시스템 프로그래밍 기초

Introduction to System Programming

ICT융합학부 조용우

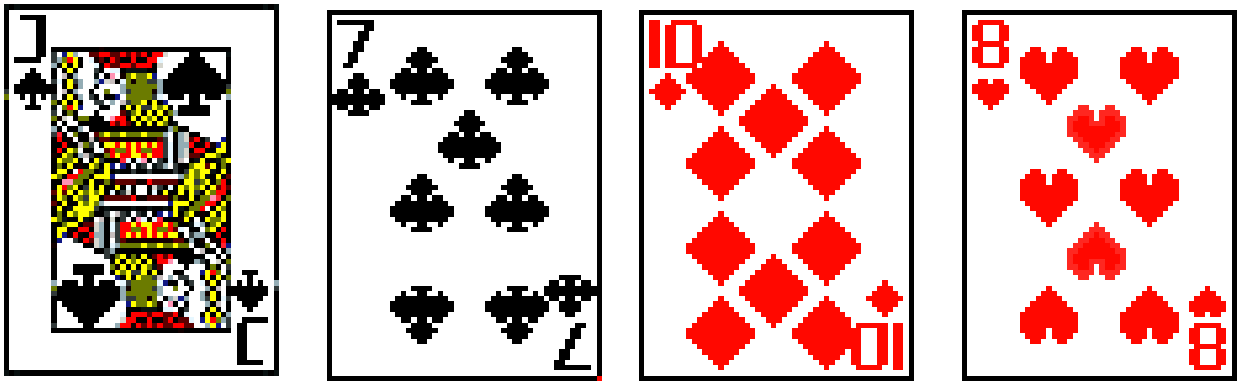
9. Structures and Unions

구조체와 공용체

- C 언어의 확장 방법
- 매크로와 라이브러리
- 사용자 정의 형 (배열, 구조체, 공용체)

구조체

- 서로 다른 형의 변수들을 하나로 묶어 주는 방법
- 예제 - 카드



구조체

- 예제 - 카드
  - → 각 카드는 고유의 무늬와 숫자를 가짐 구조체를 사용하여 표현하면 효율적

- 카드를 위한 구조체 선언

```
struct card {
   int   pips;
   char  suit;
};
```

구조체 선언

- 예제 - 카드

```
struct card {
    int   pips;
    char  suit;
};
```

  - struct : 키워드
  - card : 구조체 태그 이름
  - pips, suit : 구조체 멤버

- 이것은 struct card 형의 정의이고, 변수 선언은 아님

구조체 변수 선언 방법 1

- struct card 형 변수 c1, c2

```
struct card {
   int   pips;
   char  suit;
};
struct  card    c1, c2;
```

구조체 변수 선언 방법 2

- struct card 형 변수 c1, c2

```
struct card {
    int   pips;
    char  suit;
} c1, c2;
```

구조체 변수 선언 방법 3

- struct card 형 변수 c1, c2

```
struct card {
    int    pips;
    char   suit;
};
typedef  struct card  card;
card     c1, c2;
```

구조체 변수 선언 방법 4

- struct card 형 변수 c1, c2

```
typedef struct {
    int     pips;
    char    suit;
} card;
card  c1, c2;
```

구조체 변수 선언 방법 5

- struct 형 변수 선언

```
struct {
    int   pips;
    char  suit;
} c1, c2;
```

→ 구조체 태그 이름이 없음에 주의
→ C1, c2와 같은 형의 변수는 다시는 선언할 수 없음

구조체 변수 선언 방법 6

```
struct {
    int   pips;
    char  suit;
} c1, c2;
struct {
    int   pips;
    char  suit;
} c3, c4;
```

- c1, c2는 c3, c4와는 다른 형임

구조체 멤버

- 한 구조체내에서 멤버 이름은 유일해야 하나, 서로 다른 구조체에서는 같은 멤버 이름을 사용할 수 있음

```
struct fruit {
    char    *name;
    int     calories;
};
struct vegetable {
    char    *name;
    int     calories;
};
struct fruit        a;
struct vegetable    b;
```

멤버 접근 연산자 .

- 일반 구조체 멤버 접근 연산자

```
c1.pips = 3;
c1.suit = 's';
c2.pips = c1.pips;
c2.suit = c1.suit;
```

멤버 접근 연산자 . 예제

```
#define   CLASS_SIZE   100
struct student {
   char   *last_name;
   int    student_id;
   char   grade;
};
struct student    class[CLASS_SIZE];
int fail(struct student class[]) {
   int   i, cnt = 0;
   for (i = 0; i < CLASS_SIZE; ++i)
      cnt += class[i].grade == 'F';
   return cnt;
}
```

