초등 수학과 컴퓨터 교육

신 인 선(한국교원대학교)
이 도 영(해남송지국교)

I. 서 론

컴퓨터 과학이란 본질적으로 문제를 해결하고 과제를 수행하기 위한 방법, 즉 알고리즘에 관한 학문이라 해도 과언이 아니다. 우리는 어린이들에게 컴퓨터에 의존하지 않고도 컴퓨터 과학을 가르칠 수 있는데, 이는 어린이들이 공룡의 뼈를 앞에 놓고 관찰하거나 만져보지 않고도 공룡에 대해 흥미를 가지고 탐구할 수 있는 것과 마찬가지 이다. 우리가 어린이들에게 공룡시대의 이야기를 들려 주며 공룡에 대하여 설명해 주는 것과 마찬가지 방법으로 이야기와 활동을 통해 알고리즘적 문제를 제시하는 접근 방법이 무조건 컴퓨터에 의존하는 방법보다 지속적으로 아동들의 관심을 끄는 방법이 될 것이다.

컴퓨터 과학의 바탕이 되는 수학, 즉 이산 수학은 국민학교 저학년 어린이들도 이해할 수 있고 매우 흥미를 느낄 수 있는 내용을 포함하고 있다. 이산수학의 주제들은 수학적 모델링, 추론, 탐구력을 요구하면서도 이해하기 쉽고, 다채롭고, 매우 구체적인 문제를 제공한다. 과학의 언어로서의 수학과 수학의 현대적인 중요한 응용분야인 컴퓨터 과학은 국민학교 저학년 어린이들에게 매우 참여적이고 활동적인 방법으로 소개되어질 수 있음에도 불구하고, 대부분의 국민학교 저학년 어린이들은 수학(산수가 아닌)에 접할 기회가 없고, 컴퓨터 과학(프로그래밍이 아닌)에 접할 기회가 없다. 그러나 이들 학년의 어린이들은 과학, 음악, 미술 등의 과목에서는 상당히 전문적인 정도의 지식을 학습하고 있다. 이들 학문 분야의 최신 발견이 학급에서 토의 되기도 하고, 음악, 미술, 문학 등의 분야에서의 어린이들의 창조적인 노력은 매우 가치 있게 평가되고 있다.

컴퓨터 과학의 중심 되는 문제들은 매우 개념적이다. 천문학자가 망원경을 들여다 보는 것 만으로는 천문학적 문제를 풀 수 없듯이, 컴퓨터 앞에 앉아서 하는 작업 만으로는 컴퓨터 과학의 중심 문제들을 풀 수 없다. 프로그램을 작성하고 컴퓨터를 사용해 보는 것도 중요하지만, 그 보다 수학적 사고에 익숙해 지고, 수학적 모델링과 문제 해결에 자신감을 갖는 것이 더 중요하다. 또한, 알고리즘적 문제들은 국민학교 어린이들이 수학을 매우 활용 범위가 넓으며 재미있는 학문이라고 느낄 수 있게 하는 좋은 자료이다.

한편, 많은 학교에서 모든 학생들이 컴퓨터를 사용할 기회를 갖지 못한 현실에서 컴퓨터를 사용해야만 컴퓨터 과학을 할 수 있다는 맹신은, 도시와 농촌 간의, 빈부 간의 격차를 심화시킬 뿐이기도 하다.

II. 학급에서 소개될 수 있는 주제

어린이들에게 이산수학의 주제들을 이용한 문제를 제시할 때 목표로 삼아야 할 점을 요약해 보면 다음과 같다.

-수학은 재미있으며, 이야기, 활동, 창작, 놀이 등으로 가득 차 있다는 것을 보여준다.

-수학은 공룡에 관한 연구나 우주에 대한 탐구처럼 살아있는 과학이라는 것을 보여준다.

-수학과 컴퓨터 과학은 본질적으로 하나임을 보여주고, 컴퓨터 과학의 학문적 핵심을 전달한다.

국민학교 저학년 어린이들에게 이러한 수학을 제시하는 것은 다음과 같은 이점을 갖고 있다.

-수학과 수학을 응용한 학문에 대한 지속적인 관심을 저학년부터 형성하게 된다.

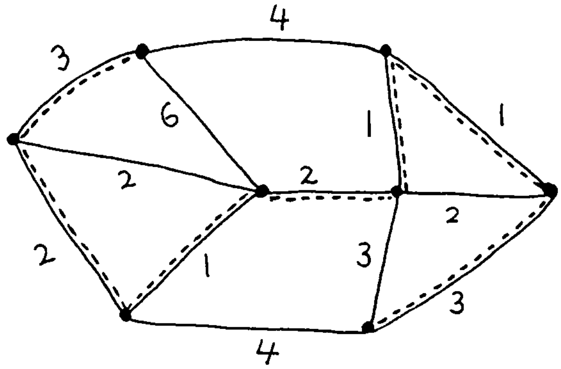
-저학년에서는 소화해야 할 교과 내용이 적고 시험의 부담이 적다.

