초등정보과학영재의 선발을 위한 평가문항 개발

부천 오정초등학교 **이 재 수**
경인교육대학교 **이 재 호**

< 요 약 >

정보과학영재의 선발에서 가장 중시되어야 할 문제는 교육에 의한 가능성을 측정하는 것이다. 그러므로 정보과학영재의 선발에서는 정보과학영재의 정의와 특성에 따라 그들이 가지고 있는 정보과학분야에 대한 창의적 사고력과 이해력이 바탕이 되어야 한다. 본 논문에서는 영재와 정보과학영재에 대한 여러 학자들의 정의와 특성을 바탕으로 초등정보과학영재 선발평가에 필요한 필수요소를 추출하여 선발평가 문항을 개발하였다.

Ⅰ. 서 론

현대는 두뇌와 정보의 시대이다. 한 사람의 연구개발에 의한 산출물이 막대한 경제적 이익을 가져오고, 한 나라의 경제를 좌우할 수 있는 시대인 것이다. 특히 자원이 부족한 우리나라에서는 나라발전의 성패를 정보화에 걸었다고 할 만큼 초고속 인터넷과 같은 정보인프라의 구축이 잘 되어있다. 그러나 이는 어디까지나 하드웨어적인 분야의 발전에 힘입은 것이며 소프트웨어 분야는 아직 개발하여 사용해야 할 여지가 많이 남아있다. 이러한 관점에서 볼 때 정보과학영재의 양성이야 말로 국가의 중요한 교육적인 과제이며 이들을 판별, 선발하여 교육시키는 문제야 말로 중요하게 다루어야할 문제인 것이다. 그러나 지금까지 수학, 과학영재의 판별 및 선발에 관한 문제는 많이 거론 되어 왔으나 정보과학영재에 대해서는 근래에 들어 논의되기 시작하였고 그에 대한 연구는 아직 충분하지 못한 편이다. 특히 정보과학영재의 선발을 위한 과정은 대부분 과학이나 수학영재의 선발원칙에 의해 선발 되어지거나, 정보과학영재이기 보다는 정보관련지식이 많은 보통의 영재를 선발하는 경우가 많았다고 볼 수 있다. 현재 우리나라의 입시 위주의 교육에서 정보과학 분야가 차지하는 점수가 미미하므로 수학, 과학영재들과 같이 교과 우수학생이 정보과학영재와 일치될 요인이 적다는 점에서 정보과학영재는 따로 선발 규정을 두고 선발 문항 또한 정보과학영재의 정의와 특성에 맞도록 출제하는 것이 타당할 것이다.

이에 본 논문에서는 정보과학영재에 관한 선행 연구논문의 분석을 통해 정보과학영재의 특성과 정의에 대해 알아보고 그에 의거하여 초등정보과학영재를 선발문항개발과 관련된 기준을 마련하여 선발평가 문항을 개발하였다.

Ⅱ. 관련 연구

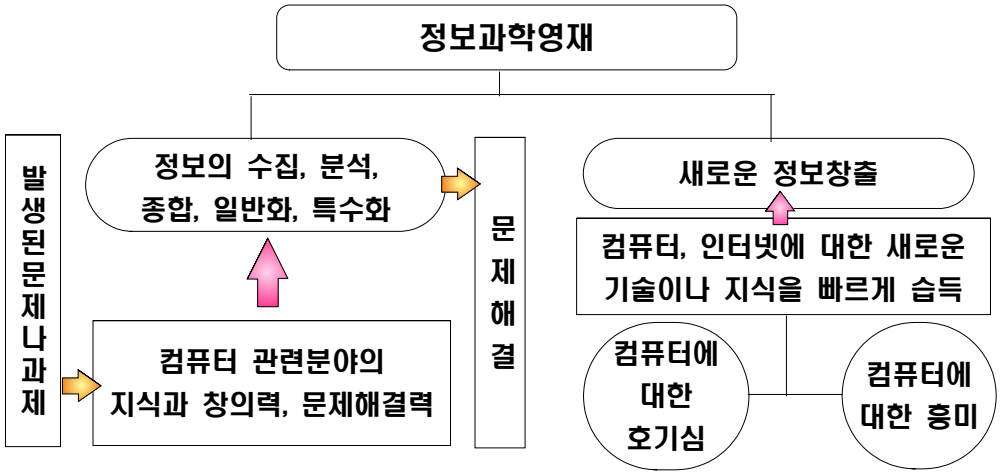
1. 정보과학영재의 정의와 특성

가. 정보과학영재의 정의

<표 1> 정보과학영재의 정의

주창자	정 의
오세군, 안성진(2002)	컴퓨터 영재란 일반적 지적 능력, 컴퓨터에 대한 강한 호기심, 높은 창의력, 수학-언어적 능력, 과제 집착력의 요소에서 모두 평균이상의 특성을 소유하고 있는 사람 중에서 응용 소프트웨어, 프로그래밍, 게임, 멀티미디어 등에 관심을 갖고 컴퓨터적 지각력, 일반화하는 능력, 추론력, 새로운 상황에 대처하는 능력, 문제를 분석하고 그들간의 관계를 파악하는 능력, 컴퓨터적 표현능력, 적용력, 활용력이 뛰어나고 그 가능성이 있는 사람이다.
이재호, 나동섭(2002)	정보과학영재는 발생된 문제 또는 과제에 대하여 흥미와 관심을 갖고, 이의 해결을 위해 정보에 대한 지식과 우수한 지적 능력을 동원, 문제를 정확히 이해하며 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 과제 해결에 필요한 정보를 수집하며, 또한 수집된 정보를 분석, 종합, 일반화, 특수화의 과정을 통하여 가공함으로써 문제를 해결하고, 새로운 정보를 창출해 낼 수 있는 능력을 지닌 자.

위의 정보과학영재에 대한 정의들을 종합해보면, “정보과학영재란 발생된 문제나 과제를 해결하는데 컴퓨터 관련분야의 지식과 창의력, 문제해결력을 바탕으로 정보를 수집하고 분석, 종합, 일반화, 특수화의 과정을 통해 해결하며, 컴퓨터나 인터넷에 대한 호기심과 흥미를 가지고 새로운 기술이나 지식을 보다 빠르게 습득할 수 있는 능력과 새로운 정보를 창출해 낼 수 있는 능력을 가진 자라고 할 수 있다.”



<그림 1> 정보과학영재의 정의

나. 정보과학영재의 특성

오세군, 안성진(2002)은 정보과학영재의 분야별 특징을 다음과 같이 말하고 있다.

