

C - 포인터(pointer)



pointer

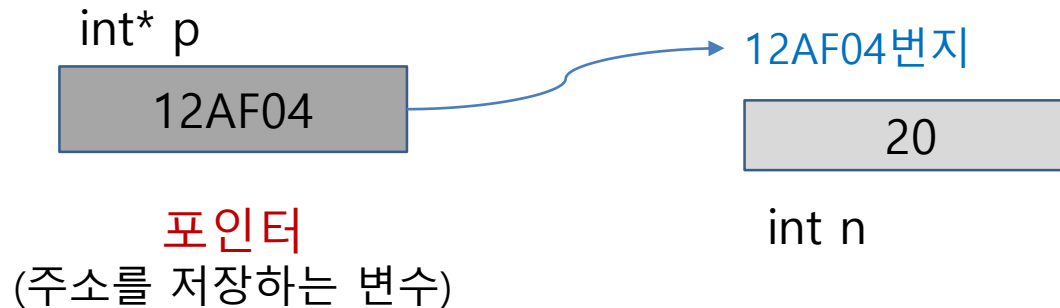


포인터(Pointer)

➤ 포인터란?

모든 메모리는 주소(address)를 갖는다. 이러한 **메모리 주소를 저장**하기 위해 사용되는 변수를 포인터 변수라 한다.

포인터 변수를 선언할 때에는 데이터 유형과 함께 '*' 기호를 써서 나타낸다.



포인터(Pointer)

➤ 포인터 변수의 선언 및 값 저장

▪ 선언

자료형* 포인터 이름

```
char* c;    // char형 포인터  
int* n;     // int형 포인터  
double* d;  // double형 포인터
```

- 포인터의 크기 – 모든 자료형에서 8바이트로 동일하다. 포인터에 저장할 수 있는 값은 메모리 번지뿐이며, 따라서 모든 포인터 변수는 동일한 크기의 메모리가 필요함.

sizeof(포인터)



포인터(Pointer)

- 정수형 포인터 변수

```
int n;  
int* pn;  
  
n = 3;  
pn = &n;  
  
printf("변수의 값: %d\n", n);  
printf("변수의 메모리 번지: %x\n", &n);  
printf("포인터 변수의 값: %x, \n", pn);  
printf("포인터의 메모리 번지: %x\n", &pn);  
printf("포인터가 가리키는 메모리의 값: %d\n", *pn); //역참조  
  
//자료형의 크기  
printf("변수의 자료형의 크기: %dByte\n", sizeof(n));  
printf("포인터의 자료형의 크기: %dByte\n", sizeof(pn));
```

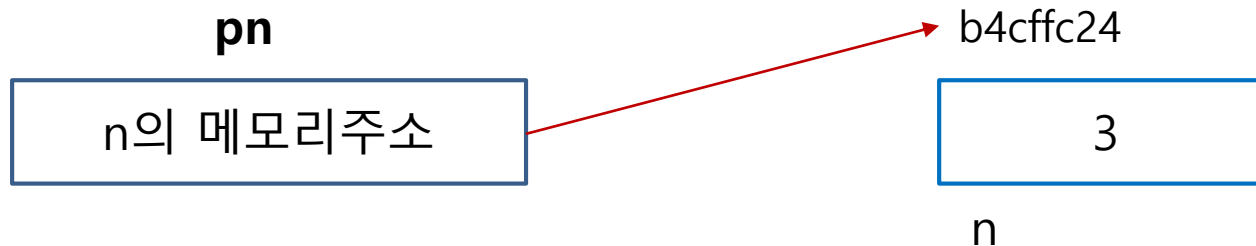


포인터(Pointer)

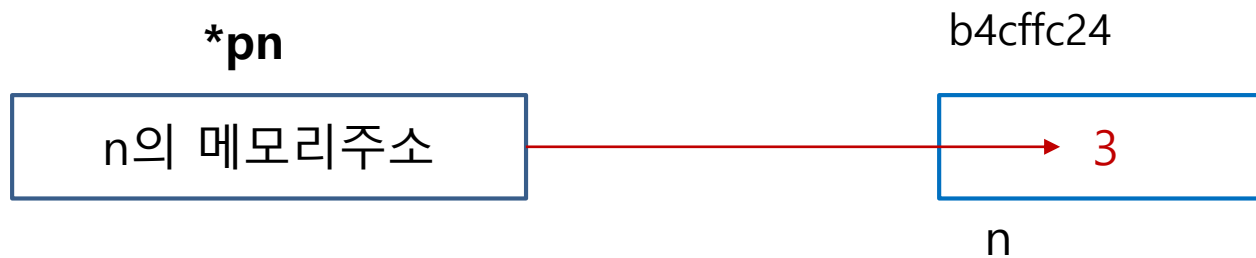
- 역참조 연산자(*)

포인터를 선언할 때도 *를 사용하고, 역참조 할때도 *를 사용

- 포인터는 변수의 주소만 가리킴



- 역참조는 주소에 접근하여 값을 가져옴



포인터(Pointer)

