



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

한국정보올림피아드 경시부문 지역예선 교재 개발 연구

김태훈

2010년



석사학위논문

한국정보올림피아드 경시부문  
지역예선 교재 개발 연구  
- 초등부를 중심으로 -

A Study of Developing Teaching Material  
for the Korea Information  
Olympiad Preliminary Round test  
- Focusing on Elementary Students -

제주대학교 교육대학원

초등컴퓨터교육전공

김태훈

2010년 8월



석사학위논문

한국정보올림피아드 경시부문  
지역예선 교재 개발 연구  
- 초등부를 중심으로 -

A Study of Developing Teaching Material  
for the Korea Information  
Olympiad Preliminary Round test  
- Focusing on Elementary Students -

제주대학교 교육대학원

초등컴퓨터교육전공

김 태 훈

2010년 8월

한국정보올림피아드 경시부문  
지역예선 교재 개발 연구  
- 초등부를 중심으로 -

A Study of Developing Teaching Material  
for the Korea Information  
Olympiad Preliminary Round test  
- Focusing on Elementary Students -

지도교수 김 종 훈

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

제주대학교 교육대학원

초등컴퓨터교육전공

김 태 훈

2010년 5월

김태훈의

교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 김 종 우



심사위원 김 종 훈

심사위원 박 찬 정



제주대학교 교육대학원

2010년 6월

# 목 차

국문 초록 .....	i
<b>I. 서론 .....</b>	<b>1</b>
1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구 내용 .....	2
<b>II. 이론적 배경 .....</b>	<b>3</b>
1. 한국정보올림피아드 .....	3
2. 이산수학 .....	3
3. 자료구조 .....	6
4. Polya의 문제해결 단계 .....	7
<b>III. 교재 개발 .....</b>	<b>9</b>
1. 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 기출 문제 분석 .....	9
2. 교재의 구성 체제 .....	11
3. 교재의 실제 .....	12
<b>IV. 연구 결과 및 해석 .....</b>	<b>96</b>
1. 교재의 현장 적용 .....	96
2. 연구결과 및 해석 .....	98
<b>V. 결론 및 제언 .....</b>	<b>99</b>
참고 문헌 .....	101
ABSTRACT .....	102
부 록 .....	104

## 표 목 차

<표 II-1> 7차 교육과정의 이산수학 교과 내용 .....	4
<표 II-2> 초등학교 수학 교육과정 중 이산수학 관련 내용 .....	5
<표 II-3> Polya의 문제해결 단계 .....	8
<표 III-1> 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 기출문제 유형 .....	9
<표 III-2> 교재의 구성 .....	11
<표 III-3> 단원별 구성 .....	12
<표 IV-1> 현장적용 일정 .....	96
<표 IV-2> 연구대상 .....	97
<표 IV-3> 대응표본 통계량 .....	98
<표 IV-4> 대응표본 상관계수 .....	98
<표 IV-5> 대응표본 검정 .....	98

## 그림 목 차

[그림 I-1] 연구의 필요성 .....	2
[그림 II-1] Polya의 문제해결 단계 .....	8



## 국문 초록

### 한국정보올림피아드 경시부문

### 지역예선 교재 개발 연구

### - 초등부를 중심으로 -

김 태 훈

제주대학교 교육대학원 초등컴퓨터교육전공

지도교수 김 종 훈

IT기술이 발전함에 따라 IT인재육성은 더욱 더 시급한 문제로 대두되고 있다. 하지만 우리나라 실정은 학교교육과정에서 컴퓨터 교과를 배제하고 있으며 그나마 이루어지고 있는 컴퓨터 교육도 활용 측면에만 치중되어 있다. 따라서 컴퓨터 원리에 대한 교육이 필요하다. 대한민국 정부에서 주최하는 한국정보올림피아드는 좋은 취지에도 불구하고 준비과정에 많은 어려움이 따른다. 이에 본 연구에서는 한국정보올림피아드 경시부문 초등부 지역예선을 준비하고 컴퓨터 원리를 학습할 수 있는 교재를 개발하였다. 교재의 내용은 학생들이 컴퓨터 원리를 학습할 수 있도록 프로그래밍의 기본이 되는 이산수학과 자료구조로 선정하였다. 개발된 교재는 J대학교의 정보영재교육원에 재학 중인 초등학생을 대상으로 투입하여 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.

핵심어 : 정보올림피아드, 컴퓨터 원리 교육, 이산수학, 자료구조

# I. 서 론

## 1. 연구의 필요성

IT기술은 우리 사회의 다양한 분야에 깊숙하게 관련함으로써 인류의 생활에 많은 변화를 가져다주었다. IT기술의 발달속도는 점점 더 빨라지고 있어서 앞으로 더욱 다양한 분야에서 더욱 깊숙한 영향을 미치게 될 것이다. IT기술 수준이 국가 경쟁력의 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 사회전반에 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 초등학생 과정보부터 프로그래밍의 원리를 지도하고 있으며 우리나라에서도 정규교과에서의 컴퓨터원리 교육을 실시가 시급하다.(강신천 등, 2007, pp. 241-260). 학생들이 수의 원리를 활용하여 각자 해결해야 할 썬 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.

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

개발하고자 한다.



[그림 I-1] 연구의 필요성

## 2. 연구내용 및 방법

본 논문에서는 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 교재를 개발하기 위하여 연구 순서를 정하였다.

첫째, 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 문제에서 이산수학과 자료구조와 관련된 문제의 출제 유형을 분석하였다.

둘째, 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 문제를 분석하여 초등학생에게 필요한 문제해결 능력 신장을 위한 학습 요소를 선정하였다.

셋째, 선정된 학습 요소별로 분류하여 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 교재를 만들었다.

넷째, 교재를 정보영재학생들에게 투입하여 교육적 가치가 있는지를 점검하였다.

## II. 이론적 배경

### 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 단위 지역예선과 시·도별 지역본선을 거쳐 전국본선에 들어오는 형식이다. 공모부문은 학생이 스스로 개발한 창의적인 소프트웨어를 평가하는 것으로, 지역예선을 거치지 않으나 시·도별 추천작품이 본선에 올라간다.(한국정보화진흥원. (n.d).)

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

### 2. 이산수학

이산수학은 다양한 분야에 폭넓게 응용되는 현대수학에서 활발히 연구되고 있는 수학의 한 분야로서 문제해결능력을 강조하는 특징이 있다(최근배, 2005, p. 353). 대부분의 해석학과 관련된 분야에 토대가 되는 연속수학의 고전적인 개념과 대조되는 의미로서 원소들의 개수를 셀 수 있는 집합인 이산 집합 위에 정의된 수학적 체계에 대하여 연구하는 학문 분야이다. 이산수학은 수학분야뿐만 아니라 자연과학, 공학, 사회과학 등의 다양한 분야에 응용될 수 있다는 점에서 최근에 급속히 발전하고 있는 추세이다.(안선영, 최근배, 2005, p. 172)

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.(Dossey,J.A., 1991. pp. 1-9; 안선영, 최근배, 2005, p. 173에서 재인용)

### 가. 이산수학의 중요성

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. (배영권, 신수범, 신승용, 이태욱, 2004 p. 9). 즉, 이산수학은 컴퓨터를 이용하여 문제를 해결하고 그 이론을 발달시키는 알고리즘을 개발하고 분석하는 것을 중요하게 다루고 있어서 컴퓨터 과학 분야에 수학적 토대를 구축하여 준다.(이양기, 한길준, 2002, p. 77)

### 나. 정규 교육과정에서의 이산수학

제 7차 교육과정에서부터 고등학생(10단계)들을 대상으로 이산수학이 학생들의 선택할 수 있는 심화선택과목의 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. (한근희, 2003, p. 87)

제 7차 교육과정의 이산수학 교과 내용은 다음과 같다.

<표 II-1> 7차 교육과정의 이산수학 교과 내용

영역	내용	
선택과 배열	순열과 조합	순열 조합
	세기의 방법	배열의 존재성 포함배제의 원리
그래프	그래프	그래프의 뜻 여러 가지 그래프
	수형도	여러 가지 수형도 생성 수형도

	여러 가지 회로	오일러 회로 해밀턴 회로
	그래프의 활용	행렬의 뜻 그래프와 행렬 색칠 문제
알고리즘	수와 알고리즘	수와 규칙성 수와 알고리즘
	점화 관계	두 항 사이의 관계식 세 항 사이의 관계식
의사 결정의 최적화	의사 결정 과정	2 × 2 게임 선거와 정당성
	최적화 알고리즘	계획 세우기 그래프와 최적화

주. 출처 “학교수학에서 이산수학 교수 방안 연구” 한근희 저, 2002, 한국학교수학회논문집, 6(2), p. 88

#### 다. 초등교육과정에서의 이산수학

김남희(2005)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(p. 82). 즉, 이산수학이 수학 교육과정과 동떨어져 있지 않다는 것이다.

이양기, 한길준(2002)은 이산수학과 관련된 현행 초등학교 수학 교육과정의 내용을 <표 II-2>와 같이 제시하였다. (p. 77).

<표 II-2> 초등학교 수학 교육과정 중 이산수학 관련 내용

학년	영역	내용
1	수	자연수의 수 세기, 수 계열, 대소비교, 십진기수법
	연산	시분수(0~9)의 덧셈, 뺄셈, 묶어셈
	관계	짝짓기, 개수비교, 문제해결영역
2	수	자연수의 수 세기, 수 계열, 대소비교, 십진기수법
	연산	세 자리수 범위에서 덧셈

	관계	자료의 분류와 정리, 대응규칙, 문제해결영역
3	수	자연수의 수 세기, 수계열, 대소비교, 십진기수법
	연산	세 자리수 범위에서 덧셈
	관계	자료의 분류와 정리, 대응규칙, 문제해결 영역, 그래프 영역
4	수	자연수의 수 세기, 수계열, 대소비교, 십진기수법
	연산	큰 수(자연수)의 덧셈
	관계	자료의 분류와 정의, 수학적 문장의 참, 거짓, 퍼즐 등 문제해결 영역, 그래프 영역
5	수	집합, 집합의 표본, 포함관계
	관계	점과 좌표, 게임, 퍼즐 등 문제해결 영역, 그래프 영역
6	수	정수, 정수의 읽기, 쓰기, 수계열, 대소비교, 정수의 덧셈
	관계	히스토그램, 그래프 영역, 문제해결 영역

주. 출처 “수학 성적과 이산수학의 문제 해결력 비교 - 초등학교 고학년에서 -” 이양기, 한길준 저, 2002, 한국수학교육학술지 시리즈 E 수학교육논문집, 13, p. 77.

### 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(김중훈, 2006, p. 206).

#### 가. 자료구조의 중요성

자료구조는 자료를 효율적으로 이용할 수 있도록 컴퓨터에 저장하는 방법이다. 신중히 선택한 자료구조는 보다 효율적인 알고리즘을 사용할 수 있게 한다. 다양한 프로

그램을 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.(위키백과, (2010. 2. 7). 자료구조, 2010. 4. 4.)

#### 나. 자료구조의 종류

대표적인 자료구조에는 배열, 스택, 큐, 트리 등이 있다. 각각의 특징은 다음과 같다. 배열은 위치를 나타내는 인덱스와 값의 쌍으로 이루어진 집합으로, 정의된 각 인덱스는 그 인덱스와 대응되는 값을 가진다. 가장 기본적인 자료구조이다 (Anderson-Freed, Sahni, Horowitz, 1992/1993, p. 51).

스택은 한 끝에서 모든 삽입과 삭제가 일어나는 자료구조이다. 스택에서는 가장 나중에 들어온 원소가 제일 먼저 삭제되기 때문에 후입선출(Last-in-first-out:LIFO)의 특성을 갖는다(Anderson-Freed et al., 1992/1993, p. 103).

큐는 스택과는 달리 한쪽 끝에서 데이터가 삽입되고 반대쪽 끝에서 삭제가 일어나는 자료구조이다. 큐에서는 가장 먼저 삽입된 원소가 제일 먼저 삭제되기 때문에 선입선출(first-in-first-out:FIFO)의 특성을 갖는다(Anderson-Freed et al., 1992/1993, p. 108).

트리는 루트노드에서 각 노드들이 연결된 모습이 나무가 뒤집힌 모습으로 계층 구조를 표현하기에 적합한 데이터 구조이다. 경로나 검색 등의 다양한 방법으로 활용된다 (김중훈, 2008, p. 116).

### 4. Polya의 문제해결 단계

Polya는 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 II-3>은 Polya의 문제해결의 각 단계에 대한 설명과 단계에서 이루어지는 활동에 대한 내용이다.

<표 II-3> Polya의 문제해결 단계

단계	내용
문제이해 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주어진 문제를 자기 자신의 것으로 인식하여 이해하는 단계</li> <li>· 문제이해하기, 조건분석하기, 이미지 형성하기, 표현하기</li> </ul>
계획수립 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 문제에 나타나 있는 정보 또는 조건으로부터 문제를 이해하고 난 후의 주어진 문제의 풀이에 대해서 구상하는 단계</li> <li>· 과거의 경험, 수학적 지식, 전략의 구상</li> </ul>
계획실행 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 앞선 단계에서 작성된 계획에 따라 실제로 활동하는 단계</li> <li>· 문제해결, 풀이과정 확인 및 검토, 수정</li> </ul>
반성 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 앞의 단계를 통해 얻어진 풀이를 점검하는 단계</li> <li>· 풀이과정 반성, 단순화하기, 일반화하기</li> </ul>



[그림 II-1] Polya의 문제해결 단계

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 방식을 말한다. 전략

은 인간이 학습이나 사고의 과정을 통제하는 능력으로 문제를 해결하는데 중요하게 작용하는 요소이다. 문제 해결에 필요한 지식과 개념을 갖고 있다하더라도 지식과 개념을 연결짓고 단서를 찾아내는 것은 사고전략인 것이다.(교육과학기술부, 2002, pp36-38).

### Ⅲ. 교재 개발

#### 1. 한국올림피아드 초등부 지역예선 기출문제 분석

2004년부터 2009년까지 6년 동안의 한국올림피아드 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 Ⅲ-1>에서 출제유형을 제시하였다. 단, 2004년의 경우 이산수학과 자료구조 부분에서 16문제가 출제된 것이 다른 연도와 구별되었다.

<표 Ⅲ-1> 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 기출문제 유형(2004-2009)

	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	수 이해	등비수열	도형	연산	연산	연산
5	최단거리	비례식	평균	복면산	비례식	그래프
6	규칙성과	생활 속의	집합	도형	방정식	소수

	함수	논리				
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 있기 보다는 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.

## 2. 교재의 구성 체제

한국정보올림피아드 초등부 지역예선 기출문제를 분석하여 교재의 수록될 내용 선정을 하였다. 선정한 내용을 바탕으로 <표 III-2>처럼 교재를 구성하였다. 크게 이산수학과 자료구조의 2부분으로 구분하였다.

<표 III-2> 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 회로와 경로, 해밀턴 회로와 경로
	최단 경로 찾기	다익스트라 알고리즘
	복면산	복면산의 해 구하기
자료구조	스택	스택의 동작 원리
	큐	큐의 동작원리
	트리	트리의 개념, 요소, 종류

각 단원별 구성은 Polya의 문제해결단계에 맞추어 문제찾기, 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 III-3> 단원별 구성

단계	내용
문제찾기	일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 문제를 통해 이산수학, 자료구조에 대하여 접근할 수 있도록 함. 가급적 교과외 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 문제해결과정을 통해 해결함
더 나아가기	좀 더 심화된 내용 또는 기출문제를 제시하여 학생들이 일반화할 수 있도록 함

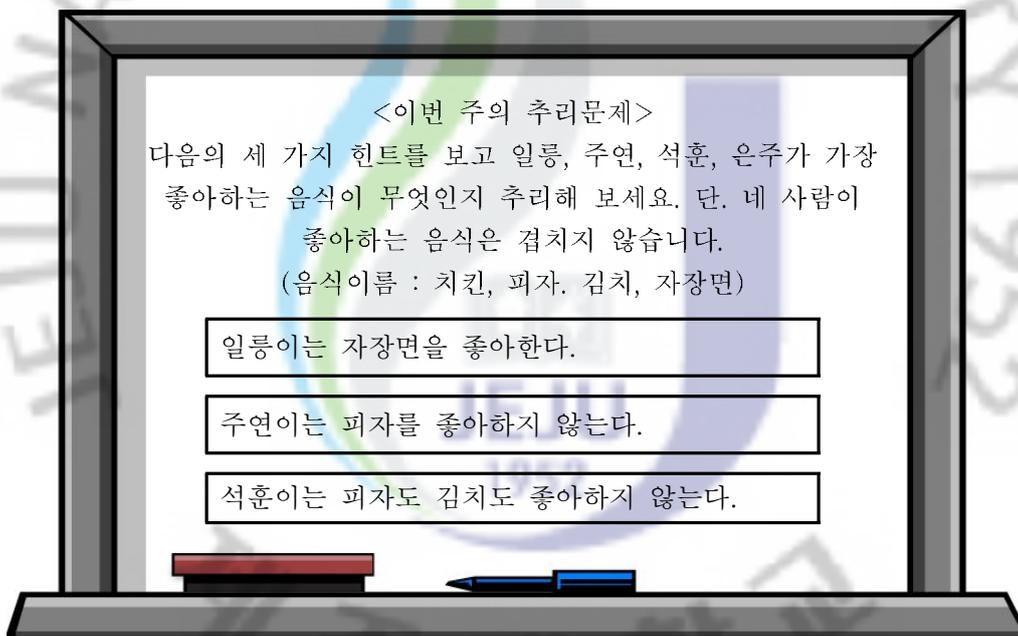
### 3. 교재의 실제

## 01\_ 생활 속의 논리

### ■ 문제 찾기

용혁이네 반 친구들이 좋아하는 과목을 추리해 봅시다.

용혁이네 반에서는 최근에 새로운 놀이가 유행중입니다. 그것은 바로 추리게임! 3-4문장의 힌트를 보고 답을 맞히는 게임입니다. 처음에는 용혁이네 반 모두가 어려워했다고 하지만 이제는 모두가 전문가가 되었다고 하네요. 이번 주의 문제는 아래의 힌트를 보고 네 명의 친구가 각각 좋아하는 음식을 맞추는 것입니다. 여러분들도 용혁이네 반 친구처럼 추리왕에 도전해 봅시다.



이번 단원에서는 논리에 관한 문제를 해결하는 방법에 대하여 알아보겠습니다.

#### 1. 논리란?

흔히 말을 하거나 글을 쓸 때 생각이나 의견을 이치에 맞게 이야기를 잘 이끌어가는 사람을 논리적인 사람이라고 합니다. 컴퓨터에서 말하는 논리란 참과 거짓을 알 수 있는 문장(명제라고 합니다.)을 통해 사고, 추리를 끌고 나가는 방법을 말함

니다. “1+1=2”라는 단순한 명제로부터 복잡한 추리를 이끌어 내는 것이 바로 논리입니다.

위의 문제에서 3가지 힌트는 모두 참인 명제입니다. 일릉이는 자장면을 좋아하므로 다른 사람이 자장면을 좋아하는 것은 거짓입니다. 따라서 석훈이가 좋아하는 음식은 자장면을 제외한 치킨, 피자, 김치 중에 있고 석훈이가 피자와 김치를 좋아하지 않으므로 석훈이가 치킨을 좋아한다는 사실을 알 수 있습니다. 마찬가지로 남은 두 음식 중에 주연이는 김치를, 은주는 피자를 좋아합니다. 3가지 사실을 통해 무엇을 좋아하는지 이야기도 나오지 않은 은주가 좋아하는 음식을 찾을 수 있는 건 바로 논리의 힘입니다.

명제	참과 거짓을 알 수 있는 문장
논리	명제를 통해 사고, 추리를 끌고 나가는 방법

## ■ 원리 알기

**생활 속의 논리를 해결하는 방법을 알아봅시다.**

논리에 관한 문제를 해결하는 방법은 다양합니다. 여기에서는 여러 개의 문장을 비교하여 문제를 해결하는 방법을 알아보겠습니다.

논리에 관한 문제는 문장, 표에 나타난 문장을 해석하고 문제 해결을 위하여 한 문장씩 가설을 설정하여 논리적으로 타당한 결론을 이끌어 냅니다.

아래에 4개의 문장은 참 또는 거짓입니다. 4개의 문장 중에서 참인 문장은 개수는 몇 개나 될까요?

1. 4개의 문장 중에서 1개의 문장이 거짓이다.
2. 4개의 문장 중에서 2개의 문장이 거짓이다.
3. 4개의 문장 중에서 3개의 문장만 거짓이다.
4. 4개의 문장 모두가 거짓이다.

4개의 문장 중에서 하나의 문장만 놓고 보면 참과 거짓을 알 수 없습니다. 그래서 하나씩 참이라고 가정을 하고 다른 문장과의 모순이 없는지를 찾는 것입니다.

먼저 1번 문장이 참이라고 가정해 봅시다.

1. 4개의 문장 중에서 1개의 문장이 거짓이다.

나머지 3개의 문장 중에서 최소한 2개는 참입니다. 하지만 어느 하나라도 참이라고 하면 1번 문장과 모순이 생깁니다. 1번 문장에서는 1개만 거짓이라고 했지만 나머지 문장에서는 2개, 3개, 4개가 거짓이라고 했기 때문입니다. 따라서 1번 문장은 거짓입니다.

2. 4개의 문장 중에서 2개의 문장이 거짓이다.

2번 문장이 참이라는 가정도 마찬가지입니다. 2번을 제외한 문장 중 하나는 참이지만 어느 것이 참이더라도 모순이 생깁니다. 2번도 거짓입니다.

3. 4개의 문장 중에서 3개의 문장이 거짓이다.

3번 문장이 참이라고 가정했을 때 나머지 3개의 문장은 모두 거짓입니다. 따라서 3번 문장은 참입니다.

4. 4개의 문장 모두가 거짓이다.

4번 문장은 조금 특이합니다. 4번 문장은 자기 스스로도 거짓이라고 말하고 있기 때문에 참이라고 가정을 할 수가 없기 때문입니다. 따라서 4번 역시 거짓입니다.

결국 4개의 문장 중에서 참인 문장은 3번 문장 하나입니다. 따로따로 생각하면 참과 거짓을 알 수 없는 문장이 논리적으로 연결하면 위의 문제처럼 해결할 수 있습니다.

#### ■ 문제해결하기

다음의 문제를 해결하여 봅시다.

정보올림피아드에 지원한 A, B, C, D, E, F, G의 7명 중에서 2명이 뽑히게 되었다. 누가 뽑혔는지에 대하여 4명이 다음과 같이 말하였다.

- A, B, G 모두 떨어졌다.
- E, F, G 모두 떨어졌다.
- C와 G 중 1명만 뽑혔다.
- A, B, C, D 중 1명만 뽑혔다.

4명 중 3명만 진실을 말하였다고 할 때, 뽑혔을 가능성이 전혀 없는 사람은?(2009 한국정보올림피아드 지역예선 10번 문제)

- ① B    ② C    ③ D    ④ E    ⑤ F

<풀이>

정보올림피아드 합격여부에 대하여 4명이 답변을 받았지만 그 중 하나의 답변은 거짓말입니다. 이 대답을 토대로 뽑혔을 가능성이 전혀 없는 사람을 찾겠습니다. 이런 논리 문제는 표를 그리면 쉽게 해결할 수 있습니다.

1. 1번 문장이 거짓인 경우

먼저 1번 문장이 거짓이라고 가정을 해보겠습니다. 1번 문장이 거짓이므로 나머지 세 문장은 모두 참이어야 합니다.

2번 문장에 따라 E, F, G는 모두 시험에서 떨어졌습니다. 거짓이므로 X로 표시합니다.

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
1번 문장이 거짓					X	X	X

3번 문장에 따르면 C와 G 중 1명만 뽑혔다고 했으니 앞서 떨어진 G를 제외하면 C는 합격입니다.

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
1번 문장이 거짓			O		X	X	X

4번 문장에 따르면 A, B, C, D 중 1명만 뽑혔다고 했는데 이미 C가 합격이니 나머지는 탈락이다. 첫 번째 증언이 거짓이라고 가정했을 경우는 다음과 같은 결과가 나온다(문제에는 2명이 합격이라고 했으나 결과에는 한 명만 합격했다고 나온 것으로 보아 첫 번째 증언은 거짓이 아닙니다. 하지만 이 사실은 문제 해결에는 영향을 미치지 않으므로 무시하겠습니다.).

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
1번 문장이 거짓	X	X	O	X	X	X	X

2. 2번 문장이 거짓인 경우

1번, 3번, 4번 문장이 참입니다.

1번 문장에 따라 A, B, G는 모두 시험에서 떨어졌습니다. 거짓이므로 X로 표시합니다.

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
2번 문장이 거짓	X	X					X

3번 문장에 따라 C와 G중 1명이 합격입니다. G가 이미 불합격으로 판명되었으니 C는 합격입니다.

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
2번 문장이 거짓	X	X	O				X

4번 문장에 따라 A, B, C, D 중에서 한 명만 합격입니다. 이미 C가 합격이므로 D는 불합격입니다. E와 F는 어느 것이 합격인지는 알 수 없지만 둘 다 합격의 가능성을 갖게 됩니다.

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
2번 문장이 거짓	X	X	O	X	둘 중 하나는 합격		X

2번 문장이 거짓이라고 가정했을 경우 C는 합격, E와 F는 합격가능성이 있습니다.

3. 3번 문장이 거짓인 경우

1번 문장에 따라 A, B, G는 모두 시험에서 떨어졌습니다. 거짓이므로 X로 표시합니다.

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
3번 문장이 거짓	X	X					X

2번 문장에 따라 E, F, G는 모두 시험에서 떨어졌습니다.

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
3번 문장이 거짓	X	X			X	X	X

4번 문장에 따라 A, B, C, D 중에서 한 명만 합격입니다.

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
3번 문장이 거짓	X	X	둘 중 하나는 합격		X	X	X

3번 문장이 거짓이라고 가정했을 경우 C와 D가 합격가능성이 있습니다.

4. 4번 문장이 거짓인 경우

1번 문장에 따라 A, B, G는 모두 시험에서 떨어졌습니다. 거짓이므로 X로 표시합니다.

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
4번 문장이 거짓	X	X					X

2번 문장에 따라 E, F, G는 모두 시험에서 떨어졌습니다.

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
4번 문장이 거짓	X	X			X	X	X

3번 문장에 따라 C와 G중 1명이 합격입니다. G가 이미 불합격으로 판명되었으니

C는 합격입니다. D는 4개의 문장으로는 합격 여부를 알 수 없지만 문제에서 합격자가 2명이라고 했으므로 합격입니다.

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
4번 문장이 거짓	X	X	O	O	X	X	X

따라서, 4번 문장이 거짓이라고 가정했을 때 합격한 사람은 C와 D입니다.

