

Advanced Computer Architecture

[HW1] 102062111 林致民

Determination

針對不同的I Cache、D Cache size，使用Simulator & Benchmark觀察模擬出來的效能數據

Preparation

Input

1. Input testcase 根據作業的spec，D_Cache_size和C_Cache_Size都要是2的次方
2. $Total_Cache_size = D_Cache_size + I_cache_size$ 加起來可以不用是2的次方
3. Total_Cache_size 必須可以被拆成兩個Machine

e.g. Total_Cache_Size = 96kB：

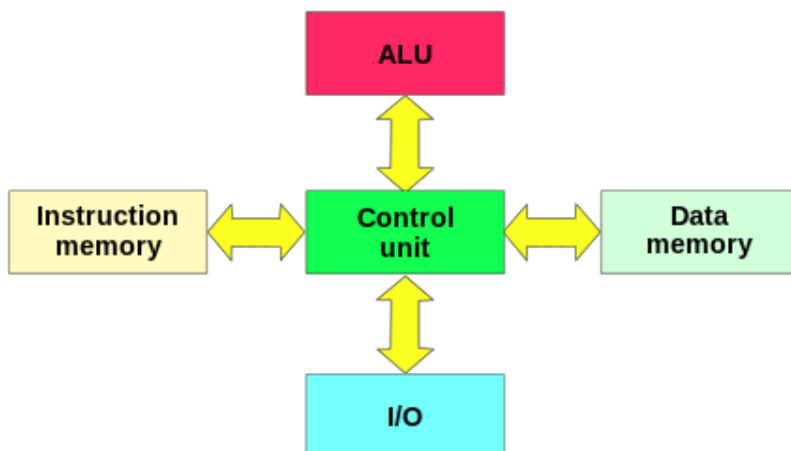
Machine A = [D_Cache_Size = 32kB, I_Cache_Size = 64kB]

Machine B = [D_Cache_Size = 64kB, D_Cache_Size = 32kB]

4. Baseline Computer : $D_Cache_size = 64kB$ 、 $I_cache_size = 32kB$

Input testcase Observation

- 由Input的計算方式可以猜測，Machine 是採用 Harvard Architecture（如圖，by wikipedia）



- 因為 $Total_Cache_size = D_Cache_size + I_cache_size$ ，所以 D Cache & I Cache 分別放在不同的地方，而不是在同一個區塊上

- 要知道可以放哪些Input，這些Input可以用以下簡單的ruby code去檢測

```

1  def powOf2(x) #check if x is power of 2
2    if x == 1
3      return false
4    end
5    while x > 1
6      if (x % 2) == 1
7        return false
8      end
9      x = x / 2;
10   end
11   return true
12 end
13
14 def check(x, y) # check x & y are both power of 2
15   return powOf2(x) && powOf2(y)
16 end

```

- 用暴力的方法去檢測Total_cache_size = 96kB ~ 1024kB中，只有22組是合法的測資，分別是

1	96	130	132	136	144	160
2	192	258	260	264	272	288
3	320	384	514	516	520	528
4	544	576	640	768		

這些組合，「最多」只能拆成 兩個 machine

Run Benchmark

Testase Table

Testcase的設計偏向Machine A 的 D cache size 永遠小於 I Cache size，Machine B 則是Machine A 的相反

Machine A

Total	96	130	132	136	144	160	192	258	260	264	272	288	320	384	514	516	520	528	544	576	640	768
D_Cache_Size	32	2	4	8	16	32	64	2	4	8	16	32	64	128	2	4	8	16	32	64	128	256
I_Cache_Size	64	128	128	128	128	128	128	256	256	256	256	256	256	256	512	512	512	512	512	512	512	512