-대학 수준의 주제, 예를 들어 부분 최적해 구하기 등을 적용하여서도 저학년 어린이들이 풀 수 있고 흥미를 가질 수 있는 문제를 만들 수 있다.

어린이들에게 제시될 수 있는 주제와 응용문제를 적어 보면 다음과 같다.

최소 비중 수형도(minimum weight spanning tree): 그래프 이론에 관한 이 주제는 어떠한 대학 이산수학 교재에서도 다루어 지고 있고, 문제를 풀기 위한 여러 가지 효과적인 알고리즘이 알려져 있다. 어린이들이 흥미를 가질 수 있는 문제의 예를 하나 들어 보자. 어린이들에게 그림 1.과 같은 지도를 나누어 주고 다음과 같은 이야기를 들려 준다. "사람들이 점 점 많아져서 이제는 바다를 메운 진흙 위에 새로운 도시를 세우려고 한다. 그런데 비만 오면 진흙 위로는 차가 다닐 수가 없어서 이 도시에 사는 모든 사람들의 집을 도로로 연결하려고 한다. 집을 점으로 표시하고, 연결하는 도로를 선으로 표시하고, 선

옆의 숫자로 그 도로를 건설하는 데 드는 비용을 나타내 보자. 1)어떤 두 집도 도로를 따라서 연결될 수 있으며, 2)비용도 가장 적게 드는 계획을 세워서 남은 돈으로는 실내 수영장을 짓고 싶다. 어느 어느 도로를 만들면 될까?"



〈그림 1〉 진흙 도시 지도와 최적해

어린이들을 소그룹으로 나누어서 목적에 맞는 최적의 답을 구하기 위한 방법을 토의하도록 유도한다. 답을 구하는 과정에서 어떤 전략을 사용 했는지 친구들이 알아 볼 수 있도록 적어서 모으도록 한다. 어린이들이 스스로 문제를 서술하고, 풀이 방법에 대한 아이디어를 적어서 모은다면 학급에서 수학 잡지를 만들 수도 있을 것이다. 풀이 후의 토론 시간에 기존의 알고리즘, 예를 들어, Kruskal의 알고리즘(Bondy,1976)을 소개해 줄 수도 있다. 어린이들은 대학 수준의 수학 교과목에서 다루어 지는 알고리즘의 핵심을 스스로 찾아 내었다는 기쁨을 맛볼 수도 있을 것이다. 이러한 과제 수행의 의의는, 어린이들이 알아 듣기 쉽고, 참여 할 수 있으며, 이에 덧붙여, 수학적 사고력을 이용하여 즐겁게 풀 수 있는 문제를 만난다는 데서 찾을 수 있겠다. 교사의 중요한 역할은, 문제를 제기 한 후 어린이들이 스스로 문제를 해결 할 방법을 고안하고, 서로 의논하도록 유도하는 데 있다. 기존의 알려진 알고리즘이나, 다른 선행 지식은 어린이들에게 필요하지 않다.

지도 색칠하기(map coloring): 서로 국경선을 공유하고 있는 몇 나라가 그려진 지도를 나누어 주고, 다음과 같은 이야기를 들려 준다. "지도 색칠하는 아저씨가 있었는데, 아주 가난해서 물감 살 돈을 아껴야만 했다. 국경선을 공유하고 있는 나라들은 서로 다른 색으로 칠해야 하는데 두 가지 색 물감 만 산다면 그렇게 할 수 있겠는가?" 이와 같은 쉬운

질문으로 시작하여 세 가지 색, 네 가지 색으로 확장하여 질문 한다. 이 질문에는, 한 붓 그리기 문제에서와 같은 일반적인 해답은 알려져 있지 않다. 따라서 그 풀이 전략이 매우 다양 할 수 있다. 예를 들어, 한 가지 색으로 칠 할 수 있는 가능 한 나라를 다 칠하고 더 이상 칠 할 수 없으면 다른 색을 사용 한다. Four color theorem(Rosen, 1991)은 어느 경우에나 4가지 색이면 충분 하다는 것을 증명하고 있는데 어린이들도 이 사실을 발견 할 수 있다.

