

---

# Esercitazioni I/O

# Dischi: Esercizio 1

Si consideri un programma che legge blocchi di 2 *KB* da disco, esegue un'elaborazione su questi, e quindi li riscrive su disco. Le tre fasi non hanno sovrapposizioni. La frequenza della CPU è di 500 *MHz* e l'elaborazione di ogni blocco richiede 10 *milioni di cicli*. I parametri del disco sono:

6200 *RPM*

seek = 9 *ms*

banda di trasferimento = 10 *MB/s*

overhead controller = 1.5 *ms*.

a. Calcolare le prestazioni del sistema in termini di *banda di elaborazione* complessiva, cioè di blocchi letti+elaborati+scritti (*les*) al secondo.

Il tempo dedicato a ciascun blocco, dato che non vi sono sovrapposizioni è

$$t_{les} = 2 \cdot t_{accesso} + t_{elab}$$

e quindi la banda di elaborazione (#blocchi elaborati al secondo)

$$banda_{les} = 1 / t_{les}$$

Ora

$$t_{elab} = n_{cicli\ impiegati} / Frequenza = 10 \cdot 10^6 / (500 \cdot 10^6) = 20ms$$

e ...

# Dischi: Esercizio 1 (continua)

---

Blocchi di 2 *KB*

6200 *RPM*

seek = 9 *ms*

*banda di trasferimento* = 10 *MB/s*

*overhead controller* = 1.5 *ms*.

...

*t.accesso* = seek + lat.rotazione + overhead + *t.trasferimento*

dove

*lat.rotazione* =  $0.5 \cdot 60 / \text{RPM} = 0.5 \cdot 60 / 6200 = 0.0048 \text{ s} = 4.8 \text{ ms}$

*t.trasferimento* = dim.blocco / banda trasf = 2 *KB* / 10 *MB/s* = 0.2 *ms*

*t.accesso* = 9 *ms* + 4.8 *ms* + 1.5 *ms* + 0.2 *ms* = 15.5 *ms*

Pertanto

$t_{les\_a} = 2 \cdot 15.5 \text{ ms} + 20 \text{ ms} = 51 \text{ ms}$

e quindi

$banda_{les} = 1 / (51 \cdot 10^{-3}) = 19.6 \text{ Hz}$

## Dischi: Esercizio 1 (continua)

---

Blocchi 2 KB

6200 RPM

seek = 9 ms

freq. CPU è di 500 MHz

ogni blocco richiede  $10^7$  cicli

banda di trasferimento = 10 MB/s

overhead controller = 1.5 ms.

b. Valutare, in base ai relativi *Speedup*, se sia meglio comprare un nuovo processore a 800 MHz, oppure cercare di ottimizzare il *tempo medio di seek* fino a 4.5 ms.

Processore 800 MHz

$$t_{les} = 2 \cdot t_{accesso} + t_{elab}$$

Si migliora il tempo di elaborazione:

$$t_{elab} = n_{cicli} / Frequenza = 10 \cdot 10^6 / 800 \cdot 10^6 = 12.5 \text{ ms}$$

quindi

$$t_{les}' = 2 \cdot 15.5 \text{ ms} + 12.5 \text{ ms} = 43.5 \text{ ms}$$

$$banda_{les}' = 1 / (43.5 \cdot 10^{-3}) = 23$$

e pertanto

$$Speedup' = banda_{les}' / banda_{les} = 23 / 19.6 = 1.17$$

# Dischi: Esercizio 1 (continua)

Blocchi 2 KB

6200 RPM

seek = 9 ms

freq. CPU è di 500 MHz

ogni blocco richiede  $10^7$  cicli

banda di trasferimento = 10 MB/s

overhead controller = 1.5 ms.

b. Valutare, in base ai relativi *Speedup*, se sia meglio comprare un nuovo processore a 800 MHz, oppure cercare di ottimizzare il *tempo medio di seek* fino a 4.5 ms.

