

초등 정보영재의 창의성 개발을 위한 컴퓨터 알고리즘 교육에 대한 연구
A Research on Education of Computer Algorithm
for the Development of Creativity
for Gifted Elementary Students in Computer Science

문 교 식(Gyo Sik Moon)¹⁾

요 약

최근 영재 교육은 교육 분야에서 많은 관심을 가지고 있다. 초등 교육에서도 컴퓨터 분야의 영재 교육이 전국 각 지역에서 이루어지고 있다. 컴퓨터 알고리즘 교육이 컴퓨터 영재 교육의 핵심 과목으로 자리 잡고 있다. 알고리즘은 정보 사회의 기반 기술인 컴퓨터 기술의 핵심이 될 뿐 아니라 문제해결의 이론적 기반이 되기 때문이다. 그리고 문제해결은 창의성을 필요로 하므로 컴퓨터 알고리즘 교육에서 창의성 교육은 중요한 위치를 차지한다.

본 논문에서는 창의성 개발을 위한 컴퓨터 알고리즘 교육에서 요구되는 창의적 문제해결력 신장을 위한 절차와 알고리즘 구현의 구체적 방법에 대해 논의한다. 또한 정보영재 과정에서 수준별 교육의 필요성과 그 방법에 대해 논의하고 초등 정보영재 교육의 발전에 대한 방안을 논의한다. 본 논문의 내용은 최근 6년간 대학에서 정보영재 과정을 교육한 경험을 토대로 작성한 것이다.

Abstract

Gifted education has drawn much attention in education in recent years and gifted education in computers in elementary education has been emerged as well throughout the country. Now computer algorithm education is considered as a core subject in the area because computer algorithm is the essence of computer technology on which information society relies technically, and also it provides theoretical basis for problem solving using computers. And we observe that fostering learner's creativity is crucial in learning computer algorithms because problem solving requires creativity in general.

In the paper, we discuss the procedure to foster learner's creative problem solving ability which would greatly help students learn computer algorithms, and then we discuss how we can make algorithmic ideas into reality. Furthermore, we note that an appropriate level education is necessary for better results for outstanding students in the program, and lastly we propose ideas to improve current gifted elementary education in computers. The content of the paper is largely originated from experiences of teaching gifted elementary students conducted by a local university and sponsored by its municipal government for six years.

논문접수 : 2008. 12. 1.

심사완료 : 2008. 12. 11.

1) 정희원: 대구교육대학교 컴퓨터교육과 교수

※ 본 논문은 2006학년도 대구교육대학교 연구교수 지원으로 연구한 것임.

1. 서론

우리나라의 영재교육은 1981년 구미고등학교의 영재학급을 시작으로 과학고등학교들이 연이어 설립되었고 1986년에는 한국과학기술대학이 설립되었다. 우리나라의 영재교육은 영재교육진흥법에 명시한 바 “탁월한 잠재적 능력을 지닌 영재의 창의적 생산력, 도덕성, 자기 주도적 학습 태도를 함양하고, 이를 통해 자아를 실현하고, 나아가 국가 사회 발전에 기여할 수 있는 인재를 육성하기 위한 것이다.”라고 그 목표를 제시하고 있다.

현재 국내의 많은 교육 기관에서 다양한 분야의 영재 교육을 실시하고 있고 사회로부터 적극적인 지원과 격려를 받고 있다. 그러나 아직 그 경험이 10년이 안 되는 짧은 연륜으로 결실에 대한 칭찬보다 개선에 대한 요구가 더 많은 것이 현실이다. 따라서 이 분야에 대한 사회의 더 많은 관심과 지원이 필요하다고 본다.

영재의 정의는 1920년대의 지능 중심 관점에서 탈피하여 특정분야의 특정 재능으로 보는 관점이 우세하다. 영재의 정의를 종합하면 다음과 같은 7가지 재능에서 특출한 능력을 보이는 사람으로 요약할 수 있다 - 높은 지능, 특정학습능력, 창의적사고, 과제집착력, 예술성, 자아개념, 동기유발[1][2][3][4]. 영재의 판별은 영재의 정의에 따라 다른 모습을 보여 왔다. 초기에는 지능 중심으로 판별하였으나 최근에는 다중지능의 관점에서 특정 분야의 다단계 판별이 주목을 받고 있다[2][4].

정보영재의 정의는 일반적인 영재의 정의를 토대로 하여 컴퓨터 분야의 특성을 가미한 것이 특징이다. 정보영재의 경우 수리논리적 능력을 중시한다는 것이 특징이라 할 수 있다. 정보영재의 판별도 일반적 영재의 기준에 컴퓨터 분야의 특성을 가미한 것으로 보면 된다 [1][2][3][5][6][7].

현재 대부분의 시도교육청에서 정보영재 교육을 지역 대학에 위탁하여 실시하고 있지만 그 대상이 아주 소수이다. 우리나라의 정보영재 교육은 다른 영역에 비해 사회적 관심이 적은 것이 현실이다. 그 주된 이유는 컴퓨터가

대학 입시에서 주요 과목이 아니라는 것으로 추측할 수 있다. 현재 초중등학교에서의 일반 학생들을 위한 컴퓨터 교육도 매우 불충분한 것으로 관련 전문가들은 지적하고 있다. 사정이 그러할진대 관심 있는 학생들이 거의 사교육을 통해서 정보영재 교육을 받고 있다. 정보영재들에 대한 체계적이고 지속적인 교육 환경이 마련되어 있지 않다는 사실은 정보 산업이 타 산업에 미치는 영향을 고려할 때 우려되는 현실이라 하겠다. 정보 관련 분야가 고부가 가치의 무공해 지식 집약 산업임을 고려할 때 자원 빈국인 우리나라에서 인재들을 잘 활용할 수 있는 기회가 됨을 인식하여 정보교육과 정보영재 교육을 사회에서 적극 지원해야 할 것으로 본다.

