

SIMULADOR DE TÉCNICAS DE PREDICCIÓN DINÁMICA



Rubén Avendaño - Vicente Arnau

E-mail: Vicente.Arnau@uv.es

Página Web: <http://www.uv.es/~varnau/>



UNIVERSIDAD DE VALENCIA

ALMERIA 2004

PREDICTORES REALIZADOS:

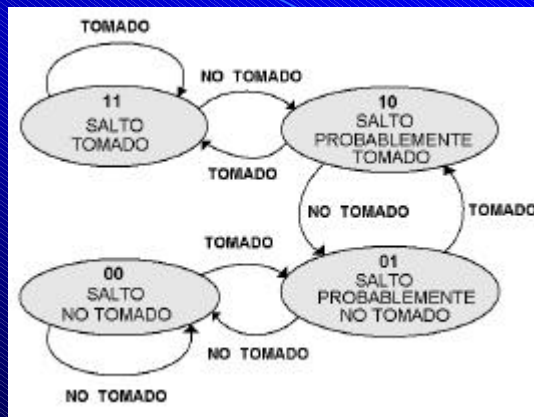
- BTB (Brach Target Buffer).
 - Dos niveles de historia.
 - Siguierte línea de cache.
 - Predictor basado en el camino recorrido
- Incorpora un simulador de lenguaje de programación DLX.



UNIVERSIDAD DE VALENCIA

ALMERIA 2004

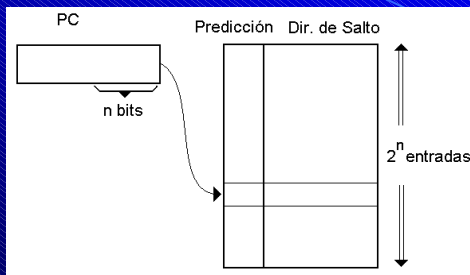
Bits de predicción.



- Contadores saturados de 2 bits.
- El bit de mayor peso nos indicara la predicción.



Branch Target Buffer.



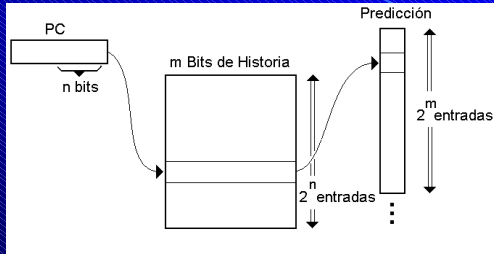
Características:

- Utiliza los n bits menos significativos para direccionar una tabla de predicción.
- Memoria asociativa de 2^n entradas que guarda información sobre la predicción de cada instrucción de salto y la dirección de salto.
- El número de bits necesarios para realizar este predictor será de

$$\text{Nº de bits} = [2^n * (2 + 32)] \text{ bits}$$



Predictor de 2 niveles de historia.



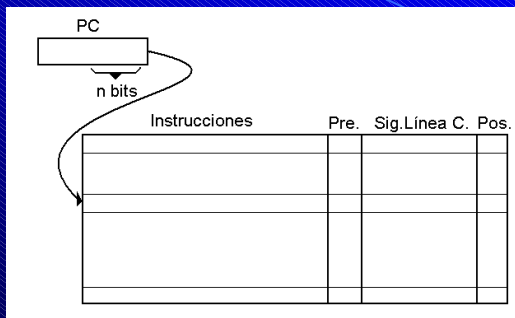
Características:

- Utiliza los n bits menos significativos para direccionar una tabla de registros de desplazamiento de m bits, que almacenan la historia de las últimas m veces que fue ejecutado un salto.
- Para cada registro tenemos una tabla de 2^m contadores saturados.
- El número total de bits que utiliza es

$$\text{Nº de bits} = [2^n * (m + 32) + 2^n * 2^m * 2] \text{ bits}$$



Predictor de Siguiete línea de caché. I.