<표 2> 정보과학영재의 특성(오세군, 안성진. 2002)

일반적 특성	● 조기의 뛰어난 이해력과 사물 조작 능력이 탁월 ● 기본기능의 빠른 습득 ● 올바르고 빠른 판단력 ● 호기심이 많음 ● 새로운 생각 또는 도전에 열성적임
소프트웨어	● 방대한 상상력과 응용력 ● 관계를 파악하는 능력 ● 추측과 가설을 잘 세움
프로그래밍	● 중요한 원리를 파악하고 일반화 시키는 능력이 우수함 ● 원인과 결과에 대한 통찰 ● 새로운 생각과 방법을 즐김
멀티미디어	● 무한한 상상력 ● 예술적 감각이 뛰어남 ● 침착하고 섬세함 ● 창의적 활동이 우수함 ● 사물에 관한 예리한 관찰력
게임	● 집착력 ● 무한한 상상력과 응용력 ● 강한 승부욕 ● 지배하고자하는 의욕 ● 타인에게 과시하고자하는 의욕 ● 사태파악 능력이 탁월함 ● 과감한 결단력

2. 정보과학영재의 판별

가. 정보과학영재 판별의 원칙

정보과학영재를 판별하는데 어떠한 판별절차를 이용하건 기본적으로 고려해야 할 몇가지 원칙을 설정할 수 있다.

우선 영재의 판별 원칙을 살펴보면, 조석희(1998)는 다음과 같은 영재 판별의 원칙을 제시하고 있다.

(가) 여러 가지 정보를 수집한다.

(나) 여러 단계에 걸쳐 판별을 한다.

(다) 지속적인 판별활동이 수행되어야 한다.

(라) 판별 대상에 따라 적합한 방법을 사용한다.

(마) 가급적 조기에 판별한다.

(바) 충분히 높은 수준의 검사를 사용한다.

(사) 나이에 따라 판별의 초점이 달라져야 한다.

(자) 영재 판별 검사 점수의 활용이 타당하게 이루어지도록 노력해야한다.

등 8가지의 원칙을 제시하였다.

황국환, 이재호(2004)는 아래와 같이 정보과학영재 판별의 원칙을 제시하였다.

(가) 정보과학영재의 정의에 따라 판별요소를 정한다.

(나) 정보과학영재의 판별단계는 3단계로 한다.

(다) 판별에 필요한 자료를 충분히 수집한다.

(라) 정보과학영재의 판별시기는 컴퓨터 사용을 고려하여 초등학교 5~6학년에 한다.

(마) 일정한 주기로 영재판별을 한다.

(바) 평가문항은 난이도를 고려하고 타당성을 갖출 수 있게 한다.

등 6가지 판별원칙을 제시하였다.

위의 사실들을 종합해 보면 정보과학영재의 판별에 대한 원칙은 정보과학영재의 정의와 특성에 의해 결정되며, 3단계의 판별 절차를 가지고, 컴퓨터 사용능력에 대한 고려와 함께 교육기관에서 프로그램을 실시하는 과정내에서 주기적으로 판별하는 것이다.

나. 정보과학영재 판별기준

(예홍진, 위규범,1999)에 따르면 수학적 문제해결 능력 외에 정보과학영재 선발 과정에서 제시한 판별 기준으로 아래의 항목을 들 수 있다.

(가) 주어진 문제에 알맞은 수학적 문제 모델 구성 능력

(나) 수렴적/발산적 사고를 통한 일반화, 특수화 능력

(다) 아주 어려운 문제에 대한 집착여부

(라) 컴퓨터 혹은 인터넷 활용 능력

(마) 프로그래밍 능력

(바) 알고리즘 개발 및 분석 능력

(사) 과학적 사고와 실험을 통한 자율적인 탐구 능력

(자) 학업에 대한 태도

(차) 대인관계 및 협동정신

(카) 학생의 인성과 심성

이와 같이 다양한 관찰과 평가 결과를 학생 선발 과정에 반영하고 있다.

다. 정보과학영재의 판별절차

정보과학영재의 판별은 수학, 과학영재아의 판별절차와 마찬가지로 여러 가지 자료와 검사결과를 바탕으로 판별하는데 보통 다단계의 판별절차를 거친다. 구체적인 절차와 방법은 학자들에 따라 다양하게 제시되고 있으며, 대표적인 영재판별 절차를 알아보면 <표 3>과 같다.

<표 3> 영재의 판별절차

학자명 / 판별절차	Cox(1995)	Renzulli(1976)	조석희(1996)
1단계	선별단계로서 집단지능 검사와 지명, 관찰법등을 병행하여 영재성이 엿보이는 학생을 선발	대상 학생의 1/2는 표준화 검사에서 92퍼센타일 이상의 성취를 보인학생, 나머지 1/2는 교사, 자신, 지난해 담당교사가 추천한 학생 중 판별위원회의 심의를 거친 학생	학교에서의 학업성취에 대한 누가 기록 및 관찰 내용에 의한 추천
2단계	변별 및 판별단계로서 1차 선별된 학생에게 개인지능검사, 학문적성검사, 표준화 성취검사 등을 실시하여 영역별로 영재를 판별	1부와 2부 심화학습에 참여한 후, 학생 스스로 자신의 영재성을 판단, 3부 심화 학습에 참여할 수 있다. 전체의 5%정도가 3부심화학습에 참여	표준화된 지능검사, 적성검사, 창의성 검사, 학업 성취 검사 실시
3단계	정치단계로서 1,2차 단계를 통해 영재로 선발된 학생들을 영역별 영재 프로그램에 정치하고, 학습과정과 결과를 관찰	·	전문가에 의한 문제해결과정과 산출물에 대한 평가
4단계	·	·	교육프로그램에서의 배치 관찰

라. 정보과학영재의 판별도구

정보과학영재를 판별하는데 사용될 수 있는 판별 방법이나 검사도구는 각교육원에서 제작한 자료를 사용하고 있으며 그 종류는 매우 다양하나 일반영재의 판별도구와 별차이가 없다. 아래의 표와 같이 실제의 영재 판별에는 이들 방법과 도구가 몇 단계의 판별 절차에서 선택적으로 이용되거나, 여러 가지 도구를 일시에 이용하기도 하고 그 결과를 종합하여 영재를 판별하기도 한다.

조석희(1996)의 영재 판별도구를 살펴보면 <표 4>와 같다.