### 5. 결과

1~4의 과정을 거친 결과는 다음 표와 같습니다.

응시자 가정	A	B	C	D	E	F	G
1번 문장이 거짓	X	X	O	X	X	X	X
2번 문장이 거짓	X	X	O	X	둘 중 하나는 합격		X
3번 문장이 거짓	X	X	둘 중 하나는 합격		X	X	X
4번 문장이 거짓	X	X	O	O	X	X	X

표에서 알 수 있는 것처럼 C, D, E, F는 정보올림피아드에 합격했거나 합격했을 가능성이 있습니다. 따라서, 정보올림피아드에서 뺏혔을 가능성이 전혀 없는 사람은 1번 B이다.

### ■ 더 나아가기

위치에 관련된 문제를 해결해 봅시다.

논리 문제 중에서는 위치나 순서를 배열하는 문제도 있습니다. 이러한 문제는 어떻게 해결하는 지 알아보겠습니다.



<table border="1"> <tr><td>연아</td><td>최씨</td></tr> <tr><td>성미</td><td></td></tr> <tr><td>승엽</td><td>박씨</td></tr> <tr><td>중근</td><td>이씨</td></tr> </table>	연아	최씨	성미		승엽	박씨	중근	이씨	<p>3번 문장에 따르면 박씨는 이씨의 집 바로 위지만 최씨보다는 아래층입니다.</p>	<table border="1"> <tr><td>연아</td><td>최씨</td><td>김씨</td></tr> <tr><td>성미</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>승엽</td><td>박씨</td><td></td></tr> <tr><td>중근</td><td>이씨</td><td></td></tr> </table>	연아	최씨	김씨	성미			승엽	박씨		중근	이씨		<p>4번 문장에 따르면 박씨는 1층이 아니고 김씨보다는 아래층입니다.</p>
연아	최씨																						
성미																							
승엽	박씨																						
중근	이씨																						
연아	최씨	김씨																					
성미																							
승엽	박씨																						
중근	이씨																						
<p>⑦</p> <table border="1"> <tr><td>연아</td><td>최씨</td></tr> <tr><td>성미</td><td>김씨</td></tr> <tr><td>승엽</td><td>박씨</td></tr> <tr><td>중근</td><td>이씨</td></tr> </table>	연아	최씨	성미	김씨	승엽	박씨	중근	이씨	<p>5번 문장에 따르면 박씨와 최씨는 바로 위,아래층에 살지 않습니다. 그럼 그 사이에는 김씨가 있겠네요.</p>	<p>⑧</p> <table border="1"> <tr><td>최연아</td></tr> <tr><td>김성미</td></tr> <tr><td>박승엽</td></tr> <tr><td>이중근</td></tr> </table>	최연아	김성미	박승엽	이중근	<p>위치를 정한 결과입니다. 문제의 답은 ①번입니다.</p>								
연아	최씨																						
성미	김씨																						
승엽	박씨																						
중근	이씨																						
최연아																							
김성미																							
박승엽																							
이중근																							

※ 기출문제

1. A, B, C, D가 달리기 경주를 하였다. 경주 시작 전에 각각은 경주 결과에 대하여 다음과 같이 예측을 하였다.

- A: B가 1등을 할 것이다.
- B: D가 꼴찌를 할 것이다.
- C: A가 2등을 할 것이다.
- D: A의 예측이 맞을 것이다.

실제로 경기를 한 후 위의 예측들 중에서 하나만 맞았고, 그 예측은 꼴찌를 한 선수의 예측이었다. 경기에서 1등을 한 선수는 누구일까?(2008 한국정보올림피아드 지역예선 8번 문제)

- ① A    ② B    ③ C    ④ D    ⑤ 알 수 없다.

2. 이상한 나라에는 참말쟁이이거나 거짓말쟁이인 사람들만 살고 있다. 참말쟁이는 진실만을 이야기하고, 거짓말쟁이는 거짓만을 말한다. 이상한 나라에 사는 갑과 을을 만났는데 갑이 다음과 같이 말했다. 갑과 을은 각각 어떤 부류일까?(2007 한국정보올림피아드 지역예선 3번 문제)

갑 : 우리 둘 중 적어도 한 사람은 거짓말쟁이예요.

- ① 갑 : 참말쟁이, 을 : 참말쟁이
- ② 갑 : 참말쟁이, 을 : 거짓말쟁이
- ③ 갑 : 거짓말쟁이, 을 : 참말쟁이
- ④ 갑 : 거짓말쟁이, 을 : 거짓말쟁이
- ⑤ 알 수 없다.

3. 애완동물 가게에 가보니, 아래와 같은 6개의 칸에 각각 다른 애완동물이 놓여 있었다. 다음 말이 모두 참일 때 A 위치에 있는 동물은?(2005 한국정보올림피아드 지역예선 7번 문제)

	A	

- 강아지 옆 칸에는 고양이가 있다.
- 토끼 아래 칸에는 거북이가 있다.
- 다람쥐 옆 칸에는 햄스터만 있다.
- 강아지와 거북이는 가장 멀리 떨어져 있다.

- ① 강아지      ② 고양이      ③ 거북이      ④ 다람쥐      ⑤ 햄스터

## 02\_ 집합

### ■ 문제 찾기

하연이네 반에서 친구들이 속한 청소년 단체를 수학적으로 어떻게 표현하는지 알아보시다.

하연이네 학교에는 걸스카우트, 우주소년단, 해양소년단의 청소년 단체가 있습니다. 학교에 행사가 있어 봉사활동을 하기 위해 하연이네 반의 청소년 단체 현황을 조사하기로 했습니다. 조사결과는 다음과 같습니다.

걸스카우트	양은주, 한주연, 주희, 김혜수, 강민채
우주소년단	양하연, 오혜성, 고동환
해양소년단	허민주, 강빈, 양인정, 박민호



우리 주변에는 위에 나온 청소년 단체 같은 모임이 많이 있습니다. 서로 관심이 있는 분야와 관련된 모임에 가입하기 때문에 한 사람이 여러 단체에 가입하기도 합니다.

<질문>  
 해양소년단과 오혜성의 관계를 어떻게 표현할 수 있을까요?  
 이런 모임을 수학적으로는 무엇이라고 할까요?  
 하연이네 반 중에서 해양소년단에 가입된 친구의 수는 모두 몇 명인가요?

수학에서도 우리가 살펴본 모임처럼 조건에 맞는 요소들의 모임이 있습니다. 이번 단원에서는 이러한 모임이 수학에서는 어떻게 사용되는지 알아보겠습니다.

#### 1. 집합이란?

앞에서 하연이네 반에서 걸스카우트, 우주소년단, 해양소년단에 속한 어린이를 살펴봤습니다. 이렇게 어떤 조건에 따라 일정하게 결정되는 요소의 모임을 ‘집합’이라고 합니다. 즉, 위의 예에서 걸스카우트의 집합이란 하연이네 반에서 걸스카우트 단체에 가입하는 어린이들의 모임을 말하며 이 모임에는 양은주, 한주연, 주희, 김혜수, 강민채라는 요소가 있습니다. 이 외에도 ‘설문조사를 한 전체 학생들의 집합’,

‘학원에서 수학과목을 배우고 있는 학생들의 집합’, ‘짝수의 집합’ 등 다양한 집합들이 있습니다.

집합을 표현하는 방법은 두 가지가 있습니다. 첫 번째는 모임에 속할 수 있는 조건을 표시하는 방법으로 조건제시법이라고 합니다.

$$\begin{aligned} \text{걸스카우트} &= \{ x \mid x \text{ 하연이네 반에서 걸스카우트에 가입한 친구들} \} \\ \text{짝수} &= \{ x \mid x \text{ 짝수} \} \end{aligned}$$

두 번째는 모임에 속하는 모든 인원, 물건 등을 표시하는 방법으로 원소나열법이라고 합니다.

$$\begin{aligned} \text{걸스카우트} &= \{ \text{양은주, 한주연, 주희, 김혜수, 강민채} \} \\ \text{짝수} &= \{ 2, 4, 6, 8, 10, \dots \} \end{aligned}$$

<b>집합</b>	어떤 조건에 따라 일정하게 결정되는 <b>요소</b> 의 모임을 <b>집합</b> 이라고 합니다.
<b>집합을 표현하는 방법</b>	1. 조건제시법 - 집합에 속하는 조건으로 표현합니다. $\text{집합1} = \{ x \mid x \text{는 } 6 \text{을 나눌 수 있는 자연수} \}$ 2. 원소나열법 - 집합에 속한 사람, 사물을 직접 표현합니다. $\text{집합2} = \{ 1, 2, 3, 6 \}$ 집합 1과 2는 보이는 모양은 다르지만 결국은 같은 집합입니다.

## ■ 원리 알기

집합에 사용되는 용어를 알아봅시다.

집합을 공부하기 위해서 새롭게 배워야 할 용어가 있습니다. 집합과 관련된 용어를 알아보겠습니다.

### 1. 집합과 관련된 용어

용어를 쉽게 알기 위해서 아래에 보이는 것처럼 U, A, B라는 3개의 집합을 예로 알아보겠습니다.

$$\begin{aligned} U &= \{ x \mid x \text{ 1부터 } 10 \text{까지의 자연수} \} \\ A &= \{ x \mid x \text{ 1부터 } 10 \text{까지의 자연수 중에 } 3 \text{으로 나누어 떨어지는 수} \} \\ B &= \{ x \mid x \text{ 1부터 } 10 \text{까지의 자연수 중에 } 2 \text{로 나누어 떨어지는 수} \} \end{aligned}$$

① 원소 : 집합에 속하는 요소를 원소라고 한다. 집합 U의 원소는 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10가 있다. 마찬가지로 방법으로 집합 A의 원소는 1, 3, 9이고 집합 B의 원소는 2, 4, 6, 8, 10이다.

② 전체집합 : 집합을 선택할 때 그 대상의 전체범위를 전체집합이라고 한다. 위의 예에서는 집합 U가 집합 A와 집합 B를 포함하는 전체집합에 해당한다. 일반적으로 전체집합을 U로 나타냅니다.

③ 부분집합 : 집합 A의 모든 원소가 집합 B의 원소일 때, 집합 A를 집합 B의 부분집합이라고 합니다. 위의 예에서 집합 A, B는 집합 U의 부분집합입니다.

④ 합집합 : 집합 A의 원소와 집합 B의 원소를 모두 합한 것을 집합 A와 집합 B의 합집합이라고 하고 기호로는  $A \cup B$ 로 나타냅니다. 즉 집합 A와 집합 B의 합집합의 원소는 집합 A의 원소이거나 집합 B의 원소입니다. 여기서 겹치는 원소는 하나로 생각합니다. 위의 예에서  $A = \{ 3, 6, 9 \}$ 이고  $B = \{ 2, 4, 6, 8, 10 \}$  이므로  $A \cup B = \{ 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10 \}$ 입니다.

⑤ 교집합 : 집합 A의 원소인 동시에 집합 B의 원소이기도 한 원소의 집합을 집합 A와 B의 교집합( $A \cap B$ )이라고 합니다. 즉 이 교집합의 원소라면 집합 A에도 집합 B에도 포함된다. 위의 예에서 A와 B의 교집합은  $A \cap B = \{ 6 \}$ 입니다.

⑥ 차집합 : 집합 A의 원소 중에서 집합 B에 속하는 것들을 제외한 원소들의 집합을 A에 대한 B의 차집합( $A - B$ )이라고 합니다. 집합 A에 속하는 원소 중에서 원소 6가 집합 B에 속하므로  $A - B = \{ 3, 9 \}$ 입니다.

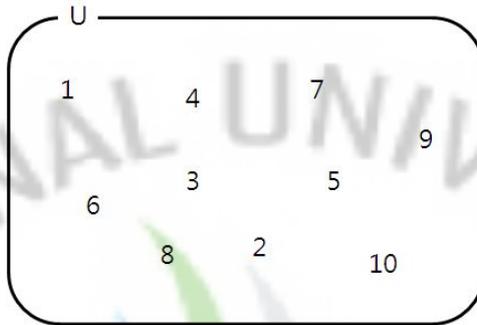
⑦ 여집합 : 전체집합에서 집합 A에 속하지 않는 원소들의 집합을 A의 여집합( $A^C$ )이라고 합니다. 즉, 전체집합에 대한 집합 A의 차집합과 같은 의미입니다.  $A^C = \{ 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10 \}$

## 2. 그림으로 집합 표현하기

집합을 그림으로 표현하면 이해하기가 더 쉽습니다. 아래처럼 집합을 그림으로 표현한 그림을 벤 다이어그램이라고 합니다. 다이어그램을 살펴보고 집합의 용어를 알아보겠습니다. 그림을 보고 직접 빈칸을 채우고 해당하는 영역에 빗금을 쳐 보세요

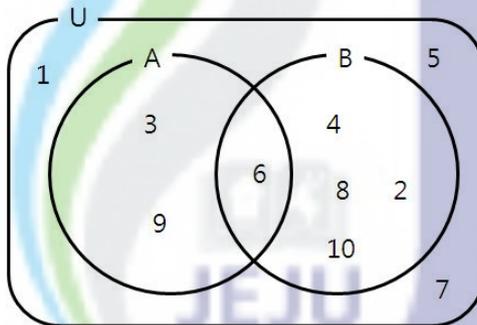
### 전체집합

집합 U - 1부터 10까지의 자연수의 집합  
 $U = \{ \quad , \quad \}$



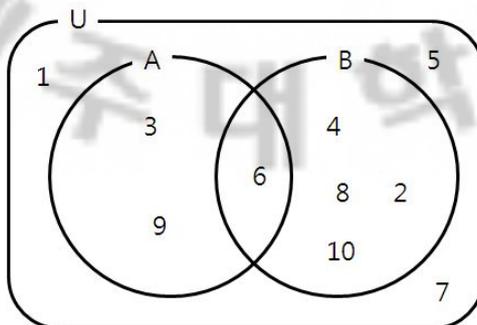
### 부분집합

전체집합 원소 중 2의 배수의 집합  $A = \{ \quad \}$   
 전체집합 원소 중 3의 배수의 집합  $B = \{ \quad \}$



### 합집합( $A \cup B$ ) - 해당부분에 표시

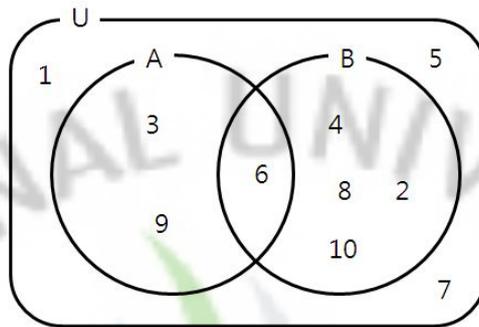
2의 배수이거나 3의 배수인 수의 집합  $A \cup B = \{ \quad \}$



**교집합( $A \cap B$ ) - 해당부분에 표시**

2의 배수이면서 3의 배수인 수의 집합

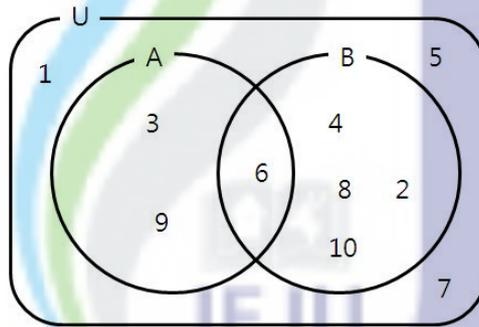
$$A \cap B = \{ \quad \quad \quad \}$$



**차집합( $A - B$ ) - 해당부분에 표시**

2의 배수 중에서 3의 배수가 아닌 수의 집합

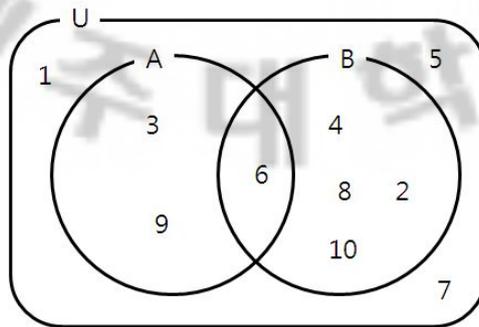
$$A - B = \{ \quad \quad \quad \}$$



**여집합( $A^C$ ) - 해당부분에 표시**

전체집합 중에서 2의 배수가 아닌 수의 집합

$$A^C = \{ \quad \quad \quad \}$$



### 3. 원소의 개수

집합에 속하는 원소의 개수는  $n(\text{집합이름})$ 으로 나타냅니다. 앞에 나와 있는 1부터 10까지 자연수의 집합(U)은  $U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$ 이고 집합 U의 원소의 개수가 10개이므로  $n(U)=10$ 입니다.

---

연습문제 1. 앞 페이지에 나와 있는 집합의 원소의 개수를 직접 구해봅시다

---

$$n(U) = 10$$

$$n(A) =$$

$$n(B) =$$

$$n(A \cup B) =$$

$$n(A \cap B) =$$

$$n(A - B) =$$

$$n(AC) =$$

---

### ■ 문제해결하기

다음의 문제를 해결하여 봅시다.

방송국에서 50명의 학생에게 질문을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 30명이 C 언어 강의를 듣고 있으며, 25명이 Basic 언어 강의를 듣고 있고, 그중 10명은 두 언어를 모두 배웠다고 한다. 모두 몇 명이 적어도 한 언어를 배웠을까?(2009 한국 정보올림피아드 지역예선 12번 문제)

- ① 30명    ② 35명    ③ 40명    ④ 45명    ⑤ 50명
- 

<풀이>

문제를 해결하기 위해 앞서 배웠던 집합의 용어를 생각해봅시다. 집합의 용어와 문제를 연결한 내용은 다음과 같습니다.

집합 용어	문제에서 용어에 해당하는 내용	원소의 개수
전체집합(U)	설문조사를 한 학생의 모임	$n(U) = 50$
전체집합 내의 (부분)집합	C 언어 강의를 듣고 있는 학생의 모임(A) Basic 언어 강의를 듣고 있는 학생의 모임(B)	$n(A) = 30$ $n(B) = 25$
교집합	두 언어를 모두 배운 사람( $A \cap B$ )	$n(A \cap B) = 10$
?	적어도 한 언어의 강의를 듣고 있는 사람들의 모임(?)	

구해야 할 내용은 물음표에 해당하는 ‘적어도 한 언어를 배운 사람들의 모임’은 집합에서 어떠한 것이며 몇 명인가에 대한 것입니다. 적어도 한 언어의 강의를 듣고 있다는 것은 C 언어 강의만 듣거나, Basic 강의만 듣거나, 두 개의 강의를 모두 배웠다는 의미입니다. 이 말을 그림으로 나타내면 다음과 같습니다.



앞서 배운 것처럼 위의 그림은 합집합을 나타냅니다. 즉, 구해야 할 것은 C언어 강의를 듣는 학생의 집합(A)과 Basic언어 강의를 듣는 학생의 집합(B)의 합집합입니다. 문제를 통해 알 수 있는 각 집합의 원소의 개수는 각각  $n(U) = 50$ ,  $n(A) = 30$ ,  $n(B) = 25$ 이며, C언어 강의도 듣고 있고 Basic언어 강의도 듣고 있는, 즉 집합 A에도 속하고 집합 B에도 속하는 원소의 개수가  $n(A \cap B) = 10$ 명입니다.

$n(A \cup B)$ 은  $n(A) + n(B) - n(A \cap B)$ 이므로  $30 + 25 - 10 = 45$  위의 정답은 ④ 45명이다.

## ■ 더 나아가기

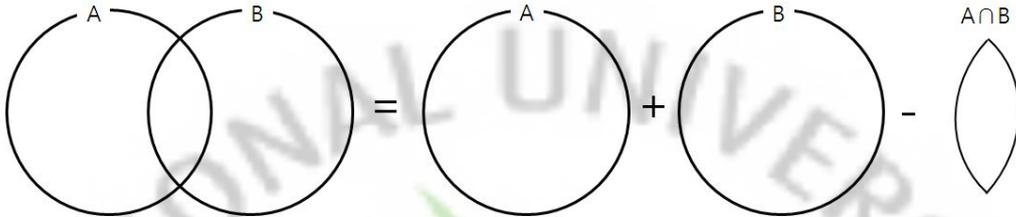
### 합집합과 교집합의 원소의 개수를 계산하는 알아봅시다.

원소의 개수를 계산하는 방법을 알고 있다면 문제해결하기와 같은 문제를 좀 더 쉽게 해결할 수 있습니다. 합집합과 교집합의 원소를 계산하는 방법을 알아보겠습니다.

## 1. 원소의 개수 구하는 방법

### ① 합집합의 원소 구하기

$$n(A \cup B) = n(A) + n(B) - n(A \cap B)$$



그림에서 보듯이 집합 A의 원소의 개수와 집합 B의 원소의 개수를 더하면 A와 B의 교집합 부분은 중복됩니다. 그래서 교집합 원소의 개수만큼 빼주면 합집합의 원소의 개수를 구할 수 있습니다.

$$n(A \cup B) = n(A) + n(B) - n(A \cap B)$$

### ② 차집합의 원소 구하기

$$n(A - B) = n(A) - n(A \cap B)$$

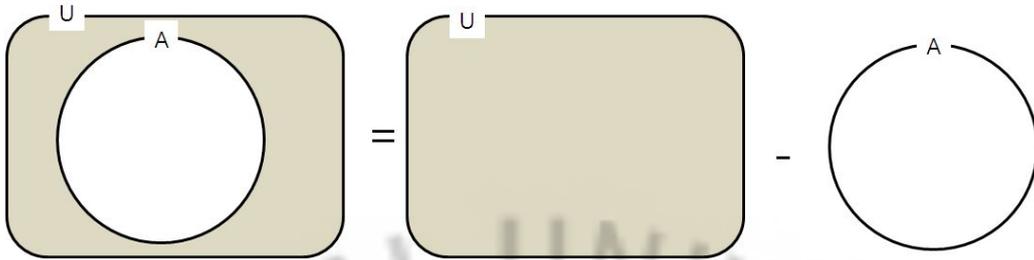


A-B(차집합)은 집합 A의 원소 중에 집합 B에도 속한 원소를 제외한 원소들의 집합입니다. 따라서 위의 그림처럼 집합 A의 원소에서 A와 B의 교집합 부분을 빼주면 차집합의 원소의 개수를 구할 수 있습니다.

$$n(A - B) = n(A) - n(A \cap B)$$

### ③ 여집합의 원소 구하기

$$n(A^c) = n(U) - n(A)$$



A의 여집합은 전체집합중에서 집합 A의 원소를 제외한 나머지 원소들의 집합입니다. 따라서 전체집합의 원소의 개수에서 집합 A의 원소의 개수를 빼서 얻을 수 있습니다.

$$n(A^c) = n(U) - n(A)$$

※ 기출문제

1. 승일이네 학교에는 80명의 학생이 있는데, 그중 50명은 남자이고 나머지는 여자이다. 또 안경을 쓴 학생이 45명이고 나머지는 안경을 쓰지 않았다. 그렇다면 안경을 쓴 남자의 가능한 최소인원과 안경을 쓴 남자의 가능한 최대인원의 합은 얼마인가?(2009 한국정보올림피아드 지역예선 7번 문제)

- ① 60    ② 65    ③ 70    ④ 75    ⑤ 80

2. 방송국에서 100명의 학생에게 질문을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 65명이 국어 강의를 듣고 있으며, 55명이 산수 강의를 듣고 있고, 25명이 국어와 산수 강의를 같이 듣고 있다. 100명 중 아무것도 듣지 않고 있는 학생 수는 전부 몇 명인가?(2008 한국정보올림피아드 지역예선 12번 문제)

- ① 5명    ② 10명    ③ 15명    ④ 20명    ⑤ 25명

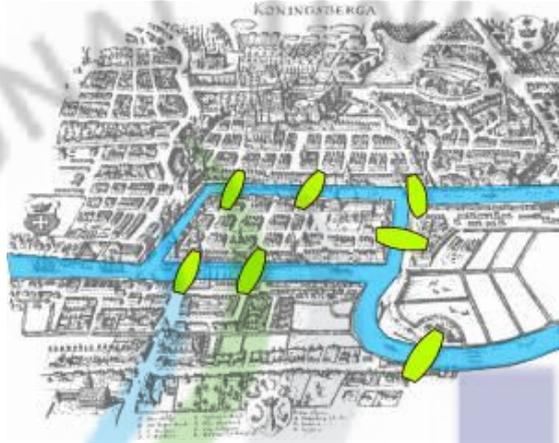
3. 30보다 작은 자연수 중 3의 배수이면서 5의 배수인 수의 개수를 A, 3의 배수이거나 5의 배수인 수의 개수를 B라고 할 때 A+B의 값은 얼마인가?(2007 한국정보올림피아드 지역예선 7번 문제)

- ① 14    ② 15    ③ 16    ④ 17    ⑤ 18

## 03\_ 그래프(Graph)

### ■ 문제 찾기

아래의 지도를 간단하게 표현하는 방법을 생각해 봅시다.



(출처 : <http://kr.blog.yahoo.com/sawoochi/>)

지금은 러시아의 땅인 쾨니히베르크는 예전에는 독일의 땅이었습니다. 18세기 초 이곳에는 마을에 있던 7개의 다리를 놓고 재미있는 문제가 있었다고 합니다. 그 문제는 바로 같은 다리를 두 번 이상 건너지 않고 7개의 다리를 한 번씩 모두 건널 수 있는가에 대한 것이었습니다. 위에 보이는 사진이 당시 그 지형의 지도의 모습입니다.

<질문>

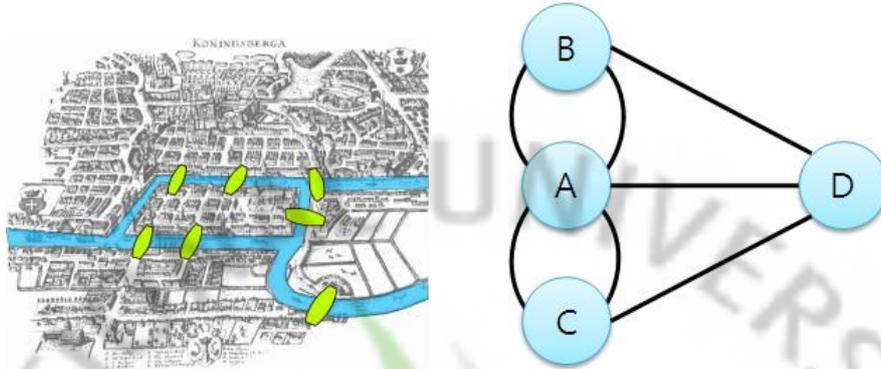
- 위 지도에서 다리로 연결된 지역을 몇 개로 구분할 수 있을까요?
- 위 지도를 점과 선을 사용하여 간단하게 나타내는 방법은 없을까요?

