# 6장. 스택

## 🚨 스택, 큐

- 리스트 작업은 시간과 무관하게 정의
- 스택과 큐의 작업은 시간을 기준으로 정의
- 스택은 가장 나중 삽입된 데이터가 먼저 삭제되는 특성의 자료형을 추상화

#### 🔈 학습목표

- 추상 자료형 스택의 개념을 이해한다.
- 배열과 연결 리스트로 구현할 때의 차이점을 이해한다.
- 추상 자료형 리스트로 구현하는 방법을 명확히 이해한다.
- 스택의 응용예, 특히 깊이우선 탐색 방법을 이해한다.
- 스택과 재귀호출의 연관성을 이해한다.

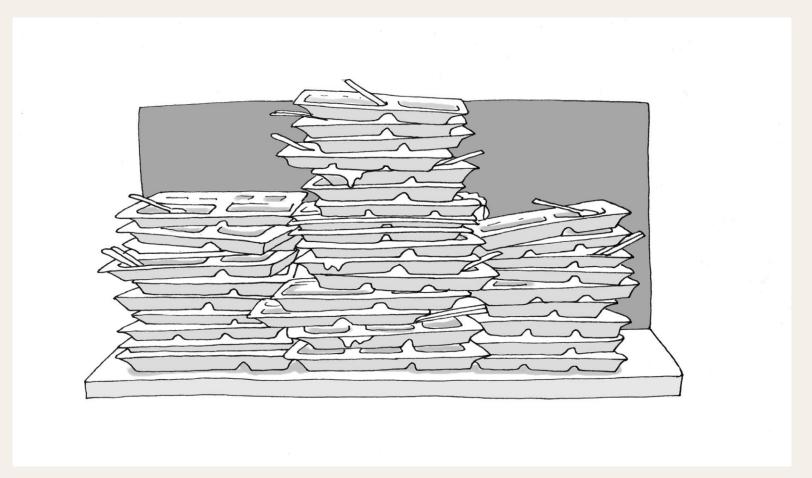
## Section 01 스택 개념 - 스택

#### 🔈 스택

- 들어온 시간 순으로 데이터를 쌓아갈 때 가장 위에 즉, 가장 최근에 삽입된 위치에 있는 데이터를 삭제하거나 아니면 거기에 이어서 새로운 데이터를 삽 입할 수 있도록 하는 추상 자료형
- 후입선출(後入先出)
- LIFO(Last-In, First-Out: 라이포 또는 리포)
- LCFS(Last-Come, First-Served)
- cf. 큐: 선입선출(先入先出), FIFO(First-In, First-Out: 파이포 또는 피포)

# 스택

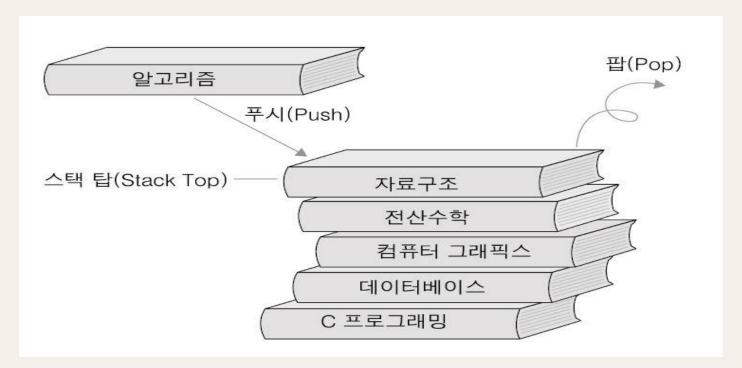
# 🔈 스택 개념



[그림 6-1] 식판 스택

## 스택 탑, 푸쉬, 팝

- ▶ 스택 탑만 접근 가능
- ▶ 한쪽 끝에서 삽입, 삭제
  - 삽입 삭제 위치를 스택 탑부근으로 제한 함
  - 구현 자료구조에서 탑이 아닌 다른 곳을 접근할 수 있어도 하지 않기로 약속



