

자료구조 2주차 수업

◆ 지난주 복습

- 기초 프로그래밍 과제 풀이
- 자료구조(data structure) 개념과 분류

◆ 이번주 수업내용

- 자료의 내부 표현

문자자료

수치자료

- fixed point number
- floating point number

기초 프로그래밍 과제 풀이(1)

다음 프로그램에서 출력하는 것을 모두 쓰시오.

```
main()
{
    int i, n=5, tmp=0, what=0;
    for (i=1; i <= n; i++) {
        tmp += i;
        printf("%d ", tmp);
        what += tmp;
    }
    printf("\n무엇일까요? %d\n", what);
}
```

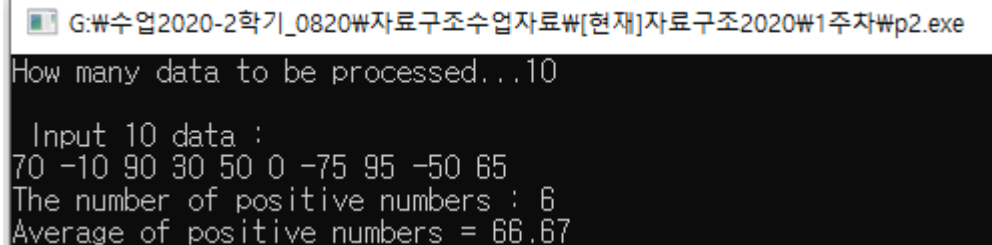
1 3 6 10 15
무엇일까요? 35

기초 프로그래밍 과제 풀이(2)

```
main()
{
    int n, lcv, data, pnum=0;
    double pavg=0;

    printf("How many data to be processed...");
    scanf("%d", &n);
    printf("\n Input %d data : \n", n);

    for(lcv=0; lcv<n; lcv++){
        scanf("%d", &data);
        if (data > 0) {
            pnum++;
            pavg += data;
        }
    }
    printf("The number of positive numbers : %d\n", pnum);
    printf("Average of positive numbers = %.2f", pavg/pnum);
}
```



```
G:\수업2020-2학기_0820\자료구조수업자료\현재\자료구조2020\1주차\wp2.exe
How many data to be processed...10

Input 10 data :
70 -10 90 30 50 0 -75 95 -50 65
The number of positive numbers : 6
Average of positive numbers = 66.67
```

기초 프로그래밍 과제 풀이(3)

```
main()
{
    int n, lcv, price, total_price=0;
    double rate;

    printf("How many items to be processed...");
    scanf("%d", &n);
    printf("\nInput %d item price and its rate of discount : \n", n);

    for(lcv=0;lcv<n;lcv++){
        scanf("%d %lf", &price, &rate);
        total_price += (price*(1-rate));
    }
    printf("Total price = %d\n", total_price);
}
```

```
How many items to be processed...3
Input 3 item price and its rate of discount :
7800 0.2
3500 0.3
14600 0.1
Total price = 21830
```

자료의 내부 표현

◆ 디지털 시스템에서의 자료의 표현

- 숫자, 문자, 그림, 소리, 기호 등 모든 형식의 자료를 이진 코드로 표현하여 저장 및 처리
- 이진 코드 (이진비트스트링)
 - 1과 0, ON과 OFF, 참(True)과 거짓(False)의 조합
- 문자자료와 수치자료로 분류
 - 문자를 표현하기 위한 약속(코드표)에 의하여 : ASCII, EBCDIC
 - 수치자료 : fixed point representation
floating point representaion

수치 자료의 표현

◆ 정수자료의 표현

- 고정 소수점(fixed point representation)

- 부호와 절대값 표기
- 초과코드 표기
- 2의 보수 형식 표기

◆ 실수자료의 표현

- 부동 소수점(floating point representation)

- 부호 + 지수부 + 가수부

자료의 표현 - 정수의 표현

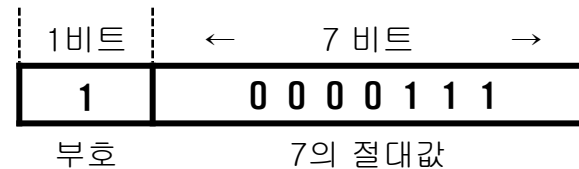
◆ 부호와 절대값 표기

- 최상위 1비트 - 부호 표시
 - 양수(+) : 0
 - 음수(-) : 1
- 나머지 n-1 비트 - 이진수 표시
- 예

+7



-7



자료의 표현 - 정수의 표현

◆ 초과 코드 표기

- 4 bit 초과코드

- 8초과 (excess 8) 코드

- 3 비트 초과 코드표

- 4초과 (excess 4) 코드

비트패턴	값
000	-4
001	-3
010	-2
011	-1
100	0
101	1
110	2
111	3

일반화(generalization)시키면?

