

# 기출문제 분석을 통한 한국정보올림피아드 경시부문 지역 예선 교재 개발

-초등부를 중심으로 -

Development Teaching Material for the Korea Information Olympiad Preliminary Round Test

-Focusing on Elementary Students-

김태훈\*, 현동림\*, 김종훈\*\*

제주대학교 컴퓨터교육전공\*, 제주대학교 초등컴퓨터교육전공\*\*

Tae-Hun Kim(gtranu@naver.com)\*, Dong-Lim Hyun(gody5@naver.com)\*,  
Jong-Hoon Kim(jkim0858@jejunu.ac.kr)\*\*

## 요약

본 연구에서는 한국정보올림피아드 경시부문 초등부 지역예선을 준비하고 컴퓨터 원리를 학습할 수 있는 교재를 Polya의 문제해결 단계의 원리를 적용하여 개발하였다. 교재의 내용은 학생들이 컴퓨터 원리를 학습할 수 있도록 프로그래밍의 기본이 되는 이산수학과 자료구조로 선정하였다. 개발된 교재는 J대학교의 정보영재교육원에 재학 중인 초등학생을 대상으로 투입한 뒤 기출문제를 재구성한 검사도구를 활용하여 정보올림피아드 문제해결 능력 신장에 도움이 되었음을 밝혔다. 앞으로 정보올림피아드 지도교사를 위한 지도서의 개발 및 연수 등 컴퓨터 교육을 정상화 할 수 있는 현실적인 여건이 구비되어야 할 것이다.

■ 중심어 : | 정보올림피아드 | 컴퓨터 원리 교육 | 이산수학 | 자료구조 |

## Abstract

In this study, the teaching material has been developed based on Polya's Problem Solving Techniques for preparing Korea Information Olympiad qualification and studying principle of computer. the basis of discrete mathematics and data structures were selected as the content of textbooks for students to learn computer programming principles. After the developed textbooks were applied to elementary school students of Science Gifted Education Center of J University, the result of study proves that textbook helps improve problem-solving ability using the testing tool restructured sample questions from previous test. We need guidebook and training course for teachers and realistic conditions for teaching the principles of computer.

■ keyword : | Korea Information Olympiad | Principles of Computer | Discrete Mathematics | Data Structures |

## I. 서론

### 1. 연구의 필요성

IT기술은 우리 사회의 다양한 분야에 깊숙하게 관련함으로써 인류의 생활에 많은 변화를 가져다주었다. IT 기술의 발달속도는 점점 더 빨라지고 있어서 앞으로 더

접수번호 : #100706-003

접수일자 : 2010년 07월 06일

심사완료일 : 2011년 01월 13일

교신저자 : 김종훈, e-mail : jkim0858@jejunu.ac.kr

육 다양한 분야에서 더욱 깊숙한 영향을 미치게 될 것이다. IT기술 수준이 국가경쟁력의 중요한 비중을 차지하는 시점에서 각 국가에서는 IT기술의 발전을 위한 많은 노력을 하고 있다. 그 중 IT기술 분야의 인재를 키우는 일은 가장 시급한 일이라고 하겠다.

우리나라의 경우 다른 선진국들에 비해 IT분야의 인재 육성을 등한시하고 있다. 이는 학교교육과정에서의 컴퓨터 교과 배제와 사회진반에 펼쳐져있는 이공계 기피 현상에 기인한다. 또한 현재 이루어지고 있는 컴퓨터교육이 컴퓨터 활용 교육에만 치중되어 있기 때문에 정작 필요한 컴퓨터 구조와 정보의 처리과정, 프로그래밍 언어학습은 뒷전인 실정이다. 미국, 일본, 인도, 이스라엘 등의 선진국에서는 정규 정보통신교육과정에서 초등학교 과정부터 프로그래밍의 원리를 지도하고 있으며 우리나라에서도 정규교과에서의 컴퓨터원리 교육을 실시가 시급하다[1]. 학생들이 수의 원리를 활용하여 각자 해결해야 할 썸 문제를 정의하고 푸는 방식을 배우듯, 학생들로 하여금 컴퓨터의 원리를 배우고 각자의 역할에 맞게 컴퓨터를 활용하는 문제해결 능력을 배워야 할 것이다. 필요에 따라 워드프로세서를 활용할 수 있는 활용적인 측면도 배워야 하지만 컴퓨터에 대한 기본 원리를 이해하고 문제를 해결하는 능력이 우선되어야 할 것이다.

이런 문제를 해결하기 위해 행정안전부에서는 초·중·고 학생 컴퓨터교육의 저변 확대와 청소년 대상 정보통신 분야의 IT 영재 발굴, 창의적인 S/W 개발 분위기 조성 및 국제경쟁력 강화를 목적으로 한국정보올림피아드 대회를 개최하고 있지만 좋은 취지에도 불구하고 한국정보올림피아드 대회를 준비하는 것은 사교육 중심의 교육과 관련 교재의 부족으로 많은 어려움이 따른다.

이에 본 연구에서는 초등학생, 특히 정보영재아동을 대상으로 컴퓨터에 대한 기본 원리와 문제해결 능력을 기르기 위한 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 교재를 개발하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 한국정보올림피아드

한국정보올림피아드(Korea Olympiad in Informatics: KOI)는 유일하게 대한민국 정부에서 주관하는 초, 중, 고등학생이 참가하는 컴퓨터 프로그래밍 대회로서 수학적 지식과 논리적 사고능력을 필요로 하는 알고리즘과 그 구현을 경시하는 대회이다.