현종익, 이학춘(2002)의 교육학 용어사전에 의하면 창의력이란 “지금까지 존재하지 않던 새로운 것을 만들어 내는 사고 능력”으로 정의하였는데 창의력에 대한 일반적인 정의는 다른 문헌에서도 이와 유사한 정의를 찾아 볼 수 있다[8]. 창의력은 대상 분야에 따라 서로 다른 관점에서 정의하고 있다. 그 중 대표적인 몇 가지만 살펴보면, 창의력을 지적 능력으로 보는 관점(Guilford), 창의력을 정의적 특성에서 보는 관점(Maslow), 문제해결의 과정으로 창의력을 보는 관점(Dewey, Wallas, Torrance) 등이 있다. 본 논문의 주제인 컴퓨터 알고리즘에 적합한 관점은 창의력을 문제해결의 과정으로 보는 관점이 적합하다고 하겠다.

창의성의 요소에 대한 연구 결과 연구자에 따라 약간씩 다르지만 확산적 사고와 활동, 지식과 기능 기반, 참을성, 개방성, 동기, 과제 집착력, 등이 거론되고 있다(Urban, 1995). 창의성의 지적 특성으로는 민감성, 유창성, 융통성, 독창성, 분석력, 종합력, 재정의 능력, 통찰력 등을 주목하고 있다 (Guilford & Hoepfner, 1971). 앞으로의 사회가 창의적 아이디어를 기반으로 하는 고도의 기술 사회가 도래할 것으로 많은 미래학자들이 예측하고 있다는 점에서 지식습득 위주의 기존의 교육 방법에서 탈피하여 미래사회에 대한 적응력을 기르기 위해 창의력 교육의 필요성이 사회적으로 힘을 얻고 있다.

최근 초중등 일반 학생을 위한 컴퓨터 교육의 방향이 ICT 활용 위주의 컴퓨터 교육에서 벗어나 컴퓨터 과학의 핵심 영역인 알고리즘/프로그래밍 교육이 필요하다는 주장이 힘을 얻고 있다[9][10]. 정보영재 교육에서는 알고리즘 교육이 필수적이다. 알고리즘 교육에 대한 연구는 대부분 정렬, 탐색 문제에 국한하는 경우를 빈번하게 본다[11][12][13][14]. 알고리즘 교육에 있어서 정렬과 탐색은 전산학의 중요한 문제이므로 크게 잘못된 일은 아닐 것이다. 시작은 그러한 주제로 출발하더라도 알고리즘에 대한 개념적 이해에 초점을 맞춘 내용을 선정하는 것이 바람직 할 것이다. 그리고 무엇을 가르치는가 하는 문제에 못지않게 중요한 문제는 어떻게 가르치느냐하는 교수 방법에 대한 연구일 것이다. 특히 창의성 함양에 중점을 두어야 하는 정보영재 교육에서는 교수 방법이 핵심적 일임을 알 수 있다.

논문의 순서는 다음과 같다. 2장 창의적 문제해결력 신장을 위한 교육에서는 창의적 문제해결력 신장을 위한 절차와 알고리즘 구현의 구체적 방법에 대하여 논의한다. 창의적 문제해결력 신장을 위한 절차에는 문제의 선정, 문제의 제시, 문제 해결에의 초대, 단계적 해결의 체득의 세부적 절차에 대해 알아본다. 3장에서는 수준별 교육, 4장에서는 초등 정보영재 교육의 발전에 대한 제언, 그리고 5장에서 결론을 맺는다.

본 논문은 저자의 초등정보영재 교육에 참여한 경험을 담고 있으므로 일반화하기에는 무리가 따른다는 제한점이 있다(D영재과정이라 하자). 그러나 이러한 교육 경험을 나누고 정보를 교환하는 일이 실용적 가치가 있다고 생각한다.

2. 창의적문제해결력신장을위한교육

D영재과정에서 학습자의 창의적 문제해결력 강화에 초점을 맞추어 효율적으로 학습이 진행되기 위하여 사용한 절차와 방법들을 제시한다. 창의적 문제해결력 신장을 위한 교육은 문제의 선정, 문제의 제시, 문제 해결에의 초대, 단계적 해결의 유도과 같이 이루어진다.

다음으로, 알고리즘을 구현해 가는 과정에서 적용할 수 있는 효과적인 방법들에 대해서 알아보면, 알고리즘을 프로그램으로 변환하는 방법, 시험 데이터의 실행과 프로그램의 정확성 점검, 대규모 데이터의 실행, 유사한 문제, 응용문제로의 초대를 생각할 수 있다.

2.1 창의적문제해결력신장을위한절차

2.1.1 문제의선정

문제 선정의 초점은 학습자들의 흥미를 유발하고 창의력을 개발할 수 있는 문제를 선정하도록 노력한다. 초등 정보영재 교육의 내용은 지식 전달 위주의 일반 교과목과는 달리 창의적 문제해결력 함양을 위한 문제의 풀이에 중점을 둔다. 이론이나 지식을 단순히 적용하여 답을 얻을 수 있는 문제를 회피하고 디지털 사고에 기반 한 창의적 아이디어가 요구되는 문제가 바람직하다.

