

## 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용의 설계 및 검증

이 재 호

오 현 종

경인교육대학교

인천계양초등학교

영재교육의 시행 확대에 따라 정보과학영재교육에 대한 관심이 증가하고 있으나, 수학·과학 분야의 영재교육에 비하여 선발 및 교육내용에 대한 연구결과물이 부족한 상황이다. 또한, 정보과학영재교육을 시행함에 있어 알고리즘 교육영역은 가장 핵심적인 분야 중 하나이나, 알고리즘 교육을 초등정보과학영재의 수준에 맞추어 교육한다는 것은 어려운 일이다. 이와 같은 이유로 인하여 정보과학영재교육 분야 중 가장 핵심적인 영역인 알고리즘 교육내용에 대한 기존의 연구는 매우 미비한 실정이다. 이에 본 논문에서는 다음과 같은 절차에 따른 연구를 시행하였다. 첫째, 정보과학영재의 정의 및 특성을 분석하고 이에 따른 정보과학영재교육의 목표 및 교육내용과 알고리즘 교육내용을 분석하였다. 둘째, 분석 내용을 기반으로 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용 개발 기준과 활동지 개발 기준을 제안하였다. 셋째, 본 논문에서 제안한 알고리즘 교육내용과 활동지 개발의 타당성을 검증하기 위하여 경인지역의 초등정보과학영재교육 전문가 그룹을 활용한 델파이 분석을 시행하였다.

주제어: 정보과학영재교육, 초등정보과학영재, 알고리즘 교육

### I. 서 론

앨빈 토플러는 그의 저서 '제 3의 물결'에서 농업혁명과 산업혁명 다음으로 찾아올 정보혁명이 제 3의 물결이 될 것이라고 예견했다. 그러한 정보혁명의 필연적인 결과로 우리 사회는 정보와 지식이 문화, 경제, 생활 전반에

---

교신저자: 이재호(jhlee@gin.ac.kr)

있어 가장 중요한 역할을 하는 지식기반사회로 진입했다. 지식기반사회를 이끌어 갈 영재에 대한 교육의 중요성은 국가 차원의 관심사가 되어 영재 교육 대상자 비율은 점차 확대되어 가고 있다. 지식기반사회가 막대한 정보를 바탕으로 이를 생산하고 이용하는 사회이기에 정보과학 분야의 영재교육을 받을 수 있는 대상자 역시 확대될 것임을 예상할 수 있다.

정보과학을 공부하는 중요한 이유 중 하나는 실생활에서 나타날 수 있는 여러 가지 문제를 효율적으로 해결하는데 있으며, 이를 위한 교육내용 중 하나가 알고리즘 교육이다. 따라서 알고리즘은 정보과학 교육에 있어서 가장 중요한 내용 중 하나이며 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육은 다음과 같은 이유에서 중요하다. 자료구조와 알고리즘은 정보과학 전 분야에서 기본적이고 필수적으로 활용되는 내용이며, 적절한 자료구조와 효율적인 알고리즘이 개발되어야 좋은 소프트웨어를 구현할 수 있다. 또한, 알고리즘의 내용은 개념적이고 추상적이기 때문에 초등정보과학영재들에게 실제적인 문제를 바탕으로 한 알고리즘 교육 내용을 개발하는 것이 필요하다. 그러나 현재 정보과학영재교육을 시행하고 있는 기관마다 교육내용과 방법들이 상이하고, 정보과학영재교육 기관의 교육내용이 개방되어 있지 않아 영재교육 기관마다 교육과정 개발에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 이와 같은 이유로 인하여 본 논문의 목표는 체계적인 초등정보과학영재교육 분야의 알고리즘 교육내용을 제안함으로써 향후 관련 교육의 시행 시에 하나의 가이드라인으로 활용할 수 있도록 하는 것이다.

이에 본 논문에서는 다음과 같은 절차에 따른 연구를 시행하였다. 첫째, 정보과학영재의 정의 및 특성을 분석하고 이에 따른 정보과학영재교육의 목표 및 교육내용과 알고리즘 교육내용을 분석하였다. 둘째, 분석 내용을 기반으로 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용 개발 기준과 활동지 개발 기준을 제안하였다. 셋째, 본 논문에서 제안한 알고리즘 교육내용과 활동지 개발의 타당성을 검증하기 위하여 경인지역의 초등정보과학영재교육 전문가 그룹을 활용한 델파이 분석을 시행하였다.

## II. 정보과학영재교육 관련 연구 분석

### 1. 정보과학영재에 대한 정의

이재호(2009)는 정보과학영재를 지적 능력 부분과 정의적 특성 부분으로 구분하여 정의하였으며, 그 내용을 요약하면 다음과 같다. 첫 번째, 지적 능력 측면에서 정보과학영재는 (1) 평범하고 일상적인 사물이나 행위를 새로운 각도로 관찰하고 그 속에서 새로운 의미를 찾아내려는 창의적 사고 능력이 우수한 자이다. (2) 문제를 발견하고 해결함에 있어 논리적 절차와 수리적 규칙에 따라 사고하는 능력이 우수한 자이다. (3) 평균 이상의 지적 능력을 소유한 자이다. 결과적으로 지적 능력 측면에서 정보과학영재는 ‘창의적 사고가 우수한 자’, ‘논리 및 수리적 사고가 우수한 자’, ‘지적 능력이 우수한 자’로 정의할 수 있다. 두 번째, 정의적 특성 측면에서 정보과학영재는 (1) 정보과학 분야에 대한 관심과 흥미가 매우 많은 자이다. (2) 뛰어난 과제 집착력과 집중력을 가진 자이다. (3) 타인과의 의사소통 능력이 뛰어나며 강력한 리더십을 가진 자이다.

결론적으로 정보과학영재는 첨단 정보기기의 활용 능력이 우수하며 정보기기의 활용을 즐기는 자로서, 자신의 정보과학적인 지적 능력과 정의적 특성을 최대한 발휘하여 첨단 정보과학 이론을 정립하고, 정보과학적인 시스템을 설계 및 구현할 수 있으며, 유용한 정보와 지식을 지속적으로 창출할 수 있는 자로 정의할 수 있다. 이와 같은 정보과학영재의 정의를 개념적으로 표현한 것이 [그림 1]이며, 현재까지 발표된 정보과학영재의 정의에 대한 주요 내역을 정리한 것이 <표 1>이다.



[그림 1] 정보과학영재의 정의

<표 1> 정보과학영재의 정의

출처	정보과학영재의 정의 내용
나동섭, 이재호 (2001)	정보과학영재는 발생된 문제 또는 과제에 대하여 흥미와 관심을 갖고, 이의 해결을 위해 정보에 대한 지식과 우수한 지적 능력을 동원하여 문제를 정확히 이해하여 수학적 모델을 구성할 수 있고, 컴퓨터 또는 인터넷 등의 새로운 기술이나 지식을 보다 빠르고 유연하게 습득할 수 있는 능력과 정보 기술 활용 능력을 바탕으로 수렴적 또는 발산적 사고과정을 거쳐 과제해결에 필요한 정보를 수집하며, 또한 수집된 정보를 분석, 종합, 일반화, 특수화의 과정을 통하여 가공함으로써 문제를 해결하고, 새로운 정보를 창출해 낼 수 있는 능력을 지닌 자.
오세균, 안성진 (2002)	컴퓨터 영재란 일반적 지적 능력, 컴퓨터에 대한 강한 호기심, 높은 창의력, 수학-언어적 능력, 과제 집착력의 요소에서 모두 평균 이상의 특성을 소유하고 있는 사람 중에서 응용 소프트웨어, 프로그래밍, 게임, 멀티미디어 등에 관심을 갖고 컴퓨터적 지각력, 일반화하는 능력, 추론력, 새로운 상황에 대처하는 능력, 문제를 분석하고 그들 간의 관계를 파악하는 능력, 컴퓨터적 표현능력, 적용력, 활용력이 뛰어나고 그 가능성이 있는 사람.
이길복, 전우천 (2003)	컴퓨터 관련 분야에서 창의력, 응용력, 문제해결력, 과제집착력을 보이거나 그 가능성이 큰 자.
이재호 (2009)	정보과학영재는 첨단 정보기기의 활용 능력이 우수하며 정보기기의 활용을 즐기는 자로서, 자신의 정보과학적인 지적 능력과 정의적 특성을 최대한 발휘하여 첨단 정보과학 이론을 정립하고, 정보과학적인 시스템을 설계 및 구현할 수 있으며, 유용한 정보와 지식을 지속적으로 창출할 수 있는 자.