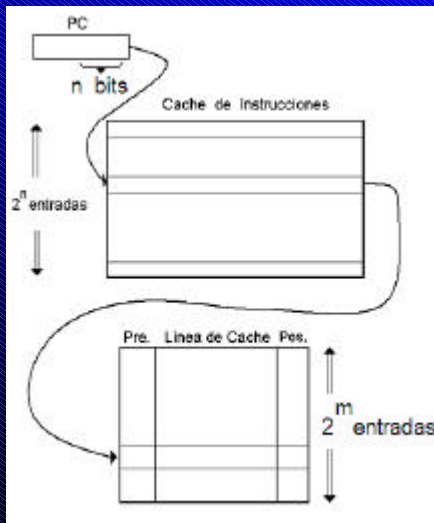
Características:

- A cada línea de caché le añadimos unos bits adicionales que nos informarán de la predicción, siguiente línea de caché y posición de la instrucción a la que se salta.
- El número total de bits que utiliza es

$$\text{Nº de bits} = [2^n * (2+n+k)] \text{ bits}$$



Predictor de Siguiente línea de caché. II.



Características:

- Ahora utilizamos una tabla auxiliar de predicción, que contendrá la predicción, siguiente línea de cache si se salta y posición de la instrucción a la que se salta en esta línea.

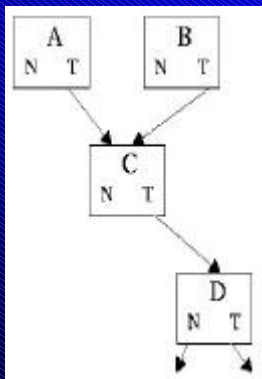
- El número total de bits que utiliza para la tabla de predicción es de:

$$N^{\circ} \text{ de bits} = [2^m * (2+n+k)] \text{ bits}$$

- Ahora tenemos colisiones.



Predictor basado en el camino recorrido.



Características:

- Este predictor guarda información a cerca del flujo del programa.
- Utilizaremos un número n de bits para etiquetar cada uno de los bloques básicos (instrucciones de salto) por lo que puede transitar el programa.

- Usaremos un registro de historia, que será un registro de desplazamiento de $k*n$ bits, don el valor k nos informará del número de bloques que queremos recordar y n el número de bits que usaremos para codificarlos.

- El número total de bits que utiliza es: $(k*n + 2^{k*n} * (2+32))$ bits.



LIMITACIONES DEL SIMULADOR.

Brach Target Buffer		Dos niveles de historia	
Nº entradas: 4, 8, 16, 32, 64		Nº entradas: 4, 8, 16, 32, 64	
		Nº de bits de Historia: 2 a 6	

NLS I	NLS II	PCR
Nº de líneas de cache: 8, 16, 32, 64	Nº de líneas de cache: 8, 16, 32, 64	Nº de registros: 2, 3
Nº de instrucciones por línea: 2, 4, 8	Nº de instrucciones por línea: 2, 4, 8	Nº de bits por registro: 2, 3
	Nº de líneas de la tabla de predicción: 2, 4, 8	



EL PREDICTOR

Cargar fichero	F3	Ejecutar una instrucción	F7
Reset DLX	F1	Ejecutar todo	F5
Reset All	F2	Ejecutar hasta	F4
		Ejecutar varios ciclos	F8
		Mostrar salida	
		Guardar resultados	

(a)

(b)

Ninguno	
BTB	
Dos niveles	
Siguiente línea de Cache	▼ METODO I
Camino Recorrido	METODO II



EL PREDICTOR. Branch Target Buffer.

pc= 0x440

r0=0000	r0=0.0000
r1=0000	r1=2.0000
r2=0000	r2=3.0000
r3=0000	r3=0.0000
r4=0004	r4=0.0000
r5=0000	r5=0.0000
r6=0000	r6=0.0000
r7=0000	r7=0.0000
r8=0000	r8=0.0000
r9=0000	r9=0.0000
r10=0000	r10=0.0000
r11=0000	r11=0.0000
r12=0000	r12=0.0000
r13=0000	r13=0.0000
r14=0000	r14=0.0000
r15=0000	r15=0.0000
r16=0000	r16=0.0000
r17=0000	r17=0.0000
r18=0000	r18=0.0000
r19=0000	r19=0.0000
r20=0000	r20=0.0000
r21=0000	r21=0.0000
r22=0000	r22=0.0000
r23=0000	r23=0.0000
r24=0000	r24=0.0000
r25=0000	r25=0.0000