<표 4> 영재의 판별도구

표준화 검사	지적, 정의적, 조작적 능력과 태도를 평가하는 표준화 검사로 지능검사, 교과별 학업 성취도 검사, 교과별 창의적 문제해결력 검사, 적성검사, 그 외의 여러 가지 검사가 있다.
학업성적	학교에서의 학업성적이나 성취도평가 점수
추 천	교사, 학부모, 동료의 관찰결과에 의한 추천
행동 산출물 분석	학교 또는 학교이외에서 영재성을 보여주는 여러 행동이나 산출물의 분석
보고서	학생과 교사의 보고서

Ⅲ. 정보과학영재의 선발을 위한 평가 문항 개발기준

오랜 역사와 전통을 가지고 있는 수학이나 과학영재교육에 비하여 상대적으로 정보과학 분야의 영재 발굴 및 영재교육에 대한 연구결과는 국내외를 막론하고 이제 시작단계에 불과하다. 따라서 일선 교사는 물론 학부모와 학생 모두 정보과학(information science)이라는

용어 자체를 생소하게 느끼고 있으며, 정보과학분야 자체에 대한 인식도 크게 왜곡되어, 정보과학을 컴퓨터나 인터넷 사용방법을 익히는 단순한 과목으로 생각하거나 심지어는 워드프로세싱이나 프로그래밍과 같은 기능 중심의 실습과목으로 잘못 이해하고 있는 경우도 있다(예홍진, 1999).

본 논문에서는 정보과학영재의 특징과 오세군, 안성진(2002)과 이재호, 나동섭(2003)의 정보과학영재의 정의를 바탕으로 정보과학영재가 가지고 있는 정보에 관한 창의적인 사고능력과 프로그래밍적 사고능력을 평가할 수 있도록 컴퓨터 교과내용학중 이산수학과 자료구조를 기초로 하여 정보과학영재의 정의와 특성에 적합한 선발평가문항을 구성하였다.

1. 컴퓨터교과 내용학

2001년 12월 ACM(Association for Computing Machinery)과 IEEE가 공동으로 발표한 "Computing Curricula-2001-Final Report"에서의 컴퓨터 교과 내용학 분류를 정리하면 <표 5>와 같다.

<표 5> Computing Curricula-2001-Final Report

지식분야	세 부 주 제
이산구조	함수. 관계.집합, 기초 논리, 증명 기술, 계산의기초, 그래프와 트리, 이산 확률 등
프로그래밍 기초	기본 프로그래밍 구문, 알고리즘 및 문제해결, 기본데이터 구조 등
알고리즘 및 복합도	기초 계산 알고리즘, 분산 알고리즘, 오토마타 이론, 고급 알고리즘 분석, 암호알고리즘, 기하 알고리즘, 병렬 알고리즘 등
컴퓨터구조 및 구성	디지털 논리 및 디지털 시스템, 네트워크와 분산 시스템 구조 등
운영체제	운영체제 개론, 운영체제 원리, 병행성, 스케쥴링과 지명, 기억장치 관리, 장치 관리, 스크립팅 등
망중심 컴퓨팅	망-중심 컴퓨팅 입문, 네트워크 관리, 무선 및 이동 컴퓨팅 등
프로그래밍 언어론	프로그래밍 언어개론, 객체지향 프로그래밍, 프로그래밍 언어설계 등
인간과 컴퓨터의 상호작용	인간-컴퓨터 상호작용의 기초, 멀티미디어 시스템의 HCI 측면, 협동과 통신의 HCI 측면 등
그래픽스 및 비주얼 컴퓨팅	그래픽스 기반 기술, 컴퓨터 애니메이션, 시각화, 가상 현실, 컴퓨터 비전 등
지적시스템	지적 시스템에서의 기본 과제, 탐색과 제한 만족기계 학습 및 신경망,AI 계획 시스템, 로보틱스 등
정보관리	정보 모델과 시스템, 데이터베이스 시스템, 디지털 라이브러리 등
사회적.전문적 관점에서의 과제	컴퓨팅의 역사, 컴퓨팅의 사회적 문맥, 분석 방법론 및 도구, 전문적.윤리적 의무, 철학적 체계 등
소프트웨어 공학	소프트웨어 설계, 컴포넌트-기반 컴퓨팅, 특수 시스템 개발 등
계산학	수치 해석, 운영 연구, 모델링 및 시뮬레이션, 고성능 컴퓨팅 등

2. 정보과학영재와 자료구조

이석호(2003)는 “컴퓨터로 문제를 풀기 위해 논리적이고 구체적인 방법을 일련의 명령문들로 표현한 것을 ‘프로그램’이라 한다면 이들은 어떻게 나열되어야 하는가? 이 문제에 대한 해답을 주려는 것이 곧 자료구조이다.”라고 하였다. 왜냐하면 프로그램은 곧 자료구조와 알고리즘을 결합시킨 것이기 때문이다. 원하는 해답을 구하기 위해 사용될 데이터를 어떻게 구성하고 표현하느냐에 따라 이들을 처리하는 방법 즉 알고리즘이 달라진다. 데이터가 정렬되어 있을 때, 이 모든 경우에 따라 적용할 수 있는 알고리즘이 다르다. 이것은 결과적으로 프로그램의 성능으로 직결된다. 그렇기 때문에 자료구조는 결과적으로 이들에 적용될 구체적 알고리즘의 범위를 제한하게 된다. 이런 의미에서 자료구조는 소프트웨어 개발의 핵심이

된다.

유인환 외(1998)는 “컴퓨터를 이용하여 문제를 해결하는 과정에서 우리는 컴퓨터 프로그래밍 단계를 거치는데, 이때 프로그램이 올바르고 효율적으로 작성되기 위해서는 사람이 쉽게 이해하고 이용할 수 있는 데이터의 구조(data structures)와 그것을 대상으로 구현될 프로그램의 논리, 즉 알고리즘(algorithm)이 정확하고 효율적이어야 한다.”고 하였다. 즉, 자료구조에 대한 이해와 이에 대한 사고방식은 프로그래밍을 배우고자하는 자 또는 정보과학영재로서 가지고 있어야 할 기본적인 지식임과 동시에 이를 기반으로 하여 효과적인 프로그램을 작성할 수 있는 것이다. 자료구조의 분야는 <표 6>과 같다.

<표 6> 컴퓨터 교과내용학 중 자료구조의 분야

Data Structure	Linear Structure	Sequential List	Array
			Record
			Stack
			Queue
			Deque
		Linked List	Single Linked List
			Doubly Linked List
			Circular Linked List
			Doubly Circular Linked List
	Non-Linear Structure	Tree	
		Graph	
		File	

3. 정보과학영재와 이산수학

가. 정보과학과 이산수학

정보과학은 역사적으로 수학에 기반을 두고 있다. 많은 수학 이론들이 이산수학(discrete mathematics)이라는 이름으로 재구성되고 가공된 것이 정보과학의 출발점인 것이다(예홍진, 1999). 이산수학은 컴퓨터 과학의 기초 학문이기도 하다. 이산수학은 자료구조, 알고리즘, 데이터베이스 이론, 오토마타 이론, 컴파일러 이론, 그리고 운영체제를 포함하는 많은 컴퓨터 과학 수업을 위한 수학적 기초를 제공한다. 컴퓨터 과학은 이산수학에서 나온 기술로 분석 할 필요가 있는 많은 문제를 제시하기 때문에 두 개의 분야는 강하게 묶여 있다(Fenton, 1996). 그러므로 오늘날 이산수학을 정의함에 있어 컴퓨터를 제외한다면 그 존재성을 잃게 만들 것이다. 그만큼 컴퓨터는 이산수학을 발전시키는 원동력이고, 이산수학은 컴퓨터의 수학적 배경이론이라고 할 수 있으며 이러한 배경에 의해 정보과학영재는 이산수학적 사고력을 강력하게 요구 받게 되는 것이다.