## 2. 정보과학영재의 특성

정보과학영재의 특성을 정의한 기존 연구는 유경미(2002), 이재호, 이재수(2006), 이재호(2009) 등이며, 현재까지 발표된 정보과학영재의 특성에 대한 주요 내역을 정리한 것이 <표 2>이다.

<표 2> 정보과학영재의 특성

출처	특성	
유경미 (2002)	일반적 능력 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 컴퓨터지식의 적용력</li> <li>◦ 지능지수</li> <li>◦ 알고리즘적 능력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 컴퓨터 과목의 성취도</li> <li>◦ 논리적 사고력</li> <li>◦ 추론능력</li> </ul>
	지적 능력 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 프로그래밍 능력</li> <li>◦ 소프트웨어 지식</li> <li>◦ 멀티미디어 활용 능력</li> <li>◦ 컴퓨터분야의 자신감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 소프트웨어 활용 능력</li> <li>◦ 수학적 능력</li> <li>◦ 컴퓨터분야의 적성</li> </ul>
	정의적 능력 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 동기유발</li> <li>◦ 과제에 대한 집착력</li> <li>◦ 컴퓨터분야의 성취욕구</li> <li>◦ 집중력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 컴퓨터분야 지각력</li> <li>◦ 잠재적 개발가능성</li> <li>◦ 호기심</li> </ul>
	창의적 영역 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 컴퓨터학습에 대한 의지</li> <li>◦ 무한한 상상력</li> <li>◦ 컴퓨터 이론의 일반화 능력</li> <li>◦ 컴퓨터 분야의 직관력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 컴퓨터 문제 해결력</li> <li>◦ 사고의 독창성</li> <li>◦ 확산적 사고</li> </ul>
이재호, 이재수 (2006)	일반적 특성 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 조기에 뛰어난 이해력과 통찰력</li> <li>◦ 논리적이고 확산적 사고력</li> <li>◦ 뛰어난 상상력과 왕성한 호기심</li> <li>◦ 특수학문적성(정보과학)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 대담한 모험가</li> <li>◦ 창의성</li> <li>◦ 과제에 대한 집착력</li> </ul>
	정보과학적 특성 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 소프트웨어와 멀티미디어에 관한 지식과 활용 능력</li> <li>◦ 프로그래밍 능력</li> <li>◦ 컴퓨터 분야의 성취욕구와 자신감</li> <li>◦ 새로운 알고리즘의 개발 능력</li> </ul>	
이재호 (2009)	이산수학적 사고력 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 직관적 통찰력</li> <li>◦ 시간화/시각화 능력</li> <li>◦ 수학적 추론 능력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 정보의 조직화 능력</li> <li>◦ 수학적 추상화 능력</li> <li>◦ 일반화 및 적용 능력</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 정보과학 분야에 대한 관심과 흥미</li> <li>◦ 뛰어난 과제집착력과 집중력</li> <li>◦ 뛰어난 의사소통 능력과 리더십</li> <li>◦ 창의적 사고, 논리 및 수리적 사고, 지적 능력</li> </ul>	

### 3. 정보과학 영재교육의 목표 및 내용

김미숙, 이재호(2005a)는 정보과학 영재교육의 목표를 다음과 같이 다섯 가지로 정의하였다.

- 정보과학 분야에 필수적인 사고력을 신장한다.
- 정보과학 분야의 잠재적 적성을 강화한다.
- 정보과학 분야를 구성하는 특정 지식을 습득한다.
- 정보과학 분야와 관련된 특수 능력을 습득하되 기능과는 구분한다.
- 정보과학 분야와 관련된 일반 능력을 신장한다.

이상과 같은 다섯 가지 정보과학영재교육의 목표를 달성하기 위한 교육 내용을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 정보과학 분야의 필수적인 사고력이란 정보과학 전 분야에서 활용해야 하는 사고력이라고 할 수 있다. 예를 들면, 시스템의 기획(plan), 설계(design), 구현(implementation), 유지보수(maintenance), 서비스(service) 등의 과정에서 필수적으로 활용되어야 하는 사고력이다. 이와 같은 능력을 신장하기 위해서는 수리적 사고, 논리적 사고 및 추론 능력, 창의적인 문제발견 및 해결 능력 등을 배양시킬 수 있는 교육 내용을 구성해야 한다.

둘째, 정보과학 분야의 잠재적 적성이란 정보과학 분야와 관련된 업무를 수행하기 위한(또는 수행하기에 적합한) 소질이나 적응 능력이라고 할 수 있다. 이와 같은 정보과학 분야의 잠재적 적성을 강화하기 위해서는 무엇보다도 정보과학영재들에게 정보과학에 대한 호기심을 심어주어야 하며, 정보과학에 대한 미래 비전 제시, 정보과학과 실생활과의 연계성 강조, 정보과학 분야의 진로 지도 등을 실시할 수 있는 교육 내용을 구성해야 한다.

셋째, 정보과학의 전 분야를 구성하는 특정 지식은 매우 광범위한 세부 분야들로 구성되기 때문에 정보과학영재들에게 모든 세부 분야를 교육시키는 것은 불가능하다. 이와 같은 이유로 인하여 광범위한 세부 분야 중 초·중등 정보과학영재들이 필수적으로 학습해야 하는 내용을 선정하는 것이

중요하다. KEDI의 정보과학영재 교육과정(김미숙, 이재호, 2005a)은 이를 위하여 정보과학 분야에서 활동하는 전문가 그룹을 활용하여 델파이 조사를 실시한 후 교육 내용을 선정하였다. 결과적으로 알고리즘 설계(algorithm design), 계산 원리(computation theory), 이산 구조(discrete structure), 기초 수학기론, 자료구조(data structure), 정보보호 및 윤리, 프로그래밍 언어(programming language), 기초 프로그래밍, 고급 프로그래밍, 인간과 컴퓨터의 상호작용(human computer interaction: HCI), 정보과학과 연관된 과학 이론 등을 선정하였다.

넷째, 정보과학 분야와 관련된 특수 능력을 습득하되 기능과는 구분한다는 것은 매우 중요한 것이다. 일반적으로 정보과학 분야의 특수 능력이라고 하면 기능이 중요한 역할을 하는 응용 프로그램의 활용 능력과 연계하여 생각하는 경향이 있으나, 정보과학영재의 경우 응용 프로그램의 활용 능력은 상대적으로 그 중요성이 떨어지기 때문이다. 이와 같은 능력을 신장하기 위해서는 ‘과학적 규칙성 발견 및 과학적 탐구 능력’과 ‘문제의 구조화 및 모델링 능력’을 배양하는 것이 중요하다. 이외에도 시스템 개발 능력, 프로그램 제작 능력, 객체 지향적 프로그래밍 능력 등도 배양할 필요가 있다.

다섯째, 정보과학 분야와 관련된 일반 능력은 타 과학 분야의 일반 능력과 크게 다르지 않다. 결과적으로 정보과학영재들이 자율적으로 탐구하고 학습할 수 있는 능력이 중요하며, (초)대형 시스템의 개발 시에 정보과학 분야처럼 여러 전문가 집단이 공동으로 작업을 진행하는 분야도 드물기 때문에 공동 작업 능력이 필요하다. 또한, 정보과학 분야에 종사하는 전문가들은 서로 상호작용(interaction)하는 능력과 의사소통(communication)하는 능력이 매우 필요하며, 특히 리더 그룹에서 일해야 하는 정보과학영재들의 경우에는 리더십(leadership)이 필수적으로 필요하다.