멤버 접근 연산자 ->

- 포인터를 통한 구조체 멤버 접근 연산자

```
pointer_to_structure -> member_name
```

- 다른 방법

```
(*pointer_to_structure).member_name
```

멤버 접근 연산자 -> 예제

```
struct complex {
   double    re;          /* real part */
   double    im;          /* imag part */
};

typedef   struct complex   complex;

void add(complex *a, complex *b, complex *c) {
   a -> re = b -> re + c -> re;
   a -> im = b -> im + c -> im;
}
```

멤버 접근 연산자

```
Declarations and assignments
struct student   tmp, *p = &tmp;
tmp.grade = 'A';
tmp.last_name = "Casanova";
tmp.student_id = 910017

Expression              Equivalent expression       Conceptual Value
tmp.grade               p -> grade                  A
tmp.last_name           p -> last_name              Casanova
(*p).student_id         p -> student_id             910017
*p -> last_name + 1     (*(p -> last_name)) + 1     D
*(p -> last_name + 2)   (p -> last_name)[2]         s
```

9.3 Operator Precedence and Associativity: A Final Look

Operators	Associativity
() [] . -> ++ (후위) -- (후위)	L→R
++ (전위) -- (전위) ! ~ sizeof (형) + (단항) - (단항) & (주소) * (역참조)	R→L
* / %	L→R
+ -	L→R
<< >>	L→R
< <= > >=	L→R
== !=	L→R
&	L→R
^	L→R
|	L→R
&&	L→R
||	L→R
?:	R→L
= += -= *= /= %= <<= >>= &= ^= |=	R→L
, (콤마 연산자)	L→R

함수에서 구조체

- 구조체는 함수의 인자로써 함수에 전달될 수 있고, 함수로부터 리턴될 수도 있음
- 함수의 인자로서 구조체가 전달될 때 구조체는 값으로 전달됨
- 구조체가 많은 멤버를 가지거나, 큰 배열을 멤버로 가질 경우, 함수의 인자로 구조체를 전달하는 것은 상대적으로 비효율적임
- 따라서 대부분의 응용 프로그램에서는 함수의 인자로 구조체의 주소를 사용함

함수에서 구조체 예제

```
typedef struct {
    char                        name[25];
    int                         employee_id;
    struct dept                 department;
    struct home_address     *a_ptr;
    double                      salary;
    ......
} employee_data;
```

- department 멤버는 그 자체가 구조체이고, 컴파일러는 각 멤버의 크기를 미리 알아야 하므로 struct dept에 대한 선언이 먼저 와야 함

함수에서 구조체 예제 - 함수 선언 방법 1

```
employee_data update(employee_data e){
    .....
    printf("Input the department number: ");
    scanf("%d", &n);
    e.department.dept_no = n;
    .....
    return e;
}
```

- 함수 호출

```
employee_data e;
e = update(e);
```

구조체의 초기화

```
card     c = {13, 'h'};       /* the king of hearts */
complex  a[3][3] = {
   {{1.0, -0.1}, {2.0, 0.2}, {3.0, 0.3}},
   {{4.0, -0.4}, {5.0, 0.5}, {6.0, 0.6}},
};     /* a[2][] is assigned zeroes */
struct fruit  frt = {"plum", 150};
struct  home_address {
   char   *street;
   char   *city_and_state;
   long    zip_code;
} address = {"87 West Street", "Aspen, Colorado", 80526};
struct home_address    previous_address = {0};
```

공용체

- union
- 공용체는 구조체와 비슷한 구문 형식을 가지지만 각 멤버들은 같은 기억장소를 공유함
- 공용체형은 메모리의 같은 위치에 저장될 여러 값의 집합을 정의
- 저장된 값을 올바르게 해석하는 것은 프로그래머의 책임

공용체 선언 예제

```
union int_or_float {
    int     i;
    float   f;
};
```

- union : 키워드
- int_or_float : 공용체 태그 이름
- i, f : 공용체 멤버

- int_or_float 형 변수는 MAX(sizeof(int), sizeof(float)) 만큼의 메모리 할당될 것임

공용체 변수 선언

```
union int_or_float     a, b, c;
```

→ 이 선언으로 식별자 a, b, c에 대한 기억장소가 할당

- 컴파일러는 공용체의 멤버 중에서 가장 큰 기억장소를 요구하는 멤버의 요구만큼 기억장소를 할당
- 공용체의 멤버 접근 방법은 구조체의 멤버 접근 방법과 동일

공용체 예제

```
int main(void) {
   union int_or_float   n;
   n.i = 4444;
   printf("i: %10d     f: %16.10e\n", n.i, n.f);
   n.f = 4444.0;
   printf("i: %10d     f: %16.10e\n", n.i, n.f);
   return 0;
}


Printing example
i:       4444       f: 0.6227370375e-41
i: 1166729216       f: 4.4440000000e+03
```

