

Ingeniería de Computadores I

Primera Actividad Calificable

www.matesfacil.com

31/03/2016

Índice

1. Problema 1	3
1.1. Enunciado	3
1.2. Solución	3
2. Problema 2	4
2.1. Enunciado	4
2.2. Solución apartado <i>a)</i>	4
2.2.1. Correspondencia directa	4
2.2.2. Correspondencia totalmente asociativa	5
2.2.3. Correspondencia asociativa por conjuntos	5

1. Problema 1

1.1. Enunciado

Se tiene un procesador que trabaja con un reloj de 500 MHz. El número de ciclos que requiere una operación de encuesta, incluidos el salto a la rutina de encuesta, el acceso al dispositivo y el retorno al programa de usuario es de 400. Determinar la proporción de tiempo de CPU que se consume en una operación de encuesta en el caso de utilizar un ratón que debe ser encuestado 30 veces para asegurar que no se pierde ningún movimiento realizado por el usuario. Se supone que se puede realizar la encuesta con la frecuencia necesaria para que no se pierda ningún dato y que el ratón está potencialmente siempre ocupado.

1.2. Solución

El ratón debe ser encuestado 30 veces ¹. El número de ciclos de reloj por segundo para encuestas es

$$\frac{\text{encuesta}}{\text{segundo}} \cdot \frac{\text{ciclos}}{\text{encuesta}} = 30 \cdot 400 = 12000 = 12 \cdot 10^3 c/s$$

El número de ciclos de procesador lo obtenemos directamente a partir de su frecuencia. Como ésta es de 500MHz, sabemos que son $500 \cdot 10^6$ ciclos por segundo.

Por tanto, la proporción de ciclos de procesador consumidos en encuestas es

$$\frac{12 \cdot 10^3}{500 \cdot 10^6} \cdot 10^2 = 0,0024 \%$$

No hay un impacto significativo en el rendimiento del procesador.

¹suponemos que son 30 encuestas por segundo, como podemos encontrar en el ejemplo de David A. Patterson, John L. Hennessy, Ramón Canal Corretger, (Reverte, 2000), *Estructura y diseño de computadores*, p. 665

2. Problema 2

2.1. Enunciado

Sea un computador con una memoria principal de 1 MB y dotado de una memoria caché de 16 bloques de 64 bytes cada uno.

- a) Determinar el formato de la dirección de memoria física desde el punto de vista de la política de ubicación en memoria caché, especificando el número de bits que ocupa cada uno de los campos que la componen para los siguientes casos: (1) correspondencia directa, (2) asociativa y (3) asociativa por conjuntos con 4 bloques por conjunto.

2.2. Solución apartado a)

Antes de comenzar con las distintas organizaciones, veamos los datos de los que disponemos para cada memoria: La memoria principal dispone de 1 MB, es decir, 10^9 bytes. La memoria caché dispone de 16 bloques de 64 bytes cada uno, es decir, tiene una capacidad total de

$$16 \cdot 64 = 1024 \text{ bytes} = 2^{10} \text{ bytes}$$

Como los datos se transfieren entre las memorias principal y caché en bloques, que sabemos son de 64 bytes cada uno, y como la capacidad de la memoria principal es de 10^9 bytes, ésta última dispone de

$$\frac{10^9}{64} = 15625 \cdot 10^3 \text{ bloques}$$

Para poder direccionar la memoria principal, que consta de 10^9 bytes, como $2^{29} < 10^9 < 2^{30}$, se requieren $n = 30$ bits para especificar las direcciones. Notemos que como la desigualdad es estricta, sobrarán un gran número de configuraciones.

Ahora vamos a ver cómo distribuimos los bits para referenciar a la memoria caché según su organización. Estas referencias constan básicamente de tres campos de bits: uno para la *etiqueta*, que sirve para identificar qué bloque de la memoria principal se encuentra en cada momento en la memoria caché; otro para el *identificador de bloque*, que especifica el bloque donde se encuentra la palabra pedida; y otro de *posición/palabra*, que especifica la referencia a la palabra dentro del bloque. Los dos últimos campos reciben el nombre de campo de *bloque*.