경시 부문과 공모 부문이 있는데 경시부문은 수학적 지식과 논리적 사고능력을 필요로 하는 알고리즘과 프로그램 작성 능력을 평가하는 것으로, 시·도별 지역예선과 시·도별 지역본선을 거쳐 전국본선에 들어오는 형식이다. 공모부분은 학생이 스스로 개발한 창의적인 소프트웨어를 평가하는 것으로, 지역예선을 거치지 않으나 시·도별 추천작품이 본선에 올라간다[2].

특히, 한국올림피아드 초등부 지역예선의 출제분야는 프로그래밍에 기초가 되는 이산수학과 자료구조, 기초 프로그래밍 작성능력으로 나뉜다.

### 2.2 이산수학

이산수학은 다양한 분야에 폭넓게 응용되는 현대수학에서 활발히 연구되고 있는 수학의 한 분야로서 문제해결능력을 강조하는 특징이 있고[3], 수학분야뿐만 아니라 자연과학, 공학, 사회과학 등의 다양한 분야에 응용될 수 있다는 점에서 최근에 급속히 발전하고 있는 추세이다[4].

Dossey는 이산수학의 세기에 관련되는 문제 상황을 다음과 같이 세 가지 범주로 나누어 생각하였다. 첫째, 존재성 문제로 주어진 문제가 해를 갖느냐, 갖지 않느냐에 관계된 것이다. 둘째, 주어진 문제가 해를 가질 경우, 얼마나 많은 해를 갖는지를 조사하는 것이다. 셋째, 최적화 문제로 주어진 문제 상황에 가장 적합한 해를 찾는 것이다. 이런 문제들에 대한 해를 구하는 알고리즘의 개발과 분석이 이산수학의 핵심이다[5].

이산수학을 전산수학이라고도 한다. 컴퓨터는 본질적으로 유한하고 이산적인 장치이므로 컴퓨터를 이용한 문제 해결에는 이산수학 및 그와 관련된 수학적 지식이 필수적이기 때문이다. 이산수학을 통한 컴퓨터의 접근은 새롭고 강력한 응용을 가능하게 하고, 새로운 문제에 초점을 맞추게 하였다[6]. 즉, 이산수학은 컴퓨

터를 이용하여 문제를 해결하고 그 이론을 발달시키는 알고리즘을 개발하고 분석하는 것을 중요하게 다루고 있어서 컴퓨터 과학 분야에 수학적 토대를 구축하여 준다[7].

제 7차 교육과정에서부터 고등학생(10단계)들을 대상으로 이산수학이 학생들의 선택할 수 있는 심화선택 과목의 하나로 선택되었다. 제 7차 교육과정 이산수학의 목표는 수학의 기본적인 지식과 기능을 활용하여 실생활의 이산적인 상황의 수학적으로 사고하는 능력을 기르고, 합리적으로 의사를 결정하며, 창의적으로 문제를 해결할 수 있도록 하는 것이다[8].

김남희[9]는 명시적이지는 않지만 제 7차 수학교육과정 학습내용의 다양한 수준과 다양한 맥락에서 이산수학의 학습이 암묵적으로 이루어지고 있으며 특히 초등학교 수학 교과서의 문제해결 학습에서 이산수학의 지도내용에서 다루는 수열과 점화관계의 아이디어를 접목시키고 있다고 하였다. 즉, 이산수학이 수학 교육과정과 동떨어져 있지 않다는 것이다.

### 2.3 자료구조

자료구조란 프로그램에 의해 쉽게 이용되도록 구성된 데이터들 간의 논리적 관계라 할 수 있다. 대부분의 프로그램은 데이터를 처리함에 있어서 유용한 정보를 얻기 위해 작성된다. 그런데 프로그램은 처리하고자 하는 데이터의 구조를 어떻게 구성하느냐에 따라 프로그램의 성능에 커다란 영향을 미치게 된다. 그러므로 어떤 상황에 어떤 자료구조를 사용하는 것이 바람직한지를 아는 것이 중요하다. 즉, 좋은 프로그램을 작성하기 위해서는 적절한 자료구조를 선택하는 것이 중요하다. 여기서 적절한 자료구조란 자료의 추가, 삭제, 검색을 효율적으로 수행하고, 간결하게 표현할 수 있는 것을 말한다[10].

자료구조는 자료를 효율적으로 이용할 수 있도록 컴퓨터에 저장하는 방법이다. 신중히 선택한 자료구조는 보다 효율적인 알고리즘을 사용할 수 있게 한다. 다양한 프로그램을 설계할 때, 어떠한 자료 구조를 선택할지는 가장 우선적으로 고려되어야 한다. 이는 큰 시스템을 제작할 때 구현의 난이도나 최종 결과물의 성능이

자료 구조에 크게 의존한다는 것을 많은 경험을 뒷받침하기 때문이다. 일단 자료구조가 선택되면 적용할 알고리즘은 상대적으로 명확해지기 마련이다. 때로는 반대 순서로 정해지기도 하는데, 이는 목표로 하는 연산이 특정한 알고리즘을 반드시 필요로 하며, 해당 알고리즘은 특정 자료구조에서 가장 나은 성능을 발휘할 때와 같은 경우이다. 어떠한 경우든, 적절한 자료 구조의 선택은 필수적이다[11].

대표적인 자료구조에는 배열, 스택, 큐, 트리 등이 있다[12][13].

### 2.4 Polya의 문제해결 단계

Polya의 효과적인 수학 학습의 3원리로 ‘활동적 학습의 원리’, ‘최선의 동기 유발 원리’, ‘비약 없는 단계의 원리’를 주장하였다. 특히 그의 저서 “How to solve it”에서 수학적 문제 해결의 사고과정을 문제의 이해, 계획의 수립, 계획실행, 반성의 4단계로 나누고, 각 단계서의 효과적인 사고를 위한 발문과 권고를 제시하기도 하였다. [표 1]은 Polya의 문제해결의 각 단계에 대한 설명과 단계에서 이루어지는 활동에 대한 내용이다.

