

Calcolatori Elettronici B

a.a. 2008/2009

MEMORIA VIRTUALE: ESERCIZI

Massimiliano Giacomini

Dal Tema d'esame 20 set 2006 [ES. 7]

... (omissis)

Supponendo che gli indirizzi virtuali siano a 32 bit e che la dimensione delle pagine sia di 32 KB, quanti elementi contiene la tabella delle pagine complessivamente? Perché?

Dal Tema d'esame 20 set 2006 [ES. 7]

... (omissis)

Supponendo che gli indirizzi virtuali siano a 32 bit e che la dimensione delle pagine sia di 32 KB, quanti elementi contiene la tabella delle pagine complessivamente? Perché?

Soluzione

Elementi della tabella delle pagine corrispondono a pagine virtuali: dobbiamo trovare il numero delle pagine virtuali!

Dimensione pagine 32 KB:

quindi offset di pagina 15 bit ($32 \text{ KB} = 2^5 * 2^{10}$)

Di conseguenza, numero di pagina virtuale è a $32-15 = 17$ bit

Quindi, abbiamo 2^{17} pagine virtuali, ovvero 2^{17} elementi della tabella delle pagine.

Dal Tema d'esame 26 mar 2007 [ES. 5]

Si consideri un processore dotato di un semplice TLB in grado di memorizzare 4 elementi. Si assuma che, per un dato processo in esecuzione, il TLB e la tabella delle pagine corrispondano alle seguenti:

TLB

| bit di validità | Numero di pagina virtuale | Numero di pagina fisica |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| 0 | 0000000000000000 | ? |
| ? | 0000000000000010 | 01000000 |
| 1 | 0000000000000010 | ? |
| 0 | 0000000000000001 | 11111000 |

Tab. Pagine

| | bit di validità | |
|---|-----------------|----------|
| 0 | 1 | 11111001 |
| 1 | 1 | 11111000 |
| 2 | 1 | 11111111 |
| 3 | 1 | 00000000 |
| 4 | 1 | 00000001 |
| | . | . |
| | . | . |
| | . | . |
| | . | . |
| | . | . |

Motivando sinteticamente le risposte, per ciascuno dei tre campi contrassegnati dal punto di domanda si dica se è possibile o meno determinare il valore in esso contenuto e, in caso affermativo, lo si indichi.

[3]

Soluzione

TLB

| bit di validità | Numero di pagina virtuale | Numero di pagina fisica |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| 0 | 0000000000000000 | ? |
| 0 | 0000000000000010 | 01000000 |
| 1 | 0000000000000010 | 11111111 |
| 0 | 0000000000000001 | 11111000 |

Tab. Pagine

| | bit di validità | |
|---|-----------------|----------|
| 0 | 1 | 11111001 |
| 1 | 1 | 11111000 |
| 2 | 1 | 11111111 |
| 3 | 1 | 00000000 |
| 4 | 1 | 00000001 |
| | . | . |
| | . | . |
| | . | . |
| | . | . |
| | . | . |

Primo campo: bit di validità TLB a 0 significa che il campo non ha alcun significato: non si può dire nulla!

Secondo campo: bit di validità necessariamente a 0, non posso avere due entry nel TLB per la stessa pagina (cfr. il terzo elemento del TLB)

Terzo campo: poiché il bit di validità è a 1, la pagina fisica è in memoria e il numero deve corrispondere a quello indicato nella tabella delle pagine (alla posizione 10_2 ovvero 2 – partendo da 0)

Dal Tema d'esame 20 lug 2006 [ES. 6]

Con riferimento alla tecnica di gestione della memoria virtuale mediante un TLB a 4 elementi e tabella delle pagine, si dica motivando brevemente la risposta quali delle seguenti situazioni [a, b, c] sono possibili, quali impossibili e perché: [3]

NB: vediamo una situazione alla volta...

a)