소규모 최적 정보 통신망 구축(optimal small network constructions): 현대는 정보 통신의 시대이다. 주어진 통신망의 성격을 최적화하는, 소규모의 통신망 설계는 현대 기술 공학의 중요한 부분이다. 그림 2. 는 주어진 최대 차수와 지름을 갖는, 알려진 것 중 가장 큰 평면 그래프이다. 통신망에서 최대 차수란 각 정점에 인접한 간선의 갯수 중 제일 큰 숫자이다. 지름이란 통신망 안의 임의의 두 점 간의 최대 거리(두 점을 최단 거리로 연결 했을 때 거쳐가는 간선의 갯수)이다. 따라서 지름은 정보가 한 통신망을 통하여 전달 될 때 소요되는 시간의 척도 라고 할 수 있다(Rosen, 1991).

〈그림 2〉 가) 차수 ≤ 3, 지름 = 3 나) 차수 ≤ 3, 지름 = 4

주어진 변수의 값에 대해 더 큰 통신망이 존재 할 지 안할 지를 알려주는 정리는 없다. 따라서 이러한 문제는 어린이들이 수학자들과 별 차이없이 탐구할 수 있는 좋은 예가 될 수 있다. 왜냐하면, 이와 같이 조합적 대상(combinatorial objects)이 작은 문제를 푸는 데는 수학적 훈련이 큰 도움이 되지는 않기 때문이다. 만일 주어진 문제에 대해 더 큰 통신망이 존재한다면, 그것은 종이와 연필, 직관, 그리고 실험에 의해서 발견되어 질 것이다. 이와 같이 몇 가지 변수들의 trade-off를 내포하는 문제들은 좋은 탐구 문제가 될 것이다.

Ⅲ. 의 의

언어학과 인지 심리학의 최근 연구 결과에 그 근거를 두고 있는 whole language라고 불리우는 관점이 제기되고 있는데, 이 연구는 어린이들이 어떤 언어를 습득하는 것은 그 언어를 사용하는 공동체 안에서 실제 언어를 사용하는 것을 통해서라고 주장한다 (Goodman, 1986). 이를 요약해 보면 다음과 같다.

-실제 사용을 통한 습득 모델이 일반적으로 모든 형태의 언어 학습을 돕는 최고의 모델이다.

-언어 능력이란 많은 부분(목적론과 語用論, 구문론과 의미론 등)들의 복합적이고 상호 작용적인 능력이며, 이들 부분으로 분해될 수 있는 것은 아니다.

-어린이들의 언어 능력 발달은 그 언어가 어린이가 속해 있는 사회의 기능의 일부일 때 자연적으로 전개되는 것으로 보인다.

-whole language 교실에서는 실제 언어 사용과 같은 매우 다양하고 흥미를 끄는 환경을 제공하려고 노력한다.

-교실은 언어사용자의 공동체이고, 교사는 학생들 개개인의 과제 수행 상태를 점검하고 현재 구축되고 있는 능력을 북돋아 준다.

앞 절에서의 문제 제시 제언을 whole language 관점에서 재조명한다면 설득력 있는 의의를 찾을 수 있을 것 이다. 주된 목표는 문제 풀이 기술에 있는 것이 아니라, 그것이 무엇이든지 흥미를 제공 할 수 있는 가능한 모든 자료를 이용하여 수학적으로 풍부한 환경을 제공해 주는데 있다. 교실을 수학이라는 언어 사용자의 공동체로 보고 어린이들을 더 넓은 수학의 세계로 인도하는 것이다.

Ⅳ. 제언

미래 정보사회에서 요구되어지는 경쟁력은 본질적으로 수학적인 것이다. 수학적 사고에 익숙해 지고 수학적 모델링과 문제 해결에 자신감을 갖도록 하는 이러한 주제들을 소개하는 것은 어린이들의 수학이라는 과목에 대한 생각을 변화시킬 것이다. 그러나 그러한 기회는 제한되어 있다. 어린이들이 이해할 수 있는 주제의 발견과 문제의 재구성을 위한 연구가 계속적으로 이루어져야 할 것이다. 또 다른 한편으로는, 이러한 주제를 소개하는

것이 교과과정과 균형을 이루는가, 주장하는 효과를 입증할 수 있는가 등의 질문이 제기될 것이다. 이러한 제한점을 극복하고 수학자들의 경험과 첨단 지식이 국민학교 어린이들에게 효과적으로 소개되기 위해서는, 수학자들과 현장교사들 간의 연구 공동체가 형성되어야 하겠다.

참고 문헌

Baker, A. and Baker, J. (1990). Mathematics in process. Heinemann, Portsmouth, NH.

Bondy, J. A. and Murty, S. R. (1976). Graph theory with application. American Elsevier, New York, NY.

Goodman, K. (1986). What's whole in whole language. Heinemann Educational Books, Portsmouth, NH.

Rosen, K. H. (1991). Discrete Mathematics and Its Applications, McGraw-Hill, Inc.