

1. 구현 요건에 설명된대로 교재 코드에서 변경된 부분을 위주로 C 코드 이미지 캡처와 함께 요점을 설명

```
typedef struct node* treePointer;
typedef struct element {
    char word[11];
    int count;
} element;
typedef struct node {
    element data;
    treePointer leftChild, rightChild;
} node;
```

tree 관련 구조체를 선언하는 과정이다. 데이터를 element 라는 구조체에 모두 담았고, 트리 노드의 양쪽 가지 포인터인 leftChild 와 rightChild 를 선언했다.

```
treePointer modifiedSearch(treePointer tree, char input[]) {
    while (tree) {
        if (strcmp(input, tree->data.word) == 0) {
            tree->data.count++;
            return NULL;
            //binary search tree가 empty가 아니며 탐색하는 word가 이미 있으면 그것의 count를 1 증가시킨 후 NULL 반환
        }
        else if (strcmp(input, tree->data.word) == -1) {
            if (!(tree->leftChild)) {
                return tree;
            }
            tree = tree->leftChild;
        }
        else if (strcmp(input, tree->data.word) == 1) {
            if (!(tree->rightChild)) {
                return tree;
            }
            tree = tree->rightChild;
        }
        //binary search tree가 empty가 아니며 탐색하는 word가 아직 없으면 탐색 과정에서 가장 마지막에 도달했던(존재하는) 노드의 포인터를 반환
    }
    //binary search tree가 empty이면 NULL 반환
    return NULL;
}
```

modifiedSearch 함수이다. 과제에서 준 내용을 주석으로 작성했다. String.h 라이브러리를 활용하여 작성하였다.

```

void insert(treePointer* node, char input[]) {
    treePointer ptr, temp = modifiedSearch(*node, input);
    //만약 word가 binary search tree에 이미 있다면 호출된 modifiedSearch가 그것의 count를 1 증가시키고 돌아온다.
    //이 경우 if문의 조건은 교재 코드에서처럼 FALSE가 되게 하여 insert는 추가 작업 없이 종료되도록 한다.
    if (temp || !(*node)) {
        ptr = (treePointer)malloc(sizeof(*ptr));
        strcpy_s(ptr->data.word, sizeof(ptr->data.word), input);
        ptr->leftChild = ptr->rightChild = NULL;
        ptr->data.count = 1;
        //만약 word가 binary search tree에 아직 없는 처음 입력된 것이라면, binary search tree에 key = word and count = 1 인 노드를 삽입한다.
        if (*node) {
            if (strcmp(input, temp->data.word) == -1) {
                temp->leftChild = ptr;
            }
            else {
                temp->rightChild = ptr;
            }
        }
        else {
            *node = ptr;
        }
    }
}

```

Insert 함수이다. 과제에서 준 내용을 주석으로 작성했다.

```

void inorder(treePointer ptr) {
    /*중위 트리 순회*/
    if (ptr) {
        inorder(ptr->leftChild);
        printf(ptr->data.word);
        printf(": ");
        printf("%d", ptr->data.count);
        printf("\n");
        inorder(ptr->rightChild);
    }
}

```

중위 트리 순회 함수이다. Data.count 를 출력하는 것을 추가한 것 이외에는 교재와 동일하다.

```

int main() {
    treePointer wordTree = NULL;
    while(1) {
        char word[11];
        printf("next word ? ");
        scanf("%s", word);
        if (strcmp(word, "END")==0) {
            break;
        }
        insert(&wordTree, word);
        inorder(wordTree);
        printf("\n");
    }
}

```

Main 함수이다. END 가 입력되면 반복문이 종료되도록 하였다.

