

---

# **Esercitazione E5**

## **Sistemi multimedia**

# Video server - I

---

Un video server gestisce stream a 25 frame/s. Ciascun frame richiede 8 ms di CPU su una CPU a 500 MHz. I frame sono registrati su disco in blocchi di 1 MB che contengono 50 frame.

- a)** Volendo mantenere l'utilizzazione di CPU entro il 70% quanti stream è possibile gestire con 2 CPU a 2 GHz?
- b)** Considerando il numero di stream di cui sopra, e disponendo di dischi con tempo medio di accesso di 10 ms, e velocità media di trasferimento di 50 MB/s, quanti dischi occorrono affinché la loro utilizzazione media si mantenga entro il 40%?
- c)** Che dimensione di memoria centrale è necessaria per mantenere doppi buffer per tutte le stream?
- d)** Quale è il volume di traffico tra dischi e memoria?

# Video server - I

---

a)

a) Volendo mantenere l'utilizzazione di CPU entro il 70% quanti stream è possibile gestire con 2 CPU a 2 GHz ?

– Dato che un frame richiede **8 ms** su una CPU a **500 MHz**, ne deriva che, su una CPU a 2 GHz richiede:

$$8 \text{ ms} \cdot 500 \text{ MHz} / 2 \text{ GHz} = 8 \text{ ms} \cdot 1/4 = 2 \text{ ms}$$

– L'utilizzazione delle 2 CPU con **s** stream è data da:

$$U_{\text{CPU}} = (s \cdot 25 \cdot 0.002) / n_{\text{CPU}} = (s \cdot 0.050) / 2$$

– Imponendo che l'utilizzazione delle 2 CPU non deve superare il **70%**:

$$0.7 \geq (s_{70} \cdot 0.050) / 2$$

da cui si ricava:

$$s_{70} = 28$$

**b)** Considerando il numero di stream di cui sopra, e disponendo di dischi con tempo medio di accesso di 10 ms, e velocità media di trasferimento di 50 MB/s, quanti dischi occorrono affinché la loro utilizzazione media si mantenga entro il 40%?

– La lettura di un blocco richiede un tempo di accesso di  $t_a = 10$  ms, ed un tempo di trasferimento

$$t_t = 1 \text{ MB} / 50 \text{ MB/s} = 1/50 = 0.02 \text{ s}$$

– Complessivamente il tempo di occupazione di un disco per leggere un blocco è:

$$t_D = t_a + t_t = 10 \text{ ms} + 20 \text{ ms} = 30 \text{ ms}$$

- Ciascuna stream richiede la lettura di **25** frame/s, quindi di un blocco (da **50** frame) ogni **2** secondi
- In totale una stream da un contributo all'utilizzazione del disco pari a:

$$\Delta U_{\text{DISK}} = t_D \cdot 1/2 = 30 \text{ ms} / 2 \text{ s} = 0.015 \text{ s}$$

- Con **s** stream e **n<sub>DISK</sub>** dischi l'utilizzazione dei dischi è:

$$U_{\text{DISK}} = s \cdot \Delta U_{\text{DISK}} / n_{\text{DISK}}$$

- Quindi, imponendo un'utilizzazione dei dischi inferiore al **40%**:

$$0.4 \geq s_{70} \cdot \Delta U_{\text{DISK}} / n_{\text{DISK}} = 28 \cdot 0.015 / n_{\text{DISK}}$$

- Risolvendo per **n<sub>DISK</sub>** (all'intero superiore) si ha **n<sub>DISK</sub> = 2**

# Video server - I

---

c)

c) Che dimensione di memoria centrale è necessaria per mantenere doppi buffer per tutte le stream?

- Ogni stream richiede due buffer, ciascuno di dimensioni pari a quella di un blocco, cioè 1 MB.
- Pertanto, lavorando con  $s_{70} = 28$  stream, la memoria necessaria  $M_{\text{BUFF}}$  è:

$$M_{\text{BUFF}} = s_{70} \cdot 2 \text{ MB} = 56 \text{ MB}$$

d) Quale è il volume di traffico tra dischi e memoria?

- Ciascuna stream trasferisce **1** blocco ogni **2** secondi
- Per cui, lavorando con **s** stream, complessivamente ogni secondo vengono trasferiti:

$$\Theta = s \cdot 1 \text{ MB} / 2 \text{ s} = 14 \text{ MB/s}$$

# Video server - II

---

Un video server gestisce stream a 25 frame/s. I frame sono registrati su disco in blocchi di 1 MB che contengono ciascuno 50 frame, e ciascuno di essi richiede 2 ms di elaborazione su di una CPU a 400 Mhz.

