

ARCHITETTURE AVANZATE DEI CALCOLATORI A.A. 2006/07
Prima prova in itinere del 30/10/2006
Compito B

Domanda 1

Si spieghi l'uso di pipeline dedicate in un processore scalare. Quale problema comporta e come può essere risolto?

Domanda 2

Definire la criticità sui dati di tipo WAR e mostrare un esempio. Spiegare perché non si verifica nella pipeline del processore MIPS. Spiegare come questo tipo di criticità viene gestito nei processori superscalari con scheduling dinamico mediante:

- A) Scoreboard
- B) Algoritmo di Tomasulo

Domanda 3

Spiegare la predizione statica di tipo Branch Always Not Taken; quando conviene applicarla?

Spiegare la predizione dinamica con 2-bit BHT; quale vantaggio presenta rispetto alla 1-bit-BHT?

Si supponga che l'esecuzione di un salto condizionale abbia il seguente risultato (N: not taken, T: taken):

T T T N N N T T T N N N

Quale è l'accuratezza del predittore statico Branch Always Not Taken?

Quale è l'accuratezza del predittore dinamico 2-bit BHT, assumendo che sia inizializzato a weakly predict taken (10)?

Esercizio 1

Si consideri il seguente frammento di codice in linguaggio C, dove A e B sono due vettori di interi:

```
for (i=600; i>0; i--)  
    A[i] = A[i] + 2*B[i];
```

Il sorgente sia stato compilato nel seguente codice in assembler MIPS. Si assuma che \$t2 sia inizializzato a 600. I simboli BASEA e BASEB sono costanti a 16 bit, prefissate.

```
Loop: lw $t0, BASEA($s1)  
      lw $t1, BASEB($s1)  
      sll $t1, $t1, 1  
      add $t0, $t0, $t1  
      sw $t0, BASEA($s1)  
      addi $t2, $t2, -1  
      addi $s1, $s1, -4  
      bnez $t2, Loop
```

- a) Schedulare in modo efficiente il ciclo sul processore MIPS con pipeline statica two-issue.
 - Calcolare il valore del CPI ottenuto e confrontarlo con quello ideale.
- b) Effettuare il loop unrolling (con un fattore di srotolamento pari a 2) e riordinare il codice sul processore MIPS scalare con pipeline ottimizzata allo scopo di massimizzare le prestazioni.
 - Calcolare il valore del CPI per una generica iterazione del ciclo originale prima di effettuare il loop unrolling.
 - Calcolare il valore del CPI per una generica iterazione del ciclo modificato dopo aver effettuato il loop unrolling ed il riordinamento.
 - Calcolare il numero di cicli di clock necessari ad eseguire l'intero ciclo prima di effettuare il loop unrolling (trascurare i cicli di clock necessari a riempire la pipeline).
 - Calcolare il numero di cicli di clock necessari ad eseguire l'intero ciclo dopo aver effettuato il loop unrolling ed il riordinamento (trascurare i cicli di clock necessari a riempire la pipeline).
 - (facoltativo) Conviene srotolare il ciclo con un fattore di srotolamento maggiore di 2? Perché?

Esercizio 2

Sia dato il seguente ciclo di un programma in assembler MIPS. Si supponga che i registri \$t4 e \$t5 siano stati inizializzati rispettivamente ai valori 0 e 4N. I simboli BASEA, BASEB, BASEC e BASED sono costanti a 16 bit, prefissate. Il ciclo di clock del processore vale 2 ns.

```
Loop: lw $t0, BASEA($t4)  
      addi $t0, $t0, 2  
      sw $t0, BASEA($t4)  
      addi $t1, $t0, 4  
      sw $t1, BASEB($t4)  
      addi $t2, $t0, 8  
      sw $t2, BASEC($t4)  
      addi $t3, $t0, 12  
      sw $t3, BASED($t4)
```

```

addi $t4, $t4, 4
bne $t5, $t4, Loop

```

Si supponga che il ciclo venga iterato N volte (con N grande a piacere) tramite una pipeline MIPS a 5 stadi. Si consideri una generica iterazione del ciclo.

- a) Si supponga che la pipeline sia priva di ottimizzazioni.
- Disegnare il diagramma a ciclo multiplo della pipeline ed individuare le criticità sui dati e sul controllo.
 - Inserire gli stalli necessari a risolvere le criticità individuate.
 - Calcolare il numero totale di stalli inseriti, il CPI asintotico ed il throughput espresso in MIPS.
- b) Si supponga che nella pipeline siano state introdotte le seguenti ottimizzazioni:
- nel banco dei registri è possibile la lettura e la scrittura nello stesso ciclo di clock;
 - forwarding dei dati;
 - anticipazione del salto nello stadio ID.
- Disegnare il diagramma a ciclo multiplo della pipeline ed individuare le criticità sui dati e sul controllo rimaste; specificare i percorsi di forwarding utilizzati.
 - Inserire gli stalli necessari a risolvere le criticità rimaste.
 - Calcolare il numero totale di stalli inseriti, il CPI asintotico ed il throughput espresso in MIPS.