나. 이산수학의 특성과 정보과학영재성

컴퓨터에 의한 증명은 주어진 가설을 사용하여 결론을 이끌어내는 연역적 증명이 아니라 컴퓨터의 강력한 계산기능을 바탕으로 있을 수 있는 모든 가능성을 다 나열한 후 어떤 규칙을 찾거나 하나하나 점검한 후 어떤 결론을 내리게 된다. 컴퓨터는 유한적이고 이산적이므로 이산수학은 컴퓨터를 사용하여 문제를 푸는 데 필수적이라고 할 수 있다. 그러므로 정보과학분야의 영재판별 기준으로써 이산수학적 문제해결(discrete mathematical problem

solving)능력은 상당히 중요한 요소임에 틀림없다(예홍진, 1999). 더욱이 이러한 이산수학은 제 7차 수학과 교육과정에서 선택과목으로 도입함에 따라서 교육과정으로 설정된 내용체계를 분석해 봄으로써 그 내용의 성격을 쉽게 파악할 수 있을 것이다. 제 7차 수학과 교육과정의 심화 선택 과목인 이산수학의 내용은 <표 7>와 같다(교육부, 1997).

<표 7> 이산수학의 교육내용 영역과 관련된 정보과학분야(교육부, 1997)

영 역	내 용		정보과학분야
선택과 배열	순열과 조합	• 순열 • 조합	데이터베이스 자료구조, 알고리즘
	세기의 방법	• 배열의 존재성 • 포함배제의 원리 • 집합의 분할 • 수의 분할 • 여러 가지 분배의 수	
그 래 프	그래프	• 그래프의 뜻 • 여러 가지 그래프	자료구조, 프로그래밍 네트워크
	수형도	• 여러 가지 수형도 • 생성 수형도	
	여러 가지 회로	• 오일러 회로 • 해밀턴 회로	
	그래프의 활용	• 행렬의 뜻 • 그래프와 행렬 • 색칠문제	
알고리즘	수와 알고리즘	• 수와 규칙성 • 수와 알고리즘	알고리즘 프로그래밍
	점화 관계	• 두 항 사이의 관계식 • 세 항 사이의 관계식	
의사결정의 최적화	의사결정과정	• 2× 2 게임 • 선거와 정당성	알고리즘 프로그래밍
	최적화와 알고리즘	• 계획세우기 • 그래프의 최적화	

Ⅲ. 초등 정보과학영재 선발평가문항의 개발

1. 선발평가 문항 개발의 절차

가. 선발평가문항 개발의 기본 요소선정

위에서도 알아 본 바와 같이 정보과학영재의 정의와 특성에 의거하여 정보과학영재성을 지닌 아동의 선발평가 문항을 개발하기 위해 컴퓨터 내용학의 부류인 자료구조에 대한 창의적문제 해결력과 이산수학적인 사고능력을 기본요소로 하여 평가 문항을 개발한다. 본 논문에서 자료구조 부분은 정보과학영재와 초등학생의 특성을 반영하여 <표 8>의 자료구조 부분과 같이 재구성하고(김경신, 2005), 이산수학부분은 7차 교육과정에 포함된 '이산수학'의 교육과정 영역을 따라서 <표 8>의 이산수학부분과 같이 재구성하였다.

나. 방향설정

1) 선발문항은 정보과학의 기초학문으로써 컴퓨터내용학의 여러 분야 중 자료구조와 이산수학의 분야를 반영하여 제작하되 초등학생의 특성에는 자료구조 영역과 7차교육과정에 편제 되어있는 이산수학의 교육과정 영역의 분류를 따른다.
2) 고차원적인 사고력과 창의적 문제 해결력을 요구하므로 지적인 발달이 충분히 이루어진 초등학교 5, 6학년 학생을 대상으로 하며, 서술형과 개방형 문항으로 구성한다.
3) 평가문항은 해당분야에 대한 학생의 선행지식을 배제한 상태에서 순수하게 창의적인 문제해결력을 측정할 수 있는 평가가 이루어질 수 있도록 도구를 개발한다.

4) 정보과학영재를 교육하는 교육원의 선발체계 중 필기평가 부분만을 고려하며, 영재의 선발 체계에 따라 1단계의 선발과정을 마친 학생을 대상으로 선발평가 문항을 구성하도록 하며, 채점의 용이성과 평가의 객관성을 고려하되 고도의 사고력을 요하는 문항으로 구성한다.

2. 평가문항 개발의 요소

이상과 같은 논의를 바탕으로 정보과학영재를 선발하기 위한 평가문항의 요소는 다음 <표 8>과 같이 정리해 볼 수 있다.

<표 8> 정보과학영재를 선발평가문항의 요소

영 역	평 가 요 소	
자료구조	선형구조	스택
	비선형구조	트리
		그래프
이산수학	선택과 배열	
	알고리즘	
	의사결정의 최적화	

3. 평가영역 및 문항내용

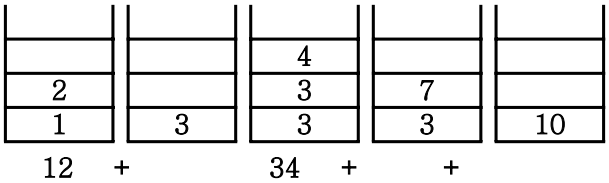
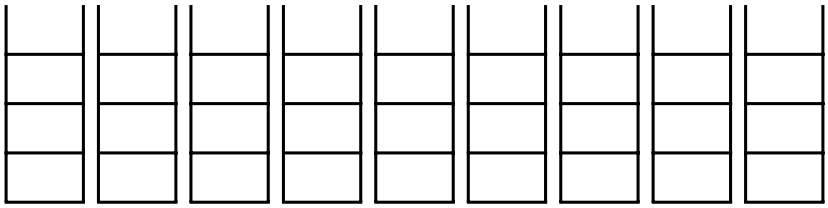
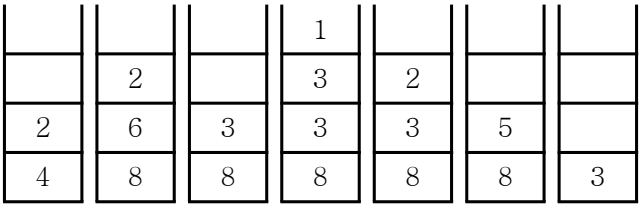
<표 8>에서 정한 영역에 대한 검사문항의 형태는 초등정보과학영재를 선발하는 평가문항이므로 초등학생들의 인지수준을 고려하여 초등학생과 친숙한 문항으로 구성하며, 주관식으로 결정하되 난이도는 초등학생 고학년 기준으로 상급으로 하여 8개의 문항으로 간추렸으며, 문제당 10분안에 해결할 수 있도록 문제를 구성하였다. 8문항의 내용은 <표 9>와 같다.

