
Esercitazione E4

Gestione dei dischi

FAT 16 e FAT 32

Si consideri un file system FAT 16 su un disco da 2 GB, in cui sia stata scelta la dimensione minima dei cluster di allocazione. Si supponga che il disco sia pieno al 50% , che la dimensione di almeno la metà dei file sia inferiore a 2 KB, e che questi occupino il 25% del disco.

- a)** Calcolare la dimensione dei cluster di allocazione
- b)** Stimare il numero dei file di dimensione inferiore a 2 KB
- c)** Stimare (per difetto) lo spazio su disco sprecato a causa della frammentazione interna ai cluster
- d)** Stimare (per difetto) lo spazio su disco recuperato formattandolo con una FAT 32 con cluster da 4 KB, e allocandovi gli stessi file
- e)** Stimare (per eccesso) la nuova occupazione del disco

FAT 16 e FAT 32

a)

a) Calcolare la dimensione dei cluster di allocazione

- La dimensione *minima* del cluster dipende dalla dimensione della partizione, e dal file system
- Nella FAT 16 ci possono essere al massimo 2^{16} cluster
- Pertanto, dato che la partizione è da $2 \text{ GB} = 2^{31}$ byte:

$$\text{dim. minima cluster} = 2^{31} / 2^{16} = 2^{15} = 32 \text{ KB}$$

- I cluster nella partizione in questione sono pertanto da 32 K

FAT 16 e FAT 32

b)

b) Stimare il numero dei file di dimensione inferiore a 2 KB

- Dall'enunciato si sa che i file piccoli:
 - occupano il 25% della partizione, cioè complessivamente **512 MB**
 - costituiscono, in numero, la metà dei file
- Un file, anche se più piccolo di 2 KB, occupa comunque un intero cluster
- Quindi, una stima del il numero dei file 'piccoli' è:

$$N_{\text{small}} = S_{\text{FAT16}} / 32 \text{ KB} = 512 \text{ MB} / 32 \text{ KB} = 2^{29} / 2^{15} = 2^{14}$$

- Dell'altra metà file non si può dire null'altro che sono $N_{\text{large}} = N_{\text{small}} = 2^{14}$ e che occupano complessivamente $L_{\text{FAT16}} = 512 \text{ MB}$

FAT 16 e FAT 32

c)

c) Stimare (per difetto) lo spazio su disco sprecato a causa della frammentazione interna ai cluster

- In totale i file piccoli occupano nell'organizzazione attuale $S_{\text{FAT16}} = 512$ MB
- Essendo di dimensione inferiore a 2 KB essi dovrebbero occupare:

$$S_{\text{min}} = N_{\text{small}} \cdot 2 \text{ KB} = 2^{14} \cdot 2^{11} \text{ byte} = 2^{25} \text{ byte} = 32 \text{ MB}$$

- Quindi lo spazio sprecato attribuibile ai file piccoli è:

$$S_{\text{FAT16}} - S_{\text{min}} = 512 \text{ MB} - 32 \text{ MB} = 480 \text{ MB}$$

- Per gli altri non è possibile alcuna stima, per cui si assume di non avere per essi alcuno spreco
- La migliore stima per difetto dello spazio sprecato è quindi **480 MB**

FAT 16 e FAT 32

d)

d) Stimare (per difetto) lo spazio su disco recuperato formattandolo con una FAT 32 con cluster da 4 KB, e allocandovi gli stessi file

- Nella nuova organizzazione i cluster sono da 4 K, e ciascun file piccolo ne occupa uno
- Quindi lo spazio complessivo occupato dai file piccoli è:

$$S_{\text{FAT32}} = N_{2K} \cdot 4 \text{ KB} = 2^{14} \cdot 2^{12} \text{ byte} = 2^{26} \text{ byte} = 64 \text{ MB}$$

- Lo spazio recuperato con la migliore allocazione dei file piccoli è :

$$S_{\text{FAT16}} - S_{\text{FAT32}} = 512 \text{ MB} - 64 \text{ MB} = 448 \text{ MB}$$

- Per gli altri non è possibile alcuna stima, per cui si assume che essi mantengano l'occupazione originaria, pari a $L_{\text{FAT32}} = 512 \text{ MB}$
- Il risparmio complessivo è pertanto **448 MB**

FAT 16 e FAT 32

e)

e) Stimare (per eccesso) la nuova occupazione del disco

– Nella nuova organizzazione (con la FAT 32):