Seek 4.5 ms

Si migliora il tempo di accesso:

$$t_{\text{accesso}} = 4.5 \text{ ms} + 4.8 \text{ ms} + 1.5 \text{ ms} + 0.2 \text{ ms} = 11 \text{ ms}$$

quindi

$$t_{\text{les}}'' = 2 \cdot t_{\text{accesso}} + t_{\text{elab}} = 2 \cdot 11 \text{ ms} + 20 \text{ ms} = 42 \text{ ms}$$

$$\text{banda}_{\text{les}}'' = 1 / (42 \cdot 10^{-3}) = 23.8$$

per cui

$$\text{Speedup}'' = \text{banda}_{\text{les}}'' / \text{banda}_{\text{les}} = 23.8 / 19.6 = 1.21$$



Meglio migliorare il tempo di seek !

## Dischi: Esercizio 2

---

Si supponga di avere un sistema di 8 dischi, ognuno con latenza di rotazione + seek medi pari a  $12\text{ ms}$  e banda di trasferimento pari a  $10\text{ MB/s}$ . I dischi sono gestiti da un controllore DMA con overhead di  $1\text{ ms}$ .

a. Calcolare la banda di trasferimento del sottosistema di I/O, per blocchi di dimensione  $16\text{ KB}$ .

Ogni blocco, per essere trasferito richiede

*controller:*  $1\text{ ms}$

*rotaz.+seek:*  $12\text{ ms}$

*trasfer.*  $1.6\text{ ms}$  ( $= 16\text{ KB} / 10\text{ MB/s}$ )

Quindi complessivamente, i dischi possono trasferire  $8 \bullet 16\text{ KB}$  in  $14.6\text{ ms}$ , con una banda di trasferimento pari a

$$8 \bullet 16\text{ KB} / (14.6 \bullet 10^{-3}) = 8.8\text{ MB/s}$$

molto piu` bassa di  $8 \bullet 10\text{ MB/s}$  (la banda massima degli otto dischi)

## Dischi: Esercizio 2 (cont.)

---

Si supponga di avere 8 dischi, ognuno con latenza di rotazione + seek medi pari a  $12\text{ ms}$  e banda di trasferimento pari a  $10\text{ MB/s}$ . I dischi sono gestiti da un controllore DMA con overhead pari a  $1\text{ ms}$ .

b. Calcolare come cambia la banda di trasferimento se si aumenta la dimensione dei blocchi a 64 KB.

Ogni blocco, per essere trasferito richiede

*controller:*  $1\text{ ms}$

*rotaz.+seek:*  $12\text{ ms}$

*trasfer.*  $6.4\text{ ms}$  ( $= 64\text{ KB} / 10\text{ MB/s}$ )

Quindi complessivamente, i dischi possono trasferire  $8 \bullet 64\text{ KB}$  in  $19.4\text{ ms}$ , con una banda di trasferimento pari a

$$8 \bullet 64\text{ KB} / (19.4 \bullet 10^{-3}) = 26.3\text{ MB/s}$$

La banda aumenta notevolmente, dato che il tempo di trasferimento inizia a divenire più rilevante.

## Dischi: Esercizio 2 (cont.)

---

Si assuma che il controllore DMA acceda ad un bus **sincrono** processore-memoria, di ampiezza 32 b (1 word), a 200 Mhz, con linee separate per gli indirizzi. Il sistema di memoria accetta transazioni in lettura di blocchi di 4 word, inviate sul bus una word alla volta, per ciascun ciclo del bus. Al termine della trasmissione di un blocco sono necessari 4 cicli per leggere il nuovo blocco da inviare. Qual è la massima banda tollerata dal bus? E' sufficiente per il sistema di I/O descritto?

Ogni word richiede due cicli per essere trasferita (4 word richiedono 8 cicli, 4 per il caricamento e 4 per il trasferimento).

Quindi il bus ha una banda massima di  $100 \text{ M word/s} = 400 \text{ MB/s}$ , ampiamente sufficiente per tollerare il sistema dei dischi (anche se si annullassero i tempi di rotazione+seek!).



## Dischi: Esercizio 3

---

Supponiamo di avere un disco che trasferisca in continuazione. Il disco ha un tempo medio di seek di 10 ms, RPM = 5000. La banda di trasferimento è di 10 MB/s, mentre l'overhead del controllore DMA è di 1 ms. Consideriamo inoltre che la CPU spenda circa 2000 cicli per l'inizializzazione DMA di ogni trasferimento e 5000 per il trattamento dell'interruzione, mentre la frequenza del clock è di 1 GHz.

a) Qual è la banda reale di trasferimento nel caso in cui i blocchi letti siano di 1 KB?