- 문자형 포인터 변수

```
char c;  
char* pc;  
  
c = 'A';  
pc = &c;  
  
printf("변수의 값: %c\n", c);  
printf("변수의 메모리 번지: %x\n", &c);  
printf("포인터의 값: %x\n", pc);  
printf("포인터의 메모리 번지: %x\n", &pc);  
printf("포인터가 가리키는 메모리 값: %c\n", *pc);  
  
//변수와 포인터의 자료형의 크기  
printf("변수의 자료형 크기: %dByte\n", sizeof(c));  
printf("포인터의 자료형 크기: %dByte\n", sizeof(pc));
```



포인터(Pointer)

- 포인터 사용 예제

```
//정수형 포인터 사용
```

```
int a = 10;
```

```
int* b;
```

```
printf("a의 값은 %d\n", a);
```

```
b = &a;
```

```
*b = 20;
```

```
printf("a의 값은 %d\n", a);
```

```
//문자형 포인터 사용
```

```
char c1 = 'A';
```

```
char* c2;
```

```
printf("c1의 값은 %c\n", c1);
```

```
c2 = &c1;
```

```
*c2 = 'B';
```

```
printf("c1의 값은 %c\n", c1);
```

```
a의 값은 10
a의 값은 20
c1의 값은 A
c1의 값은 B
```



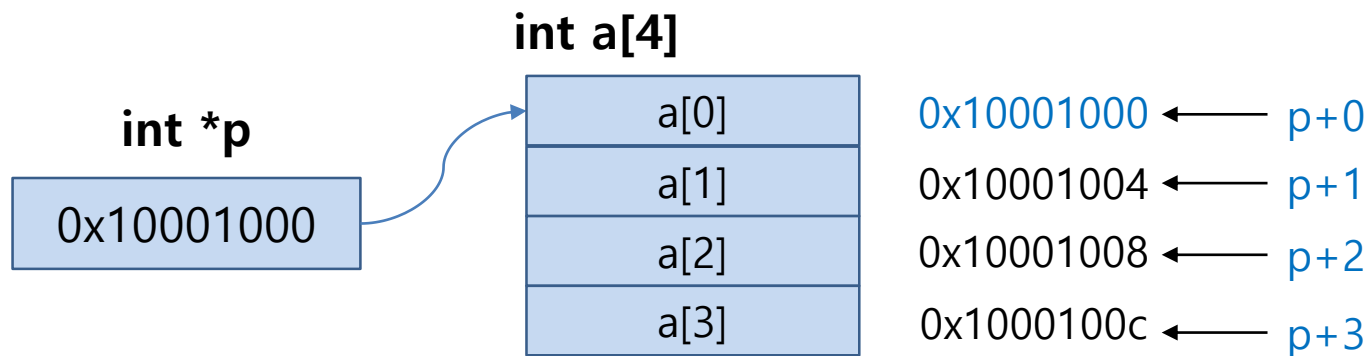
배열과 포인터

- 배열과 포인터

- 배열은 데이터를 연속적으로 메모리에 저장한다.

포인터 역시 메모리에 데이터를 저장하거나 저장된 데이터들을 읽어올수 있다.

```
int a[4], *p;    // 배열 a와 포인터 p선언
p = &a[0]        // p에 배열의 첫 번째 항목 주소 복사
```



배열과 포인터(Pointer)

- 정수형 배열과 포인터

```
int a[4] = { 10, 20, 30, 40 };
int* pa;
int i;

//a는 배열의 시작 주소이다.
/*printf("%d %x %x\n", a[0], &a[0], a); //a -> a + 0
printf("%d %x %x\n", a[1], &a[1], a + 1);
printf("%d %x %x\n", a[2], &a[2], a + 2);
printf("%d %x %x\n", a[3], &a[3], a + 3);*/

//배열 요소의 값과 주소 출력
for (i = 0; i < 4; i++)
{
    printf("%d %x %x\n", a[i], &a[i], a + i);
}
printf("=====\n");
```



배열과 포인터(Pointer)

- 정수형 배열과 포인터

```
pa = a; //pa포인터에 a의 주소 저장
printf("포인터 pa의 값: %x\n", pa);
printf("포인터 *pa가 가리키는 메모리의 값: %d\n", *pa);
```

```
/*printf("%x %d\n", pa + 1, *(pa + 1));
printf("%x %d\n", pa + 2, *(pa + 2));
printf("%x %d\n", pa + 3, *(pa + 3));*/
```

//포인터 요소의 값과 주소 출력

```
for (i = 0; i < 4; i++)
{
    printf("%x %d\n", pa + i, *(pa + i))
}
```

//배열과 포인터의 크기

```
printf("a의 크기: %dbyte, pa의 크기: %dbyte\n", sizeof(a), sizeof(pa));
```

```
10  adaffbe8  adaffbe8
20  adaffbec  adaffbec
30  adaffbf0  adaffbf0
40  adaffbf4  adaffbf4
=====
포인터 pa의 값: adaffbe8
포인터 *pa가 가리키는 메모리의 값: 10
adaffbe8 10
adaffbec 20
adaffbf0 30
adaffbf4 40
a의 크기: 16byte, pa의 크기: 8byte
```