➤ i file piccoli occupano complessivamente $S_{\text{FAT32}} = 64$ MB

➤ gli altri file occupano complessivamente $L_{\text{FAT32}} = 512$ MB

– L'occupazione complessiva del disco è data da:

$$U_{\text{FAT32}} = (S_{\text{FAT32}} + L_{\text{FAT32}}) / 2 \text{ GB} = (512 \text{ MB} + 64 \text{ MB}) / 2 \text{ GB} \approx 29\%$$

Utilizzazione del disco

Si consideri un disco con le seguenti caratteristiche:

- Cluster da **4 KB**
- Seek time medio **5 ms**
- Rotazione **12.000** giri/min
- Tracce da **512 KB**, Cilindri da **3 MB**

Il disco ha un carico costituito dalla lettura di file tipi T_1 e T_2 , con le rispettive frequenze di accesso ρ_i :

T_1) $\rho_1 = 3 \text{ s}^{-1}$, in media **2** segmenti da massimo **4** cluster ciascuno

T_2) $\rho_2 = 2 \text{ s}^{-1}$, in media **4** segmenti da massimo **2** cluster ciascuno

- Stimare l'utilizzazione complessiva del disco, con scheduling FIFO
- Supponendo di mantenere la stessa proporzione fra le letture dei due tipi, stimare la frequenza di accesso complessiva ρ_{\max} cui corrisponde una utilizzazione del disco pari al 40%

Utilizzazione del disco

(1)

- tempo medio di seek : $t_{\text{seek}} = 5$ ms
- Velocità di rotazione **12.000** giri/min = **200** giri/s
- Tempo di rotazione: $T_{\text{rot}} = 1/200 = 0.005$ s = **5** ms
- Tempo di latency medio: $t_{\text{lat}} = T_{\text{rot}} / 2 = 5$ ms / 2 = **2.5** ms
- Tempo di accesso medio: $t_{\text{acc}} = t_{\text{seek}} + t_{\text{lat}} = 5$ ms + **2.5** ms = **7.5** ms
- Una rotazione prende **5** ms e una traccia (letta in una rotazione) contiene **512** KB, quindi la velocità di trasferimento è :

$$V_{\text{trasf}} = 512 \text{ KB} / T_{\text{rot}} = 512 \text{ KB} / 5 \text{ ms} = 100 \text{ MB /s}$$

Utilizzazione del disco

(2)

Ipostesi verosimili

- Una traccia contiene un numero di cluster pari a:

$$512 \text{ KB} / 4 \text{ KB} = 2^{19} / 2^{12} = 2^7 = 128$$

- È ragionevole supporre che un segmento di 2 o 4 cluster sia quasi sempre contenuto nella stessa traccia
- Quindi per accedere ad un segmento si paga *un solo tempo di accesso*
- Lo scheduling è FIFO, quindi *un'ipotesi conservativa* è che leggendo una successione di segmenti si paghi per ciascuno un tempo di accesso

Utilizzazione del disco

(3)

a) Stimare l'utilizzazione complessiva del disco, con scheduling FIFO

– Lettura dei file di tipo T_1 :

- 2 tempi di accesso per i 2 segmenti: $2 \cdot t_{\text{acc}} = 2 \cdot 7.5 \text{ ms} = 15 \text{ ms}$
- trasferimento di 8 cluster : $(8 \cdot 4 \text{ KB}) / V_{\text{trasf}} = 2^{15}/(100 \cdot 2^{20}) \approx 0.30 \text{ ms}$
- Tempo totale per una lettura di tipo T_1 : $\theta_1 \approx 15 \text{ ms}$

– Lettura dei file di tipo T_2 :

- 4 tempi di accesso per i 4 segmenti: $4 \cdot t_{\text{acc}} = 4 \cdot 7.5 \text{ ms} = 30 \text{ ms}$
- trasferimento di 8 cluster : $(8 \cdot 4 \text{ KB}) / V_{\text{trasf}} = 2^{15}/(100 \cdot 2^{20}) \approx 0.30 \text{ ms}$
- Tempo totale per una lettura di tipo T_2 : $\theta_2 \approx 30 \text{ ms}$

– Utilizzazione del disco:

$$U_{\text{DISK}} = \rho_1 \cdot \theta_1 + \rho_2 \cdot \theta_2 = 3 \cdot 0.015 + 2 \cdot 0.03 = 0.105 \approx 10\%$$

