

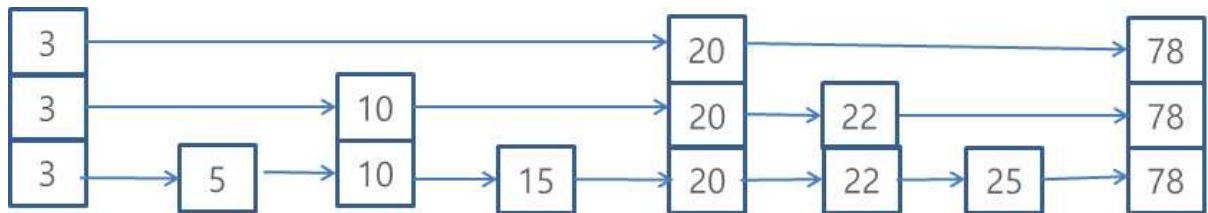
<알고리즘및실습> - 과제 1

[문제 1] Skip-list (William Pugh, 1989)

Skip-list는 연결리스트의 검색을 좀 더 빠르게 하고, 삽입과 삭제가 가능한 연결 리스트이다.

여러 레이어로 이루어져 있고, 제일 하위 레이어에는 기존의 단일 연결 리스트로 정렬된 값이 저장된다. 또한 상위 레이어에서는 확률적으로 필요한 만큼의 노드를 만들 수 있고, 이를 통하여 검색을 위한 fast link를 제공한다. 아래 그림을 보고 설명을 참고하여 구현하여라.

Skip-list에서 검색은 최상위 레이어의 첫 번째 노드에서부터 시작한다. 만일 검색하려고 하는 값이 현재 레이어 노드의 다음 값보다 작으면 아래 레이어로 내려가고, 더 크면 곧장 fast-link를 이용하여 다음 노드로 움직인다. 이 과정을 반복한다.



위 그림은 레이어 레벨 3인 Skip-list이다. 최하위 레이어의 번호는 1이고 위로 올라갈수록 1씩 증가한다. 즉, 최상위 레이어의 번호는 3이다.

이러한 Skip-list의 특징을 이용하여 다음과 같은 기능들을 구현하고자 한다.

1) 검색

만일 25라는 값을 검색한다고 하면, 최상위 레이어에 위치한 첫 번째 노드의 값인 3 보다 크므로 곧장 20 노드로 이동이 가능하다. 그러나 25는 20 노드의 다음 값인 78 보다는 작으므로 아래 레이어로 내려간다.

25가 22 보다 크므로 같은 레이어의 22로 이동하고, 22 노드의 다음 노드 값인 78 보다는 작으므로 다음 레이어로 내려가서 22 → 25 순으로 검색하여 25를 찾을 수 있다.

2) 삽입

일반적으로 새로운 값을 삽입할 때는 확률에 의존하여 상위 레이어를 만들지 말지를 결정한다.

그러나 우리 과제에서는 OJ에서 채점하기 위하여 입력 값으로 상위 레이어를 만드는 방법도 같이 주어지도록 한다. (입력 파라미터에 대한 설명은 다음 장의 명령어 부분에 명세 되어 있음.)

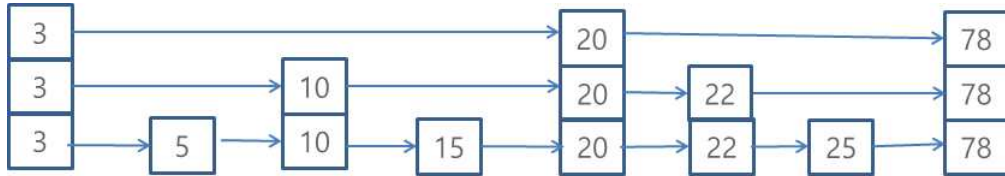
3) 삭제

해당 노드가 삭제가 되면 그 노드의 모든 레이어가 삭제되어야 함.

이제 Skip-list에는 다음과 같은 명령어가 입력된다.

1) S (검색 값)

입력된 (검색 값)을 찾기 위해 거쳐 가는 노드들의 값을 차례로 출력한다.

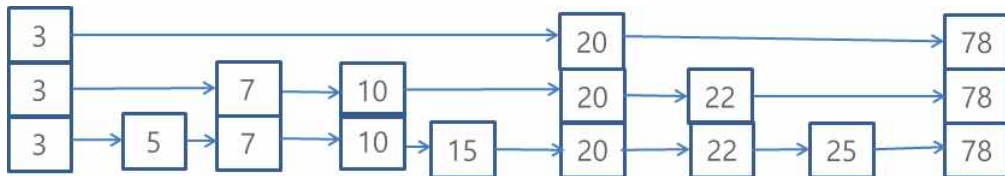


예를 들어, 위의 그림에서 S 25 입력을 수행하면 3 20 22 25 의 순서대로 출력한다.

2) I (삽입 값) (레이어 번호)

입력된 (레이어 번호)까지 (삽입 값) 노드를 추가한다.

예를 들어, I 7 2 입력을 수행하면 7 이라는 값을 가지는 노드를 레이어 2번까지 삽입한다. 즉, 위의 그림에서 나타낸 Skip-list는 아래와 같이 변한다. (삽입할 위치를 찾는 것도 검색과 동일하게 진행한다. 최상단 레이어 첫 노드부터 시작)



노드를 성공적으로 삽입하면 아무런 출력도 나타나지 않는다. 만약 이미 존재하는 값이 입력되면 노드를 생성하지 않고, Error를 출력한다.

3) D (삭제 값)

입력된 (삭제 값)을 가지는 노드를 삭제한다.

예를 들어, D 7 입력을 수행하면, 위의 그림에서 나타낸 Skip-list에 존재하는 7 이라는 값을 가지는 노드를 모든 레이어에서 삭제한다. 즉, 가장 위의 그림에 나타낸 Skip-list의 구조로 다시 돌아간다.

노드를 성공적으로 삭제하면 아무런 출력도 나타나지 않는다. 만약 노드 삭제를 실패한 경우 Error를 출력한다.

4) P

Skip-list의 모든 레이어에 존재하는 노드 전체를 순서대로 출력한다.

예를 들어, 가장 위의 그림에 나타낸 Skip-list의 상태에서 P 입력을 수행하면 다음과 같이 출력한다.

3 20 78

3 10 20 22 78

3 5 10 15 20 22 25 78

만일 모든 빈 skip-list를 출력하라고 하는 경우에는 Empty라고 출력하도록 한다.

입력 예시	출력 예시
3 ↳ 레이어 개수	<input type="checkbox"/> 3 20 22 25 ↳ S 결과
11 ↳ 명령어 개수	Error ↳ D 7 결과
I 3 3	<input type="checkbox"/> 3 20 78
I 78 3	<input type="checkbox"/> 3 10 20 22 78
I 15 1	<input type="checkbox"/> 3 5 10 15 20 22 25 78 ↳ P 결과
I 5 1	
I 10 2	
I 20 3	
I 25 1	
I 22 2	
S 25	
D 7	
P	

<주의 사항>

소스코드에는 적절한 주석을 붙여야 하고

코드 제일 앞 부분에 주석으로 자신의 학번, 이름, 사용 자료구조의 개요, 본인의 코드에서 검색, 삽입, 삭제의 복잡도를 분석하여 붙일 것. (안 붙이면 감점)

- 과제 제출 기한: 10월 7일 (월) 밤 12시.