표 1. Polya의 문제해결 단계

단계	내용
문제이해 단계	주어진 문제를 자기 자신의 것으로 인식하여 이해하는 단계 문제이해하기, 조건분석하기, 이미지 형성하기, 표현하기
계획수립 단계	문제에 나타나 있는 정보 또는 조건으로부터 문제를 이해하고 난 후의 주어진 문제의 풀이에 대해서 구상하는 단계 ·과거의 경험, 수학적 지식, 전략의 구상
계획실행 단계	앞선 단계에서 작성된 계획에 따라 실제로 활동하는 단계 ·문제해결, 풀이과정 확인 및 검토, 수정
반성 단계	앞의 단계를 통해 얻어진 풀이를 점검하는 단계 ·풀이과정 반성, 단순화하기, 일반화하기

Polya의 연구를 바탕으로 수학적 문제 해결 사고 전략에 대한 많은 연구들이 진행되었다. 수학적 문제 해결 사고 전략은 문제 해결에 도움이 되는 일반적인 절차나 해법의 단서가 되는 생각, 발견의 실마리를 얻도록 하는 방법을 말한다. 전략은 인간이 학습이나 사고의 과정을 통제하는 능력으로 문제를 해결하는데 중요

하게 작용하는 요소이다. 문제 해결에 필요한 지식과 개념을 갖고 있다하더라도 지식과 개념을 연결짓고 단서를 찾아내는 것은 사고전략인 것이다[14].

왕경수, 송희숙[15]은 'Polya의 문제해결 전략의 적용을 통한 문제 해결력 신장 수업을 통하여 학생은 기본 학습 기능의 향상과 수학적 사고력이 신장되고 수학 교과에 대한 흥미도가 높아짐으로 문제 해결에 대한 자신감을 갖게 되었고 새로운 문제 사태에서도 스스로 문제를 해결할 수 있는 능력이 신장되었으며, 교사는 학생들의 능력에 따라 학습전략의 내용이 달라질 수 있으므로 개인차를 고려한 학습지도가 가능하고 교과지도에 전문성이 향상되었다. 이에 문제해결 학습 전략의 투입으로 학습하는 방법을 익히게 하여 자기주도적으로 문제해결력을 신장시킬 수 있는 노력이 지속적으로 필요하다'고 언급하였다. 본 연구에서는 이러한 Polya의 문제해결 단계의 원리를 적용하여 교재를 개발하였다.

## 2.5 기존 교재와의 비교

한국정보올림피아드 초등부 경시부문 지역예선과 관련된 기존교재에는 경상남도교육청에서 개발한 정보올림피아드 및 프로그래밍 교육교재, 경기도교육청의 정보올림피아드 지도교재, 좋은땅 출판사의 KOI 정보올림피아드 지역예선 대비서 등이 있다. 세 교재 모두 훌륭한 교재이지만 분석한 결과 경상남도교육청에서 개발한 교재는 초등학생만을 대상으로 한 교재가 아닌데다가 초등학생들이 이해하기에는 어려운 이론들이 나열된 형태라는 문제점이 있었다. 경기도교육청에서 개발한 교재는 다양한 분야를 다루고 있었지만 설명이 간단하여 학생들이 원리를 이해하는데 충분한 설명이 부족했고 기출문제 풀이 부분에 오류가 많아 학생들이 착오를 가질 수 있다는 단점이 있었다. 마지막으로 좋은땅 출판사의 교재는 지역예선 대비서임에도 불구하고 프로그래밍 부분에 치중되어 이산수학 및 자료구조에 대한 학습을 하기에는 어려움이 있었다. 이에 본 연구에서는 앞서 언급한 세 교재의 장점과 단점을 분석하여 초등학생들이 좀 더 쉽게 이산수학과 자료구조에 대하여 이해할 수 있도록 개발하였다.

## II. 한국정보올림피아드 경시부문 지역 예선 교재 개발

### 1. 교재 개발

#### 1.1 기출문제 분석

2004년부터 2009년까지 6년 동안의 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 기출문제의 출제경향을 분석하였다. 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 경시부문에서는 프로그래밍 문법에 관한 문제가 출제되고 있지만 본 연구에서 개발한 교재에서는 프로그래밍 문법 부문은 제외하고 이산수학과 자료구조 부문에만 집중하여 다루었다. 현재 프로그래밍과 관련된 서적 및 자료가 이미 많이 나와 있기 때문에 본 연구에서 다루는 것은 큰 의미가 없다고 판단했기 때문이다. 아래 [표 2]에서 출제 유형을 제시하였다. 단, 2004년의 경우 16문제가 출제된 것이 다른 연도와 구별되었다.

