

Usare un **foglio separato** per rispondere alle domande seguenti, specificando nell'intestazione: **Titolo del corso** (*Architettura degli Elaboratori – modulo II*, oppure *Architettura degli Elaboratori – compitino*, oppure *Architettura degli Elaboratori B*, oppure *Integrazione*), **Data esame**, **Cognome e Nome**, **Matricola**.

Esercizio 1

Calcolare l'indirizzo fisico corrispondente ad una page table di 3MB con 2^{20} ingressi, dove in ogni ingresso abbiamo 4 bit usati come *valid*, *dirty*, ecc.. La dimensione di ogni pagina è 4 KB.

Rispetto ad una cache di I livello 4-way associative, con blocchi da 16 B, e dimensione 64 KB (parte dati), calcolare la dimensione dei campi OFFSET, INDEX e TAG dell'indirizzo fisico.

Soluzione

Il virtual page number (VPN) è $\log 2^{20} = 20$ b.

La dimensione di ogni ingresso è $3 \text{ MB} / 2^{20} = 3 * 2^{20} / 2^{20} \text{ B} = 3 \text{ B}$.

Abbiamo quindi $3 \text{ B} = 24 \text{ b}$ per ogni ingresso, di cui $24-4=20$ b corrispondono alla physical page number (PPN).

L'offset della pagina è $\log 2^{12} = 12$ b.

L'indirizzo fisico è $\text{PPN} + \text{OFFSET} = 20+12=32$ b.

Quello virtuale è $\text{VPN} + \text{OFFSET} = 20+12=32$ b.

Num. blocchi = $64 \text{ KB} / 16 \text{ B} = 2^{16} / 2^4 = 2^{12}$.

Num. set = Num. blocchi / Num. vie = $2^{12} / 4 = 2^{10}$.

INDEX = $\log \text{Num. set} = \log 2^{10} = 10$.

OFFSET = $\log \text{size blocco} = \log 2^4 = 4$.

TAG = $32 - \text{OFFSET} - \text{INDEX} = 32 - 4 - 10 = 18$ b.

Esercizio 2

Supporre che l'esecuzione di un programma su una data CPU a 500 MHz dia luogo ad un $\text{CPI}_{ideale}=2$, senza considerare gli stalli dovuti ai cache miss. Calcolare il miss penalty in cicli di clock, considerando che la RAM abbia una latenza di 80 ns. Se il CPI reale risultasse uguale a 3, calcolare il *Data miss rate* considerando che la percentuale di load/store è 30%, mentre l'*Instruction miss rate* è 2%.

Soluzione

Ciclo di clock = $T = \frac{1}{500 \text{ M}} = \frac{2}{10^9} \text{ s.} = 2 \text{ ns.}$

Miss penalty = $80/T = 80/2 = 40$ cicli.

Ponendo $X = \text{Data miss rate}$, abbiamo:

$$\begin{aligned} \text{Cicli totali} &= \text{CPI} \cdot \text{IC} + (X \cdot 0,3 + \text{Instr miss rate}) \cdot \text{IC} \cdot \text{Miss penalty} = \\ &= 2 \cdot \text{IC} + (X \cdot 0,3 + 0,02) \cdot \text{IC} \cdot 40 \end{aligned}$$

Da cui:

$$\text{CPI}_{reale} = \frac{2 \cdot \text{IC} + (X \cdot 0,3 + 0,02) \cdot \text{IC} \cdot 40}{\text{IC}} = 2 + (X \cdot 0,3 + 0,02) \cdot 40 = 3$$

da cui: $X = \text{Data miss rate} \approx 1,7\%$