

Arquitectura de Computadors:

Memòries CAU

Eloi Galan Badiella

Índex

Enunciat	2
Exercicis	3
Ex 1	3
Ex 2	7
Ex 3	11

1. Enunciat

Disposen d'un computador de 32 bits (d'adreces i de dades) que direcciona la memòria a nivell de byte i que disposa d'una memòria cau per les instruccions i una per les dades. Els blocs de la memòria principal i les línies de les memòries cau tenen una grandària de 16 bytes (4 paraules).

Considereu el següent fragment de codi:

```
for (i=0; i < 1024; i++)  
    a[i] = b[i] + c[i] + d[i];
```

On a , b , c i d representen llistes de 1024 nombres sencers (de 32 bits), que s'emmagatzemen a memòria de forma consecutiva. El vector a comença a l'adreça m . A continuació s'emmagatzema b , c i finalment d . Considerant que inicialment la cau està buida, es demana:

- 1) Calculeu i raoneu quina és la taxa d'encerts si tenim una memòria cau de dades de 8 KBytes amb una política d'assignació per correspondència associativa per conjunts de 2 vies, un algoritme de substitució LRU i una política d'escriptura immediata amb assignació en escriptura.
- 2) Calculeu i raoneu quina és la taxa d'encerts si tenim una memòria cau de dades de 16 KBytes amb una política d'assignació per correspondència associativa per conjunts de 4 vies, un algoritme de substitució LRU i una política d'escriptura de post-escriptura.
- 3) Compareu els dos escenaris anteriors i comenteu els motius de les grans diferències.

Justifiqueu totes les respostes i considereu només l'accés a les memòria de dades.

La taxa d'encerts de la memòria cau mesura la probabilitat de trobar a la memòria cau la dada que volem accedir.

El valor de m (en hexadecimal) s'obté aplicant la següent fórmula al valor numèric del vostre DNI:

$$m = (\text{part sencera } (DNI/1000) + DNI \% 1000) * 1000$$

Ex: Si el DNI = 12345678a

$$m = (\text{part sencera } (12345678/1000) + 12345678 \% 1000) * 1000$$

$$m = (12345 + 678) * 1000 = 13023 * 1000 = 13023000 \leq \text{Adreça d'inici en hexadecimal}$$

2. Exercicis

Inicialment calcularem el valor de m (en hexadecimal) que serà l'inici del vector A.
El meu DNI és: 45985437L.

$$m = (\text{part sencera}(\frac{45985437}{1000}) + 45985437 \% 1000) * 1000 = 46422000 \text{ (hexadecimal)}.$$

a. Ex 1

Calculeu i raoneu quina és la taxa d'encerts si tenim una memòria cau de dades de 8 KBytes amb una política d'assignació per correspondència associativa per conjunts de 2 vies, un algoritme de substitució LRU i una política d'escriptura immediata amb assignació en escriptura.

Memoria de Dades = 32 bits

Linies MC = 16 Bytes (4 paraules)

MC = 8 KBytes = $8 * 1024 = 8192$ Bytes

Bytes de cada conjunt = 16 Bytes * 2 Vies = 32 Bytes cada conjunt

Nº línies = 8192 Bytes / 16 Bytes = 512 línies

Vies = 2

Nº conjunts = 512 línies / 2 vies = 256 conjunts = 0.25K conjunts = 2^8

Per tal de redireccionar els 16 bytes que tenim a cada bloc necessitarem 4 bits. Per tant:

Bits etiqueta = 32 (bits total) - 8 - 4 = 20 bits

etiqueta	conjunt	paraula	posicio
20	8	2	2

Dimensió de la memòria cau:

A0	B0	C0	D0
4 bytes	4 bytes	4 bytes	4 bytes
1 paraula	1 paraula	1 paraula	1 paraula

A1	B1	C1	D1
4 bytes	4 bytes	4 bytes	4 bytes
1 paraula	1 paraula	1 paraula	1 paraula

Conjunt 1

.....