표 2. 기출문제 유형

문항	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	수의 이해	도형	수의 이해	수열	수열	수열
2	생활 속의 논리	도형	공배수	간격 채우기	복면산	도형
3	도형	한붓그리기	수열	생활 속의 논리	수열	복면산
4	수의 이해	등비수열	도형	연산	연산	연산
5	최단거리	비례식	평균	복면산	비례식	그래프
6	규칙성과 함수	생활 속의 논리	집합	도형	방정식	소수
7	규칙성과 함수	생활 속의 논리	문제해결 전략	집합	진법 변환	집합
8	확률	집합, 배수, 논리	비례식	경우의 수	생활 속의 논리	생활 속의 논리
9	기우성	문제해결 전략	복면수	등차수열	약수	조합
10	문제해결 전략	연산	생활 속의 논리	조합	평균	생활 속의 논리
11	문제해결 전략	순열	공배수	생활 속의 논리	문제해결 전략	생활 속의 논리
12	트리	비례식	집합	문제해결 전략	집합	집합
13	트리	트리	한붓그리기	그래프	최고값찾기	경우의 수
14	큐	스택	큐	그래프	그래프	스택
15	그래프	트리	그래프	트리	한붓그리기	한붓그리기
16	그래프					

기출문제를 분석한 결과 크게 두 분야에서 출제되는 경향이 있었고 수의 이해부터 도형, 집합, 그래프, 논리 등에 해당하는 이산수학 부문과 스택, 큐, 트리 등 비교적 간단한 자료구조 부문에서 출제되고 있었다. 단순하게 암기하여 풀 수 있기보다는 이산수학적 개념이나 자료구조의 동작원리를 이해하고 있어야 그 개념을 적용하여 해결할 수 있는 문제가 주로 출제되었다. 즉, 올림피아드를 준비하는 학생들에게 단순한 지식 나열이 아닌 개념이나 원리의 이해를 통해 문제를 해결할 수 있도록 하는 교재가 필요하다고 판단되었다.

이산수학 부문에서는 집합과 논리를 묻는 문제와 그래프의 기본 개념과 이를 활용하여 해결하는 한붓그리기 등의 문제가 많이 출제되고 있었으며 학생들의 쉽게 흥미를 유발하는 복면산도 매해 출제되고 있었다. 자료구조에서는 스택, 큐의 동작원리를 이해하고 있는지를 묻는 문제가 많았으며 트리와 관련된 문제에는 트리의 구성요소와 종류, 순회에 대하여 묻는 문제들이 다양하게 출제되고 있었다.

1.2 교재의 구성 체제

한국정보올림피아드 초등부 지역예선 기출문제를 분석한 내용을 토대로 교재의 수록될 내용선정을 하였다. 선정한 내용을 바탕으로 [표 3]처럼 교재를 구성하였다. 크게 이산수학과 자료구조의 2부분으로 구분하였다.

표 3. 교재의 구성

구분	단원	내용
이산수학	생활 속의 논리	명제와 논리
	집합	집합의 용어, 교집합, 합집합, 원소의 개수 구하기
	그래프	그래프의 개념, 요소, 종류
	한붓그리기	오일러 회로·경로, 해밀턴 회로·경로
	최단 경로 찾기	다익스트라 알고리즘
자료구조	복면산	복면산의 해 구하기
	스택	스택의 동작 원리
	큐	큐의 동작원리
	트리	트리의 개념, 요소, 종류

각 단원별 구성은 Polya의 문제해결단계에 맞추어 문제 찾기, 원리알기, 문제해결하기, 더 나아가기 단계로

구성하였으며 앞서 기출문제 분석에서 언급한대로 단순한 지식 나열이 아니라 학생들이 직접 문제를 해결하면서 개념과 원리를 이해할 수 있도록 교재를 개발하는 데 중점을 두었다.

표 4. 단원별 구성

단계	내용
문제찾기	일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 문제를 통해 이산수학, 자료구조에 대하여 접근할 수 있도록 함. 가급적 교과의 내용 위주로 선정함
원리알기	이산수학의 경우 용어에 대한 정의를 위주로 하였으며 자료구조의 경우에는 간단한 동작원리를 제시하여 학생들이 이산수학적 개념이나 자료구조를 이해할 수 있도록 함
문제해결하기	원리알기를 통해 익힌 이산수학, 자료구조를 실제 문제 해결과정을 통해 해결함
더 나아가기	좀 더 심화된 내용 또는 기출문제를 제시하여 학생들이 일반화할 수 있도록 함

1.3 교재의 실제

실제 개발한 교재 중 큐에 대한 단원을 제시하였다.

08\_ 큐(Queue)

■ 문제 찾기

주변에서 살펴볼 수 있는 큐의 예를 찾아봅시다.



혁진은 친구들과 함께 놀이공원으로 현장학습을 갑니다. 평소엔 너무나 타고 싶었던 바이킹을 타러 가보니 많은 사람들이 표를 사기 위해 줄을 서서 순서를 기다리고 있었습니다. 혁진도 바이킹을 타기 위해 줄을 서서 기다리기로 하였습니다.

- <질문>
- 바이킹을 타기 위해 줄을 선 사람은 모두 몇 명인가요?
  - 가장 먼저 줄 선 사람은 누구일까요?
  - 가장 먼저 바이킹 표를 사는 사람은 누구일까요?

컴퓨터에서 큐의 예로 일상생활에서 줄을 서서 순서를 기다리는 것을 들 수 있습니다. 이번 단원에서는 이런 문제를 해결하기 위해 큐가 무엇이며 어떻게 사용되는지를 공부해 봅시다.

1. 큐란?
- 뒤에 나온 예에서 가장 먼저 줄을 선 사람이 가장 먼저 표를 사서 줄 밖으로 나가게 됩니다. 그러면 뒤에 있던 사람들이 한 자리의 앞으로 이동합니다. 이렇게 어떤 일을 할 때 들어온 순서대로 차례를 기다리면서 진행되는 방식을 큐라고 합니다. 큐의 예로는 이 밖에도 음료수 자판기(가장 먼저 넣은 음료수가 가장 먼저

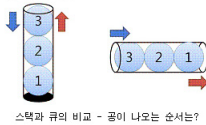
그림 1. 교재의 실제(문제 찾기)

단원의 처음에는 학생들이 실생활에서 쉽게 찾아볼 수 있는 상황을 제시함으로써 문제 상황을 접할 수 있도록 하였다. 큐의 문제 찾기에서는 놀이공원에서 줄서기 하는 상황을 제시하여 학생들이 큐와 관련된 문제에 직면할 수 있도록 하였다. 큐와 관련된 질문을 제시하여 좀 더 쉽게 실생활과 큐의 개념을 연결할 수 있도록 하였다.