수학자 오일러는 이 문제를 쉽고 단순하게 표현하기 위해 다리와 섬들의 관계를 점과 선분으로 표현하였고 이렇게 여러 관계를 점과 선분으로 표현한 모형을 그래프라고 합니다. 이번 단원에서는 그래프란 무엇이며 어떻게 사용되는지에 대하여 알아보겠습니다.

#### 1. 그래프란?

그래프란 점과 선으로 이루어진 집합을 말합니다. 그래프에서 점은 정점(Vertex,

또는 꼭짓점) 선을 간선(Edge, 또는 변)이라고 합니다. 쾨니히베르크의 7개의 다리를 그래프로 나타내면 다음과 같습니다.



그래프를  $G$ (Graph), 정점의 집합을  $V$ (Vertex), 간선의 집합을  $E$ (Edge)라는 기호로 약속하면 그래프는 정점과 간선의 집합이므로 다음과 같이 기호로 나타낼 수 있습니다.

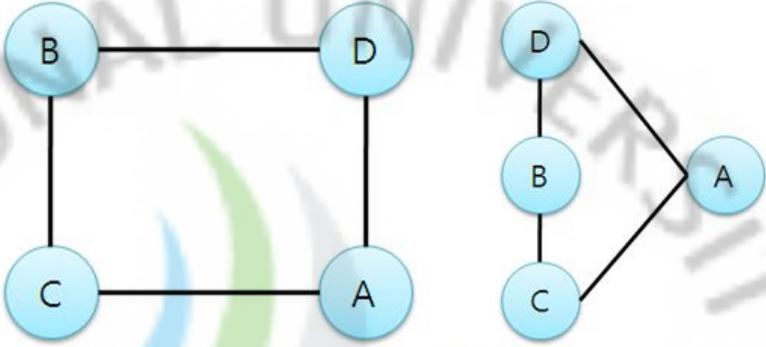
$$G(V, E)$$

위의 그래프에서 정점은 총 4개로 정점의 집합  $V$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있습니다.

$$V = \{ A, B, C, D \}$$

또한, 정점과 정점을 잇는 간선의 집합  $E$ 는 다음과 같이 정점의 순서쌍으로 나타낼 수 있습니다.

$$E = \{ (A, B), (A, B), (A, C), (A, C), (A, D), (B, D), (C, D) \}$$

그래프	점과 선으로 이루어진 집합으로 점을 정점(Vertex), 점과 점을 연결하는 선을 간선(Edge)라고 합니다.
그래프의 특징	<p>그래프에서 정점의 위치를 바꾸거나 간선을 구부리거나 늘이거나 줄여서 같은 모양의 그림으로 그릴 수 있다면 두 그래프는 같다고 말합니다.</p>  <p>두 그래프는 같다</p>

## ■ 원리 알기

그래프에서 사용되는 용어를 알아봅시다.

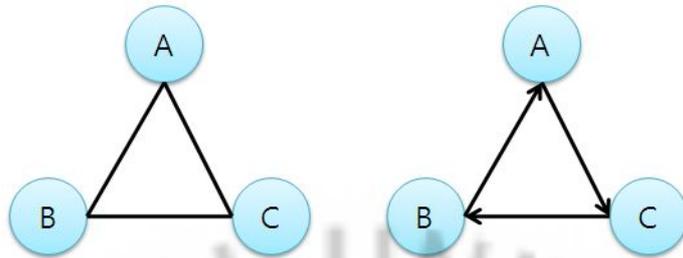
그래프에는 다양한 종류가 있습니다. 또한 그래프를 공부하기 위해서 알아야 할 용어가 있습니다. 그래프에는 어떤 용어가 사용되며 어떤 그래프가 있는지 알아보겠습니다.

### 1. 그래프의 종류

#### (1) 무방향 그래프와 유방향 그래프

① 무방향 그래프 : 간선에 방향이 없는 그래프를 말합니다. 출발점과 도착점이 구분되지 않아서 간선(A, B)와 간선(B, A)은 같은 간선입니다.

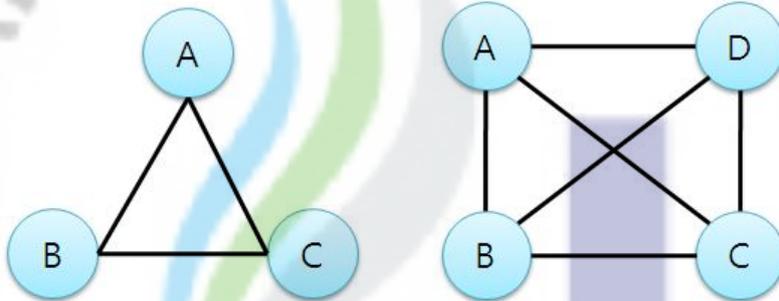
② 유방향 그래프 : 간선에 방향이 있는 그래프를 말합니다. 출발점과 도착점이 구분되어 순서쌍으로 나타낼 때는 (출발점, 도착점)의 형태로 표현합니다. 유방향 그래프에서 (A, B)와 (B, A)는 서로 다릅니다.



무방향 그래프와 유방향 그래프

(2) 완전 그래프

모든 정점들이 자신이 아닌 다른 정점과 간선으로 연결되어 있는 무방향 그래프를 완전그래프라고 합니다. 모든 정점끼리 연결되어 있기 때문에 같은 수의 정점을 가진 그래프 중에서 간선이 가장 많습니다.



정점이 3개인 완전 그래프

정점이 4개인 완전 그래프

정점이 3개일 경우 간선의 수는  $2 + 1 = 3$ 이고, 정점이 4개일 경우 간선의 수는  $3 + 2 + 1 = 6$ 이 됩니다.

간선의 수를 구하는 다른 방법으로는 경우의 수를 사용하는 방법이 있습니다. 정점의 3개인 경우 간선이 될 수 있는 경우의 수는  $3 \times 2 \div 2 = 3$ , 정점이 4개인 경우는  $4 \times 3 \div 2 = 6$ 이 됩니다. 즉, 정점의 개수를  $n$ 이라고 하면 간선의 개수는  $(n \times (n - 1)) \div 2$  입니다.

2. 그래프의 용어

1) 차수(또는 분자수)

(1) 무방향 그래프의 차수 : 하나의 정점에 연결된 모든 간선의 수를 차수라고 합니다. 하나의 그래프에 있는 모든 정점의 차수의 합하면 그래프에 있는 간선의 수의 2배가 됩니다. 그래프에서 간선은 두 정점을 잇는 것이기 때문에 간선 하나가 늘어나면 연결된 정점의 차수가 1씩 증가하기 때문입니다. 아래 그래프에서처럼 간선

의 수가 8개이기 때문에 그래프의 모든 정점의 차수의 합은 16입니다.

	<p>정점 A에 연결된 간선이 3개가 있기 때문에 A의 차수는 3이다. 마찬가지로 정점 B는 3차, 정점 C는 4차가 된다.</p>
--	---

(2) 유방향 그래프의 차수 : 유방향 그래프는 간선이 방향을 가지고 있기 때문에 정점이 출발점인지 도착점인지를 구분하여 생각해야 합니다. 정점이 출발점인 경우에는 인출차수, 정점이 도착점인 경우 인입차수라고 합니다.

	<p>정점 A를 연결하는 간선은 총 3개이다. 그 중에서 A가 출발점인 간선은 1개, A가 도착점인 간선은 2개이다. 즉, 정점 A의 인출차수는 1이고, 인입차수는 2이다.</p>
--	--

### 2) 경로

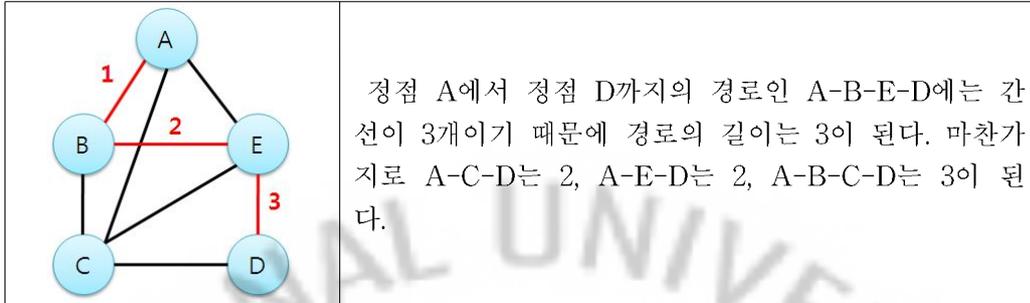
그래프에서 한 정점에서 다른 한 정점까지 이동하는 데 거치는 간선의 순서를 나열한 것을 경로라고 합니다.

	<p>그림에서 정점 A에서 정점 D까지의 경로는 A-B-E-D이다. 하지만 정점 A에서 정점 D까지의 경로는 매우 다양하다. A-B-C-D, A-C-D, A-E-D 역시 정점 A에서 정점 D까지의 경로라고 할 수 있다.</p>
--	--

### 3) 경로의 길이

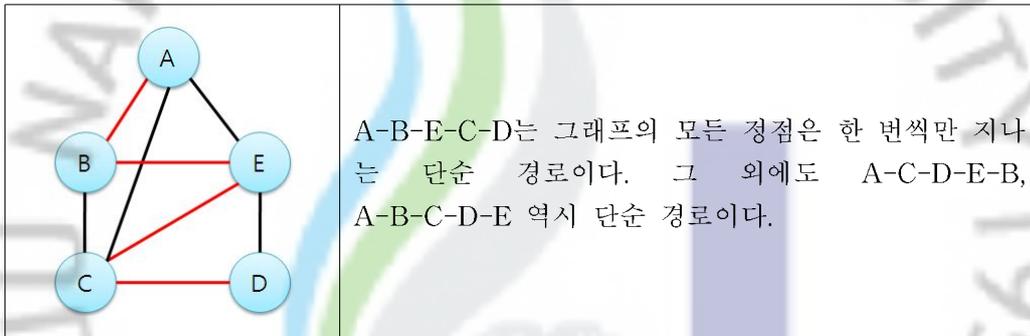
경로에 포함된 간선의 수를 의미합니다. 하나의 경로에 간선이 2개가 있다면 경로

의 길이는 2가 됩니다.



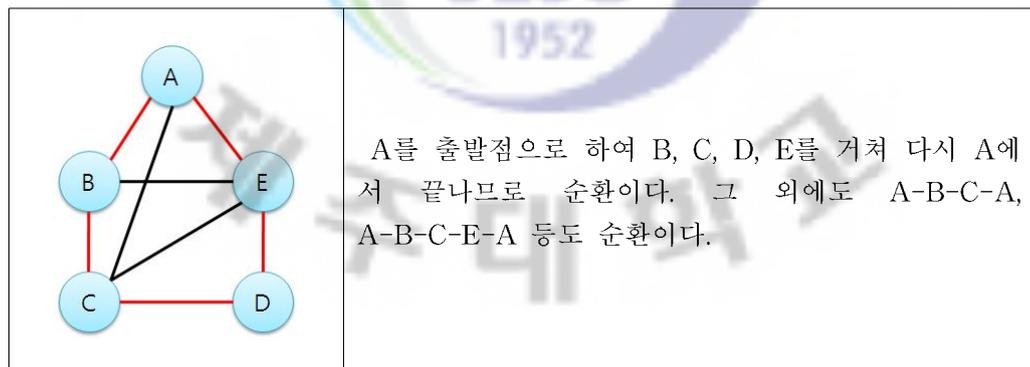
4) 단순 경로

그래프의 모든 정점을 한번 씩만 지나는 경로를 말합니다.



5) 순환(Cycle, 또는 회로)

그래프가 가진 경로 중에서 시작점과 끝점이 연결된 경로를 말합니다.



## ■ 문제 해결하기

다음의 문제를 해결하여 봅시다.

우리나라 각 도시에서 비행기를 타고 갈 수 있는 도시를 나타낸 표이다. 이것을 그래프로 표현해보자.

도시	비행기 편
서울	대구, 광주, 부산, 제주
대구	서울, 광주, 부산
부산	서울, 제주
광주	대구, 제주, 서울
제주	서울, 광주, 부산



그래프로 표현할 때 가장 중요한 것은 주어진 문제에서 무엇을 정점으로, 간선으로 표현할 것인지를 정하는 것입니다. 문제에서 주어진 관계를 잘 파악해야 합니다. 위 문제에서 각 도시는 정점이 되고 비행기 편은 간선이 됩니다. 비행기 편에 출발 지역과 도착지역이 있기 때문에 정점을 연결하는 간선은 방향성을 있습니다. 즉, 서울을 출발해서 제주로 가는 비행기와 제주를 출발해서 서울로 가는 비행기를 구분해야 합니다.

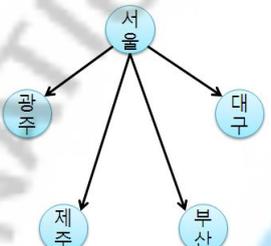
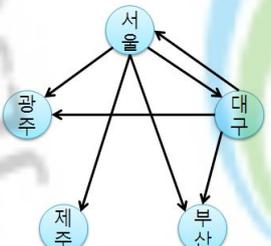
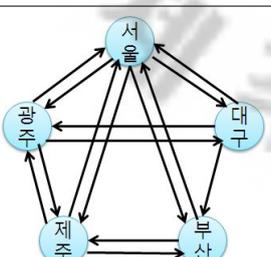
기호로 나타내면 다음과 같습니다.

$$G = (V, E)$$

$$V = \{ \text{서울, 대구, 광주, 부산, 제주} \}$$

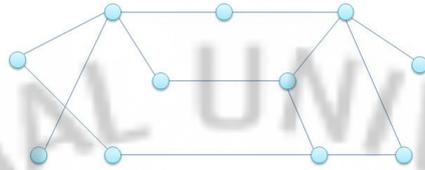
$$E = \{ (\text{서울, 대구}), (\text{서울, 광주}), (\text{서울, 부산}), (\text{서울, 제주}), (\text{대구, 서울}), (\text{대구, 광주}), (\text{대구, 부산}), (\text{부산, 서울}), (\text{부산, 제주}), (\text{광주, 서울}), (\text{광주, 대구}), (\text{광주, 제주}), (\text{제주, 서울}), (\text{제주, 광주}), (\text{제주, 부산}) \}$$

그럼 가장 중요한 관계파악이 끝났으므로 정점과 간선을 그려보겠습니다. 아래의 순서를 따라 직접 그려봅시다.

<p>① 정점을 그린다.</p>	
	<p>먼저 5개의 도시를 정점으로 그립니다. 정점의 배치는 다를 수 있지만 여기에서는 간선을 쉽게 그리기 위해서 오각형 모양으로 놓았습니다.</p>
<p>② 서울에서 밖으로 나가는 간선을 그린다.</p>	
	<p>서울에서 비행기로 갈 수 있는 도시는 대구, 광주, 부산, 제주입니다. 이것을 그래프로 표현하면 왼쪽과 같습니다. 화살표의 방향에 주의해야겠습니다.</p>
<p>③ 대구에서 밖으로 나가는 간선을 그린다.</p>	
	<p>대구에서 비행기로 갈 수 있는 도시는 서울, 광주, 부산입니다. 서울과 대구는 이미 간선으로 연결되어 있지만 그 간선은 서울에서 출발하여 대구에 도착하는 비행기 편을 의미하는 것이므로 반대 경우의 간선도 그려야 합니다.</p>
<p>③ 나머지 정점에서 출발하는 간선을 그려 완성한다.</p>	
	<p>부산, 광주, 제주 역시 정점에서 출발하는 간선을 그립니다. 왼쪽은 완성된 그래프입니다.</p>

※ 기출문제

1. 다음 그래프에서 사이클을 이루는 정점의 개수가 가장 적은 사이클의 정점의 개수는?(2003 한국정보올림피아드 지역예선 27번 문제)



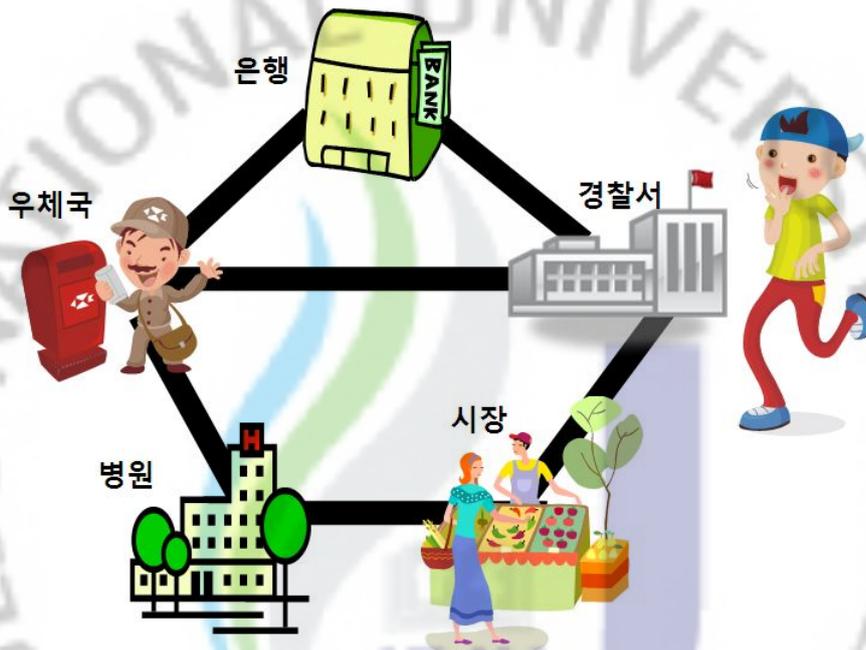
- ① 3개    ② 4개    ③ 5개    ④ 6개    ⑤ 7개



## 04\_ 한붓그리기

### ■ 문제 찾기

범수가 동네의 모든 길을 딱 한 번씩만 거쳐서 친구들을 모을 수 있는 방법을 찾아봅시다.



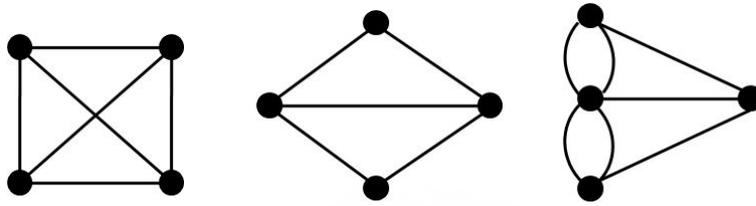
축구를 좋아하는 범수는 오늘도 축구를 하고 싶었지만 학교 운동장에는 아무도 없었습니다. 그래서 동네에 있는 친구들을 모아오기로 마음먹었습니다. 여러 번 돌아다니지 않고 같은 길은 딱 한번만 돌아다니는 대신 모든 길을 다 지나서 친구들을 데리고 올 수 있는 방법은 없을까요?

<질문>

- 같은 길을 반복하지 않고 동네의 모든 길을 돌아다니는 방법이 있나요?
- 만약 있다면 어느 장소에서 시작하는 것이 좋을까요?

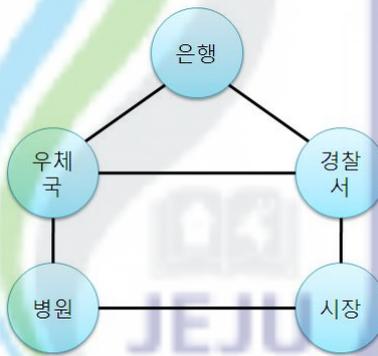
범수가 그래프와 한붓그리기를 배웠다면 고민할 필요 없이 쉽게 방법을 찾을 수 있었을 것입니다. 이번 단원에서는 한붓그리기에 대해서 공부해보겠습니다.

### 1. 한붓그리기란?



위에 3개의 그래프가 있습니다. 이 중에서 연필을 떼지 않고 한 번에 그릴 수 있는 것은 어느 것일까요? 그리기 위해서는 정점은 여러 번 거쳐도 되지만 간선은 딱 한 번만 거쳐야 합니다. 정답은 두 번째 그래프입니다. 나머지는 아무리 노력해도 한 번에 그리는 것이 불가능합니다. 특히 세 번째 그래프는 앞서 그래프에서 배웠던 쾨니히베르크의 7개의 다리를 그래프로 표현한 것입니다. 오일러는 이 그래프를 사용하여 같은 다리를 두 번 이상 건너지 않고 7개의 다리를 한 번씩 모두 건너는 것은 불가능하다는 것을 밝혀냈습니다.

범수가 고민한 문제를 그래프로 그려본다면 다음과 같습니다.



경찰서에서 출발한다면 은행, 우체국, 병원, 시장, 경찰서, 우체국으로 이동하면 모든 길을 거칠 수 있습니다. 우체국에서 출발하여 병원, 시장, 경찰서, 은행, 우체국, 경찰서로 이동하여 모든 길을 통과할 수 있습니다. 그 외에도 여러 방법은 많지만 반드시 우체국이나 경찰서에서 출발해야 합니다. 그 이유는 조금 뒤에 자세히 알아보겠습니다.

앞서 그래프 단원에서 우리는 정점과 간선에 대해서 공부했습니다. 한붓그리기는 그래프의 한 정점에서 출발하여 그래프 내의 모든 간선을 단 한 번씩만 거쳐서 모든 간선을 통과하는 것을 말합니다. 모든 그래프가 한붓그리기가 가능한 것이 아닙니다. 그래프의 특징에 따라 한붓그리기가 가능할 수도 있고 불가능할 수도 있습니다. 그 특징은 바로 앞서 배웠던 정점의 차수와 깊은 관련이 있습니다.

한붓그리기	그래프의 한 정점에서 출발하여 (정점은 여러 번 지나도 되지만) 그래프 내의 모든 간선을 단 한 번씩만 거쳐서 모든 간선을 통과하는 것을 말합니다.
한붓그리기가 가능여부 판별하는 법	그래프 내의 정점의 차수와 깊은 관련이 있습니다.

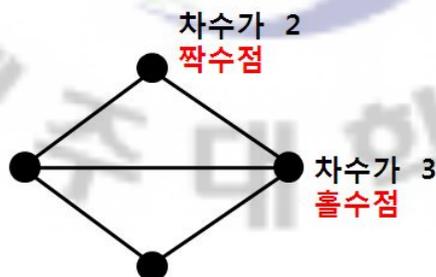
## ■ 원리 알기

### 오일러 경로와 오일러 회로에 대하여 알아보시다.

한붓그리기는 출발점과 도착점이 다른 정점인 경우와 출발점과 도착점이 같은 정점일 경우로 나누어 생각해 볼 수 있습니다. 이 규칙을 발견한 수학자 오일러의 이름을 따서 각각 오일러 경로와 오일러 회로라고 부릅니다. 한붓그리기가 가능하기 위해서 필요한 조건들에 대하여 알아보겠습니다.

#### 1. 오일러 경로

- (1) 오일러 경로 : 그래프에서 모든 간선을 단 한 번씩만 통과하는 경로를 오일러 경로라고 합니다.
- (2) 짝수점과 홀수점
  - ① 짝수점 : 그래프에서 연결된 간선의 수(정점의 차수)가 짝수인 정점을 짝수점이라고 합니다.
  - ② 홀수점 : 그래프에서 연결된 간선의 수(정점의 차수)가 홀수인 정점을 홀수점이라고 합니다.



#### (3) 오일러 경로가 되기 위한 조건

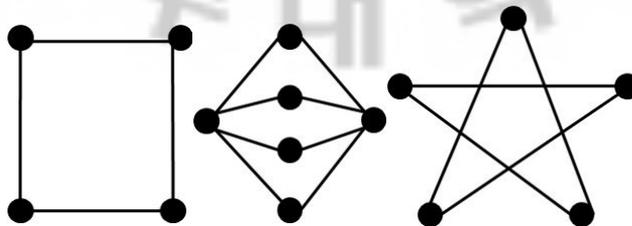
- ① 그래프에서 오직 두 개의 정점만 홀수점이어야 합니다.

- ② 그래프는 서로 연결되어 있어야 합니다.
- ③ 오일러 경로에서 출발점은 홀수점으로 정해야 한붓그리기가 가능합니다.(이 때 도착점은 나머지 홀수점이 됩니다.)

	<p>그래프의 홀수점이 2개가 아니라 4개이기 때문에 오일러 경로가 아니다.</p>
	<p>홀수점이 2개이지만 그래프가 연결되어 있지 않기 때문에 오일러 경로가 아니다</p>
	<p>그래프가 오일러 경로라도 짝수점에서 출발하면 한붓그리기가 불가능합니다.</p>

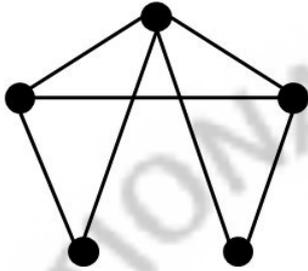
## 2. 오일러 회로

- (1) 오일러 회로 : 앞에서 그래프에서 시작점과 끝점이 연결된 경로를 회로라고 배웠습니다. 오일러 경로처럼 한붓그리기가 가능하지만 한붓그리기의 출발점과 도착점이 같은 그래프를 오일러 회로라고 합니다.
- (2) 오일러 회로가 되기 위한 조건
  - ① 그래프에서 모든 정점은 짝수점이어야 합니다.
  - ② 그래프는 서로 연결되어 있어야 합니다.



## ■ 문제 해결하기

다음의 문제를 해결하여 봅시다.



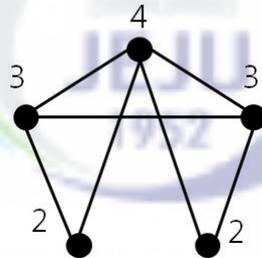
다음과 같은 그래프에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (2008 한국정보올림피아드 지역예선 16번 문제)

- ① 무방향 그래프이다.
- ② 5개의 정점과 7개의 간선으로 구성되어 있다.
- ③ 분지수(차수)가 가장 큰 정점의 분지수는 4이다.
- ④ 모든 정점을 한 번씩만 지나서 시작점으로 돌아올 수 있다.
- ⑤ 모든 간선을 한 번씩만 지나서 시작점으로 돌아올 수 있다.

<풀이>

위 문제는 그래프의 성질, 그 중에서도 오일러 회로와 경로에 대한 문제입니다.

- ① 그래프에는 무방향 그래프와 유방향 그래프가 있다는 것을 배웠습니다. 유방향 그래프는 간선이 한방향 또는 양방향 화살표로 표현됩니다. 이 그래프의 간선은 일반적인 실선으로 정점사이의 이동에 방향이 없는 무방향 그래프입니다.
- ② 정점과 간선에 대해서 묻고 있습니다. 점으로 표현된 부분이 정점이고 정점을 연결한 실선이 간선입니다.
- ③ 분지수(차수)는 정점에 연결된 간선의 수를 말합니다.



