

프로그래밍연습 Lab 3

C 프로그램 수식과 연산자

[TA] 강성민, 김기현, 최석원, 최지은, 표지원

Department of Computer Science and Engineering

Seoul National University, Korea

2022/09/28

이번 장에서 학습할 내용

- 수식과 연산자

- 산술 연산 + - * / %
- 부호 연산 + -
- 증감 연산 ++ --
- 대입 연산 =
- 형변환 연산 (type)
- 관계 연산 >> << == != >= <=
- 논리 연산 && || !
- 조건 연산 ?
- 콤마 연산 ,
- 비트 연산 & | ^ ~ << >>

- 우선 순위와 결합 법칙

수식의 예

x가 3일때 수식
 $x^2 - 5x + 6$ 의 값을
계산하라.



```
int x, y;  
  
x = 3;  
y = x*x - 5*x + 6;  
printf("%d\n", y);
```

수식

- 수식(expression)

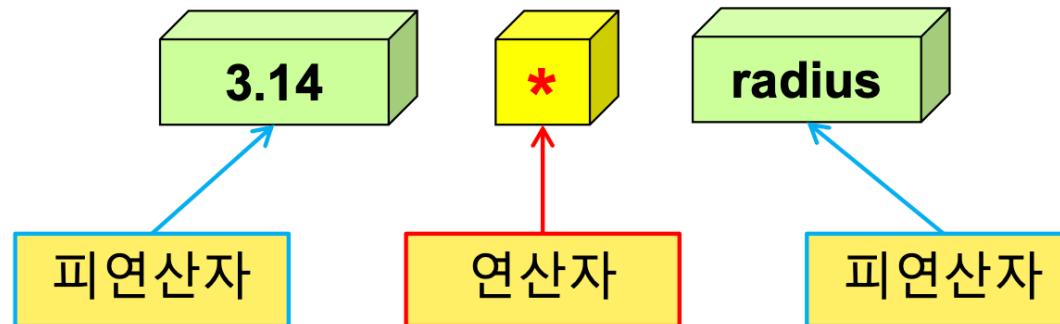
$x + y$

$x*x + 5*x + 6$

$(principal * interest_rate * period) / 12.0$

- 수식(expression)

- 상수, 변수, 연산자의 조합
- 연산자와 피연산자로 나누어진다.



기능에 따른 연산자의 분류

연산자의 분류	연산자	의미
대입	=	오른쪽을 왼쪽에 대입
산술	+ - * / %	사칙연산과 나머지 연산
부호	+ -	
증감	++ --	증가, 감소 연산
관계	> < == != >= <=	오른쪽과 왼쪽을 비교
논리	&& !	논리적인 AND, OR
조건	?	조건에 따라 선택
콤마	,	피연산자들을 순차적으로 실행
비트 단위 연산자	& ^ ~ << >>	비트별 AND, OR, XOR, 이동, 반전
sizeof 연산자	sizeof	자료형이나 변수의 크기를 바이트 단위로 반환
형변환	(type)	변수나 상수의 자료형을 변환
포인터 연산자	* & []	주소계산, 포인터가 가리키는 곳의 내용 추출
구조체 연산자	. ->	구조체의 멤버 참조

피연산자수에 따른 연산자 분류

- **단항** 연산자: 피연산자의 수가 1개

$++x;$

$--y;$

- **이항** 연산자: 피연산자의 수가 2개

$x + y$

$x - y$

- **삼항** 연산자: 연산자의 수가 3개

$x ? y : z$

중간 점검

1. 수식(expression)이란 어떻게 정의되는가?
2. 상수 10도 수식이라고 할 수 있는가?
3. 아래의 수식에서 피연산자와 연산자를 구분하여 보라.

$$y = 10 + 20;$$

4. 연산자를 단항 연산자, 이항 연산자, 삼항 연산자로 나누는 기준은 무엇인가?

산술 연산자

- 산술 연산: 컴퓨터의 가장 기본적인 연산
- 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 등의 사칙 연산을 수행하는 연산자

연산자	기호	의미
덧셈	$x+y$	x 와 y 를 더한다
뺄셈	$x-y$	x 에서 y 를 뺀다.
곱셈	$x*y$	x 와 y 를 곱한다.
나눗셈	x/y	x 를 y 로 나눈다.
나머지	$x\%y$	x 를 y 로 나눌 때의 나머지값

산술 연산자의 예

$$y = mx + b \rightarrow y = m*x + b$$

$$y = ax^2 + bx + c \rightarrow y = a*x*x + b*x + c$$

$$m = \frac{x + y + z}{3} \rightarrow m = (x + y + z) / 3$$



(참고) 거듭 제곱 연산자는?

C에는 거듭 제곱을 나타내는 연산자는 없다.
 $x * x$ 와 같이 단순히 변수를 두 번 곱한다.

산술 연산 프로그램(arithmetic_op.c)

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int x, y, result;
    printf("두개의 정수를 입력하시오: ");
    scanf("%d %d", &x, &y);

    result = x + y;           // 덧셈
    printf("%d + %d = %d \n", x, y, result);

    result = x - y;           // 뺄셈
    printf("%d - %d = %d \n", x, y, result);

    result = x * y;           // 곱셈
    printf("%d * %d = %d \n", x, y, result);

    result = x / y;           // 나눗셈
    printf("%d / %d = %d \n", x, y, result);

    result = x % y;           // 나머지
    printf("%d %% %d = %d \n", x, y, result);

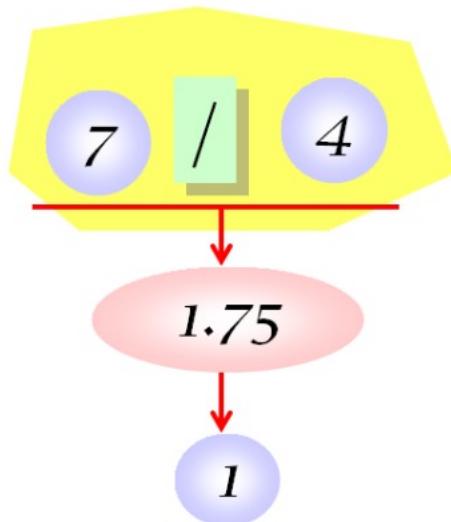
    return 0;
}
```

- jechoi@labserver PP2022f_lab % ./arithmetic_op
두 개의 정수를 입력하시오: 7 4
7 + 4 = 11
7 - 4 = 3
7 * 4 = 28
7 / 4 = 1
7 % 4 = 3

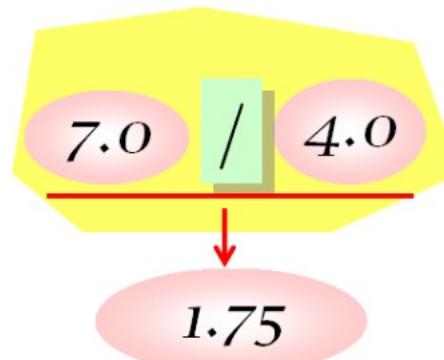
↑ % 기호 출력하려면 %% 두번 작성하면됨

나눗셈 연산자

- 정수형끼리의 나눗셈에서는 결과가 정수형으로 생성되고 부동소수점형끼리는 부동소수점 값을 생성한다.
- 정수형끼리의 나눗셈에서는 소수점 이하는 버려진다.



정수와 정수 끼리의 나눗셈.



실수와 실수 끼리의 나눗셈.



나눗셈 연산 프로그램(division.c)

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    double x, y, result;

    printf("두개의 실수를 입력하시오: ");
    scanf("%lf %lf", &x, &y);

    result = x + y;      // 덧셈 연산 후 그 결과를 result에 대입
    printf("%f + %f = %f \n", x, y, result);

    result = x - y;      // 뺄셈
    printf("%f - %f = %f \n", x, y, result);

    result = x * y;      // 곱셈
    printf("%f * %f = %f \n", x, y, result);

    result = x / y;      // 나눗셈
    printf("%f / %f = %f \n", x, y, result);

    return 0;
}
```

● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./division
두 개의 실수를 입력하시오: 7 4
 $7.000000 + 4.000000 = 11.000000$
 $7.000000 - 4.000000 = 3.000000$
 $7.000000 * 4.000000 = 28.000000$
 $7.000000 / 4.000000 = 1.750000$

나머지 연산자

- 나머지 연산자(modulus operator)는 첫 번째 피연산자를 두 번째 피연산자로 나누었을 경우의 나머지를 계산
 - $10 \% 2$ 는 0이다.
 - $5 \% 7$ 은 5이다.
 - $30 \% 9$ 는 3이다.
- 나머지 연산자를 이용한 짝수와 홀수 구분
 - $x \% 2$ 가 0이면 짝수
- 나머지 연산자를 이용한 5의 배수 판단
 - $X \% 5$ 가 0이면 5의 배수

아주
유용한
연산자
입니다.



나머지 연산자 프로그램(modulus.c)

```
#include <stdio.h>
#define SEC_PER_MINUTE 60 // 1분은 60초

int main(void)
{
    int input, minute, second;

    printf("초단위의 시간을 입력하시오: (32억초 이하) ");
    scanf("%d", &input);

    minute = input / SEC_PER_MINUTE;      // 몇 분
    second = input % SEC_PER_MINUTE;      // 몇 초

    printf("%d초는 %d분 %d초 입니다. \n", input, minute, second);

    return 0;
}
```

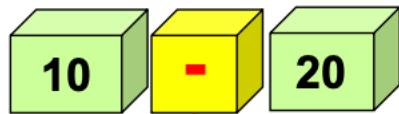
● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./modulus
초 단 위 의 시 간 을 입 력 하 시 오 : (32억 초 이 하) 70
70초 는 1분 10초 입 니 다 .

부호 연산자

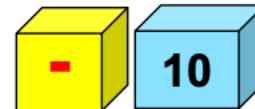
- 변수나 상수의 부호를 변경

$x = -10;$

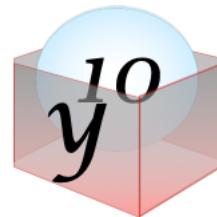
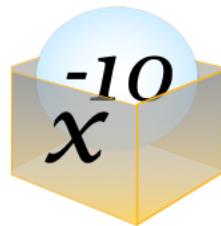
$y = -x; //$ 변수 y 의 값은 10이 된다.