앞서 언급한 실제 상황을 자료구조인 큐의 개념으로 설명하는 부분으로 큐의 정의와 특징을 제시하였다. 원리 알기에서는 큐의 연산 과정(삽입 연산과 삭제연산)을 제시하여 큐가 어떻게 동작을 하는지 알 수 있도록 하였다.

다음, 한 쪽으로만 차가 다닐 수 있는 터널(터널에 먼저 들어간 차가 먼저 빠져나옴), 하부의 일정 경리(시간 순서대로 격회고 시간이 지나면 삭제됨)들이 있습니다.

아래에 보이는 그림은 공과 원통으로 스택과 큐의 모습을 표현한 것입니다. 앞서 배운 스택에서는 공을 집어넣는 구멍과 빼내는 구멍이 같았습니다. 그래서 가장 나중에 스택에 들어간 공이 가장 먼저 나오게 됩니다(후입선출). 하지만 큐의 경우는 좀 다릅니다. 큐에는 공을 집어넣는 구멍과 빼내는 구멍이 달라서 가장 먼저 집어넣은 공이 가장 먼저 나오게 됩니다. 이처럼 가장 먼저 삽입(가장 앞에 놓임)된 데이터가 가장 먼저 삭제되는 구조를 선입선출(First-In First-Out : FIFO)구조라고 하며 이것은 큐의 가장 큰 특징입니다.



스택과 큐의 비교 - 공이 나오는 순서는?

큐	한쪽 방향으로 데이터가 삽입되고 다른 쪽 방향으로 데이터가 삭제되는 구조를 큐라고 합니다. 큐의 예로는 줄서기, 음료수 자판기 등이 있습니다.
큐의 특징	가장 먼저 삽입된 데이터가 가장 먼저 삭제(출력)되는 선입선출구조

■ 원리 알기

큐의 연산 과정을 알아봅시다.

큐의 연산에는 삽입과 삭제가 있습니다. 앞서 배운 스택에서처럼 데이터를 집어넣는 것을 삽입, 빼내는 것을 삭제라고 하는 것은 같지만 동작하는 방식은 조금 차이가 있습니다.

원통에 공을 집어넣고 빼내는 예를 통해 큐의 삽입과 삭제를 알아봅시다.

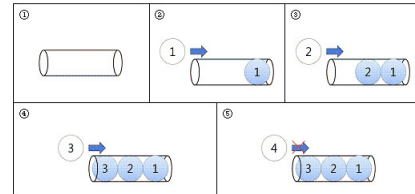
1. 큐의 연산
- 1) 삽입연산 - 원통의 입구로 공을 넣듯이 큐에 데이터를 넣는 것을 삽입연산이라고

그림 2. 교재의 실제(원리 알기)

큐의 연산 과정인 삽입·삭제 연산을 설명하기 위해 테니스공 케이스의 예를 들었다. 구체물을 제시하여 학생들이 쉽게 이해할 수 있도록 하였다. 또한 두 연산과정을 통하여 학생들의 큐의 선입선출구조에 대하여 이해할 수 있도록 제시하였다.

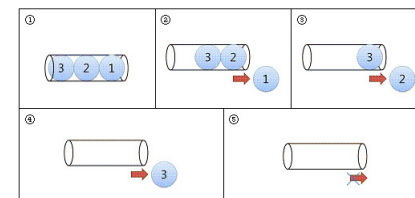
고 합니다.

구분	원통	큐
㉑	빈 원통이 있다.	빈 큐가 있다.
㉒	원통에 1번 공을 넣는다.	스택에 데이터 1을 삽입한다.
㉓	원통에 2번 공을 넣는다.	스택에 데이터 2를 삽입한다.
㉔	원통에 3번 공을 넣는다.	스택에 데이터 3을 삽입한다.
㉕	원통(큐)에 공(데이터)이 가득 차 있기 때문에 4번 공은 집어넣을 수 없다. 즉, 큐에는 데이터를 넣을 수 있는 한계가 있어서 그것을 넘어서면 더 이상 데이터를 삽입할 수 없습니다.	



2) 삭제연산 - 원통에서 출구로 공을 빼듯이 큐에서 데이터를 삭제하는 것을 삭제연산이라고 합니다.

구분	원통	큐
㉑	원통에 3개의 공이 들어있다.	큐에 3개의 데이터가 있다.
㉒	가장 앞에 있는 1번 공을 꺼낸다.	가장 앞에 있는 데이터 1을 삭제한다.
㉓	나머지 공이 한 칸씩 앞으로 이동한다.	나머지 데이터가 앞으로 한 칸씩 이동한다.
㉔	가장 앞에 있는 2번 공을 꺼낸다.	가장 앞에 있는 데이터 2를 삭제한다.
㉕	나머지 공이 한 칸씩 앞으로 이동한다.	나머지 데이터가 앞으로 한 칸씩 이동한다.
㉖	가장 앞에 있는 3번 공을 꺼낸다.	가장 앞에 있는 데이터 3을 삭제한다.
㉗	나머지 공이 한 칸씩 앞으로 이동한다.	나머지 데이터가 앞으로 한 칸씩 이동한다. 여기서는 나머지 공이 없으므로 동작하지 않는다.
㉘	원통(큐)에 공(데이터)이 하나도 없기 때문에 더 이상 공을 빼낼 수 없다. 즉, 큐에 데이터가 하나도 없을 경우에는 삭제연산이 실행되지 않는다.	