① 학습자들의 흥미를 유발할 수 있는 문제; 컴퓨터과학의 전통적인 자료구조, 알고리즘 문제들 보다 초등학생들의 흥미를 유발할 수 있는 문제의 선정이 필요하다.

② 학습자의 수준에 맞는 문제; 그 내용이 대상 학습자의 지식 정도와 학교 교육의 수준에 맞는 범위 안에서 선정해야 한다. 예를 들어, 음수의 개념을 아직 배우지 아니한 초등학생들에게 음수 연산을 사용하는 문제의 제시는 피해야 한다.

③ 알고리즘의 능력을 체험할 수 있는 문제; 수리 논리적 능력이 뛰어난 영재의 경우 초등수학의 내용에 대한 과제에 대해 많은 관심을 보이며 수학 문제를 컴퓨터를 도구로 사용하여 해결한다는 것에 흥미를 보이는 경향이 많다. 쉬운 예로, 초등 수학에서는 최대공약수를 구하는 단순한 방법이 제시되고 있다. 그러나 유클리드의 G.C.D. 알고리즘([15][16])을 접했을 때 그들은 알고리즘의 능력에 많은 관심과 호기심을 보이고 즐겁게 배우는 모습을 발견할 수 있다.

④ 디지털 사고에 기반 한 창의적 아이디어가 요구되는 문제; 동일한 문제에 대한 수학적

해법을 (여기서 수학적 해법이란 초중등 수학교과서에서 제시하는 방법에 국한한다) 컴퓨터 알고리즘에서 그대로 사용할 수 없는 경우가 많다. 그 이유는 수학적 풀이에서 사용하는 문제의 표현 방법과 컴퓨터 내부의 저장 방법이 다른 경우가 많기 때문이고, 수학적 해법은 계산 효율을 그다지 중요시 하지 않지만 컴퓨터 알고리즘은 계산 효율이 정확성 다음으로 중요하기 때문이다. 또, 수학적 해법을 그대로 컴퓨터 알고리즘에 적용하기에는 번거롭거나 까다로운 경우를 많이 발견한다. 즉, 동일한 문제에 대해 수학적 해결 방법을 그대로 적용하기 보다는 디지털 관점에서 그 문제를 다시 관찰하고 해석하며 정보를 어떻게 디지털로 표현할지를 고안해야 한다. 이러한 능력을 함양하기 위하여 디지털 사고에 기반 하는 창의적 아이디어를 요구하는 문제의 선정이 요구된다.

⑤ 일상과 연계된 문제; 동일한 문제라도 그 문제가 일상생활의 주변과 연계될 때 학습자들은 더 많은 반응을 보이고 문제해결에 적극성을 보인다.

⑥ 게임이나 퍼즐을 이용한 문제; 게임이나 퍼즐을 포함하는 문제에 학습자들은 더 많은 관심을 표한다. 예를 들면, 이차원배열을 학습하기 위하여 오목 프로그램을 효과적으로 사용할 때 학습자들은 더 많은 흥미를 보인다.

⑦ 다양한 시도가 요구되거나 다양한 시도를 허용하는 문제; 다양한 생각을 유발할 수 있는 문제는 학생들로 하여금 사고의 폭을 넓혀주고 깊이 생각하는 훈련을 가능케 한다. 대부분의 단편적인 문제들은 문제해결에 있어서 이론의 단순한 적용 또는 한두 가지의 풀이 방법의 적용으로 해결되므로 창의력 향상을 기대할 수 없다. 컴퓨터 알고리즘 분야에서 발견되는 전통적인 문제들 중에서도 이러한 목적을 위해 활용할 수 있는 문제들이 적지 않다. 다만 문제를 제시할 때 초중학생들의 흥미를 유발할 수 있도록 일상과 연계한다든지 게임의 형식을 갖춘다든지 하는 기법들이 유용하다. 예를 들면, 최단경로 문제를 보물찾기 형태로 변형하여 문제를 제시하면 딱딱하게 보이는 알고리즘 문제를 아동들이 흥미롭게 받아들이는 것을 볼 수 있다. 이러한 문제들은 다양한 창

의적인 생각이 가능하므로 학습자들의 다양한 생각이 교환되도록 교수자의 지도가 필요하다. 다양한 풀이 방법에 대하여 학습자 상호간의 의견이 자유롭게 피력될 때 수업의 참여도를 높일 수 있고 컴퓨터 알고리즘에 대한 흥미를 북돋울 수 있는 장점들을 얻을 수 있다. 전통적인 NP (Nondeterministic Polynomial) ([15][16]) 문제들 중에서 흥미를 유발하면서 다양한 시도가 가능한 문제들이 다수 있다. 예를 들면, TSP(Traveling Salesman Problem)([15][16])가 그러한 경우이다.

⑧ 역사성 있는 문제; 컴퓨터 알고리즘의 문제들에는 역사성을 갖는 문제들이 다수 있다. 이들 문제들에 대한 제시는 학습자들로 하여금 그 문제들의 역사적 의미를 느끼게 하고 나아가서 컴퓨터 알고리즘의 역사성을 배울 수 있게 하는 중요한 측면이 있다. 예를 들면, 파이(π) 계산에 대한 고대인들의 해법과 오늘날의 컴퓨터 해법을 비교함으로써 컴퓨터 알고리즘의 역사성을 체험할 수 있도록 한다.