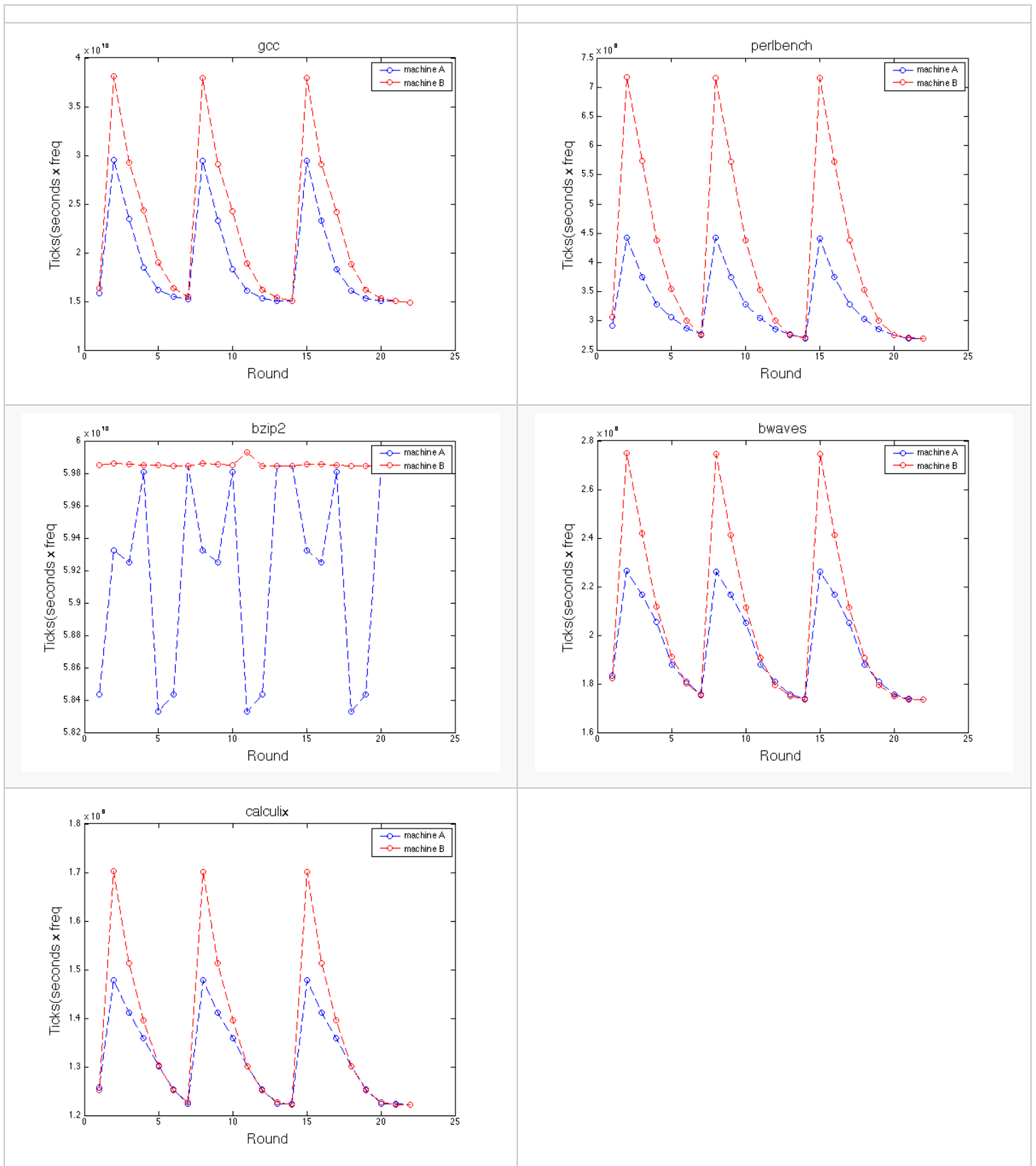
Machine B :

