**고급시스템프로그래밍 13주차 실시간수업 과제**

|  |
| --- |
| 제출일: 2021.06.03  이름: 김현용 |

1. 다음은 가상메모리를 위한 인자값들이다.

- virtual address length: 10bits

- physical address length: 12bits

- set associative TLB with 4 sets (size: 8)

- virtual page size = physical page size = 2^6

다음은 TLB와 페이지 테이블의 내용을 보여주고 있다. 사용되지 않는 virtual page의 페이지 테이블 주소는 NULL로 설정되어 있다. 다음의 물음에 답하시오.

(TLB)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Set | Tag | PPN | Valid | Tag | PPN | Valid |
| 0 | 11 | 101111 | 1 |  |  | 0 |
| 1 | 00 | 100111 | 1 | 11 | 110011 | 1 |
| 2 | 00 | 011101 | 1 | 01 | 100111 | 1 |
| 3 | 01 | 100111 | 1 |  |  | 0 |

(페이지 테이블)

|  |  |
| --- | --- |
| PPN | Valid |
| 27 | 1 |
| 1D | 1 |
| 23 | 1 |
| swap addr | 0 |
| swap addr | 0 |
| 19 | 1 |
| 27 | 1 |
| 3D | 1 |
| NULL | 0 |
| NULL | 0 |
| NULL | 0 |
| NULL | 0 |
| 2F | 1 |
| 33 | 1 |
| 1E | 1 |
| 1F | 1 |

1) How many virtual pages are in a virtual memory space? (0.5)

2^10 / 2^6 = 2^4

2) How many physical pages are in a physical memory space? (0.5)

2^12 / 2^6 = 2^6

3) What is the physical address for a virtual address 32F(16)? (2)

11 0010 1111 -> (11 -> 2F (페이지 테이블) )-> 10 1111 101111 = BEF

4) Fix a TLB entries which are incorrect in the TLB table above. (1)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Set | Tag | PPN | Valid | Tag | PPN | Valid |
| 0 | 11 | 2F | 1 |  |  | 0 |
| 1 | 00 | 1D | 1 | 11 | 33 | 1 |
| 2 | 00 | 23 | 1 | 01 | 27 | 1 |
| 3 | 01 | 3D | 1 |  |  | 0 |

하나만 예시를 들었을 경우, Set1 Tag 00의 경우 00 01 (Tag Set) 인데 이것을 페이지 테이블에서 확인하면 1D(index 01)이다. 그런데 다른 것(27)으로 적혀 있기 때문에 틀렸다.

5) After fixing from 4), enumerate all the (virtual page number, physical page number) tuples which are in TLB. (1)

(0C,2F), (01,1D), (02,23), (07,3D), (0D,33), (06,27)

6) After accessing virtual address 3FA(16), write the change of TLB in the table above. (2)

11 1111 1010 에서 TLBI는 11(7,8번째 bit)이므로(virtual page size = 2^6이기 때문에 하위 6비트는 VPO) TLB의 set의 3을 봤을 때 tag 11이 존재하지 않기 때문에 TLB miss로 인해 뒤에 남는 칸에 page table에서 읽어와서 써준다. 페이지 테이블에는 다행히 index F칸에 PPN = 1F로 있기 때문에 page fault는 나지 않았고, 이 때의 physical address는 01 1111 111010 = 7FA 이고, TLB는 다음과 같이 변한다.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Set | Tag | PPN | Valid | Tag | PPN | Valid |
| 0 | 11 | 2F | 1 |  |  | 0 |
| 1 | 00 | 1D | 1 | 11 | 33 | 1 |
| 2 | 00 | 23 | 1 | 01 | 27 | 1 |
| 3 | 01 | 3D | 1 | 11 | 1F | 1 |

2. 페이징 기반의 가상 메모리 시스템에서 L1 캐쉬의 접근 속도를 높이기 위하여 virtually indexed physically tagged 기법이 사용될 수 있다. 이와 관련하여, 페이지의 크기가 1KB이고, 캐쉬 라인(캐쉬 블록)의 크기가 32바이트인 8-way set associative 방식의 L1 캐쉬를 사용할 경우 L1 cache에 적용되는 제한은 무엇인지 설명하시오. (3점)

- virtually indexed physically tagged 기법이 사용 될 경우 (캐쉬 사이즈 / 2^8)이 페이지 사이즈인 1KB보다 작거나 같을 경우 즉, 캐쉬 사이즈가 256KB보다 작거나 같아야 한다. 왜냐하면, Offset만 보고 판단하는 것이기 때문이다.