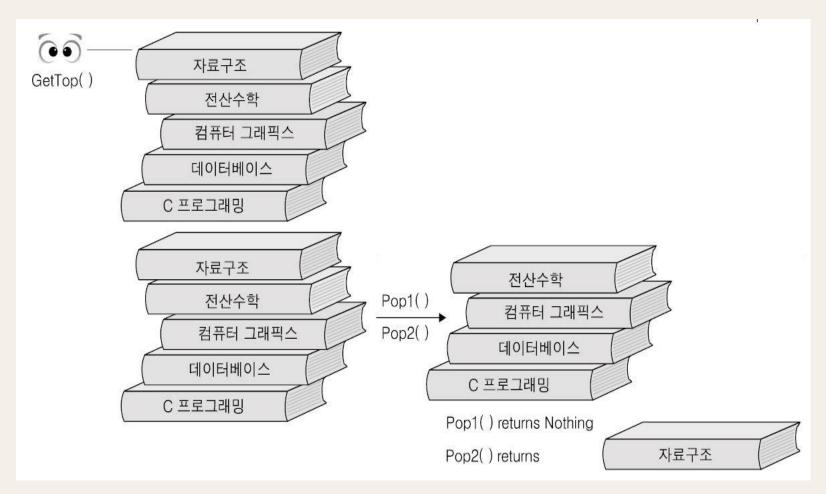
[그림 6-2] 교과서 스택

## Section 02 추상 자료형 스택 - 추상 자료형 스택

#### 🔈 주요작업

- Create: 새로운 스택을 만들기
- Destroy: 사용되던 스택을 파기하기
- Push: 스택 탑 바로 위에 새로운 데이터를 삽입하기
- Pop: 스택 탑 데이터를 삭제하기
- GetTop: 스택 탑 데이터를 검색하기
- IsEmpty: 현재 스택이 비어있는지를 확인하기
- IsFull: 현재 스택이 꽉 차 있는지를 확인하기
- GetSize: 현재 스택에 들어가 있는 데이터의 개수를 알려주기

# 추상 자료형 스택



[그림 6-3] GetTop, Pop1(), Pop2()

## 추상 자료형 스택

## 🥕 액시엄

- GetTop(Push(S, X)) = X
- Pop(Push(S, X)) = S
- **IsEmpty(Create()) = TRUE**
- **IsEmpty(Push(S, X)) = FALSE**
- GetSize(Push(S, X)) = GetSize(S) + 1

# Section 03 C에 의한 스택 구현 - C 배열에 의한 스택

▶ 코드 6-1: StackA.h (C Interface by Array)

```
#define MAX 100 최대 100개 데이터를 저장

typedef struct
{ int Top; 스택 탑의 인덱스를 추적
 int Stack[MAX]; 스택 데이터는 정수형, 최대 100개
} stackType; 스택 타입은 구조체
```

```
void Push(stackType* Sptr, int Item);스택 데이터를 정수로 가정int Pop(stackType* Sptr);스택 탑의 데이터 값을 리턴 함void Init(stackType* Sptr);스택 초기화bool IsEmpty(stackType* Sptr);비어 있는지 확인bool IsFull(stackType* Sptr);꽉 차 있는지 확인
```

#### C 배열에 의한 스택

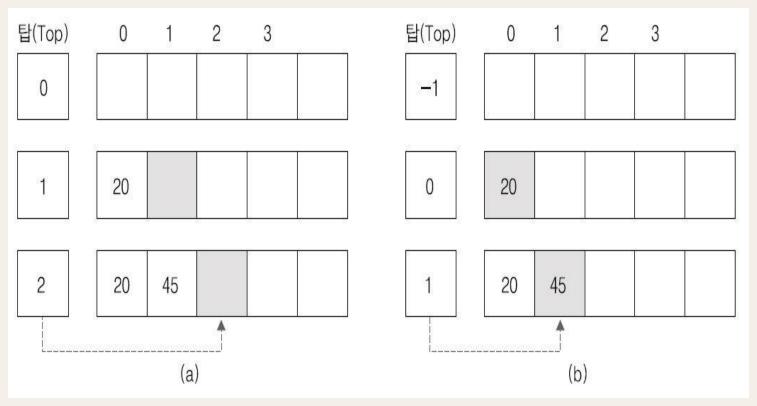
▶ 코드 6-2: StackA.c (C Implementation by Array)

```
헤더파일을 포함
#include <StackA.h>
void Init(stackType* Sptr)
                            스택 초기화 함수
                            탑 인덱스 0으로 빈 스택을 표시
\{ Sptr->Top=0 \}
                             비어 있는지 확인하는 함수
boolean IsEmpty(stackType* Sptr)
                             탑 인덱스 0이면 TRUE
{ return (Sptr->Top = = 0);
void Push(stackType* Sptr, int Item) 스택의 삽입함수
                             현재 탑에 삽입 후 탑 인덱스를 증가
{ Sptr->Stack[Top++] = Item;
                            IsFull인지를 미리 확인해야 함
                            스택의 삭제함수
int Pop(stackType* Sptr)
                            탑 인덱스 바로 아래 데이터를 리턴
{ return Sptr->Stack[--Top];
                            IsEmpty인지를 미리 확인해야 함
```