Ciclo =  $1/\text{Freq} = 1/(1 \text{ G}) \text{ s.} = 1/(10^9) \text{ s.} = 1 \text{ ns} = 1/10^6 \text{ ms}$

Tempo CPU per trasf.=7000 cicli (trascurabile):  $7000/10^6 \text{ ms.} = 0.007 \text{ ms}$

Tempo trasf. blocco:  $\text{size/banda} = (1\text{KB})/(10\text{MB}) = 1/10^4 \text{ s} = 0.1 \text{ ms.}$

Tempo medio di rotazione:  $0.5/5000 \text{ min.} = 60 \cdot 0.5/5000 \text{ s.} = 6 \text{ ms.}$

Il tempo totale per trasferire un blocco è quindi:

$\text{seek} + \text{rotation} + \text{overhead contr} + \text{trasf blocco} + \text{overhead cpu} = 17.107 \text{ ms}$

Banda reale:  $1\text{KB} / 0.017107 \text{ B/s} \approx 60000\text{B/s} = 60 \text{ KB/s.}$

## Dischi: Esercizio 3 (cont)

---

b) Verificare quali delle soluzioni seguenti è la migliore dal punto di vista della banda misurata:

- ridurre il tempo di seek del 50% (ovvero 5 ms) grazie ad una oculata allocazione dei settori;
- acquistare un disco con RMP di 10000;
- raddoppiare la dimensione del blocco.

Se il tempo di seek si riduce del 50%, il tempo totale per trasferire un blocco diventa:

$\text{seek} + \text{rotation} + \text{overhead contr} + \text{trasf blocco} + \text{overhead cpu} =$   
 $5+6+1+0.007+0.1 = 12.107 \text{ ms}$

La banda reale diventa:

$1\text{KB}/0.012107 \text{ B/s} \approx 85000 \text{ B/s} = 85 \text{ KB/s}.$

## Dischi: Esercizio 3 (cont)

---

b) Verificare quali delle soluzioni seguenti è la migliore dal punto di vista della banda misurata:

- ridurre il tempo di seek del 50% (ovvero 5 ms) grazie ad una oculata allocazione dei settori;
- acquistare un disco con RMP di 10000;
- raddoppiare la dimensione del blocco.

Se si acquista un disco con RMP di 10000, abbiamo che il tempo medio di rotazione diventa di 3 ms, e quindi il tempo totale per trasferire un blocco diventa:

$$\text{seek} + \text{rotation} + \text{overhead contr} + \text{trasf blocco} + \text{overhead cpu} = \\ 10 + 3 + 1 + 0.007 + 0.1 = 14.107 \text{ ms}$$

La banda reale diventa:

$$1\text{KB}/0.014107 \text{ B/s} \cong 73000 \text{ B/s} = 73 \text{ KB/s}.$$

## Dischi: Esercizio 3 (cont)

---

b) Verificare quali delle soluzioni seguenti è la migliore dal punto di vista della banda misurata:

- ridurre il tempo di seek del 50% (ovvero 5 ms) grazie ad una oculata allocazione dei settori;
- acquistare un disco con RMP di 10000;
- raddoppiare la dimensione del blocco.

Infine, raddoppiando la dimensione del blocco, il tempo per trasferire un blocco diventa:

$$\text{size/banda} = (2\text{KB})/(10\text{MB}) = 2/10^4 \text{ s} = 2/10 \text{ ms} = 0.2 \text{ ms}.$$

Il tempo per trasferire un blocco (doppio) diventa:

$$\text{seek} + \text{rotation} + \text{overhead contr} + \text{trasf blocco} + \text{overhead cpu} = \\ 10 + 6 + 1 + 0.007 + 0.2 = 17.207 \text{ ms}$$

La banda reale diventa:

$$2\text{KB}/0.017207 \text{ B/s} \cong 119000 \text{ B/s} = 119 \text{ KB/s}$$

che risulta essere la **migliore ottimizzazione**