배열과 포인터(Pointer)

- 배열과 포인터

```
int a[4] = { 10, 20, 30, 40 };  
  
printf("배열 a[3]의 값은 %d\n", a[3]);  
printf("배열 a[3]의 값은 %d\n", *(a + 3));  
printf("배열 a[3]의 값은 %d\n", *a + 3);
```

배열	a[3]의	값은	40
배열	a[3]의	값은	40
배열	a[3]의	값은	13



배열과 포인터(Pointer)

- 배열과 포인터의 연산

```
int x = 10, y = 20, z;  
int* arr[3]; //정수형 포인터 배열 선언  
  
// 배열에 주소 저장  
arr[0] = &x;  
arr[1] = &y;  
arr[2] = &z;  
  
//배열 선언과 동시에 초기화  
//int* arr[3] = { &x, &y, &z };  
  
*arr[2] = *arr[0] + *arr[1];  
  
printf("arr[2]의 값: %d\n", *arr[2]);  
printf("z의 값: %d\n", z);
```



배열과 포인터(Pointer)

- 배열과 포인터의 연산

```
int a[5] = { 1, 2, 3, 4, 5 };
int* b;
int i;

printf("기존 배열 a의 값 출력\n");
for (i = 0; i < 5; i++)
    printf("%d ", a[i]);

printf("\n배열 a의 각 요소에 10을 더하여 변경\n");
b = a;

for (i = 0; i < 5; i++)
    *(b + i) += 10;
```



배열과 포인터(Pointer)

- 배열과 포인터의 연산

```
printf("\n변경된 배열 a의 값 출력 1\n");  
for (i = 0; i < 5; i++)  
    printf("%d ", a[i]);  
printf("\n");  
  
printf("\n변경된 배열 a의 값 출력 2\n");  
for (i = 0; i < 5; i++)  
    printf("%d ", *(b + i));
```

```
기존 배열 a의 값 출력  
1 2 3 4 5  
배열 a의 각 요소에 10을 더하여 변경  
  
변경된 배열 a의 값 출력 1  
11 12 13 14 15  
  
변경된 배열 a의 값 출력 2  
11 12 13 14 15
```



배열과 포인터(Pointer)

- 배열과 포인터 – 문자열 입력

```
//배열과 포인터
char a[20];
char* b;

printf("문자열을 입력하세요: ");
scanf_s("%s", a, sizeof(a));

b = a;
printf("입력된 문자열: %s\n", b);
```



문자열과 포인터(Pointer)

- 문자열과 포인터

문자열은 문자들이 메모리 공간에 연속적으로 저장되어 있어서 주소로 관리되고, 문자열의 시작 주소를 알면 모든 문자열에 접근할 수 있다.

```
char msg[] = "Good Luck";
char* p = msg;
int i;

//문자열 출력
printf("%s\n", msg);

//문자열은 맨 뒤에 '\0' 포함, 포인터는 8byte
printf("%d %d\n", sizeof(msg), sizeof(p));

//문자열의 시작 주소와 배열의 이름은 동일하다.
printf("%x %x\n", msg, p);
```

```
Good Luck
10 8
e96ffa08 e96ffa08
Good Luck
ood Luck
od Luck
d Luck
Good Luck
```



문자열과 포인터(Pointer)

- 문자열과 포인터

```
//포인터로 출력
printf("%s\n", p); //p + 0과 같음
printf("%s\n", p + 1);
printf("%s\n", p + 2);
printf("%s\n", p + 3);

//포인터 역참조로 출력
/*printf("%c\n", *p);
printf("%c\n", *(p + 1));
printf("%c\n", *(p + 2));
printf("%c\n", *(p + 3));*/

int size = sizeof(msg) / sizeof(msg[0]);

//문자로 출력
for (i = 0; i < size; i++)
{
    printf("%c", *(p + i));
}
```



문자열과 포인터(Pointer)

- 문자열 반환 함수

```
//문자열 반환 함수
char* message() {
    return "행운을 빌어요!";
}

int main()
{
    char msg[50];

    strcpy(msg, message()); //문자열 호출후 msg에 저장

    printf("%s\n", msg);

    return 0;
}
```



포인터(Pointer) – 함수

- 함수의 매개변수로 포인터 사용하기

```
void changeArray(int* ptr)
{
    ptr[1] = 50;
}

int main()
{
    //배열 요소 변경 - 포인터 사용
    int arr[] = { 10, 20, 30 };

    changeArray(arr); //int *ptr = arr

    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        printf("%d\n", arr[i]);
    }

    return 0;
}
```



함수에서 포인터의 전달

- Call-by-Value(값에 의한 호출) vs Call-by-Reference(참조에 의한 호출)

값을 매개체로 함수호출

callByVal(int n)



callByVal(**num**)