Número de aciertos: 68
Número de saltos tomados: 72 número de saltos no tomados: 3
Colisiones: 0
Número de instrucciones ejecutadas: 310

```

0x40 -> 2.000000e+000
0x48 -> 3.000000e+000
0x50 -> l r1, 0x40
0x5c -> l r2, 0x48
0x30 -> add r5, r0, r0
0x34 -> add r1, r0, r0
0x38 -> add r2, r0, r0
0x3c -> add r3, r0, r0
0x40 -> add r4, r0, r0
0x44 -> mul r2, r2, r1
0x48 -> div r2, r2, r1
0x4c -> sub r1, r1, 1
0x10 -> bnez r1, bucle1
0x14 -> mul r2, r2, r1
0x18 -> div r2, r2, r1
0x1c -> sub r2, r2, 1
0x20 -> bnez r2, bucle2
0x24 -> mul r2, r2, r1
0x28 -> div r2, r2, r1
0x2c -> sub r3, r3, 1
0x30 -> bnez r3, bucle3
0x34 -> mul r2, r2, r1
0x38 -> div r2, r2, r1
0x3c -> sub r4, r4, 1
0x40 -> bnez r4, bucle4
0x44 -> sub r5, r5, 1
    
```

PREDICTOR BTB

Posición btb	Predicción	Dir. destino
0x00	11	0x434
0x01	---	0x1111
0x02	---	0x1111
0x03	---	0x1111
0x04	10	0x404
0x05	---	0x1111
0x06	---	0x1111
0x07	---	0x1111
0x08	10	0x414
0x09	---	0x1111
0x0a	---	0x1111
0x0b	---	0x1111
0x0c	10	0x424
0x0d	---	0x1111
0x0e	---	0x1111
0x0f	---	0x1111

Preparado

[PAV] [NUM]



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

ALMERIA 2004

EL PREDICTOR. Dos Niveles de Historia. I.

pc= 0x40c

r0=0000	r0=0.0000
r1=0004	r1=2.0000
r2=0020	r2=3.0000
r3=0030	r3=0.0000
r4=0000	r4=0.0000
r5=0048	r5=0.0000
r6=0000	r6=0.0000
r7=0000	r7=0.0000
r8=0000	r8=0.0000
r9=0000	r9=0.0000
r10=0000	r10=0.0000
r11=0000	r11=0.0000
r12=0000	r12=0.0000
r13=0000	r13=0.0000
r14=0000	r14=0.0000
r15=0000	r15=0.0000
r16=0000	r16=0.0000
r17=0000	r17=0.0000
r18=0000	r18=0.0000
r19=0000	r19=0.0000
r20=0000	r20=0.0000
r21=0000	r21=0.0000
r22=0000	r22=0.0000
r23=0000	r23=0.0000
r24=0000	r24=0.0000
r25=0000	r25=0.0000

Número de aciertos: 108
Número de saltos tomados: 113 número de saltos no tomados: 4
Colisiones: 0
Número de instrucciones ejecutadas: 479

```

0x38 -> l r1, 0x40
0x3c -> l r2, 0x48
0x30 -> add r5, r0, r0
0x34 -> add r1, r0, r0
0x38 -> add r2, r0, r0
0x3c -> add r3, r0, r0
0x40 -> add r4, r0, r0
0x44 -> mul r2, r2, r1
0x48 -> div r2, r2, r1
0x4c -> sub r1, r1, 1
0x10 -> bnez r1, bucle1
0x14 -> mul r2, r2, r1
0x18 -> div r2, r2, r1
0x1c -> sub r2, r2, 1
0x20 -> bnez r2, bucle2
0x24 -> mul r2, r2, r1
0x28 -> div r2, r2, r1
0x2c -> sub r3, r3, 1
0x30 -> bnez r3, bucle3
0x34 -> mul r2, r2, r1
0x38 -> div r2, r2, r1
0x3c -> sub r4, r4, 1
0x40 -> bnez r4, bucle4
0x44 -> sub r5, r5, 1
0x48 -> bnez r5, bucle5
0x4c -> trap 0
    
```

PREDICTOR DOS NIVELES DE HISTORIA

Posición BHRT	Historia	Dir. destino
0x001	1110	0x434
0x002	0001	0x314
0x003	0000	0x1111
0x004	1111	0x404
0x005	0000	0x1111
0x006	0000	0x1111
0x007	0000	0x1111
0x008	1110	0x414
0x009	0000	0x1111
0x00a	0000	0x1111
0x00b	0000	0x1111
0x00c	1110	0x424
0x00d	0000	0x1111
0x00e	0000	0x1111
0x00f	0000	0x1111

