

0616018 林哲宇, 0616032 張哲銓

## 一、算 cycles

### 1. Simulated program execution cycles

計算組合語言中指令的總和，也就是最一開始初始化的兩個 addi，接著分別是 loop\_i, loop\_j, loop\_k 的指令數，其中 loop\_k 內的指令會被執行  $m \times n \times p$  次，但是在最後跳出迴圈的 slt 和 beq 只會被執行  $m \times n$  次；同樣的，loop\_j 內的指令會被執行  $m \times n$  次，但是最後跳出迴圈的 slt 和 beq 只會被執行  $m$  次；最後 loop\_i 內的指令只會被執行  $m$  次，並且加上最後跳出迴圈的 slt 和 beq。全部加起來後再加上 exit。

### 2. One-word-wide memory organization

因為 block size 是 8 words，一次只能 send 1 word，所以 miss penalty 為：

$$1 + 8 \times (1 + 2 + 100 + 1) + 2 + 1 = 836$$

hit 時需要的 cycle 為：

$$1 + 2 + 1 = 4$$

### 3. Wider memory organization

因為可以一次 send 8 words，所以 miss penalty 為：

$$1 + (100 + 1 + 2 + 1) + 2 + 1 = 108$$

hit 時需要的 cycle 為：

$$1 + 2 + 1 = 4$$

## 4. Two-level memory organization

有兩個 level，當 L1 miss 時的 miss penalty：

$$1 + 4 \times (1 + 10 + 1 + 1) + 1 + 1 = 55$$

L2 miss 時的 miss penalty：

$$1 + 32 \times (1 + 100 + 1 + 10) + 4 \times (1 + 10 + 1 + 1) + 1 + 1 =$$

$$3639$$

Hit 時需要的 cycle 為：

$$1 + 1 + 1 = 3$$

## 二、三種 memory organizations 差異

Wider memory organization 比 One-word-wide memory organization 的 memory stall cycles 少的原因很單純是因為前者的一次能 send 8 words。但是 Two-level memory organization 在  $a1 \times b1$  和  $a2 \times b2$  中的 stall cycles 比較多，卻在  $a3 \times b3$  和  $a4 \times b4$  比較少的原因是  $a1 \times b1$  和  $a2 \times b2$  的矩陣太小。由於在一開始 cache 中沒有任何值的時候一定會產生必須的 miss，這讓 Two-level memory organization 的 miss penalty 在矩陣小的時候，stall cycle 看起來比較大；但是當矩陣變大時，Two-level memory organization 的優勢就顯現出

來了，因為 L2 有較大的 cache 可以存放，所以大多數的 miss 都只需要從 L1 往 L2 找，不需要去 memory，然而前面兩個仍然需要把資料從 memory 送回 cache，因此 Two-level memory organization 在矩陣大時需要的 cycle 就比較小。

## 三、 Bonus

### 1. 作法

將 “temp1 = 4(i\*p+j) + C[]base” 的五行指令和 sw 移出 loop\_k 外，移至 loop\_j，並直接拿\$10 加上\$19，結束 loop\_k 後才存回 temp1，取代原先\$20 做的事。這樣一來必定就可以減少 execution cycles。

### 2. 結果

case	Execution cycles	One-word-wide memory organization	Wider memory organization	Two-level memory organization
a1xb1	1265	5632	1264	11856
a2xb2	4989	17536	4432	31584
a3xb3	137845	7565120	1006568	772096
a4xb4	4221381	251049600	33230544	1002432360