주소를 매개체로 함수 호출

callByRef(int *p)



callbyRef(**&num**)



값 & 참조에 의한 호출

- 값 & 참조에 의한 호출

```
int callByVal(int);  
int callByRef(int* );  
  
int main()  
{  
    int num = 10;  
  
    puts("=== 값에 의한 호출 ===");  
    callByVal(num);  
    printf("%d\n", num);  
  
    puts("=== 참조에 의한 호출 ===");  
    callByRef(&num);  
    printf("%d\n", num);  
  
    return 0;  
}
```

```
=== 값에 의한 호출 ===  
10  
=== 참조에 의한 호출 ===  
11
```



값 & 참조에 의한 호출

- 값 & 참조에 의한 호출

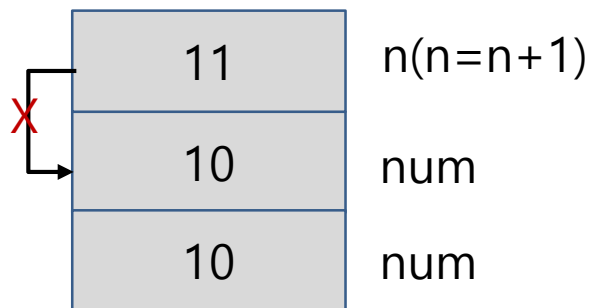
```
//값 호출 함수 정의
int callByVal(int n)
{
    n++; //n = n + 1;
    return n;
}

//참조 호출 함수 정의
int callByRef(int* p)
{
    *p = *p + 1;
    return *p;
}
```

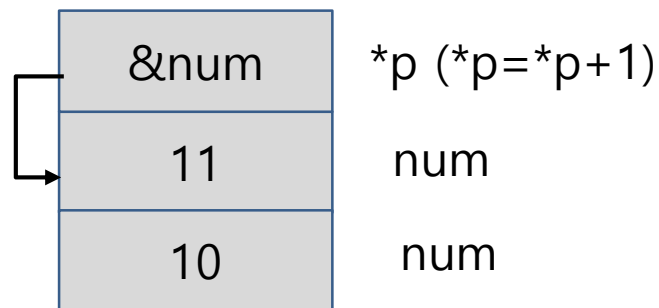


값 & 참조에 의한 호출

- Call-By-Value(값에 의한 호출) vs Call-By-Reference(참조에 의한 호출)



매개변수 n 은 호출된 후 11을 반환하고 소멸됨,
main()의 지역변수 num은 그대로 10을 유지함



매개 포인터 p 는 주소에 저장된 값에 접근하고 역참조 계산으로 num은 11이 됨.
호출된 후 p 의 메모리 공간은 소멸됨.



값 & 참조에 의한 호출

- 값과 참조에 의한 호출

```
void func1(int, int);
void func2(int* i, int* j);

int main()
{
    int a = 3, b = 12;

    printf("--- main()내 func1 호출 ---\n");
    func1(a, b);
    printf("%d %d\n", a, b);

    printf("--- main()내 func2 호출 ---\n");
    func2(&a, &b);
    printf("%d %d\n", a, b);

    return 0;
}
```



값 & 참조에 의한 호출

- 값과 참조에 의한 호출

```
//매개변수가 일반 변수인 함수
void func1(int i, int j)
{
    i *= 3;
    j /= 3;

    printf("%d %d\n", i, j);
}
```

```
//매개변수가 포인터인 함수
void func2(int* i, int* j)
{
    *i *= 3;
    *j /= 3;

    printf("%d %d\n", *i, *j);
}
```

```
--- main()내 func1 호출 ---
9 4
3 12
--- main()내 func2 호출 ---
9 4
9 4
```



값 & 참조에 의한 호출

- x부터 y 까지의 합계 계산하는 프로그램

```
void swap(int*, int*);
void calcSum(int x, int y);
int main()
{
    calcSum(1, 5);
    calcSum(5, 1);
    calcSum(1, 10);

    return 0;
}

void swap(int* x, int* y)
{
    //교환 - 포인터의 역참조
    int temp;
    temp = *x;
    *x = *y;
    *y = temp;
}
```

```
1+2+3+4+5=15
1에서 5까지의 합은 15
1+2+3+4+5=15
1에서 5까지의 합은 15
4=4
4에서 4까지의 합은 4
```



값 & 참조에 의한 호출

- x부터 y 까지의 합계 계산하는 프로그램

```
void sum(int min, int max)
{
    int i, sum;

    //첫번째 인자가 두번째 인자보다 크면
    if (min > max)
        swap(&min, &max);

    printf("%d", min); //1
    sum = min;
    for (i = min + 1; i <= max; i++){
        printf("+%d", i); //1+2+3+4+5
        sum += i;
    }
    printf("=%d\n", sum);
    printf("%d에서 %d까지의 합은 %d\n", min, max, sum);
}
```