Esercizio 3

Si consideri la sequenza di istruzioni

```

sub $4, $4, $5
beq $3, $4, L2

```

Si individui la criticità sui dati presente. Si descriva se e come tale criticità viene risolta dal processore MIPS considerato a lezione con pipeline ottimizzata, il cui schema è riportato in Figura 1. Se la criticità viene risolta, si mostri come sono utilizzate dal processore MIPS le condizioni per il rilevamento e la gestione delle criticità esaminate a lezione. Se la criticità non viene risolta, si determinino le opportune condizioni per il suo rilevamento e la sua gestione e si mostri l'eventuale hardware da aggiungere ed il percorso di forwarding usato.

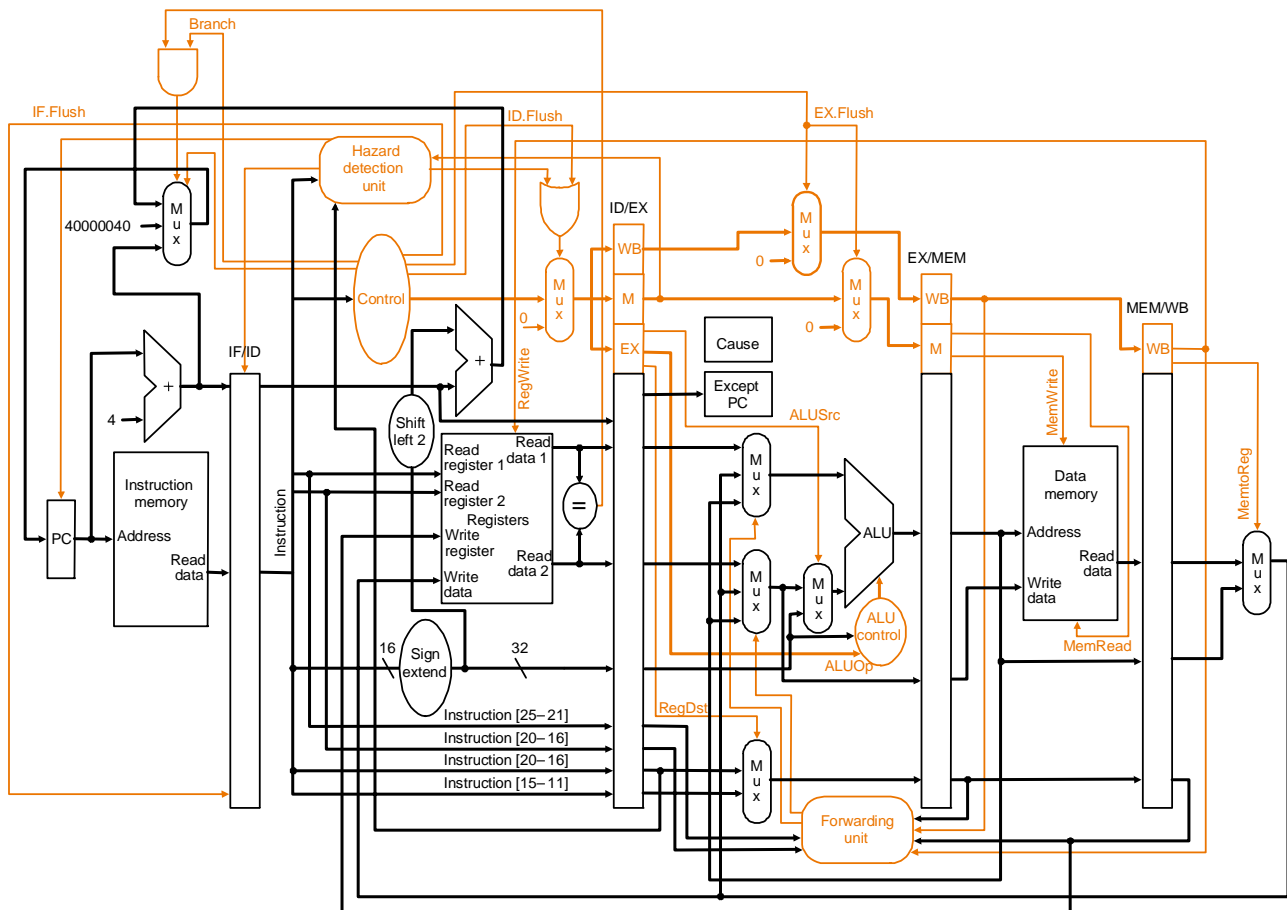


Figura 1 Unità di elaborazione e controllo del processore MIPS con pipeline