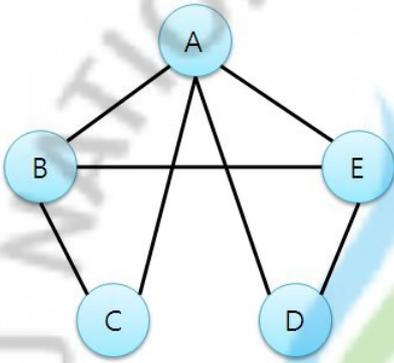
위의 그래프에서 알 수 있듯이 가장 큰 분지수는 4입니다.

- ④ 모든 정점을 한 번씩만 지나서 시작점으로 돌아오는 것은 해밀턴 회로입니다. 뒤에 이런 것도 있어요에서 자세하게 설명하겠습니다. 위 그래프는 해밀턴 회로이기 때문에 모든 정점을 한 번씩만 지나서 시작점으로 돌아올 수 있습니다.
- ⑤ 모든 간선을 한 번씩만 지나서 시작점으로 돌아오는 것은 오일러 회로입니다. 오일러 회로의 조건은 모든 정점의 차수가 짝수여야 하는데 이 그래프는 홀수 차수의 정점이 있기 때문에 오일러 회로가 아닙니다. 답은 ⑤번입니다.

◇ 이런 것도 있어요 - 해밀턴 경로와 회로에 대하여 알아보시다.

### 1. 해밀턴 경로

앞서 오일러 경로는 모든 간선을 단 한 번씩만 지나는 경로라고 공부했습니다. 하지만 간선이 아닌 모든 정점을 단 한 번씩만 지나는 경로가 있습니다. 이것을 해밀턴경로라고 합니다.



왼쪽의 그래프는 홀수점이 B, E 2개만 있기 때문에 오일러 경로입니다. 즉, B-C-A-D-E-B-A-E를 지나며 모든 간선을 지나는 경로가 있습니다.

또한 C-B-A-E-D처럼 모든 정점을 한 번씩만 방문하는 해밀턴 경로이기도 합니다.

해밀턴 경로가 존재하기 위해서는 그래프의 정점의 수를  $n$ 이라고 할 때 정점 1개 또는 2개는  $n/2$ 미만의 차수여야 합니다. 이 그래프는 정점이 5개 있는데  $5/2(2.5)$ 보다 작은 차수의 정점이 2개가 있습니다.

### 2. 해밀턴 회로

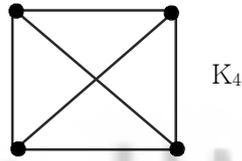
해밀턴 회로는 모든 정점을 단 한 번씩만 지나는 회로입니다. 시작점에서 출발하여 모든 정점을 한 번씩만 방문한 뒤 다시 시작점으로 돌아와야 합니다.

위 그래프에서 E-B-C-A-D-E와 같이 모든 정점을 한 번씩만 방문하면서 시작점으로 돌아오는 해밀턴 회로가 존재합니다. 하지만 해밀턴 회로가 되기 위한 조건은 지금까지 밝혀지지 않았습니니다. 나중에 여러분 중 누군가가 해밀턴 회로가 되기 위한 조건을 찾아낼 수 있지 않을까요?

### ※ 기출문제

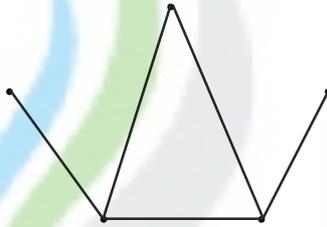
1. 펜을 떼지 않고 도형을 그리는데 한 번 지나간 선을 다시 지나지 않고 모든 선을 지나도록 그릴 수 있다면 그 도형은 한붓그리기가 가능하다고 한다. 또, 모든 정점(vertex)이 다른 정점과 연결되어 있는 그래프를 완전그래프라고 하고, 정점의 개수가  $n$ 개인 완전그래프를  $K_n$ 이라고 표시한다. 예를 들어, 다음 그래프는  $K_4$ 를 나타낸다. 정점의 개수가 6인 완전그래프  $K_6$ 에서 최소 몇 개의 선분을 빼내야 한붓그

리기가 가능한가? 단, 시작점과 끝점이 같아야 한다.(2009 한국정보올림피아드 지역  
예선 15번 문제)



- ① 0    ② 1    ③ 2    ④ 3    ⑤ 4

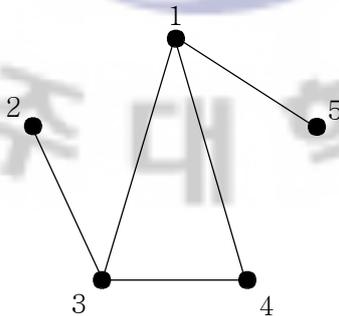
2. 펜을 떼지 않고 도형을 그리는데 한 번 지나간 선을 다시 지나지 않고 그릴 수  
있다면 그 도형은 한붓그리기가 가능하다고 한다. 다음과 같은 도형을 한붓그리기  
로 그리려 하는데 시작점으로 반드시 돌아와서 마쳐야 한다면 최소 몇 개의 선분을  
추가해야 하는가?(2008 한국정보올림피아드 지역예선 15번 문제)



- ① 0    ② 1    ③ 2    ④ 3    ⑤ 4

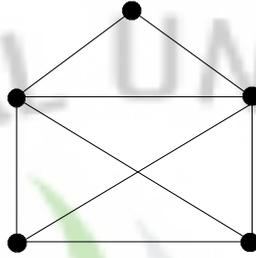
3. 펜을 떼지 않고 도형을 그리는데 한 번 지나간 선을 다시 지나지 않고 그릴 수  
있다면 그 도형은 한붓그리기가 가능하다고 한다. 물론 이 때 시작점으로 다시 돌  
아올 필요는 없다. 다음과 같은 도형이 한붓그리기가 가능하게 되기 위해서는 최소  
몇 개의 선분을 추가해야 하는가?

(2006 한국정보올림피아드 지역예선 13번 문제)



- ① 0개    ② 1개    ③ 2개    ④ 3개    ⑤ 4개

4. 어떤 도형을 펜을 떼지 않고 그리는 것을 한붓그리기라고 한다. 다음과 같은 도형을 한붓그리기로 그리려 한다. 시작점이 될 수 있는 점은 몇 개인가?(2005 한국 정보올림피아드 지역예선 3번 문제)



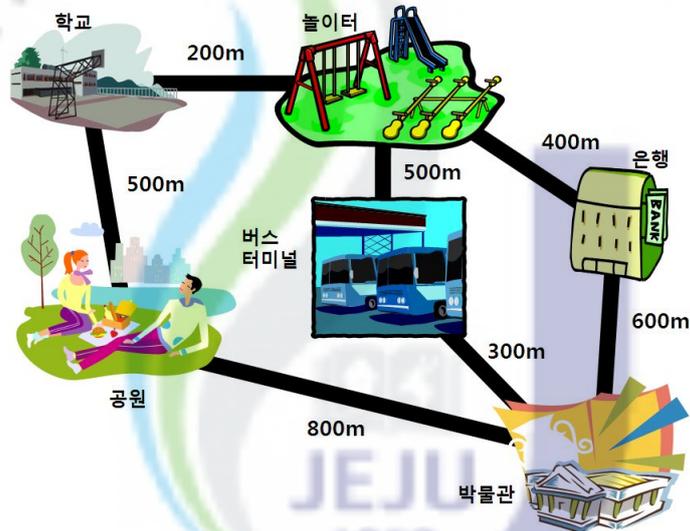
- ① 0개      ② 1개      ③ 2개      ④ 3개      ⑤ 5개

## 05\_ 최단 경로 찾기

### ■ 문제 찾기

박물관에 가기 위해 가장 빠른 길을 찾고 있는 세 친구의 이야기를 읽고 여러분의 생각을 말해 봅시다.

도연, 예지, 은채는 이번 주 일요일 우리나라의 문화재를 조사하기 위해 박물관에 가기로 했습니다. 그리 멀지 않은 길이라 학교에서 만나 걸어서 가기로 했지만 갈림길이 많아 어느 길을 선택해야 할지 의견을 나누었습니다.



도연 : 박물관으로 가는 길 중에 어느 길이 제일 가까울까?

예지 : 어디보자. 보나마나 공원을 거쳐서 가는 길이 제일 빠르겠네. 다른 길은 2군데를 거쳐야 되는데 이 길은 한 군데만 거치면 바로 갈 수 있잖아.

은채 : 으이구! 예지야~, 넌 역시 단순해. 가장 빠른 길을 찾을 때는 가장 짧은 길을 찾아야 된다고. 학교에서 놀이터랑 공원 중에서 놀이터가 가까우니 놀이터로, 놀이터에서 은행, 터미널 중에서는 은행이 가까우니 은행으로 그다음에는 박물관 가면 제일 가까운 길이 생기는 거지.

예지 : 해해. 역시 넌 내 똑똑한 친구야.

도연 : (의심스러운 듯) 그런가? 뭔가 다른 방법이 있을 거 같은데.

위의 이야기에서 세 친구는 박물관에 가기 위해 가장 가까운 길을 찾고 있습니다. 우리 주변에서도 이렇게 가장 가까운 길은 찾아야 하는 경우가 많이 있습니다. 승용차에 있는 최신 네비게이션은 수많은 길 중에서 가장 빠른 길을 찾아서 운전자에게 알려줍니다. 그렇다면 가장 가까운 길을 찾는 방법은 무엇일까요?

### 1. 최단경로

앞에서 도연, 예지, 은채는 박물관에 가기 위해서 학교에서 박물관에 이르는 가장 가까운 길을 찾고 있습니다. 이렇게 출발점에서 도착점까지 가장 짧은 거리(최단거리)를 찾는 것으로 두 점 사이에 하나 이상의 경로가 있을 때, 가장 작은 거리의 경로를 찾는 것을 말합니다. 이 때 예지가 말한 것처럼 방문한 지점의 수는 최단경로와는 상관이 없습니다. 즉, 간단한 경로가 가장 먼 길이 될 수도 있고, 많은 지점을 지쳐서 가는 길이 최단경로가 될 수도 있다는 것이지요.

### 2. 다익스트라 알고리즘\*

이런 문제는 앞선 세 친구의 이야기처럼 사람들의 필요에 의해 아주 오랜 예전부터 이야기되어 왔습니다. 네덜란드의 컴퓨터 과학자인 다익스트라는 이러한 문제를 그래프를 이용하여 해결할 수 있는 방법을 발명하여 자신의 이름을 따 다익스트라 알고리즘을 발표하였습니다.

최단경로	출발점에서 도착점까지 가장 짧은 거리의 경로를 말합니다.
다익스트라 알고리즘	최단 경로 문제를 해결하기 위해 그래프 이론을 이용하는 네덜란드의 컴퓨터 과학자 다익스트라가 발명한 알고리즘을 말합니다.

## ■ 원리 알기

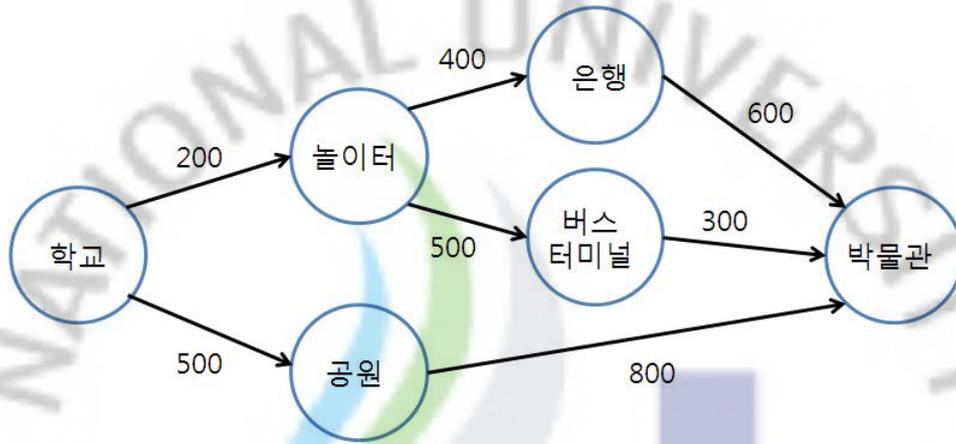
**다익스트라 알고리즘 기본이 되는 가중그래프에 대하여 알아보시다.**

다익스트라 알고리즘을 알기 위해서는 먼저 가중그래프에 대해서 알고 있어야 합니다. 가중그래프는 무엇이며 다익스트라 알고리즘에서 어떻게 사용되는지 알아보겠습니다.

\* 문제를 해결하기 위한 절차나 방법을 알고리즘이라고 합니다.

### 1. 가중그래프

앞서 그래프에 대해서 배웠습니다. 그래프를 응용하여 한 정점에서 다른 정점까지의 거리 또는 비용 등을 표현할 수 있습니다. 이러한 그래프를 가중그래프라고 합니다. 가중그래프에서는 정점을 연결한 간선에 정점 사이의 거리나 비용에 해당하는 가중값이 붙습니다. 위에서 학교에서 박물관까지의 지도를 가중그래프로 나타내면 아래의 그림과 같습니다.



### 2. 다익스트라 알고리즘

다익스트라 알고리즘에서 정점과 정점 사이의 거리를 표현하는 방법은 3가지 경우가 있습니다.

#### ① 정점과 정점이 직접 연결된 경우

학교와 놀이터는 간선으로 직접 연결되어 있습니다. 이렇게 간선으로 직접 연결된 값에는 가중값을 적어줍니다. 학교와 놀이터 칸에는 200을 적습니다.

#### ② 자기 자신의 정점인 경우

표를 보면 학교-학교처럼 같은 정점의 가중값을 적는 칸이 있습니다. 여기에는 0을 적습니다.

#### ③ 정점과 정점을 직접 연결하는 간선이 없는 경우

직접 연결되지 않는 정점과의 거리는 짤 수가 없습니다. 따라서 자기 자신의 정점과는 구별할 수 있도록  $\infty$ (무한대)라고 표시합니다. 여기서 무한대는 끝이 없이 큰 수를 말하는 것으로 직접 연결되어 있지 않음을 나타냅니다. 학교-놀이터는 200이지만 놀이터-학교가  $\infty$ 인 이유는 방향이 있는 그래프이기 때문에 반대로는 올 수 없기 때문입니다.

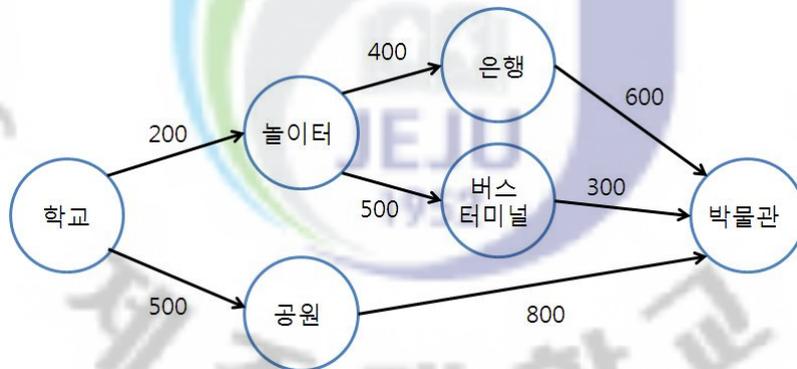
위의 단계를 거쳐서 만들어진 표는 다음과 같습니다.

	학교	놀이터	공원	은행	터미널	박물관
학교	0	200	500	$\infty$	$\infty$	$\infty$
놀이터	$\infty$	0	$\infty$	400	500	$\infty$
공원	$\infty$	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$	800
은행	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	$\infty$	600
터미널	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	300
박물관	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0

이 표를 사용해서 최단거리를 구하게 됩니다. 그럼 문제해결하기에서 최단거리를 구해보겠습니다.

### ■ 문제해결하기

다익스트라 알고리즘으로 최단거리를 구해봅시다.



그래프를 보고 학교에서 박물관까지의 최단거리를 구해보세요.

<풀이>

- 1) 각 정점사이의 거리를 표로 나타내기(위의 표 참고)
- 2) 출발점에서 각 정점별 거리 구하기  
출발점인 학교에서 시작하여 각 정점까지의 거리를 아래 표처럼 작성합니다.

단계	찾아간 경로	선택된 정점	각 정점까지 최단거리					
			학교	놀이터	공원	은행	터미널	박물관
시작	학교	학교	0	200	500	∞	∞	∞

3) 방문하지 않은 가장 가까운 정점과의 거리 구하기①

이미 방문한 학교 이외의 정점 중에서 학교와 연결된 가장 가까운 거리에 있는 정점과의 최단거리를 구합니다. 학교에서 연결된 정점은 놀이터와 공원이 있는데 놀이터까지의 거리는 200이고 공원까지의 거리는 500이기 때문에 여기에서는 놀이터를 선택합니다.

단계	찾아간 경로	선택된 정점	각 정점까지 최단거리					
			학교	놀이터	공원	은행	터미널	박물관
시작	학교	학교	0	200	500	∞	∞	∞
1	학교-놀이터	놀이터	0	200	500	∞	∞	∞

학교-놀이터의 거리는 200이므로 내용이 바뀌지 않고 그대로 적습니다.

4) 방문하지 않은 가장 가까운 정점과의 거리 구하기②

현재 방문한 학교, 놀이터 연결된 정점 중에서 가장 가까운 거리에 있는 정점과의 최단거리를 구합니다. 공원이 500으로 가장 가까운 정점입니다.

단계	찾아간 경로	선택된 정점	각 정점까지 최단거리					
			학교	놀이터	공원	은행	터미널	박물관
시작	학교	학교	0	200	500	∞	∞	∞
1	학교-놀이터	놀이터	0	200	500	∞	∞	∞
2	학교-공원	공원	0	200	500	∞	∞	∞

학교-공원의 거리는 500이므로 내용이 바뀌지 않고 그대로 적습니다.

5) 방문하지 않은 가장 가까운 정점과의 거리 구하기③

학교, 놀이터, 공원과 연결된 가장 작은 간선의 가중값은 400으로 놀이터와 은행 사이의 거리입니다.

단계	찾아간 경로	선택된 정점	각 정점까지 최단거리					
			학교	놀이터	공원	은행	터미널	박물관
시작	학교	학교	0	200	500	∞	∞	∞
1	학교-놀이터	놀이터	0	200	500	∞	∞	∞
2	학교-공원	공원	0	200	500	∞	∞	∞
3	학교-놀이터-은행	은행	0	200	500	600	∞	∞

학교-놀이터-은행 까지의 거리는 600이므로 ∞대신에 600을 적어줍니다.

5) 방문하지 않은 가장 가까운 정점과의 거리 구하기④

학교, 놀이터, 공원, 은행과 가장 작은 간선의 가중값은 500으로 놀이터와 터미널 사이의 거리입니다.

단계	찾아간 경로	선택된 정점	각 정점까지 최단거리					
			학교	놀이터	공원	은행	터미널	박물관
시작	학교	학교	0	200	500	∞	∞	∞
1	학교-놀이터	놀이터	0	200	500	∞	∞	∞
2	학교-공원	공원	0	200	500	∞	∞	∞
3	학교-놀이터-은행	은행	0	200	500	600	∞	∞
4	학교-놀이터-터미널	터미널	0	200	500	600	700	∞

학교-놀이터-터미널 까지의 거리는 700이므로 ∞대신에 700을 적어줍니다.

6) 방문하지 않은 가장 가까운 정점과의 거리 구하기⑤

그 다음 가까운 정점은 박물관으로 거리는 300입니다.

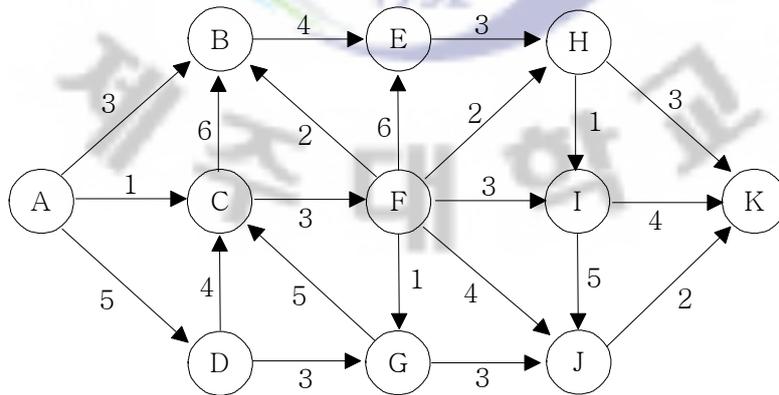
단계	찾아간 경로	선택된 정점	각 정점까지 최단거리					
			학교	놀이터	공원	은행	터미널	박물관
시작	학교	학교	0	200	500	$\infty$	$\infty$	$\infty$
1	학교-놀이터	놀이터	0	200	500	$\infty$	$\infty$	$\infty$
2	학교-공원	공원	0	200	500	$\infty$	$\infty$	$\infty$
3	학교-놀이터-은행	은행	0	200	500	600	$\infty$	$\infty$
4	학교-놀이터-터미널	터미널	0	200	500	600	700	$\infty$
5	학교-놀이터-터미널-박물관	박물관	0	200	500	600	700	1000

즉, 학교-놀이터-터미널-박물관의 거리는 총 1000입니다. 이 방법을 계속했을 때 1000보다 작은 경로는 없기 때문에 이것이 최단경로가 됩니다.

## ■ 더 나아가기

### 좀 더 복잡한 그래프의 최단거리를 알아봅시다.

다음은 각 지점을 연결하는 도로 상황을 나타내는 그림이다. 각 도로는 화살표를 따라 일방통행만 가능하며 화살표 위에는 도로 이용 시 드는 비용이 쓰여 있다. A 지점부터 K지점까지 가는데 드는 최소 비용은 얼마인가?(2007 한국정보올림피아드 지역예선 13번 문제)



① 8

② 9

③ 10

④ 11

⑤ 12

1) 1단계 - 시작 정점

시작정점에서 각 정점까지의 거리를 구합니다.

단계	찾아간 경로	정점	각 정점까지 최단거리										
			A	B	C	D	E	F	H	G	I	J	K
시작	-	A	0	3	1	5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

2) 1-3단계

A에서 B, C, D 정점으로 갈 수 있는 경로 중 A와 직접 연결되어 있는 것보다 짧은 거리가 있으면 바꿔줍니다. 여기에서는 해당되는 경로가 없으므로 바꾸지 않습니다.

단계	찾아간 경로	정점	각 정점까지 최단거리										
			A	B	C	D	E	F	H	G	I	J	K
1	A-C	C	0	3	1	5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	A-B	B	0	3	1	5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	A-D	D	0	3	1	5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

3) 4단계

A와 직접 연결된 B, C, D중 가장 가까운 C와 연결된 정점(F)를 찾습니다. A-C-F의 거리는 4인데 이미 방문한 A, B, C, D를 거쳐서 가는 경로 중 4보다 짧은 거리는 없으므로 F까지의 최단거리는 4입니다.

단계	찾아간 경로	정점	각 정점까지 최단거리										
			A	B	C	D	E	F	H	G	I	J	K
4	A-C-F	F	0	3	1	5	∞	4	∞	∞	∞	∞	∞

4) 5단계

B, C, D 중 두 번째로 가까운 B와 연결된 정점은 E로 A-B-E의 거리는 7입니다. 이미 방문한 A, B, C, D, F를 거쳐서 E로 가는 경로 중에 이보다 짧은 경로는 없

으므로 E까지의 최단거리는 7입니다

단계	찾아간 경로	정점	각 정점까지 최단거리										
			A	B	C	D	E	F	H	G	I	J	K
5	A-B-E	E	0	3	1	5	7	4	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$

5) 6단계

D와 연결된 정점은 C와 G로 A-D-C의 거리는 9, A-D-G의 거리는 8입니다. C까지의 거리는 기존에 구한 1이 더 작기 때문에 고치지 않습니다. G까지의 거리는 이미 방문한 A, B, C, D, E, F 중 A-C-F-G가 더 짧은 거리이므로 8이 아닌 5를 넣습니다.

단계	찾아간 경로	정점	각 정점까지 최단거리										
			A	B	C	D	E	F	H	G	I	J	K
6	A-C-F-G	G	0	3	1	5	7	4	$\infty$	5	$\infty$	$\infty$	$\infty$

6) 이후의 단계는 여러분이 직접 방문하여 해결해 보세요.

단계	찾아간 경로	정점	각 정점까지 최단거리										
			A	B	C	D	E	F	H	G	I	J	K
7													
8													
9													
10													

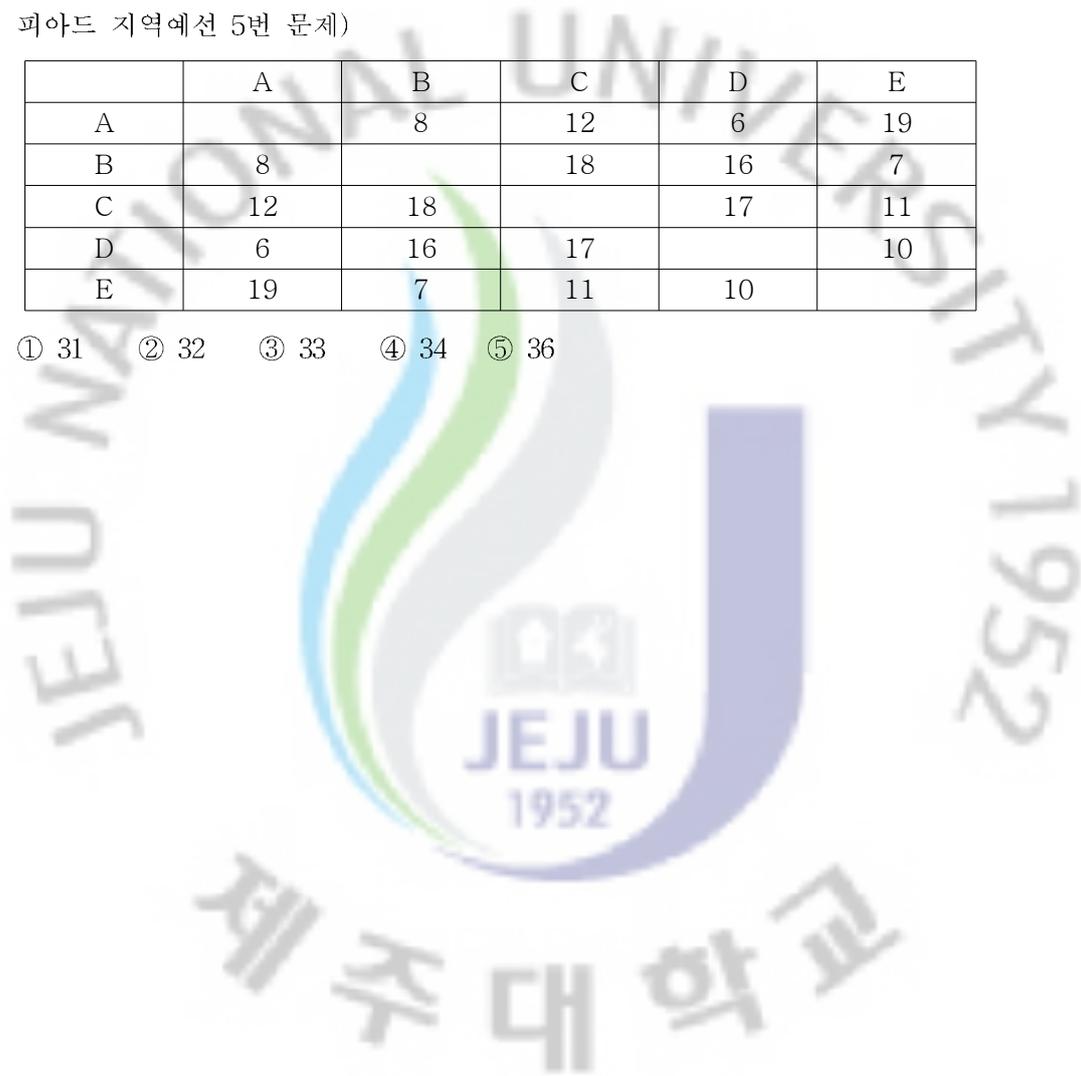
답은 무엇인가요?( )

※ 기출문제

1. 도시공사에서는 A, B, C, D, E의 5개 아파트 단지를 연결하는 도로를 놓으려고 한다. 여기서 A단지와 B단지가 연결되고 또 B단지와 C단지가 연결되면 A단지와 C단지도 연결된 것이다. 각 단지를 직접 연결하는데 드는 비용이 아래 표와 같다면, 5개 단지를 연결하는 데 드는 가장 적은 비용은 얼마인가?(2009 한국정보올림피아드 지역예선 5번 문제)

	A	B	C	D	E
A		8	12	6	19
B	8		18	16	7
C	12	18		17	11
D	6	16	17		10
E	19	7	11	10	

- ① 31    ② 32    ③ 33    ④ 34    ⑤ 36



## 06\_ 복면산

### ■ 문제 찾기

복면산에 대하여 알아보시다.