TLB

| bit di validità | Numero di pagina virtuale | Numero di pagina fisica |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | 0000000000000010 | 10000000 |
| 0 | 0000000000000010 | 11111111 |
| 1 | 0000000000001000 | 11000000 |
| 1 | 0000000000001111 | 11100000 |

Dal Tema d'esame 20 lug 2006 [ES. 6]

Con riferimento alla tecnica di gestione della memoria virtuale mediante un TLB a 4 elementi e tabella delle pagine, si dica motivando brevemente la risposta quali delle seguenti situazioni [a, b, c] sono possibili, quali impossibili e perché: [3]

NB: vediamo una situazione alla volta...

a)

TLB

| bit di validità | Numero di pagina virtuale | Numero di pagina fisica |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | 0000000000000010 | 10000000 |
| 0 | 0000000000000010 | 11111111 |
| 1 | 0000000000001000 | 11000000 |
| 1 | 0000000000001111 | 11100000 |

Possibile: l'unica particolarità è la presenza dei primi due elementi con lo stesso numero di pagina virtuale, ma uno dei quali ha il bit di validità a 0 (e quindi l'elemento non ha di fatto alcun significato)

b)

TLB

bit di validità Numero di pagina virtuale Numero di pagina fisica

| | | |
|---|-------------------|----------|
| 1 | 00000000000000010 | 10000000 |
| 1 | 00000000000000010 | 11111111 |
| 1 | 00000000000001000 | 11000000 |
| 1 | 00000000000001111 | 11100000 |

b)

TLB

| bit di validità | Numero di pagina virtuale | Numero di pagina fisica |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | 00000000000000010 | 10000000 |
| 1 | 00000000000000010 | 11111111 |
| 1 | 00000000000001000 | 11000000 |
| 1 | 00000000000001111 | 11100000 |

IMPOSSIBILE: i primi due elementi si riferiscono alla stessa pagina virtuale, mappandola in due pagine fisiche diverse!

c)

| bit di validità | Numero di pagina virtuale | Numero di pagina fisica |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | 0000000000000010 | 10000000 |
| 1 | 0000000000000011 | 11111111 |
| 0 | 0000000000001000 | 11000000 |
| 0 | 0000000000001111 | 11100000 |

Tabella delle pagine

bit di validità

| | |
|---|----------|
| 1 | 11111001 |
| 1 | 11111000 |
| 0 | ... |
| 1 | 11111111 |
| 1 | 00000000 |
| 0 | . |
| 0 | . |
| . | . |
| . | . |
| 0 | . |

c)

| bit di validità | Numero di pagina virtuale | Numero di pagina fisica |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | 0000000000000010 | 10000000 |
| 1 | 0000000000000011 | 11111111 |
| 0 | 0000000000001000 | 11000000 |
| 0 | 0000000000001111 | 11100000 |

Tabella delle pagine

bit di validità

| | |
|---|----------|
| 1 | 11111001 |
| 1 | 11111000 |
| 0 | ... |
| 1 | 11111111 |
| 1 | 00000000 |
| 0 | . |
| 0 | . |
| . | . |
| . | . |
| 0 | . |

IMPOSSIBILE: il primo elemento del TLB mappa la pagina virtuale 2 (la terza nella tabella delle pagine) in una pagina fisica, mentre la tabella delle pagine indica che essa si trova su disco!

Dal Tema d'esame 3 lug 2006 [ES. 6 – parte A]

1. Si consideri un processore che genera indirizzi (virtuali) di 24 bit, dotato di un semplice TLB in grado di memorizzare soltanto 4 elementi. Si consideri in particolare un processo in esecuzione per il quale il TLB e la tabella delle pagine siano correntemente come nella figura seguente:

TLB

| | | |
|-----------------|------------------|----------|
| bit di validità | | |
| 1 | 0000000000000011 | 10000000 |
| 1 | 0000000000000010 | ? |
| 0 | 0000000000000011 | 10000000 |
| 0 | 0000000000000010 | 10000001 |

