

9 Memory Management 2

자 이제 page table에 대해 알아보시다

크게 보면 3개로 나뉘는데

1. Hierarchical Paging
2. Hashed Page Tables
3. Inverted Page Tables

이렇게 3가지가 있는데 오늘 정말 다행히도 1까지만 하면 끝

Two-Level Page-Table Scheme

program의 address space가 너무 큰 경우에 단일 페이지 테이블로는 전 범위를 커버할 수 없어

32bit 운영체제에 페이지의 크기를 4KB라고 했을 때

총 2^{20} 개의 페이지를 사용 가능

page table entry의 크기는 운영체제의 주소 표현에 따라 결정되는데 32bit = 4byte $\Rightarrow 2^2$ byte

그래서 page table의 크기는 4MB (2^{22}) 이다

page table 크기를 구하는 공식을 정리해 보면

$$entry\ size \times \#entry = page\ table\ size$$

entry 크기 와 entry 개수를 곱하면 page table size

근데 문제는 4MB page table을 저장하기 위해서는 2^{10} 개의 page frame이 필요

\Rightarrow page table이 너무 커

Solution

1. page table을 disk에 저장
2. disk에서 필요할 때마다 메모리로 올려

그래서 이거 level을 나눠서 저장하면 적은 page 개수로도 더 넓은 범위를 저장할 수 있게 돼

그러면 level을 어떻게 나누면 될까?

\Rightarrow 기본적으로 하나의 page table을 page 안에다가 딱 맞게 끼워넣으면 해결

이 말을 그대로 수식으로 나타내면

page table size가 page size가 된다는 뜻이어서

$$entry\ size \times \#entry = page\ size$$

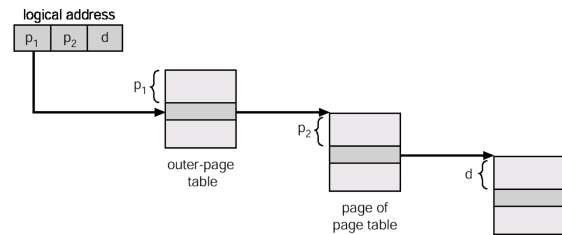
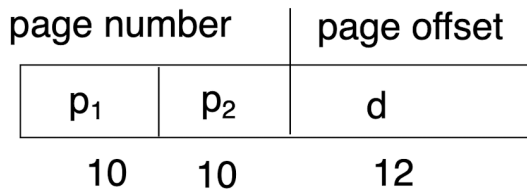
만약 32bit 운영체제에서 page 크기를 4KB를 사용한다면

$$4byte * \#entry = 4096byte$$

#entry = 1024

총 10bit를 활용해서 level을 증가시킬 수 있다

그래서 10bit를 쪼개보면 아래 그림과 같이 나온다



<Forward-mapped page table>

Multilevel Paging and Performance

Multilevel Paging도 Two-level paging과 크게 다르진 않은데

만약 64bit 운영체제에서 페이지 크기가 8KB이면 어떻게 될까?

entry size = 8byte

page size = 2^{13}

⇒ #entry = 2^{10}

이게 쌓이다보면

1 | 10 | 10 | 10 | 10 | 13

이런식으로 쌓인다

근데 이거 다 못 써, 64bit로 표현할 수 있는 범위가 너무 크기 때문에

이 정도까진 안쓰고 현재 운영체제에서는 48bit, 4-level 로 사용된다

그러면 4 level이라고 가정하고 TLB hit rate이 98% 라고 할 때 성능이 어느정도 될까?

$EAT = 0.98 * (\text{memory access} + \text{TLB look up}) + 0.02 * (5 * \text{memory access} + \text{TLB look up})$

이 식에 대해 자세히 설명해 보자면

1. TLB hit 된 경우

이 경우에는 TLB에서 찾았으니 바로 메모리 가서 frame 찾아버리면 그만

2. TLB miss

TLB에 없으니 4 level을 뒤회면서 page를 찾아야 해 ⇒ 4번의 memory access

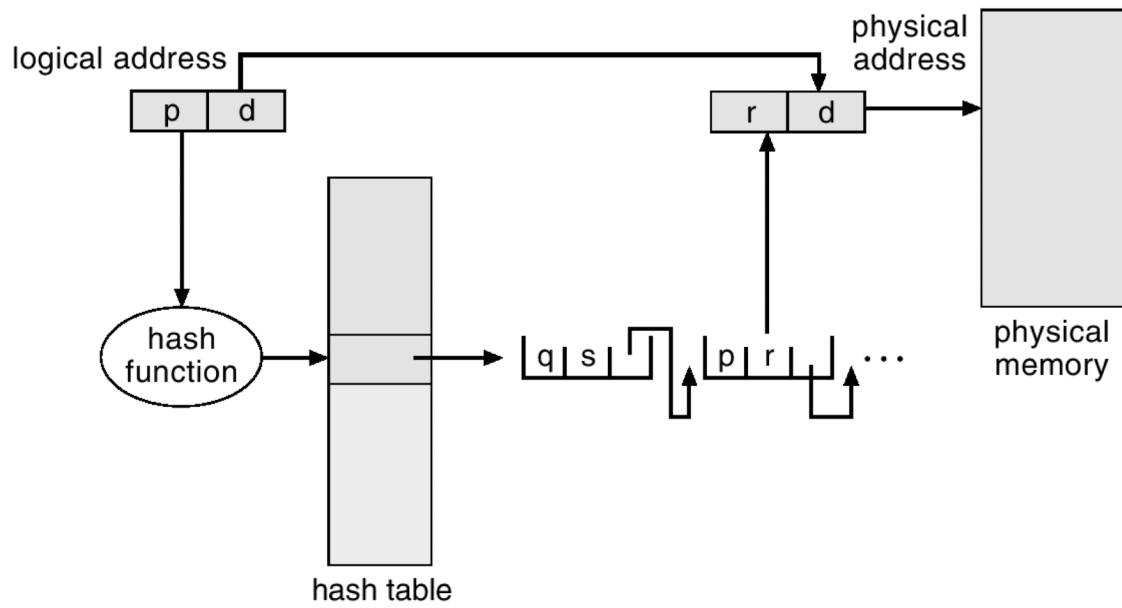
page 찾았으니 frame 접근해야지 ⇒ 1번의 memory access

그래서 총 5번의 memory access

Hashed Page Tables

일단 Hash 쓰는 이유 ⇒ Tree 보다 빠르게 찾으려고

conflict 가 많이 발생하면 tree 보다 성능이 안좋아져



hash function을 이용해서 찾고자 하는 frame의 주소를 빠르게 찾을 수 있음
 단 저렇게 chain이 길게 걸리게 되면 성능이 안 좋아져