<표 9> 정보과학영재 판별도구의 영역과 문항내용

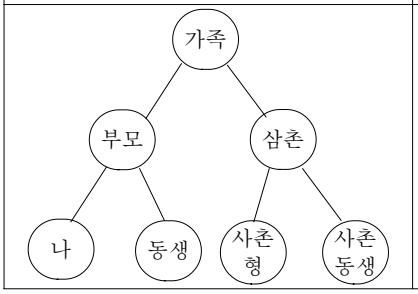
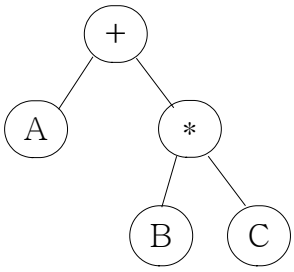
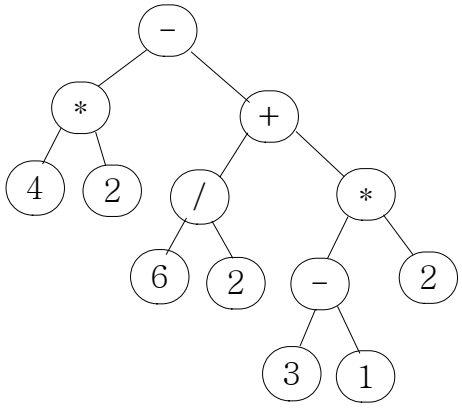
영 역		문항번호	문항내용
자료구조	스택	1	계산기에서의 수식계산원리 이해하기
	트리	2	수식을 트리로 표현하기
	그래프	3	김장하는 전체 시간구하기
		4	색칠하여 구하기
이산수학	선택과 배열	5	이진법을 응용한 전구에 불 켜는 가지 수 구하기
	알고리즘	6	이진법을 응용한 바코드 분석하기와 만들기
		7	한 변이 10개인 바둑돌의 전체 개수 구하기
	의사결정의 최적화	8	가장 효과적인 도로 사용법 구하기

본 논문에서 제시한 영역에 따른 초등정보과학영재를 선발하기 위한 각 영역별 평가문항의 샘플을 제시하면 다음과 같다.

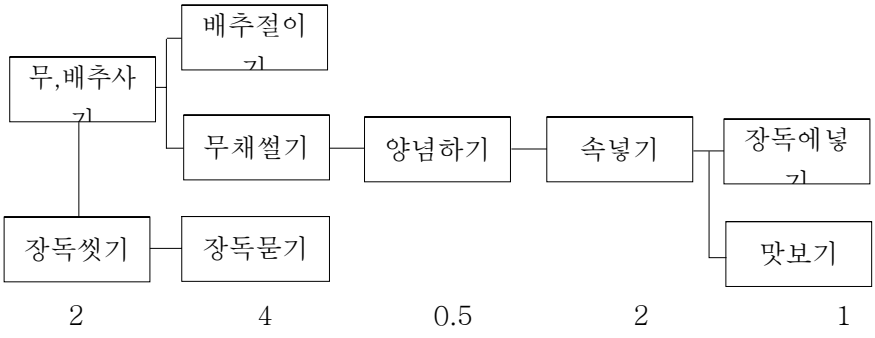
가. 스택

<table>
<tr><td>관련영역</td><td>스 택</td><td>난이도</td><td>상</td></tr>
<tr><td>문제유형</td><td colspan="3">완성형</td></tr>
<tr><td>평가목표</td><td colspan="3">수식을 계산할 때 어떻게 우선순위를 정하는지 계산기나 컴퓨터에서 수식을 계산하는 원리의 이해와 계산과정에서의 이해도를 측정한다.</td></tr>
<tr><td>개발관점</td><td colspan="3">"스택"이란 여러 개의 데이타 항목들이 일정한 순서로 나열된 자료구조로, 한쪽 끝에서만 새로운 항목을 삽입하거나 기존 항목을 삭제할 수 있도록 고안된 것으로 전자계산기의 계산원리를 알아본다면 간단할 것이며 프로그래밍의 과정에서 다루어 져야할 중요한 요소 중의 하나이므로 정보과학영재가 필히 이해하고 있어야 할 자료구조의 한 영역이다.</td></tr>
<tr><td>개발문제</td><td colspan="3">▣ 다음의 보기를 보고 문제를 해결해 봅시다.
(1+2)+(3+4)를 계산하는데 컴퓨터에서는 다음과 같은 방식으로 계산합니다. 그림으로 표현해 보면
 
12 + 34 + +
즉 형식으로 표현한다면 12+34++와 같은 수식으로 표현할 수 있습니다. 그럼 다음의 수식을 계산하는데 어떤 수식으로 표현할 수 있을까요? 보기와 같이 그림으로 표현하고 수식으로도 표현해 봅시다.
4 * 2 - [6/2 +(3-1)]
※ 그림으로 나타내기
 
수식으로 표현해보세요</td></tr>
<tr><td>정 답</td><td colspan="3"> 
42 * 62 / 31 - + -</td></tr>
</table>