이항연산자



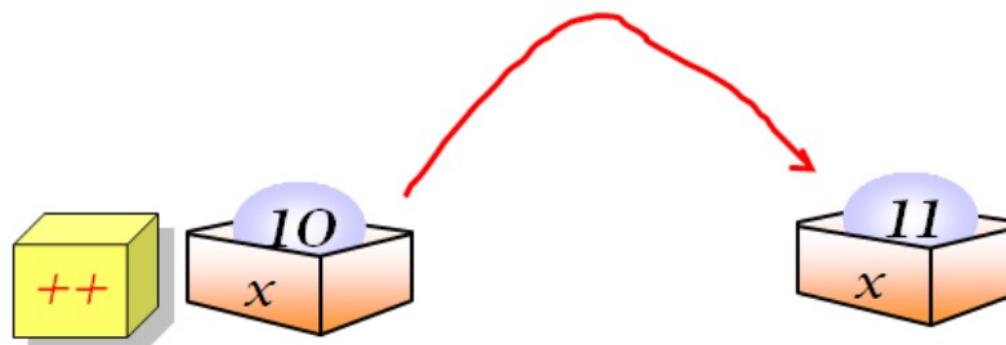
단항연산자



증감 연산자

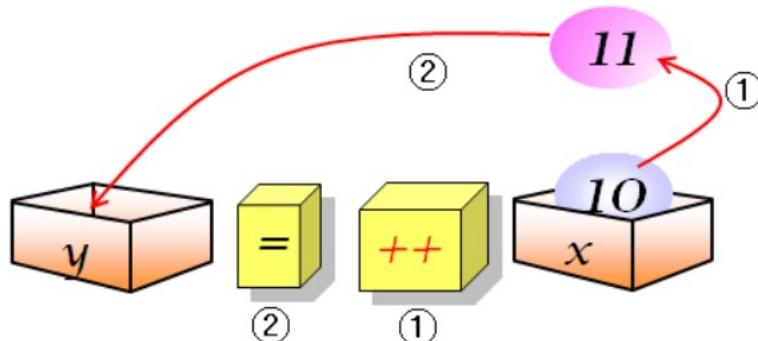
- 증감 연산자: `++`, `--`
- 변수의 값을 하나 증가시키거나 감소시키는 연산자

`++x`는 변수 x 의 값을 하나 증가시킨다.



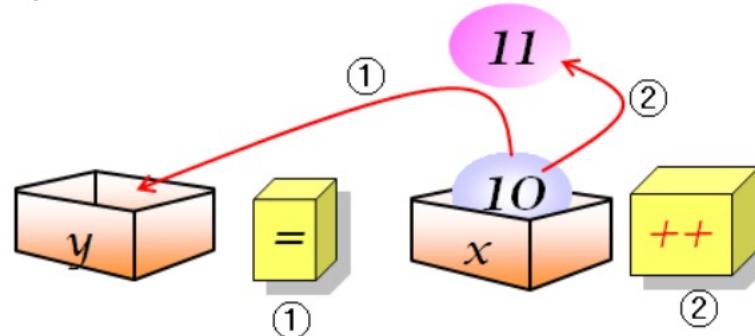
$++x$ 와 $x++$ 의 차이

- $++x$ 와 $x++$ 는 어떤 차이가 있을까?
- $y = ++x;$



증가된 x 의 값이 y 에 대입된다.

- $y = x++;$



증가되지 않은 x 의 값이 y 에 대입된다.

증감 연산자 정리

증감 연산자	의미
$++x$	수식의 값은 증가된 x 값이다.
$x++$	수식의 값은 증가되지 않은 원래의 x 값이다.
$--x$	수식의 값은 감소된 x 값이다.
$x--$	수식의 값은 감소되지 않은 원래의 x 값이다.

Quiz

- nextx와 nexty의 값은?

```
x = 1;  
y = 1;  
  
nextx = ++x;  
nexty = y++;
```



증감 연산자(IncDec_op.c)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int x = 10, y = 10;

    printf("x = %d \n", x);
    printf("++x의 값 = %d \n", ++x);
    printf("x = %d \n\n", x);

    printf("y = %d \n", y);
    printf("y++의 값 = %d \n", y++);
    printf("y = %d \n", y);

    return 0;
}
```

● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./IncDec_op

```
x = 10
++x의 값 = 11
x = 11

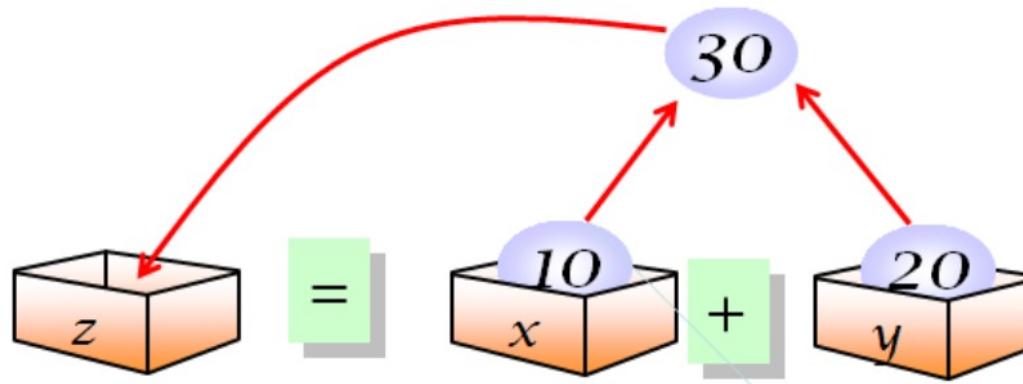
y = 10
y++의 값 = 10
y = 11
```

대입(배정, 할당) 연산자

- 왼쪽에 있는 변수에 오른쪽의 수식의 값을 계산하여 대입

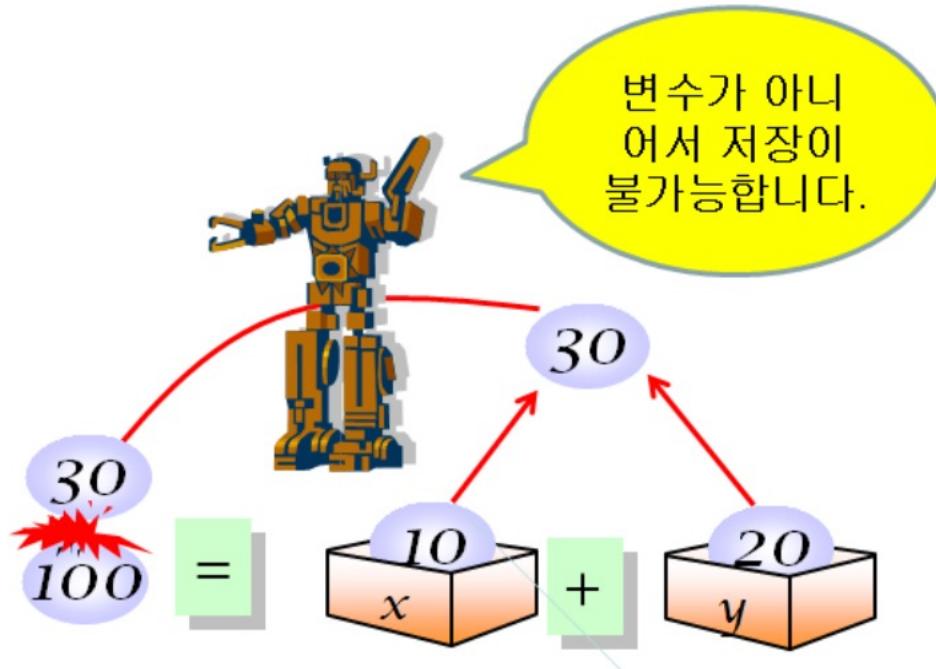
변수(variable) = 수식(expression);

- (예) $z = x + y;$



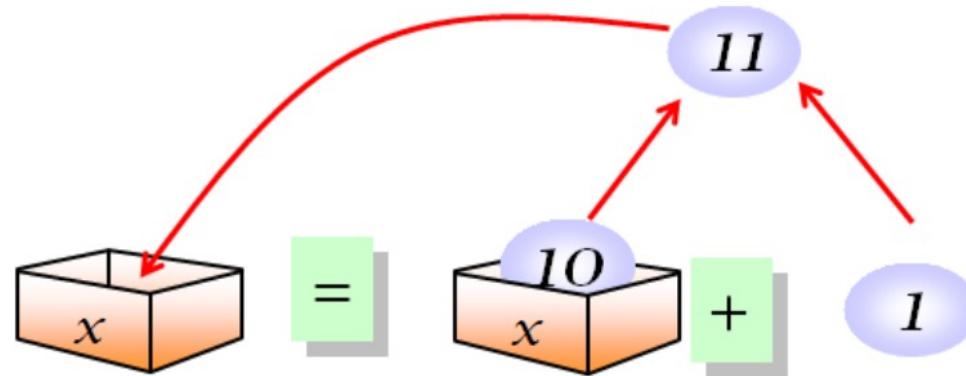
대입 연산자 주의점

- $100 = x + y;$ //컴파일 오류!



대입 연산자 주의점

- $x = x + 1;$
- 변수의 값을 1만큼 증가시킨다.



대입 연산의 결과값

$$y = 10 + (\underbrace{x = 2 + 7}_{\text{대입연산의 결과값은 9}});$$

덧셈연산의 결과값은 9

덧셈연산의 결과값은 19

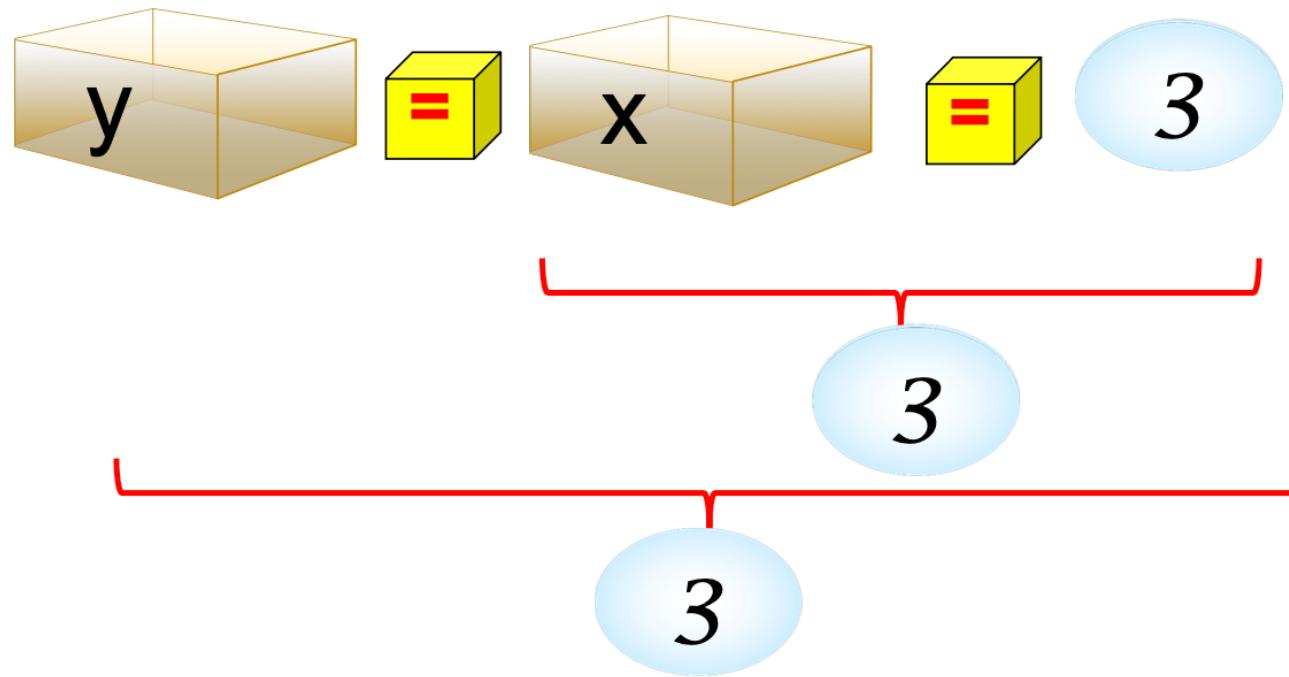
대입연산의 결과값은 19 (현재는 사용되지 않음)

모든 연산에는
결과값이 있고
대입 연산도
결과값이 있습니다.



예제