#### 4. 알고리즘 교육의 중요성

문제해결을 위해 수백 년 동안 사용해온 절차인 알고리즘은 학생들의 학업 성취의 필수적인 요소로 보는 것이 주된 관점이었고 최근에도 학교 수학 및 정보교과의 주된 관심사이다. 이기철(2006)은 이와 같이 알고리즘이

중요시 생각되는 것은 다음과 같은 교육적 가치를 지니고 있기 때문이라고 주장하였다. (1) 알고리즘은 강력하다. (2) 알고리즘은 신뢰할 만하다. (3) 알고리즘은 정확하다. (4) 알고리즘은 빠르다. (5) 알고리즘은 문자 기록을 남긴다. (6) 알고리즘은 정신적인 상을 만든다. (7) 알고리즘은 유익하다. (8) 하나의 알고리즘이 다른 알고리즘에 사용된다. 김영기 외 (2006)는 알고리즘과 프로그래밍 교육은 사고력 교육이라고 밝히며 그 효과를 사고력(창의력, 논리력, 문제해결력, 비판력, 종합력, 분석력 등), 지식(컴퓨터 구조, 컴퓨터 과학 내용, 소프트웨어 이해 등), 기능(설계 능력, 개발 능력, 최적화 능력, 의사결정 능력, 성취 능력), 태도(컴퓨터에 대한 인식, 미래 정보화 사회에 대한 인식, 삶에 대한 자세)에 대한 능력 신장이라고 하였다.

미국 컴퓨터 학회(ACM: Association for Computing Machinery)에서는 기본적인 컴퓨터 알고리즘의 학습 분야를 <표 3>과 같이 제시하고 있다.

<표 3> ACM의 컴퓨터 알고리즘의 학습 분야

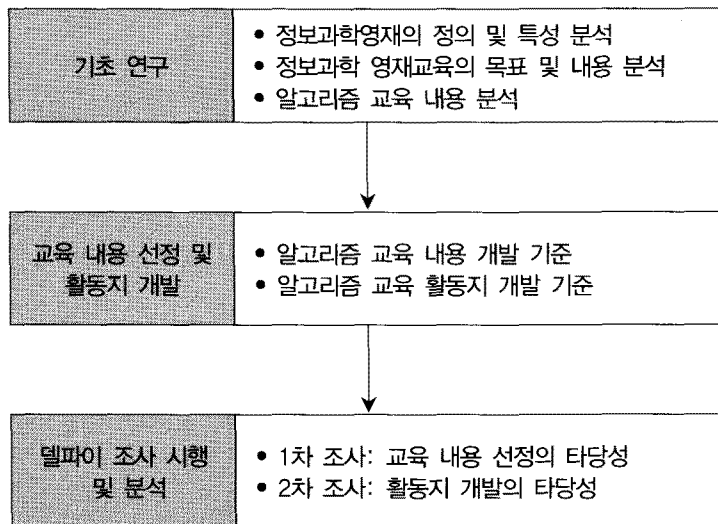
주요 내용	세부 내용
Simple numerical algorithms	
Sequential and binary search algorithms	
Quadratic sorting algorithms	Selection, Insertion
O(N log N) sorting algorithms	Quicksort, Heapsort, Mergesort
Hash tables	
Binary search trees	
Representations of graphs	
Depth and breath-first traversals	
Shortest path-algorithms	
Transitive closure	Floyd' algorithms
Minium spanning tree	
Topological sort	



### III. 연구 방법

#### 1. 연구 절차

본 논문에서는 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용을 설계하고 검증하기 위하여 다음과 같은 연구 절차를 수행하였다. 첫째, 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용 설계를 위한 기초 자료를 개발하기 위하여 정보과학영재의 정의 및 특성, 정보과학 영재교육의 목표 및 내용, 알고리즘 교육 내용 등을 분석하였다. 둘째, 알고리즘 교육 내용 선정 및 활동지 개발 부분에서는 알고리즘 교육 내용 선정을 위한 기준과 활동지 개발 기준을 개발하여 초등정보과학영재에 적합한 알고리즘 교육 내용과 활동지를 개발하였다. 셋째, 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용과 활동지의 타당성을 검증하기 위하여 2차에 걸친 델파이 조사를 시행하고 분석하였다. 이상과 같은 연구 절차를 요약한 것이 [그림 2]이다.



[그림 2] 연구 절차

## 2. 델파이 조사

본 논문에서는 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용의 선정과 활동지를 개발하고 이에 대한 타당성을 델파이 조사를 통해 검증하였다. 델파이 조사를 위한 전문가 집단은 <표 4>와 같이 경인지역의 정보과학영재 분야의 논문 저자 및 정보과학 영재교육 교사 21명을 선정하였다.

<표 4> 델파이 조사를 위한 전문가 집단

구분 대상자	관련 연구(A) 시행자	정보과학 영재교육(B) 담당자	A 시행자 및 B 담당자	계
인천	3	0	4	7
경기	8	5	1	14
계	11	6	4	21

델파이 조사는 총 2회에 걸쳐 시행하였으며, 1차 조사는 2008년 11월 17일부터 29일까지 시행하였고 2차 조사는 2008년 12월 22일부터 12월 31일까지 시행하였다. 1차 조사에서는 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용의 타당성에 대한 조사를 실시하였고, 2차 조사에서는 교육내용에 기반한 활동지 내용과 적용 방안 등에 대한 타당성 조사를 실시하였다. 델파이 조사 시행과 관련된 내용을 요약한 것이 <표 5>이고, 조사 항목에 대한 내용을 요약한 것이 <표 6>이다.

<표 5> 델파이 조사 시행 개요

	조사 기간	수거(율)
1차 델파이 조사	2008년 11월 17일~29일	21명(100%)
2차 델파이 조사	2008년 12월 22일~31일	21명(100%)

&lt;표 6&gt; 델파이 조사 항목 개요

조사 항목	세부 내용	
1차	교육내용의 전체적 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ 교육내용의 전체적 방향</li> <li>▫ 교육기간</li> <li>▫ 주제의 적절성 및 교육순서               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 학습주제의 적절성</li> <li>▪ 교육순서의 적절성</li> </ul> </li> <li>▫ 정리방법</li> </ul>
	교육내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ 알고리즘의 기본개념과 표현방법에 관한 교육내용</li> <li>▫ 자료구조에 관한 교육내용</li> <li>▫ 정렬에 관한 교육내용</li> <li>▫ 탐색에 관한 교육내용</li> </ul>
	교육내용의 적용	-
2차	전체적 분석내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ 전체적 내용</li> <li>▫ 활동지의 구조</li> </ul>
	각 주제별 분석내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ 알고리즘 개념 학습</li> <li>▫ 자료구조 내용</li> <li>▫ 정렬 알고리즘</li> <li>▫ 탐색 알고리즘</li> </ul>
	활동지 적용 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ 적용 시간</li> <li>▫ 자료 획득</li> <li>▫ 기대효과</li> </ul>

## IV. 알고리즘 교육 내용 설계

### 1. 알고리즘 교육내용 선정 기준

초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용을 설계하기 위하여 다음과 같은 교육내용 선정 기준을 개발하여 적용하였다. 첫째, 실생활 중심의 내용을 선정한다. 초등학생들의 삶에서 자주 접하고 볼 수 있는 실생활과 관련된 내용을 선정함으로써 교육내용 및 활동에 대한 학생들의 흥미를 높이며 적극적으로 문제해결을 시도하기 위한 동기를 부여할 수 있다. 둘째, 창의적 문제해결력 신장을 위한 내용을 선정한다. 정보과학영재는 다양한 상황과 문제들을 과제 집착력과 창의적 문제해결력을 바탕으로 해결해 간다.