# C 배열에 의한 스택

# ▶ 두가지 탑 인덱스

- 초기화 방법이 다름
- 푸쉬, 팝 인덱스 계산이 달라짐



[그림 6-4] 두 가지 탑 인덱스

▶ 코드 6-3: StackP.h (C Interface by Linked List)

```
typedef struct
                    스택 데이터를 정수 형으로 가정
{ int Data;
                    다음 노드를 가리키는 포인터 변수
node* Next;
                    노드는 구조체 타입
} node;
                    Nptr 타입이 가리키는 것은 노드 타입
typedef node* Nptr;
void Push(Nptr Top, int Item); 스택 데이터를 정수로 가정
                             스택 탑의 데이터 값을 리턴 함
int Pop(Nptr Top);
                             스택 초기화
void Init(Nptr Top);
                             비어 있는지 확인
bool IsEmpty(Nptr Top);
                             연결 리스트 공간을 반납
void FreeList(Nptr );
```

▶ 코드 6-4: StackP.c (C Implementation by Linked List)

```
#include <StackP.h> 헤더파일을 포함

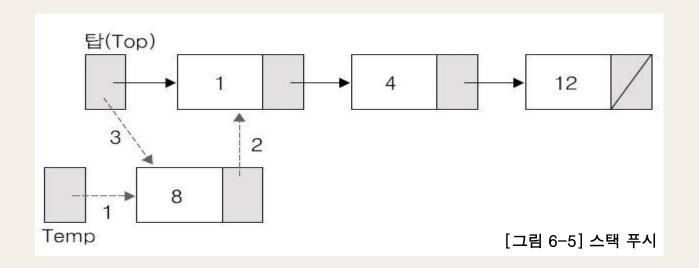
void Init(Nptr Top); 초기화 함수
{ Top = NULL; 탑 포인터를 널로
}

bool IsEmpty(Nptr Top); 빈 스택인지 확인하는 함수
{ return (Top = = NULL); 탑 포인터가 널이면 TRUE
}
```

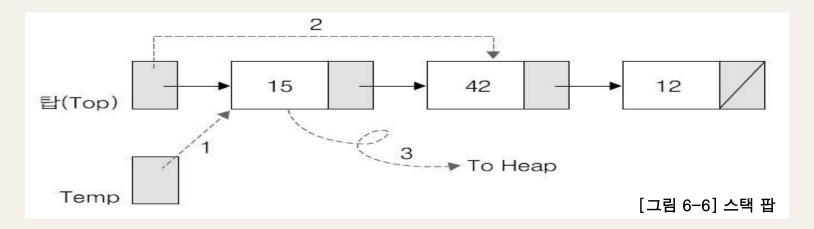
▶ void Push(Nptr Top, int Item)
{ Nptr Temp = (Nptr)malloc(sizeof(node)); 새로운 노드 공간을 확보하고
Temp->Item = Item;
Heart = Top;
Heart = Top;
Top = Temp;
But Item
Heart = Market
Heart = Ma

# 🔈 삽입, 삭제

- 반드시 첫 노드
- 이유는 무엇인가



```
스택의 삭제함수
int Pop(Nptr Top)
                                   빈 리스트이면
{ if (Top = NULL) }
                                   오류처리
        printf("Empty Stack");
 else
                                   탑 포인터를 백업
 { Nptr Temp = Top;
                                   이전 탑 데이터 백업
   int Item = Temp->Data;
                                   탑이 다음 노드를 가리키게
        Top = Top \rightarrow Next;
                                   이전 탑 노드 공간반납
        free Temp;
                                   이전 탑 데이터 리턴
        return Item;
```



```
void FreeList(Nptr Top)
{ Nptr Temp = Top;
  while (Temp != NULL)
  { Top = Top->Next;
    free Temp;
    Temp = Top;
}
```

연결 리스트 공간반납 함수

리스트가 완전히 빌 때까지 탑 포인터 전진 이전 탑 노드 공간반납 탑 포인터 백업

## Section 04 C++에 의한 스택 구현 - C ++ 배열에 의한 스택

▶ 코드 6-5: StackA.h (C++ Interface by Array) const int MAX = 100; class stackClass { public: 생성자 함수 stackClass(); 복사 생성자 함수 stackClass(const stackClass& S); 소멸자 함수 ~stackClass(); Item 값을 스택에 삽입 void Push(int Item); 스택 탑의 데이터 값을 리턴 함 int Pop(); 비어 있는지 확인 boolean IsEmpty(); 꽉 차 있는지 확인 boolean IsFull(); private: 스택 탑의 인덱스를 추적 int Top; 정수형 스택 데이터 최대 100개 int Stack[MAX];