```
y = x = 3;
```



대입 연산자 프로그램(assignment.c)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int x, y;

    x = 1;
    printf("수식 x+1의 값은 %d \n", x+1);
    printf("수식 y=x+1의 값은 %d \n", y=x+1);
    printf("수식 y=10+(x=2+7)의 값은 %d \n", y=10+(x=2+7));
    printf("수식 y=x=3의 값은 %d \n", y=x=3);

    return 0;
}
```

● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./assignment
수식 x+1의 값은 2
수식 y=x+1의 값은 2
수식 y=10+(x=2+7)의 값은 19
수식 y=x=3의 값은 3

복합 대입 연산자

- 복합 대입 연산자란 +=처럼 대입연산자 =와 산술연산자를 합쳐 놓은 연산자
- 소스를 간결하게 만들 수 있음

$x = x + y$ 와 의미가 같음!

$x += y$

복합 대입 연산자

복합 대입 연산자	의미
$x += y$	$x = x + y$
$x -= y$	$x = x - y$
$x *= y$	$x = x * y$
$x /= y$	$x = x / y$
$x %= y$	$x = x \% y$
$x &= y$	$x = x \& y$
$x = y$	$x = x y$
$x ^= y$	$x = x ^ y$
$x >>= y$	$x = x >> y$
$x <<= y$	$x = x << y$

Quiz

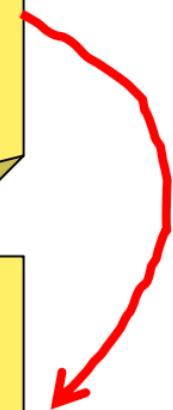
- 다음 수식을 풀어서 다시 작성하면?

$$x^* = y + 1$$

$$x \% = x + y$$

$$x = x^* (y + 1)$$

$$x = x \% (x + y)$$



복합 대입 연산자 프로그램(assignment2.c)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int x = 10, y = 10, z = 33;

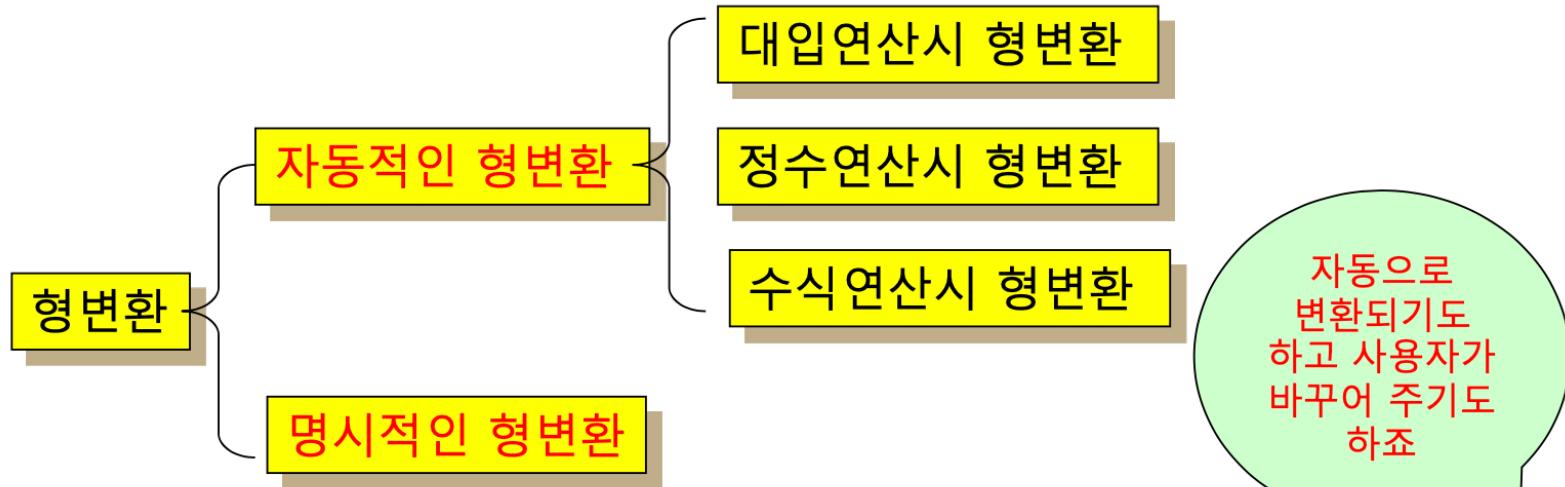
    x += 1;
    y *= 2;
    z %= x + y;

    printf("x = %d  y = %d  z = %d \n", x, y, z);
    return 0;
}
```

jechoi@labserver PP2022f_lab % ./assignment2
x = 11 y = 20 z = 2

형변환

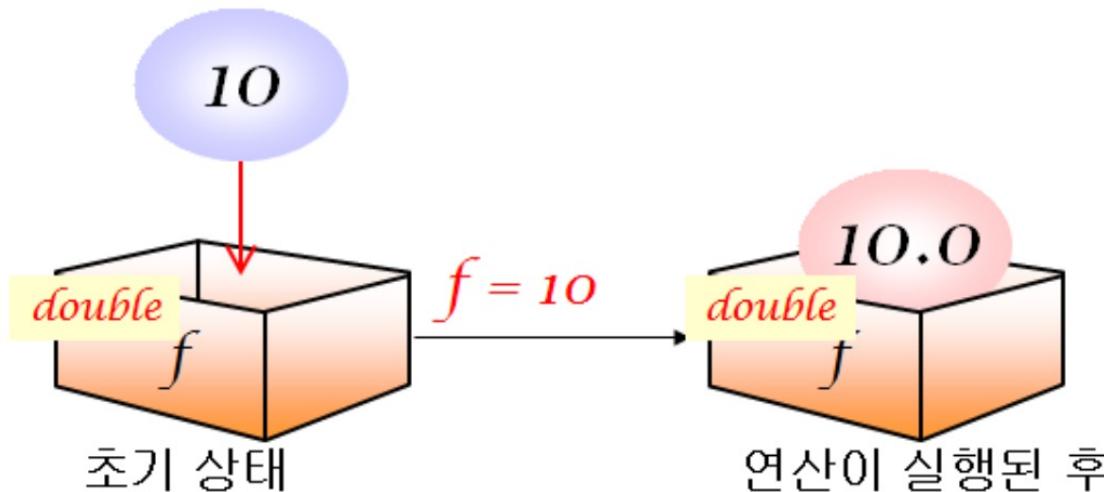
- 연산시에 데이터의 유형이 변환되는 것



대입 연산시의 자동적인 형변환

▪ 올림 변환

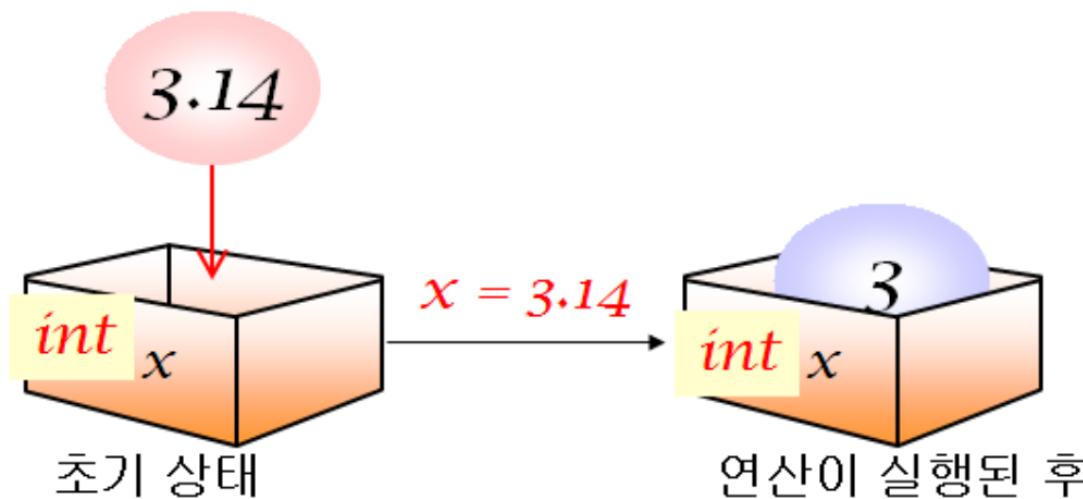
```
double f;  
f = 10; // f에는 10.0이 저장된다.
```



대입 연산시의 자동적인 형변환

▪ 내림 변환