2. 프로그램 실행결과 화면 캡처 및 설명 (총 3 개 word 데이터 set 테스트 결과)

```

Microsoft Visual Studio 디버그 콘솔
next word ? in
in:1
next word ? out
in:1 out:1
next word ? coco
coco:1 in:1 out:1
next word ? photovoca
coco:1 in:1 out:1 photovoca:1
next word ? coco
coco:2 in:1 out:1 photovoca:1
next word ? vao
coco:2 in:1 out:1 photovoca:1 vao:1
next word ? voca
coco:2 in:1 out:1 photovoca:1 vao:1 voca:1
next word ? voca
coco:2 in:1 out:1 photovoca:1 vao:1 voca:2
next word ? moon
coco:2 in:1 moon:1 out:1 photovoca:1 vao:1 voca:2
next word ? english
coco:2 english:1 in:1 moon:1 out:1 photovoca:1 vao:1 voca:2
next word ? flower
coco:2 english:1 flower:1 in:1 moon:1 out:1 photovoca:1 vao:1 voca:2
next word ? in
coco:2 english:1 flower:1 in:2 moon:1 out:1 photovoca:1 vao:1 voca:2
next word ? in
coco:2 english:1 flower:1 in:3 moon:1 out:1 photovoca:1 vao:1 voca:2
next word ? out
coco:2 english:1 flower:1 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:1 voca:2
next word ? vao
coco:2 english:1 flower:1 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:2 voca:2
next word ? voca
coco:2 english:1 flower:1 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:2 voca:3
next word ? coco
coco:3 english:1 flower:1 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:2 voca:3
next word ? english
coco:3 english:2 flower:1 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:2 voca:3
next word ? flower
coco:3 english:2 flower:2 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:2 voca:3
next word ? voca
coco:3 english:2 flower:2 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:2 voca:4
next word ? voca
coco:3 english:2 flower:2 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:2 voca:5
next word ? coco
coco:4 english:2 flower:2 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:2 voca:5
next word ? yogurt
coco:4 english:2 flower:2 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:2 voca:5 yogurt:1
next word ? cheese
cheese:1 coco:4 english:2 flower:2 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:2 voca:5 yogurt:1
next word ? yogurt
cheese:1 coco:4 english:2 flower:2 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:2 voca:5 yogurt:2
next word ? cheese
cheese:2 coco:4 english:2 flower:2 in:3 moon:1 out:2 photovoca:1 vao:2 voca:5 yogurt:2
next word ? END

C:\Users\PC\OneDrive - 중앙대학교\바탕 화면\자료구조4차과제\64\Debug\자료구조4차과제.exe (프로세스 18116개)이(가) 종료되었습니다(코드: 0x0).
디버깅이 중지될 때 콘솔을 자동으로 닫으려면 [도구] -> [옵션] -> [디버깅] > [디버깅이 중지되면 자동으로 콘솔 닫기]를 사용하도록 설정합니다.