.....

A510	B510	C510	D510
4 bytes	4 bytes	4 bytes	4 bytes
1 paraula	1 paraula	1 paraula	1 paraula

A511	B511	C511	D511
4 bytes	4 bytes	4 bytes	4 bytes
1 paraula	1 paraula	1 paraula	1 paraula

Conjunt 255

Longitud del vector = $1024 * 4 - 1 = 4095$

A partir de la longitud del vector podem acotar els vectors.

En la següent taula mostro l'adreça inicial i final de cada taula (on l'inici de la Taula A correspon amb la m calculada anteriorment):

	Inici - Fi
Taula A	46422000 - 46422FFF
Taula B	46423000 - 46423FFF
Taula C	46424000 - 46424FFF
Taula D	46425000 - 46425FFF

A partir de aquí ja podem veure el funcionament de la memòria cau de **dades de 8K Bytes** amb una política d'assignació per correspondència associativa per conjunts de **2 vies**.

El que succeiria a la memòria cau seria el següent:

DIRECCIO	VALOR	LECTURA/ ESCRITURA	CONJUNT	VIA	ESDEVENIMENT
b0	46423000	Lectura	00	1	Fallat
c0	46424000	Lectura	00	2	Fallat
d0	46425000	Lectura	00	1	Fallat
a0	46422000	Escriptura	00	2	Fallat
b1	46423004	Lectura	00	1	Fallat
c1	46424004	Lectura	00	2	Fallat
d1	46425004	Lectura	00	1	Fallat
a1	46422004	Escriptura	00	2	Fallat
b2	46423008	Lectura	00	1	Fallat
c2	46424008	Lectura	00	2	Fallat

d2	46425008	Lectura	00	1	Fallat
a2	46422008	Espectura	00	2	Fallat
b3	4642300C	Lectura	00	1	Fallat
c3	4642400C	Lectura	00	2	Fallat
d3	4642500C	Lectura	00	1	Fallat
a3	4642200C	Espectura	00	2	Fallat
b4	46423010	Lectura	01	1	Fallat
c4	46424010	Lectura	01	2	Fallat
d4	46425010	Lectura	01	1	Fallat
a4	46422010	Espectura	01	2	Fallat
b5	46423014	Lectura	01	1	Fallat
c5	46424014	Lectura	01	2	Fallat
d5	46425014	Lectura	01	1	Fallat
a5	46422014	Espectura	01	2	Fallat
.....

Ja que inicialment la memòria CAU està buida, no podem llegir el valor de b0 per tant ens genera una fallada. Consecutivament el valor c0 el guardarem a la segona via i també ens produirà una fallada. Passarà el mateix amb el valor d0 però a l'hora de guardar-lo i només tenir dos vies l'haurem de sobreposar sobre el valor de b0 ja que amb l'algoritme de substitució LRU predetermina que s'ha de sobreposar el valor més vell.

Aquest cicle explicat al paràgraf de sobre es va repetint fins el final, per tant si tenim un nombre d'encerts de 0/4 la seva **taxa d'encerts serà del 0%**.

b. Ex 2

Calculeu i raoneu quina és la taxa d'encerts si tenim una memòria cau de dades de 16 KBytes amb una política d'assignació per correspondència associativa per conjunts de 4 vies, un algoritme de substitució LRU i una política d'escriptura de post-escriptura.