```
int i;  
i = 3.141592;           // i에는 3이 저장된다.
```



올림 변환과 내림 변환

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    char c;
    int i;
    float f;

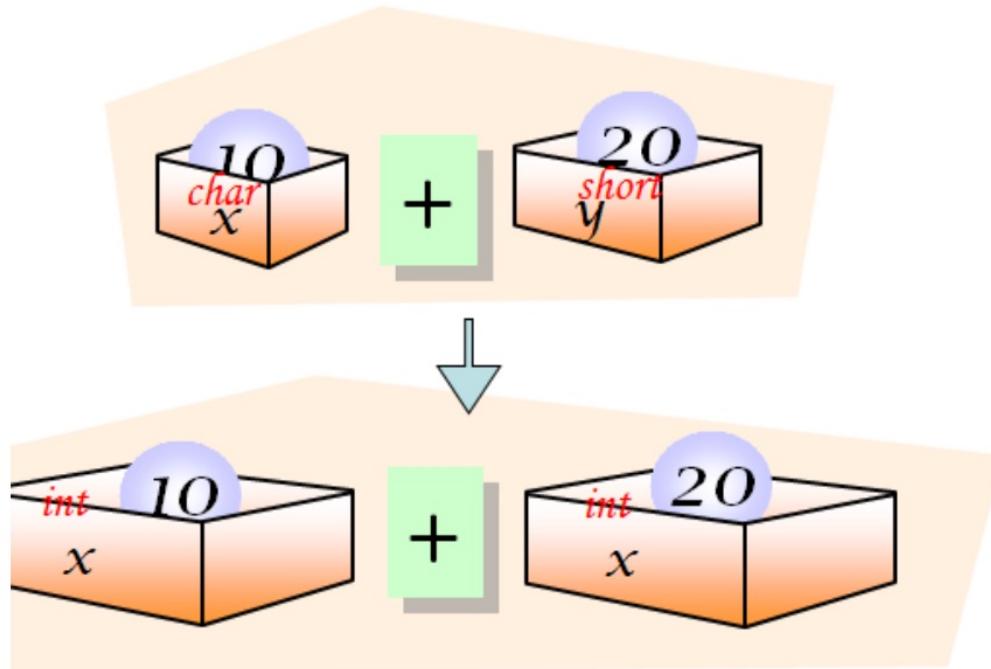
    c = 10000;                  // 내림 변환
    i = 1.23456;                // 내림 변환
    f = 10 + 20;                  // 올림 변환
    printf("c = %d, i = %d, f = %f \n", c, i, f);

    return 0;
}
```

```
● jechoi@labserver PP2022f_lab % gcc -o convert 07_convert.c
07_convert.c:10:9: warning: implicit conversion from 'double' to 'int' changes value from 1.23456 to 1 [-Wliteral-conversion]
    i = 1.23456;                // 내림 변환
    ~~~~~
07_convert.c:9:9: warning: implicit conversion from 'int' to 'char' changes value from 10000 to 16 [-Wconstant-conversion]
    c = 10000;                  // 내림 변환
    ~~~~~
2 warnings generated.
● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./convert
c = 16, i = 1, f = 30.000000
```

정수 연산시의 자동적인 형변환

- 정수 연산시 **char**형이나 **short**형의 경우,
자동적으로 **int**형으로 변환하여 계산한다.

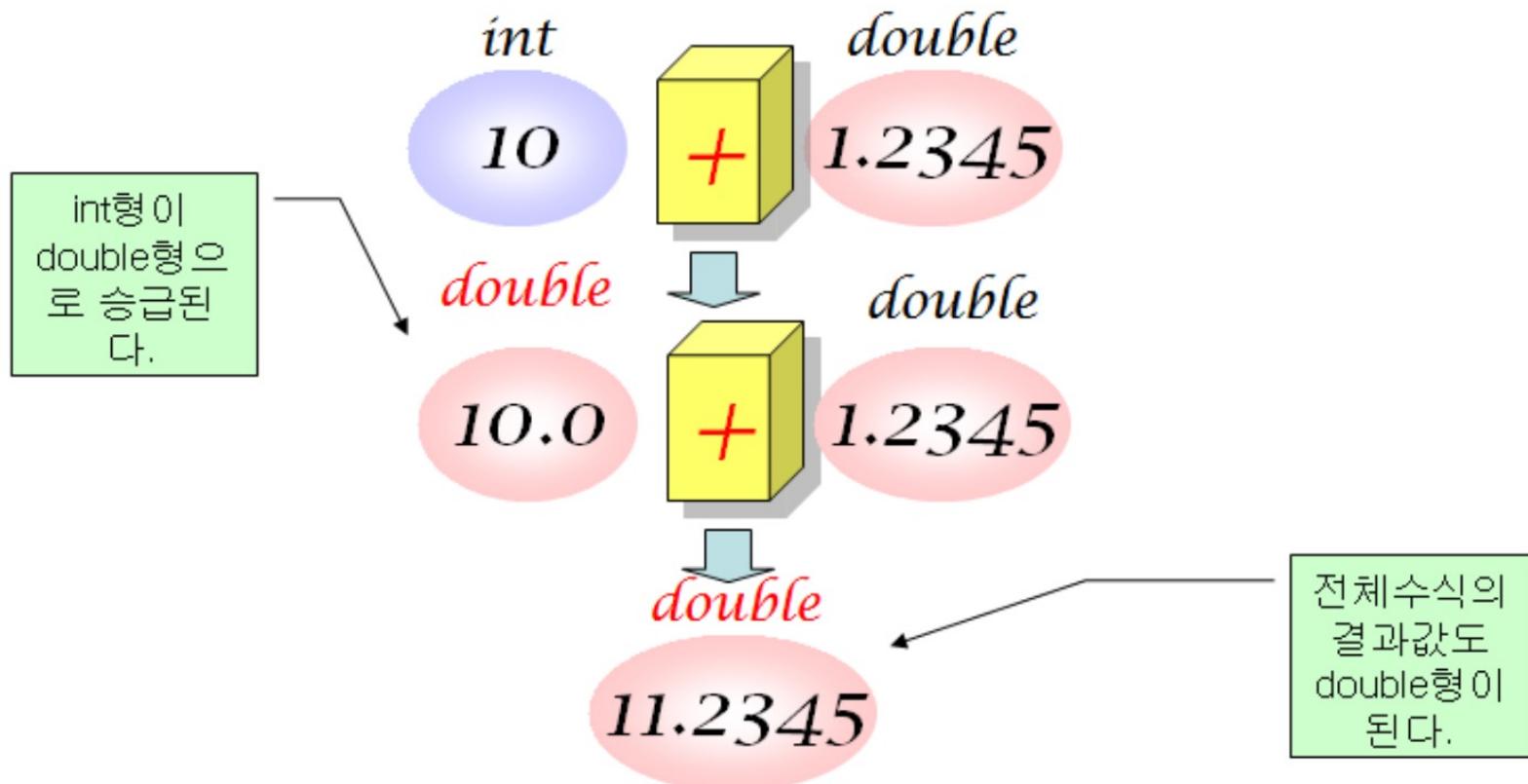


char나 short형
은 int형으로 통
일하여서 처리합
니다.



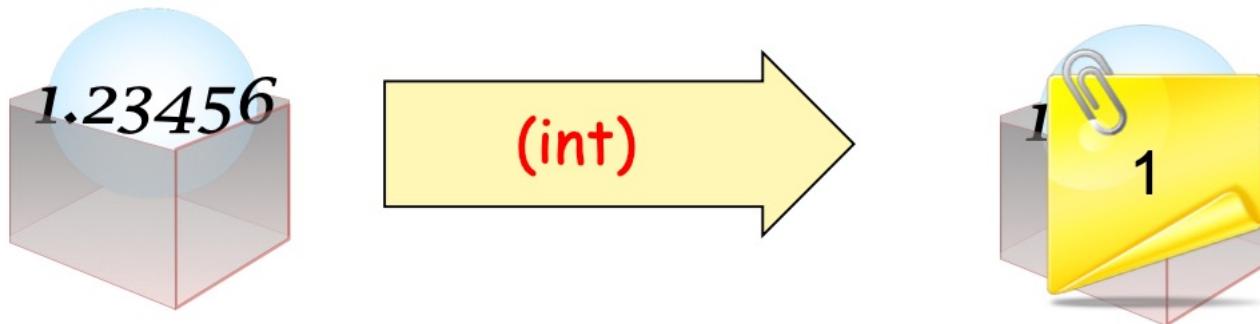
수식에서의 자동적인 형변환

- 서로 다른 자료형이 혼합되어 사용되는 경우,
더 큰 자료형으로 통일 된다.



명시적인 형변환

- 형변환(type cast): 사용자가 데이터의 타입을 변경하는 것
- (int) 1.23456 // int형으로 변환
- (double) x // double형으로 변환
- (long)(x+y) // long형으로 변환



Quiz : 형변환 프로그램(typecast.c)

1. int i;
2. double f;

3. f = 5 / 4;
4. f = (double)5 / 4;
5. f = 5 / (double)4;
6. f = (double)5 / (double)4;

7. i = 1.3 + 1.8;
8. i = (int)1.3 + (int)1.8;

형변환 프로그램(typecast.c)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int i;          // 정수형 변수 i 선언
    double f;       // 부동 소수점형 변수 f 선언

    f = 5/4;        // (정수/정수)는 정수지만 f에 저장되면서 1.0으로 변환된다.
    printf("f = 5/4 결과: %f \n", f);

    f = (double)5/4;    // 5를 부동소수점으로 변환하여 계산함. 전체는 부동소수점형이 된다.
    printf("f = (double)5/4 결과: %f \n", f);

    f = 5/(double)4;    // 4를 부동소수점으로 변환하여 계산함. 전체는 부동소수점형이 된다.
    printf("f = 5/(double)4 결과: %f \n", f);

    f = (double)5/(double)4;    // 5와 4를 모두 부동소수점으로 변환하여 계산한다.
    printf("f = (double)5/(double)4 결과: %f \n", f);

    i = 1.3 + 1.8;      // 1.3 + 1.8은 3.1로 계산되지만, 정수형 변수에 대입되므로 i는 3이 된다.
    printf("i = 1.3 + 1.8 결과: %d \n", i);

    i = (int)1.3 + (int)1.8;    // (int)1.3 + (int)1.8은 1+1로 계산되어 i는 2가 된다.
    printf("i = (int)1.3 + (int)1.8 결과: %d \n", i);

    return 0;
}
```

```
jechoi@labserver PP2022f_lab % ./typecast
f = 5/4 결과 : 1.000000
f = (double)5/4 결과 : 1.250000
f = 5/(double)4 결과 : 1.250000
f = (double)5/(double)4 결과 : 1.250000
i = 1.3 + 1.8 결과 : 3
i = (int)1.3 + (int)1.8 결과 : 2
```

관계 연산자

- 두개의 피연산자를 비교하는 연산자
- 결과값은 참(1) 아니면 거짓(0)

$x == y$

x 와 y의
값이
같은지
비교한
다.



관계 연산자

연산자	의미
$x == y$	x 와 y 가 같은가?
$x != y$	x 와 y 가 다른가?
$x > y$	x 가 y 보다 큰가?
$x < y$	x 가 y 보다 작은가?
$x >= y$	x 가 y 보다 크거나 같은가?
$x <= y$	x 가 y 보다 작거나 같은가?

관계 연산자 프로그램(relational_op.c)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int x, y;

    printf("두개의 정수를 입력하시오: ");
    scanf("%d %d", &x, &y);

    printf("x == y의 결과값: %d \n", x == y);
    printf("x != y의 결과값: %d \n", x != y);
    printf("x > y의 결과값: %d \n", x > y);
    printf("x < y의 결과값: %d \n", x < y);
    printf("x >= y의 결과값: %d \n", x >= y);
    printf("x <= y의 결과값: %d \n", x <= y);

    return 0;
}
```