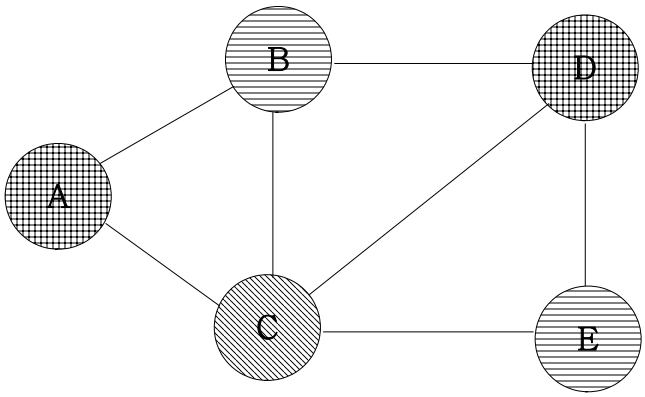
나. 트리

<table>
<tr><td>관련영역</td><td>트 리</td><td>난이도</td><td>상</td></tr>
<tr><td>문제유형</td><td colspan="3">단구적 단답형</td></tr>
<tr><td>평가목표</td><td colspan="3">보기를 보고 수식을 어떻게 계층적으로 구조화 시키고 연산하는지 추리해 내는 능력을 측정한다.</td></tr>
<tr><td>개발관점</td><td colspan="3">대상 정보를 계층적으로 구조화시키고자 할 때 사용하는 자료구조가 "트리" 이므로 학생이 알고 있는 정보를 어떻게 구조화 시키고 계층을 나누는가를 이해하고자 하는 문제를 구성한다.</td></tr>
<tr><td>개발문제</td><td colspan="3">
<table>
<tr><td>가족(부모(나, 동생), 삼촌(사촌형,사촌동생))을 다음과 같이 나타낼 수 있습니다.</td><td>A+ B*C는 다음과 같이 나타낼 수 있습니다.</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
</table>
♣ 그렇다면 다음의 수식은 어떻게 나타내면 좋을까요? 보기와 같이 나타
내어 보세요..
4 * 2 - [6/2 + (3-1) * 2]</td></tr>
<tr><td>정 답</td><td colspan="3"> 
</td></tr>
</table>

다. 그래프

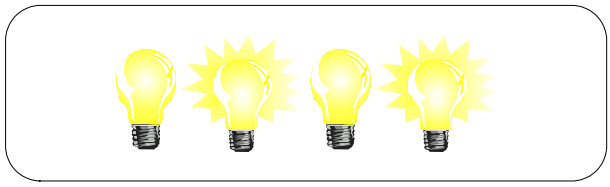
<table>
<tr><td>관련영역</td><td>그 래 프</td><td>난이도</td><td>상</td></tr>
<tr><td>문제유형</td><td colspan="3">단구적 단답형</td></tr>
<tr><td>평가목표</td><td colspan="3">주어진 조건을 보고 수형도를 사용하여 문제를 효과적으로 해결할 수 있는가를 측정한다.</td></tr>
<tr><td>개발관점</td><td colspan="3">수형도를 이용하여 같은 계열과 다른 계열을 구분하여 김장하는 최단시간을 계산해 내는 문제로 문제를 해결하는 과정에서 이산수학적 사고력을 바탕으로 문제를 분석하고 추리해 내는 과정을 중요시 한다.</td></tr>
<tr><td>개발문제</td><td colspan="3">아래의 표는 김장하는 순서와 김장을 하기 위해 걸리는 시간을 나타낸 것입니다. 김장을 가장 빨리하기 위해 필요한 시간을 그림을 그려서 나타내어 보세요.
<table>
<tr><th></th><th>순서</th><th>필요한 시간</th><th>먼저 해야 할 일</th></tr>
<tr><td>A</td><td>배추, 무사기</td><td>2</td><td>없음</td></tr>
<tr><td>B</td><td>장독 씻기</td><td>1</td><td>없음</td></tr>
<tr><td>C</td><td>배추 절이기</td><td>4</td><td>A</td></tr>
<tr><td>D</td><td>무우채썰기</td><td>1</td><td>A</td></tr>
<tr><td>E</td><td>양념하기</td><td>0.5</td><td>D</td></tr>
<tr><td>F</td><td>김장속 넣기</td><td>2</td><td>E</td></tr>
<tr><td>G</td><td>장독에 넣기</td><td>0.5</td><td>F</td></tr>
<tr><td>H</td><td>장독 묻기</td><td>0.5</td><td>B</td></tr>
<tr><td>I</td><td>맛보기</td><td>1</td><td>E</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>정 답</td><td colspan="3"> 

걸리는 시간 총 9시간 30분</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>관련영역</td><td>그 래 프</td><td>난이도</td><td>상</td></tr>
<tr><td>문제유형</td><td colspan="3">단구적 단답형</td></tr>
<tr><td>평가목표</td><td colspan="3">주어진 조건을 보고 그래프를 사용하여 문제를 효과적으로 해결할 수 있는가를 측정한다.</td></tr>
<tr><td>개발관점</td><td colspan="3">인접한 그래프의 꼭지점을 서로 다른 색으로 칠해 봄으로써 칠해지는 색의 가짓수로 문제를 해결하는 방법이다. 난해하지만 학생들의 흥미와 관심을 충분히 끌 수 있는 문제이다. 그래프 색칠하기 문제는 예로부터 지도상에서 이웃하는 영역끼리 서로 다른 색으로 칠한다고 할 때 도대체 몇 가지 색이면 충분할까? 하는 물음으로부터 시작한 것으로 이 문제는 응시자가 각각의 영역을 그래프의 꼭지점으로 바꾸어 해결하는지 알아보려는 것이다.</td></tr>
<tr><td>개발문제</td><td colspan="3">다섯명의 어린이 A,B,C,D,E가 한 시간씩 서로 다른 게임을 합니다. 아래와 같이 게임을 하는 어린이들도 다른 어린이들이 하는 게임을 같이 하고 싶어 합니다. 어린이들이 하고 싶은 게임을 모두 같이 할 수 있도록 서로 시간을 조정한다고 할 때 전체 게임이 끝나려면 최소한 몇 시간이 필요할까요? 그림을 그려서 알아보세요.
<table>
<tr><td>A가 하고 싶은 게임</td><td>B, C가 하는 게임</td></tr>
<tr><td>B가 하고 싶은 게임</td><td>C, D가 하는 게임</td></tr>
<tr><td>C가 하고 싶은 게임</td><td>A가 하는 게임</td></tr>
<tr><td>D가 하고 싶은 게임</td><td>C가 하는 게임</td></tr>
<tr><td>E가 하고 싶은 게임</td><td>C, D가 하는 게임</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>정 답</td><td colspan="3"> 

그림과 같이 인접하게 연결된 곳은 다른 색깔로 색칠 하였을 때 최소 3가지의 색깔로 색칠 할 수 있으므로 최소 3시간이 소요 된다고 할 수 있다.</td></tr>
</table>

라. 선택과 배열

<table>
<tr><td>관련영역</td><td>선택과 배열</td><td>난이도</td><td>상</td></tr>
<tr><td>문제유형</td><td colspan="3">서술적 단답형</td></tr>
<tr><td>평가목표</td><td colspan="3">주어진 조건을 이용하여 문제를 해결하는 과정에서 이산수학적 사고력을 측정한다.</td></tr>
<tr><td>개발관점</td><td colspan="3">문제의 상황을 이해하여, 이진법으로 모델화 할 수 있으며 표나 차트, 조직도 등을 만들어 해를 하나도 빠짐없이 찾을 수 있게 한다.</td></tr>
<tr><td>개발문제</td><td colspan="3">아래의 그림과 같이 일렬로 늘어서 있는 전구에서 켜진 전구와 꺼진 전구가 4개 있습니다. 아래의 전구 4개 중 적어도 2개 이상 불이 켜져 있는 경우는 어떤 경우가 있는지 모두 찾아보세요.
(찾아내는 과정을 구체적으로 쓰세요.)
 