Utilizzazione del disco

(4)

b) Supponendo di mantenere la stessa proporzione fra le letture dei due tipi, stimare la frequenza di accesso complessiva ρ_{\max} cui corrisponde un'utilizzazione del disco pari al 40%

– La frazione di letture di tipo T_1 è: $\rho_1/(\rho_1 + \rho_2) = 3/5 = 0.6 = 60\%$

– La frazione di letture di tipo T_2 è: $\rho_2/(\rho_1 + \rho_2) = 2/5 = 0.4 = 40\%$

– Quindi:

$$U_{\text{DISK}} = \rho_{\max} \cdot (0.6 \cdot \theta_1 + 0.4 \cdot \theta_2)$$

$$0.4 = \rho_{\max} \cdot (0.6 \cdot 0.015 + 0.4 \cdot 0.03)$$

$$\rho_{\max} = 0.4 / (0.6 \cdot 0.015 + 0.4 \cdot 0.03)$$

$$\rho_{\max} = 19.05 \text{ s}^{-1}$$

– L'utilizzazione del disco del 40% si raggiunge con un'intensità di carico complessiva di circa **19** letture al secondo

Scheduling del disco

In una unità a disco sono accodate (in ordine di arrivo) le seguenti richieste di accesso (indicate per numero di cilindro):

30, 7, 3, 28, 4, 15, 3, 28

Supponendo che non sopraggiungano altre richieste, e che la posizione iniziale delle testina sia sul cilindro 14, determinare, per ciascuno degli algoritmi sotto specificati, il numero totale di cilindri attraversati per servire le richieste ed i tempi minimo, medio e massimo di risposta alle richieste, espressi anch'essi in numero di cilindri attraversati prima di servire la richiesta, nonché la varianza del tempo di risposta.

- Algoritmo FCFS
- Algoritmo SSF
- Algoritmo dell'ascensore (direzione iniziale verso i cilindri alti)

Valore atteso e varianza

- Sia una variabile aleatoria T_i , nel nostro caso i tempi di accesso sperimentati dalle varie richieste
- Si definisce *valore atteso* (o valor medio) di T_i su un insieme di N valori assunti dalla variabile:

$$E[T_i] = T_m = 1/N \cdot \sum_i T_i$$

- La *varianza* di T_i è invece il valore atteso della differenza $T_i - T_m$ (che è essa stessa una variabile aleatoria)

$$\text{Var}[T_i] = E[(T_i - T_m)^2] = E[T_i^2] - T_m^2$$

- La varianza misura la *variabilità della distribuzione*, cioè come i valori della variabile aleatoria sono distribuiti attorno alla media

Coefficiente di variazione

- Essendo la varianza una media di quadrati si considera spesso invece di essa la sua radice, detta *deviazione standard*:

$$\sigma[\mathbf{T}_i] = \sqrt{\text{Var}[\mathbf{T}_i]} = \sqrt{E[(\mathbf{T}_i - \mathbf{T}_m)^2]} = \sqrt{E[\mathbf{T}_i^2] - \mathbf{T}_m^2}$$

- Ancora più intuitivo è il *coefficiente di variazione*, che è semplicemente la deviazione standard normalizzata rispetto alla media:

$$\mathbf{C}_V = \sigma[\mathbf{T}_i] / E[\mathbf{T}_i]$$

- La distribuzione esponenziale, che ha $\mathbf{C}_V = 1$, costituisce il punto centrale tra distribuzioni più concentrate ($\mathbf{C}_V < 1$) e distribuzioni più sparse ($\mathbf{C}_V > 1$)

Scheduling: FCFS

Le richieste: 30, 7, 3, 28, 4, 15, 3, 28 (cilindro iniziale 14)

Ordine e tempi di risposta

$$30 : T_1 = 16$$

$$7 : T_2 = T_1 + 23 = 39$$

$$3 : T_3 = T_2 + 4 = 43$$

$$28 : T_4 = T_3 + 25 = 68$$

$$4 : T_5 = T_4 + 24 = 92$$

$$15 : T_6 = T_5 + 11 = 103$$

$$3 : T_7 = T_6 + 12 = 115$$

$$28 : T_8 = T_7 + 25 = 140$$

Tempo medio di risposta

$$T_m = E[(T_i)] = (T_1 + T_2 + \dots + T_8) / 8$$

$$T_m = 616 / 8 = 77$$

$$\text{Tempo minimo} = T_1 = 16$$

$$\text{Tempo massimo} = T_8 = 140$$

$$\text{Varianza} = E[(T_i - T_m)^2] = E[T_i^2] - T_m^2 = 13671$$

$$C_v = \sqrt{E[(T_i - T_m)^2] / E[(T_i)]} = 1.52$$

Scheduling: SSF

Le richieste: 30, 7, 3, 28, 4, 15, 3, 28

(cilindro iniziale 14)