Total	96	130	132	136	144	160	192	258	260	264	272	288	320	384	514	516	520	528	544	576	640	768
D_Cache_Size	64	128	128	128	128	128	128	256	256	256	256	256	256	256	512	512	512	512	512	512	512	512
I_Cache_Size	32	2	4	8	16	32	64	2	4	8	16	32	64	128	2	4	8	16	32	64	128	256

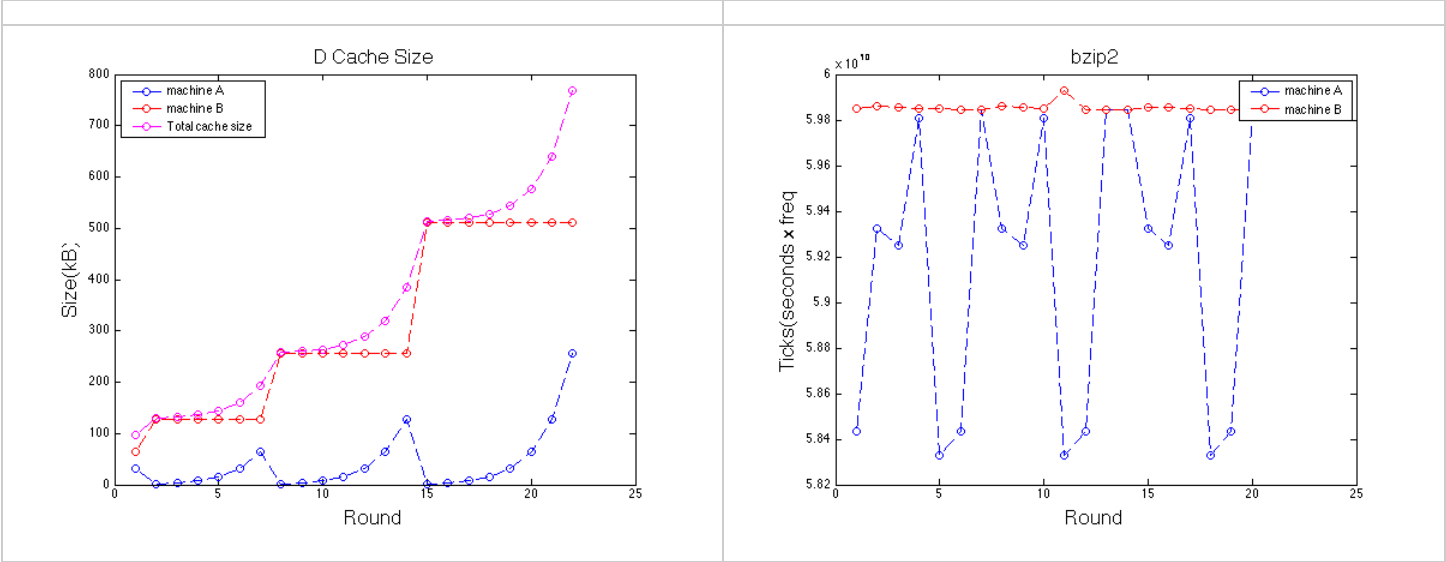
Benchmark Choice

首先，可以先把22組測試資料通通跑過一次，觀察每個benchmark根據不同的machine profile跑出來的趨勢判斷到底哪些benchmark是比較有代表性的，下圖是我跑出來的結果：

Benchmark比較圖：



稍微觀察一下，會發現bzip2畫出來的形狀跟其他的benchmark差很多。Machine B很平穩，Machine A非常劇烈的跳動，初步猜測跟 D Cache Size有關，D Cache size 與 I Cache Size 越接近，他的ticks數越大，如果比較 D cache 的變化和bzip2 ticks 的變化，會發現他們之間有些為的相關性，如下圖：



Comparison

我從五種benchmark中挑出三種benchmark跑出來的結果：GCC, PerlBench, bzip2，並且挑選 $Total_cache_size = 130kB$ 的Machine A,B 與Baseline做比較