따라서 이들을 대상으로 효과적인 교육을 시행하기 위해서는 창의적 문제 해결력과 탐구력을 이끌어 낼 수 있는 내용으로 교육내용이 구성되어야 한다. 셋째, 자료구조 및 알고리즘의 교육내용을 선정한다. 현재 교육에 많이 이용되는 자료구조 및 알고리즘의 내용이 실생활과 연계될 수 있도록 구성한다. 넷째, 영재교육기관의 교육시간을 고려하여 선정한다. 일반적인 영재교육기관에서의 교육기간(한 학기 8주의 분량으로 총 16주의 분량) 및 교육시간(주당 4시간)을 고려함으로써 본 논문의 연구 내용이 실제 영재교육기관에서 사용될 수 있도록 한다.

결과적으로, 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용은 알고리즘의 내용을 중심으로 설계하였지만 이상적인 알고리즘이 구조적인 자료구조를 바탕으로 이뤄지기 때문에 자료구조에 대한 개념과 실생활에서의 활용에 중점을 두었다. 자료구조는 배열, 스택, 큐, 트리, 그래프 등을 중심으로 실생활에서 확인할 수 있는 예제를 바탕으로 개념학습에 중점을 두었다.

## 2. 교육내용 활동지 개발 기준

교육내용 활동지는 총 16주 분량을 개발하였으며, 주당 4시간을 기준으로 5개 내외의 활동지를 개발하였다. 매 주 첫 번째 활동지는 과제로 해 온 내용을 바탕으로 발표 및 토론을 중심으로 교육하도록 하였고, 마지막에 배치된 1~2개의 활동지는 다음 주 수업을 위한 과제로 구성하였다. 활동지의 넘버링은 『교육주-해당주수업순서/다음주과제순서(교육순서)』로 표기하였다(김미숙·이재호, 2005b). 예를 들어 3-1(1)은 3주차의 첫 번째 시간 교육 내용이고, 3-2(1)은 3주차에서 안내하는 다음 주 첫 번째 과제내용을 의미한다.

이상과 같은 기준을 적용하여 설계한 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육 내용은 다음 <표 7>과 같다.

<표 7> 알고리즘 교육내용의 설계

주	주 제	교 육 내 용
1	알고리즘 이야기	1-1(1) 알고리즘의 개념과 특징 1-1(3) 알고리즘의 조건 및 설계 1-2(1) 알고리즘의 표현방법 조사 1-1(2) 알고리즘의 중요성 1-1(4) 알고리즘의 분석
2	알고리즘의 표현방법	2-1(1) 알고리즘 표현방법 발표 및 토론 2-1(3) 의사코드 이해하기 2-2(1) 생활에서 적용되는 배열 조사 2-1(2) 순서도 이해하기 2-1(4) 알고리즘의 표현
3	효과적인 저장 표현방법	3-1(1) 배열의 개념 발표 및 토론 3-1(3) 배열의 표현방법 3-2(1) 생활에서 적용되는 스택 조사 3-1(2) 배열의 특징 및 다중 배열 3-1(4) 배열을 활용한 게임 하기
4	입구가 하나인 공간(스택)	4-1(1) 스택의 개념 발표 및 토론 4-1(3) 스택 구조의 장단점 4-2(1) 생활에서 적용되는 큐 조사 4-1(2) 스택 이용 시 고려사항 4-1(4) 상황별 스택의 인식
5	입구와 출구가 다른 공간(큐)	5-1(1) 큐의 개념 발표 및 토론 5-1(3) 큐 구조의 장단점 5-2(1) 자신의 가계도 만들어 보기 5-1(2) 큐 이용 시 고려사항 5-1(4) 스택과 큐의 상황별 장단점
6	나뭇가지를 자료의 이용(트리)	6-1(1) 가계도 발표 및 토론 6-1(3) 결정트리를 통한 미지수 맞추기 6-2(1) 최소 경로 찾기 6-1(2) 트리를 이용한 의사결정 6-1(4) 트리를 이용한 나이 추측하기
7	여러 개의 나무(그래프)	7-1(1) 최소 경로 찾기 발표 및 토론 7-1(3) 생활 속에서 그래프의 사용 7-2(1) 생활 속 그래프 개선하기 7-1(2) 그래프의 개념 및 표현방법 7-1(4) 그래프 표현 및 경로 개선하기
8	1학기 내용 정리	8-1(1) 1학기 내용 정리하기 8-2(1) 물건을 정리 시 규칙 정리하기 8-1(2) 포스터 제작하기
9	효과적인 정리정돈방법 (정렬)	9-1(1) 자신만의 규칙 발표 및 토론 9-1(3) 저울을 활용하여 무게 정렬하기 9-2(1) 자리를 바꿀 때의 고려사항 9-1(2) 책꽂이 정렬하기 9-1(4) 효과적인 정렬방법 제안하기
10	자리 바꾸기 (정렬)	10-1(1) 고려사항 발표 및 토론 10-1(3) 단계적으로 자리 배치하기 10-2(1) 생활 속 탐색 조사 10-1(2) 정렬방법 결정하기 10-1(4) 정렬방법과 결과 비교하기
11	자료의 탐색	11-1(1) 생활 속에서 탐색 발표 및 토론 11-1(3) 효과적인 탐색 방법 찾기 11-2(1) 정렬과 탐색 조건 생각하기 11-1(2) 배열에서의 탐색 11-1(4) 선형 탐색과 이진 탐색
12	스택과 큐에서 자료 찾기	12-1(1) 정렬과 탐색 조건 발표 및 토론 12-1(3) 좌식 예약 및 취소 12-2(1) 트리와 그래프에서의 탐색 방법 12-1(2) 상자 속 물건 찾기 12-1(4) 브라우저 버튼 개선하기
13	트리와 그래프에서의 자료 찾기	13-1(1) 탐색 방법 발표 및 토론 13-1(3) 너비 우선 탐색 13-2(1) 길을 찾아갈 때의 방법 13-1(2) 깊이 우선 탐색 13-1(4) 상황별 탐색 방법
14	길을 찾아라	14-1(1) 길 찾기 방법 발표 및 토론 14-1(3) 최단 경로 찾기 14-2(1) 여러 가지 미로의 특징 14-1(2) 무작정 튀기기 14-1(4) 길 찾기 방법 제안하기
15	미로 탈출	15-1(1) 미로의 특징 발표 및 토론 15-1(3) 확장 좌수법과 확장 우수법 15-2(1) 새로운 탐색방법 제안하기 15-1(2) 좌수법과 우수법 15-1(4) 효과적인 탐색방법
16	단원 정리 및 평가	16-1(1) 새로운 탐색방법 보고서 작성 16-1(2) 교육내용 정리

## V. 델파이 조사 결과 분석

### 1. 1차 델파이 조사 결과 분석

#### 가. 구성 측면

초등정보과학영재를 위한 교육내용의 전체적인 구성 측면에 대한 의견을 조사하기 위하여 교육내용의 방향, 교육기간, 주제 및 교육순서, 정리방법 등에 대한 타당성 검증을 실시하였으며, 그 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫 번째, 교육내용의 방향에 대한 조사를 위하여 <표 8>과 같이 세 가지 항목을 제시하였으며 각 항목의 중요성을 확인하기 위해 이에 대한 우선순위를 가중치로 부여하였다. 가중치는 저자가 임의로 결정하여 부여하였으나, 델파이 전문가 그룹의 의도를 최대한 반영할 수 있도록 단계를 조정하였다. 가중치는 첫 번째로 선정한 항목은 1, 두 번째로 선정한 항목은 0.7, 마지막으로 선정한 항목에는 0.4를 부여하였다. 결과적으로 ‘생활에서 볼 수 있는 구체적 문제를 중심’으로 알고리즘 내용을 설계하는 것이 초등정보과학영재에게 효과적인 것이라는 의견이 다수였다.