조선 후기 백성들 사이에서는 한 인물에 대한 이야기가 끊임없이 입에서 입으로 전해졌습니다. 그의 이름은 의적 일지매! 일지매는 누구인지 알아볼 수 없도록 검은색 천으로 복면을 쓰고 백성들을 괴롭히는 탐관오리들이 나쁜 방법으로 모은 재산을 훔쳐 어려운 사람들에게 나누어줬습니다. 백성들에게는 희망과 통쾌함을, 잘못을 저지르는 탐관오리에게는 공포를 주었던 일지매의 복면 안에는 어떤 모습의 얼굴이 있었을까요?



<출처 : SBS 홈페이지>

여기 복면을 쓴 일지매가 아니라 복면을 쓴 숫자들이 있습니다. 여러분의 임무는 조건에 맞추어 복면 속에 숨어있는 진짜 수가 무엇인지를 밝혀야 합니다.

$\begin{array}{r} \text{S E N D} \\ + \text{M O R E} \\ \hline \text{M O N E Y} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{F O R T Y} \\ \text{T E N} \\ + \text{T E N} \\ \hline \text{S I X T Y} \end{array}$
--	--

## 1. 복면산

위의 문제처럼 수식의 일부분을 수가 아닌 문자나 기호로 숨겨놓고 그 기호에 뒤에 숨은 숫자를 찾아내는 문제를 복면산이라고 합니다. 즉, 수식이 복면을 쓰고 있다는 것이지요. 수학 퍼즐의 일종으로 주어진 조건에 맞추어 복면 뒤에 숫자를 찾아내는 것으로 논리적인 추리력이 필요합니다.

<b>복면산</b>	수학 퍼즐의 한 종류로서 문자나 기호를 이용하여 표현된 수식에서 각 문자가 나타내는 숫자를 알아내는 문제를 말합니다.
<b>필요한 능력</b>	기호 뒤에 숨은 수를 찾기 위해서는 주어진 조건을 잘 파악하고 추리하는 능력이 필요합니다.

## ■ 원리 알기

### 복면산의 원리 알기

복면산을 해결하는 방법을 알아보시다.

#### 1. 기본가정

복면산의 같은 문자는 서로 같은 수, 다른 문자는 서로 다른 숫자를 나타내며 두 문자가 같은 값을 가질 수 없습니다. 또한 첫 문자는 0이 아니라는 것을 말합니다.

#### 2. 간단한 원리 알기

간단한 문제를 통해 복면산의 원리를 익혀봅시다.

A, B는 0 ~ 9까지의 숫자 중에 하나이고 다른 알파벳은 서로 다른 숫자를 나타냅니다. A와 B는 각각 무슨 수에 해당할까요?

$$\begin{array}{r} A \\ + 9 \\ \hline B7 \end{array}$$

가장 먼저 생각해야 할 것이 가장 앞자리에 위치한 알파벳은 0이 아니라는 것입니다. 즉, B와 A는 0이 되어서는 안 됩니다. 한 자리의 수 두 개를 더해서 생기는 십

의 자리 수는 0과 1 밖에 없습니다. 하지만 B가 0이 될 수 없으므로 B는 1입니다. B가 1이므로 'A+9=17' 을 만족해야 합니다. 따라서 A=8이 됩니다. 여러분의 이해를 돕기 위한 간단한 예제이지만 이러한 간단한 원리에서 복잡한 것을 추리해 내는 것이 바로 복면산입니다.

3. 기출문제를 통한 복면산의 원리 익히기

A, B, C, D 가 각각 0~9 까지 숫자 중에 하나이고 다른 알파벳은 다른 숫자를 나타낸다. 다음 식을 만족하는 D의 값은?(2008 한국정보올림피아드 지역예선 2 번 문제)

$$\begin{array}{r} A B C \\ + B D B \\ \hline C B C D \end{array}$$

① 결과 부분의 천의 자리에 있는 C는 0 또는 1밖에 될 수 없습니다. C는 수의 맨 앞자리이므로 0이 될 수 없습니다. 즉 C는 1입니다.

$$\begin{array}{r} A B 1 \\ + B D B \\ \hline 1 B 1 D \end{array}$$

② 백의 자리의 수만 봤을 때 A + B + 십의 자리 올림수 = 10 + B입니다. 즉 A+B는 10보다 크고 일의 자리의 수는 두 수 중의 하나인 B가 됩니다. 십의 자리 올림수가 1일 때 이런 수는 9밖에 없습니다. 아래의 식들을 봅시다.

올림수 1	올림수 1	올림수 1	...	올림수 1
9	9	9		9
+ 8	+ 7	+ 6		+ 1
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>		<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
1 8	1 7	1 6		1 1

즉, A는 9입니다.

$$\begin{array}{r} 9 B 1 \\ + B D B \\ \hline 1 B 1 D \end{array}$$

③ B와 D를 구해봅시다. 일의 자리만 보면 1+B는 D입니다. 이미 A가 9이기 때문에 B가 9가 될 수 없으므로 D는 B보다 1 큰 수이며 일의 자리에서 십의 자리로 올라가는 올림수는 없습니다. 앞서 A를 구할 때 십의 자리에서 백의 자리로 올라가

는 올림수가 있다는 것을 설명했습니다. 따라서 십의 자리에서 B와 D의 합은 11입니다. 두수의 차가 1이고 두수의 합이 11인 수는 5, 6이고 D가 B보다 1 큰 수 이므로 B는 5이고, D는 6이 됩니다. 복면을 벗은 수식은 아래와 같습니다.

$$\begin{array}{r} 951 \\ + 565 \\ \hline 1516 \end{array}$$

①~③의 과정을 거쳐서 복면산을 해결해보았습니다. 문제에 따라 해결방법이 조금씩 다르지만 여러분의 추리력을 사용하는 비슷한 방법으로 문제를 해결할 수 있습니다.

### ■ 문제해결하기

곱셈의 복면산을 해결하여 봅시다.

A, B, C, D, E는 각각 1~9 까지 숫자 중에 하나이고 다른 알파벳은 다른 숫자를 나타낸다. 다음 식을 만족하는 B의 값은?(2009 한국정보올림피아드 지역예선 3번 문제)

$$\begin{array}{r} A B C \\ A B C \\ A B C \\ + A B C \\ \hline E B A D \end{array}$$

- ① 2    ② 3    ③ 4    ④ 6    ⑤ 8

<풀이>

문제에서는 곱셈이 아니지만 위의 식은

$$\begin{array}{r} A B C \\ \times \quad 4 \\ \hline E B A D \end{array}$$

의 식으로 바꾸어 생각할 수 있습니다. 즉, 위의 식은 곱셈으로 생각하여 계산합니다.

#### 1. 조건 확인하기

먼저 A, B, C, D, E는 각각 다른 수이며 0이 될 수 없습니다. 각 자리에서 위로 올라가는 올림수는 0, 1, 2, 3 이렇게 4가지의 수가 있습니다. 이러한 조건을 토대로

문제를 해결해 보겠습니다.

2. 각 알파벳이 될 수 없는 수 찾아보기

먼저 각 알파벳이 절대로 될 수 없는 수를 찾아보도록 하겠습니다.

$ABC < 1000$ 이기 때문에  $ABC \times 4 < 4000$ 이므로 E는 1, 2, 3 밖에 될 수 없습니다.

E가 될 가능성이 있는 것 중에 가장 작은 수는 1인데 A가 1인 경우 십의 자리에서 올림수가 있다고 하더라도 백의 자리에서 올림수가 없기 때문에 A는 1일 수 없습니다.

C가 5일 경우  $C \times 4$ 의 일의 자리가 0이 되어 D가 0이 되어야 하므로 C는 5가 될 수 없습니다.

알파벳	될 수 없는 수
E	4이상의 수
A	1
C	5

3. 조건을 만족하는 수 찾기

복면산에 다양한 방법이 있겠지만 여기서는 A와 B의 관계를 통해서 문제를 해결해 보겠습니다.

$(A \times 4 + \text{올림수})$ 의 일의 자리가 B가 되어야 하고 반대로  $(B \times 4 + \text{올림수})$ 의 일의 자리가 A가 되어야 합니다. 십의 자리인 B가 1~9일 때 위의 조건을 만족하는 A를 찾아 보겠습니다.

① B가 1일 때

B가 1일 경우 A가 될 가능성이 있는 경우는 올림수에 따라  $1 \times 4 + 0 = 4$ ,  $1 \times 4 + 1 = 5$ ,  $1 \times 4 + 2 = 6$ ,  $1 \times 4 + 3 = 7$ 입니다. 이 경우 백의 자리로 올라가는 올림수는 0입니다. 따라서  $A \times 4 + 0 = 1$ 이 되는 경우를 찾아야 합니다. 4, 5, 6, 7의 4가지 수 모두 조건을 만족하지 않으므로 B는 1이 아닙니다.

B가 1일 때		
A가 될 수 있는 수	십의자리->백의자리 올림수	가능여부
4	0	X
5	0	X
6	0	X
7	0	X

② B가 2일 때

B가 2일 경우 A가 될 가능성이 있는 경우는 올림수에 따라  $2 \times 4 + 0 = 8$ ,  $2 \times 4 + 1 = 9$ ,  $2 \times 4 + 2 = 0$ ,  $2 \times 4 + 3 = 1$ 입니다. 하지만 A는 0이 될 수 없으므로 이 경우는 제외합니다. 백의 자리로 올라가는 올림수는 A가 1일 경우 1이고 나머지는 올림수가 없습니다. 이 수 중에서  $A \times 4 + \text{올림수} = 2$ 를 만족하는 경우를 찾아보면 A가 8일 경우가 있습니다.

B가 2일 때		
A가 될 수 있는 수	십의자리→백의자리 올림수	가능여부
8	0	O
9	0	X
1	1	X

A가 8, B가 2일 가능성이 있으니 이것을 복면산에 집어넣어 보겠습니다.

$$\begin{array}{r} 8 \ 2 \ C \\ \times \quad 4 \\ \hline E \ 2 \ 8 \ D \end{array}$$

E=3이 되고 C=1, D=4가 되어 문제의 조건을 모두 만족하는 수를 찾아냈습니다. 답은 ①2 입니다.

◇ 이런 것도 있어요 - 이진 트리의 순회를 알아봅시다.

1. 이중으로 옳은 복면산

이중으로 옳은 복면산은 원래 복면산이 의미하는 것처럼 복면을 다 벗으면 하나의 옳은 수식이 생겨납니다. 하지만 그 외에도 복면산을 이루는 복면 자체가 하나의 식을 이룹니다.

$$\begin{array}{r} S \ I \ X \quad 6 \\ S \ I \ X \quad 6 \\ + \quad S \ I \ X \quad + \ 6 \\ \hline N \ I \ N \ E \quad 9 \\ N \ I \ N \ E \quad 9 \end{array}$$

이렇게 두가지 방식으로 알맞은 수식을 이루는 복면산을 이중으로 옳은 복면산이라고 합니다.

2. 한글 복면산

알파벳으로 된 복면산이 있는 것처럼 한글로 된 복면산도 있습니다.

$$\begin{array}{r}
 \text{삼 백 이} \qquad \qquad \qquad 3 \ 0 \ 2 \\
 \times \qquad \qquad \qquad \text{사} \ \times \qquad \qquad \qquad 4 \\
 \hline
 \text{천 이 백 팔} \qquad \qquad \qquad 1 \ 2 \ 0 \ 8
 \end{array}$$

위의 복면산은 복면산인 데다가 문자가 의미하는 숫자도 올바른 수식이며 각 항의 한글과 숫자도 일치합니다. 우리말이 아니면 거의 불가능한 삼중으로 옳은 복면산입니다.

3. 그 외에도 한자로 된 복면산도 있습니다. 우리 주변의 많은 복면산을 인터넷에 쉽게 찾아볼 수 있습니다. 다양한 복면산을 찾아 다양한 복면산 문제를 풀어보고 여러분이 직접 복면산을 만드는 데에도 도전해봅시다.

※ 기출문제

1. A와 B가 서로 다른 숫자라고 할 때, 다음 식을 만족하는 A와 B의 합은?(2007 한국정보올림피아드 지역예선 5번 문제)

$$AB \times BA = 3627$$

- ① 8                      ② 10                      ③ 11                      ④ 12                      ⑤ 13

2. A, B, C는 각각 1~9까지 숫자 중에 하나이고, 다른 알파벳은 다른 숫자를 나타낸다. 아래의 식을 만족하는 A, B, C를 모두 더한 값은?(2006 한국정보올림피아드 지역예선 9번 문제)

$$\begin{array}{r}
 A \ B \ C \\
 + \ A \ B \ C \\
 \hline
 B \ B \ A
 \end{array}$$

- ① 13                      ② 15                      ③ 18                      ④ 20                      ⑤ 23

## 07\_ 스택(Stack)

### ■ 문제 찾기

주변에서 스택의 모습을 한 물건을 찾아봅시다.



테니스공 케이스  
<출처:www.naver.com>



동전 보관함  
<출처:www.naver.com>

테니스공 케이스나 동전 보관함에서 공이나 동전을 넣거나 빼내본 경험이 있나요? 질문에 대답하면서 테니스공 케이스와 동전 보관함에는 어떤 공통점이 있을지 생각해 봅시다.

<질문>

- 테니스공 케이스에 들어 있는 공들 중에서 가장 먼저 꺼낼 수 있는 공은 어느 위치에 있나요?
- 동전 보관함에서 가장 밑에 있는 동전을 꺼내고 싶다면 어떤 과정을 거치게 될까요?

이번 단원에서는 이런 문제를 해결하기 위해 스택이 무엇이며 어떻게 사용되는지를 공부해 봅시다.

#### 1. 스택이란?

위 사진의 테니스공 케이스와 동전 보관함처럼 집어넣는 입구와 빼내는 출구가 같은 물건을 주변에서 볼 수 있습니다.

아래에 보이는 그림은 테니스공 케이스와 동전 보관함의 속 모습을 표현하였습니다. 두 그림 모두 동전이나 공을 집어넣는 구멍과 빼내는 구멍의 방향이 같습니다. 따라서 공을 집어넣으면 그 곳에 몇 개의 공이 있든 간에 그 공이 가장 위에 위치하고, 공을 꺼내기 위해서는 가장 위에 있는 공(가장 최근에 집어넣은 공)을 가장

먼저 꺼내야 합니다. 이처럼 가장 나중에 삽입(가장 위에 놓임)된 데이터가 가장 먼저 삭제되는 구조를 후입선출(Last-In First-Out : LIFO)구조라고 하며 이것은 스택의 가장 큰 특징입니다.



스택	데이터의 삽입과 삭제가 한 쪽 방향에서 이루어지는 구조를 스택이라고 합니다. 스택의 예로는 동전 보관함, 테니스공 케이스 등이 있습니다.
스택의 특징	가장 나중에 삽입된 데이터가 가장 먼저 삭제(출력)되는 후입선출구조

## ■ 원리 알기

### 스택의 연산 과정을 알아봅시다.

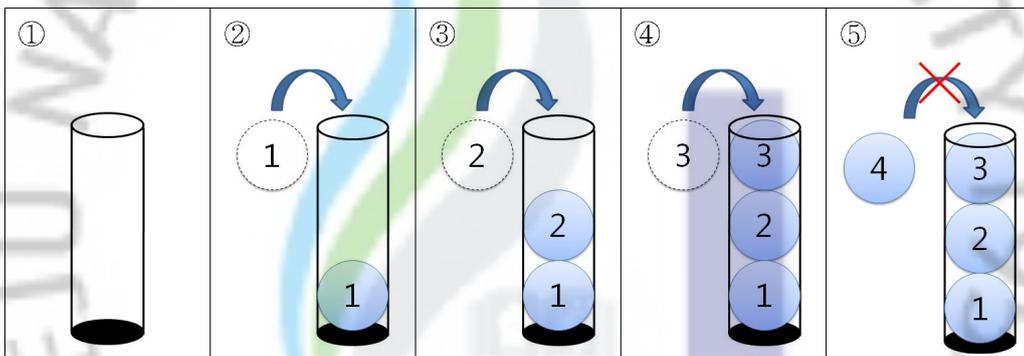
스택의 연산에는 삽입과 삭제가 있습니다. 삽입은 스택에 새로운 자료를 하나 추가하는 것이고, 삭제는 현재 스택에서 자료 하나를 밖으로 꺼내어 제거하는 것입니다. 즉 테니스공 케이스에 테니스공 하나를 집어넣는 것이 삽입연산이고, 테니스공 케이스에서 공 하나를 빼는 것이 삭제연산입니다.

테니스공 케이스에 테니스공을 집어넣고 빼내는 예를 통해 스택의 삽입과 삭제를 알아봅시다.

#### 1. 스택의 연산

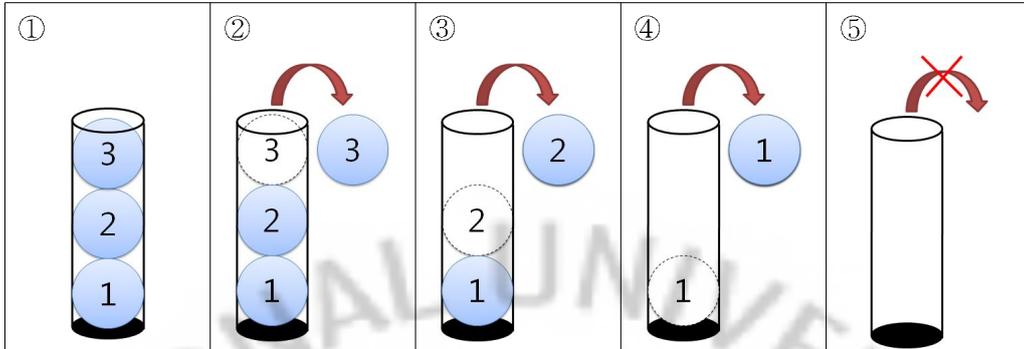
1) 삽입연산 - 테니스공 케이스에 테니스공을 집어넣듯이 스택에 데이터를 넣는 것을 삽입연산이라고 합니다.

구분	테니스공 케이스	스택
①	빈 테니스공 케이스가 있다.	빈 스택이 있다.
②	테니스공 케이스에 1번 테니스공을 넣는다.	스택에 데이터 1을 삽입한다.
③	테니스공 케이스에 2번 테니스공을 넣는다.	스택에 데이터 2를 삽입한다.
④	테니스공 케이스에 3번 테니스공을 넣는다.	스택에 데이터 3을 삽입한다.
⑤	테니스공 케이스(스택)에 테니스공(데이터)이 가득 차 있기 때문에 4번 테니스공은 집어넣을 수 없습니다. 즉, 스택에는 데이터를 담을 수 있는 한계가 있어서 그것을 넘어서면 더 이상 데이터를 삽입할 수 없습니다.	



2) 삭제연산 - 테니스공 케이스에서 테니스공을 빼내듯이 스택에서 데이터를 출력하는 것을 삭제연산이라고 합니다.

구분	테니스공 케이스	스택
①	테니스공 케이스 3개의 공이 들어있다.	스택이 3개의 데이터가 있다.
②	가장 위에 있는 3번 테니스공을 꺼낸다.	가장 위에 있는 데이터 3을 삭제한다.
③	가장 위에 있는 2번 테니스공을 꺼낸다.	가장 위에 있는 데이터 2를 삭제한다.
④	가장 위에 있는 1번 테니스공을 꺼낸다.	가장 위에 있는 데이터 1을 삭제한다.
⑤	테니스공 케이스(스택)에 테니스공(데이터)이 하나도 없기 때문에 더 이상 테니스공을 빼낼 수 없습니다. 즉, 스택에 데이터가 하나도 없을 경우에는 삭제연산이 실행되지 않습니다.	



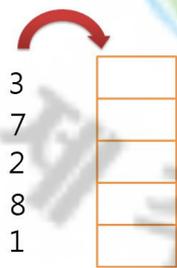
### 3) 후입선출 구조

위의 삽입과 삭제연산에서 알 수 있듯이 삽입은 1번 공, 2번 공, 3번 공의 순으로 실행되지만 삭제는 현재 스택에서 가장 위에 있는 공(최근에 삽입한 공)부터 나오게 되므로 3번 공, 2번 공, 1번 공의 순으로 실행됩니다. 앞에서 언급했듯이 이렇게 가장 나중에 삽입한 자료가 가장 먼저 삭제(또는 출력)되는 구조를 후입선출 구조라고 합니다.

### ■ 문제해결하기

다음의 문제를 해결하여 봅시다.

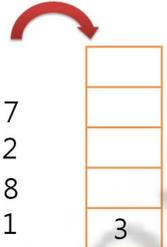
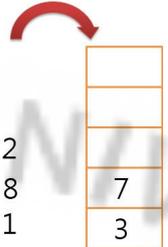
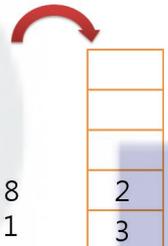
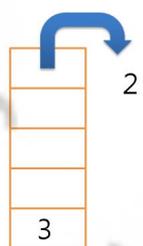
다섯 개의 숫자가 스택 앞에서 대기하고 있습니다. 삽입과 삭제는 오른쪽 명령에 의해서 이루어진다. 명령이 다 실행되면 스택은 어떤 모양일까요?



<명령>

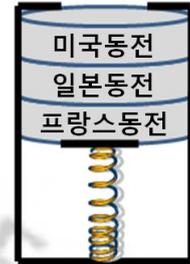
1. 삽입하라
2. 삽입하라
3. 삭제하라
4. 삽입하라
5. 삭제하라
6. 삽입하라

<풀이>

<p>①</p>  <p>7 2 8 1</p> <p>3</p> <p>1번 명령에 의해 3이 삽입된다.</p>	<p>②</p>  <p>2 8 1</p> <p>7 3</p> <p>2번 명령에 의해 7이 삽입된다.</p>
<p>③</p>  <p>2 8 1</p> <p>7 3</p> <p>3번 명령에 의해 가장 위에 있는(나중에 삽입된) 데이터 7이 삭제된다.</p>	<p>④</p>  <p>8 1</p> <p>2 3</p> <p>4번 명령에 의해 2가 삽입된다.</p>
<p>⑤</p>  <p>8 1</p> <p>2 3</p> <p>5번 명령에 의해 2가 삭제된다.</p>	<p>⑥</p>  <p>1</p> <p>8 3</p> <p>6번 명령에 의해 8이 삽입된다. 모든 명령이 실행되면 스택은 왼쪽의 그림과 같은 형태가 된다.</p>

연습문제 1

현국이는 동전수집이 취미입니다. 모은 동전은 잃어버리지 않도록 수집할 때마다 동전 보관함에 넣어서 관리하고 아직 한 번도 꺼낸 적이 없습니다. 오른쪽 그림은 현국이가 직접 모은 동전을 넣은 동전보관함의 안쪽 모습입니다. 현국이가 가장 먼저 수집한 동전과 가장 나중에 수집한 동전은 각각 무엇입니까?



연습문제 2

오른쪽 그림처럼 총 3개의 데이터가 들어 갈 수 있는 스택과 네 개의 데이터 1, 3, 5, 7 가 있습니다. 몇 번의 삽입과 삭제연산을 실행한 뒤 스택에서 삭제된 데이터를 순서대로 기록해 두었더니 3, 5, 1, 7이 되었습니다. 다음 중 이러한 결과가 나오는 것을 모두 고르세요.

- ① 3 삽입 -> 삭제 -> 5 삽입 -> 삭제 -> 1 삽입 -> 삭제 -> 7 삽입 -> 삭제
- ② 7 삽입 -> 1 삽입 -> 5 삽입 -> 3 삽입 -> 삭제 -> 삭제 -> 삭제 -> 삭제
- ③ 3 삽입 -> 5 삽입 -> 1 삽입 -> 삭제 -> 삭제 -> 7 삽입 -> 삭제 -> 삭제
- ④ 3 삽입 -> 5 삽입 -> 1 삽입 -> 7 삽입 -> 삭제 -> 삭제 -> 삭제 -> 삭제
- ⑤ 7 삽입 -> 1 삽입 -> 3 삽입 -> 삭제 -> 5 삽입 -> 삭제 -> 삭제 -> 삭제



◇ 이런 것도 있어요 - 수식표기법을 알아봅시다.

$4 + 2 \times 3$ 이라는 식이 있습니다. 4, 2, 3 같이 계산이 되는 숫자를 피연산자라고 하고 +,  $\times$  등의 부호를 연산자라고 합니다. 하지만 어떤 학자는 왜 꼭 피연산자(4, 2, 3) 사이에 연산자(+,  $\times$ )가 있어야 하는지 의문을 갖고 연구하기 시작했습

니다. 거기서 생긴 것이 전위표기법, 중위표기법입니다. 앞서 살펴 본  $4 + 2 \times 3$ 은 중위표기법입니다. 각각의 차이점을 알아보시다.

