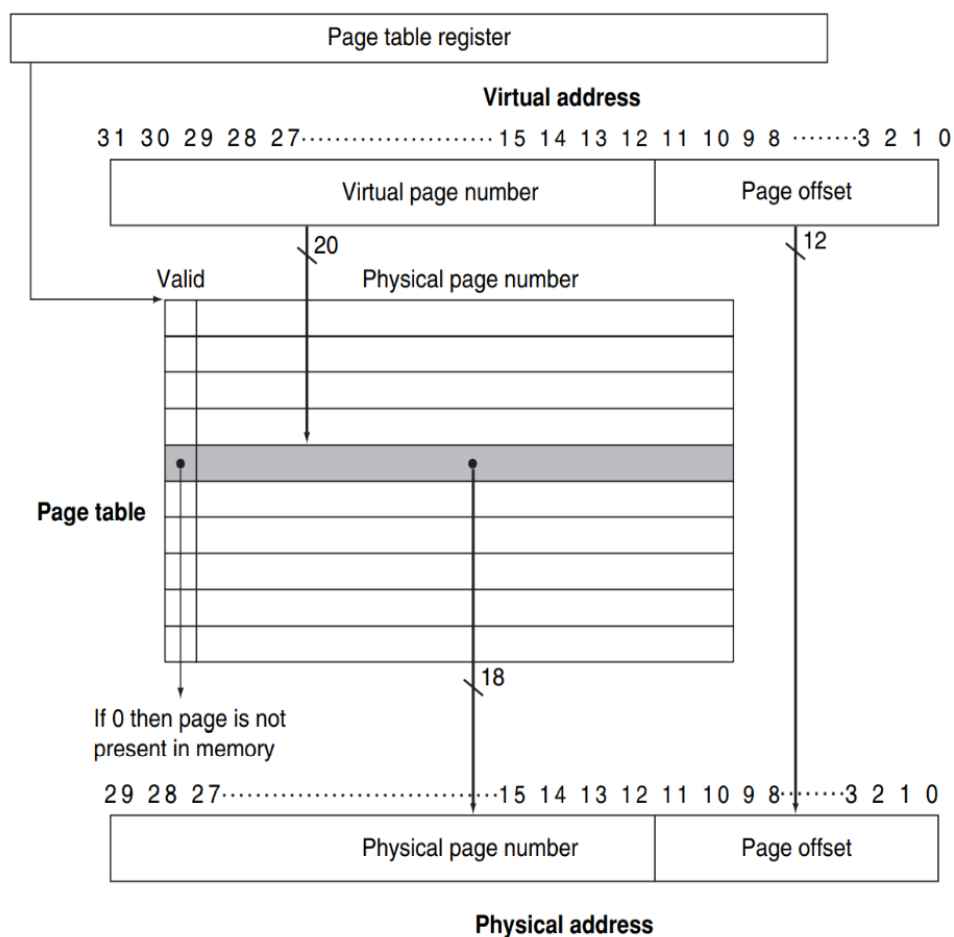


Computer Architecture (ENE1004)

▼ Lec 22

Lec 22: Large and Fast : Exploring Memory Hierarchy 6

Page Table



- Page table - (virtual page # : physical page #) (페이지 테이블 - (가상 페이지 # : 실제 페이지 #)
 - An entry is indexed with the virtual page # (항목은 가상 페이지 번호(#)로 색인된다)

- Each holds the corresponding physical page # (각각은 해당 물리적 페이지 번호(#)를 보유한다)
- Each also has a valid bit, which tells whether the page is in the main memory or not (또한 각각에는 유효한 비트가 있어 페이지가 메인 메모리에 있는지 여부를 알려준다)
 - If it is set to "1", the page is in the main memory ("1"로 설정된 경우, 메인 메모리에 있는 페이지이다)
 - If it is set to "0", the page is in the storage; so, address translation is not required ("0"으로 설정된 경우, 스토리지의 페이지이므로 주소 변환이 필요하지 않다)
- Note that the page offset does not change in the virtual-physical address translation (가상-물리적 주소 변환에서 페이지 오프셋은 변경되지 않는다)
- Page table is kept in the main memory (페이지 테이블은 메인 메모리에 유지된다)
- The processor knows the location of the page table in the main memory (프로세서는 메인 메모리에서 페이지 테이블의 위치를 알고 있다)
 - Page table register (페이지 테이블 레지스터)