포인터 배열에서 최대값 찾기

- 포인터 배열에서 최대값 찾기

```
int findMax(int[], int);
int findMax2(int*, int);
int main()
{
    int arr[] = { 21, 35, 71, 2, 97, 66 };
    int max1, max2;

    max1 = findMax(arr, 6);

    max2 = findMax2(arr, 6);

    printf("최대값: %d %d\n", max1, max2);

    return 0;
}
```



포인터 배열에서 최대값 찾기

- 포인터 배열에서 최대값 찾기

```
//매개변수를 배열로 전달
int findMax(int arr[], int len)
{
    int maxVal, i;
    maxVal = arr[0];
    for (i = 1; i < len; i++)
    {
        if (arr[i] > maxVal) {
            maxVal = arr[i];
        }
    }

    return maxVal;
}
```

```
//매개변수를 포인터로 전달
int findMax2(int* arr, int len)
{
    int maxVal, i;
    maxVal = *(arr + 0);

    //printf("%d\n", maxVal);

    for (i = 1; i < len; i++)
    {
        if (*(arr + i) > maxVal) {
            maxVal = *(arr + i);
        }
    }

    return maxVal;
}
```



포인터 배열에서 최대값 찾기

- 포인터 배열에서 최대값의 위치 찾기

```
int findMaxIdx(int[], int);
int findMaxIdx2(int*, int);
int main()
{
    int arr[] = { 21, 35, 71, 2, 97, 66 };
    int maxIdx1, maxIdx2=0;

    //최대값
    maxIdx1 = findMaxIdx(arr, 6);
    maxIdx2 = findMaxIdx2(arr, 6);

    printf("최대값의 위치: %d %d\n", maxIdx1, maxIdx2);

    return 0;
}
```



포인터 배열에서 최대값 찾기

- 포인터 배열에서 최대값의 위치 찾기

```
//매개변수를 배열로 전달
int findMaxIdx(int arr[], int len)
{
    int maxIdx, i;
    maxIdx = 0;
    for (i = 1; i < len; i++)
    {
        if (arr[i] > arr[maxIdx]) {
            maxIdx = i;
        }
    }

    return maxIdx;
}
```

```
//매개변수를 포인터로 전달
int findMaxIdx2(int *arr, int len)
{
    int maxIdx, i;
    maxIdx = 0;
    for (i = 1; i < len; i++)
    {
        if (*(arr + i) > *(arr + maxIdx))
        {
            maxIdx = i;
        }
    }

    return maxIdx;
}
```



문자열과 포인터(Pointer)

- 문자열 포인터로 단어 저장하기

```
//문자열 포인터로 단어 저장하기
char* animals[] = {"ant", "bear", "chicken", "deer", "elephant"};
int len = sizeof(words) / sizeof(words[0]);

//특정 단어 접근
/*printf("%s\n", animals[0]);
printf("%s\n", animals[2]);*/

//전체 조회
for (int i = 0; i < len; i++)
{
    printf("%s\n", animals[i]);
}
```



실습 – 동전 던지기 게임

■ 게임 방법

- 동전을 던집니다.(앞면은 1, 뒷면은 2)
- 앞면인지 뒷면인지 답을 합니다.
- 사용자와 동전이 같으면 "맞았음" 을 다르면 "꽝!"을 출력합니다.
- 1, 2 가 아닌 다른값을 입력하면 종료합니다.

```
앞면은 1, 뒷면은 2, 종료는 다른 값을 입력하세요
동전을 던졌습니다. 앞면? 뒤면? : 1
사용자: 앞면 동전: 뒷면
꽝!
동전을 던졌습니다. 앞면? 뒤면? : 2
사용자: 뒷면 동전: 앞면
꽝!
동전을 던졌습니다. 앞면? 뒤면? : 1
사용자: 앞면 동전: 앞면
맞았음
동전을 던졌습니다. 앞면? 뒤면? : 3
게임을 종료합니다.
```



실습 – 동전 던지기 게임

- 동전 던지기 게임

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>

int main()
{
    int you;
    int coin;
    //char aspect[][10] = { "", "앞면", "뒷면" };
    char* aspect[] = { "", "앞면", "뒷면" };

    srand(time(NULL));

    //printf("%s\n", aspect[1]); //앞면
    printf("앞면은 1, 뒷면은 2, 종료는 다른 값을 입력하세요\n");
```



실습 – 동전 던지기 게임