2.2.1. Correspondencia directa

En esta organización cada bloque de la memoria principal se transforma en uno de la caché conservando el orden que hay entre los bloques. Es decir, si la caché dispone de C bloques, estos C bloques serán bloques consecutivos en la principal.

La función de transformación es

$$i = j \text{ mod } C$$

Siendo i el número de bloque asignado a la memoria caché y j el número de bloque en la memoria principal.

Recordamos que disponemos de $C = 16$ bloques de $k = 64$ bytes y 30 bits para las referencias. El número de bits que se necesitan para cada campo de la caché es

1. Bits campo palabra (bits menos significativos):

$$p = \log_2(k) = \log_2(64) = 6$$

2. Bits campo bloque (bits intermedios):

$$b = \log_2(C) = \log_2(16) = 4$$

3. Bits campo etiqueta (bits más significativos):

$$e = n - p - b = 30 - 6 - 4 = 20$$

Notemos que los 24 bits más significativos son los que se determinan el bloque de la memoria principal que se transfiere al correspondiente bloque de la caché. Los 6 restantes indican las palabras dentro de cada bloque.

2.2.2. Correspondencia totalmente asociativa

En esta organización cada bloque de la memoria principal puede cargarse en cualquier bloque de la caché. De este modo se subsana el inconveniente de la organización anterior que ocurre cuando la CPU necesita dos bloques distintos de la principal que se cargan en el mismo bloque de la caché.

El número de bits para cada campo es

1. Bits campo palabra (bits menos significativos):

$$p = \log_2(k) = \log_2(64) = 6$$

2. Bits campo etiqueta (bits más significativos):

$$e = n - p = 30 - 6 = 24$$

Para determinar si un bloque en particular de la memoria principal está ya en la caché, se comprueba si alguna de las etiquetas de los todos los bloques de la caché coincide con la de dicho bloque. Justamente la circuitería que lleva a cabo esta compleja tarea es la principal desventaja de esta organización.

2.2.3. Correspondencia asociativa por conjuntos

La memoria caché se divide en q conjuntos constituidos por r bloques de modo que

$$C = q \cdot r$$

$$i = j \text{ mod } C$$

donde i, j y C siguen teniendo la misma interpretación que en la *correspondencia directa*.

El número de bits para cada campo es

1. Bits campo palabra (bits menos significativos):

$$p = \log_2(k) = \log_2(64) = 6$$

2. Bits campo conjunto (bits intermedios):

$$c = \log_2(q)$$

3. Bits campo etiqueta (bits más significativos):

$$e = n - p - c = 24 - c$$

Puesto que q tiene que ser una potencia de 2 y menor o igual que 16, las distintas posibilidades son las siguientes:

Conjuntos ($q = 2^m$)	bloques/conjunto (r)	bits conjunto (c)	bits etiqueta (e)
$q = 16 = 2^4$	$C/q = 1$	$\log_2(q) = 4$	$24 - c = 20$
$q = 8 = 2^3$	$C/q = 2$	$\log_2(q) = 3$	$24 - c = 21$
$q = 4 = 2^2$	$C/q = 4$	$\log_2(q) = 2$	$24 - c = 22$
$q = 2 = 2^1$	$C/q = 8$	$\log_2(q) = 1$	$24 - c = 23$
$q = 1 = 2^0$	$C/q = 16$	$\log_2(q) = 0$	$24 - c = 24$

Cuadro 1: Distintos grados de asociatividad.

Notemos que el primer caso ($q = 16$) es una correspondencia directa y el último ($q = 1$) una correspondencia totalmente asociativa.

En el enunciado se pide una estructura de 4 bloques por conjunto. Recordamos que disponemos de $C = 16$ bloques de $k = 64$ bytes. Luego tendremos 4 conjuntos de 4 bloques cada uno.

Esta situación corresponde con la tercera fila, con lo que se emplearán 6 bits para el campo *palabra* (bits menos significativos), 2 bits para el campo *conjunto* (bits intermedios) y 22 bits para el campo *etiqueta* (bits más significativos).