<표 8> 교육내용의 방향에 대한 우선순위

항목	우선순위	선택인원수(결과값)		
		1(×1.0)	2(×0.7)	3(×0.4) 계(결과값)
① 생활에서 볼 수 있는 구체적 문제를 중심으로		12(12)	5(3.5)	4(1.6) 21(17.1)
② 기초 기능 습득을 위한 기본 교육으로		4(4)	13(9.1)	4(1.6) 21(14.7)
③ 프로그래밍 교육을 위한 기초교육의 일환으로		5(5)	3(2.1)	13(5.2) 21(12.3)

두 번째, 교육기간에 대한 의견조사에서 16주로 편성된 기간에 대해서는 78.6%의 응답자가 적절하다고 응답하였으며, 응답 이유를 요약하면 다음과 같다. (1) 현재 주 5일 수업제도 하에서 영재교육이 수업이 없는 토요일에 주로 실시되어 2회/월 교육하는 것을 고려하면 적당하다. (2) 양질의 학습 결과물을 산출하기 위해서는 최소한 16주의 기간이 필요하다. (3) 정보과학

분야의 핵심 내용인 알고리즘에 대한 깊이 있는 교육을 시행하기 위해서는 최소한 16주의 기간이 필요하다.

세 번째, 선정된 학습주제와 교육순서가 적절한가를 조사한 결과 <표 9>와 같이 응답 전문가의 95%이상이 ‘그렇다’라고 답변하였다.

<표 9> 학습주제 및 교육순서의 적절성

조사 내용	적절성 정도 (N=21)				
	매우 그렇다	그렇다	보통임	부족함	매우 부족함
선정된 학습주제들이 적당하다.	8	12	1	0	0
선정된 학습주제들의 교육순서가 교육내용과 관련지어 볼 때 적당하다.	8	12	0	1	0

네 번째, 8주(1학기 정리)와 16주(2학기 정리)에 실시할 해당 학기 학습 내용에 대한 정리방법에 대해서는 85.7%의 응답자가 필요하다고 하였다. 정리 방법은 응용 프로그램을 활용한 포스터 제작 방식이 적절하다고 한 응답자가 81%였고 적절하지 않다고 한 응답자는 19%였다.

나. 교육내용 측면

초등정보과학영재를 위한 교육내용에 대한 전문가 의견 조사는 ‘알고리즘의 기본개념과 표현방법’, ‘자료구조’, ‘정렬’, ‘탐색’ 등 총 4개 교육영역에 대하여 ‘학습목표’, ‘내용구성’, ‘교육수준’, ‘실생활과 연계’, ‘기대수준’, ‘연계성’ 등의 총 6개 항목에 대하여 실시하였으며, 각 항목별로 적절성 정도를 확인하기 위하여 ‘매우 그렇다(가중치 5)’, ‘그렇다(가중치 4)’, ‘보통임(가중치 3)’, ‘부족함(가중치 2)’, ‘매우 부족함(가중치 1)’ 등의 5단계 척도로 구분하여 선택 인원에게 가중치를 곱한 결과값을 산출하였다. 각 항목별 조사 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫 번째, 초등정보과학영재를 위한 교육내용 중 기본 개념을 포함하고 있으면서 교육 시작 후 2주 동안에 실시하는 알고리즘의 기본개념과 표현

방법에 대한 조사 결과는 ‘알고리즘 개념형성에 도움이 된다.’는 기대수준 항목이 가장 높은 결과값(93)을 나타내었다. 나머지 항목들도 높은 결과값(80 이상)을 나타내었으나, ‘초등정보과학영재의 수준에 적합한가?’에 대한 교육수준 항목은 상대적으로 낮은 결과값(65)을 나타내어 교육내용에 대한 수준 조절이 필요함을 지적하였다.

두 번째, 배열, 스택, 큐, 트리, 그래프 등의 교육내용을 5주간 실시하는 자료구조에 관한 조사 결과는 ‘학습목표 달성에 효과적이다.’라는 학습목표 항목(95), ‘교육내용 간 연계성이 고려되었다.’라는 연계성 항목(94), ‘생활 속 문제들을 잘 반영하였다.’라는 실생활과의 연계 항목(90) 등이 각각 높은 결과값을 나타내었으며, 나머지 항목들도 높은 결과값(86 이상)을 나타내었다.

세 번째, 정렬에 대한 기본 개념을 2주간 실시하는 것에 관한 조사 결과는 ‘생활 속 문제들을 잘 반영하였다.’라는 실생활과의 연계 항목(93), ‘창의적인 산출물을 기대할 수 있다.’는 기대수준 항목(93), ‘내용구성이 적절하다.’는 내용구성에 관한 항목(91), ‘교육내용 간 연계성이 고려되었다.’라는 연계성 항목(91) 등이 각각 높은 결과값을 나타내었으며, 나머지 학습목표 항목(89)과 교육수준 항목(87)도 높은 결과값을 나타내었다.

네 번째, 탐색에 대한 기본 개념을 4주간 실시하는 것에 관한 조사 결과는 ‘내용구성이 적절하다.’는 내용구성에 관한 항목(95), ‘교육내용 간 연계성이 고려되었다.’라는 연계성 항목(95), ‘생활 속 문제들을 잘 반영하였다.’라는 실생활과의 연계 항목(92), ‘학습목표 달성에 효과적이다.’라는 학습목표 항목(91), ‘창의적인 산출물을 기대할 수 있다.’는 기대수준 항목(90) 등이 각각 높은 결과값을 나타내었으며, 나머지 교육수준 항목도 높은 결과값(85 이상)을 나타내었다.

이상의 내용을 요약한 것이 <표 10>이다.



<표 10> 알고리즘 교육내용의 적절성

항목	내용	적절성 정도(N=21)					결과값	평균값
		매우 그렇다	그렇다	보통임	부족함	매우 부족함		
학습 목표	목표 달성에 효과적이다.	기본개념	7	14	0	0	0	91
		자료구조	11	10	0	0	0	95
		정렬	7	12	2	0	0	89
		탐색	8	12	1	0	0	91
							91.50	
내용 구성	필요한 내용이 알맞게 구성되었다.	기본개념	8	10	1	1	1	80
		자료구조	7	12	1	1	0	88
		정렬	9	11	0	1	0	91
		탐색	11	10	0	0	0	95
							88.5	
교육 수준	초등정보과학영재들 의 수준에 적합하다.	기본개념	0	5	13	3	0	65
		자료구조	6	12	3	0	0	87
		정렬	4	16	1	0	0	87
		탐색	5	13	2	1	0	85
							81	
실생활 과의 관계	생활 속 문제들을 잘 반영시킬 수 있다.	기본개념	6	13	2	0	0	88
		자료구조	9	10	1	1	0	90
		정렬	10	10	1	0	0	93
		탐색	9	11	1	0	0	92
							90.75	
기대 수준	알고리즘 기본 개념형성에 도움이 된다.	기본개념	9	12	0	0	0	93
		자료구조	5	13	3	0	0	86
		정렬	10	10	1	0	0	93
		탐색	7	13	1	0	0	90
							90.50	
연계성	교육내용 간 연계성이 고려되었다.	기본개념	8	10	3	0	0	83
		자료구조	10	11	0	0	0	94
		정렬	8	12	1	0	0	91
		탐색	11	10	0	0	0	95
							90.75	

다. 교육내용의 적용 측면

‘초등정보과학영재에 대한 적절한 교육방법은 무엇인가?’라는 질문에 대한 답변으로는 ‘발표와 토론’(33.3%), ‘PBL’(23.9%), ‘프로젝트 학습’(9.5%), ‘강의’(4.8%) 등의 순이었다. 기타의 의견으로는 한 가지에 한정짓지 말고

여러 방법을 통합 적용해야 한다는 의견이 28.6%였다. 또 활동지 사용여부에 관한 의견으로는 85.7%가 활동지의 필요성을 이야기하였으며, 필요 없다고 응답한 경우에도 전혀 필요 없는 것이 아니라 경우에 따라 필요하다고 하여 사실상 활동지의 사용 필요성을 인지하고 있었다. 수업시간에 대해서는 ‘단위시간(40분)을 기준으로 해야 한다.’와 ‘시간에 구애받지 말고 과제 이행 정도에 따라 시간 구성을 해야 한다.’가 각각 33.3%와 42.8%였으며 차시별 통합의견도 23.8%였다.

