

Sistemas de Computação

Nona Aula

Haroldo Gambini Santos

Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP

3 de setembro de 2009

Notas

Seção

1 Melhorando o Desempenho: Pipelines

Notas

Introdução

Termos Importantes de Desempenho:

Latência quantidade de tempo que uma única operação demora para ser executada;

*Throughput*¹ taxa na qual as operações são executadas. Ex.: operações por segundo.

¹vazão ou taxa de rendimento

Notas

Melhorando o Desempenho: Pipelines

Introdução

BI

↓

DI

↓

LR

↓

EI

↓

ER

Haroldo Gambini Santos

Sistemas de Computação

3/11

Notas

Melhorando o Desempenho: Pipelines

Fluxo das Instruções

BI	INSTR1	INSTR2	INSTR3	INSTR4	INSTR5
DI		INSTR1	INSTR2	INSTR3	INSTR4
LR			INSTR1	INSTR2	INSTR3
EI				INSTR1	INSTR2
ER					INSTR1

Haroldo Gambini Santos

Sistemas de Computação

4/11

Notas

Melhorando o Desempenho: Pipelines

Duração do Ciclo

Divisão Homogênea da Lógica entre Estágios

$$ciclo_{com_pipeline} = \frac{ciclo_{sem_pipeline}}{nr_de_estagios} + latencia_latch$$

Divisão Não Homogênea

Considera a latência do estágio mais demorado e o tempo do *latch*.

Haroldo Gambini Santos

Sistemas de Computação

5/11

Notas

Melhorando o Desempenho: Pipelines

Aumento do Desempenho

- Divisão de instruções em estágios
 - Sobreposição da execução
 - Menor tempo de ciclo

↓

- Aumento do *Throughput*

Caso ideal

- SP Sem *pipeline*: tempo de ciclo 25 ns
- CP Com *pipeline* de 5 estágios: tempo de ciclo 6 ns
- SP: throughput: 4×10^7 instruções por segundo
- CP: throughput: $1,67 \times 10^8$ instruções por segundo

Haroldo Gambini Santos

Sistemas de Computação

6/11

Notas

Melhorando o Desempenho: Pipelines

Pipelines

Riscos

- Dependência entre instruções
- Desvios
- Acesso à memória principal
- ...

Haroldo Gambini Santos

Sistemas de Computação

7/11

Notas

Melhorando o Desempenho: Pipelines

Riscos

Leitura Após Escrita

- INSTR1: $r_2 \leftarrow r_1 + r_3$
- INSTR2: $r_4 \leftarrow r_2 + r_3$
- Instrução que faz leitura não pode progredir além de LR enquanto instrução de escrita não passar de ER
- Inserção de “bolhas”

Haroldo Gambini Santos

Sistemas de Computação

8/11

Notas

Me melhorando o Desempenho: Pipelines

BI	INSTR1	INSTR2				
DI		INSTR1	INSTR2			
LR			INSTR1	INSTR2	INSTR2	INSTR2
EI				INSTR1	<i>bolha</i>	<i>bolha</i>
ER					INSTR1	<i>bolha</i>

Haroldo Gambini Santos

Sistemas de Computação

9/11

Notas

Me melhorando o Desempenho: Pipelines

Riscos

Desvios					
BI	Desvio	<i>Bolha</i>	<i>Bolha</i>	<i>Bolha</i>	Instrução
DI		Desvio	<i>Bolha</i>	<i>Bolha</i>	<i>Bolha</i>
LR			Desvio	<i>Bolha</i>	<i>Bolha</i>
EI				Desvio	<i>Bolha</i>
ER					Desvio

Haroldo Gambini Santos

Sistemas de Computação

10/11

Notas

Me melhorando o Desempenho: Pipelines

Minimizando o Desempenho do Pipeline

- Execução fora de ordem
- Predição de Desvio

Haroldo Gambini Santos

Sistemas de Computação

11/11

Notas