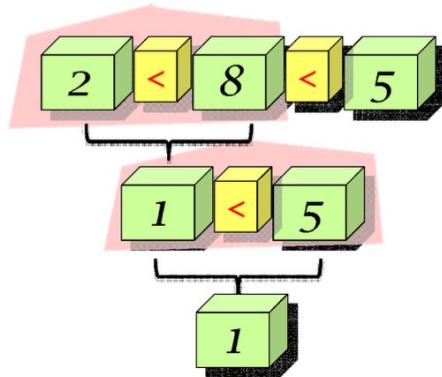
● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./relational_op
두 개의 정수를 입력하시오 : 3 4
x == y의 결과값 : 0
x != y의 결과값 : 1
x > y의 결과값 : 0
x < y의 결과값 : 1
x >= y의 결과값 : 0
x <= y의 결과값 : 1

주의할 점!

- (**$x = y$**)
 - y 의 값을 x 에 대입한다. 이 수식의 값은 x 의 값이다.
- (**$x == y$**)
 - X 와 y 가 같으면 1, 다르면 0이 수식의 값이 된다.
 - $(x == y)$ 를 $(x = y)$ 로 잘못 쓰지 않도록 주의!

관계 연산자 사용지 주의점

- 수학에서 처럼 $2 < x < 5$ 와 같이 작성하면 잘못된 결과가 나온다.



- 올바른 방법: $(2 < x) \&\& (x < 5)$

실수를 비교하는 경우

- $(1e32 + 0.01) > 1e32$
→ 양쪽의 값이 같은 것으로 간주되어서 거짓



중간 점검

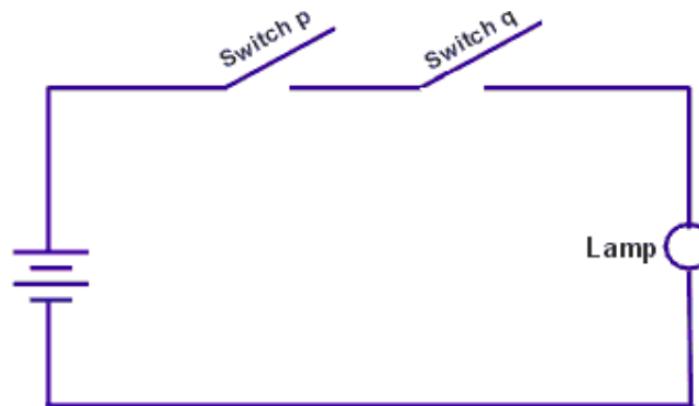
1. 관계 수식의 결과로 생성될 수 있는 값은 무엇인가?
2. $(3 \geq 2) + 5$ 의 값은?

논리 연산자

- 여러 개의 조건을 조합하여 참과 거짓을 따지는 연산자
- 결과값은 참(1) 아니면 거짓(0)

$x \&& y$

x와 y가 모두 참인 경우에만 참이 된다.



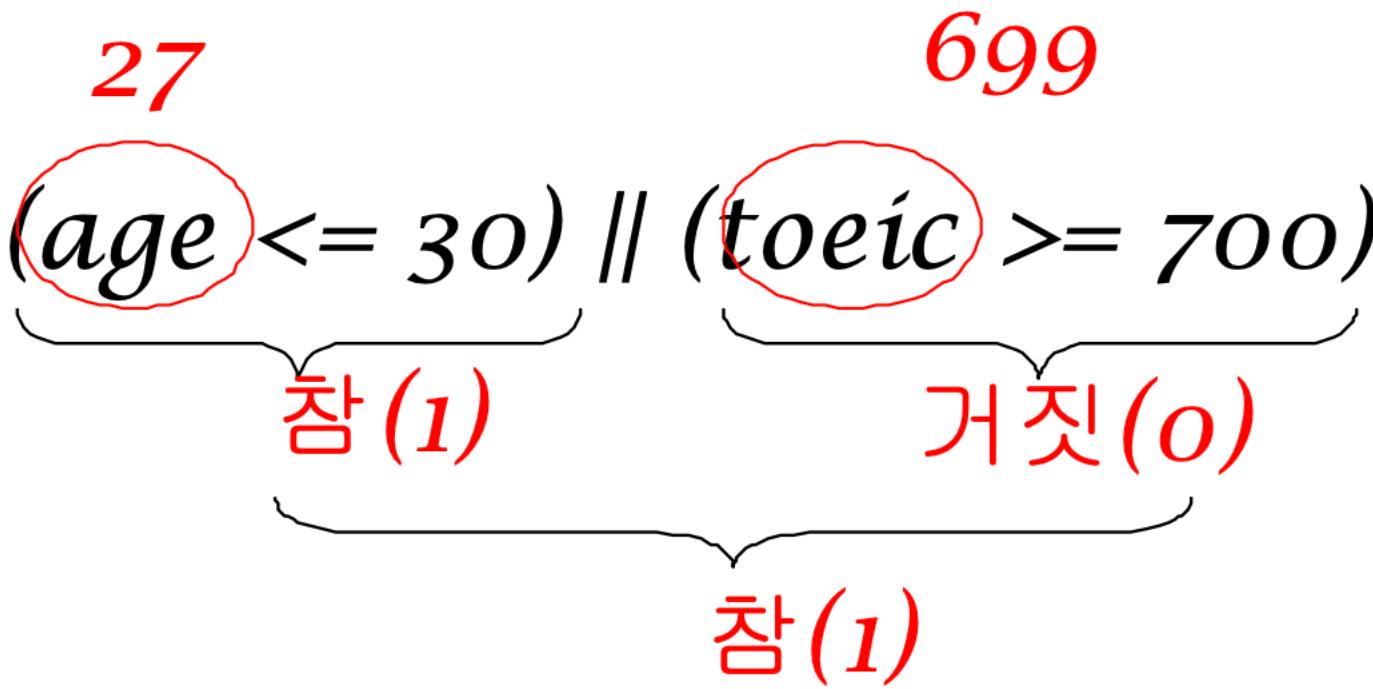
논리 연산자

연산자	의미
$x \&\& y$	AND 연산, x와 y가 모두 참이면 참, 그렇지 않으면 거짓
$x y$	OR 연산, x나 y중에서 하나만 참이면 참, 모두 거짓이면 거짓
$!x$	NOT 연산, x가 참이면 거짓, x가 거짓이면 참

AND 연산자

27
 $(age <= 30) \&\& (toeic >= 700)$
참(1)
참(1)
참(1)

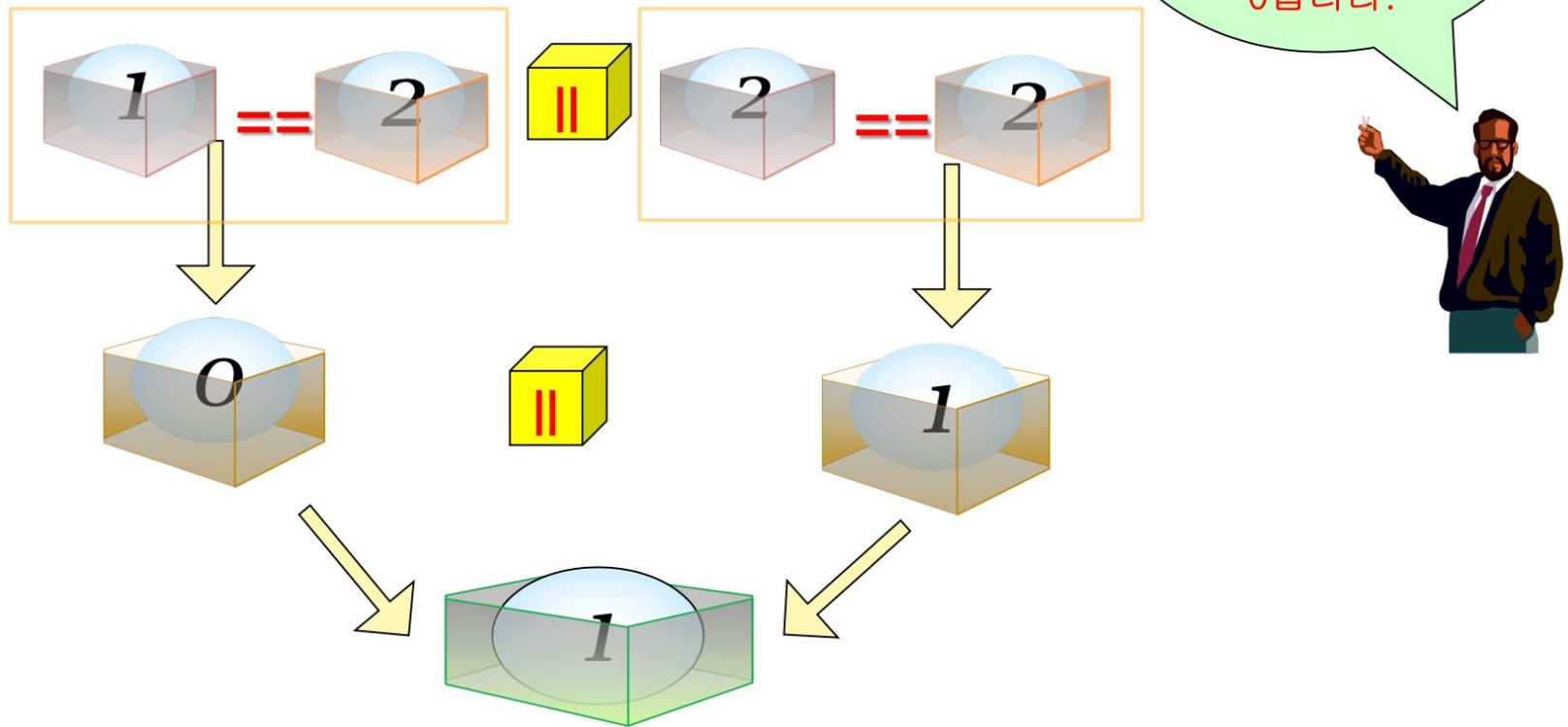
OR 연산자



논리 연산자의 계산 과정

- 논리 연산의 결과값은 항상 1 또는 0이다.
- (예) $(1 == 2) \parallel (2 == 2)$

0이 아닌 값을
참으로
취급하지만 논리
연산의 결과값은
항상 1 또는
0입니다.