- 測量得到的結果

Machine	DCache(kB)	ICache(kB)	GCC(Ticks)	PerlBench(ticks)	bzip2(ticks)
Baseline	64	32	16401167000(1)	306285000(1)	59848220000(1)
MachineA	2	128	29552917000(1.8019)	442313000(1.4441)	59323032000(0.9912)
MachineB	128	2	38108051000(2.3235)	716877000(2.3406)	59858215000(1.0002)

- 平均三個benchmark所得到的結果，Ratio 則是以normalize 到 baseline machine為主

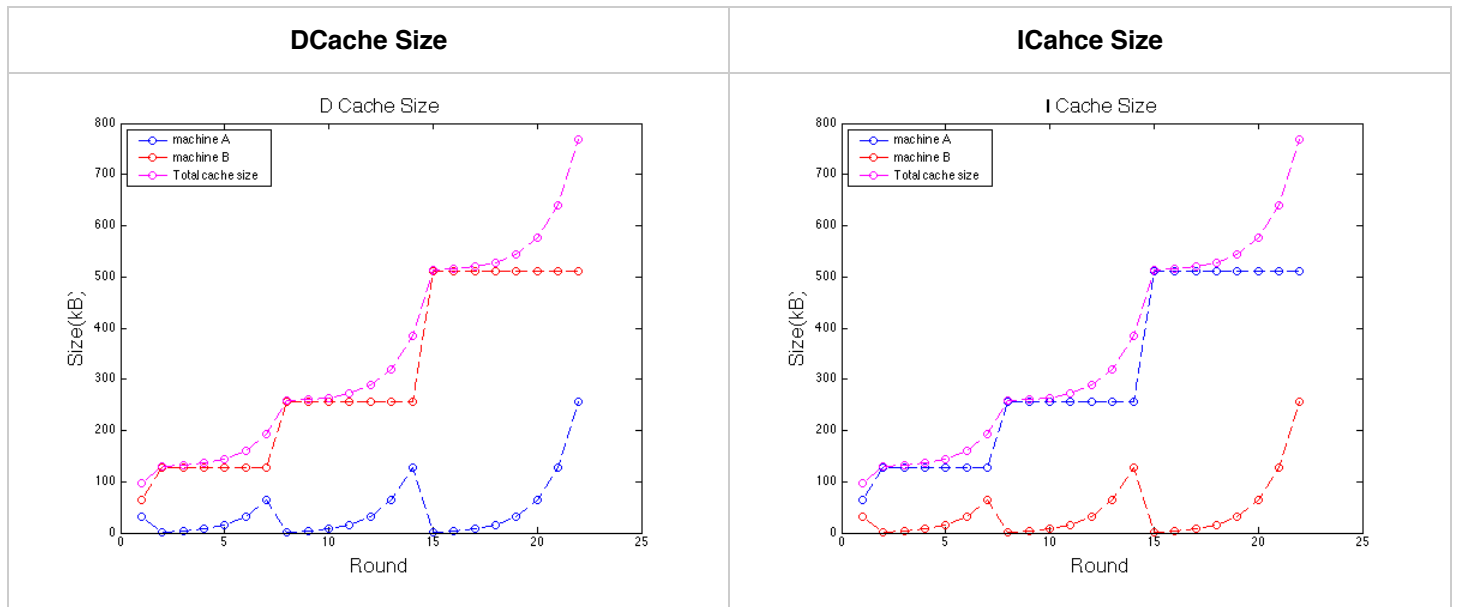
Machine	Arithmetic mean	Arithmetic mean of ratios	Geometry mean
Baseline	2.5519×10^{10}	1	6.6991×10^9
Machine A	2.9773×10^{10}	1.4124	9.1872×10^9
Machine B	3.2894×10^{10}	1.8881	11.781×10^9

Ticks 越小，顯示出來的效能越好。使用這三者來比較，均會發現Baseline的Machine 是最好的，而Machine B的DCache雖然比Machine A的DCache還大，但是效能並沒有比較好，或許 ICache 影響效能的程度比DCache還來的高。