## C ++ 배열에 의한 스택

▶ 코드 6-6: StackA.cpp (C++ Implementation by Array)

```
#include <StackA.h>
                                    생성자 함수
stackClass::stackClass( )
                                    탑 인덱스 0으로 초기화
\{ Top = 0; 
void stackClass::stackClass(const stackClass& S) 복사생성자
                                         탑 인덱스를 복사
{Top = S.Top;}
for (int Index = 0; Index <= S.Top; ++ Index) 인덱스 0부터 S.Top까지
                                         배열 요소 복사
             Stack[Index] = S.Stack[Index];
                                    소멸자 함수
stackClass::~stackClass()
                                    실행할일 없음
                                    빈 스택인지 확인하는 함수
boolean stackClass::IsEmpty()
                                    탑 인덱스 0 이면 TRUE
{ return boolean (Top = 0);
```

▶ 코드 6-7: StackP.h (C++ Interface by Linked List)

```
typedef struct
                    스택 데이터를 정수 형으로 가정
{ int Data;
                    다음 노드를 가리키는 포인터 변수
node* Next;
                   노드는 구조체 타입
} node;
                   Nptr 타입이 가리키는 것은 노드 타입
typedef node* Nptr;
class stackClass
{ public:
                                    생성자 함수
   stackClass( );
                                    복사 생성자 함수
   stackClass(const stackClass& S);
                                    소멸자 함수
   ~stackClass();
                                    Item 값을 스택에 삽입
   void Push(int Item);
                                    스택 탑의 데이터 값을 리턴 함
   int Pop();
                                    비어 있는지 확인
   boolean IsEmpty( );
                                    꽉 차 있는지 확인
   boolean IsFull();
private:
                                    첫 노드를 가리키는 포인터
   Nptr Top;
```

♣ 코드 6-8: StackP.cpp (C++ Implementation by Linked List)

```
#include <StackP.h>
                              생성자 함수
stackClass::stackClass( )
                              탑 포인터 값을 널로 세팅
{ Top = NULL; }
                              소멸자 함수
stackClass::~stackClass()
{ int Temp;
                              스택이 완전히 빌 때까지
 while (!IsEmpty( ))
                              계속해서 팝
   Temp = Pop();
                              비어있는지 확인하는 함수
boolean stackClass::IsEmpty()
                              탑이 널이면 TRUE
{ return boolean(Top = = NULL);
```

```
스택의 삽입함수
void stackClass::Push(int Item)
                               새로운 노드 공간을 확보하고
{ Nptr NewTop = new Nptr;
                               넘어온 데이터 복사
 NewTop->Data = Item;
                        새 노드가 현재상태의 첫 노드를 가리키게
 NewTop->Next = Top;
                        탑이 새로운 노드를 가리키게
 Top = NewTop;
                                스택의 삭제함수
int stackClass::Pop( )
                                빈 스택이라면 오류처리
{ if (IsEmpty( ))
   cout << "Deletion on Empty Stack";</pre>
                                빈 스택이 아니라면
else
                                탑 포인터를 백업
 { Nptr Temp = Top;
                                탑 노드의 데이터를 백업
   int Item = Temp->Data;
                                탑이 다음 노드를 가리키게
   Top = Top->Next;
                                이전 탑 노드 공간반납
   delete Temp;
                                이전 탑 데이터 리턴
   return Item;
```

#### Section 05 리스트에 의한 스택 구현 - 추상자료형 리스트에 의한 스택구현

▶ 코드 6-9: StackL.h (C++ Interface by ADT LIST)

```
#include <ListP.h>
class stackClass
{ public:
 코드 6-7(또는 코드 6-6)과 동일
 private:
 listClass L;
};
```

#### 🔈 리스트 객체

- 스택 클래스 객체 S는 리스트 클래스 객체 L을 가짐
- 리스트 클래스 멤버함수 사용을 위해 리스트 클래스 헤더파일 <ListP.h> 또 는 <ListA.h>를 포함

## 추상자료형 리스트에 의한 스택구현

## ▶ 코드 6-10: StackL.cpp (C++ Implementation by ADT LIST)

```
#include <StackL.h>
stackClass::stackClass() 생성자 함수
{
}
stackClass::stackClass(const stackClass&S) 복사생성자 함수
{ L = S.L;
}
```

#### ▶ 생성자 함수

- 스택 클래스 객체 S의 L 필드 즉, S.L 필드는 객체 S가 선언되는 순간에 생성
- L은 리스트 클래스 객체이기 때문에 리스트 클래스의 생성자를 통해 초기화

#### 🏂 복사 생성자

- stackClass A = B; 에 의해 스택 클래스의 복사 생성자가 불려옴
- 복사 생성자 내부에 A.L = B.L;로 선언되어 있으므로 결과적으로 리스트 클래스의 복사 생성자를 부르게 됨