<table><tr><td>해결과정</td><td></td></tr></table></td></tr>
<tr><td>정 답</td><td colspan="3"><table><tr><td>해결과정</td><td>불이 켜진 경우를 1로 불이 꺼진 경우를 0으로 나타낼 경우 아래와 같이 나타낼 수 있다.

0 이 앞에 있는 경우 - 0111, 0011, 0101, 0110
1 이 앞에 있는 경우 - 1100, 1011, 1111, 1110</td></tr></table></td></tr>
</table>

마. 알고리즘

관련영역	알고리즘	난이도	상
문제유형	완성형		
평가목표	자연수를 이진법으로 나타내는 알고리즘을 이해하고 이러한 알고리즘이 실생활에서 어떻게 이용되는지 알 수 있다.		
개발관점	수학적 요소에서 추론능력을 측정하고 응용력과 문제해결력, 통합력을 측정하며 자연수를 이진수로 나타내는 알고리즘을 이해하고 있는가를 측정한다.		

개발문제

컴퓨터나 다른 기계들은 켜짐과 꺼짐을 수로 나타낸 1과 0으로 구성된 명령(2진법)만 알아들을 수 있습니다. 요즘 할인점이나 백화점에서 쓰는 바코드도 2진법의 원리로 만들어 졌습니다. 다음의 보기는 이진수의 원리를 나타낸 것입니다.

- 보 기 -

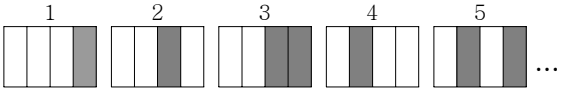
▶ 십진수와 이진수와의 관계

십진수	이진수
2	10
3	11
4	100
7	111

2) 7 ····· 나머지
2) 3 ····· 1
2) 1 ····· 1
1

111_2

아래의 그림은 이진법의 원리를 이용하여 1,2,3,4,…를 아래의 그림과 같이 나타낸 바코드입니다.



아래의 물건코드표를 보고 물음에 답해 주세요.

▶ 물건코드표 ◀

상품명	7. 초코렛	8. 빵	9. 소시지
	10. 사탕	11. 껌	12. 과자
	13. 공책	14. 아이스크림	15. 통조림
제조장소	7. 서울	8. 수원	9. 부천
	10. 인천	11. 부산	12. 광주
	13. 대전	14. 울산	15. 전주
물건값	7. 1000원	8. 1500원	9. 2000원
	10. 2500원	11. 3000	12. 3500
	13. 4000	14. 4500	15. 5000

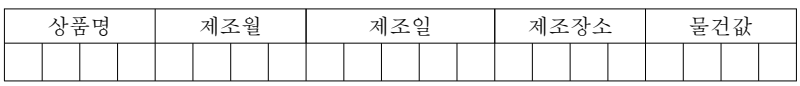
♣ 다음의 바코드를 보고 다음 빈칸을 채우세요.

상품명	제조월일	제조장소	물건값

♣ 다음에 해당하는 바코드를 위의 물건코드표에서 골라 바코드를 그려봅시다.

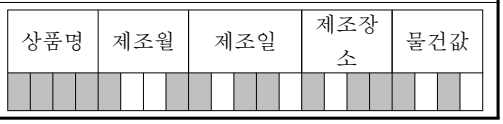
1)

상품명	제조월일	제조장소	물건값
통조림	9월 22일	부산	2500원

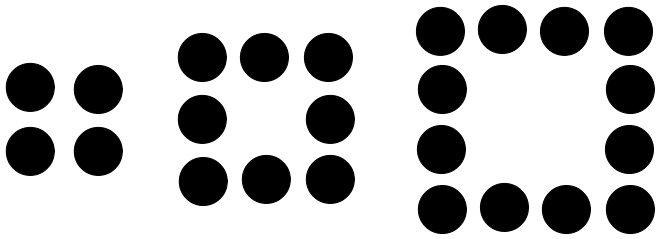


정 답

상품명	제조월일	제조장소	물건값
공책	11월	인천	2,000원



2)

관련영역	알고리즘	난이도	상
문제유형	서술형		
평가목표	바둑돌을 늘어놓은 정사각형을 차례로 만들거나 그려서 규칙을 찾아내어 한 변의 개수와 전체의 개수와의 관계를 찾아낼 수 있다.		
개발관점	구체적 사고에서 추상적 사고로 발전시키려는 생각에서 한 변의 수를 1개 늘리면 전체는 4개씩 증가한다는 사실이나. 한 변을 a개로 하면 둘레는 4(a- 1)이 된다는 알고리즘 또는 각자 생각하고 있는 해결 방법을 통해 알고리즘을 찾아낼 수 있다.		
개발문제	♣ 한 변에 바둑돌이 10개가 되었을 때 바둑알은 전체 몇 개가 되는지 어떻게 알 수 있을까? 구체적으로 써보세요. 		
정 답	♣ 정답을 알아내는 방법은 여러 가지가 있을 수 있다. 1. (2.4),(3.8),(4.12),(5,16) 한변의 개수가 1씩 늘어날 때마다 4씩 증가하므로 (6, 20),(7,24),(8,28),(9,32),(10,36)으로도 알아 낼 수 있고 이것을 공식으로 만들면 한변이 a개일 때 4*(a-1)이라고 할 수 있다. 2. 귀퉁이의 점 4개씩을 제거하면 바둑돌의 개수는 0, 4, 8....씩 증가함을 알 수 있다. 그러므로 이것을 순서쌍으로 나타내면 (2.0),(3.4),(4.8)...로 나타 낼 수 있다. 한변의 개수를 a개라고 한다면 공식은 [4*(a-2)]+4로 나타낼 수 있다. 그 이외에도 여러 가지의 정답이 나올 수 있으므로 창의력 있는 정답은 모두 수용할 수 있으나 단순히 개수만을 나타내었을 경우 점수를 감할 수 있다.		