Supponendo di disporre di CPU a 1.6 GHz, e di dischi con tempo di seek medio pari a 6 ms, tracce da 5 MB e velocità di rotazione di 3.000 giri/min, e di voler limitare l'utilizzazione delle CPU al 70% e quella dei dischi al 40%:

- a) determinare la minima configurazione che consente di gestire un carico di 300 stream;
- b) calcolare l'effettiva utilizzazione delle CPU e dei dischi nella configurazione proposta;
- c) supponendo invece di registrare i frame in blocchi da 5 MB e 250 frame, e di usare dischi delle stesse caratteristiche sopra definite, calcolare come può essere variata la configurazione dei dischi, e quanto diventa la loro utilizzazione effettiva;

# Video server - II: carico di CPU

---

- Dato che un frame richiede **2 ms** su una CPU a **400 MHz**, ne deriva che, su una CPU a **1.6 MHz** richiede:

$$2 \text{ ms} \cdot 400 \text{ MHz} / 1.6 \text{ GHz} = 2 \text{ ms} \cdot 1/4 = \mathbf{0.5 \text{ ms}}$$

- Dato che una stream richiede l'elaborazione di **25 frame/s**, essa richiede ogni secondo una disponibilità di CPU di:

$$t_{\text{CPU}} = \mathbf{25 \cdot 0.5 \text{ ms} = 12.5 \text{ ms}}$$

- Quindi con una sola CPU a **2GHz** una sola stream comporta una utilizzazione di CPU pari a:

$$U_{\text{CPU}} = \mathbf{0.0125 \approx 1.2 \%}$$

# Video server - II: carico del disco

---

- Dalla velocità di rotazione  $\omega$  si calcola il tempo di rotazione  $t_R$ :  
$$\omega = 3000 \text{ giri/min} = 50 \text{ giri/s} = 50 \text{ s}^{-1}$$
$$t_R = 1/\omega = 1/(50 \text{ s}^{-1}) = 0.02 \text{ s} = 20 \text{ ms}$$
- Pertanto il tempo medio di latency e il tempo di accesso sono  
$$t_L = 10 \text{ ms}, \quad t_a = t_{\text{seek}} + t_L = 16 \text{ ms}$$
- Dato che in un giro viene letta una traccia da 5 MB, la velocità di trasferimento del disco è:  
$$V_T = \omega \cdot 5 \text{ MB} = 50 \text{ s}^{-1} \cdot 5 \text{ MB} = 250 \text{ MB/s}$$
- Quindi il tempo di trasferimento di un blocco è:  
$$t_T = 1 \text{ MB} / V_T = 1 \text{ MB} / 250 \text{ MB/s} = 0.004 \text{ s} = 4 \text{ ms}$$
- Quindi il tempo complessivo necessario a leggere un blocco è:  
$$t_{\text{BLK}} = t_a + t_T = 16 \text{ ms} + 4 \text{ ms} = 20 \text{ ms}$$

a) determinare la minima configurazione che consente di gestire un carico di 300 stream;

- Una stream richiede una disponibilità di CPU di  $t_{\text{CPU}} = 12.5$  ms, per ogni secondo, quindi  $s = 300$  stream richiederanno in totale, per ogni secondo,  $T_{\text{CPU}}$  secondi di lavoro:

$$T_{\text{CPU}} = s \cdot t_{\text{CPU}} = 300 \cdot 12.5 \text{ ms} = 3750 \text{ ms} = 3.75 \text{ s}$$

- L'utilizzazione complessiva con  $n_{\text{CPU}}$  CPU, che forniscono ogni secondo  $n_{\text{CPU}}$  secondi di lavoro è:

$$U_{\text{CPU}} = T_{\text{CPU}} / n_{\text{CPU}} = 3.75 / n_{\text{CPU}}$$

- Imponendo un'utilizzazione inferiore al 70%:

$$0.7 \geq U_{\text{CPU}} = 3.75 / n_{\text{CPU}}$$

$$n_{\text{CPU}} \geq 3.75 / 0.7 \approx 5.4$$

- Quindi occorre avere almeno  $n_{\text{CPU}} = 6$

# Video server - II

a-2)