## 추상자료형 리스트에 의한 스택구현

```
boolean stackClass::IsEmpty() 변 스택인지 확인하는 함수 { return boolean(L.IsEmpty()); } void stackClass::Push(int NewItem) 푸쉬 함수 { L.Insert(1, Item); } void stackClass::Pop() 팝함수 { L.Delete(1); } void stackClass:GetTop(int& Item) 스택 탑을 읽는 함수 {L.Retrieve(1, Item); }
```

## 🤈 추상 자료형 리스트위치기반 리스트

- 리스트의 처음 위치를 스택 탑으로 간주
- 스택의 푸쉬 작업은 리스트의 처음 위치에 데이터를 삽입하는 것에 해당
- 스택의 팝 작업은 리스트의 첫 데이터를 삭제하는 것에 해당

# Section 06 스택 응용 예 - 스택 응용 예

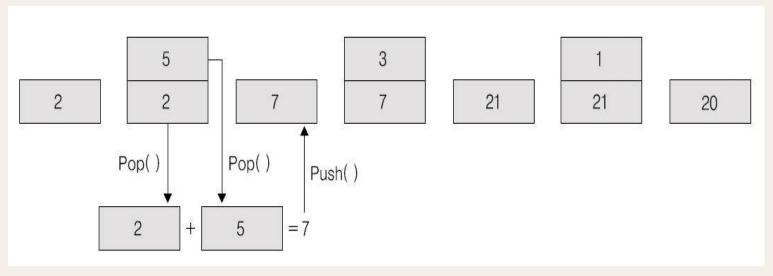
## ▶ 백 스페이스 키

- KY<bs>OTW<bs><bs>REA 순으로 입력
- 최종 결과는?
- 백 스페이스는 어느 위치에 작용하는가

## 🔈 연산자 표현

- 중위표현(中位, In-Fix Expression): 5 + 7
- 연산자(Operator)가 피연산자(Operand)의 가운데 있는 표현
- 후위표현(後位, Post-Fix Expression) : 5 7 +
- 연산자가 피 연산자 맨 뒤로 가는 표현. RPN(Reverse Polish Notation)

## <u>▶</u> 25+3\*1-의 연산

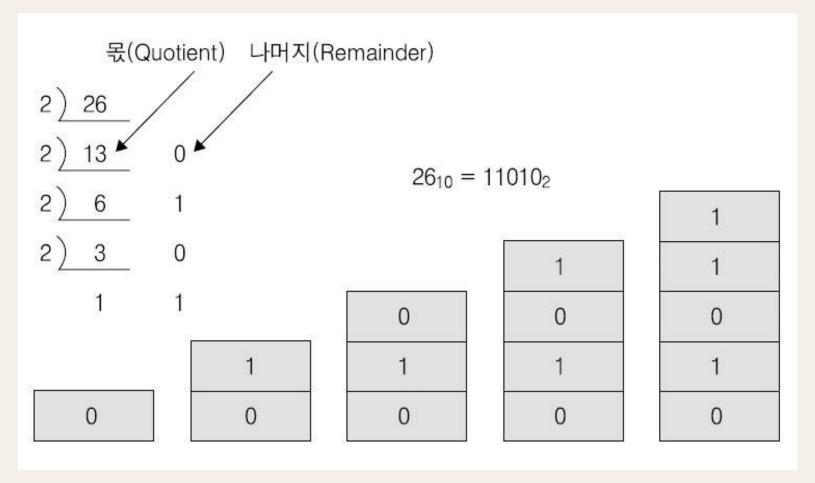


[그림 6-7] 2 5 + 3 \* 1 - 의 연산

## ▶ 코드 6-11: 후위표현의 연산

```
첫 문자 읽기
Read Symbol Ch
                       수식의 끝을 만날 때까지
While Not End of Expression
  If Ch Is an Operand
                       읽은 문자가 피연산자이면
                       스택에 푸쉬
   Push Ch
                       읽은 문자가 연산자이면
  Else
                       두 번째 피연산자 팝
  { Pop Operand2
                       첫 번째 피연산자 팝
   Pop Operand1
   Result = Operand1 Ch Operand2 결과계산
                       결과를 스택에 푸쉬
   Push Result
                       새로운 문자 읽기
  Read Symbol Ch
                       결과를 출력
Pop Stack and Print Result
```

# ▶ 진법의 변환(예: 10진수에서 2진수로)



[그림 6-8] 10진수의 2진 변환

- ▶ 스택과 재귀호출 비교(문자열 뒤집기)
  - 주어진 문자열을 들어오는 대로 스택에 푸쉬 하였다고 가정
  - 프로그래머가 만든 스택: 사용자 스택
  - 재귀호출에 의한 스택: 시스템 스택
  - 사용자 스택이 일반적으로 더욱 유리