TABLA BHPT DE LA ENTRADA 4

Posición BHPT	Predicción
0000	10
0001	11
0010	10
0011	11
0100	10
0101	10
0110	10
0111	11
1000	10
1001	10

Preparado

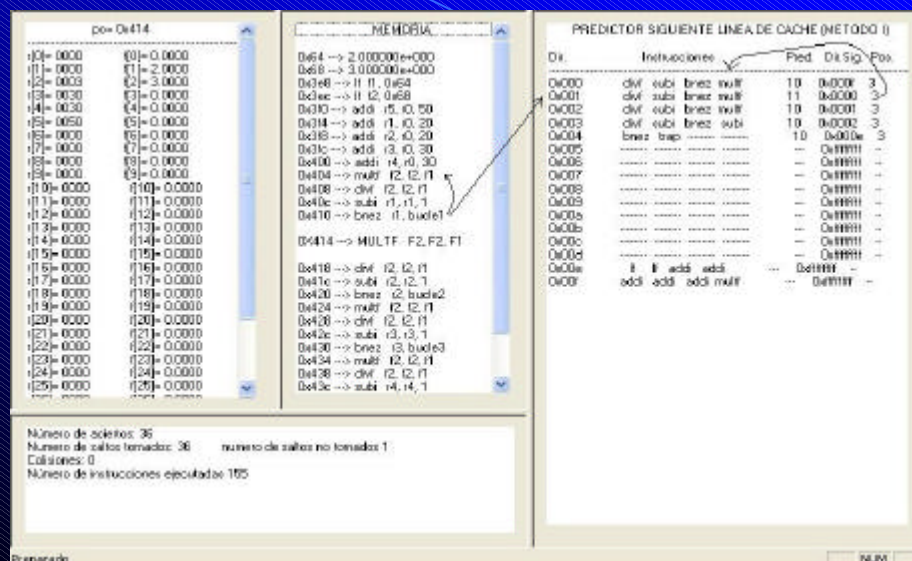
[NUM]



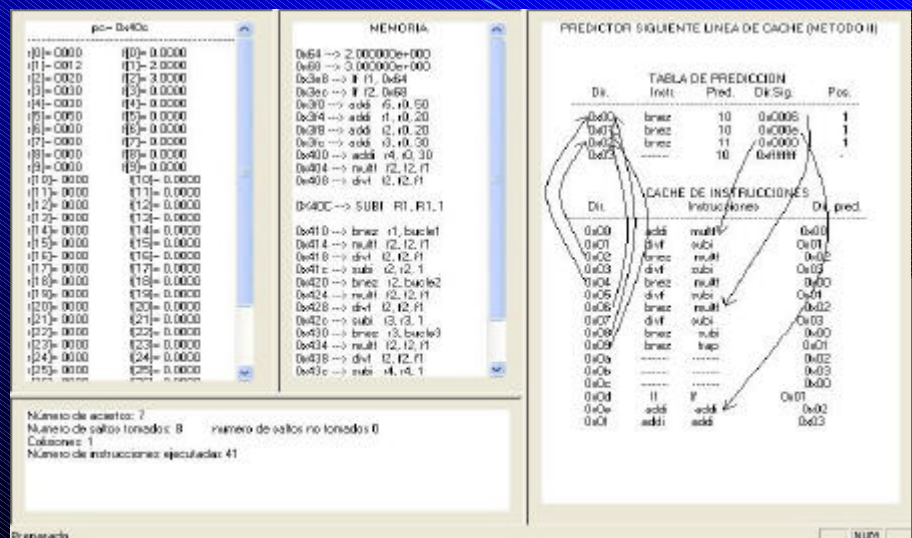
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

ALMERIA 2004

EL PREDICTOR. Siguiete Línea de cache. Me. I.



EL PREDICTOR. Siguiete Línea de cache. Me. II.