- Una stream necessita la lettura di un blocco da **50** frame ogni **2** secondi, quindi occupa il disco, per ogni secondo per un tempo:

$$t_{\text{DISK}} = t_{\text{BLK}} / 2 = \mathbf{10 \text{ ms}}$$

- **s** = 300 stream richiederanno complessivamente ogni secondo  $T_{\text{DISK}}$  secondi di lavoro:

$$T_{\text{DISK}} = \mathbf{s} \cdot t_{\text{DISK}} = \mathbf{300} \cdot \mathbf{10 \text{ ms}} = \mathbf{3000 \text{ ms}} = \mathbf{3 \text{ s}}$$

- L'utilizzazione complessiva con  $n_{\text{DISK}}$  dischi, che forniscono ogni secondo  $n_{\text{DISK}}$  secondi di lavoro è:

$$U_{\text{DISK}} = T_{\text{DISK}} / n_{\text{DISK}} = \mathbf{3} / n_{\text{DISK}}$$

- Imponendo un'utilizzazione inferiore al 40%:

$$\mathbf{0.4} \geq U_{\text{DISK}} = \mathbf{3} / n_{\text{DISK}}$$

$$n_{\text{DISK}} \geq \mathbf{3} / \mathbf{0.4} \approx \mathbf{7.5}$$

- Quindi occorre avere almeno  $n_{\text{DISK}} = \mathbf{8}$

# Video server - II

---

b)

b) calcolare l'effettiva utilizzazione delle CPU e dei dischi nella configurazione proposta;

– Con  $n_{\text{CPU}} = 6$  l'utilizzazione effettiva della CPU è:

$$U_{\text{CPU}} = T_{\text{CPU}} / n_{\text{CPU}} = 3.75 / 6 = 0.625 \approx 62 \%$$

– Con  $n_{\text{DISK}} = 8$  l'utilizzazione effettiva dei dischi è:

$$U_{\text{DISK}} = T_{\text{DISK}} / n_{\text{DISK}} = 3 / 8 = 0.375 \approx 37 \%$$

# Video server - II:

c-1)

c) supponendo invece di registrare i frame in blocchi da 5 MB e 250 frame, e di usare dischi delle stesse caratteristiche sopra definite, calcolare come può essere variata la configurazione dei dischi, e quanto diventa la loro utilizzazione effettiva;

– Il tempo di trasferimento di un blocco diventa:

$$t_T = 5 \text{ MB} / V_T = 5 \text{ MB} / 250 \text{ MB/s} = 0.02 \text{ s} = 20 \text{ ms}$$

– Quindi il tempo complessivo necessario a leggere un blocco è:

$$t_{\text{BLK}} = t_a + t_T = 16 \text{ ms} + 20 \text{ ms} = 36 \text{ ms}$$

– Una stream necessita la lettura di un blocco da **250** frame ogni **10** secondi, quindi occupa il disco, per ogni secondo per un tempo:

$$t_{\text{DISK}} = t_{\text{BLK}} / 10 = 3.6 \text{ ms}$$

– Si noti la diminuzione netta di  $t_{\text{DISK}}$  da **10** ms a **3.6** ms.

# Video server - II:

c-2)

c) supponendo invece di registrare i frame in blocchi da 5 MB e 250 frame, e di usare dischi delle stesse caratteristiche sopra definite, calcolare come può essere variata la configurazione dei dischi, e quanto diventa la loro utilizzazione effettiva;

– **s = 300** stream richiederanno complessivamente ogni secondo  $T_{\text{DISK}}$  secondi di lavoro:

$$T_{\text{DISK}} = s \cdot t_{\text{DISK}} = 300 \cdot 3.6 \text{ ms} = 1080 \text{ ms} = 1.08 \text{ s}$$

– L'utilizzazione complessiva con  $n_{\text{DISK}}$  dischi, che forniscono ogni secondo  $n_{\text{DISK}}$  secondi di lavoro è:

$$U_{\text{DISK}} = T_{\text{DISK}} / n_{\text{DISK}} = 1.08 / n_{\text{DISK}}$$

– Imponendo un'utilizzazione inferiore al 40%:

$$0.4 \geq U_{\text{DISK}} = 1.08 / n_{\text{DISK}}$$

$$n_{\text{DISK}} \geq 1.08 / 0.4 \approx 2.7$$

– Quindi occorre avere almeno  $n_{\text{DISK}} = 3$