스택	재귀호출
<pre>while (! StackIsEmpty) {     NewCharacter = Pop()      Print NewCharater }</pre>	<pre>void Reverse(char S[], int First, int Last) { if (First &gt; Last)      return;   else   { Reverse(S, Fist+1, Last);      printf("%c", S[First]);   } }</pre>

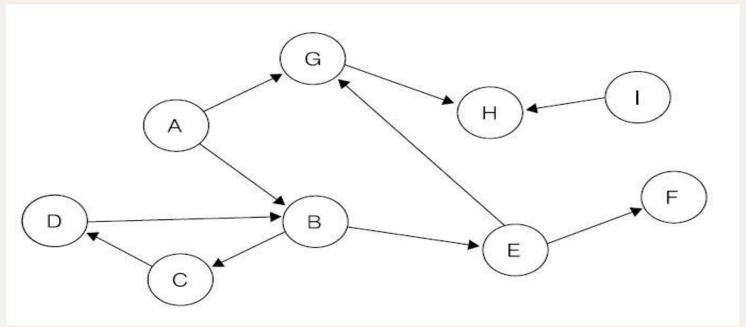
[표 6-1] 스택과 재귀호출의 비교

#### <u>▶</u> 코드 6-12 괄호의 매칭

```
스택 초기화
InitializeStack( );
                                매칭 상태를 표시하는 변수 초기화
Matched = TRUE;
                                  소스코드 끝까지
while (Index < String.Length && Matched)
                                  새로운 문자를 읽어서
{ Character = String[Index++];
                                  여는 중괄호이면
 if (Character is '{')
                                  스택에 푸쉬
   Push('{');
                                  닫는 중괄호이면
 else if (Character is '}')
                                  만약 스택이 비어있지 않다면
 { if (Not StackIsEmpty)
                                  팝에 의해 여는 괄호 제거
     Pop()
                                  스택이 비어 있다면
   else
                                  매칭 되는 여는 괄호가 없었음
   { Matched = FALSE;
                                  루프를 빠져나감
     Break;
                                  여타문자는 무시함
                                  매칭결과를 리턴
return Matched;
```

## Section 07 깊이우선 탐색 - 깊이우선 탐색

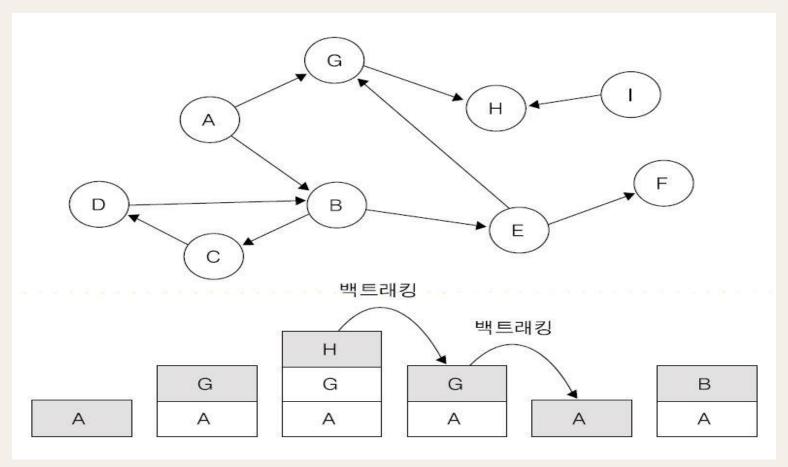
- ▶ 노드 A에서 출발해서 노드 F로 가는 경로가 존재하는가
  - 목적지까지 제대로 간다.
    - A-B-E-F
  - 어떤 도시로 갔는데 거기서 더 나갈 곳이 없는 막다른 곳이 된다.
    - A-G-H
  - 어떤 길을 따라서 계속 원을 그리며 돈다.
    - A-B-C-D-B-C-D



[그림 6-9] 탐색을 위한 그래프

- 어떤 도시로 갔는데 거기서 더 나갈 곳이 없는 막다른 곳이 된다.
  - 규칙: "막힌 도시라면 다시 바로 그 이전 도시로 되돌아온다."
  - 되돌아오는 행위를 백 트래킹(Backtracking)이라 함(한수 물러주기)
  - 되돌아 간 곳에서 막힌 도시 아닌 다른 곳을 시도
  - 선택된 도시를 계속적으로 스택에 푸쉬하면
  - 스택의 내용은 A로부터 출발해서 지금까지 거쳐 온 일련의 도시
  - 백 트래킹은 스택의 팝. 직전에 거쳐온 도시로 되돌아가는 행위
- 🔈 어떤 길을 따라서 계속 원을 그리며 돈다.
  - 규칙: "한번 가본 도시는 다시 안 간다." (재방문 회피)