n 비트 초과코드표는

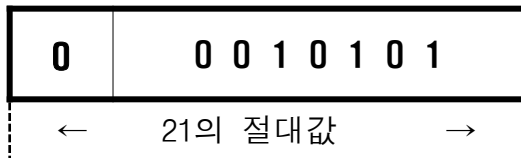
(2^{n-1}) 초과 코드

자료의 표현 - 정수의 표현

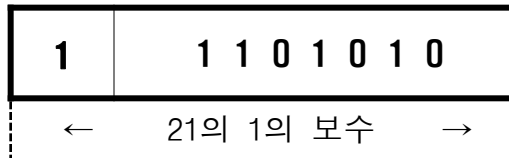
◆ 1의 보수(1' Complement) 표기

- 1바이트를 사용하는 1의 보수 형식의 예

+21



-21



👉 부호절대값형식의
양수 표현과 같음!

- +0, -0 이 존재
 - 연산을 하기 불편함
- ➔ 2의 보수 필요

자료의 표현 - 정수의 표현

◆ 2의 보수(2' Complement) 표기

- 음수의 표현에서 부호 비트를 사용하는 대신 2의 보수를 사용하는 방법
- n비트의 2진수를 2의 보수로 만드는 방법
 - 1의 보수에 1을 더해준다.
 - 예) 10진수 21을 2의 보수로 만들기 (1바이트 사용)

1 1 1 1 1 1 1 1	
- 0 0 0 1 0 1 0 1	→ 21의 2진수 값
<hr/>	
1 1 1 0 1 0 1 0	→ 21의 1의 보수
+ 1	
<hr/>	
1 1 1 0 1 0 1 1	→ 21의 2의 보수

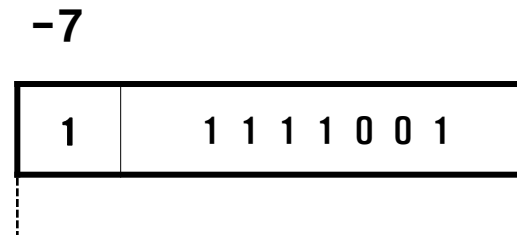
자료의 표현 - 정수의 표현

◆ 2의 보수(2' Complement) 표기

- 바이트를 사용하는 2의 보수 표기의 예



부호절대값형식의
양수 표현과 같음!



◆ 2진수 정수의 세 가지 표현 방법에서 양수의 표현은 같고, 음수의 표현만 다르다.

표현방법	+0	-0
부호와 절대값	00000000	10000000
1의 보수	00000000	11111111
2의 보수	00000000	없음

자료의 표현 - 정수의 표현

◆ 3비트 2의 보수 코드표

- 표현하는 값의 표기 -4 ~ 3

비트패턴	값
000	0
001	1
010	2
011	3
100	-4
101	-3
110	-2
111	-1

자료의 표현 - 정수의 표현

◆ 2의 보수(2's complement) 장점

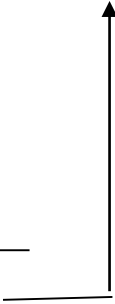
- -0 이 존재하지 않는다
- 덧셈 간단, 뺄셈도 덧셈으로
- $-2^{n-1} \sim (2^{n-1} - 1)$

◆ 예제 : 정수자료를 내부적으로 표현하여 컴퓨터가 연산하는 과정과 결과를 시뮬레이션한다.(4비트코드로 가정)

- 예제 1) $3 + 2$
- 예제 2) $-3 - 2$
- 예제 3) $7 - 5$
- 예제 4) $5 + 4$


자료의 표현 - 정수연산

예제 1) $3 + 2 = 5$

$$\begin{array}{r} 0011 \\ + 0010 \\ \hline 0101 \end{array}$$



A vertical arrow points from the 4th bit of the result (0) to the 5th bit (1), indicating a carry.