참과 거짓의 표현 방법

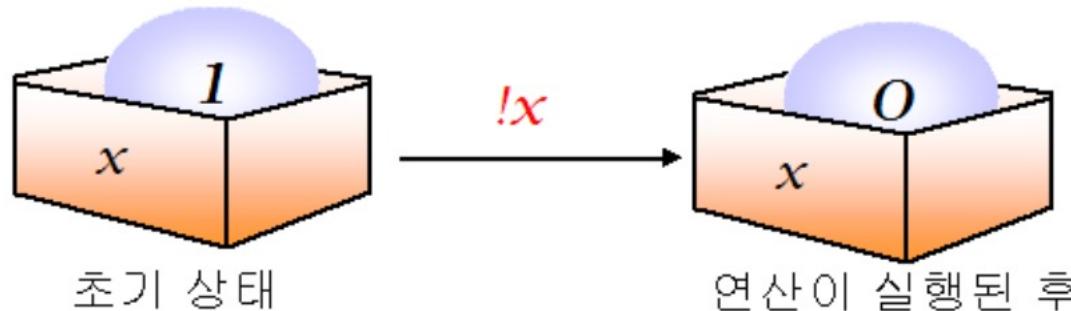
- 관계 수식이나 논리 수식이 만약 참이면 1이 생성되고, 거짓이면 0이 생성된다.
- 피연산자의 참/거짓을 가릴 때에는 0이 아니면 참이고 0이면 거짓으로 판단한다.
- 음수는 거짓으로 판단한다.
- (예) NOT 연산자를 적용하는 경우

```
!0          // 식의 값은 1  
!3          // 식의 값은 1  
!-3         // 식의 값은 1
```

!0 == 참(true)

NOT 연산자

- 피연산자의 값이 참이면 연산의 결과값을 거짓으로 만들고, 피연산자의 값이 거짓이면 연산의 결과값을 참으로 만든다.



- result = !1;** // result에는 0이 대입된다.
- result = !(2==3);** // result에는 1이 대입된다.

논리 연산자의 예

- “**x는 1, 2, 3중의 하나인가**”
 - $(x == 1) \parallel (x == 2) \parallel (x == 3)$
- “**x가 60이상 100미만이다**”
 - $(x \geq 60) \&\& (x < 100)$
- “**x가 0도 아니고 1도 아니다**”
 - $(x \neq 0) \&\& (x \neq 1)$ // **$x \neq 0$ 이고 $x \neq 1$ 이다.**

논리 연산자 프로그램(logical_op.c)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int x, y;

    printf("두개의 정수를 입력하시오: ");
    scanf("%d %d", &x, &y);

    printf("%d && %d의 결과값: %d \n", x, y, x && y);
    printf("%d || %d의 결과값: %d \n", x, y, x || y);
    printf("!%d의 결과값: %d \n", x, !x);

    return 0;
}
```

● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./logical_op
두 개의 정수를 입력하시오 : 1 0
1 && 0의 결과값 : 0
1 || 0의 결과값 : 1
!1의 결과값 : 0

실습: 윤년

▪ 윤년의 조건

- 연도가 4로 나누어 떨어진다
- 100으로 나누어 떨어지는 연도는 제외한다.
- 400으로 나누어 떨어지는 연도는 윤년이다.



실습: 윤년

- 윤년의 조건을 수식으로 표현

- `((year % 4 == 0) && (year % 100 != 0)) || (year % 400 ==0)`



실습: 윤년(Leap_year.c)

```
// 윤년이면 1, 윤년이 아니면 0을 출력하는 프로그램

#include <stdio.h>
int main(void)
{
    int year, result;

    printf("연도를 입력하시오: ");
    scanf("%d", &year);

    result = ((year % 4 == 0) && (year % 100 != 0)) || (year % 400 == 0);
    printf("result = %d \n", result);

    return 0;
}
```

● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./Leap_year
연도를 입력 하시오 : 2012
result = 1

단축 계산

- && 연산자의 경우, 첫번째 피연산자가 거짓이면 다른 피연산자들은 계산하지 않는다.

```
( 2 > 3 ) && ( ++x < 5 )
```

- || 연산자의 경우, 첫번째 피연산자가 참이면 다른 피연산자들을 계산하지 않는다.

```
( 3 > 2 ) || ( --x < 5 )
```

첫번째 연산자가
거짓이면 다른
연산자는 계산할
필요가 없겠군!!

++나 -는
실행이
안될 수도
있으니
주의하세
요.



중간 점검

1. 다음의 조건에 해당하는 논리 연산식을 만들어 보시오.
(변수는 적절하게 선언되어 있다고 가정한다.)
“무주택 기간 3년 이상, 가구주의 연령이 40세 이상,
가족의 수가 3명 이상”

2. 상수 10은 참인가 거짓인가?
3. 수식 $!3$ 의 값은?
4. 단축 계산의 예를 들어보라.

조건 연산자

$x > y$ 가 참이면 **x가** 수식의 값이 된다.

max_value = (x > y) ? x : y;

$x > y$ 가 거짓이면 **y가** 수식의 값이 된다.

```
absolute_value = (x > 0) ? x: -x;           // 절대값 계산
max_value = (x > y) ? x: y;                  // 최대값 계산
min_value = (x < y) ? x: y;                  // 최소값 계산
(age > 20) ? printf("성인\n"): printf("청소년\n");
```

조건 연산자/삼항연산자(ternary_op)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int x, y;

    printf("첫번째 수 = ");
    scanf("%d", &x);
    printf("두번째 수 = ");
    scanf("%d", &y);

    printf("큰수 = %d \n", (x>y)?x:y);
    printf("작은수 = %d \n", (x<y)?x:y);

    return 0;
}
```

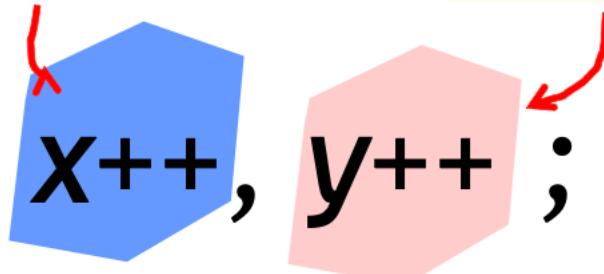
● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./ternary_op
첫 번째 수 = 2
두 번째 수 = 3
큰수 = 3
작은수 = 2

콤마 연산자

- 콤마로 연결된 수식은 순차적으로 계산된다.

먼저 계산된다.

나중에 계산된다.



어떤 문장이던지 순차적으로 실행됩니다.

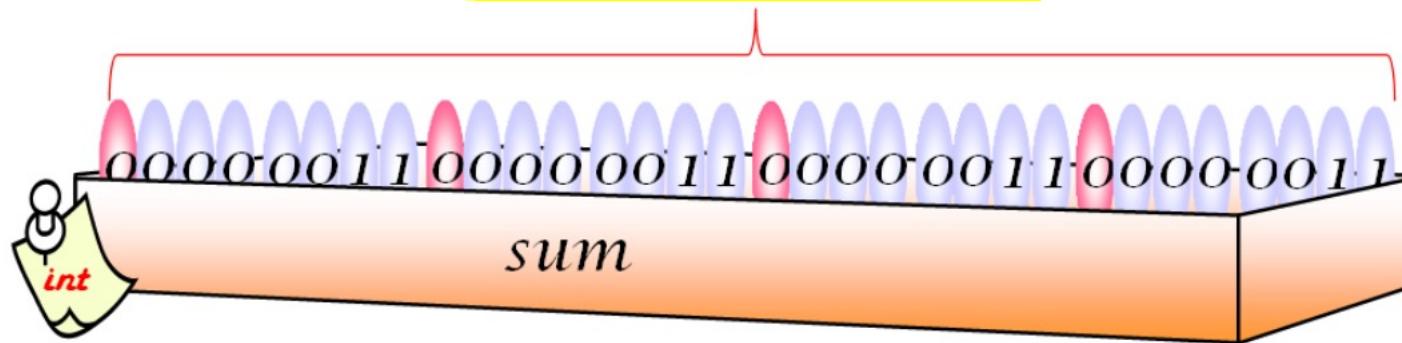


비트 연산자

연산자	연산자의 의미	설명
&	비트 AND	두개의 피연산자의 해당 비트가 모두 1이면 1, 아니면 0
	비트 OR	두개의 피연산자의 해당 비트중 하나만 1이면 1
^	비트 XOR	두개의 피연산자의 해당 비트의 값이 같으면 0, 아니면 1
<<	왼쪽으로 이동	지정된 개수만큼 모든 비트를 왼쪽으로 이동한다.
>>	오른쪽으로 이동	지정된 개수만큼 모든 비트를 오른쪽으로 이동한다.
~	비트 NOT	0은 1로 만들고 1은 0로 만든다.

모든 데이터는 비트로 이루어진다.

int 변수는 32비트로 되어 있다.



비트 AND 연산자

0 AND 0 = 0

1 AND 0 = 0

0 AND 1 = 0

1 AND 1 = 1

변수1 00000000 00000000 00000000 00001001 (9)
변수2 00000000 00000000 00000000 00001010 (10)

(변수1 AND 변수2) 00000000 00000000 00000000 00001000 (8)

비트 OR 연산자

0 OR 0 = 0

1 OR 0 = 1

0 OR 1 = 1

1 OR 1 = 1

변수1 00000000 00000000 00000000 00001001 (9)
변수2 00000000 00000000 00000000 00001010 (10)

(변수1 OR 변수2) 00000000 00000000 00000000 00001011 (11)

비트 XOR 연산자

0 XOR 0 = 0

1 XOR 0 = 1

0 XOR 1 = 1

1 XOR 1 = 0

변수1 00000000 00000000 00000000 00001001 (9)
변수2 00000000 00000000 00000000 00001010 (10)

(변수1 XOR 변수2) 00000000 00000000 00000000 00000011 (3)

비트 NOT 연산자

NOT 0 = 1

NOT 1 = 0

부호비트가 반전되었기 때문에 음수가 된다.