Memoria de Dades = 32 bits

Linies MC = 16 Bytes (4 paraules)

MC = 16 KBytes = $16 * 1024 = 16384$ Bytes

Bytes de cada conjunt = 16Bytes * 2 Vies = 32 Bytes cada conjunt

Nº línies = $16384 \text{ Bytes} / 16 \text{ Bytes} = 1024$ línies

Vies = 4

Nº conjunts = $1024 \text{ línies} / 4 \text{ vies} = 256$ conjunts = 0.25K conjunts = 2^8

Per tal de redireccionar els 16 bytes que tenim a cada bloc necessitem 4 bits com a l'exercici anterior. Per tant:

Bits etiqueta = $32 \text{ (bits total)} - 8 - 4 = 20$ bits

etiqueta	conjunt	paraula	posicio
20	8	2	2

Dimensió de la memòria cau:

A0	B0	C0	D0
4 bytes	4 bytes	4 bytes	4 bytes
1 paraula	1 paraula	1 paraula	1 paraula

A1	B1	C1	D1
4 bytes	4 bytes	4 bytes	4 bytes
1 paraula	1 paraula	1 paraula	1 paraula

A2	B2	C2	D2
4 bytes	4 bytes	4 bytes	4 bytes
1 paraula	1 paraula	1 paraula	1 paraula

A3	B3	C3	D3
4 bytes	4 bytes	4 bytes	4 bytes
1 paraula	1 paraula	1 paraula	1 paraula

Conjunt 1

..... (així fins a completar 256 conjunts)

Longitud del vector = $1024 * 4 - 1 = 4095$

A partir de la longitud del vector podem acotar els vectors i ens donarà el mateix resultat que a l'exercici anterior.

	Inici - Fi
Taula A	46422000 - 46422FFF
Taula B	46423000 - 46423FFF
Taula C	46424000 - 46424FFF
Taula D	46425000 - 46425FFF

A partir de aquí ja podem veure el funcionament de la memòria cau de dades de 16K Bytes amb una política d'assignació per correspondència associativa per conjunts de 4 vies.

El que succeiria a la memòria cau seria el següent:

DIRECCIO	VALOR	LECTURA/ ESCRITURA	CONJUNT	VIA	ESDEVENIMENT
b0	46423000	Lectura	00	1	Fallat
c0	46424000	Lectura	00	2	Fallat
d0	46425000	Lectura	00	3	Fallat
a0	46422000	Escriptura	00	4	Fallat
b1	46423004	Lectura	00	1	Encertat
c1	46424004	Lectura	00	2	Encertat
d1	46425004	Lectura	00	3	Encertat
a1	46422004	Escriptura	00	4	Encertat
b2	46423008	Lectura	00	1	Encertat
c2	46424008	Lectura	00	2	Encertat

d2	46425008	Lectura	00	3	Encertat
a2	46422008	Espectura	00	4	Encertat
b3	4642300C	Lectura	00	1	Encertat
c3	4642400C	Lectura	00	2	Encertat
d3	4642500C	Lectura	00	3	Encertat
a3	4642200C	Espectura	00	4	Encertat
b4	46423010	Lectura	01	1	Fallat
c4	46424010	Lectura	01	2	Fallat
d4	46425010	Lectura	01	3	Fallat
a4	46422010	Espectura	01	4	Fallat
b5	46423014	Lectura	01	1	Encertat
c5	46424014	Lectura	01	2	Encertat
d5	46425014	Lectura	01	3	Encertat
a5	46422014	Espectura	01	4	Encertat
.....

Per començar els primers 4 valors fallaran ja que a l'inici la memòria està buida. A continuació al disposar del mateix conjunt i etiqueta als 4 vectors ens permetrà que les 3 següents iteracions ens surtin encertades. Aquest mateix procés s'anirà repetint fins al final però amb la diferència que b4, c4, d4 i a4 fallaran a causa d'haver canviat el conjunt.

Osigui que obtindrem $\frac{3}{4}$ d'encerts, els quals els podem traduir en que **la taxa d'encerts serà del 75%.**

c. Ex 3

Compareu els dos escenaris anteriors i comenteu els motius de les grans diferències.

Els motius de les grans diferències bàsicament és que al tenir 4 vectors però només 2 vies en el primer cas sempre ens donarà fallada a causa del solapament, per tant una taxa d'encerts del 0% i en el segon cas gràcies a augmentar el número de vies i mantenir el número de conjunts ens augmenta la taxa d'encerts.