

**SISTEMI OPERATIVI**  
**prova di esame del 9 gennaio 2004**

1) Si consideri un file di 24.000 record di 180byte ciascuno, con un campo chiave di 36byte, sul quale è stato costruito un indice ISAM. Supponendo di disporre di blocchi di 512byte con indirizzi di 4byte e di non spezzare mai un record su due blocchi, calcolare:

- a) la dimensione in blocchi del file dati e del file indice e la loro occupazione complessiva in byte;
- b) il numero minimo, medio e massimo di accessi a disco necessari per accedere ad un record di chiave data;
- c) la percentuale di spazio inutilizzato nei blocchi del file dati e del file indice;
- d) volendo invece costruire un'organizzazione hash, calcolare quale cardinalità di codominio dovrebbe avere una funzione hash per garantire un numero medio di accessi al disco pari a 2.

2) Un video-server gestisce stream a 30 frame/s. Ciascun frame richiede 5ms di elaborazione su una CPU a 400MHz. I frame sono registrati su disco in blocchi di 2MB che contengono 120 frame. Nella configurazione attuale il server dispone di 6 CPU a 2GHz e di 2 dischi con tempo di accesso medio pari a 7ms, tracce da 4MB ed una velocità di rotazione di 6000 giri/min.

- a) calcolare il numero massimo di stream che il server riesce a gestire, supponendo di voler limitare l'utilizzazione delle CPU al 90% e dei dischi al 30%;
- b) calcolare le utilizzazioni effettive delle CPU e dei dischi quando il server gestisce il massimo numero di stream di cui al punto a) ;
- c) determinare le quantità di memoria centrale necessaria per allocare doppi buffer per tutte le stream, per il massimo numero di stream di cui al punto a) ;
- d) supponendo di aggiungere una CPU e/o dischi con le stesse caratteristiche e di mantenere gli stessi limiti di utilizzazione massima, calcolare come deve essere variata la configurazione del server (CPU, dischi e memoria di buffer) per portare il numero massimo di stream gestibili a 220 e calcolare le relative utilizzazioni effettive di dischi e CPU.

3) Con riferimento alla gestione dei dischi ed ai file system, indicare quali delle seguenti affermazioni sono corrette:

- con indici B-tree il costo di accesso è proporzionale al logaritmo della profondità dell'albero;
- la creazione di un indice ISAM presuppone l'ordinamento del file dati;
- è possibile avere file system diversi in partizioni diverse dello stesso disco;
- FAT 32 consente di avere cluster più piccoli di NTFS;
- i B-tree sono alberi binari;
- nello scheduling dei dischi l'algoritmo SSF minimizza sempre il tempo totale di seek;
- la MFT di NTFS contiene i puntatori agli *i-node* dei file;

4) Con riferimento ai processi, ai thread e agli scheduler, indicare quali tra le seguenti affermazioni sono corrette:

- i thread di uno stesso processo condividono lo stesso spazio di indirizzamento;
- un processo che fa  $UP(S)$  su un semaforo  $S=0$  passa dallo stato *running* allo stato *blocked*;
- thread di uno stesso processo condividono lo stesso *program counter*;
- lo scheduling FCFS favorisce i processi *CPU-bound*;
- un processo che fa  $DOWN(S)$  su un semaforo  $S=1$  passa dallo stato *running* allo stato *blocked*;
- l'uso dei semafori garantisce contro il verificarsi dello stallo;
- i cambiamenti di stato di un processo sono sempre conseguenti al verificarsi di una *trap* o di un'interruzione;

5) Con riferimento al controllo del deadlock dire quali tra le seguenti affermazioni sono corrette:

- è possibile prevenire il deadlock impedendo il verificarsi di una condizione sufficiente;
- la mutua esclusione è condizione sufficiente al verificarsi del deadlock;
- la prevenzione del deadlock garantisce anche contro la *starvation*;
- l'algoritmo del banchiere garantisce sempre la terminazione di tutti i processi;
- l'algoritmo del banchiere presuppone la conoscenza delle richieste massime dei processi;
- la prevenzione del deadlock tramite allocazione in blocco delle risorse è più efficiente di quella basata sulla numerazione delle risorse;
- condizione sufficiente al verificarsi del deadlock è che il grafo di allocazione sia ciclico;

6) Con riferimento alla gestione della memoria, dire quali tra le seguenti affermazioni sono corrette:

- con l'algoritmo di rimpiazzamento FIFO, al crescere del numero di *page frame* assegnati al processo, il *page fault rate* può diminuire;
- la frammentazione interna si verifica nei sistemi a paginazione;
- limitando la dimensione delle pagine si diminuisce la frammentazione esterna;
- a parità di livello di multiprogrammazione, con processi *I/O-bound* l'utilizzazione della CPU diminuisce rispetto al caso di processi *CPU-bound*;
- le tavole delle pagine a più livelli consentono di aumentare lo spazio di indirizzamento virtuale;
- thread dello stesso processo condividono lo stesso spazio di indirizzamento virtuale;
- con l'algoritmo di rimpiazzamento FIFO, al crescere del numero di *page frame* assegnati al processo, il *Page Fault Rate* può aumentare;

Per quanto riguarda la dimensione dei file dati ed indice, si ha:

FILE DATI

$$R = \frac{B}{r} = \frac{512 \text{ byte}}{180 \text{ byte}} = 2 \text{ record per blocco}$$

$$F = \frac{n}{R} = \frac{24000}{2} = 12000 \text{ blocchi}$$

$$\dim\{F\} = F \times B = 12000 \times 512 \text{ byte} = 6.144 \text{ MB}$$

FILE INDICE

$$R_i = \frac{B}{c+b} = \frac{512 \text{ byte}}{(36+4) \text{ byte}} = 12 \text{ record per blocco}$$

$$I = \frac{F}{R_i} = \frac{12000}{12} = 1000 \text{ blocchi}$$

$$\dim\{I\} = I \times B = 1000 \times 512 \text{ byte} = 512 \text{ kB}$$

I costi minimo, medio e massimo di accesso di chiave data, sono:

$$\begin{cases} C_{MIN} = 1 + 1 = 2 \\ C_{AV} = 1 + \frac{I}{2} = 501 \\ C_{MAX} = 1 + I = 1001 \end{cases}$$

Lo spazio inutilizzato espresso in percentuale per ciascun blocco è:

FILE DATI

$$\frac{B - (r \times R)}{B} = \frac{512 - (180 \times 2)}{512} \approx 30\%$$

FILE INDICE

$$\frac{B - [R_i \times (c+b)]}{B} = \frac{512 - (12 \times 40)}{512} \approx 6\%$$

Per mantenere il costo medio di accessi anche nel caso si funzione hash, il codominio di cardinalità è pari a:

$$C_{AV} = \frac{F}{2s} \rightarrow s = \frac{F}{2C_{AV}} = 12$$

## ESERCIZIO 2 – Video Server

Per quanto riguarda le CPU, si ha che il tempo di utilizzazione richiesto da ciascuno stream alle CPU è:

$$t_u = \frac{t_{el} \times n^{\circ} frame}{f_{new} / f_{old}} = \frac{5ms \times 30}{2GHz / 0.4GHz} = 30ms;$$

e quindi il numero di stream gestibili dalle CPU è:

$$S_{CPU} = \frac{U_{CPU}}{t_u / n^{\circ} CPU} = \frac{0.9}{30ms} \times 6 = 180 stream$$

Per quanto riguarda i dischi si devono determinare alcuni parametri:  
tempo di rotazione del disco:

$$t_{rot} = \frac{1}{6000} \times 60s = 10ms;$$

velocità di trasferimento di una traccia:

$$v_{tr} = \frac{Traccia}{t_{rot}} = \frac{4MB}{10ms} = 400 MB/s$$

Tempo di trasferimento di un singolo stream:

$$t_{tr} = \frac{B}{v_{tr}} = \frac{2MB}{400MB/s} = 5ms$$

Sapendo che ciascun blocco contiene 4 stream, il tempo di utilizzazione dei dischi da parte di uno stream è:

$$t_u = \frac{1}{4}(t_{tr} + t_A) = \frac{11ms}{4} = 2.75ms$$

E quindi il numero di stream gestibili dai dischi è:

$$S_{DISK} = \frac{U_{Disk}}{t_u} \times n^{\circ} disk = \frac{300ms \times 2}{2.75ms} = 218$$

Quindi si tratta di un processo CPU-Bound con  $S_{max} = 180$ .

L'utilizzazione effettiva delle CPU è pressoché il 90% trattandosi di CPU-bound:

$$U_{CPU} = \frac{t_u \cdot S_{max}}{N^{\circ} cpu} = 90\%$$

L'utilizzazione effettiva dei dischi è:

$$U_{disk} = \frac{t_u \cdot S_{max}}{N^{\circ} disk} \cong 25\%$$

La memoria necessaria utilizzando doppi buffer è:

$$MEM = 2buffer \times 180 stream \times 2MB = 720MB;$$

Con le condizioni imposte nel punto d) si hanno 7 CPU da 2GHz utilizzate al 90%, un numero massimo di stream fissato a 220.

Per quanto riguarda le CPU occorre ricalcolare il tempo di elaborazione dei frame che naturalmente sarà cambiato:

$$t_u = \frac{N \cdot U_{cpu}}{S_{max}} = 28.6ms$$

E ricordando la relazione:

$$t_u = t_{el} \times n^\circ \text{ frame}$$

Si ha:

$$t_{el} = \frac{t_u \times 5}{25 \text{ frame}} = 5.7ms; \quad \text{dove 5 è il fattore per portare le CPU a lavorare a 2GHz.}$$

L'utilizzazione effettiva delle CPU è a questo punto sempre sul 90%;

per quanto riguarda i dischi, sicuramente sarà cambiata la loro quantità:

$$N^\circ \text{ DISK} = \frac{S_{\max} \cdot t_u}{U_{\text{Disk}}} = \frac{220 \times 2.75ms}{300ms} = 2.01 \rightarrow 3$$

E quindi la loro utilizzazione effettiva sarà diventata:

$$U_{\text{disk}} = \frac{S_{\max} \cdot t_u}{N} = 20\%$$

A questo punto la quantità di memoria con doppi buffer diventa:

$$MEM = 2buffer \times 220 \text{ stream} \times 2MB = 880MB$$