3) 선입선출 구조

위의 삽입과 삭제연산에서 알 수 있듯이 삽입이 1번 공, 2번 공, 3번 공의 순으로 실행되고 삭제 또한 삽입 순서인 1번 공, 2번 공, 3번 공의 순으로 이루어진다. 즉, 큐에서 가장 앞에 있는 공(가장 먼저 집어넣은 공)부터 나오게 되는 것이다. 앞에서 언급했듯이 이렇게 가장 먼저 삽입한 자료가 가장 먼저 삭제(또는 출력)되는 구조를 선입선출 구조라고 합니다.

그림 3. 교재의 실제(큐의 연산과정)

문제해결하기에서는 반구체물을 통해 제시된 문제를 해결함으로써 앞서 학습한 큐의 개념과 연산과정을 이해할 수 있게 하였다. 풀이과정에는 큐의 동작을 한 단 계씩 설명하여 교사의 설명 없이도 학생들이 쉽게 해결할 수 있도록 하였다.

■ 문제 해결하기

다음의 문제를 해결하여 봅시다.

다섯 개의 숫자가 큐 앞에서 대기하고 있다. 삽입과 삭제는 오른쪽 명령에 의해 이루어진다. 명령이 다 실행되면 큐는 어떤 모양일까?

<명령>  
 1. 삽입하라  
 2. 삽입하라  
 3. 삽입하라  
 4. 삭제하라  
 5. 삽입하라  
 6. 삭제하라

<출이>

①	1번 명령에 의해 2가 삽입된다.	②	2번 명령에 의해 4가 삽입된다.
③	3번 명령에 의해 6이 삽입된다.	④	4번 명령에 의해 가장 앞에 있는(먼저 삽입된) 데이터 2가 삭제된다. 나머지 데이터가 앞으로 이동한다.

그림 4. 교재의 실제(문제해결하기)

더 나아가기에서는 실제 컴퓨터에서 큐를 사용하는 예를 보여주어 큐에 대한 개념을 명확하게 심어주고자 하였다.

⑤	5번 명령에 의해 8이 삽입된다.	⑥	6번 명령에 의해 4가 삭제되고 나머지 데이터가 앞으로 이동한다. 모든 명령이 실행되면 큐는 왼쪽의 그림과 같은 형태가 된다.
---	--------------------	---	--

■ 더 나아가기

컴퓨터가 큐를 어떻게 사용하는지 알아보자.

오늘의 일정을 순서대로 간단하게 메모해두면 시간 약속을 놓치거나 해야 할 일을 잊어버리는 것을 막을 수 있습니다. 일정 또한 하나의 큐의 예로 생각할 수 있습니다. 컴퓨터는 사용자로부터 입력받은 명령을 큐에 저장하여 순서대로 실행합니다.

1. 메일서버  
 우리가 자주 사용하는 이메일에서도 큐가 사용하는 것을 확인할 수 있습니다. 우리가 이메일을 쓰고 전송버튼을 누르면 메일서버(사용자가 쓴 메일을 전송해주는 역할을 하는 컴퓨터)에 전송이 요청됩니다. 메일서버는 한 번에 하나의 이메일만 전송할 수 있기 때문에 여러 사람이 동시에 메일을 요청할 경우에는 전송을 요청한 순서로 큐에 저장해 두었다가 메일을 전송하게 됩니다. 만약 메일서버에 너무 많은 사람이 몰려서 큐에 꽂 차면 더 이상 삽입할 수 없기 때문에 메일전송을 못하는 메시지가 뜨게 됩니다.

①	메일서버와 메일을 요청하는 컴퓨터가 있다.	②	A, B, C, D의 순서로 메일전송 요청을 하였다.
---	-------------------------	---	-------------------------------

그림 5. 교재의 실제(더 나아가기)

마지막으로 기출문제를 제시하여 단원에서 제시한 내용을 제대로 학습하였는지 확인할 수 있도록 하였고, 부록에 풀이과정을 설명한 해답을 넣어 컴퓨터 비전공자인 교사들도 쉽게 풀이과정을 이해하여 설명할 수 있도록 하였다.

③	전송을 요청한 순서대로 메일서버의 큐에 전송 순서가 요청된다.	④	큐의 가장 앞에 있는 A가 출력되면 A의 전송요청을 수행하고 큐의 데이터가 한 칸씩 앞으로 이동한다.
⑤	마침까지 방법으로 큐에 남아 있는 전송요청을 수행한다. 만약 중간에 다른 컴퓨터로부터 전송요청이 들어오면 빈자리로 들어온다.	⑥	메일서버의 큐가 비면 작업을 멈춘다.

※ 기출문제

1. 큐(queue)에 다음 데이터를 차례로 넣었다. 큐에서 데이터를 빼낼 때 데이터가 나오는 순서로 알맞은 것은? (2004 한국정보올림피아드 지역예선 14번 문제)

2 3 1 5 4

- ① 1 2 3 4 5
- ② 2 3 1 5 4
- ③ 3 2 1 4 5
- ④ 4 5 1 3 2
- ⑤ 5 4 3 2 1

2. 마을 주차장은 아래 그림과 같이 생겼는데 주차장의 중간에는 차가 두 대 들어갈 수 있는 공간이 있어 차를 빼내는 순서를 바꿀 수 있다. 이와 같은 주차장에서 그림처럼 놓인 A, B, C 세 대의 차를 빼낼 때, 다음 중 세 대의 차가 출구를 나가

그림 6. 교재의 실제(기출문제)

2. 연구 결과 및 해석

2.1 연구방법 및 기간

본 연구에서 개발한 교재가 초등학교 학생들의 올림피아드 대회 문제해결능력 향상에 영향을 미치는 효과가 있는지 현장의 실험 연구를 통해 검증하고자 현장 적용을 진행하였다. 2009년 11월 14일부터 2009년 12월 28일까지 약 6주간 7회의 오프라인 수업(각 3차시)과 온라인 과제 제출 및 피드백의 방식으로 현장 적용이 이루어졌다. 7회의 오프라인 수업 일정은 [표 5]와 같다.