Ordine e tempi di risposta

$$15 : T_1 = 1$$

$$7 : T_2 = T_1 + 8 = 9$$

$$4 : T_3 = T_2 + 3 = 12$$

$$3 : T_4 = T_3 + 1 = 13$$

$$3 : T_5 = T_4 + 0 = 13$$

$$28 : T_6 = T_5 + 25 = 38$$

$$28 : T_7 = T_6 + 0 = 38$$

$$30 : T_8 = T_7 + 2 = 40$$

Tempo medio di risposta

$$T_m = (T_1 + T_2 + \dots + T_8) / 8$$

$$T_m = 164 / 8 = 20.5$$

$$\text{Tempo minimo} = T_1 = 1$$

$$\text{Tempo massimo} = T_8 = 40$$

$$\text{Varianza} = E[(T_i - T_m)^2] = E[T_i^2] - T_m^2 = 1180$$

$$C_v = \sqrt{E[(T_i - T_m)^2] / E[T_i]} = 1.68$$

Scheduling: ascensore

Le richieste: 30, 7, 3, 28, 4, 15, 3, 28

(cilindro iniziale 14)

Ordine e tempi di risposta

$$15 : T_1 = 1$$

$$28 : T_2 = T_1 + 13 = 14$$

$$28 : T_3 = T_2 + 0 = 14$$

$$30 : T_4 = T_3 + 2 = 16$$

$$7 : T_5 = T_4 + 23 = 39$$

$$4 : T_6 = T_5 + 3 = 42$$

$$3 : T_7 = T_6 + 1 = 43$$

$$3 : T_8 = T_7 + 0 = 43$$

Tempo medio di risposta

$$T_m = (T_1 + T_2 + \dots + T_8) / 8$$

$$T_m = 212 / 8 = 26.5$$

$$\text{Tempo minimo} = T_1 = 1$$

$$\text{Tempo massimo} = T_8 = 43$$

$$\text{Varianza} = E[(T_i - T_m)^2] = E[T_i^2] - T_m^2 = 1146$$

$$C_v = \sqrt{E[(T_i - T_m)^2] / E[T_i]} = 1.28$$

Caratteristiche dei dischi

Characteristic	Mobile	Desktop	Enterprise
rpm	3600, 4200, 5400 rpm	5400, 7200 rpm	10K, 15K rpm
Seek time	12 – 14 ms	8.9 – 9.5 ms	3.2 – 7.4 ms
Performance as file server*	N/A	79 – 136	146 - 366
Write cache	2 MB	2 – 8 MB	2 – 8 MB
Capacity	10 – 80 GB	40 – 250 GB	18, 36, 72, 144, 180 GB
Reliability	300 K hr MTBF	500 K hr MTBF	1.2 M hr MTBF
Power	2.5 W	10 W	15 W
Cost	\$73 – \$160	\$75 – \$240	\$160 – \$1400
Interfaces	ATA/66, ATA/100	ATA/100, ATA/133	Ultra 160 SCSI, Ultra 320 SCSI, FC

Esempio: IBM/Hitachi Ultrastar 15K73

Configuration

Capacity (GB) ¹	73.9	36.9
Data heads (physical)	10	5
Data disks	5	3
Max. areal density (Gbits/sq. inch)	31	31
Max. recording density (BPI)	609,500	609,500
Track density (TPI)	51,200	51,200
Read method	ME ² PRML	ME ² PRML



Performance

Rotational speed (rpm)	15,037	15,037
Latency average (ms)	1.99	1.99
Data transfer rate (max. Mbits/sec)	960	960
Sustained transfer rate (max. MB/sec)	79	79
Start time (sec)	25	25
Seek time (read, typical) ²		
Average (ms)	3.9/4.2 (write)	3.9/4.2 (write)
Track to track (ms)	0.4/0.5	0.4/0.5
Full track (ms)	7.2/8.0	7.2/8.0