① 중위표기법

일반적으로 사용하는 표기법으로  $4 + 2$ 처럼 피연산자 사이에 연산자가 옵니다.

② 전위표기법

연산자가 피연산자 보다 앞에 오기 때문에 한자의 앞 전(前)을 써서 이름 지었습니다. 중위 표기법의  $4 + 2$ 를  $+ 4 2$ 라고 나타냅니다.

③ 후위표기법

연산자가 피연산자 보다 뒤에 오기 때문에 한자의 뒤 후(後)를 써서 이름 지었습니다. 중위 표기법의  $4 + 2$ 를  $4 2 +$ 라고 나타냅니다.

연습문제 3

중위표기법으로 표현된 식을 전위, 후위표기법으로 표현해 봅시다.

중위표기법	$4 + 2 \times 3$	$(4 + 3) \times 5$
전위표기법		
후위표기법		

■ 더 나아가기

컴퓨터가 스택을 어떻게 사용하는지 알아보시다.

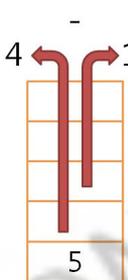
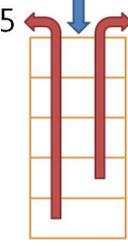
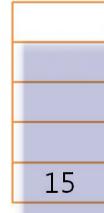
컴퓨터에서 간단한 계산이 바로 스택을 통해 이루어집니다. 수식이 계산되는 과정을 알아보시다.

1. 스택을 통해 컴퓨터가 연산하는 과정

$(3 + 2) \times (4 - 1)$ 의 연산과정을 알아보시다.

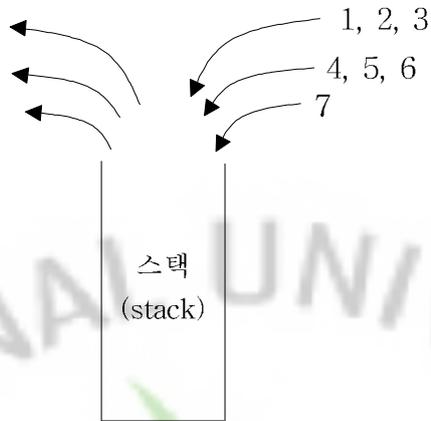
계산의 규칙을 간단히 소개하자면 컴퓨터는 숫자(피연산자)를 만나면 무조건 삽입하고  $+$ ,  $-$ ,  $\times$ ,  $\div$  등 연산자를 만나면 가장 위에 있는 두 개의 숫자를 꺼내어 계산한 뒤 삽입하도록 만들어졌습니다.

<p>①</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math>(3 + 2) \times (4 - 1)</math> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math>3 2 + 4 1 - \times</math> </div>	<p>주어진 식을 후위 표기법으로 나타낸다.</p>	<p>②</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>3을 삽입한다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math>3 2 + 4 1 - \times</math> </div>
<p>③</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>2를 삽입한다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math>3 2 + 4 1 - \times</math> </div>		<p>④</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>연산자 +를 만나면 스택의 가장 위에 있는 두 연산자를 꺼내고 덧셈을 한다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math>3 2 + 4 1 - \times</math> </div>
<p>⑤</p> <div style="text-align: center;"> <math>3 + 2 = 5</math> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <p>덧셈의 결과인 5를 삽입한다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math>3 2 + 4 1 - \times</math> </div>		<p>⑥</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>4를 삽입한다. 1을 삽입한다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math>3 2 + 4 1 - \times</math> </div>

<p>⑦</p>  <p>3 2 + 4 1 - ×</p>	<p>연산자 -를 만나면 스택의 가장 위에 있는 1과 4를 꺼내어 뺄셈한다. 단, 먼저 삽입된 4가 연산자 앞에 나중에 삽입된 1이 연산자 뒤에서 계산되는 것에 주의한다.</p>	<p>⑧</p> <p><math>4 - 1 = 3</math></p>  <p>3 2 + 4 1 - ×</p> <p>뺄셈의 결과인 3을 삽입한다.</p>
<p>⑨</p> <p><math>5 \times 3 = 15</math></p>  <p>3 2 + 4 1 ×</p>	<p>× 연산자를 만나 곱셈을 한 뒤 결과를 삽입한다</p>	<p>⑩</p>  <p>3 2 + 4 1 - ×</p> <p>연산의 결과는 15이다.</p>

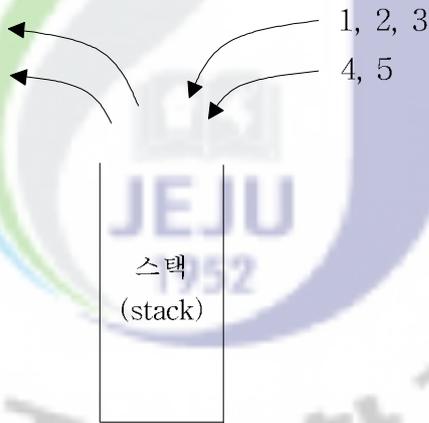
※ 기출문제

- 1, 2, 3 세 개의 자연수를 차례대로 스택(stack)에 넣은 다음, 두 개의 자연수를 빼낸 뒤, 다시 세 개의 자연수 4, 5, 6을 차례대로 넣고, 다시 두 개의 자연수를 빼낸 다음, 7을 넣고 나서 스택에 있는 모든 자연수를 빼내었다. 다음 중 마지막에서 두 번째로 나온 자연수는 무엇일까?(2009 한국정보올림피아드 지역예선 14번 문제)



- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 7

2. 1, 2, 3 세 개의 자연수를 차례대로 스택(stack)에 넣은 다음, 두 개의 자연수를 빼낸 뒤, 다시 두 개의 자연수 4, 5를 차례대로 스택에 넣고, 스택에 있는 모든 자연수를 빼내었다. 다음 중 자연수들이 스택에서 나온 순서로 알맞은 것은? (2005 한국정보올림피아드 지역예선 14번 문제)



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

## 08\_ 큐(Queue)

### ■ 문제 찾기

주변에서 살펴볼 수 있는 큐의 예를 찾아봅시다.



혁진이는 친구들과 함께 놀이공원으로 현장학습을 갔습니다. 평소에 너무나 타고 싶었던 바이킹을 타러 가보니 많은 사람들이 표를 사기 위해 줄을 서서 순서를 기다리고 있었습니다. 혁진이도 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?

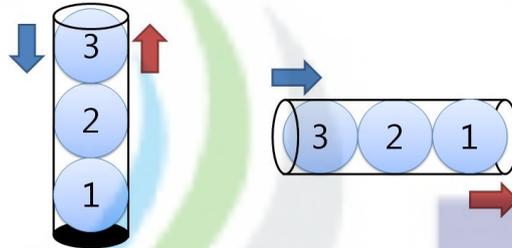
컴퓨터에서 큐의 예로 일상생활에서 줄을 서서 순서를 기다리는 것을 들 수 있습니다. 이번 단원에서는 이런 문제를 해결하기 위해 큐가 무엇이며 어떻게 사용되는지를 공부해 봅시다.

#### 1. 큐란?

위에 나온 예에서 가장 먼저 줄을 선 사람이 가장 먼저 표를 사서 줄 밖으로 나가게 됩니다. 그러면 뒤에 있던 사람들이 한 자리씩 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

나옴), 한 쪽으로만 차가 다닐 수 있는 터널(터널에 먼저 들어간 차가 먼저 빠져나옴), 하루의 일정 정리(시간 순서대로 적혀있고 시간이 지나면 삭제됨)등이 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.

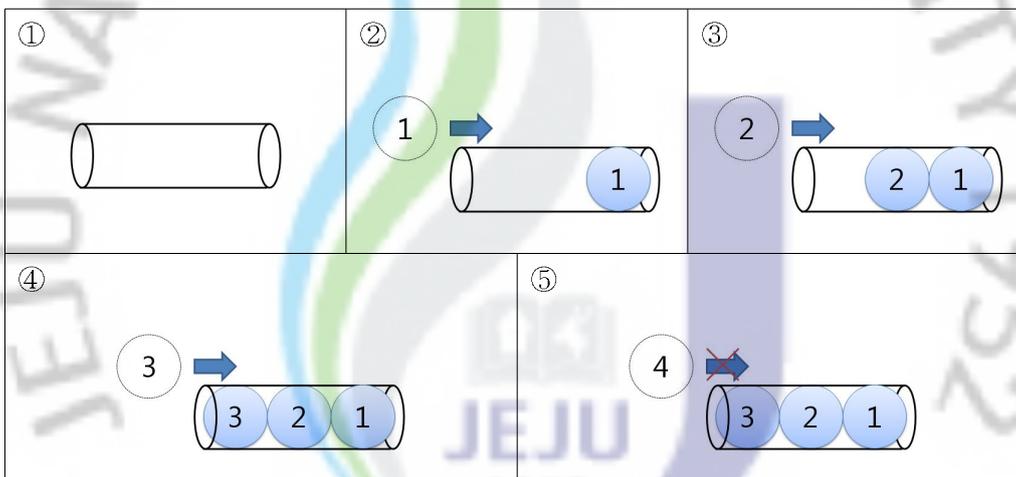
원통에 공을 집어넣고 빼내는 예를 통해 큐의 삽입과 삭제를 알아봅시다.

#### 1. 큐의 연산

1) 삽입연산 - 원통의 입구로 공을 넣듯이 큐에 데이터를 넣는 것을 삽입연산이라

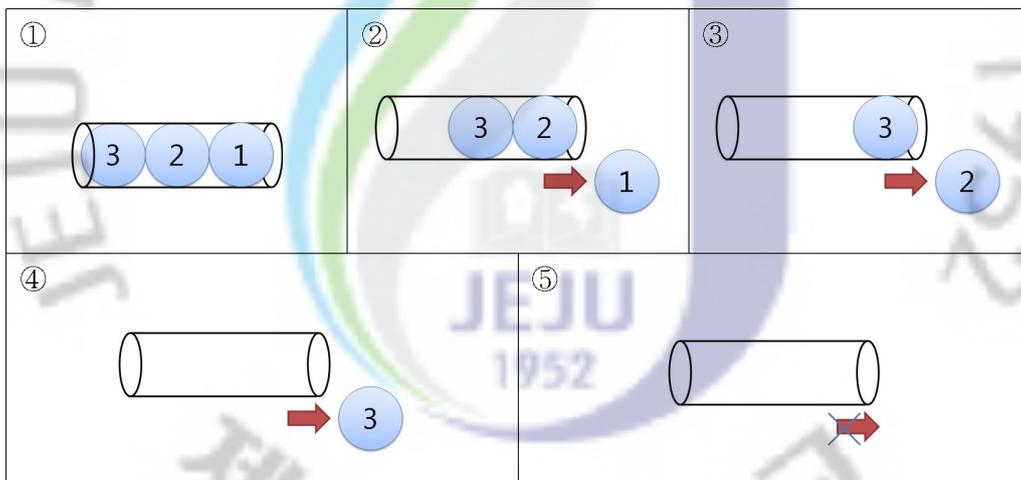
고 합니다.

구분	원통	큐
①	빈 원통이 있다.	빈 큐가 있다.
②	원통에 1번 공을 넣는다.	스택에 데이터 1을 삽입한다.
③	원통에 2번 공을 넣는다.	스택에 데이터 2를 삽입한다.
④	원통에 3번 공을 넣는다.	스택에 데이터 3을 삽입한다.
⑤	원통(큐)에 공(데이터)이 가득 차 있기 때문에 4번 공은 집어넣을 수 없다. 즉, 큐에는 데이터를 담을 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
①	원통에 3개의 공이 들어있다.	큐에 3개의 데이터가 있다.
②	가장 앞에 있는 1번 공을 꺼낸다. 나머지 공이 한 칸씩 앞으로 이동한다.	가장 앞에 있는 데이터 1을 삭제한다. 나머지 데이터가 앞으로 한 칸씩 이동한다.
③	가장 앞에 있는 2번 공을 꺼낸다. 나머지 공이 한 칸씩 앞으로 이동한다.	가장 앞에 있는 데이터 2을 삭제한다. 나머지 데이터가 앞으로 한 칸씩 이동한다.
④	가장 앞에 있는 3번 공을 꺼낸다. 나머지 공이 한 칸씩 앞으로 이동한다. 여기서는 나머지 공이 없으므로 동작하지 않는다.	가장 앞에 있는 데이터 3을 삭제한다. 나머지 데이터가 앞으로 한 칸씩 이동한다. 여기서는 데이터가 없으므로 동작하지 않는다.
⑤	원통(큐)에 공(데이터)이 하나도 없기 때문에 더 이상 공을 빼낼 수 없다. 즉, 큐에 데이터가 하나도 없을 경우에는 삭제연산이 실행되지 않는다.	



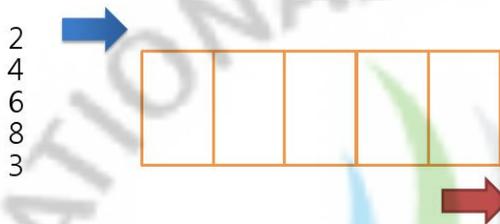
### 3) 선입선출 구조

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.

## ■ 문제 해결하기

다음의 문제를 해결하여 봅시다.

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

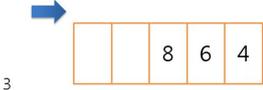


<명령>

1. 삽입하라
2. 삽입하라
3. 삽입하라
4. 삭제하라
5. 삽입하라
6. 삭제하라

<풀이>

<p>①</p> <p>4 6 8 3</p> <p>1번 명령에 의해 2가 삽입된다.</p>	<p>②</p> <p>6 8 3</p> <p>2번 명령에 의해 4가 삽입된다.</p>
<p>③</p> <p>8 3</p> <p>3번 명령에 의해 6이 삽입된다.</p>	<p>④</p> <p>8 3</p> <p>4번 명령에 의해 가장 앞에 있는(먼저 삽입된) 데이터 2가 삭제된다. 나머지 데이터가 앞으로 이동한다.</p>

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

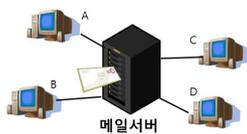
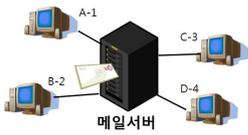
## ■ 더 나아가기

### 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 못한다는 메시지가 뜨게 됩니다.

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

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

※ 기출문제

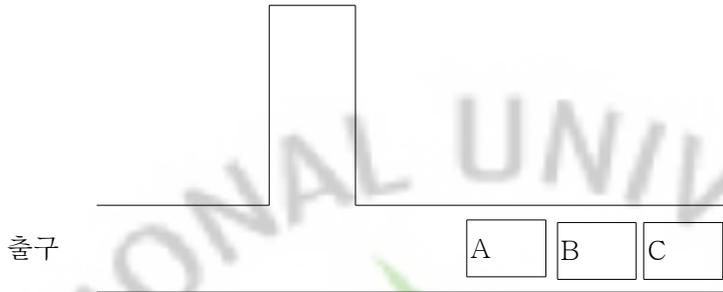
1. 큐(queue)에 다음 데이터를 차례로 넣었다. 큐에서 데이터를 빼낼 때 데이터가 나오는 순서로 알맞은 것은?(2004 한국정보올림피아드 지역예선 14번 문제)

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

는 순서로 가능한 경우가 아닌 것은? 단, 모든 차는 화살표 방향으로만 이동이 가능하고, 그 반대 방향으로 이동할 수 없다.(2006 한국정보올림피아드 지역예선 14번 문제)



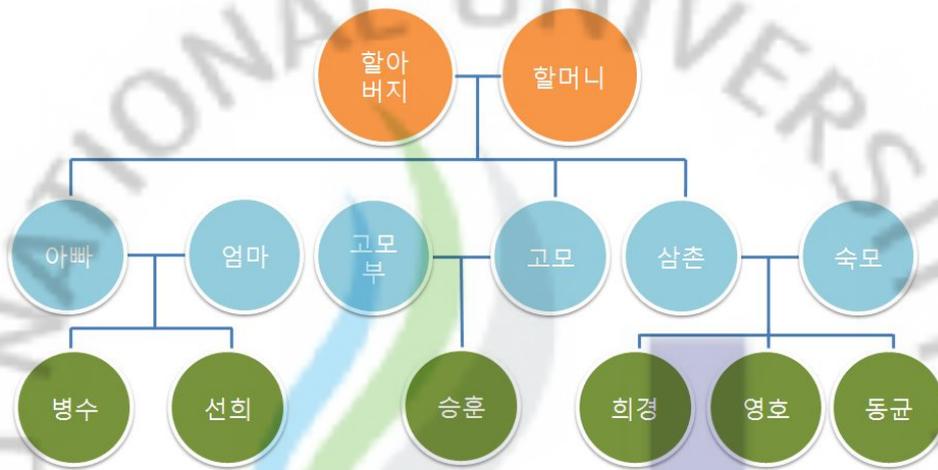
- ① A-C-B      ② B-A-C      ③ B-C-A  
 ④ C-A-B      ⑤ C-B-A



## 09\_ 트리(Tree)구조

### ■ 문제 찾기

가계도를 보고 특징을 찾아봅시다.



위 그림은 병수네 가족의 구성원을 나타낸 가계도입니다.

<질문>

할아버지와 할머니의 자녀는 누구인가요?

승훈의 부모님은 누구인가요?

희경이네 형제는 모두 몇 명인가요?

병수와 영호는 할아버지, 할머니로부터 떨어진 정도가 같다고 할 수 있나요?

위 가계도에는 한 부모로부터 태어난 자녀, 그리고 그 자녀 세대의 자녀로 진행되어지는 관계가 나타납니다. 이번 단원에서는 이러한 가계도 모양의 구조가 무엇이며 어떻게 사용되는 지에 대해서 알아보겠습니다.

#### 1. 트리구조(또는 트리)란?

앞서 살펴본 가계도는 나무를 뒤집은 모습을 하고 있어서 계층적인 것을 표현하기에 적합합니다. 이러한 구조를 트리구조라고 합니다. 아래에 보이는 그림 역시 트리구조를 하고 있습니다. 나무는 하나의 뿌리에서 시작하여 여러 갈래의 가지로 뻗

어나갑니다. 트리구조 역시 마찬가지입니다. 트리구조에서는 뿌리와 가지가 연결된 마디를 원으로 표현하고 이러한 원들이 선분으로 연결되어 있습니다. 원 안에는 값이 들어 있습니다. 가계도에서처럼 트리구조에서 선으로 연결된 두 원은 부모-자식 관계입니다.



왼쪽 트리는 기준에 따라 동물을 분류하여 만들어졌습니다. 까치는 조류에 포함되고 반대로 조류는 까치를 포함합니다. 오른쪽 트리는 수의 크기에 따라 만들어졌습니다. 즉 뿌리를 기준으로 부모보다 작으면 왼쪽, 크면 오른쪽 가지가 되는 것입니다. 이렇듯 트리구조에서는 부모와 자식의 관계가 확실하게 드러나 계층적인 구조를 표현하는 데 사용합니다.

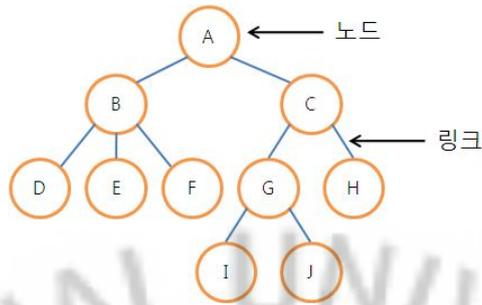
트리구조	하나의 뿌리에서 시작하여 여러 갈래의 가지를 뻗는 나무를 뒤집어 놓은 모양으로 나타낸 구조.
트리구조의 특징	자료를 계층적으로 표현할 수 있다. 즉, 부모와 자식관계, 조상과 자손의 관계, 형제의 관계로 나타난다.

### ■ 원리 알기

**트리구조에 사용되는 용어를 알아봅시다.**

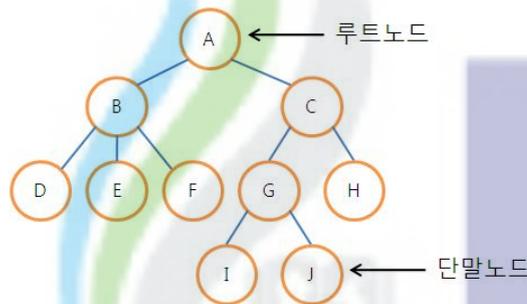
트리구조를 공부하기 위해서는 먼저 트리구조를 구성하는 요소와 트리의 종류에 어떤 것이 있는지 알아야 합니다. 트리에서 사용되는 용어는 무엇이 있고 어떻게 사용되는지를 살펴보겠습니다.

#### 1. 트리를 구성하는 요소



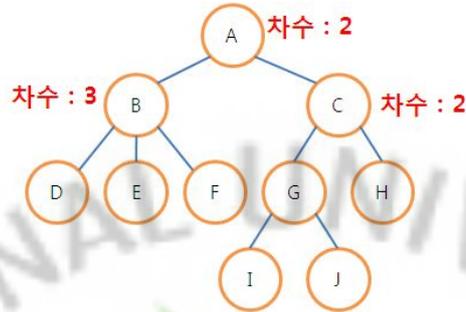
- ① 노드 : 위 그림에서 마디(원)에 해당하는 부분으로 값을 가지고 있습니다.
- ② 링크 : 노드와 노드를 연결하는 가지(선)으로 노드끼리 연결되어 있다는 것은 부모와 자식관계라는 뜻입니다.

## 2. 노드의 종류



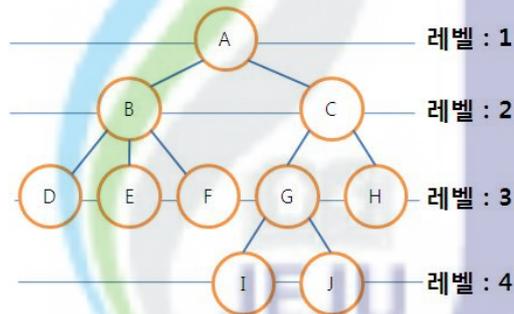
- ① 루트노드 : 말 그대로 트리구조에서 뿌리에 해당하는 부분으로 여러 노드 중에서 가장 위에 위치한 A가 루트노드입니다. 루트노드는 모든 노드의 조상노드입니다.
- ② 부모노드 : 링크로 연결된 2개의 노드 중에서 위쪽에 위치한 노드를 부모노드라고 합니다. 위에서 A는 B와 C의 부모노드, B는 D, E, F의 부모노드입니다.
- ③ 자식노드 : 부모노드와 반대로 링크로 연결된 2개의 노드 중에서 아래쪽에 위치한 노드를 자식노드라고 합니다. 위에서 B와 C는 A의 자식노드, D, E, F는 B의 자식노드입니다.
- ④ 형제노드 : 부모가 같은 노드들을 형제노드라고 합니다. 위에서 D, E, F는 B를 부모노드로 하는 형제노드입니다.
- ⑤ 단말노드 : 더 이상 링크가 없는 노드, 즉 나무에서는 나뭇잎에 해당하여 자식이 하나도 없는 노드를 단말노드라고 합니다. 리프(나뭇잎이라는 뜻)이라고도 합니다. 위 트리구조에서는 D, E, F, I, J, H가 모두 단말노드에 속합니다.

### 3. 트리의 구조를 표현하는 용어



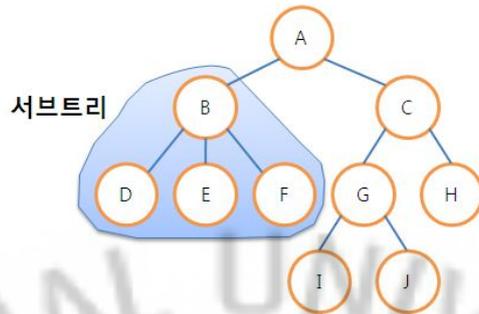
① 차수 : 한 노드에서 뻗어나간 링크의 수를 차수라고 합니다. 자식노드가 2개이면 차수가 2이고 자식노드가 1개이면 차수가 1이며 단말노드인 경우에는 차수가 0이 됩니다.

② 트리의 차수 : 트리를 구성하는 모든 노드의 차수 중에서 가장 큰 값을 트리의 차수라고 합니다. 위 그림의 노드 중 가장 큰 값은 3이므로 이 트리의 차수는 3이 됩니다.



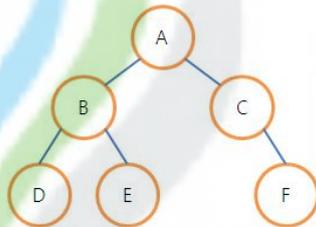
③ 레벨 : 하나의 노드가 루트노드로부터 얼마나 떨어져 있는가를 나타내는 용어입니다. 루트노드를 레벨 1로 하고 자식노드로 넘어갈 때마다 1을 더하여 레벨을 정합니다. 노드 B의 경우 레벨 2, 노드 D의 경우에는 레벨 3입니다.

④ 높이(또는 깊이) : 트리가 얼마나 높은지(또는 깊은지)를 나타내는 용어로서 모든 노드들의 레벨 중에서 가장 큰 값이 트리의 높이가 됩니다. 위 트리에서 레벨이 가장 큰 값은 노드 I와 J의 레벨의 4로 이 트리의 높이는 4입니다.

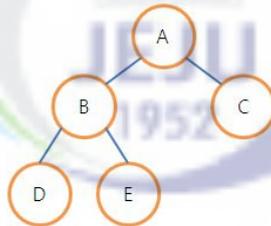


⑤ 서브트리 : 위 트리에서 루트노드는 노드 A입니다. 하지만 노드 B를 루트노드라고 가정하면 또 다른 트리가 만들어집니다. 노드 C의 경우도 마찬가지입니다. 이렇게 하나의 트리 안에는 임의의 노드를 루트노드로 하는 트리가 존재하는데 이러한 트리 안의 트리를 서브트리라고 합니다.

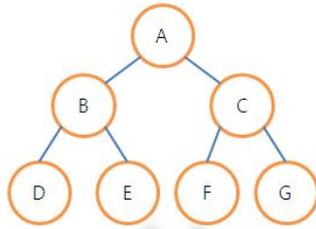
#### 4. 꼭 알아두어야 할 트리의 종류



① 이진 트리(binary tree) : 모든 노드들의 자식노드가 두 개 이하인 트리, 즉 모든 노드의 차수가 2이하(트리의 차수가 2이하)인 트리를 이진 트리라고 합니다.



② 완전 이진 트리(또는 전 이진 트리, complete binary tree) : 이진 트리 중에서 단말노드를 제외한 나머지 노드가 모두 두 개의 자식 노드를 가지고 있는 트리를 완전 이진 트리라고 합니다. 위의 트리는 단말노드(C, D, E)를 제외한 모든 노드(A, B)의 자식노드가 2개이므로 완전 이진 트리입니다.