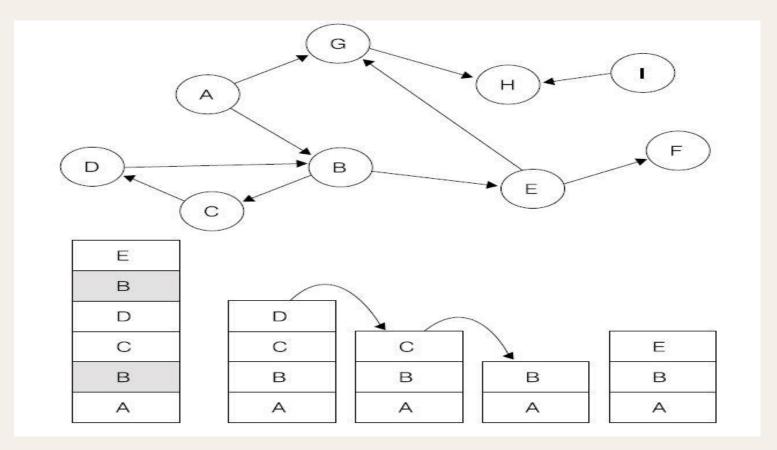
- ♪ A-G-H에서 백트래킹
- 🔈 다시 B를 시도



[그림 6-10] 백 트래킹

## ᇫ 값 재방문 회피 I

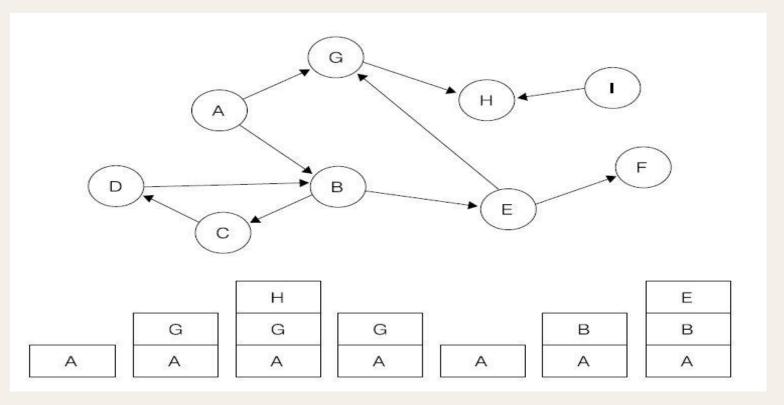
- 스택 내용이 ABCDBE 일 필요가 없음
- 중간의 BCD를 생략하고 ABE로 갈 수 있음



[그림 6-11] 재방문 회피(1)

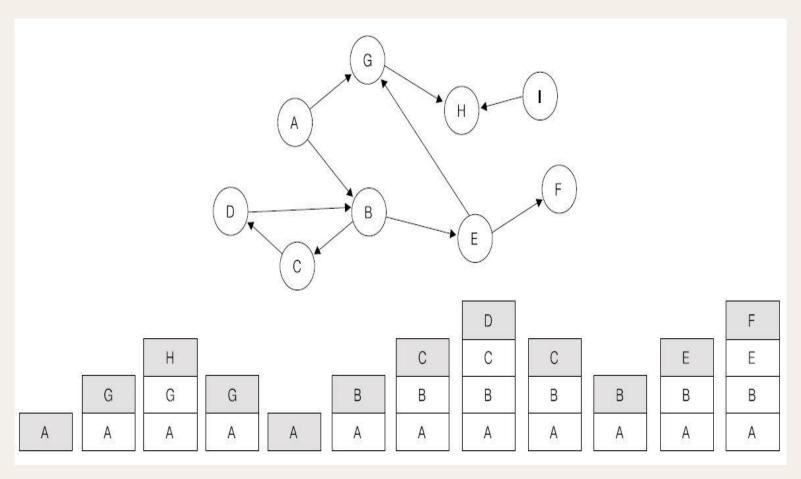
## ♪ 재방문 회피 II

- 현재 상태에서 이미 가본 G를 방문할 필요가 있는가.
- 없다. 만약 G에서 F까지 가는 길이 있었다면 이전에 G로 갔을 때 가 봤을 것이다. 그러한 길이 없어서 백트래킹 한 것이다.