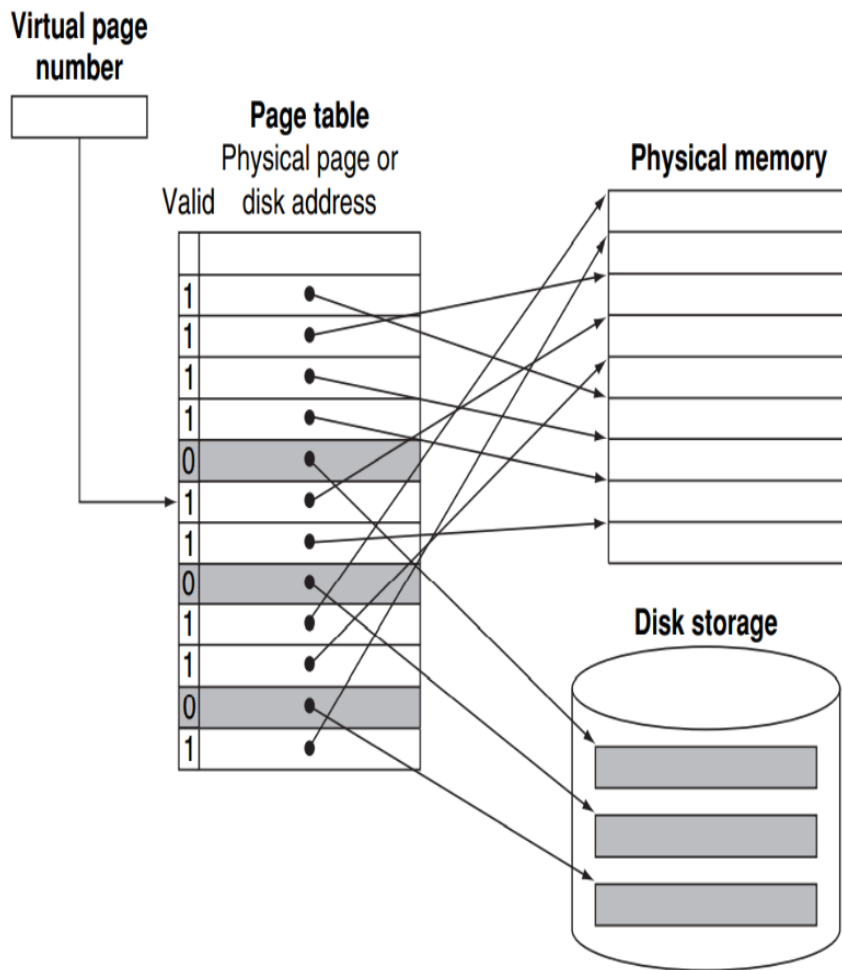
페이지 테이블: 가상 페이지 번호에 해당하는 물리 페이지 번호를 저장하는 테이블이다. 각 항목은 물리 페이지 번호와 함께 유효 비트를 포함하며, 이 비트는 해당 페이지가 메모리에 있는지를 나타낸다. (1이면 메모리에 있음, 0이면 저장소에 있음).

페이지 테이블 레지스터: CPU에 페이지 테이블의 위치를 알려주는 레지스터입니다. 이를 통해 CPU는 가상 주소를 물리 주소로 변환할 수 있습니다.

작동 방식:

- 프로그램이 가상 주소를 참조할 때, CPU는 먼저 페이지 테이블 레지스터를 사용하여 페이지 테이블의 위치를 찾는다.
- 가상 페이지 번호를 사용하여 페이지 테이블에서 해당 페이지의 레코드를 찾는다.
- 유효 비트를 확인하여 페이지가 메모리에 존재하는지 확인한다. 유효 비트가 0이면 해당 페이지는 스왑 영역(디스크 등)에 있으며, 페이지 폴트가 발생하여 운영체제가 페이지를 메모리로 로드해야 한다.
- 페이지가 메모리에 존재하면, 물리 페이지 번호와 페이지 오프셋을 결합하여 물리 주소를 형성한다.