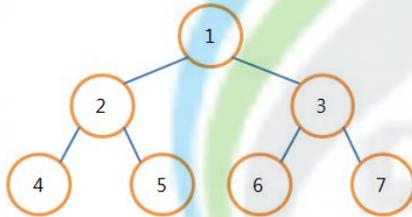


③ 포화 이진 트리(또는 정 이진 트리, full binary tree) : 완전 이진 트리 중에서 위의 트리처럼 모든 노드가 채워진 트리를 포화 이진 트리라고 합니다.

### ■ 문제해결하기

다음의 문제를 해결하여 봅시다.

높이가 3인 포화 이진 트리는 아래와 같이 7개의 노드(node)로 이루어져 있다. 그렇다면 높이가 7인 포화 이진 트리는 몇 개의 노드로 이루어져 있을까?(2005 한국정보올림피아드 지역예선 14번 문제)



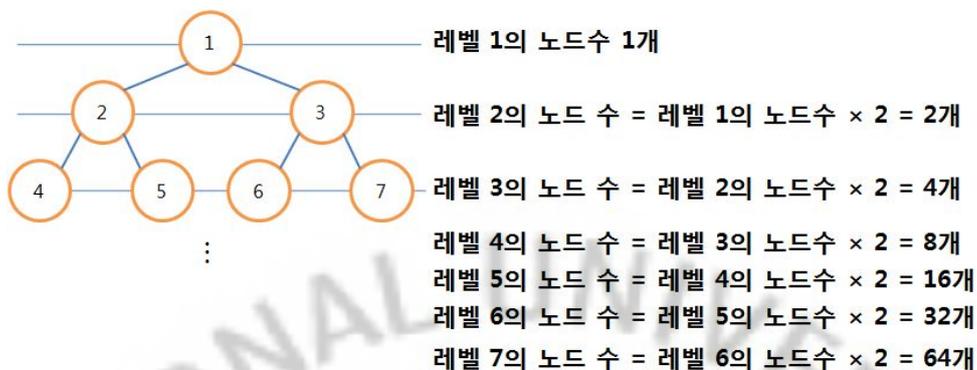
- ① 63개
- ② 64개
- ③ 127개
- ④ 128개
- ⑤ 255개

<풀이>

방법 1.

포화 이진 트리는 마지막 레벨에 위치한 단말노드를 제외하고 모든 노드의 차수가 2인, 즉 자식노드가 2개인 트리를 말합니다.

레벨 1의 루트노드가 자식노드 2개를 가지므로 레벨 2의 노드는 2개가 됩니다. 높이 3의 노드들도 자식노드를 2개씩 가지므로 레벨 3의 노드는 4개가 됩니다. 이렇게 아래 레벨의 노드의 수는 위 레벨 노드의 수의 2배가 됩니다. 이것을 아래와 같은 그림으로 표현할 수 있습니다.



따라서 높이가 7인 포화 이진 트리의 노드의 수는  $1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 64 = 127$ 개입니다.

방법 2.

높이가 1인 포화 이진 트리의 노드의 수는 1개입니다. 높이가 2이면 3개, 높이가 3이면 7개의 노드를 가집니다. 여기서 규칙을 찾을 수 있습니다.

포화 이진 트리의 높이	노드의 수	규칙
1	1	$2 - 1$
2	3	$2 \times 2 - 1$
3	7	$2 \times 2 \times 2 - 1$
4	15	$2 \times 2 \times 2 \times 2 - 1$
...	...	...
n		$2^n - 1$

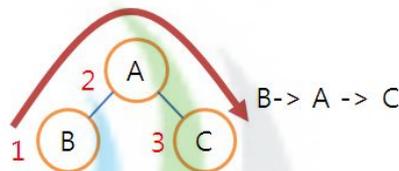
즉, 높이만큼 2를 곱한 다음 1을 빼면 전체 노드의 수를 구할 수 있습니다. 따라서 높이가 7인 포화 이진 트리의 노드의 수는  $2^7 - 1 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 - 1 = 127$ 개입니다.

높이가 n인 포화 이진 트리의 노드의 수 ▶  $2^n - 1$

◇ 이런 것도 있어요 - 이진 트리의 순회를 알아보시다.

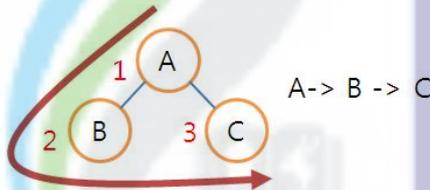
이진 트리에 있는 모든 노드를 특정한 순서에 따라 한 번씩만 방문하는 것을 이진 트리의 순회라고 합니다. 노드, 왼쪽 서브트리, 오른쪽 서브트리 중에서 노드를 먼저 방문하는지(전위 순회), 사이에 방문하는지(중위 순회), 가장 마지막에 방문하는지(후위 순회)에 따라 세 가지로 구분합니다.

① 중위 순회 : 가장 일반적인 순회방법입니다. 노드를 중간에 방문하기 때문에 중위 순회라고 합니다. 왼쪽 서브트리를 먼저 방문하고 노드를 방문한 뒤 오른쪽 서브트리를 방문하는 방법입니다.



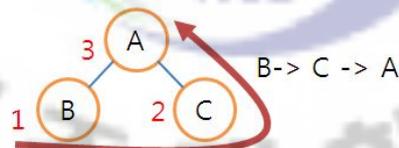
(왼쪽 서브트리 방문 -> 노드방문 -> 오른쪽 서브트리 방문)

② 전위 순회 : 노드를 가장 먼저 방문하기 때문에 전위 순회라고 합니다. 노드를 방문한 뒤, 왼쪽 서브트리, 오른쪽 서브트리를 방문합니다.



(노드방문 -> 왼쪽 서브트리 방문 -> 오른쪽 서브트리 방문)

③ 후위 순회 : 노드를 가장 늦게 방문하기 때문에 후위 순회라고 합니다. 왼쪽 서브트리, 오른쪽 서브트리를 방문한 후에 서브트리를 방문한다.

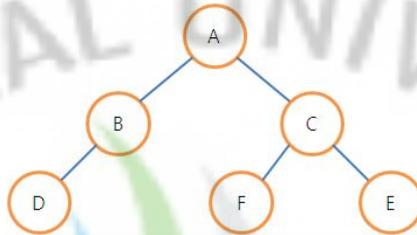


(왼쪽 서브트리 방문 -> 오른쪽 서브트리 방문 -> 노드방문)

## ■ 더 나아가기

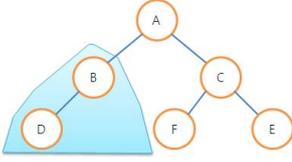
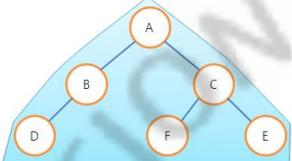
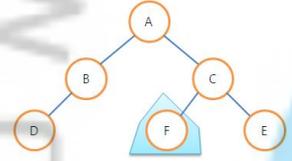
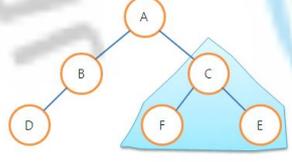
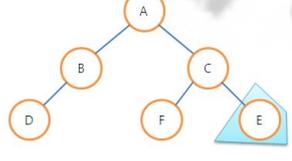
주어진 트리를 중위 순회, 전위 순회, 후위 순회해 봅시다.

컴퓨터는 트리에 데이터를 삽입, 삭제, 탐색하기 위해서 트리를 순회합니다. 아래에 트리를 직접 순회하면서 어떻게 동작하는지 보겠습니다.



1. 중위 순회(왼쪽 서브트리 방문 -> 노드방문 -> 오른쪽 서브트리 방문)

<p>①</p>	<p>모든 순회는 루트노드로부터 시작한다. 루트노드의 왼쪽 서브트리(B가 루트노드)로 이동한다.</p>
<p>②</p>	<p>B를 루트노드를 하는 서브트리의 왼쪽 서브트리(D가 루트노드)로 이동한다. D가 자식노드가 없는 단말노드이므로 <b>D</b>를 방문한다.</p>
<p>③</p>	

 <table border="1" data-bbox="316 546 596 600"> <tr> <td>D</td> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	D	B					<p>B를 루트노드로 하는 왼쪽 서브트리를 모두 방문하였으므로 <b>B를 방문</b>한다. 오른쪽 서브트리가 없으므로 부모노드로 이동한다.</p>
D	B						
④							
 <table border="1" data-bbox="316 842 596 896"> <tr> <td>D</td> <td>B</td> <td>A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	D	B	A				<p>루트노드인 <b>A를 방문</b>한다. 왼쪽 서브트리를 모두 방문하였으므로 오른쪽 서브트리(C가 루트노드)로 이동한다.</p>
D	B	A					
⑤							
 <table border="1" data-bbox="316 1137 596 1191"> <tr> <td>D</td> <td>B</td> <td>A</td> <td>F</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	D	B	A	F			<p>C의 왼쪽 서브트리인 F로 이동한다. F가 자식노드가 없는 단말노드이므로 <b>F를 방문</b>한다.</p>
D	B	A	F				
⑥							
 <table border="1" data-bbox="316 1433 596 1487"> <tr> <td>D</td> <td>B</td> <td>A</td> <td>F</td> <td>C</td> <td></td> </tr> </table>	D	B	A	F	C		<p>C를 루트노드로 하는 왼쪽서브트리를 방문하였으므로 <b>C를 방문</b>하고 오른쪽 서브트리로 이동한다.</p>
D	B	A	F	C			
⑦							
 <table border="1" data-bbox="316 1729 596 1783"> <tr> <td>D</td> <td>B</td> <td>A</td> <td>F</td> <td>C</td> <td>E</td> </tr> </table>	D	B	A	F	C	E	<p>C의 오른쪽 서브트리인 <b>D를 방문</b>한다. 트리의 모든 노드를 순회하였다.</p>
D	B	A	F	C	E		
⑧							

중위 순회의 결과는 D → B → A → F → C → E이다.

D	B	A	F	C	E
---	---	---	---	---	---

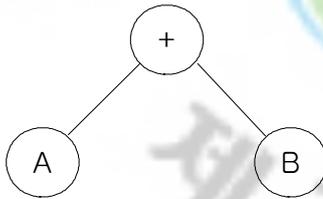
연습문제 1

위의 트리를 전위 순회, 후위 순회하여 방문한 노드를 순서대로 쓰세요.

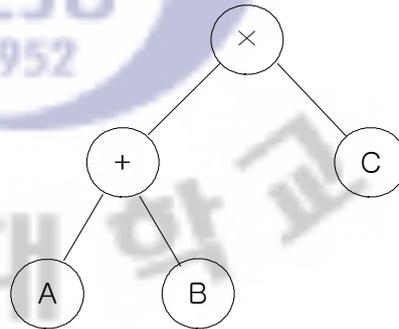
순회 방법	순회 결과						
전위 순회	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr> <td style="width: 16.6%;"></td> </tr> </table>						
후위 순회	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr> <td style="width: 16.6%;"></td> </tr> </table>						

※ 기출문제

15. 아래와 같이 이진 트리(binary tree)를 사용하면 괄호와 사칙연산으로 이루어진 수식을 표현할 수 있다.



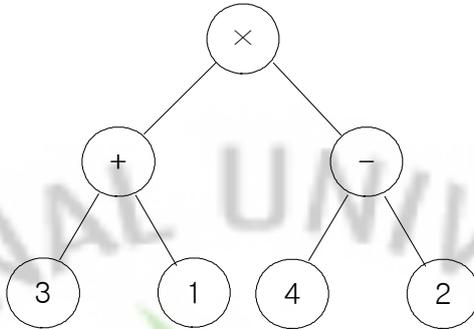
< A + B를 표현한 경우 >



< (A + B) × C를 표현한 경우 >

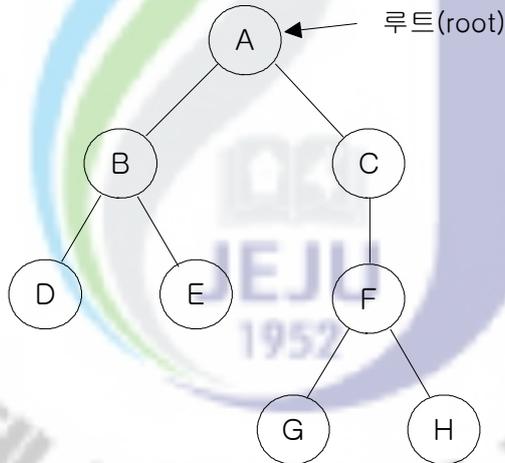
그렇다면 다음 이진 트리가 표현하는 수식을 계산한 결과는 얼마인가?(2007 한국

정보올림피아드 지역예선 15번 문제)



- ① 5                      ② 8                      ③ 10                      ④ 12                      ⑤ 14

2. 트리(tree)에서는 어떤 노드(node)에서 루트(root)까지 가는데 자신을 포함하여 거쳐 가는 노드의 수를 레벨(level)이라고 한다. 그렇다면 다음 트리에서 아래 보기 중 레벨이 가장 큰 노드는?(2005 한국정보올림피아드 지역예선 13번 문제)



- ① A                      ② C                      ③ D                      ④ F                      ⑤ G

## IV. 연구 결과 및 해석

### 1. 교재의 현장 적용

#### 가. 연구방법 및 기간

본 연구에서 개발한 교재가 초등학생들의 올림피아드대회 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 <표 IV-1>와 같다.

<표 IV-1> 현장적용 일정

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

#### 나. 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.

## 다. 연구대상

연구의 대상은 J대학교 영재교육원의 정보영재반의 기초, 심화반의 19명을 실험 집단으로 선정하였다. 실험집단의 학생들은 지역 내 초등학교를 대상으로 선발된 정보영재아동이다.

<표 IV-2> 연구대상

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

## 라. 검사도구 및 연구설계

검사도구는 [부록 1]과 같이 2004년부터 2009년까지 한국정보올림피아드 초등부 지역예선에 출제되었던 문제들을 수집하여 영역별 분포가 고르게 재구성하여 총 25문제를 출제하였다. 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 문제는 수학 사고능력과 논리적 사고능력을 필요로 하는 알고리즘의 설계와 프로그램 작성능력을 평가하는 경시대회로서 이미 그 문제의 질적 수준이 검증 받았으며 정보올림피아드 문제해결능력 신장이라는 가설과도 밀접한 관련이 있기 때문에 검사도구로 사용하게 되었다. 단, 연구대상에게 투입한 교재에서는 <Ⅲ. 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 동형의 검사지로 이용하였다. 사전검사 이후에는 바로 시험지를 회수하여 사후검사에 미치는 영향을 최소화 하도록 하였다.

사전, 사후검사 차이를 단일표본 t검정을 사용하여 분석하였고 종속변인은 검사

결과로 얻어진 점수로 하였으며  $\alpha$ 레벨은 \* $p < .05$ 로 검증하였다.

## 2. 연구결과 및 해석

본 연구에서 개발한 교재의 현장 적용 결과는 다음과 같다.

<표 IV-3> 대응표본 통계량

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

먼저 사전, 사후 검사의 평균 및 표준편차는 <표 IV-3>과 같다. 평균은 사전검사에서 48.2105이고 사후검사가 58.1053으로 약 10점이 상승한 것을 알 수 있다.

<표 IV-4> 대응표본 상관계수

대응	N	상관계수	p
사전검사 & 사후검사	19	.751	.000*

\* $p < .05$

<표 IV-5> 대응표본 검정

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 투

입한 후 나타난 검사결과의 차이에 대한 95% 신뢰구간은 (-14.63328, -5.1569)이고, t값은 -4.387이며, 유의 확률이  $p=0.000$ 으로 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.

## VI. 결론 및 제언

배영권 등(2004)은 정보영재를 다음과 같이 정의하였다

정보영재를 정의하면 “정보영재는 정보통신분야에서 뛰어난 업적을 이루었거나 이를 것으로 예상되는 사람으로, 정규 학교 프로그램 이상의 특별한 교육 프로그램과 서비스를 필요로 하는 사람으로서, 이산적 사고능력, 과제집착력, 창의성, 배경지식의 요인에서 평균 이상의 높은 능력을 지닌다”로 말할 수 있을 것이다.(p. 10)

하지만 현재 우리나라의 초등학교 컴퓨터 교육은 활용 측면에만 치중되어 있어 학생들이 컴퓨터 원리 및 문제해결능력을 기르는 데에는 한계가 있다. 정보영재 학생의 경우에는 영재교육기관에서 별개의 교육 프로그램을 이수할 기회가 있지만 이런 경우에도 학습을 위한 교재가 부족한 실정이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 한국정보올림피아드 초등부 지역예선 문제를 분석하여 학습요소를 선정하였다. 그리고 그 내용을 Polya의 문제해결단계에 맞추어 컴퓨터 원리를 이해하고 문제해결능력을 신장시키기 위한 교재를 만들어 보았다.

본 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 있

다.

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.

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

## 참 고 문 헌

- 장신천, 김성식, 김영기, 송기상, 안미리, 오명, 이옥화, 이원규, 이태욱, 장인수, 전우천, 최진식, 허운나. (2007). 지식정보사회를 위한 정보교육담론. 경기: 서현사.
- 교육과학기술부. (2002). 수학 6-가 교사용 지도서, 서울: 두산동아(주).
- 김남희. (2005). 제 7차 교육과정의 이산수학 교수-학습에 관한 연구. **대한수학교육학회지<학교수학>**, 7(2), 77-101.
- 김종훈. (2006). **컴퓨터 개론**. 서울: 한빛미디어.
- 김종훈. (2008). **프로그래밍 비타민**. 서울: 한빛미디어.
- 배영권, 신수범, 신승용, 이태욱. (2004). 창의성 및 정보과학적 특성을 기반으로 한 정보연재 판별도구 개발연구. **컴퓨터교육학회논문지**, 7(4), 7-14.
- 안선영, 최근배. (2005). 초등 영재교육에 적용 가능한 이산수학 프로그램 개발 연구. **한국수학교육학회지 시리즈E 수학교육 논문집**, 19(1), 167-189.
- 위키백과. (2010. 2. 7). 자료구조. 2010. 4. 4,  
[http://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%9E%90%EB%A3%8C\\_%EA%B5%AC%EC%A1%B0](http://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%9E%90%EB%A3%8C_%EA%B5%AC%EC%A1%B0)
- 이양기, 한길준. (2002). 수학 성적과 이산수학의 문제 해결력 비교 - 초등학교 고학년에서-. **한국수학교육학회지 시리즈 E 수학교육 논문집**, 13, 73-96.
- 최근배. (2005). 초등 영재교육에 적용 가능한 이산수학 주제의 내용 구성에 관한 소고 - 네트워크 문제를 중심으로 -. **대한수학교육학회지<학교수학>**, 7(4), 353-373.
- 한국정보화진흥원. (n.d.). **KOI 소개**. 2010. 4. 4,  
<http://www.nia.or.kr/KOI/F01000000000/F01020000000.asp>
- 한근희. (2003). 학교수학에서 이산수학 교수 방안 연구. **한국학교수학회논문지**, 6(2), 87-99.
- Anderson-Freed, Horowitz, Sahni. (1992/1993). **Fundamentals of Data structures in C**. 서울: 사이텍미디어

## **ABSTRACT\***

**A Study of Developing Teaching Material  
for the Korea Information Olympiad Preliminary  
Round test  
- Focusing on Elementary Students -**

**Kim, Tae Hun**

**Major in Elementary Practical Computer Education  
Graduate School of Education  
Jeju National University**

**Supervised by Professor Kim, Jong Hoon**

IT human resource development has become an urgent issue with development of IT technology. But the computer in the school curriculum subjects are excluded and focusing on aspects of use. Therefore, it is necessary to teach the principles of computer. Korea Information Olympiad despite good intention, there are many difficulties in the preparation process. In this study, the teaching material to prepare Korea Information Olympiad

---

\* A thesis submitted to the committee of Graduate School of Education, Jeju National University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Education conferred in August, 2010.

qualification and to study principle of computer has been developed. The content of textbooks for students to learn computer programming principles that are the basis of discrete mathematics and data structures were selected. we need guidebook and training course for teachers and conditions for teaching the principles of computer should be equipped.

key word : Korea Information Olympiad, principles of computer, discrete mathematics, data structures



## 부 록

### [부록 1] 검사도구

한국올림피아드 초등부 지역예선 대비 평가지

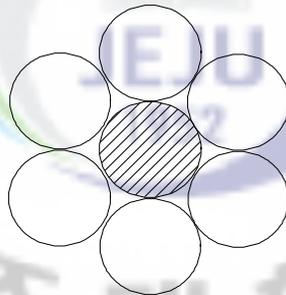
( ) 초등학교 ( ) 학년 이름 : ( )

1. 다음은 일정한 규칙에 따라 수를 늘어놓은 것이다. 빈칸에 가장 알맞은 수는?

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ( )

- ① 20    ② 21    ③ 22    ④ 23    ⑤ 24

2. 크기가 같은 검은색 동전과 흰색 동전이 있다. 검은색 동전 한 개를 흰색 동전으로 둘러싸려면 아래 그림과 같이 최소 6개의 흰색 동전이 필요하다. 검은색 동전 여섯 개를 놓고 흰색 동전으로 둘러싸려면 최소 몇 개의 흰색 동전이 필요할까? (단, 검은색 동전 여섯 개를 겹치게 놓아서는 안 된다.)



- ① 9개    ② 10개    ③ 12개    ④ 14개    ⑤ 16개

3. A, B, C, D, E 는 각각 1~9 까지 숫자 중에 하나이고 다른 알파벳은 다른 숫자를 나타낸다. 다음 식을 만족하는 B의 값은?

$$\begin{array}{r}
 A \ B \ C \\
 A \ B \ C \\
 A \ B \ C \\
 + \ A \ B \ C \\
 \hline
 E \ B \ A \ D
 \end{array}$$

- ① 2    ② 3    ③ 4    ④ 6    ⑤ 8

4.  $A \odot B$ 는 A를 B로 나눈 몫이고  $A \star B$ 는 A를 B로 나눈 나머지는이다. ( $A \star 11$ ) $\odot 4 = 2$ 일 때 A가 될 수 있는 두 자리 자연수의 개수는?

- ① 22개    ② 24개    ③ 25개    ④ 32개    ⑤ 33개

5. 도시공사에서는 A, B, C, D, E의 5개 아파트 단지를 연결하는 도로를 놓으려고 한다. 여기서 A단지와 B단지가 연결되고 또 B단지와 C단지가 연결되면 A단지와 C단지도 연결된 것이다. 각 단지를 직접 연결하는데 드는 비용이 아래 표와 같다면, 5개 단지를 연결하는 데 드는 가장 적은 비용은 얼마인가?

	A	B	C	D	E
A		8	12	6	19
B	8		18	16	7
C	12	18		17	11
D	6	16	17		10
E	19	7	11	10	

- ① 31    ② 32    ③ 33    ④ 34    ⑤ 36

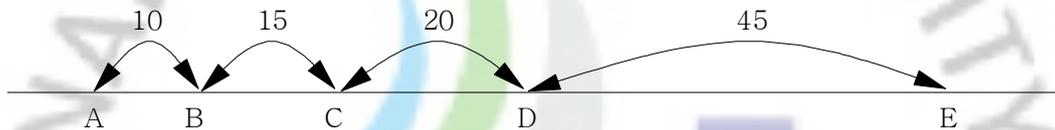
6. 약수가 2개인 수, 즉 1과 자신만을 약수로 갖는 수를 소수라고 한다. 8을 3개의 소수의 합으로 표현하는 방법은  $2+3+3$  한 가지 방법뿐이다. 28을 세 개의 소수의 합으로 나타내려고 한다면 가능한 경우는 모두 몇 가지인가?

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 5    ⑤ 없다

7. 승일이네 학교에는 80명의 학생이 있는데, 그중 50명은 남자이고 나머지는 여자이다. 또 안경을 쓴 학생이 45명이고 나머지는 안경을 쓰지 않았다. 그렇다면 안경을 쓴 남자의 가능한 최소인원과 안경을 쓴 남자의 가능한 최대인원의 합은 얼마인가?

- ① 60    ② 65    ③ 70    ④ 75    ⑤ 80

8. 다음 그림과 같이 A, B, C, D, E 다섯 학생의 집이 일직선상에 위치해 있으며, 각 집의 거리는 다음 그림과 같다. 어느 날 다섯 명의 학생이 그 중 한 학생의 집에서 모이기로 하였다. 누구의 집에서 모여야 모든 학생이 이동한 거리의 합이 최소가 될까?



- ① A    ② B    ③ C    ④ D    ⑤ E

9. A, B, C, D, E 다섯 개의 축구팀이 모두 한번 씩 경기를 하는 리그전을 하였다. 각 경기에서 이기면 2점, 무승부인 경우 1점, 지면 0점을 받게 된다. 모든 시합이 끝난 후 B팀은 한 경기도 지지 않은 유일한 팀이고, E팀은 한 경기도 이기지 못한 유일한 팀이었다. 그런데 점수로 매긴 팀 순위는 1등부터 A, B, C, D, E 이었다면 A팀과 D팀의 성적을 합친 것은 다음 중 어떤 것인가?

- ① 4승 3무 1패    ② 4승 2무 2패    ③ 4승 1무 3패  
 ④ 4승 4패    ⑤ 3승 2무 3패

10. 정보올림피아드에 지원한 A, B, C, D, E, F, G의 7명 중에서 2명이 뽑히게 되었다. 누가 뽑혔는지에 대하여 4명이 다음과 같이 말하였다.

- A, B, G 모두 떨어졌다.
- E, F, G 모두 떨어졌다.
- C와 G 중 1명만 뽑혔다.
- A, B, C, D 중 1명만 뽑혔다.

4명 중 3명만 진실을 말하였다고 할 때, 뽑혔을 가능성이 전혀 없는 사람은?

- ① B    ② C    ③ D    ④ E    ⑤ F

11. 4층짜리 집의 각 층에 같은 반인 중근, 승엽, 연아, 성미가 각각 살고 있는데 이들의 성은 모두 달라서 김씨, 이씨, 박씨, 최씨 중 하나씩이다. 다음 조건으로 알아낼 수 있는 것은?

- 성미네 집은 연아네 집 바로 아래층이다.
- 승엽이네 집은 중근이네 바로 위층이지만, 4층은 아니다.
- 박씨 집은 이씨 집 바로 위층이지만 최씨집 보다는 아래 층에 산다.
- 박씨는 1층에 살지는 않지만 김씨 보다는 아래 층에 산다.
- 박씨와 최씨는 바로 아래, 위층에 살지는 않는다.

- ① 연아는 최씨다.  
 ② 중근이는 박씨다.  
 ③ 승엽이는 김씨다.  
 ④ 이씨는 김씨보다 위에 산다.  
 ⑤ 성미는 1층에 산다.