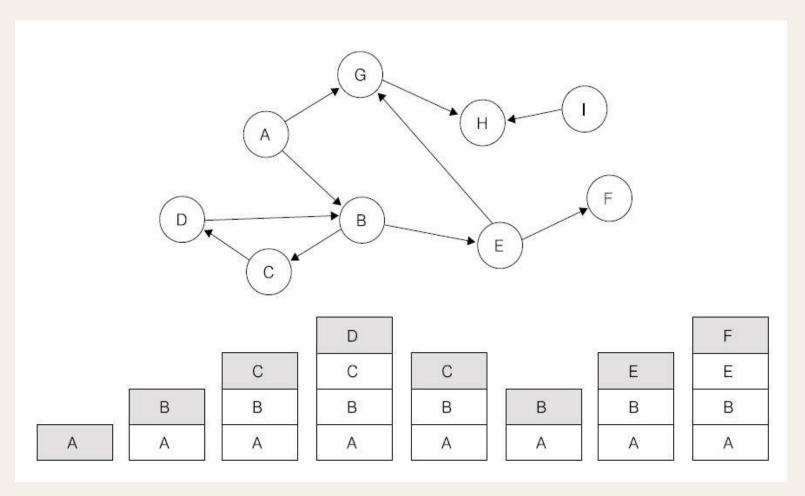
[그림 6-12] 재방문 회피(2)

# ♪ 깊이우선 탐색순서 I



[그림 6-13] 깊이우선 탐색 순서(1)

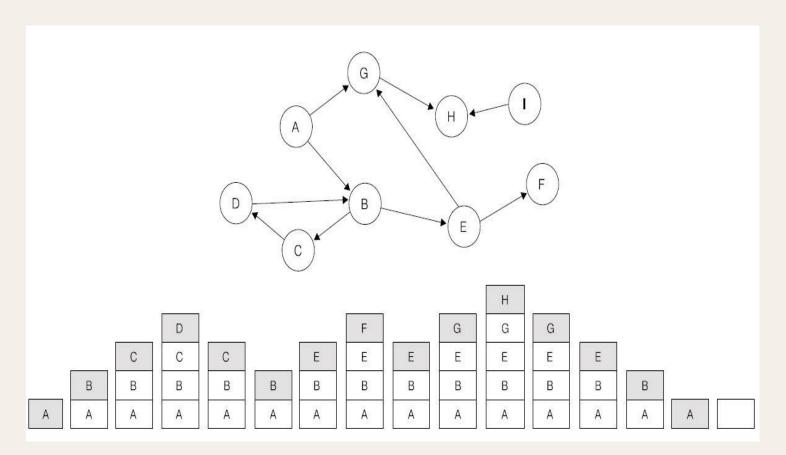
# ♪ 깊이우선 탐색순서 II



[그림 6-14] 깊이우선 탐색순서(2)

## ▶ A에서 K로 가는 길이 있는가?

- 최종적으로 백트랙에 의해 스택이 비어버림.
- 그런 경로가 없음을 의미함.



[그림 6-15] 깊이우선 탐색순서(3)

#### ♣ 코드 6-13: 깊이우선 탐색

```
DepthFirstSearch(Origin, Destination)
                                     새로운 스택을 만들기
S.Create();
                                     일단 모든 도시를 안 가본 도시로 표시
 Mark All Nodes as Unvisited;
                                     출발지를 푸쉬
 S.Push(Origin);
                                     푸쉬 된 도시는 가본 것으로 표시
 Mark Origin as Visited;
 While (!S.IsEmpty() && Destination != S.GetTop())
 { if (All Adjacent Cities Are Visited)
                                  스택 탑의 인접도시가 모두 가 본 도시이면
                                  이전 도시로 되돌아 감
     S.Pop();
  else
     Select a New City C;
                                    새로운 도시를 선택해서 푸쉬
     S.Push(C);
                                    그 도시를 가본 도시로 표시
     Mark C as Visited;
 if
   (S.IsEmpty()) return "No";
                                    스택이 비어서 빠져나오면
                                    가는 길 없다고 대답
 else
                                    현재의 스택 탑이 목적지와 일치하면
   return "YES";
                                    가는 길 있다고 대답
```

## Section 08 스택과 재귀호출 - 재귀호출에 의한 깊이우선 탐색

#### **DepthFirstSearch(Origin, Destination)**

```
{ if (Origin = = Destination) 출발지와 목적지가 같으면 return "YES"; 가는 경로가 있다고 대답 else for (Each Unvisited Cities C Adjacent to Origin) 안 가본 인접도시에 대해 DepthFirstSearch(C, Destination); 거기서부터 목적지까지 재귀 }
```

#### 🔈 유사성

- 출발지에서 목적지까지 갈 수 있느냐의 문제는 출발지에서 한 걸음 나아간 도시에서 목적지까지 갈 수 있느냐의 문제와 동일
- 새로운 탐색을 위해 출발하려는 도시가 이미 목적지와 같다면 목적지까지 가는 경로가 이미 존재(베이스 케이스)
- 루프가 다 돌아서 더 이상 안 가본 도시가 없으면 이전의 호출함수로 리턴 된다. 이 리턴 하는 행위가 바로 스택을 사용한 탐색에서의 백 트래킹

# Thank you