## 2. 2차 델파이 조사 결과 분석

### 가. 활동지 구성 측면

초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용을 포함하는 활동지의 구성 측면을 분석하기 위하여 수업활동 측면과 자기주도적 학습 측면으로 구분하여 전문가 의견 조사를 시행하였다. 조사 결과 ‘수업활동 측면의 기여도’가 ‘자기주도적 학습 측면의 기여도’보다 앞서는 것으로 분석되었으며, 그 내용을 요약하면 <표 11>과 같다.

<표 11> 활동지 구성 측면의 적절성

항목	내용	적절성 정도 (N=21)					결과값
		매우 그렇다	그렇다	보통임	부족함	매우 부족함	
수업 활동 측면의 기여	활동주체의 명시가 수업활동을 이해하는데 도움을 준다.	9	11	1	0	0	92
	활동목표의 명시가 수업활동을 이해하는데 도움을 준다.	9	11	1	0	0	92
	평가관점의 명시가 수업활동을 이해하는데 도움을 준다.	9	7	5	0	0	88
자기 주도적 학습 측면의 기여	활동지가 자기 주도적 학습에 도움이 된다.	7	7	7	0	0	84
	활동지가 학습한 내용을 정리하는데 도움이 된다.	6	10	5	0	0	85
	교사·학생을 연결하는 매개체로 적합하다.	4	13	4	0	0	84

### 나. 활동지 내용 측면

초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용을 포함하는 활동지의 내용 측면을 분석하기 위하여 ‘학습주제’, ‘학습목표’, ‘기대수준’, ‘구성’, ‘교육내용’, ‘연계성’, ‘분량’ 등의 7개 항목으로 구분한 후 각 항목에서 세부 내용 14개에 대한 전문가 의견 조사를 시행하였으며, 각 항목별로 적절성 정도를 확인하기 위하여 ‘매우 그렇다(가중치 5)’, ‘그렇다(가중치 4)’, ‘보통임(가중치 3)’, ‘부족함(가중치 2)’, ‘매우 부족함(가중치 1)’ 등의 5단계 척도로 구분하여 선택인원에 가중치를 곱한 결과값을 산출하였다. 각 항목별 조사 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫 번째, ‘학습주제’ 항목에 대한 세부 내용 중 ‘학습주제가 정보과학영재에게 적합한가?’와 ‘알고리즘의 기본 개념이 잘 반영되었는가?’에 대한 조사 결과는 모두 90점 이상의 높은 결과값(평균값 92.25와 91점)을 나타내었다.

두 번째, ‘학습목표’ 항목에 대한 세부 내용 중 ‘학습목표가 정보과학영재에게 적합한가?’와 ‘학습목표가 명확한가?’에 대한 조사 결과는 모두 90점 이상의 높은 결과값(평균값 92점과 92.25점)을 나타내었으며, ‘학습목표가 성취 가능한 수준인가?’에 대한 조사 결과도 88.50점으로 평균 이상의 결과값을 나타내었다.

세 번째, ‘기대수준’ 항목에 대한 세부 내용 중 ‘초등정보과학영재들의 수준에 적합한가?’와 ‘창의적 문제해결방법과 다양한 결과물을 기대할 수 있는가?’에 대한 조사 결과는 모두 평균 이상의 결과값(평균값 87점과 89점)을 나타내었다.

네 번째, ‘구성’ 항목에 대한 세부 내용인 ‘필요한 내용이 알맞게 구성되어 있는가?’에 대한 조사 결과는 평균 이상의 결과값(평균값 89.259점)을 나타내었다.

다섯 번째, ‘교육내용’ 항목에 대한 세부 내용 중 ‘주제와 맞물려 내용이 적절한가?’와 ‘창의성을 기를 수 있는가?’ 및 ‘알고리즘의 기본 개념을 학습하는 데 효과적인가?’에 대한 조사 결과는 모두 90점 이상의 높은 결과값(평균값 90점, 91.25점, 91.10점)을 나타내었다.

여섯 번째, ‘연계성’ 항목에 대한 세부 내용 중 ‘교육내용 간 연계성이 고려되었는가?’는 90점 이상의 높은 결과값(평균값 90.25점)을 나타내었으며, ‘실생활 문제와 연계성이 고려되었는가?’에 대한 조사 결과는 평균 이상의 결과값(평균값 87.50점)을 나타내었다.

일곱 번째, ‘분량’ 항목에 대한 세부 내용인 ‘초등정보과학영재를 위한 수업에 적절한 분량인가?’에 대한 조사 결과는 평균 이상의 결과값(평균값 85점)을 나타내었다.

결과적으로 활동지 내용 측면의 7가지 항목에 대한 조사 결과 모두 우수한 결과값을 나타내었으며, 세부적인 사항들을 요약하면 다음과 같다. ‘학습주제’와 ‘교육내용’ 항목의 세부 내용들은 모두 90점 이상의 높은 결과값을 나타내었고, ‘기대수준’, ‘구성’, ‘분량’ 등의 항목의 세부 내용은 평균값 이상인 80점대의 결과값을 나타내었으며, 나머지 항목들인 ‘학습목표’와 ‘연계성’은 90점 이상과 80점대의 점수를 결과값으로 나타내었다.

<표 12> 활동지 세부 주제별 내용의 적절성

항목	내용	적절성 정도 (N=21)					결과값	평균값
		매우 그렇다	그렇다	보통임	부족함	매우 부족함		
학습 주제	학습주제가 정보과학영재에게 적합하다.	기본개념	10	10	1	0	0	93
		자료구조	9	11	1	0	0	92
		정렬	9	11	1	0	0	92
	알고리즘의 기본 개념이 잘 반영되었다.	탐색	9	11	1	0	0	92
		기본개념	8	10	3	0	0	89
		자료구조	7	13	1	0	0	90
학습 목표	학습목표가 정보과학영재에게 적합하다.	정렬	9	11	1	0	0	92
		탐색	10	10	1	0	0	93
		기본개념	9	11	1	0	0	92
	학습목표가 명확하다.	자료구조	8	11	2	0	0	90
		정렬	12	8	1	0	0	95
		탐색	9	10	2	0	0	91
학습목표가 성취 가능한 수준이다.	기본개념	7	13	1	0	0	90	
	자료구조	9	10	2	0	0	91	
	정렬	12	8	1	0	0	95	
		탐색	11	8	2	0	0	93
		기본개념	5	13	3	0	0	86
		자료구조	7	10	4	0	0	87
		정렬	8	11	2	0	0	90
		탐색	10	8	3	0	0	91

<표 12> 활동지 세부 주제별 내용의 적절성(계속)