```
while (1){
    coin = rand() % 2 + 1;
    printf("동전을 던졌습니다. 앞면? 뒤면? : ");
    scanf_s("%d", &you); //1, 2 입력

    if (you < 1 || you > 2) { //1 or 2 이외의 수 입력
        printf("게임을 종료합니다.\n");
        break;
    }
    else {
        printf("사용자: %s, 동전: %s\n", aspect[you], aspect[coin]);
        //조건 연산자 활용
        printf("%s\n", (you == coin) ? "맞았음" : "꽂!");
    }
}

return 0;
}
```



실습 – 영어 타이핑 게임

```
#include <stdio.h>
#include <time.h>
#include <stdlib.h>

int main()
{
    char* words[] = { "ant", "bear", "chicken", "deer", "elephant", "fox",
                      "horse", "monkey", "lion", "tiger"};
    char* question; //문제
    char answer[20]; //사용자
    int n = 1; //문제 번호
    clock_t start, end;
    double elapsedTime; //게임 소요 시간

    srand(time(NULL)); //seed 설정
    int size = sizeof(words) / sizeof(words[0]);

    printf("영어 타자 게임, 준비되면 엔터>");
    getchar();

    start = clock(); //시작 시간
```



실습 – 영어 타이핑 게임

```
while (n <= 10)
{
    printf("\n문제 %d\n", n);
    int rndIdx = rand() % size;
    question = words[rndIdx];

    printf("%s\n", question); //문제 출제
    scanf_s("%s", answer, sizeof(answer)); //사용자 입력

    if (strcmp(question, answer) == 0)
    {
        printf("통과!\n");
        n++; //다음 문제
    }
    else
    {
        printf("오타! 다시 도전!\n");
    }
}

end = clock(); //종료 시간
elapsedTime = (double)(end - start) / CLOCKS_PER_SEC;
printf("게임 소요 시간: %.1f초\n", elapsedTime);
```



◆ 동적 할당의 필요성

변수나 배열을 선언하면 메모리 상에 '자동으로' 영역이 확보된다. 그러나 이 방법으로 동영상 관련 프로그램 등 많은 양의 메모리를 준비해야 할 경우 최악의 상황에선 프로그램이 정지할 수도 있다.

이런 경우 '프로그램상의 처리' 로써 메모리를 확보한다.

```
int* array = (int *)malloc(sizeof(int) * 100);
```

- ① 포인터를 준비한다
- ② 메모리를 확보하고 그 시작주소를 준비해 둔 포인터에 저장한다.
- ③ 필요 없어지면 메모리를 해제한다.



◆ 동적 메모리 사용

malloc() 함수

malloc 함수는 할당된 메모리 주소를 반환한다. 반환되는 메모리 번지에 어떤 유형의 데이터를 저장할 것인지 지정해 주어야한다.

free() 함수

동적으로 할당된 메모리를 시스템에 반납하도록 해 준다.



동적 메모리 할당

◆ 동적 할당 사용

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h> //malloc() 사용

int main()
{
    //정수형 배열 4개 선언 - 정적할당
    /*int n[4];

    n[0] = 10;
    n[1] = 20*/

    //정수형 배열 4개 선언 - 동적할당
    int* pn = (int *)malloc(sizeof(int) * 4);

    /*pn[0] = 10;
    pn[1] = 20;
    printf("%d %d\n", pn[0], pn[1]);*/
```



동적 메모리 할당

◆ 동적 할당 사용

```
// 2의 배수로 저장
for (int i = 0; i < 4; i++)
{
    pn[i] = i * 2;
}

//출력
for (int i = 0; i < 4; i++)
{
    printf("%d\n", pn[i]);
}

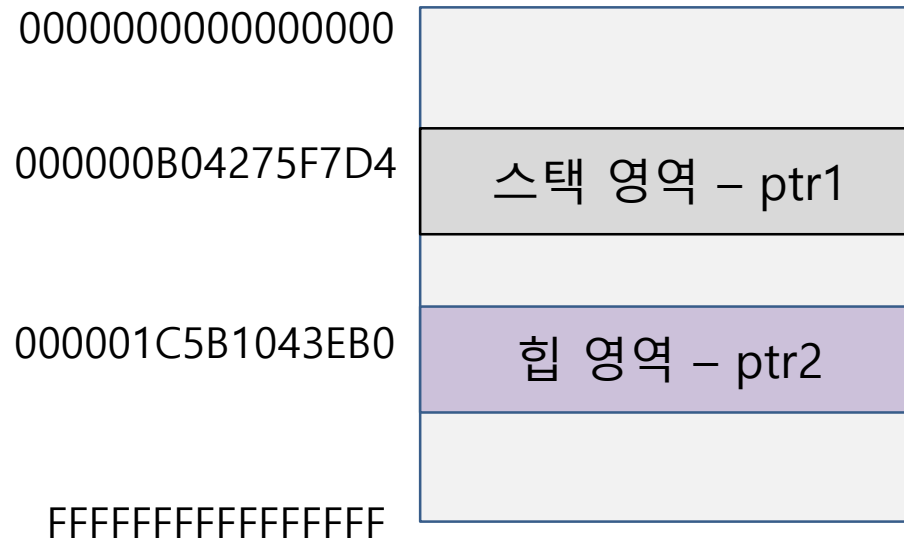
free(pn); //메모리 해제

return 0;
}
```