변수1 00000000 00000000 00000000 00001001 (9)

(NOT 변수1) 11111111 11111111 11111111 11110110 (-10)

비트 연산자 프로그램(bitwise_op.c)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int x = 9;           // 1001
    int y = 10;          // 1010

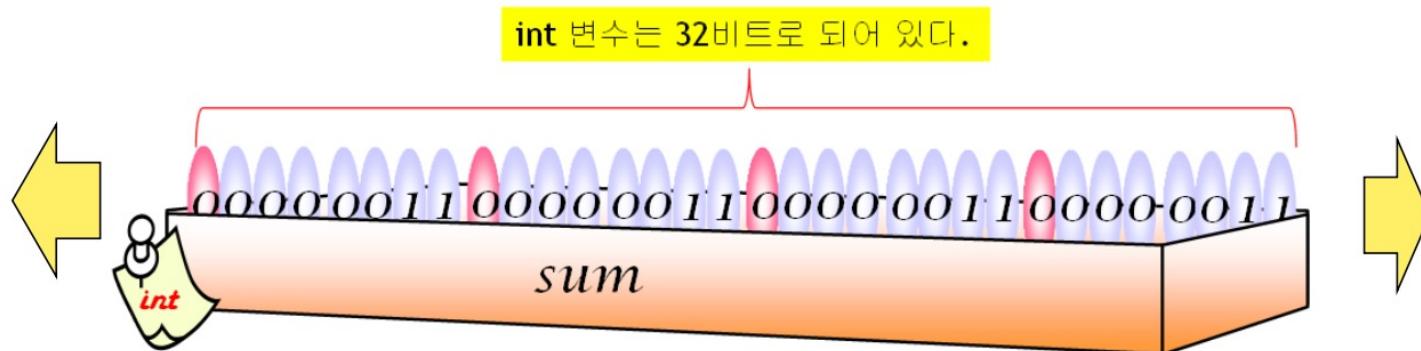
    printf("비트 AND = %08X \n", x & y);    // 00001000
    printf("비트 OR = %08X \n", x | y);      // 00001011
    printf("비트 XOR = %08X \n", x ^ y);     // 00000011
    printf("비트 NOT = %08X \n", ~x);        // 11110110

    return 0;
}
```

jechoi@labserver PP2022f_lab % ./bitwise_op
비트 AND = 00000008
비트 OR = 0000000B
비트 XOR = 00000003
비트 NOT = FFFFFFF6

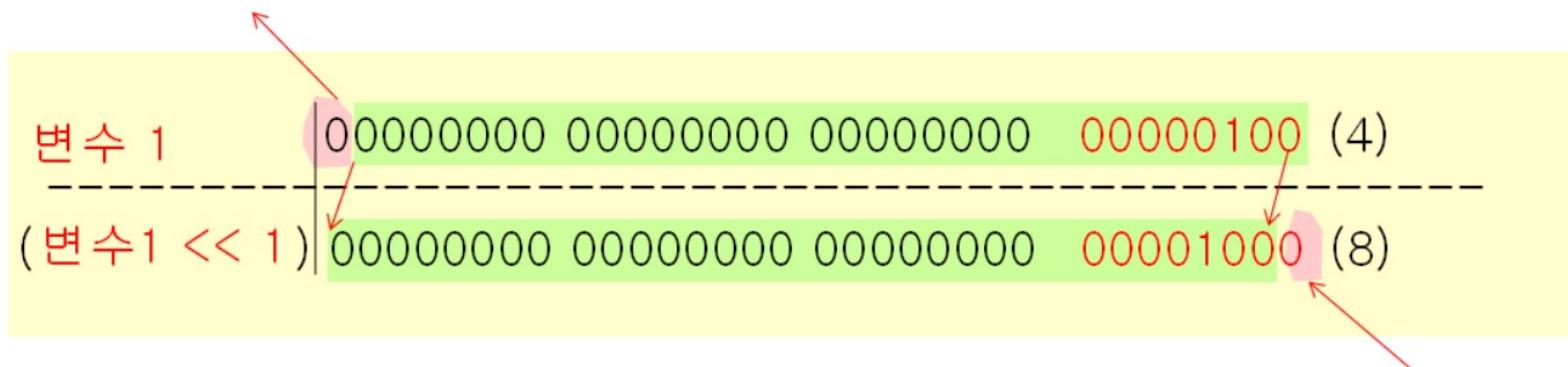
비트 이동 연산자

연산자	기호	설명
왼쪽 비트 이동	<code><<</code>	$x << y$ x의 비트들을 y 칸만큼 왼쪽으로 이동
오른쪽 비트 이동	<code>>></code>	$x >> y$ x의 비트들을 y 칸만큼 오른쪽으로 이동



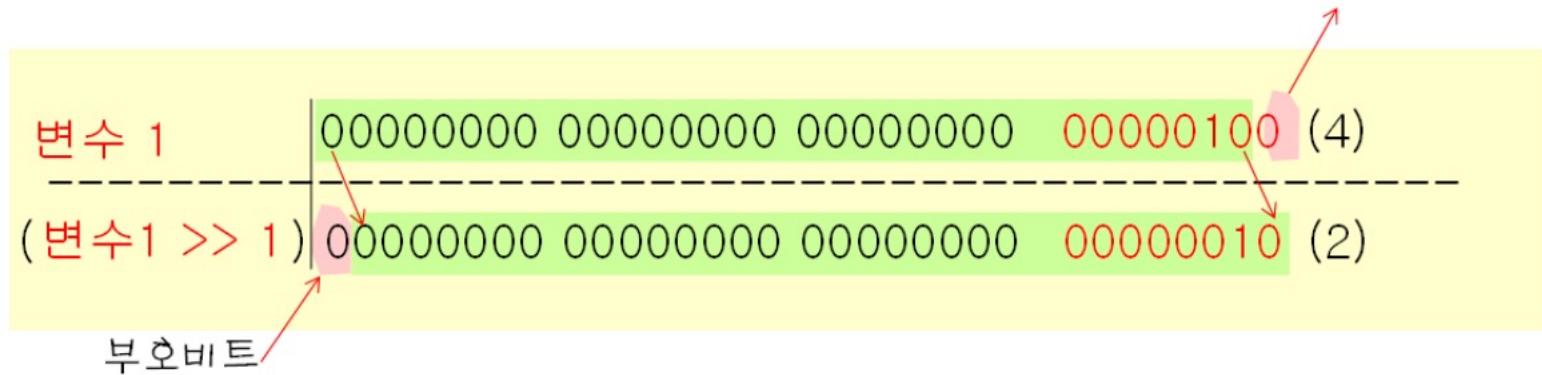
<< 연산자

- 비트를 왼쪽으로 이동
- 값은 2배가 된다.



>> 연산자

- 비트를 오른쪽으로 이동
- 값은 $\frac{1}{2}$ 배가 된다.



비트 이동 연산자 프로그램(shift.c)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int x = 4;           // 0100

    printf("비트 << = %#08x \n", x << 1);    //1000
    printf("비트 >> = %#08x \n", x >> 1);    //0010

    return 0;
}
```

jechoi@labserver PP2022f_lab % ./shift
비트 << = 0x000008
비트 >> = 0x000002

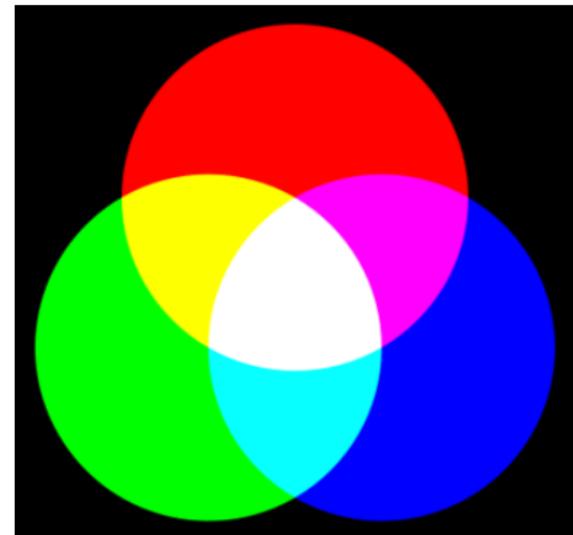
실습: 픽셀의 컬러 표현

- 이미지의 하나의 픽셀이 32비트라고 하면 다음과 같이 구성되어 있다.

AAAAA AAAAA **RRRR RRRR** GGGG GGGG BBBB BBBB

- (예) 순수한 빨간색:

0000 0000 **1111 1111** 0000 0000 0000 0000



빨간색 성분만을 추출

- AAAA AAAA **RRRR RRRR GGGG GGGG BBBB BBBB**



비트 연산 이용

```
color : AAAA AAAA RRRR RRRR GGGG GGGG BBBB BBBB  
mask  : 0000 0000 1111 1111 0000 0000 0000 0000  
      & -----  
result: 0000 0000 RRRR RRRR 0000 0000 0000 0000
```

```
result : 0000 0000 RRRR RRRR 0000 0000 0000 0000  
shift  :                                     >> 16  
      >> -----  
result: 0000 0000 0000 0000 0000 0000 RRRR RRRR
```

실습 예제

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    unsigned int color = 0x00380000;      //픽셀의 색상
    unsigned int result;

