Hashing – 보충자료

Data Structures II

Motivation for Dynamic hashing

- 적재율(loading factor)이 임계값을 넘을 때, 현재 크기의 대략 두 배 크기의 테이블로 재해싱을 해야 한다
- 예를 들어,
  - b로 나누는 *제산(division)* 해시 함수 -> b개의 버킷
  - 삽입으로 인해 적재율이 임계값을 넘게 되면 해시 테이블의 크기를 2b+1로 증가시킨다
  - 이와 동시에 나누는 수도 2b+1로 변경해야 한다
  - 각 엔트리에 해당하는 홈버킷들이 바뀌었을 수 있으므로 새로 만든 테이블에 다시 삽입하여 재조정하여야 한다

- 동적해싱(dynamic hashing)은 재조정을 한 번 할 때마다 오직 하나의 버킷 안에 있는 엔트리들에 대해서만 홈버킷을 변경하게 하여 재조정 시간을 줄이는 방법이다

Two forms of dynamic hashing

- 디렉토리(directory)를 사용하는 동적해싱
- 디렉토리가 없는 동적해싱

- h : 키를 음이아닌 정수로 사상시키는 해시 함수
- h(k,p) : h(k)의 p개의 최하위비트(least siginificant bit)에 의해 표현되는 정수

k	$h(k)$
A0	100 000
A1	100 001
B0	101 000
B1	101 001
C1	110 001
C2	110 010
C3	110 011
C5	110 101

Figure 8.7: an example of hash function

Dynamic hashing using directories

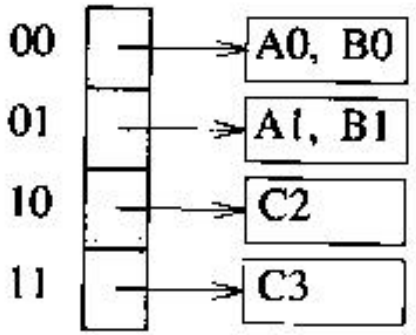
- 버킷들에 대한 포인터를 저장하고 있는 디렉토리 d를 이용
- 디렉토리 깊이 t : 디렉토리를 인덱싱할 때 사용되는 h(k)의 비트 수
- $h_2(k,2)$를 사용하여 인덱싱하면 디렉토리 크기는 $2^2 = 4$가 된다

Dynamic hashing using directories

- 키 k를 탐색하려면, d[h(k,t)]가 가리키는 버킷을 탐색한다

- 삽입에 의해 버킷 오버플로우가 발생할 때
- 오버플로우 된 버킷의 모든 키에 대해 h(k,u)가 같지 않게 하는 최하위 비트 u를 결정한다.
- u가 디렉토리 깊이 t보다 크면 디렉토리 깊이를 증가시킨다 -> 디렉토리 크기 증가
- 새로 추가된 부분에 원래 디렉토리에 있던 포인터들을 복사한다
- 오버플로우 된 버킷을 분할한다.

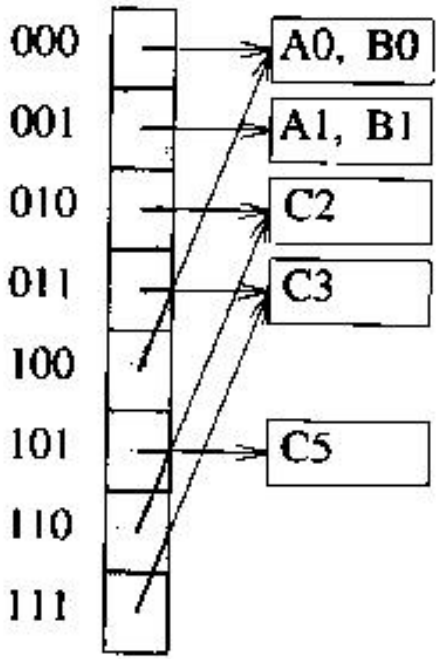
- 테이블에 있는 모든 엔트리들을 재해싱하는 것이 아니라 오버플로우 된 버킷에 있는 엔트리들만 재해싱!!