⑨ 프로젝트형 문제; 단편적인 문제들 보다 프로젝트형의 문제가 종합적인 사고 능력과 지속성이 요구된다. 영재의 특징 중 하나가 과제 집착력이고 끈기라고 알려져 있는데 단편적인 문제들로는 그러한 능력의 함양에 한계가 있다. 여기서 프로젝트라 함은 소규모의 과제들이 종합적으로 연결되어 단일한 목적을 이루게 되는 형태의 규모가 큰 과제를 말한다. 프로젝트의 시작에 프로젝트의 목적과 요구사항 및 전체적 진행과정을 알려준다. 그리고 프로젝트를 구성하는 작은 과제들에 대한 목적과 과제 상호간의 관계를 알려준다. 난이도가 낮은 과제부터 시작하여 그 상위의 과제를 순차적으로 수행하는데 팀별 작업도 가능하다. 이렇게 하는 과정에서 하나의 과제에서 산출되는 결과가 그 상위과제(들)에서 어떻게 사용되는지 알게 된다. 즉, 데이터가 프로그램을 거치는 동안 어떻게 변화하고, 목적하는 형태로 어떻게 실현되는지를 전체적인 긴 과정을 통하여 관찰하는 동안 데이터와 프로그램에 대한 종합적이고 깊이 있는 이해가 가능하다는 것이 프로젝트 수행의 장점이라 할 수 있다.

2.1.2 문제의 제시

문제의 내용과 문제가 요구하는 것에 대한 명확한 제시가 필요하다. 문제에 대한 학습자의 이해를 확보하려면 다음과 같은 몇 가지의 사항을 고려해야 한다.

① 입력과 출력에 대한 명확한 설명이 필요하다. 이를 위해, 입력과 출력의 형식, 조건과 함께 충분한 예를 든다.

② 용어사용에 주의한다. 초등학생들은 인지 발달이 아직 완전하지 않으므로 추상적 용어의 사용에 주의해야 한다. 초등학생의 이해 수준에 맞는 용어의 사용이 필요하고 가급적 어렵다고 예측되는 용어는 쉽게 설명해 주는 것이 좋다.

③ 사전 지식이 요구되는 문제에 대해서는 충분한 설명이 필요하다. 예를 들면, 바둑의 오목 문제에 대한 프로그래밍 문제라면 오목에 대한 경험이 요구된다. 이 경우, 오목에 대한 충분한 설명이 필요하다.

④ 문제 표현의 방법으로 일상의 주변과 연관 지어 문제를 표현하는 것이 문제에 대한 이해를 쉽게 할 수 있다.

2.1.3 문제해결에의 초대

학습자가 충분히 자신의 알고리즘을 고안할 수 있도록 전체적인 분위기를 유도하고 다양한 아이디어가 표출될 수 있도록 격려하며 알고리즘의 전체적인 윤곽을 학습자 스스로 도출할 수 있도록 다양한 지도 방법을 강구하는 단계이다. 학습자 전체가 참여하도록 용기를 주기 위하여 쉬운 예를 들어 문제에 대한 이해를 돕는다. 학습자에게 생각할 시간적 여유를 충분히 주고 자신의 아이디어를 글로 표현하도록 한다. 이 때 문제의 성격을 규명하는데 초점을 맞춘다. 각자의 생각을 동료와의 비교를 통하여 검토하고 수정/보완하는 과정을 거친다. 이러한 과정을 거쳐서 각자의 알고리즘을 구체화한다. 이 때, 교수자는 다양한 알고리즘을 수용하고 비판 없이 긍정적으로 인정하는 자유로운 분위기를 보장하는 것이 중요하다. 이렇게 한 후에 각자의 알고리즘을 구현하는 단계로 진입

한다.

2.1.4 단계적 해결의 체득

알고리즘을 구현하는 과정에서 학습자들이 흔히 범하는 과오는 고안한 알고리즘을 한 번에 코딩하여 단번에 답을 내리는 조급성이다. 교수자는 하나의 문제를 작은 단계로 나누어 단계적으로 문제를 해결하는 과정을 보여준다. 각 단계에서 다음 단계로 넘어가기 전에 계산의 정확성을 확인하는 체크포인트의 사용 방법을 실습토록 한다. (시스템이 제공하는 체크포인트 기능을 사용할 수도 있고, 단순하게 출력문을 사용하여 확인 가능하다) 이러한 과정을 학습자들이 체험을 통하여 체득하는 과정이 필요한데 이를 위해 교수자는 실제의 과정을 직접 보여주며 따라하도록 요구하고 점진하는 훈련이 필요하다. 프로젝터를 통하여 전체적으로 이러한 과정을 시범해 보이고 학습자들이 따라해 보도록 하는 방법이 효과적이다. 이렇게 함으로써 교수자는 학습자로 하여금 체계적인 문제 해결의 과정을 습득할 수 있도록 도와줄 수 있게 된다.

2.2 알고리즘구현의구체적방법

① 알고리즘을 프로그램으로 변환하는 방법; 학습자가 흔히 범하기 쉬운 오류가 알고리즘을 구상함과 동시에 코딩을 시작하는 경우이다. 많은 경우에 부정확하고 비효율적이므로 코딩 전에 알고리즘의 정확성을 먼저 확인하는 과정이 필요하다. 이를 위해, 입력과 출력, 과정을 명확히 기술(describe)하는 과정에 대한 연습이 필요하다. 기술 방법은 순서도 또는 슈도코드(pseudo-code)를 사용할 수 있다.