```

```
Microsoft Visual Studio 디버그 콘솔

next word ? if
if:1
next word ? while
if:1 while:1
next word ? recursion
if:1 recursion:1 while:1
next word ? do
do:1 if:1 recursion:1 while:1
next word ? for
do:1 for:1 if:1 recursion:1 while:1
next word ? for
do:1 for:2 if:1 recursion:1 while:1
next word ? recursion
do:1 for:2 if:1 recursion:2 while:1
next word ? while
do:1 for:2 if:1 recursion:2 while:2
next word ? while
do:1 for:2 if:1 recursion:2 while:3
next word ? abstract
abstract:1 do:1 for:2 if:1 recursion:2 while:3
next word ? adt
abstract:1 adt:1 do:1 for:2 if:1 recursion:2 while:3
next word ? adt
abstract:1 adt:2 do:1 for:2 if:1 recursion:2 while:3
next word ? END

C:\Users\PC\OneDrive - 중앙대학교\바탕 화면\자료구조4차과제\64\Debug\자료구조4차과제.exe(프로세스 11504개)이(가) 종료되었습니다(코드: 0개).
디버깅이 중지될 때 콘솔을 자동으로 닫으려면 [도구] -> [옵션] -> [디버깅] > [디버깅이 중지되면 자동으로 콘솔 닫기]를 사용하도록 설정합니다.
```

```
Microsoft Visual Studio 디버그 콘솔

next word ? cat
cat:1
next word ? dog
cat:1 dog:1
next word ? bag
bag:1 cat:1 dog:1
next word ? ball
bag:1 ball:1 cat:1 dog:1
next word ? ball
bag:1 ball:2 cat:1 dog:1
next word ? tag
bag:1 ball:2 cat:1 dog:1 tag:1
next word ? egg
bag:1 ball:2 cat:1 dog:1 egg:1 tag:1
next word ? egg
bag:1 ball:2 cat:1 dog:1 egg:2 tag:1
next word ? bag
bag:2 ball:2 cat:1 dog:1 egg:2 tag:1
next word ? egg
bag:2 ball:2 cat:1 dog:1 egg:3 tag:1
next word ? END

C:\Users\PC\OneDrive - 중앙대학교\바탕 화면\자료구조4차과제\64\Debug\자료구조4차과제.exe(프로세스 19164개)이(가) 종료되었습니다(코드: 0개).
디버깅이 중지될 때 콘솔을 자동으로 닫으려면 [도구] -> [옵션] -> [디버깅] > [디버깅이 중지되면 자동으로 콘솔 닫기]를 사용하도록 설정합니다.
이 창을 닫으려면 아무 키나 누르세요...
```

```
Microsoft Visual Studio 디버깅 콘솔
next word ? a
a:1
next word ? b
a:1 b:1
next word ? c
a:1 b:1 c:1
next word ? d
a:1 b:1 c:1 d:1
next word ? e
a:1 b:1 c:1 d:1 e:1
next word ? f
a:1 b:1 c:1 d:1 e:1 f:1
next word ? g
a:1 b:1 c:1 d:1 e:1 f:1 g:1
next word ? h
a:1 b:1 c:1 d:1 e:1 f:1 g:1 h:1
next word ? d
a:1 b:1 c:1 d:2 e:1 f:1 g:1 h:1
next word ? e
a:1 b:1 c:1 d:2 e:2 f:1 g:1 h:1
next word ? f
a:1 b:1 c:1 d:2 e:2 f:2 g:1 h:1
next word ? g
a:1 b:1 c:1 d:2 e:2 f:2 g:2 h:1
next word ? h
a:1 b:1 c:1 d:2 e:2 f:2 g:2 h:2
next word ? a
a:2 b:1 c:1 d:2 e:2 f:2 g:2 h:2
next word ? a
a:3 b:1 c:1 d:2 e:2 f:2 g:2 h:2
next word ? a
a:4 b:1 c:1 d:2 e:2 f:2 g:2 h:2
next word ? END

C:\Users\PC\OneDrive - 중앙대학교\바탕 화면\자료구조4차과제\#x64\Debug\자료구조4차과제.exe(프로세스 17012개)이(가) 종료되었습니다(코드: 0개).
디버깅이 중지될 때 콘솔을 자동으로 닫으려면 [도구] -> [옵션] -> [디버깅] > [디버깅이 중지되면 자동으로 콘솔 닫기]를 사용하도록 설정합니다.
이 창을 닫으려면 아무 키나 누르세요...
```

```
Microsoft Visual Studio 디버깅 콘솔
next word ? korea
korea:1
next word ? america
america:1      korea:1
next word ? africa
africa:1      america:1      korea:1
next word ? denmark
africa:1      america:1      denmark:1      korea:1
next word ? korea
africa:1      america:1      denmark:1      korea:2
next word ? korea
africa:1      america:1      denmark:1      korea:3
next word ? america
africa:1      america:2      denmark:1      korea:3
next word ? africa
africa:2      america:2      denmark:1      korea:3
next word ? asia
africa:2      america:2      asia:1      denmark:1      korea:3
next word ? denmark
africa:2      america:2      asia:1      denmark:2      korea:3
next word ? china
africa:2      america:2      asia:1      china:1      denmark:2      korea:3
next word ? germany
africa:2      america:2      asia:1      china:1      denmark:2      germany:1      korea:3
next word ? china
africa:2      america:2      asia:1      china:2      denmark:2      germany:1      korea:3
next word ? japan
africa:2      america:2      asia:1      china:2      denmark:2      germany:1      japan:1      korea:3
next word ? china
africa:2      america:2      asia:1      china:3      denmark:2      germany:1      japan:1      korea:3
next word ? korea