EL PREDICTOR. Camino Recorrido.

pc= 0x104

(0)= 0000	(10)= 0.0000
(1)= 0002	(11)= 0.0000
(2)= 0152	(12)= 0.0000
(3)= 0000	(13)= 0.0000
(4)= 0000	(14)= 0.0000
(5)= 0000	(15)= 0.0000
(6)= 0000	(16)= 0.0000
(7)= 0000	(17)= 0.0000
(8)= 0000	(18)= 0.0000
(9)= 0000	(19)= 0.0000
(10)= 0000	(20)= 0.0000
(11)= 0000	(21)= 0.0000
(12)= 0000	(22)= 0.0000
(13)= 0000	(23)= 0.0000
(14)= 0000	(24)= 0.0000
(15)= 0000	(25)= 0.0000

Número de aciertos: 58
 Número de saltos tomados: 33 número de saltos no tomados: 39
 Colisiones: 0
 Número de instrucciones ejecutadas: 200

MEMORIA

0x100 → addi r2, 0, 0
 0x104 → SUBI R3, R2, 1600
 0x108 → bneq r3, 0, 0
 0x10c → li r4, 0x100012
 0x110 → addi r2, 0, 8
 0x114 → sll r3, r1, 0
 0x118 → bnez r3, positivos
 0x11c → addi r3, r1, 2
 0x120 → bneq r3, union
 0x124 → j inicio
 0x128 → addi r3, r1, 1
 0x12c → bneq r3, union
 0x130 → j inicio
 0x134 → addi r3, r1, 2
 0x138 → bneq r3, inicio
 0x13c → j inicio
 0x140 → nop 0
 0x100 → 0x1000
 0x104 → 0x1
 0x108 → 0x1
 0x10c → 0x1000
 0x110 → 0x1
 0x114 → 0x1
 0x118 → 0x2

PREDICTOR BASADO EN CAMINO RECORRIDO

Valor de los registros:
011101

Tabla de historia	Predicción
000000	01
000001	01
000010	10
000011	10
000100	10
000101	10
000110	10
000111	10
001000	10
001001	10
001010	11
001011	10
001100	10
001101	10
001110	10
001111	10
010000	10
010001	10
010010	10
010011	11
010100	10
010101	10
010110	10
010111	10
011000	10
011001	11
011010	10
011011	10

Preparado

NUM



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

ALMERÍA 2004

SALIDA DE RESULTADOS:

Tipo predictor: SIGUIENTE LINEA DE CACHE
 Tamaño de la caché de instrucciones: 16
 Tamaño de la caché de predicciones: 4
 Número de instrucciones en cada línea de caché: 4
 Número de saltos tomados: 6449 número de saltos no tomados: 101
 porcentaje de aciertos: 98.458015%
 Colisiones: 0
 Número de instrucciones ejecutadas: 46405

PREDICTOR SIGUIENTE LINEA DE CACHE (METODO II)

TABLA DE PREDICCION				
Dir.	Instr.	Pred.	Dir. Sig.	Pos.
0x00		10	0x00000000	-
0x01	bnez	10	0x000004	0
0x02	bnez	10	0x000001	0
0x03	bnez	10	0x000002	0

CACHE DE INSTRUCCIONES					
Dir.	Instrucciones				Dir. pred.
0x00	lv	lf	lf	addi	0x00
0x01	sw	trap	lv	addi	0x01
0x02	lf	multf	sw	addi	0x02
0x03	addi	bnez	addi	lv	0x03
0x04	lf	lf	multf	addi	0x00
0x05	addi	st	addi	bnez	0x01
0x06	subi	bnez	nop	trap	0x02
0x07					0x03
0x08					0x00
0x09					0x01
0x0a					0x02
0x0b					0x03
0x0c					0x00
0x0d					0x01
0x0e					0x02
0x0f					0x03



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

ALMERÍA 2004

AGRADECIMIENTOS:

- El presente trabajo ha sido motivado principalmente por la lectura del report interno de la Universidad Politécnica de Barcelona UPC-CEPBA-1996-11, escrito por José Gonzáles y Antonio González [8].

Recopilación de Técnicas de Predicción de Saltos

José González y Antonio González
Departament d'Arquitectura de Computadors
Universitat Politècnica de Catalunya
c/Gran Capità s/n, 08071 Barcelona (Spain)

- Este trabajo ha sido financiado por la MCYT (grant no. TIC2003-08154-C06-04).



XV International Conference on Engineering and Technology

ALMERIA 2004

SIMULADOR DE TÉCNICAS DE PREDICCIÓN DINÁMICA



Rubén Avendaño - Vicente Arnau

E-mail: Vicente.Arnau@uv.es

Página Web: <http://www.uv.es/~varnau/>



XV International Conference on Engineering and Technology

ALMERIA 2004