예제 2) $-3 - 2 = (-3) + (-2) = -5$

$$\begin{array}{r} 1101 \\ + 1110 \\ \hline 1011 \end{array}$$


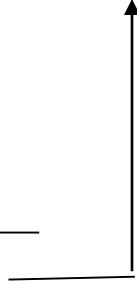
A vertical arrow points from the 4th bit of the result (1) to the 5th bit (1), indicating a carry.

예제 3) $7 - 5 = 7 + (-5) = 2$

$$\begin{array}{r} 0111 \\ + 1011 \\ \hline 0010 \end{array}$$


A vertical arrow points from the 4th bit of the result (0) to the 5th bit (1), indicating a carry.

예제 4) $5 + 4 = -7$

$$\begin{array}{r} 0101 \\ + 0100 \\ \hline 1001 \end{array}$$


A vertical arrow points from the 4th bit of the result (1) to the 5th bit (1), indicating a carry.

Overflow Error

자료의 표현 - 정수의 표현

◆ 10진형 표현 - packed decimal

- 한 바이트에 두 개의 10진수 표현
- 최하위 4비트에 부호를 표시

◆ 10진형 표현 - unpacked decimal

10진수 한자리를 표현하기 위해서 1바이트(8비트)를 사용하는 형식

- 존 영역 : 상위 4비트 **1111**로 표시
- 수치 영역
 - 하위 4비트
 - 표현하고자 하는 10진수 한자리 값에 대한 2진수 값을 표시

자료의 표현 - 실수의 표현

◆ 부동 소수점 형식의 표현 (floating point notation)

- 실수를 부호와 지수, 가수의 세 부분으로 구분하여 표현
- 예를 들어

$$12.536 = 0.12536 * 10^2$$

$$0.012536 = 0.12536 * 10^{-1}$$



32 비트 표현의 예

자료의 표현 - 실수의 표현

◆ 부동 소수점 형식의 표현 (floating point notation)

- 3비트 초과코드로 표현하는 지수부와 4비트의 가수부로 구성된 8비트 스트링을 부동소수점 표기방식으로 가정할 때

- 다음 비트 스트링이 표현하는 값은?

(예제 1) 0 1 1 0 1 0 1 1

지수 : 2 가수 : 1 0 1 1 -> 1 0 . 1 1

(예제 2) 1 0 1 1 1 1 0 0

지수 : -1 가수 : 1 1 0 0 -> 0 . 0 1 1

자료의 표현 - 실수의 표현

◆ 부동 소수점 형식의 표현 (floating point notation)

- 3비트 초과코드로 표현하는 지수부와 4비트의 가수부로 구성된 8비트 스트링을 부동소수점 표기방식으로 가정할 때

- 다음 수를 비트 스트링으로 표현해 보시오.

(예제 3) 1 . 0 0 1

지수 : 1 가수 : 1 0 0 1 -> 0 1 0 1 1 0 0 1

(예제 4) 1 0 . 1 0 1

지수 : 2 가수 : 1 0 1 0 1 -> 0 1 1 0 1 0 1 0

Truncation Error

정리 및 연습

1. 자료구조(data structure)의 개념과 프로그램에서의 활용을 예를 들어 설명하시오.
2. 4비트 초과 코드표와 2의 보수 코드표를 만드시오.
3. 16비트 정수표기방식에서 표현 가능한 값의 범위를 쓰시오.
4. 다음 8비트 2의 보수표기로 표현한 비트 스트링을 10진수 값으로 바꾸어 쓰시오.
(1) 0 0 0 1 0 0 1 1 () (2) 0 1 0 0 1 0 0 1 ()
(3) 1 1 1 0 0 1 0 1 () (4) 1 1 0 1 0 1 0 0 ()
5. 다음 계산문제를 4비트 2의 보수표기로 바꾸어 계산하고 그 결과를 10진수 숫자로 쓰시오.
(1) $4 - 6 =$ (2) $2 + 4 =$ (3) $-7 - 3 =$
6. 다음은 강의에서 말한 형식에 의하여 8비트로 실수를 표현한 비트 스트링이다.
각 패턴이 표현하는 값은 무엇인지 쓰시오.
(1) 0 1 0 0 1 0 1 0
(2) 0 0 1 1 1 0 0 1