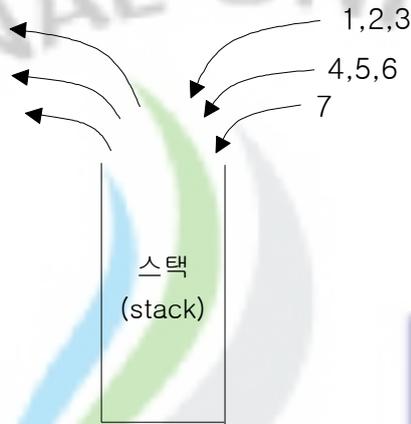
12. 방송국에서 50명의 학생에게 질문을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 30명이 C언어 강의를 듣고 있으며, 25명이 Basic 언어 강의를 듣고 있고, 그중 10명은 두 언어를 모두 배웠다고 한다. 모두 몇 명이 적어도 한 언어를 배웠을까?

- ① 30명    ② 35명    ③ 40명    ④ 45명    ⑤ 50명

13. 6개의 비트로 구성된 숫자 열에서 0이나 1이 연속된 3개가 나오지 않는 모든 숫자열의 개수는?

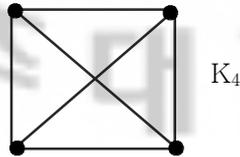
- ① 22    ② 24    ③ 26    ④ 34    ⑤ 42

14. 1, 2, 3 세 개의 자연수를 차례대로 스택(stack)에 넣은 다음, 두 개의 자연수를 빼낸 뒤, 다시 세 개의 자연수 4, 5, 6을 차례대로 넣고, 다시 두 개의 자연수를 빼낸 다음, 7을 넣고 나서 스택에 있는 모든 자연수를 빼내었다. 다음 중 마지막에서 두 번째로 나온 자연수는 무엇일까?



- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 7

15. 펜을 떼지 않고 도형을 그리는데 한 번 지나간 선을 다시 지나지 않고 모든 선을 지나도록 그릴 수 있다면 그 도형은 한붓그리기가 가능하다고 한다. 또, 모든 정점(vertex)이 다른 정점과 연결되어 있는 그래프를 완전그래프라고 하고, 정점의 개수가  $n$ 개인 완전그래프를  $K_n$ 이라고 표시한다. 예를 들어, 다음 그래프는  $K_4$ 를 나타낸다. 정점의 개수가 6인 완전그래프  $K_6$ 에서 최소 몇 개의 선분을 빼내야 한붓그리기가 가능한가? 단, 시작점과 끝점이 같아야 한다.



- ① 0    ② 1    ③ 2    ④ 3    ⑤ 4

16. 1을 7로 나누었을 때 소수점 이하 19번째 자리 수는 다음 중 어떤 것인가?

- ① 1    ② 2    ③ 4    ④ 5    ⑤ 7

17. 미국 돈 40 달러는 싱가포르 돈 32 달러에 해당하고, 싱가포르 돈 80 달러는 홍콩 돈 100 달러에 해당한다. 이때 미국 돈 111 달러는 홍콩 돈으로 몇 달러가 되는가?

- ① 111    ② 112    ③ 115    ④ 120    ⑤ 150

18. 암탉은 한 마리에 15원, 수탉은 한 마리에 9원, 병아리는 한 마리에 1원이다. 300원을 모두 사용하여 정확히 100마리를 사는데 암탉을 되도록 많이 사려고 한다면 암탉을 몇 마리 사게 될까?

- ① 8마리    ② 10마리    ③ 12마리    ④ 14마리    ⑤ 15마리

19. 철수에게는 세 명의 딸이 있는데, 영희에게 아이들의 나이를 맞추어보라고 하면서 딸들 나이들의 곱이 36이라고 하였다. 영희가 그 것만으로는 알 수 없다고 하자, 세 딸 나이의 합을 알려 주었다. 그런데 영희는 아직도 정보가 부족하다고 하였다. 세 딸 나이의 합으로 알려준 것은 다음 중 어떤 것인가?

- ① 10    ② 11    ③ 13    ④ 14    ⑤ 16

20. 지성의 지난번 국어, 영어, 산수 시험의 평균은 85점이었다. 이번 시험에서 국어 성적은 5점, 영어 성적은 7점이 올랐으나 수학 성적은 3점이 내렸다면, 지성의 이번 시험 평균은 얼마인가?

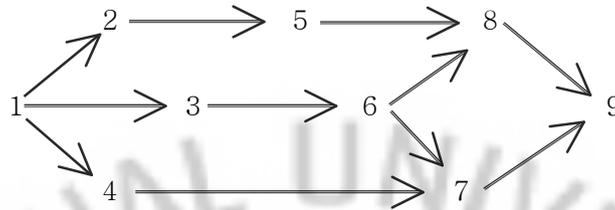
- ① 87점    ② 88점    ③ 89점    ④ 90점    ⑤ 94점

21. 반 학생 30명이 한 줄로 줄을 섰다. 주영이가 7번째에 서 있고, 동국이가 23번째에 서 있다면 둘 사이에는 몇 명의 사람이 서 있을까?

- ① 15명    ② 16명    ③ 17명    ④ 18명    ⑤ 19명

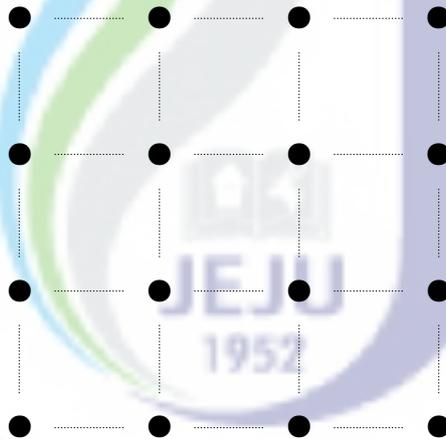
22. 다음 그림에서 화살표는 일의 순서를 나타내는 것이다. 예를 들어 다음 그림에서 8번 일을 수행하려면 5번 일과 6번 일을 먼저 하여야 한다는 뜻이다.

다음 보기의 순서로 일을 수행하고자 할 때 모든 일을 제대로 끝낼 수 없는 경우는 어떤 것인가?



- ① 1 2 3 4 5 6 7 8 9    ② 1 2 4 3 5 6 7 8 9    ③ 1 4 2 3 5 6 7 8 9  
 ④ 1 2 5 3 4 6 8 7 9    ⑤ 1 2 3 4 5 7 6 8 9

23. 16개의 점이 아래와 같이 놓여 있다. 점선으로 이은 두 점사이의 거리가 모두 같다고 할 때, 서로 다른 네 점을 이어 만들 수 있는 정사각형의 개수는 모두 몇 개인가?



- ① 14개    ② 16개    ③ 18개    ④ 20개    ⑤ 22개

24. 5마리의 쥐가 한 덩이 치즈를 먹는데 30분이 걸린다. 6마리의 쥐가 한 덩이 치즈를 먹는데는 몇 분이 걸릴까?

- ① 24분    ② 25분    ③ 27분    ④ 35분    ⑤ 36분

25. 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 나가는 순서로 가능한 경우가 아닌 것은? 단, 모든 차는 화살표 방향으로만 이동이 가능하고, 그 반대 방향으로로는 이동할 수 없다.



- ① A-C-B    ② B-A-C    ③ B-C-A    ④ C-A-B    ⑤ C-B-A

[부록 2] 기출문제 해답

01\_ 생활 속의 논리

1. 4개 중에서 참인 하나를 고르는 문제입니다. A, B, C, D는 각각 아래와 같이 말하였습니다.

A: B가 1등을 할 것이다.  
 B: D가 꼴찌를 할 것이다.  
 C: A가 2등을 할 것이다.  
 D: A의 예측이 맞을 것이다.

각각의 참일 경우에 논리적인 문제가 없는지 살펴보며 참을 말한 사람을 찾아봅시다.

A가 참일 경우	A	B가 1등(A는 참이므로 꼴찌)
	B	D는 꼴찌가 아님
	C	A는 2등이 아님
	D	<b>A의 예측이 틀림</b>

A가 참이라고 가정했지만 A의 예측이 틀렸다는 D의 예측이 서로 모순되므로 A의 말은 참이 아닙니다.

B가 참일 경우	A	B는 1등이 아님
	B	<b>D가 꼴찌(B는 참이므로 꼴찌)</b>
	C	A는 2등이 아님
	D	A의 예측이 틀림

B가 참일 경우 문제에서 가정한 것처럼 꼴찌이지만 B는 D가 꼴찌라고 했기 때문에 모순이 됩니다. 따라서 B의 말은 거짓입니다.

C가 참일 경우	A	B는 1등이 아님
	B	D는 꼴찌가 아님
	C	A는 2등임(C는 참이므로 꼴찌)
	D	A의 예측이 틀림

C가 참일 경우 A는 2등이고 C는 꼴찌가 됩니다. A의 말이 거짓이므로 B는 1등이 아닌 3등이고 D가 1등이 됩니다. 즉, C의 말은 참입니다.

D가 참일 경우	A	B는 1등이 아님
	B	D는 꼴찌가 아님
	C	A는 2등이 아님
	D	A의 예측이 맞음(D는 참이므로 꼴찌)

D가 참일 경우 A의 예측이 맞아야 하지만 이것은 참이 하나 밖에 없다는 문제의 가정과 모순이 되기 때문에 D의 말은 거짓입니다.

위 과정에 따라서 경기에서 1등을 한 사람은 ④ D입니다.

2. 누가 거짓말쟁이일까요?

갑 : 우리 둘 중 적어도 한 사람은 거짓말쟁이예요.

갑의 말이 참이라면 둘 중 적어도 한 사람은 거짓말쟁이이기 때문에 한 사람만 거짓말쟁이이거나 모두가 거짓말쟁이어야 합니다. 갑의 말이 참이라고 가정했으므로 갑은 참말쟁이, 을은 거짓말쟁이입니다.

갑의 말이 거짓이라면 한 사람도 거짓말쟁이이면 안 됩니다. 하지만 갑이 거짓을 말하고 있다는 가정과 모순이 생깁니다.

따라서 답은 ② 갑 : 참말쟁이, 을 : 거짓말쟁이입니다.

3. 다음과 같은 칸과 조건이 있습니다.

1번 칸	2번 칸	3번 칸
4번 칸	5번 칸	6번 칸

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 강아지 옆 칸에는 고양이가 있다.</li> <li>2. 토끼 아래 칸에는 거북이가 있다.</li> <li>3. 다람쥐 옆 칸에는 햄스터만 있다.</li> <li>4. 강아지와 거북이는 가장 멀리 떨어져 있다.</li> </ol>
---

2번 문장을 따르면 토끼는 1, 2, 3번 칸(위층) 중에 하나이고 거북이는 4, 5, 6번 (아래층) 칸 중에 하나입니다.

4번 문장에 강아지와 거북이는 가장 멀리 떨어져 있다고 했으므로 대각선 위치에 놓여 있어야 합니다. 거북이가 아랫층에 있으므로 강아지는 윗층에 있어야 합니다. 따라서 강아지 1번 칸, 거북이 6번 칸 또는 강아지 3번 칸, 거북이 4번 칸에 위치합니다.

3번 문장에서 다람쥐 옆 칸에는 햄스터만 있다고 한 것으로 보아 다람쥐는 1, 3, 4, 6번처럼 구석에 위치해야 합니다. 2번 문장과 4번 문장에 의해 위 층에는 토끼와 강아지가 이미 정해져 있기 때문에 다람쥐와 그 옆에 위치한 햄스터가 들어갈 칸이 없습니다. 따라서 다람쥐는 4번 칸 또는 6번 칸입니다.

1번 칸에 강아지 옆 칸에는 고양이가 있다고 하였는데 강아지는 1번 또는 3번이므로 고양이는 2번 칸에 위치하게 됩니다.

위의 내용을 바탕으로 정리하면 아래처럼 2가지 상황이 있게 됩니다.

강아지	고양이	토끼
다람쥐	햄스터	거북이

토끼	고양이	강아지
거북이	햄스터	다람쥐

두 상황 모두 문제인 5번 위치에는 햄스터가 위치하게 됩니다. 답은 ⑤ 햄스터입니다.

## 02\_ 집합

1. 문제에서 주어진 조건을 정리하면 다음과 같습니다.

승일이네 학교에 다니는 학생 : 80명 남학생 : 50명 여학생 : 30명 안경을 쓴 학생 : 45명 안경을 쓰지 않은 학생 : 35명
---

가장 많은 남학생이 안경을 쓰는 경우는 안경을 쓰는 학생이 모두 남학생일 경우로 45명입니다. 반대로 가장 적은 남학생이 안경을 쓰는 경우는 모든 여학생이 안경을 쓰는 경우로 여학생 35명이 모두 안경을 쓴다면 남학생은 15명만 안경을 쓰게 됩니다. 최대인원인 45명과 최대 15명의 합은 ① 60명입니다.

2. 문제에서 주어진 조건을 정리하면 다음과 같습니다.

설문조사에 참여한 학생(U) : 100명 국어 강의를 듣고 있는 학생(A) : 65명 산수 강의를 듣고 있는 학생(B) : 55명 국어 강의와 산수 강의를 듣고 있는 학생( $A \cap B$ ) : 25명
--

아무 강의도 듣지 않는 학생은 전체 집합에서 합집합의 원소 개수를 빼주면 됩니다.

국어와 수학 강의를 적어도 하나라도 듣고 있는 학생은  $n(A \cup B) = n(A) + n(B) - n(A \cap B)$  이므로  $n(A \cup B) = 65 + 55 - 25 = 95$ 입니다. 따라서 국어, 산수 어느



<p>③ 4, 5, 6을 집어 넣습니다</p>	<p>입구</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>6</td></tr> <tr><td>5</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>1</td></tr> </table>				6	5	4	1
6								
5								
4								
1								
<p>④ 두 개의 자연수를 빼냅니다. 위에 있는 6, 5가 밖으로 나옵니다</p>	<p>입구</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>6</td></tr> <tr><td>5</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>1</td></tr> </table>	6	5			4	1	
6								
5								
4								
1								
<p>⑤ 7을 집어 넣습니다.</p>	<p>입구</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>7</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>1</td></tr> </table>				7	4	1	
7								
4								
1								
<p>⑥ 스택 안에 모든 자연수를 빼냅니다. 나중에 들어간 순서로 나옵니다. 7, 4, 1의 순서로 나오게 되므로 마지막에서 두 번째 나온 자연수는 ④ 4입니다.</p>	<p>입구</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>7</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>1</td></tr> </table>					7	4	1
7								
4								
1								

2. 아래의 순서대로 스택이 동작하게 됩니다.

① 1, 2, 3을 집어 넣습니다.

② 두 개의 자연수를 빼냅니다. 나오는 순서는 3, 2입니다. 스택에는 1만 남게 됩니다.

③ 4, 5를 집어 넣습니다. 스택에는 아래에서부터 1, 4, 5가 들어있게 됩니다.

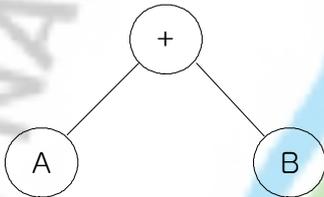
④ 스택에서 모든 자연수를 꺼냅니다. 가장 나중에 들어온 자연수부터 나가게 되므로 나오는 순서는 5, 4, 1입니다. 정답은 ⑤ 3, 2, 5, 4, 1입니다.

#### 04\_ 큐

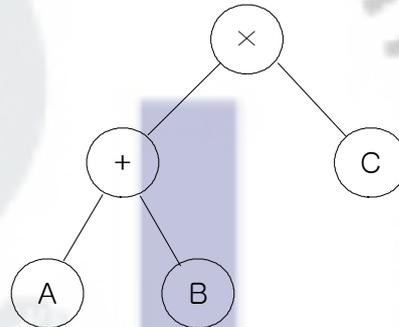
1. 큐는 먼저 들어온 데이터가 먼저 나가는 선입선출 구조입니다. 즉, 들어온 순서와 나가는 순서가 같습니다. 2, 3, 1, 5, 4의 순서로 들어왔으니 마찬가지로 순서인 2, 3, 1, 5, 4의 순서로 나갑니다. 정답은 ②입니다.

2. 이 문제는 큐와 스택이 함께 있는 구조입니다. 직진을 할 때는 큐가 돼 먼저 들어온 차가 먼저 나가지만 길을 꺾는 순간 스택이 돼서 나중에 들어온 차가 먼저 나가게 됩니다. 나머지 순서는 모두 가능하지만 ④  $C - A - B$ 는 불가능합니다.

#### 05\_ 트리

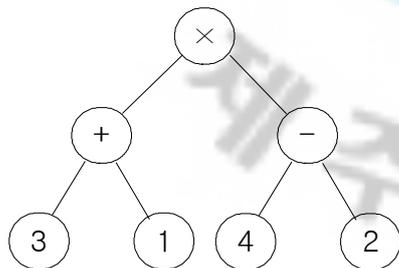


<  $A + B$ 를 표현한 경우 >



<  $(A + B) \times C$ 를 표현한 경우 >

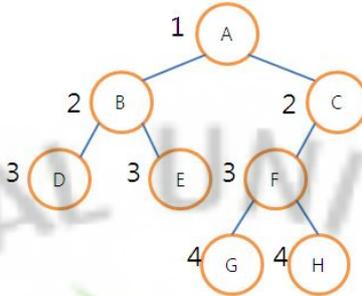
위 두 트리는 중위 순회를 통해 수식을 만듭니다. 위와 같이 왼쪽 서브트리 방문, 노드방문, 오른쪽 서브트리를 방문하는 방식을 중위 순회라고 합니다.



중위 순회에 따르면 3, +, 1, ×, 4, -, 2의 순서로

방문하게 됩니다. 즉, 수식은  $(3 + 1) \times (4 - 2)$ 이 되고 이 수식의 결과는 ② 8입니다.

2. 하나의 노드가 루트노드로부터 얼마나 떨어져 있는가를 나타내는 것을 레벨이라고 합니다. 따라서 각 노드의 레벨은 다음과 같습니다.



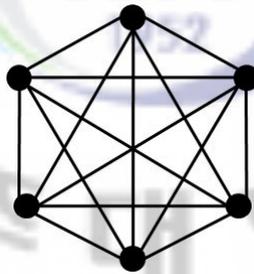
레벨이 가장 높은 노드는 G와 H로 레벨이 4입니다. 따라서 정답은 ⑤ G입니다.

### 06\_ 그래프

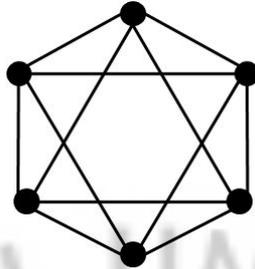
1. 순환 또는 사이클은 그래프가 가진 경로 중에서 시작점과 끝점이 연결된 경로를 말합니다. 문제의 그래프에서 가장 정점이 많은 사이클은 8개이며 가장 적은 정점을 가지고 있는 사이클의 정점 수는 ② 4개입니다.

### 07\_ 한붓그리기

1. 시작점과 끝점이 같고 한붓그리기가 가능한 그래프를 오일러 회로라고 합니다. 오일러 회로가 되기 위한 조건은 모든 정점이 짝수점여야 합니다. 아래에 보는 그래프가  $K_6$  인 정점이 6개인 그래프입니다.

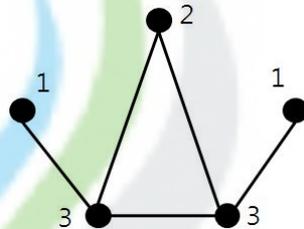


위 그래프의 각 정점의 차수는 모두 5로 홀수점입니다. 앞서 말한 대로 오일러 회로가 되기 위해서는 모든 정점이 짝수가 되어야 합니다.

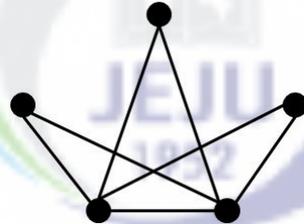


위의 그래프는 원래 그래프에서 3개의 간선을 뺀 그래프입니다. 모든 정점의 차수가 4로 모두가 다 짝수점이 되어 오일러 회로가 됩니다. 정답은 ④ 3개입니다.

2. 1번 문제와 마찬가지로 오일러 회로를 묻는 문제입니다.

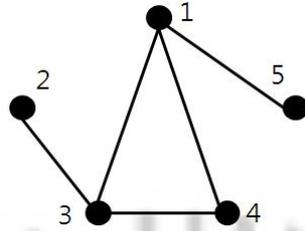


위에서 보는 대로 모든 그래프가 짝수점이 되기 위해서는 1, 3의 차수를 갖는 홀수점에 간선을 연결하여 짝수점으로 만들어 주어야 합니다.

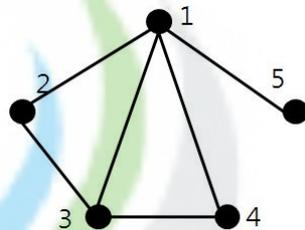


원래의 그래프에 2개의 간선을 추가하여 만든 오일러 회로입니다. 정답은 ③ 2입니다.

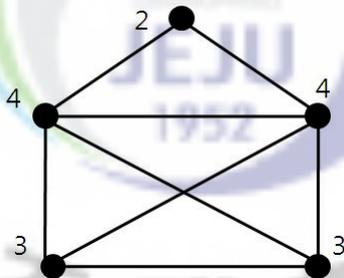
3. 시작점에 돌아올 필요가 없다고 하였으므로 오일러 경로를 찾는 문제입니다. 오일러 회로가 되기 위한 조건은 2개의 정점만이 홀수점이어야 합니다. 문제에서 제시된 그래프는 4번 그래프가 짝수점이고 나머지 4개의 점이 홀수점입니다.



따라서 홀수점 2개를 연결하여 짝수점으로 만들어 주면 오일러 경로가 됩니다. 풀이에서는 1번 정점과 2번 정점을 연결하여 오일러 경로를 만들어 주었지만 다양한 모양이 나올 수 있다는 것을 알아두세요.,



4. 오일러 경로에서 시작점이 될 수 있는 점을 찾아야 합니다. 오일러 경로는 그 그래프에서 홀수점이 2개만 있어야 하며 하나의 홀수점이 시작점이 되면 나머지 홀수점이 도착점이 됩니다.



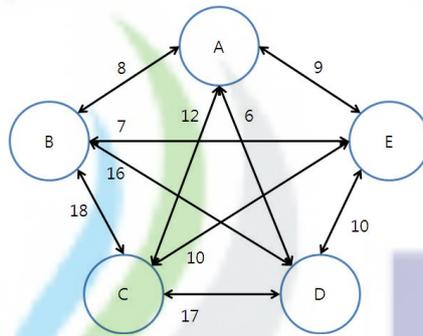
차수가 3인 정점이 시작점이 될 수 있습니다. ③ 2가 정답입니다.

## 08\_ 최단거리

1. 주어진 표에 나온 연결비용을 토대로 가장 적은 비용이 드는 도로를 찾는 문제입니다. 주어진 표는 다음과 같습니다.

	A	B	C	D	E
A		8	12	6	19
B	8		18	16	7
C	12	18		17	11
D	6	16	17		10
E	19	7	11	10	

아래의 그래프는 표를 그래프로 표현한 것입니다.



이런 문제는 지나지 않은 간선 중에서 가장 비용이 적게 드는 간선을 지나는 그래프를 찾습니다. 5개의 정점을 모두 연결하는데 필요한 최소의 간선의 개수는 4개입니다.

먼저 가장 비용이 적게 드는 간선을 찾습니다. 정점 A와 정점 D를 잇는 간선입니다.

간선	연결상태	비용
A-D	A-D	6

두 번째로 적은 비용이 드는 간선은 B-E를 연결하는 간선입니다.

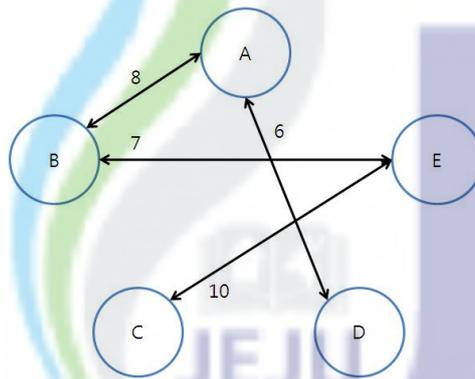
간선	연결상태	비용
A-D	A-D	6
B-E	A-D, B-E	7

세 번째로 적은 비용이 드는 간선은 A-B를 연결하는 간선입니다. 이렇게 하면 C를 제외한 A-B-D-E가 연결됩니다.

간선	연결상태	비용
A-D	A-D	6
B-E	A-D, B-E	7
A-B	A-D-B-E	8

그 다음 적은 비용의 간선은 9인 A-E이지만 이미 연결되어 있는 상태입니다. 그 다음은 비용이 10인 간선인데 그 중에서도 C를 잇는 E-C의 간선을 선택합니다.

간선	연결상태	비용
A-D	A-D	6
B-E	A-D, B-E	7
A-B	A-D-B-E	8
E-C	A-D-B-E-C	10



그래프로 표현하면 위와 같은 모양이 되고 비용은  $6+7+8+10=31$ 입니다. 답은 ① 31입니다.

## 09\_ 복면산

1. 문제의 복면산은 아래의 식입니다.

$$AB \times BA = 3627$$

1~9까지의 자연수 중 2개를 곱해서 7이 되는 경우는  $(A, B) = (1, 7)$  과  $(A, B) = (3, 9)$  밖에 없습니다(순서는 중요하지 않습니다).  $17 \times 71 = 1207$ 이고  $39 \times 93$

= 3627이므로 A, B 두 수의 합은 ④ 12입니다.

2. 주어진 식을 보겠습니다.

$$\begin{array}{r} A B C \\ + A B C \\ \hline B B A \end{array}$$

먼저  $A+A$ 가 10보다 작으므로 A는 4보다 작거나 같다는 사실을 추리할 수 있습니다. A, B, C는 1~9까지의 수인데 십의 자리인  $B+B+(\text{일의 자리 올림수}) = B$ 가 되는 경우는 일의 자리 올림수 1이 있는 상태에서 B가 9인 경우 밖에 없습니다. 따라서 B는 9이며 일의 자리에서 올림수가 있으므로 C는 6이상의 수입니다(5이면 A가 0이므로 C는 5가 될 수 없습니다.). 십의 자리에서 올라온 올림수가 1이기 때문에  $A+A+1=9$ 를 만족해야 하므로  $A=4$ 입니다. 마지막으로  $C+C=14$ 이기 때문에  $C=7$ 입니다.

$$\begin{array}{r} 4 9 7 \\ + 4 9 7 \\ \hline 9 9 4 \end{array}$$

따라서 문제에서 구하는  $A+B+C = 4+9+7 = 20$ 으로 정답은 ④번입니다.