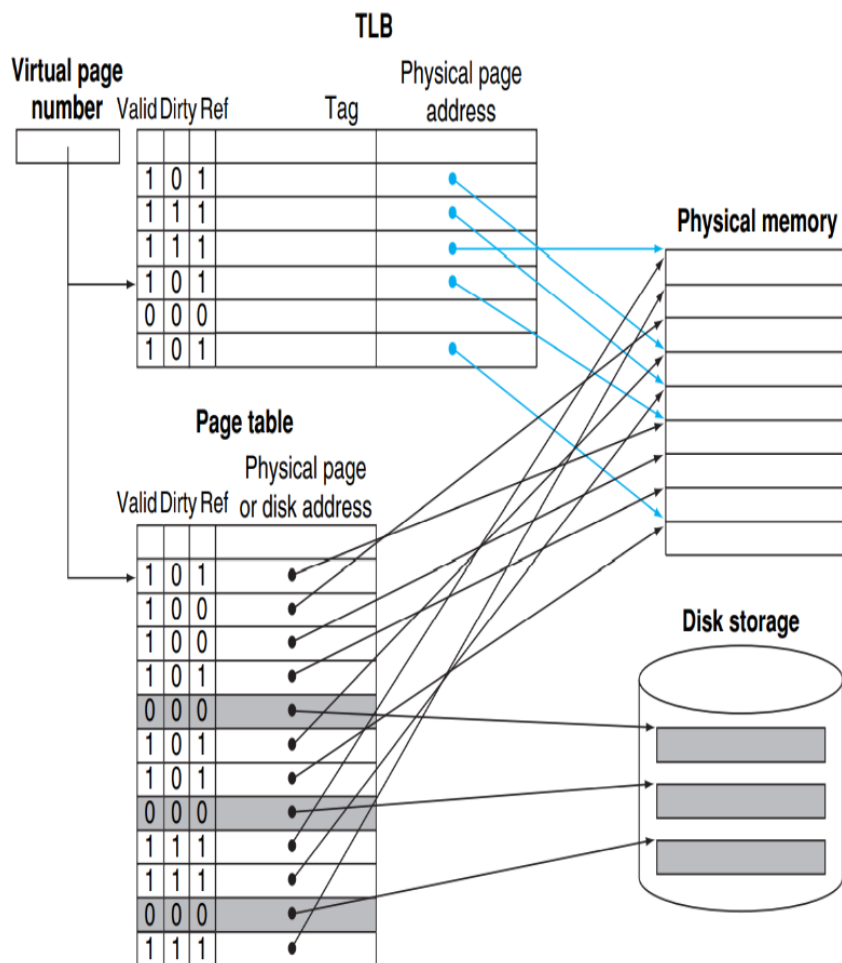
Given a Memory Request



- A memory request with its virtual address is given (가상 주소가 있는 메모리 요청이 주어진다)
- (1) It goes to the page table and the entry indexed by the virtual page number ((1) 페이지 테이블과 가상 페이지 번호로 인덱싱된 항목으로 이동한다)
- (2-1) If the valid bit is set to "1", the physical address is generated ((2-1) 유효한 비트가 "1"로 설정되면 물리적 주소가 생성된다)
 - The requested page is in the main memory (요청된 페이지가 메인 메모리에 있다)
- (3-1) Using the physical address, the actual page is read from the main memory ((3-1) 물리적 주소를 사용하여 실제 페이지를 메인 메모리에서 읽는다)
- (2-2) If the valid bit is set to "0", the address translation is not required ((2-2) 유효 비트가 "0"으로 설정된 경우, 주소 변환이 필요하지 않다)
 - The requested page is not in the main memory (요청된 페이지가 메인 메모리에 없는 경우)

- We call this miss “page fault” (이 미스를 “페이지 오류”라고 부른다)
- (3-2) To handle a page fault, the page is brought from the storage and written into the main memory ((3-2) 페이지 오류를 처리하기 위해 페이지를 스토리지에서 가져와 메인 메모리에 기록한다)
 - The related topic (I/O) is out of our interest in this course (관련 주제 (I/O)는 이 강의의 범위 밖이다)

Translation Lookaside Buffer (TLB)



- A memory request needs “two” different accesses to the main memory (메모리 요청에는 메인 메모리에 대한 “두 가지” 다른 액세스가 필요하다)
 - (1) It needs to access the page table for physical address ((1) 물리적 주소에 대한 페이지 테이블을 액세스해야 한다)
 - (2) It needs to read the data using the physical address ((2) 물리적 주소를 사용하여 데이터를 읽어야 한다)

- Modern computers keep frequently-accessed page table entries in a fast hardware unit (최신 컴퓨터는 자주 액세스하는 페이지 테이블 항목을 빠른 하드웨어 장치에 보관한다)
 - We call that unit **translation lookaside buffer (TLB)** (이러한 단위를 **translation lookaside buffer (TLB)**라고 부른다)
 - **TLB holds a subset of the page table** (TLB는 페이지 테이블의 하위 집합을 보유한다)
 - TLB does NOT hold frequently-accessed data (TLB는 자주 액세스하는 데이터를 보관하지 않는다)
- First, the virtual page number is given to the TLB (먼저, 가상 페이지 번호가 TLB에 주어진다)
 - If it is "hit", it does not have to go to the page table, which in turn can avoid an access to the main memory ("히트"인 경우 페이지 테이블로 이동할 필요가 없으므로 메인 메모리에 대한 액세스를 피할 수 있다)
 - If it is "miss", it should go to the page table in the main memory ("미스"인 경우 메인 메모리의 페이지 테이블로 이동해야 한다)
 - **Here, a "hit" or "miss" does not mean whether the page is in the main memory or not** (여기서 "히트" 또는 "미스"는 페이지가 메인 메모리에 있는지 여부를 의미하지 않는다)