•한 버킷에 두 개씩 저장한다고 가정할 때

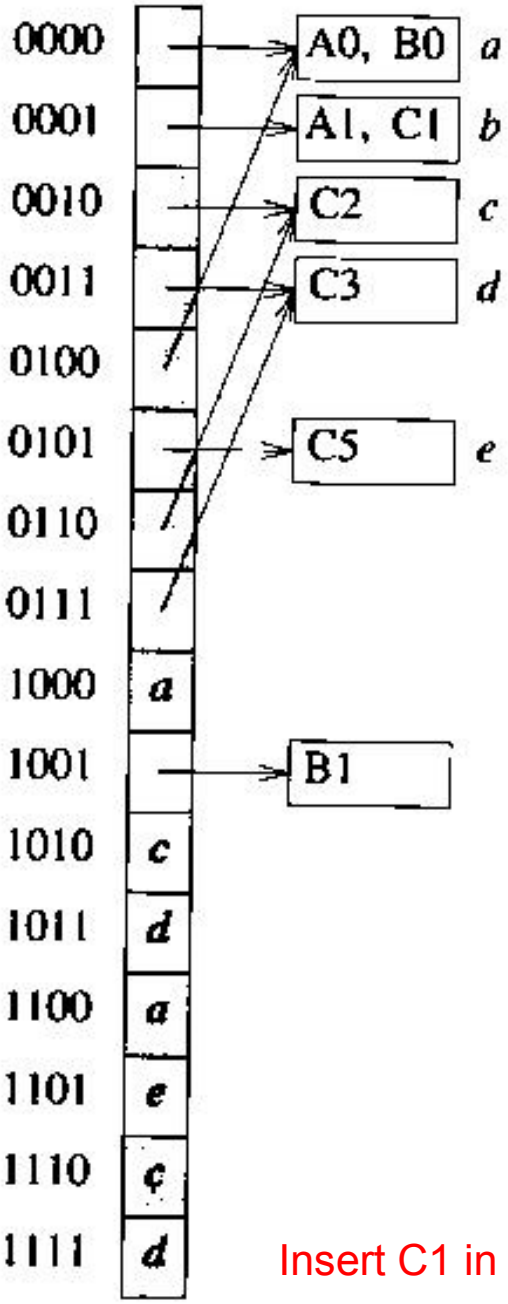
k	h(k)
A0	100 000
A1	100 001
B0	101 000
B1	101 001
C1	110 001
C2	110 010
C3	110 011
C5	110 101

(a) depth = 2



Insert C5 in (a)

(b) depth = 3



Insert C1 in (b)

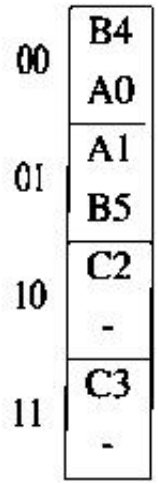
(c) depth = 4

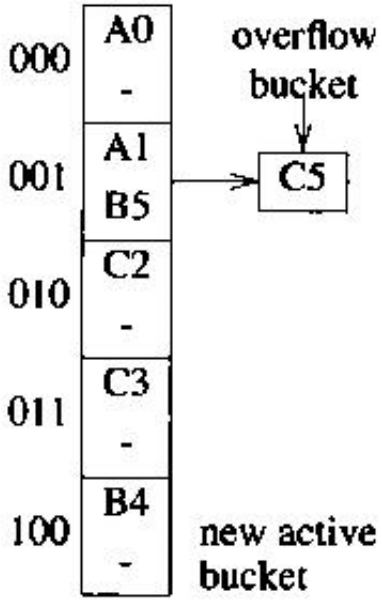
Directoryless dynamic hashing

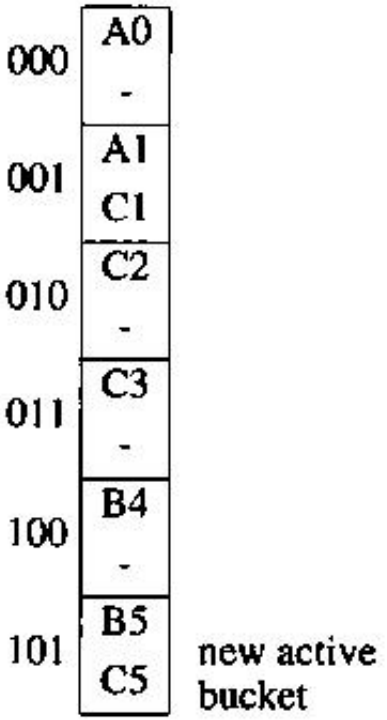
- *ht* : 버킷의 배열
  배열 *ht*는 가능한 한 매우 크다고 가정한다
- 활성화된 버킷에 대한 정보를 위한 두 변수 q 와 r ($0<=q<2^r$)
  - r : 해시 테이블을 인덱스하기 위해 사용되는 h(k)의 비트 수
  - q : 다음에 분할 할 버킷

- 언제든지 0 부터 2^r+q-1 까지의 버킷만 활성화
- 오버플로우는 버킷 2^r+q을 활성화시켜 해결한다 체인 q에 있던 엔트리들을 버킷 2^r+q 을 사용하여 재조정하고, q를 1만큼 증가시킨다
- q가 2^r이 되면 r을 1만큼 증가시키고 q를 0으로 재설정

k	$h(k)$
A0	100 000
A1	100 001
B0	101 000
B1	101 001
C1	110 001
C2	110 010
C3	110 011
C5	110 101
B4	101 100
B5	101 101







a) $r = 2, q = 0$ (b) Insert C5, $r = 2, q = 1$ (c) Insert C1, $r = 2, q = 2$

search

```
if (h(k,r) < q) search the chain that begins at bucket h(k,r+1);
else search the chain that begins at bucket h(k,r);
```

Program 8.5: Searching a directoryless hash table