Tabella delle pagine

| | |
|-----------------|----------|
| bit di validità | |
| 1 | 11111110 |
| 1 | 11111111 |
| 1 | 00000000 |
| ? | ? |
| 1 | 00010010 |
| 0 | . |
| 0 | . |
| . | . |
| . | . |
| 0 | . |

Si chiede di:

- specificare il numero di elementi della tabella delle pagine (motivando la risposta)
- specificare i tre elementi che, nel TLB e nella tabella delle pagine, occupano i tre campi contrassegnati da punti di domanda

Soluzione

Primo quesito: in pratica, si chiede il numero di pagine virtuali.

Dall'esame del TLB, si vede che i numeri di pagina virtuale sono di 16 bit, quindi il numero di pagine virtuali è 2^{16}

Secondo quesito:

| bit di validità | TLB | |
|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 | 0000000000000011 | 10000000 |
| 1 | 0000000000000010 | 00000000 |
| 0 | 0000000000000011 | 10000000 |
| 0 | 0000000000000010 | 10000001 |

(bit di validità a 1, pagina virtuale 2: deve corrispondere al terzo elemento della tabella tab. pagine)

Tabella delle pagine

| bit di validità | |
|-----------------|-----------------|
| 1 | 11111110 |
| 1 | 11111111 |
| 1 | 00000000 |
| 1 | 10000000 |
| 1 | 00010010 |
| 0 | . |
| 0 | . |
| . | . |
| . | . |
| 0 | . |

(riferito alla pagina numero 3, che è presente nel TLB nel primo elemento con bit di validità del TLB a 1: deve corrispondere a quanto indicato nel TLB!)

Dal Tema d'esame 3 lug 2006 [ES. 6 – parte B]

- Supponendo che vengano generati i tre indirizzi virtuali seguenti:

0000000000000001100000000

0000000000000000000000010

1111111111111111100000000

per ognuno di essi individuare quali miss vengono generati (miss di TLB e/o miss di pagina) e (se la pagina fisica è presente in memoria) specificare l'indirizzo fisico generato.

Soluzione...

| bit di validità | | TLB |
|-----------------|-------------------|-----------------|
| 1 | 00000000000000011 | 10000000 |
| 1 | 00000000000000010 | 00000000 |
| 0 | 00000000000000011 | 10000000 |
| 0 | 00000000000000010 | 10000001 |

Tabella delle pagine

| bit di validità | |
|-----------------|-----------------|
| 1 | 11111110 |
| 1 | 11111111 |
| 1 | 00000000 |
| 1 | 10000000 |
| 1 | 00010010 |
| 0 | . |
| 0 | . |
| . | . |
| . | . |
| 0 | . |

INNANZITUTTO:
numero pagina virtuale a 16
bit, il resto è offset

Soluzione

| bit di validità | TLB | |
|-----------------|-------------------|-----------------|
| 1 | 00000000000000011 | 10000000 |
| 1 | 00000000000000010 | 00000000 |
| 0 | 00000000000000011 | 10000000 |
| 0 | 00000000000000010 | 10000001 |

Tabella delle pagine

| bit di validità | |
|-----------------|-----------------|
| 1 | 11111110 |
| 1 | 11111111 |
| 1 | 00000000 |
| 1 | 10000000 |
| 1 | 00010010 |
| 0 | . |
| 0 | . |
| . | . |
| . | . |
| 0 | . |

INNANZITUTTO:
 numero pagina virtuale a 16
 bit, il resto è offset

00000000000000011 – 00000000

hit TLB (primo elemento) :
 indirizzo fisico 10000000 00000000

00000000000000000 – 00000010

miss TLB (pagina 0 non presente)

hit tabella delle pagine (pag. virtuale 0):

indirizzo fisico 11111110 00000010

11111111111111111 – 10000000

miss TLB e miss di pagina: pagina non in RAM