

lw IF Reg ALU Mem Reg

۱- بدون forwarding :

lw X X IF Reg ALU Mem Reg

add X X IF Reg ALU Mem Reg

$$\rightarrow T_{\text{Pipeline}} = 2 + 199(2) = \underline{400}$$

lw IF Reg ALU Mem Reg

۲- بدون forwarding :

lw X IF Reg ALU Mem Reg

add X IF Reg ALU Mem Reg

add X IF Reg ALU Mem Reg

lw IF Reg ALU Mem Reg

lw stall ۱۰۰ ← ۵ stall

$$\rightarrow T_{\text{Pipeline}} = 2 + 199(1) + 100(1) = \underline{301}$$

$$\text{YMB} = 212 \text{ KW}$$

۲-

هر بلاک حاوی ۴ کلمه

هر set حاوی ۲ بلاک ← هر set حاوی ۸ کلمه

$$\text{تعداد set} = \frac{212 \times 2^{10}}{8} = 53 \times 2^{10} = 2^{12} \rightarrow \text{index: } 12 \text{ bit}$$

offset: ۴ bit

با فرض دسترسی به هر بایت :

tag	index	offset
12 bit	12 bit	4 bit

هر بلاک حاوی ۱۲ بایت برای tag و ۴ بایت ← 16 bit

$$\text{تعداد بلاک} = 2^{12} \rightarrow \text{cache برابر} = 2^{12} \times 16 \times 2^{10} = 16384 \text{ Kbit}$$

offset: 2 bit → tag: 14 bit → 16 bit

$$\rightarrow \text{cache برابر} = 2^{12} \times 16 \times 2^{10} = 16384 \text{ Kbit}$$

$T_0: MAR \leftarrow PC, TMP \leftarrow PC$

$T_1: MDR \leftarrow M[MAR], PC \leftarrow TMP+1$

$T_2: IR \leftarrow MDR$

$T_3: ID, MAR \leftarrow IR(addr)$

$T_4: MDR \leftarrow M[MAR]$

$T_5: TMP \leftarrow MDR$

$T_6: TMP \leftarrow TMP+1$

$T_7: MDR \leftarrow TMP+1$

$T_8: M[MAR] \leftarrow MDR$

$$\frac{1}{T_S + \frac{(1-T_S)}{K}} = \gamma/\omega \quad K=1. \quad -\omega$$

$$\rightarrow \frac{1}{1+9T_S} = \gamma/\omega \rightarrow 1+9T_S = \frac{\omega}{\gamma}$$

$$\rightarrow 9T_S = \frac{\omega}{\gamma} - 1 \rightarrow T_S = \frac{1}{9} = 11.11\%.$$

$i=0 \quad j=0$

1)  $0 \rightarrow \text{Miss } A[i]$

2)  $0 \rightarrow \text{Hit } A[j]$

3)  $0 \rightarrow \text{Hit } A[i]$

4)  $0 \rightarrow \text{Hit } A[i]$

5)  $0 \rightarrow \text{Hit } A[j]$

$i=0 \quad j=1$

6)  $0 \rightarrow \text{Hit } A[i]$

7)  $1 \rightarrow \text{Miss } A[j]$

8)  $0 \rightarrow \text{Hit } A[i]$

9)  $0 \rightarrow \text{Hit } A[i]$

10)  $1 \rightarrow \text{Hit } A[j]$

$i=1 \quad j=1$

11)  $1 \rightarrow \text{Hit}$

12)  $1 \rightarrow \text{Hit}$

13)  $1 \rightarrow \text{Hit}$

14)  $1 \rightarrow \text{Hit}$

15)  $1 \rightarrow \text{Hit}$

$j=2 \quad i=0$

16)  $0 \rightarrow \text{Hit}$

17)  $2 \rightarrow \text{Miss}$

18)  $0 \rightarrow \text{Hit}$

19)  $0 \rightarrow \text{Hit}$

20)  $2 \rightarrow \text{Hit}$

برای  $j=0,1,2,3$  آدرسی های 0, 1, 2, 3 یک بار miss می شوند و در باقی دسترسی ها hit می شوند.

تعداد دسترسی برای  $j=0,1,2,3$  =  $\omega(1+2+3+4) = 50$

hit تعداد = 44 miss تعداد = 6

$j=4 \quad i=0$   
 $0 \rightarrow \text{Hit}$   
 $4 \rightarrow \text{Miss}$   
 $0 \rightarrow \text{Miss}$   
 $0 \rightarrow \text{Hit}$   
 $4 \rightarrow \text{Miss}$

$j=4 \quad i=1$   
 $\text{Hit}$   
 $\text{Hit}$   
 $\text{Hit}$   
 $\text{Hit}$   
 $\text{Hit}$

تعداد کل دسترسی  $j=4$  =  $\omega \times \omega = 25$   
 hit تعداد = 22  
 miss تعداد = 3



$$\begin{aligned} \rightarrow \text{تعداد کل دسترسی ها} &= 25 + 50 = 75 \\ \text{hit تعداد} &= 46 + 22 = 68 \end{aligned} \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \rightarrow \text{Hit rate} = \frac{68}{75} \approx 90.6\%$$

-V

بیشینه ایست: ۱۲٪ دستورات شامل جریه می شوند.

بیشینه پویا: ۳٪ دستورات شامل جریه می شوند.

فرض کنیم برنامه شامل  $n$  دستورات است:

$$T_{\text{Static}} = 5 + (n-1) + 0.12n(2) = 1.12n + 4$$

$$T_{\text{Dynamic}} = 5 + (n-1) + 0.03n(2) = 1.06n + 4$$

$$\rightarrow \text{speedup} = \frac{T_{\text{Static}}}{T_{\text{Dynamic}}} = \frac{1.12n + 4}{1.06n + 4} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \frac{1.12}{1.06} \approx 1.05$$

۱۷٪ افزایش کارایی ←