바. 의사결정의 최적화

<table>
<tr><td>관련영역</td><td colspan="2">의사결정의 최적화</td><td>난이도</td><td>상</td></tr>
<tr><td>문제유형</td><td colspan="4">완성형, 서술형</td></tr>
<tr><td>평가목표</td><td colspan="4">문제상황에서 주어진 조건을 이용하여 최적화된 정답을 추출해 낸다.</td></tr>
<tr><td>개발관점</td><td colspan="4">실생활에서 접하는 도로선택의 상황을 수학적으로 모델링하여 학생들이 선택할 수 있는, '가장 최적의 경우를 찾아 낼 수 있는가?' 를 알아보는 문제이다. 과정 중심적이고 논리적인 사고를 통해 응용력과 문제해결력을 보여 줄 수 있는 문항이다.</td></tr>
<tr><td>개발문제</td><td colspan="4">다음의 도표를 보고 서울에서 천안까지 가장 비용이 적게 들고 빠르게 갈 수 있는 방법을 알아보고 그 이유를 설명해 봅시다.
<table>
<tr><td colspan="2">고속도로</td><td colspan="2">국도</td><td colspan="2">고소도로,
국도혼합</td><td rowspan="10">* 연료비
리터당
1,000원
* 연 비
1리터에
10Km
*고속도로
- 시속
100Km
*국 도 -
시속 70Km</td></tr>
<tr><td>거리(Km)</td><td>도로비</td><td>거리(Km)</td><td>도로비</td><td>거리</td><td>도로비</td></tr>
<tr><td>안양(30)</td><td></td><td>안양(30)</td><td></td><td>안양(30)</td><td></td></tr>
<tr><td>수원(50)</td><td></td><td>수원(55)</td><td></td><td>수원(50)</td><td></td></tr>
<tr><td>오산(60)</td><td></td><td>오산(70)</td><td></td><td>오산(60)</td><td>3,000</td></tr>
<tr><td>안성(70)</td><td></td><td>안성(80)</td><td></td><td>안성(70)</td><td></td></tr>
<tr><td>평택(80)</td><td></td><td>평택(95)</td><td></td><td>평택(85)</td><td></td></tr>
<tr><td>성환(90)</td><td></td><td>성환(110)</td><td></td><td>성환(100)</td><td></td></tr>
<tr><td>조치원(120)</td><td></td><td>조치원(135)</td><td></td><td>조치원(125)</td><td></td></tr>
<tr><td>천안(150)</td><td>5,500</td><td>천안(170)</td><td></td><td>천안(160)</td><td></td></tr>
</table>
<table>
<tr><td></td><td>거 리(Km)</td><td>연 비(원)</td><td>도로비(원)</td><td>시 간</td></tr>
<tr><td>고속도로</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>국 도</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>혼 합</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
(1) 가장 빠르게 갈 수 있는 방법
(2) 비용이 가장 적게 드는 방법
(3) 내가 생각하는 가장 좋은 방법과 그 이유를 구체적으로 써보세요.</td></tr>
<tr><td>정 답</td><td colspan="4">
<table>
<tr><td></td><td>거 리(Km)</td><td>연 비(원)</td><td>도로비(원)</td><td>시 간</td></tr>
<tr><td>고속도로</td><td>150</td><td>15,000</td><td>5,500</td><td>1“ 30‘</td></tr>
<tr><td>국 도</td><td>170</td><td>17,000</td><td></td><td>2“ 25‘</td></tr>
<tr><td>혼 합</td><td>160</td><td>16,000</td><td>3,000</td><td>1“ 46‘</td></tr>
</table>
(1) 가장 빠르게 갈 수 있는 방법 : 고속도로 이용
(2) 비용이 가장 적게 드는 방법 : 국도이용
(3) 내가 생각하는 가장 좋은 방법과 그 이유
(가) 시간우선 - 예) 시간은 곧 돈과도 직결된다. .....
(나) 비용우선 - 예) 시간 차이가 많지 않다면 비용이 우선된다.....
(다) 기타 다른 이유 - 예) 고속고로의 장점과 국도의 장점을 살린다.....</td></tr>
</table>

Ⅳ. 결론 및 제언

이상과 같이 정보과학영재의 정의와 특성을 바탕으로 이산수학과 자료구조에 기초한 초등 정보과학영재의 선발평가 문항을 제시하였다.

정보과학영재의 선발을 학과성적이나 직접 적인 프로그래밍능력 등 성적이나 기술적인 요소로 선발하려 하는 것은 잘못된 방법이다. 영재는 기술이나 지식으로 판별하거나 선발할 수 없으며 영재가 가지고 있는 특성을 파악하고 차후 교육에 의한 가능성에 의해 선발 되어져야 할 것이다.

이 곳에서 제시한 이산수학과 자료구조에 기초한 선발 평가 문항은 표준화 도구로 활용하기에는 그 문항 수가 적고 충분한 타당성 검사를 거치지 않았지만 앞으로 정보과학영재의 가능성에 초점을 두고 문항을 선정했다는 것에 의의를 두어야 할 것이다.

참 고 문 헌

교육부 (1998). 제7차 수학교육과정. 서울. 대한교과서 주식회사.

김경신 (2005). 초등학생을 위한 자료구조 학습방법에 관한 연구. 경인교육대학교 대학원 석사학위 논문.

김보라 (2001). 이산 수학의 기초개념 형성에 관한 조사 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.

김언주 (2001). 영재의 판별과 선발. 영재교육연구(제11권 제1호). 1-17.

김영수 (2003). 정보과학영재 판별과 선발 방법 연구. 석사학위논문. 신라대학교.

김진희 (1994). 영재 판별평정 척도의 타당화연구. 석사학위 논문. 숙명여자대학교

나동섭, 이재호 (2003). 초등정보과학 영재교육을 위한 교육과정의 개발. 석사학위 논문. 경인교육대학교.

예홍진 (2003). 중등 정보과학영재 판별의 실제. 영재교육담당교원 직무연수교재. 43-57.

예홍진, 위규범 (1999). 정보과학 영재교육을 위한 학생선발과 교육내용. 영재교육연구(제9권 제2호). 131-152.

오세군, 안성진 (2002) 컴퓨터 영재의 특성과 정의에 관한 연구. 2002년 한국 컴퓨터 교육학회 동계학술 발표 논문지 제6권 제1호.

유인환, 이태욱(1998). 컴퓨터 교육 활성화를 위한 교육과정 개정 방안. 한국컴퓨터교육학회 하계 논문지, 1(1), 39.

이길복, 전우천 “초등학교 정보영재를 위한 창의성 개발연구”, 한국정보교육학회 학술발표 논문집 8권1호, P404-412

이석호 (2003). 자료구조와 자바. 정익사.

이재신 (1996). 초·중등학교 영재 판별체제 구안을 위한 기초적 연구. 영재교육연구 제6집. 13-29.

이재호 (2004). 정보과학 영재를 위한 교육방법에 관한 연구. 경인교육대학교 과학교육논총 제16집. 369-384.

전경원 (2000). 한국 새천년을 위한 영재 교육학. 학문사.

조석희 (2001). 영재성의 개념과 판별. 서울교육연수원 연수자료. pp. 49-66.

조성심 (2001). 과학영재 교육센터 학생판별과 선발에 관한 연구. 석사학위논문. 전북대학

교.
황국환, 이재호 (2004) 초등정보과학 영재선발을 위한 판별방법 연구. 2004년 한국 정보교육학회 하계 학술발표 논문집(제9권 제2호). 253-262.