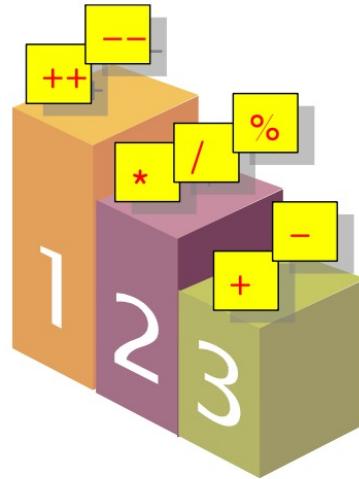
    printf("픽셀의 색상: %#08x \n", color);
    result = color & 0x00ff0000;           // 마스크 연산
    printf("마스크 연산 후: %#08x \n", result);
    result = result >> 16;                // 비트 이동 연산
    printf("최종 결과값: %#08x \n", result);

    return 0;
}
```

● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./pixel
픽셀의 색상 : 0x380000
마스크 연산 후 : 0x380000
최종 결과값 : 0x000038

우선 순위

- 어떤 연산자를 먼저 계산할 것인지에 대한 규칙



$$x + y * z$$

(1)
②

$$(x + y) * z$$

(1)
②

우선 순위

우선 순위	연산자	결합 규칙
1	() [] -> . ++(후위) --(후위)	->(좌에서 우)
2	sizeof &(주소) ++(전위) --(전위) ~ ! *(역참조) +(부호) -(부호), 형변환	<-(우에서 좌)
3	*(곱셈) / %	->(좌에서 우)
4	+ (덧셈) - (뺄셈)	->(좌에서 우)
5	<< >>	->(좌에서 우)
6	< <= >= >	->(좌에서 우)
7	== !=	->(좌에서 우)
8	&(비트연산)	->(좌에서 우)
9	^	->(좌에서 우)
10		->(좌에서 우)
11	&&	->(좌에서 우)
12		->(좌에서 우)
13	?(삼항)	<-(우에서 좌)
14	= += *= /= %= &= ^= = <<= >>=	<-(우에서 좌)
15	,(콤마)	->(좌에서 우)

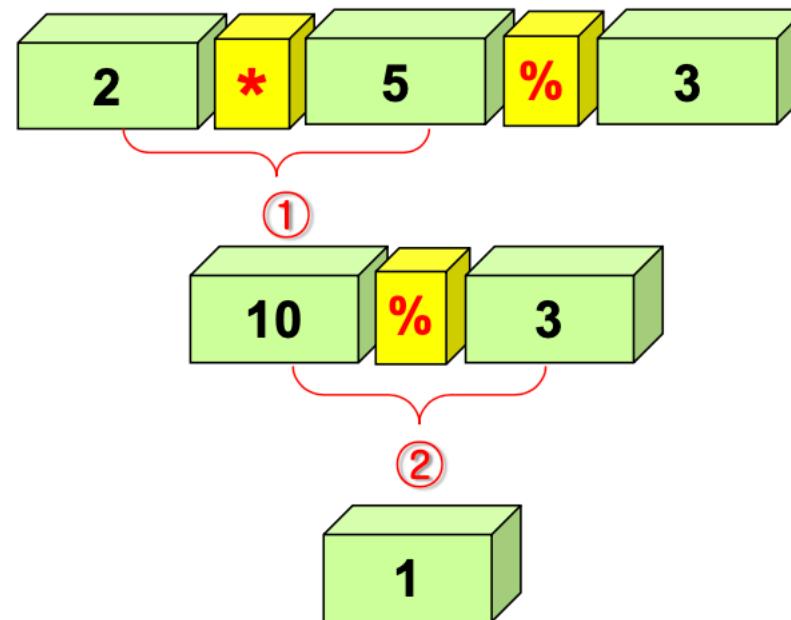
우선 순위의 일반적인 지침

- 콤마 < 대입 < 논리 < 관계 < 산술 < 단항
- 괄호 연산자는 가장 우선순위가 높다.
- 모든 단항 연산자들은 이항 연산자들보다 우선순위가 높다.
- 콤마 연산자를 제외하고는 대입 연산자가 가장 우선순위가 낮다.
- 연산자들의 우선 순위가 생각나지 않으면 괄호를 이용하라
 - $(x \leq 10) \&& (y \geq 20)$
- 관계 연산자나 논리 연산자는 산술 연산자보다 우선순위가 낮다.
 - $x + 2 == y + 3$

결합 규칙

- 만약 같은 우선순위를 가지는 연산자들이 여러 개가 있으면 어떤 것을 먼저 수행하여야 하는가의 규칙

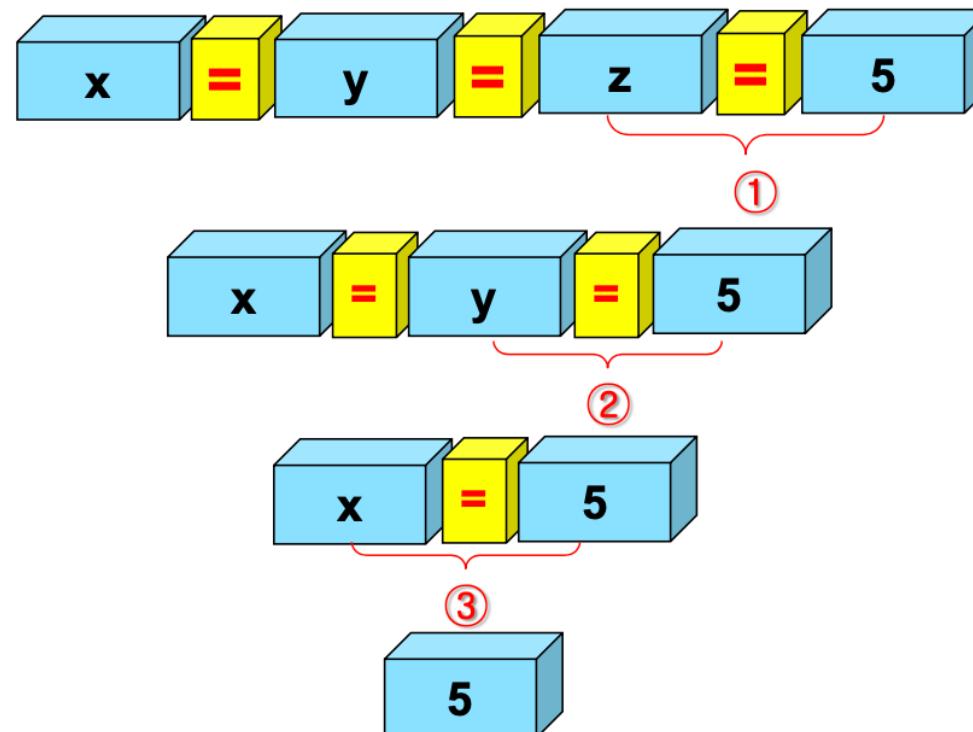
*와 %의 우선순위가
같으므로 왼쪽에서 오른쪽으로
연산을 수행한다.



결합 규칙

- 만약 같은 우선순위를 가지는 연산자들이 여러 개가 있으면 어떤 것을 먼저 수행하여야 하는가의 규칙

= 연산자는 오른쪽
우선 결합이므로
오른쪽부터 계산된다.



결합규칙의 예

$$y = \underline{a \% b} / c + d * \underline{(e - f)};$$

The diagram illustrates the order of operations for the given expression. Red horizontal bars indicate the scope of each operator:

- Operator 2 covers a and $\%$.
- Operator 3 covers b .
- Operator 4 covers e and f .
- Operator 1 covers the division and multiplication.
- Operator 5 covers the subtraction.
- Operator 6 covers the entire expression.

중간 점검

1. 연산자 중에서 가장 우선 순위가 낮은 연산자는 무엇인가?
2. 논리 연산자인 &&와 || 중에서 우선 순위가 더 높은 연산자는 무엇인가?
3. 단항 연산자와 이항 연산자 중에서 어떤 연산자가 더 우선 순위가 높은가?
4. 관계 연산자와 산술 연산자 중에서 어떤 연산자가 더 우선 순위가 높은가?

연산자 우선순위 프로그램(op_precedence.c)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int x = 0, y = 0;
    int result;

    result = 2 > 3 || 6 > 7;
    printf("%d \n", result);

    result = 2 || 3 && 3 > 2;
    printf("%d \n", result);

    result = x = y = 1;
    printf("%d \n", result);

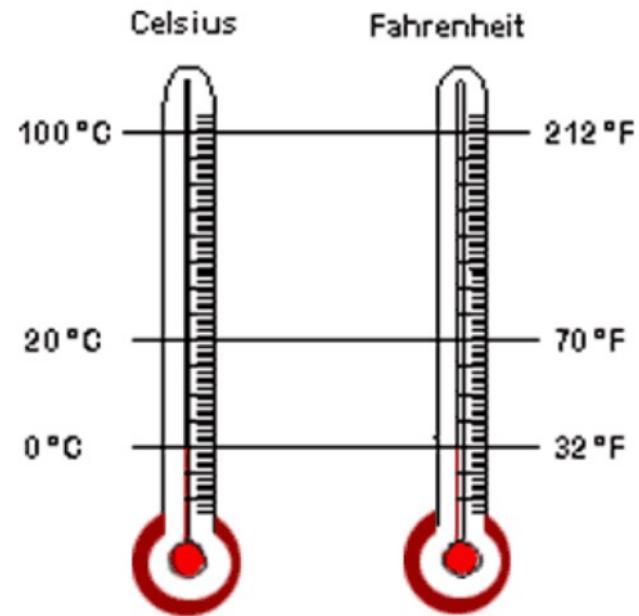
    result = - ++x + y--;
    printf("%d \n", result);

    return 0;
}
```

```
● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./op_precedence
0
1
1
-1
```

실습: 화씨 온도를 섭씨로 바꾸기

$$\text{섭씨 온도} = \frac{5}{9}(\text{화씨 온도} - 32)$$



잘못된 부분은 어디에?

```
// 화씨 온도를 섭씨 온도로 변환하는 프로그램
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    double f_temp;
    double c_temp;

    printf("화씨 온도를 입력하시오: ");
    scanf("%lf", &f_temp);
    c_temp = 5 / 9 * (f_temp - 32);
    printf("섭씨 온도는 %f 입니다. \n", c_temp);

    return 0;
}
```

● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./FtoC
화씨 온도를 입력하시오: 90
섭씨 온도는 0.000000 입니다.

c_temp = 5.0 / 9.0 * (f_temp – 32);

화씨 온도를 섭씨로 바꾸기

```
// 화씨 온도를 섭씨 온도로 변환하는 프로그램
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    double f_temp;
    double c_temp;

    printf("화씨 온도를 입력하시오: ");
    scanf("%lf", &f_temp);
    c_temp = 5.0 / 9.0 * (f_temp - 32);
    printf("섭씨 온도는 %f 입니다. \n", c_temp);

    return 0;
}
```

● jechoi@labserver PP2022f_lab % ./FtoC
화씨 온도를 입력하시오 : 90
섭씨 온도는 32.222222 입니다 .

도전 문제

- 위에서 제시한 방법 외에 다른 방법은 없을까?
- $((\text{double})5 / (\text{double})9) * (\text{f_temp} - 32)$; 가 되는지 확인하여 보자
- $((\text{double})5 / 9) * (\text{f_temp} - 32)$; 가 되는지 확인하여 보자.

Q & A