항목	내용	적절성 정도 (N=21)				결과값	평균값	
		매우 그렇다	그렇다	보통임	부족함			
기대 수준	초등 정보과학영재들의 수준에 적합하다.	기본개념	6	9	6	0	0	84
		자료구조	6	10	5	0	0	85
		정렬	8	11	2	0	0	90
		탐색	7	12	2	0	0	89
	창의적 해결방법과 다양한 결과물을 기대할 수 있다.	기본개념	7	9	5	0	0	86
		자료구조	7	12	2	0	0	89
		정렬	11	8	2	0	0	93
		탐색	7	11	3	0	0	88
구성	필요한 내용이 알맞게 구성되었다.	기본개념	3	17	1	0	0	86
		자료구조	8	12	1	0	0	91
		정렬	10	10	1	0	0	93
		탐색	7	10	4	0	0	87
교육 내용	주제와 맞물려 내용이 적절하다.	기본개념	8	10	3	0	0	89
		자료구조	8	11	2	0	0	90
		정렬	9	10	2	0	0	91
		탐색	7	13	1	0	0	90
	창의성을 기를 수 있다.	기본개념	10	7	4	0	0	90
		자료구조	8	11	2	0	0	90
		정렬	13	6	2	0	0	95
		탐색	8	11	2	0	0	90
알고리즘 기본개념을 학습하는데 효과적이다.	기본개념	6	12	3	0	0	87	
	자료구조	8.40	10.20	2.40	0	0	90.00	
	정렬	9	11	1	0	0	92	
	탐색	10	10	1	0	0	93	
연계성	교육내용간 연계성이 고려되었다.	기본개념	7	11	3	0	0	88
		자료구조	8	11	2	0	0	90
		정렬	9	11	1	0	0	92
	실생활 문제와의 연계성이 고려되었다.	탐색	10	8	3	0	0	91
		기본개념	5	12	4	0	0	85
		자료구조	6	11	4	0	0	86
분량	초등정보과학영재 수업에 적절한 분량이다.	정렬	10	9	2	0	0	92
		탐색	7	10	4	0	0	87
		기본개념	5	11	4	1	0	83
		자료구조	5	9	7	0	0	82
		정렬	7	12	2	0	0	89
		탐색	5	13	3	0	0	86

다. 활동지 적용 측면

활동지의 적용 측면에서는 활동지의 적용 시간, 자료 획득, 기대효과 의 세 가지 측면에서 살펴보았다.

첫 번째, 활동지의 적정 적용시간에 대한 의견 조사 결과 ‘30분 이상’을 선택한 전문가가 10명으로 가장 많았으며, ‘20~30분’을 선택한 전문가는 6명, ‘10~20’을 선택한 전문가는 5명이었다. 반면, ‘10분 이하’를 선택한 전문가는 없었다. 결과적으로 40분 단위의 초등정보과학영재를 대상으로 하는 수업을 진행할 경우 활동지를 이용하는 것이 적절함을 나타내었다.

두 번째, 활동지를 수업에 적용할 경우 ‘인터넷 상에서 자료를 획득할 수 있는가?’를 알아보기 위한 의견 조사 결과 ‘보통’ 이상의 긍정적인 응답을 한 전문가가 12명이었으며, 9명의 전문가는 ‘부족하다’는 응답을 하였다. 이와 같은 조사 결과가 나온 이유는 초등정보과학영재의 알고리즘 교육을 위한 활동지가 인터넷 검색 위주의 정보 탐색 과정보다는 문제해결력 증진에 초점을 맞추었기 때문인 것으로 판단된다.

세 번째, ‘활동지를 수업에 적용할 경우에 기대되는 효과는 무엇인가?’에 대한 의견 조사를 위하여 전문가들의 중복 응답을 허용한 결과 ‘문제해결력 증진’이라고 응답한 전문가가 17명으로 가장 많았으며, ‘프로그래밍에 대한 기초능력 신장’과 ‘창의성 신장’이라고 응답한 전문가가 각 10명씩이었다. 그 외 ‘정보과학 분야의 관심 증진’과 ‘탐구능력 증진’을 선택한 전문가는 각 3명씩이었으며, 설문 항목으로 제시한 ‘자신감 신장’이나 ‘비판력 증진’ 등을 선택한 전문가는 없었다.

## VI. 결론 및 제언

본 논문에서는 정보과학영재의 정의 및 특성을 분석하고 이에 따른 정보과학영재교육의 목표 및 교육내용과 알고리즘 교육내용을 분석한 후, 분석내용을 기반으로 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용 개발 기준과 활동지 개발 기준을 제안하였으며, 본 논문에서 제안한 알고리즘 교육내용과 활동지 개발의 타당성을 검증하기 위하여 경인지역의 초등정보과학영재 교육 전문가 그룹을 활용한 델파이 분석을 시행하였다. 주요 연구 결과에 대한 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용을 설계하기 위하여 다

음과 같은 4가지 교육내용 선정 기준을 개발하여 적용하였다. (1) 실생활 중심의 내용을 선정 (2) 창의적 문제해결력 신장을 위한 내용을 선정 (3) 자료구조 및 알고리즘의 교육내용을 선정 (4) 영재교육기관의 교육시간을 고려한 선정 등이다. 결과적으로, 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용은 알고리즘의 내용을 중심으로 설계하였지만 이상적인 알고리즘이 구조적인 자료구조를 바탕으로 이뤄지기 때문에 자료구조에 대한 개념과 실생활에서의 활용에 중점을 두었다. 자료구조는 배열, 스택, 큐, 트리, 그래프 등을 중심으로 실생활에서 확인할 수 있는 예제를 바탕으로 개념학습에 중점을 두었다.

둘째, 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용에 대한 활동지는 총 16주 분량을 개발하였으며, 주당 4시간을 기준으로 5개 내외의 활동지를 개발하였다. 매 주 첫 번째 활동지는 과제로 해 온 내용을 바탕으로 발표 및 토론을 중심으로 교육하도록 하였고, 마지막에 배치된 1~2개의 활동지는 다음 주 수업을 위한 과제로 구성하였다. 활동지의 넘버링은 『교육주-해당주수업순서/다음주과제순서(교육순서)』로 표기하였다(김미숙·이재호, 2005b). 예를 들어 3-1(1)은 3주차의 첫 번째 시간 교육내용이고, 3-2(1)은 3주차에서 안내하는 다음 주 첫 번째 과제내용을 의미한다.

셋째, 본 논문에서 제안한 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용과 활동지에 대한 타당성 검증을 위하여 2차에 걸친 델파이 조사를 실시하였으며, 1차 조사는 2008년 11월 17일부터 29일까지 시행하였고 2차 조사는 2008년 12월 22일부터 12월 31일까지 시행하였다. 1차 조사에서는 초등정보과학영재를 위한 알고리즘 교육내용의 타당성에 대한 조사를 실시하였고, 2차 조사에서는 교육내용에 기반한 활동지 내용과 적용 방안 등에 대한 타당성 조사를 실시하였다. 델파이 조사 결과에 대한 분석 내용을 요약하면 다음과 같다.

(1) 교육내용의 방향에 대한 델파이 그룹의 의견은 ‘생활에서 볼 수 있는 구체적 문제를 중심으로’, ‘기초 기능 습득을 위한 기본 교육으로’, ‘프로그래밍 교육을 위한 기초교육의 일환으로’ 등의 순서로 알고리즘 내용을 설계하는 것이 초등정보과학영재에게 효과적인 것이라고 조사되었다.

(2) 교육기간에 대한 의견조사에서 16주로 편성된 것에 대해서는 78.6%의 응답자가 ‘현재 학교 수업의 진행 상황’, ‘양질의 학습 결과물을 산출하기 위한 기간’, ‘정보과학 분야의 핵심 내용인 알고리즘에 대한 깊이 있는 교육 기간’ 등을 고려할 때 적절하다고 응답하였다.

(3) 선정된 학습주제와 교육순서에 대한 조사 결과 전문가의 95%이상이 ‘그렇다’라고 답변하였으며, 8주(1학기 정리)와 16주(2학기 정리)에 실시할 해당 학기 학습 내용에 대한 정리방법에 대해서는 85.7%의 응답자가 필요하다고 응답하였다.

(4) 총 4개 교육영역(기본개념, 자료구조, 정렬, 탐색)의 내용에 대한 조사는 ‘학습목표’, ‘내용구성’, ‘교육수준’, ‘실생활과연계’, ‘기대수준’, ‘연계성’ 등의 6개 항목에 대하여 실시하였다. 조사 결과 학습목표(91.50), 실생활과의연계(90.75), 연계성(90.75), 기대수준(90.50) 등의 항목이 90점 이상의 평균값을 나타내었고, 내용구성(88.5)과 교육수준(81) 항목이 80점대의 평균값을 나타내었다.