② 시험 데이터의 실행과 프로그램의 정확성 점검; 알고리즘을 기술한 내용이 정확함을 알고리즘을 구현하기 전에 확인하는 것이 효율적이다. 시험 데이터를 준비하여 알고리즘을 테스트한다. 시험 데이터는 단순한 것부터 시작하여 복잡한 것을 고안한 알고리즘에 적용하여 알고리즘의 정확성을 확인한다. 이 과정에서 알고리즘의 수정/보완이 필요한 경우가

발생할 수 있다. 또는 아이디어가 잘못되었으면 알고리즘 자체를 아주 바꾸어야 하는 경우도 발생한다. 다양한 시험 데이터로 확인된 알고리즘이라면 코딩해도 좋다. (물론 시험 데이터에 의한 점검이 그 알고리즘의 정확성을 증명해주지는 않는다. 그러나 어떤 알고리즘에 대한 이론적 검증은 초등학생의 능력 범위를 넘는 부분이므로 다양한 데이터에 대한 점검을 통하여 간접적으로 확인하는 것이 실용적이다.) 알고리즘의 정확성을 점검할 수 있는 좋은 시험 데이터를 만든다는 것은 쉬운 일이 아니다. 교수자는 샘플 데이터를 어떻게 준비하는지를 직접 시범해 보이는 것이 필요하다.

③ 대규모 데이터의 실행; 잘 실행되는 프로그램은 학습자에게 성취감을 주고 알고리즘 학습의 흥미와 의욕을 유지하는데 많은 도움이 된다. 프로그램의 실행을 단계적으로 보여 줄 때 데이터가 어떻게 계산 과정에 이용되며 어떠한 과정을 거쳐서 결과가 출력이 되는지를 알게 된다. 교수자는 알기 쉬운 간단한 시험 데이터에 대하여 프로그램이 어떻게 작동하는지를 단계적으로 보여주면 학습자는 알고리즘의 동작 과정을 명확히 알게 된다. 이러한 실행 과정의 이해는 학습자들의 알고리즘에 대한 흥미를 유발하는데 도움이 됨을 수업 경험을 통하여 관찰할 수 있다. 이와 같이 알고리즘의 작동 원리에 대한 이해에는 대규모의 시험 데이터보다 작은 규모의 (보아서 바로 이해할 수 있는 정도의 크기의) 데이터가 더 효과적이다. 그러나 소규모의 데이터로는 알고리즘의 능력을 느끼기에 충분하지 않은 경우가 많다. 예를 들면, 이진탐색과 순차탐색의 비교에서 소규모 데이터로는 그 차이를 알기 어렵다. 최근의 개인용 컴퓨터에서 상당한 크기의 데이터라도 순차검색에서 빠른 결과를 보여준다. 이론적으로는 이진탐색이 순차탐색보다 일반적으로 빠른 성능을 갖는 것으로 이해하지만 실제로 얼마나 빠른지를 학습자들이 피부로 느끼게 하는 것이 학습 효과를 위하여 중요하다. 작은 규모의 데이터는 눈으로도 그 답을 금방 확인할 수 있어서 답이 나오더라도 학생들이 신기하게 생각한 다든지 놀랍다는 반응을 보이지 않는다. 그러나 데이터의 양을 현저히 증가한다면 학생들의

반응은 달라지는 것을 흔히 관찰한다. 눈으로 보아서는 도저히 그 결과를 짐작하기 어려울 만큼의 많은 양의 데이터를 보여주고 자신들이 작성한 프로그램이 그 결과를 순식간에 보여줄 때 학생들은 감탄을 한다. 학생들이 컴퓨터 프로그램의 능력을 느끼게 하고 자신이 고안한 알고리즘의 위력에 매력을 느끼게 하는 중요한 이벤트라 할 것이다. 데이터의 생성은 랜덤 함수를 이용하여 데이터를 자동 생성할 수 있고 이는 교수자가 사전에 준비해 두어야 한다.

④ 유사한 문제, 응용문제로의 초대; 한 문제에서 파생할 수 있는 문제는 상당히 많을 수 있다. 원래의 문제에서 새로운 제약 조건을 추가 한다든지, 원래의 조건을 변경한다든지, 또는 새로운 형태의 결과를 요구한다든지 하는 등의 약간의 변경만으로도 다양한 새로운 문제를 도출할 수 있다.

원래의 문제를 더 연습할 필요가 있을 경우, 원래의 문제에 대해 흥미를 느낀 학생들에게 새로운 경험을 주고 싶을 경우, 원래의 문제와 유사한 다른 문제를 제시하는 것이 바람직하다.

3. 수준별 교육

영재과정 안에 특출한 소수의 학습자들이 있고 이들은 다른 이들과 현저히 구분되는 재능으로 인하여 수준별 교육이 필요함을 절감하게 된다.

