**2021/12/27 r10922171 陳嘉政 hw5**

1. **a. 因為offset為4 bits，表示一個block大小為24 bytes，所以block size = 16 bytes。**

**b. index bits用來指出cache裡有多少個blocks，所以共有26 = 64個blocks。**

**c. cache中一個block包含1 valid bit + 1 dirty bit + tag bits + block size(data size)，而共有64個blocks。所以cache共有(1 + 1 + 22 + (16 \* 8)) \* 64 = 152 \* 64 = 9728 bits。**

**d.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Address** | **Tag** | **Index** | **Offset** | **Hit/Miss** |
| **00** | **0x00** | **0x00** | **0x0** | **Miss** |
| **04** | **0x00** | **0x00** | **0x4** | **Hit** |
| **802** | **0x02** | **0x00** | **0x2** | **Miss** |
| **A66** | **0x02** | **0x26** | **0x6** | **Miss** |
| **4CFB** | **0x13** | **0x0F** | **0xB** | **Miss** |
| **A65** | **0x02** | **0x26** | **0x5** | **Hit** |
| **188** | **0x00** | **0x18** | **0x8** | **Miss** |
| **3705** | **0x0D** | **0x30** | **0x5** | **Miss** |

1. **a. AMAT = Hit time + Miss rate \* Miss penalty。**

**因為L1 cache 的hit time決定cycle time，所以P的AMAT in cycles = (0.6 ns + 0.05 \* 70 ns) / 0.6 ns = 6.83 cycles。**

**b. total CPI = base CPI + memory stall per instruction(extra CPI)。題目有說30%的指令會存取data memory，且所有指令都會存取instruction memory，且extra CPI = 平均一個指令存取memory次數 \* Miss rate \* Miss penalty，所以extra CPI = 1 \* 0.05 \* (70 ns/ 0.6 ns) + 0.3 \* 0.05 \* (70 ns/ 0.6 ns) = 7.583。所以total CPI = 1 + 7.583 = 8.583。**

**c. AMAT = hit time of L1 + global miss rate of L1 \* miss penalty of L1 + global miss rate of L2 \* miss penalty of L2 = 0.6 ns + 0.05 \* 5 ns + 0.05 \* 0.9 \* 70 ns = 4 ns。所以 AMAT in cycles = 4 ns / 0.6 ns = 6.66。**

**d. extra CPI = 平均一個指令存取memory次數 \* (global miss rate of L1 \* miss penalty of L1 in cycles + global miss rate of L2 \* miss penalty of L2 in cycles) = 1.3 \* (0.05 \* (5 ns / 0.6 ns) + 0.05 \* 0.9 \* (70 ns/ 0.6 ns)) = 7.3658。所以total CPI = 1 + 7.3658 = 8.3658。**

1. **a. virtual address 可以切成:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Virtual page number** | **Page offset** |

**因為page size為16KB，所以page offset有14 bits。拿virtual address bits – page offset 得virtual page number bits，即40 – 14 = 26，又virtual page number個數 = page entry個數，所以page entry有226 = 64M個。**

**b. 一個程式需要page entry個數 \* entry size = 64M \* 4B = 256MB的memory來放page table，所以五個程式則需5 \* 256MB = 1280MB的memory。**

**c. two level page table的virtual address可切成:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Level-1 index** | **Level-2 index** | **Page offset** |

**題目有給level-1有256個entry = 8 bits，加上a.得到的page offset = 14 bits，所以level-2有18 bits，所以level-2每個page table大小為218 \* 4B，又每個level-1 entry對應到一個level-2 page table，所以共有256個level-2 page table，大小共為256 \* 218 \* 4B = 256MB。**

**d. 題目提到每個程式用了一半的virtual memory，表示virtual page大小只需一半，原本為226，一半為225，所以占用的page table size為225 \* 4B = 128MB，而level-2 page table由(c.)得知一個為1MB，所以需要128個，再加上level-1的一個page table大小為256 \* 4B = 1KB，所以一個程式最少需1KB + 128MB大小的memory來放page table，而3個程式就需3 \* (1KB + 128MB)這麼大。**