동적 메모리 할당

◆ 동적 할당 사용



동적 메모리 할당

```
int num1 = 10;
int* ptr1;
int* ptr2;

//정적 할당(메모리 스택영역)
ptr1 = &num1;
//동적 할당(메모리 힙영역)
ptr2 = (int* )malloc(sizeof(int) * 3);

ptr2[0] = 11;
ptr2[1] = 12;
ptr2[2] = 13;

//ptr1의 값과 주소
printf("%d %p\n", *ptr1, ptr1);
printf("\n");

//ptr2의 값과 주소
for (int i = 0; i < 3; i++) {
    printf("%d %p\n", *(ptr2 + i), ptr2 + i);
}
free(ptr2); //메모리 해제
```

```
10 000000E18F4FFA14
11 000002B47B151230
12 000002B47B151234
13 000002B47B151238
```



동적 메모리 할당 예제

◆ 정수형 배열 4개 동적 할당

```
int* ip;
int i;

ip = (int *)malloc(sizeof(int) * 4);

if (ip == NULL)
{
    printf("동적 메모리 할당에 실패했습니다.\n");
    exit(1);
}
//배열로 저장하기
ip[0] = 10;
ip[1] = 20;
ip[2] = 30;
ip[3] = 40;

for (i = 0; i < 4; i++)
{
    printf("%d\n", ip[i]);
}
```



동적 메모리 할당 예제

◆ 정수형 배열 4개 동적 할당

```
//역참조로 출력
for (i = 0; i < 4; i++)
{
    printf("%d\n", *(ip + i));
}
printf("\n");

//값 변경
*ip = 50;
*(ip + 1) = 60;
*(ip + 2) = 70;
*(ip + 3) = 80;

for (i = 0; i < 4; i++)
{
    printf("%d %d\n", ip[i], *(ip + i));
}

free(ip); //메모리 해제
```

```
10
20
30
40
```

```
50 50
60 60
70 70
80 80
```



동적 메모리 할당 예제

◆ 알파벳을 저장할 문자형 배열 26개 동적 할당

```
char* pc;
pc = (char *)malloc(sizeof(char) * 26);
int i;

if (pc == NULL)
{
    printf("동적 메모리 할당에 실패했습니다.\n");
    exit(1); //강제 종료
}
/*
    /*pc = 'A';
    *(pc + 0) = 'A';
    printf("%c\n", *(pc + 0));

    *(pc + 1) = 'A' + 1;
    printf("%c\n", *(pc + 1));

    *(pc + 2) = 'A' + 2;
    printf("%c\n", *(pc + 2));
*/
```



동적 메모리 할당 예제

◆ 알파벳을 저장할 문자형 배열 26개 동적 할당

```
//저장
for (i = 0; i < 26; i++)
{
    *(pc + i) = 'A' + i;
}

//출력
for (i = 0; i < 26; i++)
{
    printf("%c ", *(pc + i));
}

free(pc); //메모리 해제
```

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z



동적 메모리 할당 예제

◆ 문자열 자료형 동적 할당

```
#include <stdio.h>
#include <string.h> //strlen(), strcpy_s()
#include <stdlib.h> //malloc(), free()

void delBlank(char[]);
int main()
{
    char a[] = "A B c D e F !";
    delBlank(a);
    printf("%s\n", a);

    return 0;
}
```



동적 메모리 할당 예제

```
void delBlank(char a[])
{
    int len = strlen(a);
    char* str = (char *)malloc(sizeof(char) * len);
    int i, k = 0;

    for (i = 0; i < len; i++)
    {
        if (a[i] != ' ') //a[i] 공백문자가 아니면
            str[k++] = a[i];
    }
    str[k] = '\0';
    //strcpy(a, str);
    strcpy_s(a, sizeof(a), str);

    free(str);
}
```

ABcDeF!



성적 관리

■ 성적 관리

- 학생수를 입력 받음
- 점수를 입력하고 점수 리스트를 조회
- 평균 점수와 최고 점수를 분석함

```
-----
1.학생수 | 2.점수입력 | 3.점수리스트 | 4.분석 | 5.종료
-----
선택> 1
학생수 : 3
-----
1.학생수 | 2.점수입력 | 3.점수리스트 | 4.분석 | 5.종료
-----
선택> 2
score[0]=70
score[1]=85
score[2]=90
-----
1.학생수 | 2.점수입력 | 3.점수리스트 | 4.분석 | 5.종료
-----
선택> 3
score[0]=70
score[1]=85
score[2]=90
-----
1.학생수 | 2.점수입력 | 3.점수리스트 | 4.분석 | 5.종료
-----
선택> 4
평균 점수 : 81.67
최고 점수 : 90
-----
1.학생수 | 2.점수입력 | 3.점수리스트 | 4.분석 | 5.종료
-----
선택> 5
프로그램 종료!
```



성적 관리

■ 성적 관리

```
int* score = NULL; //점수 (동적 배열)
int studentNum; //학생수

while (1) {
    printf("-----\n");
    printf("1.학생수 | 2.점수입력 | 3.점수리스트 | 4.분석 | 5.종료\n");
    printf("-----\n");
    printf("선택> ");

    int choice; //메뉴 선택
    int sum = 0; //합계
    float avg; //평균
    int max; //최고점수

    scanf_s("%d", &choice); //메뉴 입력
```