표 5. 현장적용 일정

투입시기	수업내용
1주	생활 속의 논리
2주	집합
3주	스택
4주	큐
5주	트리
6주	그래프
7주	최단경로

### 2.2 연구가설

본 연구에서는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

영가설 : 한국올림피아드 초등부 지역예선 교재의 적용 전과 적용 후 초등학생들의 올림피아드 문제해결능력은 차이가 없다.

대립가설 : 한국올림피아드 초등부 지역예선 교재의 적용 전과 적용 후 초등학생들의 올림피아드 문제해결능력은 차이가 있다.

### 2.3 연구대상

일반 초등학생들의 정규 교육과정을 통해 투입하기에는 시수 확보 및 문제의 난이도 등의 현실적인 문제로 어려움이 있었고 방과후활동을 통한 교육도 지원이동이 적은 문제로 투입이 불가능하였다. 같은 이유로 비교집단을 설정하는 데에도 제약이 있었기 때문에 연구의 대상은 J대학교 과학영재교육원 초등정보과학반의 기초, 심화반에 소속된 19명의 초등학생을 실험집단으로 선정하였다.

표 6. 연구대상

구분	실험집단						계
	남			여			
학년	4학년	5학년	6학년	4학년	5학년	6학년	
학생수	1	4	3	2	5	4	19

### 2.4 검사도구 및 연구설계

검사도구는 2004년부터 2009년까지 한국정보올림피아드 초등부 지역예선에 출제되었던 문제들을 수집하여 영역별 분포가 고르게 재구성하여 총 25문제를 출제

하였다. 출제된 문제의 분포는 [표 7]과 같다.

표 7. 검사도구의 문제 분포

출제번호	문항내용	출제번호	문항내용
1	수열	14	스택
2	도형	15	한붓그리기
3	복면산	16	수열
4	수와 연산	17	비례식
5	최단경로	18	방정식
6	수의 이해	19	문제해결전략
7	집합	20	평균
8	그래프	21	수의 이해
9	문제해결전략	22	그래프
10	생활 속의 논리	23	조합
11	생활 속의 논리	24	비례식
12	집합	25	큐와 스택
13	경우의 수		

한국정보올림피아드 초등부 지역예선 문제는 수학적 사고능력과 논리적 사고능력을 필요로 하는 알고리즘의 설계와 프로그램 작성능력을 평가하는 경시대회로서 이미 그 문제의 질적 수준이 검증 받았으며 정보올림피아드 문제해결능력 신장이라는 연구의 목적과도 밀접한 관련이 있기 때문에 검사도구로 사용하게 되었다. 단, 연구대상에게 투입한 교재에서는 3.3 교재의 실제 부분에서 제시된 기출문제 부분을 제외하여 검사지의 신뢰성을 높이고자 하였다.

본 연구에서 개발한 교재가 정보올림피아드 초등부 지역예선 문제해결력에 미치는 효과를 검증하여 교재의 교육적 가능성을 확인하고 영재학생들을 대상으로 교육하여 교재의 완성도를 높이기 위한 목적으로 교재 투입 전과 투입 후의 문제해결력을 비교하는 사전, 사후 검사를 동행의 검사지로 이용하였다. 사전검사 이후에는 바로 시험지를 회수하여 사후검사에 미치는 영향을 최소화 하도록 하였다.

사전, 사후검사 차이를 단일표본 t검정을 사용하여 분석하였고 종속변인은 검사결과로 얻어진 점수로 하였으며  $\alpha$ 레벨은  $*p < .05$ 로 검증하였다.



2.5 연구결과 및 해석

본 연구에서 개발한 교재의 현장 적용 결과는 다음과 같다.

표 8. 대응표본 통계량

검사	평균	N	표준편차	평균의 표준오차
사전검사	48.2105	19	11.58341	2.65742
사후검사	58.1053	19	14.86941	3.41128

사전, 사후 검사의 평균 및 표준편차는 [표 6]과 같다. 평균은 사전검사에서 48.2105이고 사후검사가 58.1053으로 약 10점이 상승한 것을 알 수 있다.

표 9. 대응표본 상관계수

대응	N	상관계수	p
사전검사 & 사후검사	19	.751	.000*

\*p<.05

표 10. 대응표본 상관계수

대응	대응차					t	자유도	p
	평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간				
				하한	상한			
사전검사 - 사후검사	-9.89474	9.83133	2.25546	-14.63328	-5.15619	-4.387	18	.000*

\*p<.05

사전검사와 사후검사의 대응표본 상관계수는 0.751로 높게 나타났다. 교재를 투입한 후 나타난 검사결과의 차이에 대한 95% 신뢰구간은 (-14.63328, -5.1569)이고, t값은 -4.387이며, 유의 확률이 p=0.000으로 유의수준 0.05보다 작게 나와 사전검사와 사후검사 간에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 영가설이 기각된다.

즉, 본 연구에서 개발한 교재가 정보올림피아드 초등부 지역예선 문제해결능력 향상에 도움을 주어 교재를 통한 효과적인 학습이 이루어졌음을 알 수 있었다.