(5) 활동지의 내용 측면에 대한 조사를 위하여 ‘학습주제’, ‘학습목표’, ‘기대수준’, ‘구성’, ‘교육내용’, ‘연계성’, ‘분량’ 등의 7개 항목으로 구분한 후 각 항목에서 세부 내용 14개에 대한 전문가 의견 조사를 시행하였다. 조사 결과 학습주제와 교육내용 항목의 세부 내용이 모두 90점 이상의 높은 평균값을 나타내었고, 기대수준, 구성, 분량 등의 항목의 세부 내용은 모두 80점대의 평균값을 나타내었다.

(6) 활동지의 적용 측면에 대한 조사를 위하여 적용 시간, 자료 획득, 기대효과의 세 가지 측면의 전문가 의견 조사를 시행하였다. 조사 결과 활동지의 적정 적용시간에 대한 의견 조사 결과 ‘30분 이상’을 선택한 전문가가 가장 많았으며, 활동지를 수업에 적용할 경우 ‘인터넷 상에서 자료를 획득할 수 있는가?’를 알아보기 위한 의견 조사 결과 ‘보통’ 이상의 긍정적인 응답을 한 전문가와 ‘부족하다’는 응답한 전문가가 비슷한 비율을 나타내었다. 이와 같은 조사 결과가 나온 이유는 초등정보과학영재의 알고리즘 교육을 위한 활동지가 인터넷 검색 위주의 정보 탐색 과정보다는 문제해결력 증진에 초점을 맞추었기 때문인 것으로 판단된다. ‘활동지를 수업에 적용할



경우에 기대되는 효과는 무엇인가?’에 대한 의견 조사를 위하여 전문가들의 중복 응답을 허용한 결과 ‘문제해결력 증진’, ‘프로그래밍에 대한 기초능력 신장’, ‘창의성 신장’ 등의 순서로 응답한 전문가의 수가 많았다.

본 논문의 후속 연구를 몇 가지 제안하면 다음과 같다. 첫째, 본 논문은 실제 적용상의 어려움으로 인하여 정보과학 관련 논문 저술자 및 현재 정보과학영재 담당 교육자들을 대상으로 교육내용과 활동지에 대한 검증을 받는 절차로 진행하였다. 향후 본 논문에서 제안한 내용들을 실제 현장에서 적용하여 수정 보완하는 작업이 필요할 것이다. 둘째, 개발된 교육내용을 적용함에 있어 환경적인 변수가 작용할 것으로 예상된다. 현재 영재교육원의 교육 환경 및 자료에 관한 연구 등이 필요할 것이다. 셋째, 본 연구에 개발한 내용을 효과적으로 교육할 수 있는 다양한 교수-학습 방법에 대한 연구가 이뤄져야 할 것이다. 넷째, 연구를 진행하면서 초등정보과학영재들을 위한 교육 자료가 많이 부족함을 실감하였다. 알고리즘 교육 영역뿐만 아니라 정보과학 관련 여러 분야에 대한 교육 내용에 대한 연구가 필요한 상황이다.

## 참 고 문 헌

- 이재호 (2001). 초등정보과학영재교육 프로그램의 개발 방향. 한국영재학회 추계학술대회 발표논문집. pp.151-172.
- 나동섭, 이재호 (2001). 정보과학영재를 위한 교육분야 정의. 한국정보교육학회 하계학술대회 발표논문집. pp.378-379.
- 오세균, 안성진 (2002). 컴퓨터 영재의 특성과 정의에 관한 연구. 한국컴퓨터교육학회 동계학술발표 논문집. 6(1).
- 유경미 (2002). 정보과학영재들에 대한 컴퓨터 교사들의 인식에 관한 연구. 한양대학교 교육대학원.
- 이길복, 전우천 (2003). 초등학교 정보영재를 위한 창의성 개발연구. 한국정보교육학회 학술발표논문집, 8(1), 404-412.
- 이재호 (2004). 정보과학영재를 위한 교육 방법에 관한 연구. 경인교육대학교 과학교육논총, 16, 369-384.
- 김미숙, 이재호 (2005a). 정보과학 영재교육과정. 한국교육개발원. 수탁과제 CR 2005-

52-1.

- 김미숙, 이재호 (2005b). 정보과학 영재교육 교수학습 자료. 한국교육개발원. 수탁과제 CR 2005-52-2, 3, 4.
- 김영기 외 (2006). 정보교육 실습. 경인교육대학교 정보교육 연구.
- 이기철 (2006). 알고리즘 사고력 향상을 위한 발견학습 적용 연구. 경인교육대학교 교육대학원. 석사학위논문.
- 이재호, 이재수 (2006). 초등정보과학영재 선발을 위한 평가문항의 개발에 관한 연구. 영재교육연구, 16(호), 81-100.
- 오현중, 이재호 (2008). 초등 정보과학영재를 위한 자료구조 및 알고리즘 교육내용 선정. 한국영재학회 추계 학술발표대회 논문집, 147-161.
- 이재호 (2009). 정보과학 영재교육과정 및 교수학습 자료개발. 한국교육개발원 제9기 영재교육 담당교원 직무 연수[공통·정보과학]. 201-222.
- Jeffrey D. Ullman, and John E. Hopcroft. (1983). *Data Structures and Algorithms*. Addison Wesley.
- Cormen, Thomas H. (2001). *Introduction to Algorithms 2/E*. MIT.
- Douglas Baldwin and Greg W. Scragg. (2004). *Algorithms & Data Structures: The Science of Computing*. Charles River Media.
- Anany V. Levitin. (2006). *Introduction to the Design and Analysis of Algorithms 2/E*. Addison Wesley.
- Goldman, Sally. (2007). *A Practical Guide to Data Structures And Algorithms Using Java*. Taylor & Francis.
- Steven S. Skiena. (2008). *The Algorithm Design Manual*. Springer.
- 이재호 (2009). 정보과학 영재의 특성과 판별. <http://knol.google.co.kr/k/-/5cz33kx1pa76/2#>  
(검색일: 2009. 7. 1)
- ACM Computing Curricular 2005*. Retrieved November 30, 2008, from <http://www.acm.org>

= Abstract =

## Design and Validation of Education Contents of Algorithm for the Gifted Elementary Students of Computer Science

Jaeho Lee

*Gyeongin National University of Education*

Hyeon-jong Oh

*Incheon Gyeyang Elementary School*

The significant reason for studying computer science lies in the efficient resolution of various problems which can arise in actual life. Consequently, algorithm education is very important in the computer science and plays a great part in helping to enhance the creative ability to solve problems and to improve the programming ability. However, the current algorithm education at an computer science educational institute for the gifted has inadequate systematic quality and is only treated as a part of programming education.

From this perspective, this paper carried out following studies in order to design the algorithm education for elementary computer science prodigies. First, the core educational contents was selected by extracting the common elements from existing books related to algorithm education, common study contents on algorithm lesson websites and the study area of ACM's computer algorithm. Second, using the development criteria and selected educational contents, the educational theme for the 16 weeks load was set. Additionally, the algorithm educational contents were designed for the elementary computer science prodigy based on such theme. Third, the activity site for the use of prodigy educational institute was developed with the background in the educational contents for the

elementary computer science prodigy. Fourth, the Delphi analysis technique was used to verify the appropriateness of contents and activity site developed in this paper. It was carried out in 2 separate processes where the first process verified the design of educational contents, and the second process verified the appropriateness of developed activity site.

**Key Words:** Gifted Education of Computer Science, Gifted Elementary Students of Computer Science, Education of Algorithm

1차 원고접수: 2009년 7월 10일
수정원고접수: 2009년 8월 13일
최종게재결정: 2009년 8월 24일