africa:2      america:2      asia:1      china:3      denmark:2      germany:1      japan:1      korea:4
next word ? germany
africa:2      america:2      asia:1      china:3      denmark:2      germany:2      japan:1      korea:4
next word ? china
africa:2      america:2      asia:1      china:4      denmark:2      germany:2      japan:1      korea:4
next word ? korea
africa:2      america:2      asia:1      china:4      denmark:2      germany:2      japan:1      korea:5
next word ? china
africa:2      america:2      asia:1      china:5      denmark:2      germany:2      japan:1      korea:5
next word ? korea
africa:2      america:2      asia:1      china:5      denmark:2      germany:2      japan:1      korea:6
next word ? japan
africa:2      america:2      asia:1      china:5      denmark:2      germany:2      japan:2      korea:6
next word ? europe
africa:2      america:2      asia:1      china:5      denmark:2      europe:1      germany:2      japan:2      korea:6
next word ? korea
africa:2      america:2      asia:1      china:5      denmark:2      europe:1      germany:2      japan:2      korea:7
next word ? asia
africa:2      america:2      asia:2      china:5      denmark:2      europe:1      germany:2      japan:2      korea:7
next word ? END

C:\Users\PC\OneDrive - 중앙대학교\바탕 화면\자료구조4차과제\64\Debug\자료구조4차과제 .exe(프로세스 36620개)이(가) 종료되었습니다(코드: 0개).
디버깅이 중지될 때 콘솔을 자동으로 닫으려면 [도구] -> [옵션] -> [디버깅] > [디버깅이 중지되면 자동으로 콘솔 닫기]를 사용
```

```
next word ? apple
apple:1
next word ? banana
apple:1 banana:1
next word ? apple
apple:2 banana:1
next word ? orange
apple:2 banana:1 orange:1
next word ? melon
apple:2 banana:1 melon:1 orange:1
next word ? strawberry
apple:2 banana:1 melon:1 orange:1 strawberry:1
next word ? melon
apple:2 banana:1 melon:2 orange:1 strawberry:1
next word ? pear
apple:2 banana:1 melon:2 orange:1 pear:1 strawberry:1
next word ? banana
apple:2 banana:2 melon:2 orange:1 pear:1 strawberry:1
next word ? pear
apple:2 banana:2 melon:2 orange:1 pear:2 strawberry:1
next word ? grape
apple:2 banana:2 grape:1 melon:2 orange:1 pear:2 strawberry:1
next word ? grape
apple:2 banana:2 grape:2 melon:2 orange:1 pear:2 strawberry:1
next word ? pear
apple:2 banana:2 grape:2 melon:2 orange:1 pear:3 strawberry:1
next word ? melon
apple:2 banana:2 grape:2 melon:3 orange:1 pear:3 strawberry:1
next word ? carrot
apple:2 banana:2 carrot:1 grape:2 melon:3 orange:1 pear:3 strawberry:1
next word ? cabbage
apple:2 banana:2 cabbage:1 carrot:1 grape:2 melon:3 orange:1 pear:3 strawberry:1
next word ? carrot
apple:2 banana:2 cabbage:1 carrot:2 grape:2 melon:3 orange:1 pear:3 strawberry:1
next word ? mango
apple:2 banana:2 cabbage:1 carrot:2 grape:2 mango:1 melon:3 orange:1 pear:3 strawberry:1
next word ? mango
apple:2 banana:2 cabbage:1 carrot:2 grape:2 mango:2 melon:3 orange:1 pear:3 strawberry:1
next word ? orange
apple:2 banana:2 cabbage:1 carrot:2 grape:2 mango:2 melon:3 orange:2 pear:3 strawberry:1
next word ? strawberry
apple:2 banana:2 cabbage:1 carrot:2 grape:2 mango:2 melon:3 orange:2 pear:3 strawberry:2
next word ? blueberry
apple:2 banana:2 blueberry:1 cabbage:1 carrot:2 grape:2 mango:2 melon:3 orange:2 pear:3 s
trawberry:2
next word ? banana
apple:2 banana:3 blueberry:1 cabbage:1 carrot:2 grape:2 mango:2 melon:3 orange:2 pear:3 s
trawberry:2
next word ? carrot
apple:2 banana:3 blueberry:1 cabbage:1 carrot:3 grape:2 mango:2 melon:3 orange:2 pear:3 s
trawberry:2
next word ? melon
apple:2 banana:3 blueberry:1 cabbage:1 carrot:3 grape:2 mango:2 melon:4 orange:2 pear:3 s
trawberry:2
next word ? END
```

C:\Users\PC\OneDrive - 중앙대학교\바탕 화면\자료구조4차과제\64\Debug\자료구조4차과제.exe(프로세스 18096개)이(가) 종료되었습니다(코드: 0개).
디버깅이 중지될 때 콘솔을 자동으로 닫으려면 [도구] -> [옵션] -> [디버깅] > [디버깅이 중지되면 자동으로 콘솔 닫기]를 사용하도록 설정합니다.
이 창을 닫으려면 아무 키나 누르세요...