수준별 교육이 필요한 이유는 같은 과정의 학습자들이 여러 측면에서 개인적 능력에 차이를 보이므로 동일한 내용에 의한 수업이 힘들게 되기 때문이다. 주로 볼 수 있는 개인 능력의 차이는 사전교육의 정도, 이해력, 응용력, 창의력, 문제해결력 등의 차이를 볼 수 있다. 이런 능력의 차이는 과정이 시작하면서 나타나기 시작하는데 과제해결의 시간에 있어서 현저한 차이를 보이는 경우들이 많다. 이러한 차이를 무시하고 동일한 교육내용을 전체 학습자들에게 일률적으로 적용하는 것은 상위의 학생들의 학습욕구를 제대로 충족하지 못하는 결과를 초래한다. 이러한 특출한 재능을 보이는 학생들이야말로 진정한 영재교육의 대상이라 볼 수

있다.

D영재과정의 경우 특출한 소수의 학습자를 수준별 교육하고 있는데 일반학생들과는 구분되는 고난이도의 학습 내용과 과제를 개별적으로 제공하고 있으며 상당한 효과를 보고 있다. 이렇게 한 반 안에서 수준별 교육을 하는 것의 문제점으로는 첫째, 학생 개인별 교육내용의 준비와 지도를 한다는 것이 교수자의 시간과 노력이 많이 요구된다는 것이고 둘째, 학부모들이 민감한 반응을 보이는 것이 조금의 부담이다. 그러나 전체적으로 실보다 득이 많다고 볼 수 있다.

D영재과정의 경우 여러 가지 측면에서 학습자의 편차가 두드러진다. 사전 지식과 경험의 정도에 있어서 영재반에 입학하기 전부터 사설 컴퓨터 학원에서 C 또는 비주얼베이식 프로그래밍 및 정보올림피아드를 대비한 교육을 받아 온 학습자들이 있는가 하면 프로그래밍 교육을 전혀 받지 않은 학생들도 있다. 비율로 본다면 학습자의 20%정도가 사전에 프로그래밍 교육을 받은 경우이고 나머지가 프로그래밍 교육을 받지 않은 경우이므로 대부분의 학생이 프로그래밍에 대한 사전 교육 없이 영재과정에 들어온다고 볼 수 있다. 수업을 진행하는 동안 교수자는 수준차이를 현저히 감지할 수 있는 소수의 특출한 학습자들을 자연스럽게 인지하게 된다. 이들은 수업 과정에서 다른 학습자들보다 과제의 해결에서 현저히 앞서 가는 현상을 보여준다. 어느 사이에 다른 학습자들도 소수의 특출한 이들의 행동과 의견에 주목하게 되고 영향을 받는다. 부정적인 측면은 소수의 특출한 학습자들로 인해 다른 학습자들의 학습 의욕이 떨어진다는 점을 관찰할 수 있다. 그리고 소수의 특출한 학습자들은 현재의 수업 내용이 너무 쉽다고 생각하여 수업 내용에 흥미를 잃게 되는 경우가 발생하게 된다.

D영재과정에서는 처음 이 과정을 운영할 초기 몇 년간은 학생들의 수준차이를 구분하지 않고 일률적으로 동일한 교육과정을 적용하였다. 그 결과 소수의 학생들은 수업에서 다른 학생과의 사전 지식의 차이로 인하여 일부 내용에서 흥미를 잃는 경우가 많았다. 그리하여 몇 명의 특출한 학생들만 대상으로 사사반을 1

년간 운영하여 훌륭한 결과를 거둔 실적도 있다. 그러나 사사반은 오래 지속되지 못했는데 그 이유는 사사반 전담 교수의 확보가 어려웠다는 것이 가장 큰 이유였다. 영재과정의 교수자들은 기존의 업무 외에 영재 교육을 맡는다는 것에 업무 부담이 가중되어 일시적으로 사사반을 운영할 수는 있으나 지속적으로 유지하기가 현실적으로 쉽지 않다. 그러나 사사반을 운영할 수만 있다면 특출한 소수의 학생들을 특별히 지도할 수 있다는 점에서 고수준의 밀착 교육이 가능하다. 이에 대한 제도의 개선은 향후 충분히 검토해야 할 과제라고 본다.

학습자들의 수준차이를 해결하기 위한 여러 시도를 하였고 그 결과 최근에는 다음과 같은 방법으로 효과를 보게 되었다. 수업 중에 발견한 소수의 특출한 학습자들을 교실의 맨 뒤쪽에 분리 배치한다. 물론 사전에 그들에게 소수의 개별 교육의 중요성을 말하고 참여 의사를 타진하여 동의하는 학습자들에 한하여 시행하였다. 대부분의 경우 적극 동의하였고 잘 참여하였다. 어떤 경우에는 사설 학원에서 사전 교육을 받은 학습자가 초기에는 과제해결에 남다른 능력을 보이다가 과정이 진행됨에 따라 오히려 부진을 경험하는 경우도 있는데 이런 경우에는 스스로 물러서서 다른 일반 학습자들에 다시 복귀하게 된다. 그러나 대부분의 경우 처음 선발된 이들은 과정이 끝날 때까지 적극 참여하여 괄목할만한 학습 성취를 보인다. 그리고 사전 교육을 받지 않았으나 수업이 진행됨에 따라 특출한 재능을 보이는 경우가 발생한다. 많지는 않으나 한 과정에서 소수가 그러한 경우를 보인다. 당연히 이들도 수준별 교육에 동참하도록 하고 있다.

