았다. 이 준거를 적용해 본 결과 알고리즘 교육 과정 내용 체계상에서 내적 위계가 매끄럽지 못한 부분도 있었다. 추후 시안(초안)을 수정·보완하는 과정에서 바로 잡을 것으로 생각한다. 여기서 제시한 4가지 준거 이외에 교과와 내용 요소 또는 세부 영역의 특성에 따라 새로운 준거를 추가할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 알고리즘 지식에 관련된 모든 내용을 다루지 못했다. 알고리즘 교육 내용의 범위를 중학교 7~9학까지의 교육과정 내용으로 한정하여 살펴보았다. 초등학교와 고등학교, 그리고 대학교 교육과정 내용까지 확대하지는 못했다. 이러한 부분은 더 연구해야 할 부분으로 남긴다.

## 참 고 문 헌

[ 1 ] 김영채(2002). 사고와 문제해결심리학. 박영사. pp332-333.  
 [ 2 ] 김영채(2002). 전개서. pp364-367.  
 [ 3 ] 민용식(1992). 컴퓨터 알고리즘. 정익사  
 [ 4 ] 박정호, 이재운, 이태욱(2006). 컴퓨터과학

교육을 위한 중학교 컴퓨터교육과정 연구. 컴퓨터교육학회 논문지, 9(2).

[ 5 ] 신수범, 이태욱(2005). 컴퓨터교과의 성격 분석과 교육과정 구성 전략. 컴퓨터교육학회 논문지, 8(3).  
 [ 6 ] 신은미, 김현철(2002). 일반계 고등학교에서의 컴퓨터 교과 교육과정에 대한 현황과 개선방향. 정보처리학회지, 9(5).  
 [ 7 ] 이원규 외(2005). 초·중등학교 정보통신 기술 교육과 컴퓨터 교육과정의 통합방안 연구. 연구보고 KR2005-29. 한국교육학술정보원.  
 [ 8 ] 한금희, 함미옥(2004). 컴퓨터과학개론. 한빛미디어.  
 [ 9 ] 허경철 외(2001). 지식생성 교육을 위한 지식의 성격 분석. 교육과정연구. 한국교육과정학회지 제19권 제1호. pp231-250  
 [ 10 ] J. Glenn Brookshear(2003). computer science :An overview. Addison Wesley Longman, Inc. 황종선 외(역).(2004) 컴퓨터과학 총론. 홍릉과학출판사. pp.181.  
 [ 11 ] Ellis Horowitz, et al(1997). Computer algorithms C++. W.H. Freeman and Company. 장직현(역).(2000) 컴퓨터 알고리즘/C++. 사이텍미디어. pp.1

## 김 경 훈



1980 서울교육대학교  
 1988 숭실대학교 전산공학과 졸업 (공학사)  
 1993 한양대학교 교육대학원 (전산교육 -교육학석사)  
 2004 단국대학교 전산통계학과 (전산학-이학박사)  
 1998~현재 한국교육과정평가원 선임연구위원  
 관심분야: 알고리즘, 컴퓨터 교육  
 E-Mail: khkim@kice.re.kr