비트 필드

- 구조체나 공용체에서 int 형이나 unsigned 형의 멤버에 비트 수(폭)를 지정하는 것
- 폭은 콜론 다음에 음수가 아닌 정수적형 상수 수식으로 지정되고, 최대 값은 기계 워드의 비트 수와 같음
- 일반적으로 비트 필드는 구조체의 연속적인 멤버로 선언되며, 컴파일러는 이 멤버들을 최소의 기계 워드로 패킹함
- unsigned 비트 필드에는 음수가 아닌 정수만이 저장되고, int 비트 필드는 시스템에 따라 다름 - 보통 unsigned 비트 필드를 사용

비트 필드 예제

- 카드는 4개의 무늬와 각 무늬당 13개의 숫자로 이루어짐
- 카드를 비트 필드로 표현하면 메모리를 절약할 수 있음

```
struct pcard {
   unsigned   pips : 4;
   unsigned   suit : 2;
};
struct pcard   c;
```

- c는 6 비트에 저장됨

비트 필드 예제

- 대부분의 컴퓨터에서는 비트 필드가 워드 경계에 걸치지 않도록 할당됨
- 예제

```
struct abc {
   int    a : 1, b : 16, c : 16;
} x;
```

- 이 경우 x는 두 워드에 다음과 같이 저장됨
  - → 첫 번째 워드 : 비트 필드 a와 b 저장
  - → 두 번째 워드 : c 저장

비트 필드 제약사항

- 비트 필드의 배열은 허용되지 않음
- 비트 필드에 주소 연산자 &를 적용할 수 없음
  - → 즉, 멤버 접근 연산자 ->를 사용할 수는 있어도, 포인터가 직접 비트 필드를 포인트할 수는 없음

패딩과 정렬을 위해
이름 없는 비트 필드나 폭이 0인 비트 필드를 사용할 수 있음

```
struct small_integers {
   unsigned   i1 : 7, i2 : 7, i3 : 7,
              : 11, /* align to next word */
              i4 : 7, i5 : 7, i6 : 7;
}
struct abc {
   unsigned    a : 1, : 0, b : 1, : 0, c : 1;
};
```

비트와 바이트를 접근하기 위해 다음과 같이 선언할 수 있음

```
typedef struct {
   unsigned   b0 : 8, b1 : 8, b2 : 8, b3 : 8;
} word_bytes;
typedef struct {
  unsigned
     b0  : 1, b1  : 1, b2  : 1, b3  : 1, b4  : 1, b5  : 1, b6  : 1,
     b7  : 1, b8  : 1, b9  : 1, b10 : 1, b11 : 1, b12 : 1, b13 : 1,
     b14 : 1, b15 : 1, b16 : 1, b17 : 1, b18 : 1, b19 : 1, b20 : 1,
     b21 : 1, b22 : 1, b23 : 1, b24 : 1, b25 : 1, b26 : 1, b27 : 1,
     b28 : 1, b29 : 1, b30 : 1, b31 : 1;
} word_bits;
typedef union {
   int   i;
   word_bits bit;
   word_bytes  byte;
} word;
```

비트와 바이트의 접근

```
int main(void)
{
   word   w = {0};
   void   bit_print(int);
   w.bit.b8 = 1;
   w.byte.b0 = 'a';
   printf("w.i = %d\n", w.i);
   bit_print(w.i);
   return 0;
}
w.i = 353
00000000 00000000 00000001 01100001
w.i = 1635778560
01100001 10000000 00000000 00000000
```

접시 보관 방법

- 자료구조 (접시 보관장, 접시 개수대, 찬장)
- 연산 (접시 넣기, 접시 꺼내기)

ADT

- ADT (Abstract Data Type:추상 자료형)
  - → 연산자를 포함한 자료구조
  - → 구현에 대해서는 고려하지 않음

스택

- 자료 저장을 위한 자료구조로 자료의 삽입과 삭제가 톱이라는 스택의 한쪽 끝에서 일어남
- 삭제는 후입선출 방법으로 일어남
- 스택 연산 : push, pop, top, empty, full, reset
- ADT 스택

ADT 스택 구현

- 스택 구현 방법
  - 배열
  - 선형 연결 리스트

ADT 스택 구현 예제

```
#define   MAX_LEN   1000
#define   EMPTY     -1
#define   FULL      (MAX_LEN - 1)

typedef   enum boolean {false, true}   boolean;
typedef struct stack {
   char   s[MAX_LEN];
   int    top;
} stack;
```

ADT 스택 구현 예제

```
void reset(stack *stk) {
    stk -> top = EMPTY;
}

void push(char c, stack *stk) {
    stk -> top++;
    stk -> s[stk -> top] = c;
}

char pop(stack *stk){
    return (stk -> s[stk -> top--]);
}
```

ADT 스택 구현 예제

```
char top(const stack *stk){
   return (stk -> s[stk -> top]);
}

boolean empty(const stack *stk) {
   return ((boolean) (stk -> top == EMPTY));
}

boolean full(const stack *stk){
   return ((boolean) (stk -> top == FULL));
}
```

Homework

- Exercises #2, 4, 6, 24, 28