4. 초등정보영재교육의 발전에 대한 제언

현재까지 D정보영재과정에서의 경험을 바탕으로 앞으로의 초등 정보영재의 발전을 위한 몇 가지의 제안을 한다. D정보영재과정에서 가장 영향력이 많은 요소는 학부모이고 그 다음이 학습자, 그 다음이 교육과정 및 교육 여건으로 보여 진다. 그러나 무엇보다 대구광역시에서 현재까지 지속적인 제도적, 물적 지원을

아까지 않은 점이라 할 수 있다. 대구광역시 교육청의 정보영재교육에 대한 열정과 비전이 이 프로그램을 가능하게 하고 있으며 향후에도 변함없는 지원을 기대해 본다.

① 학부모; 초등 아동의 교육에 가장 큰 영향력을 가진 주체는 학부모이다. 학부모의 자녀 교육에 대한 일차적 관심은 대학 입시이다. 아동은 정보영재에 많은 관심을 보이지만 학부모의 결정으로 대학 입시 준비에 더 유리한 과목의 영재 과정을 선택하는 경우들을 흔히 볼 수 있다. 학습자의 재능과 관심보다 대학 입시 위주의 학습에 더 치중하는 것이 현실이다. 우리나라 교육의 잘못된 현실을 바로잡지 못한다면 균형 있는 영재 교육을 기대하기가 어려울 것으로 생각된다.

② 상급학교의 기회 확대; 학부모의 자녀 교육에 대한 일차적 관심인 대학 입시라는 목표를 유리하게 달성할 수 있는 상급학교의 진학에 도움이 되는 방향으로 정보영재 분야를 활용할 수 있도록 제도적 배려가 필요하다. 최근, 대구-경북 지역의 과학고등학교에서 정보올림피아드 분야의 역할이 축소되는 현상으로 인해 초등 정보영재에 대한 학부모의 관심이 떨어져 가는 추세를 경험하고 있다.

③ 중고등에서의 컴퓨터 교육 강화의 필요성; 중고등학교에서 컴퓨터 교육의 비중이 약화되고 있는 현 상황에서 초등 정보영재 교육도 동반 약화되는 현상을 경험하고 있다. 이는 앞으로 우리나라 IT 분야의 발전에 부정적 효과를 예고하는 현상이라 할 수 있다.

④ 창의적 문제해결력을 신장하는 알고리즘 교육을 초중고 연계 교육으로 강화할 필요; ICT 활용 위주의 소극적 소비자 교육에서 벗어나서 창의적 개발 교육으로 진보하기 위하여 문제해결의 컴퓨터적 원리를 제공하는 알고리즘 교육을 초등에서부터 중고등교육에 이르는 연계성 있는 교육을 실시할 필요가 있다. 이를 위해 교사대 교육에서도 알고리즘 교육이 비중 있게 다루어져야 한다.

⑤ 교육의 다양성 추구; 영재교육의 프로그램의 내용과 형식을 다양화하여 학습자의 지속적 관심을 유발한다. 최근에 유행처럼 도입하고 있는 로봇 프로그래밍 교육이 그 예이다. D

정보영재과정의 경우에도 최근 몇 년째 성공적으로 로봇 프로그래밍 교육을 영재교육에 활용하고 있다.

⑥ 사사반의 운영; 영재과정의 10-20% 정도는 다른 학습자들과 수준차이가 현저히 구분되는 특출한 재능을 가지고 있는 것으로 보여진다. 사사반은 소수 정예의 고수준 밀착 교육에 효과적이며 개개인의 특성에 따른 개인별 지도가 가능하다는 장점이 있다. 다만 사사반을 운영할 교수 요원의 확보가 전제되어야 한다.

⑦ 영재 기관간의 협력체계의 필요성; 거의 모든 국내의 주요 도시와 도에서 정보영재과정을 운영하고 있다. 그런데 이들 교육기관 상호간의 협력체제는 아직 존재하지 않는다. 현재 운영 기간이 10년 미만인 기관이 거의 전부인 초기 상태라는 측면도 있지만 폐쇄적 운영이라는 범주에서 벗어나기는 어렵다. 향후 이들 기관에 대한 협의체가 만들어져서 서로의 지식과 경험을 공유한다면 더 좋은 성과를 이룰 수 있을 것으로 기대한다.

⑧ 선진국의 사례 연구를 적극적으로 수용; 미국을 비롯한 IT 선진국들은 우리나라 보다 정보영재교육에 있어서 더 발전된 모습을 보이고 있다. 이에 대한 실태 조사와 그들의 시스템을 분석하여 발전의 계기로 삼는 노력이 필요하다. 그러나 현재까지 관련 학회에 보고된 바로는 이에 대한 노력이 대단히 부족함을 발견할 수 있다.

5. 결론

정보영재 과정에서 창의성 개발은 핵심적 주제이다. 이를 위해 절차적 문제와 방법적 문제를 구분하여 다루었다. 창의적 문제해결력 신장을 위한 절차는 문제의 선정에서 출발한다. 문제의 선정에서 고려해야 할 점들은 학습자들의 흥미를 유발할 수 있는 문제, 학습자의 수준에 맞는 문제, 알고리즘의 능력을 체험할 수 있는 문제, 디지털 사고에 기반 한 창의적 아이디어가 요구되는 문제, 일상과 연계된 문제, 게임이나 퍼즐을 이용한 문제, 다양한 시도가 요구되거나 다양한 시도를 허용하는 문제,

역사성 있는 문제, 프로젝트형 문제임을 살펴 보았다. 그 다음 단계로 문제의 제시인데 입력과 출력에 대한 명확한 설명, 용어사용에 주의, 사전 지식이 요구되는 문제에 대해서는 충분한 설명이 필요, 일상과 연관한 문제의 표현이 되도록 유의해야 한다. 다음 단계는 문제 해결에의 초대인데 학습자의 자발적인 참여를 이끌어 낼 수 있도록 학생의 의견을 수용하도록 한다. 다음 단계는 단계적 해결의 체득이다. 고안한 알고리즘의 정확성을 점검하기 위하여 체계적 반추과정이 필요하다.