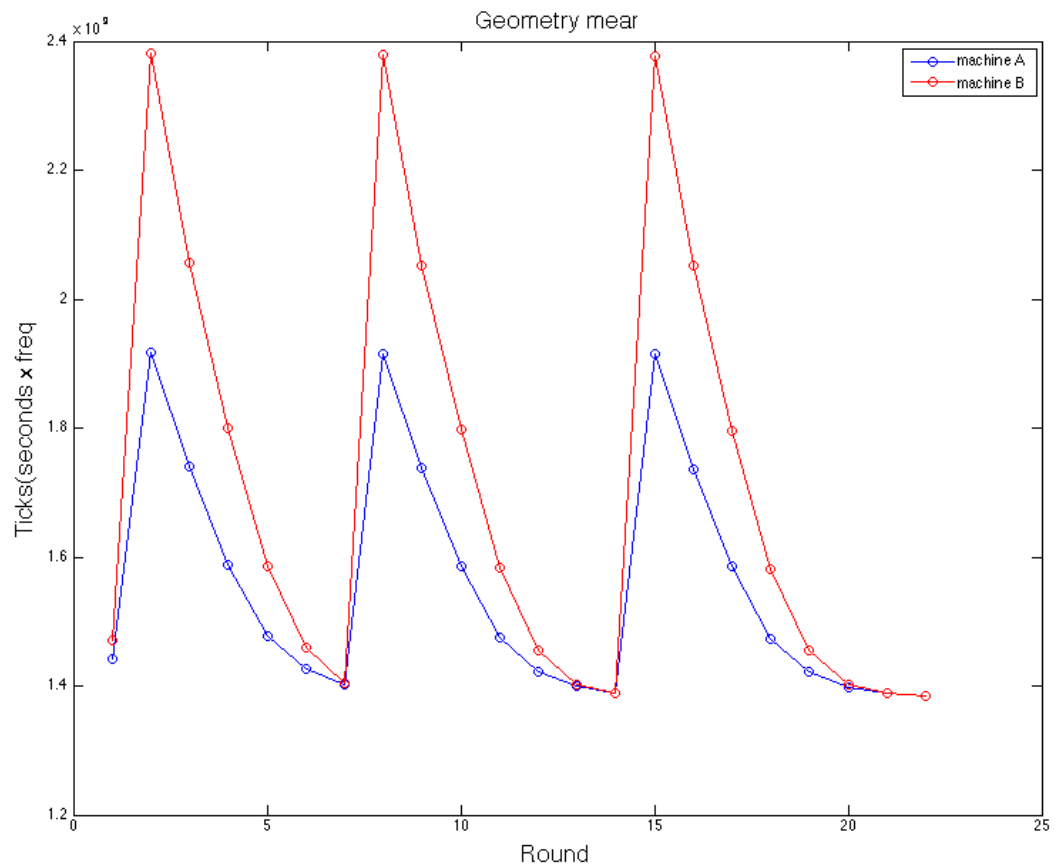
Analysis

將 22組測試資料 丟進simulator，並且把五種benchmark跑過一遍，把資料彙整並畫出圖表。

前面的 Testase Table 會在這裡以圖鳥的形式呈現。



下面是把22組input testcase丟進simulator，並且用了五個benchmark，對五個結果做Geometry mean，並且把它畫成圖表：



從這三張折線圖，可以猜測：

1. ICache size 比較大的MachineA，他的ticks數比MachineB還少，量出來的performance也比較好。
2. ICache 或 DCache 變得較小的時候，performance會降低（折線圖上尖部分）
3. ICache size 變小，Ticks 數量上升幅度比 DCache變小的上升幅度還來的大，推測ICache影響效能程度比DCache大
4. DCache + ICache總數變大，對於整體效能沒有太大的影響
5. Dcache 與 ICache大小越接近，Ticks數越小，效能越好

