

Esercizio: valutazione delle prestazioni

- Si considerino le seguenti statistiche:
 - 15% delle istruzioni sono di salto condizionale
 - 1% delle istruzioni sono di salto incondizionale
 - Il 60% delle istruzioni di salto condizionale hanno la condizione soddisfatta (prese)
- ...ed la pipeline MIPS per cui:
 - l'indirizzo dove saltare è disponibile dopo la fase EXE
 - i salti condizionati sono risolti (calcolo condizione) durante la fase EXE
- inoltre si assuma che non ci siano altre istruzioni che possano mandare in stallo la pipeline e che si predica di non saltare in caso di salto condizionale

Domanda:

calcolare quanto più veloce, a regime, sarebbe la pipeline senza gli stalli introdotti dai salti

Aiuto: fattore di velocizzazione di una pipeline a k stadi, a regime, in funzione del numero di stalli:

$$S_k = \frac{1}{1 + \text{frazione_cicli_stallo}} k$$

Soluzione: valutazione delle prestazioni

- Per rispondere alla domanda bisogna calcolare il rapporto tra le prestazioni di una pipeline a 5 stadi senza stalli con le prestazioni della pipeline con ritardi
- Le prestazioni di una pipeline a 5 stadi senza ritardi si ottengono considerando la formula data con $k=5$ e 0 cicli di stallo:

$$\frac{1}{1+0} 5 = 5$$

- Per calcolare le prestazioni in presenza di stalli bisogna calcolare:
 - la probabilità di eseguire una delle istruzioni di salto
 - salto incondizionato → **0,01** perché 1 su 100 è un salto incondizionato
 - salto condizionato preso → $0,15 * 0,6 = \mathbf{0,09}$ perché 15 istr. su 100, e il 60% salta
 - salto condizionato non preso → $0,15 * 0,4 = \mathbf{0,06}$ perché 15 istr. su 100, e il 40% non salta
 - la frazione di cicli di stallo per tipo di istruzione di salto
- vedi prossimi lucidi

Soluzione: valutazione delle prestazioni

- Stalli per salto incondizionato (salta all'istruzione con indirizzo j)

	<u>cicli clock</u>					
istr. eseguita	1	2	3	4	5	6
jump	IF	ID	EXE	MEM	WB	
$i + 1$		ID	EXE	<i>(qui la pipeline è "svuotata")</i>		
$i + 2$			ID	<i>(qui la pipeline è "svuotata")</i>		
istr. target				IF	ID	EXE
$j + 1$					IF	ID
$j + 2$						IF

quindi si ha **2 cicli** di "stallo"

Soluzione: valutazione delle prestazioni

- Stalli per salto condizionato **preso** (salta all'istruzione con indirizzo j)

	<u>cicli clock</u>					
istr. eseguita	1	2	3	4	5	6
branch	IF	ID	EXE	MEM	WB	
$i + 1$		ID	EXE	<i>(qui la pipeline è "svuotata")</i>		
$i + 2$			ID	<i>(qui la pipeline è "svuotata")</i>		
istr. target				IF	ID	EXE
$j + 1$					IF	ID
$j + 2$						IF

quindi si hanno **2 cicli** di "stallo"

- Stalli per salto condizionato **non preso**

	<u>cicli clock</u>					
istr. eseguita	1	2	3	4	5	6
branch	IF	ID	EXE	MEM	WB	
$i + 1$		IF	ID	EXE	MEM	WB
$i + 2$			IF	ID	EXE	MEM
$i + 3$				IF	ID	EXE

quindi si hanno **0 cicli** di "stallo"

Soluzione: valutazione delle prestazioni

- la frazione di cicli in cui si ha stallo è:

$$\begin{array}{rcl} \text{prob_jump} * \text{stalli_jump} & & [0,01 * 2] \\ + & & + \\ \text{prob_branch_preso} * \text{stalli_branch_preso} & & [0,09 * 2] \\ + & & + \\ \text{prob_branch_non_preso} * \text{stalli_branch_non_preso} & & [0,06 * 0] \\ & & = \\ & & 0,20 \end{array}$$

- e quindi le prestazioni della pipeline con stalli è:

$$S_k = \frac{1}{1+0,2} 5 = 4,1\bar{6}$$

senza data-forwarding	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LW \$3, 80(\$0)	IF	ID	EX	MEM	WB															
ADD \$2, \$3, \$1		IF	ID	ID	ID	EX	MEM	WB												
LW \$1, 800(\$2)			IF	IF	IF	ID	ID	ID	EX	MEM	WB									
SUBI \$1, \$1, 3						IF	IF	IF	ID	ID	ID	EX	MEM	WB						
ADDI \$2, \$2, 4									IF	IF	IF	ID	EX	MEM	WB					
SW \$1, 108(\$2)												IF	ID	ID	ID	EX	MEM	WB		
SUB \$4, \$3, \$1													IF	IF	IF	ID	EX	MEM	WB	

con data-forwarding	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LW \$3, 80(\$0)	IF	ID	EX	MEM	WB	MEM.LMD_lw -> EX.Top_ALU_input_add														
ADD \$2, \$3, \$1		IF	ID	ID	EX	MEM	WB	EX.ALUOutput_add -> EX.Top_ALU_input_lw												
LW \$1, 800(\$2)			IF	IF	ID	EX	MEM	WB	MEM.LMD_lw -> EX.Top_ALU_input_subi											
SUBI \$1, \$1, 3					IF	ID	ID	EX	MEM	WB										
ADDI \$2, \$2, 4						IF	IF	ID	EX	MEM	WB	MEM.ALUOutput_addi -> EX.Top_ALU_input_sw								
SW \$1, 108(\$2)								IF	ID	ID	EX	MEM	WB							
SUB \$4, \$3, \$1									IF	IF	ID	EX	MEM	WB						