알고리즘 구현의 구체적 방법으로 알고리즘을 프로그램으로 변환하는 방법, 시험 데이터의 실행과 프로그램의 정확성 점검, 대규모 데이터의 실행, 유사한 문제, 응용문제로의 초대를 제시하였다.

영재교육과정 안에서도 수준별 교육은 필요하다. 저자가 참여한 D영재과정에서의 경험을 위주로 수준별 교육의 필요성, 수준별 교육의 실제적 적용, 장점과 단점을 서술하였다.

초등 정보영재 교육의 발전의 중요 요인으로 학부모, 상급학교의 기회 확대, 중고등에서의 컴퓨터 교육 강화의 필요성, 창의적 문제해결력을 신장하는 알고리즘 교육을 초중고 연계 교육으로 강화할 필요, 교육의 다양성 추구, 사사반의 운영, 영재 기관간의 협력체제의 필요성, 선진국의 사례 연구를 적극적으로 수용을 제시하였다.

결론적으로 초등 정보영재 교육에서 창의성 교육이 핵심이 되어야 하며 문제해결력 신장을 위한 절차와 방법의 세부 단위에서부터 창의성을 목표로 교육이 이루어져야 한다. 영재과정 안에서도 수준의 차이는 존재한다. 수준 차이는 특출한 영재에게 적합한 교육을 제공할 수 있는 기회가 된다. 소수의 특출한 아동들이 자신의 타고난 능력을 최대한 발현하도록 교육적 체제가 마련되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] 신승용, 신수범, 배영권, 이태욱(2003), "

창의성 및 정보과학적 특성을 기반으로 한 정보영재 판별도구 개발연구", 한국컴퓨터교육학회 논문지, 2003, 7(4), 7-14.

[2] 오세균, 안성진(2002), "컴퓨터 영재의 특성과 정의에 관한 연구", 한국컴퓨터교육학회 2002 동계 학술발표논문지, 6(1), 3-7.

[3] 이건용, 이재호(2003), "정보과학영재를 위한 사이버 커뮤니티 활성화 방안", 한국정보교육학회 2003년 동계 학술발표논문집, 8(1), 325-334.

[4] 진경원(2000), 한국의 새천년을 위한 영재 교육학, 학문사.

[5] 강성원, 이에정, 이재호(2003), "초등 정보과학 영재용 프로그래밍 교육", 한국정보교육학회, 논문지 7(3), 2003, 363-371.

[6] 오성훈, 이재호(2004), "초등 정보과학영재를 위한 문제해결 중심의 기초기술소양교육 방안", 한국정보교육학회 2004년 동계 학술발표 논문집, 9(1), 287-295.

[7] 이길복, 전우천(2003), "초등학교 정보영재를 위한 창의성 개발 연구", 한국정보교육학회 2003년 동계 학술발표 논문집, 8(1), 404-412.

[8] 현종익, 이화춘(2002), 교육학 용어사전, 도서출판 동남기획, 2002.

[9] 신인경(2004), 컴퓨터 교육을 위한 알고리즘 지도방안 연구, 경인교육대학교 석사학위논문.

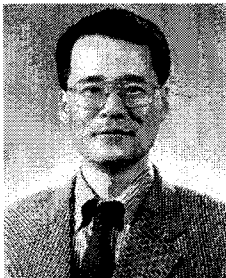
[10] 임화경, 전승순(2006); "초등 수학문제를 이용한 컴퓨터 알고리즘 개념에 대한 교수방법", 한국 컴퓨터 교육학회 논문지 9(3), 2006.5. 109-119.

[11] 배정은(2001), 내부 정렬 알고리즘 학습을 위한 웹기반 교육 프로그램의 설계 및 구현, 성신여자대학교 석사학위논문.

[12] 이주희, 김갑수(2006), "구체적 조작기의 초등학생을 위한 정렬 알고리즘 교수-학습에 관한 연구", 한국정보교육학회 학술발표논문집 11(2), 95-100.

- [13] 임민영(2006), 초등학교 컴퓨터 교육에서 자료구조의 검색과 정렬 알고리즘 학습가능성에 관한 연구, 진주교육대학교 석사학위논문.
- [14] 정인기(2002), "탐색 알고리즘 교육을 위한 SW 컴포넌트 개발", 한국정보교육학회 논문지 6(2), 2002. 6, 179-187.
- [15] E. Horowitz, S. Sahni(1978), Fundamentals of Computer Algorithms, Computer Science Press, 1978.
- [16] T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest(1992), Introduction to Algorithms, McGraw-Hill, 1992.

문교식



1982년 경북대학교 공과대학 컴퓨터공학과 (공학사)
1982년~1986년 KIST 시스템공학연구소, 연구원
1989년 University of Oklahoma 대학원 전산학과 (이학석사)
1995년 University of North Texas 대학원 전산학과 (이학박사)
1996년~1997년 (부산) 동명정보대학교 컴퓨터공학과 조교수
1997년~현재: 대구교육대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 컴퓨터교육, 알고리즘