성적 관리

- 성적 관리

```
switch (choice) {
case 1:
    printf("학생수: ");
    scanf_s("%d", &studentNum);
    score = (int*)malloc(sizeof(int) * studentNum);
    break;
case 2:
    for (int i = 0; i < studentNum; i++) {
        printf("score[%d]=", i);
        scanf_s("%d", &score[i]);
    }
    break;
case 3:
    for (int i = 0; i < studentNum; i++) {
        printf("score[%d]=%d\n", i, score[i]);
    }
    break;
```



성적 관리

■ 성적 관리

```
case 4:
    max = score[0];
    for (int i = 0; i < studentNum; i++) {
        sum += score[i]; //합계
        if (score[i] > max)
            max = score[i]; //최대값
    }
    avg = (float)sum / studentNum;
    printf("평균 점수: %.2f\n", avg);
    printf("최고 점수: %d\n", max);
    break;
case 5:
    printf("프로그램 종료!");
    return;
default:
    printf("잘못된 선택입니다. 다시 선택하세요\n");
    break;
}
}
free(score);
```



영어 타이핑 게임 2

■ 게임 방법

- 게임 소요 시간을 측정함
 - 컴퓨터가 저장된 영어 단어를 랜덤하게 출력함
 - 사용자가 단어를 따라 입력함
 - 출제된 단어와 입력한 단어가 일치하면 "통과!", 아니면 "오타! 다시 도전"
- 출력횟수는 총 10번이고, 끝나면 "게임을 종료합니다." 출력

영어 타자 게임, 준비되면 엔터>

문제 1
monkey
monkey
통과!

문제 2
deer
deer
통과!

문제 3
deer
der
오타! 다시 도전!

문제 8
horse
horse
통과!

문제 9
tiger
tiger
통과!

문제 10
fox
fox
통과!
게임 소요 시간 : 20.9초



영어 타자 게임

```
#define MAX_WORDS 10    //단어의 개수
#define MAX_LENGTH 20   //단어의 길이
int main()
{
    // 1. 단어 분리 및 저장
    char words[] = "ant bear chicken cow dog elephant monkey lion tiger horse";
    char* wordList[MAX_WORDS]; // 분리된 단어 저장용 배열
    int idxOfWords = 0;

    char* ptr = strtok(words, " "); //공백을 구분기호로 문자열 자르기
    while (ptr != NULL && idxOfWords < MAX_WORDS){
        wordList[idxOfWords++] = ptr;
        ptr = strtok(NULL, " ");
    }
    // 2. 타자 게임 준비
    char* question;
    char* answer = (char*)malloc(MAX_LENGTH * sizeof(char)); //동적 배열로 할당
    int n = 1;
    clock_t start, end;
    double elapsedTime;
    srand(time(NULL));
```



영어 타자 게임

```
printf("영어 타자 게임, 준비되면 엔터> ");
getchar();
start = clock();
while (n <= 10){
    printf("\n문제 %d\n", n);
    int rndIdx = rand() % idxOfWords; //실제 단어 개수 사용
    question = wordList[rndIdx]; //랜덤한 단어 추출
    printf("%s\n", question); //문제 출제
    scanf("%s", answer); //사용자 입력
    if (strcmp(question, answer) == 0){
        printf("통과!\n");
        n++;
    }else{
        printf("오타! 다시 도전!\n");
    }
}
end = clock();
elapsedTime = (double)(end - start) / CLOCKS_PER_SEC;
printf("게임 소요 시간: %.2f초\n", elapsedTime);
free(answer); // 메모리 해제
```



동적 메모리 할당 예제

◆ 2차원 포인터 배열

```
//2차원 포인터 배열 동적 할당
int** pp; //정수형 포인터의 포인터

pp = (int**)malloc(sizeof(int*) * 2); //8B x 2 = 16B
/*pp[0] = (int*)malloc(sizeof(int) * 2);
pp[1] = (int*)malloc(sizeof(int) * 2);*/

for (int i = 0; i < 2; i++)
{
    pp[i] = (int*)malloc(sizeof(int) * 2); //정수형 포인터
}

//값 저장
pp[0][0] = 1;
pp[0][1] = 2;
pp[1][0] = 3;
pp[1][1] = 4;
```



동적 메모리 할당 예제

◆ 2차원 포인터 배열

```
//값 출력
for (int i = 0; i < 2; i++)
{
    for (int j = 0; j < 2; j++)
    {
        printf("%d\n", pp[i][j]);
    }
}

//메모리 해제
/*free(pp[1]);
free(pp[0]);*/
for (int i = 0; i < 2; i++)
{
    free(pp[i]);
}
```



실습 문제 – 포인터

빈 칸에 알맞은 코드를 입력하여 실행 결과대로 출력하시오.

```
char arr[] = { '1', 'B', 'C', 'D', 'E' };  
char* p;
```

```
p =   
printf("%c%c", , );
```

👉 실행 결과

C1