III. 결론

본 연구에서는 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 문제를 분석하여 학습요소를 선정하고 그 내용을 Polya의 문제해결단계에 맞추어 컴퓨터 원리를 이해하고 문제해결능력을 신장시키기 위한 교재를 만들어 현장 적용을 하였다.

이 연구를 통해 기대되는 효과는 다음과 같다.

첫째, 한국정보올림피아드 초등부 지역예선을 준비하는 학생들을 위한 교재로서 초등학교 및 영재교육 프로그램 또는 가정에서 학습이 이루어질 수 있다.

둘째, 한국정보올림피아드를 위한 목적만이 아니라 정보 분야에 관심을 갖고 있는 학생들이 컴퓨터 원리를 이해하고 문제해결능력을 기르는데 도움을 줄 수 있다.

셋째, 한국정보올림피아드를 준비하는 학생들을 가르치거나 정보 분야 지도에 대하여 관심이 많은 교사들이 본 교재를 통해 쉽게 학생들을 지도할 수 있을 것이다.

이상의 연구 결과를 토대로 다음과 같이 제언을 하고자 한다.

첫째, 초등학생들에게 좀 더 쉽고 활동적으로 교육활동에 참여할 수 있도록 게임, 조작활동 등이 추가되었으면 한다. 조작활동의 경우 인터넷 프로그램을 통해 활동에 대한 애니메이션 및 조작활동이 이루어지면 더욱 좋을 것이다.

둘째, 관련 지식이 없는 교사들을 위해 교재에서 다루고 있는 내용을 자세히 설명하고 참고할 수 있는 교재 관련 지도서의 개발 및 연수도 시급하다.

현장에서도 컴퓨터 활용만이 아니라 컴퓨터 원리를 학습할 수 있는 여건이 구비되어 바람직한 정보교육이 이루어졌으면 한다.

참고 문헌

[1] 강신천, 지식정보사회를 위한 정보교육담론, 서현사, 2007.  
 [2] <http://www.nia.or.kr/KOI/F0100000000/F0102000000.asp>

- [3] 최근배, “초등 영재교육에 적용 가능한 이산수학 주제의 내용 구성에 관한 소고 - 네트워크 문제를 중심으로 -” 대한수학교육학회지 <학교수학>, 제7권, 제4호, pp.353-373, 2005.
- [4] 안선영, “초등 영재교육에 적용 가능한 이산수학 프로그램 개발 연구”, 한국수학교육학회지 시리즈 E 수학교육 논문집, 제19권, 제1호, pp.167-189, 2005.
- [5] J. A. Dossey, “Discrete Mathematics: The Math for Our Time”, Discrete Mathematics Across the Curriculum K-12 NCTM, pp.1-9, 1991.
- [6] 배영권, “창의성 및 정보과학적 특성을 기반으로 한 정보연계 판별도구 개발연구”, 컴퓨터교육학회논문지, 제7권, 제4호, pp.7-14, 2004.
- [7] 이양기, “수학 성적과 이산수학의 문제 해결력 비교 - 초등학교 고학년에서-”, 한국수학교육학회지 시리즈 E 수학교육 논문집, 제13권, pp.73-96, 2002.
- [8] 한근희, “학교수학에서 이산수학 교수 방안 연구”, 한국학교수학회논문지, 제6권, 제 2호, pp.87-89, 2003.
- [9] 김남희, “제 7차 교육과정의 이산수학 교수-학습에 관한 연구”, 대한수학교육학회지<학교수학>, 제7권, 제2호, pp.77-101, 2005.
- [10] 김종훈, 김종진, 컴퓨터 개론, 한빛미디어, 2006.
- [11] [http://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%9E%90%A3%8C\\_%EA%B5%AC%EC%A1%B0](http://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%9E%90%A3%8C_%EA%B5%AC%EC%A1%B0)
- [12] Horowitz, Sahni and Anderson-Freed. Fundamentals of Data structures in C, Silicon Press, 2008.
- [13] 김종훈, 프로그래밍 비타민, 한빛미디어, 2008.
- [14] 교육과학기술부, 수학 6-가 교사용 지도서, 두산동아(주), 2002.
- [15] 왕경수, “Polya의 문제해결 전략의 적용을 통한 문제 해결력 신장사고개발”, 사고개발, 제4권, 제1호, pp.1-30, 2008.

저자 소개

김 태 훈(Tae-Hun Kim)

정회원



- 2010년 8월 : 제주교육대학교 초등컴퓨터교육전공(교육학석사)
- 2011년 3월 : 제주대학교 컴퓨터교육전공 박사과정 진학 예정
- 2003년 ~ 현재 : 초등학교 교사

<관심분야> : 컴퓨터 교육, 영재교육, 안드로이드

현 동 림(Dong-Lim Hyun)

정회원

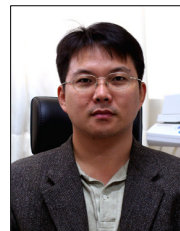


- 2009년 8월 : 제주교육대학교 초등컴퓨터교육전공(교육학석사)
- 2009년 9월 ~ 현재 : 제주대학교 컴퓨터교육전공 박사과정
- 2005년 ~ 현재 : 초등학교 교사

<관심분야> : 컴퓨터 교육, EPL, 안드로이드

김 종 훈(Jong-Hoon Kim)

중신회원



- 1998년 2월 : 홍익대학교 전자계산학과(이학박사)
- 1998년 ~ 1999년 : 한국전자통신연구원(ETRI) 박사후연구원
- 1999년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 초등컴퓨터교육전공 교수

<관심분야> : 컴퓨터 교육