**Bài Tập (Pipeline)**

**---oOo---**

**Các bài tập chương này được trích dẫn và dịch lại từ:**

***Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface*, Patterson, D. A., and J. L. Hennessy, Morgan Kaufman, Third Edition, 2011.**

**----------------------**

**Bài 1 (4.12 - sách tham khảo chính)**

Giả sử có thiết kế mới như sau: mỗi lệnh chỉ sử dụng đúng các giai đoạn cần có của nó, có thể lấy nhiều chu kỳ để hoàn thành, nhưng một lệnh phải hoàn thành xong thì những lệnh khác mới được nạp vào. Thiết kế này tạm gọi là **thiết kế đa chu kỳ**. Theo kiểu này, mỗi lệnh chỉ đi qua những công đoạn mà nó thực sự cần (ví dụ, sw chỉ sử dụng 4 công đoạn, không có công đoạn WB). (Chú ý: lw: sử dụng 5 stage; sw: 4 stage (không WB); ALU: 4 stage (không MEM), beq 3 stage (không MEM và không WB))

Trong bài tập này, chúng ta khảo sát pipeline ảnh hưởng như thế nào tới chu kỳ xung clock (clock cycle time) của processor. Giả sử rằng mỗi công đoạn (stage) trong pipeline có thời gian thực hiện

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | IF | ID | EX | MEM | WB |
| a. | 300ps | 400ps | 350ps | 500ps | 100ps |
| b. | 200ps | 150ps | 120ps | 190ps | 140ps |

1. Chu kỳ xung clock cần cho processor là bao nhiêu nếu processor thiết kế có pipeline, không pipeline đa chu kỳ và không pipeline đơn chu kỳ.
2. Thời gian cần thiết để thực hiện lệnh ***“lw”*** cho trường hợp processor thiết kế có pipeline, không pipeline đa chu kỳ và không pipeline đơn chu kỳ.
3. Thời gian cần thiết để thực hiện lệnh ***“add”*** cho trường hợp processor thiết kế có pipeline, không pipeline đa chu kỳ và không pipeline đơn chu kỳ.
4. Thời gian cần thiết để thực hiện một chương trình có 10 lệnh bao gồm 4 lệnh ***“lw”*** và 6 lệnh ***“add”*** cho trường hợp processor thiết kế có pipeline, không pipeline đa chu kỳ và không pipeline đơn chu kỳ.

Giả sử rằng các lệnh được thực thi trong processor được phân rã như sau (áp dụng cho câu 5 và 6)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ALU | beq | lw | sw |
| a. | 50% | 25% | 15% | 10% |
| b. | 30% | 25% | 30% | 15% |

1. Giả sử rằng không có khoảng thời gian rỗi (stalls) hoặc xung đột (hazards), phần truy xuất bộ nhớ (MEM) và phần truy xuất ghi trên tập thanh ghi (WB) sử dụng bao nhiêu % chu kỳ của toàn chương trình
2. Thời gian cần thiết để thực hiện một chương trình có 100 lệnh được phân bố như bảng trêncho trường hợp processor thiết kế có pipeline, không pipeline đa chu kỳ và không pipeline đơn chu kỳ.

**Bài 2 (4.13 – sách tham khảo chính)**

Cho chuỗi lệnh như sau :

*a.*

*lw $1, 40($6)*

*add $6, $2, $2*

*sw $6, 50($1)*

*b.*

*lw $5, -16($5)*

*sw $5, -16($5)*

*add $5, $5, $5*

1. Trong trường hợp pipeline 5 tầng và không dùng kỹ thuật nhìn trước (no forwarding), sử dụng lệnh ‘nop’ để giải quyết xung đột xảy ra (nếu có) trong chuỗi lệnh trên.
2. Trong trường hợp pipeline 5 tầng và có kỹ thuật nhìn trước (forwarding), sử dụng lệnh ‘nop’ để giải quyết xung đột xảy ra (nếu có) trong chuỗi lệnh trên.

*Chú ý: Vẽ rõ ràng hình ảnh các chu kỳ pipeline khi đoạn lệnh trên thực thi*

Cho bảng thể hiện chu kỳ xung clock như sau

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Không forwarding | Có forwarding đầy đủ  (full-forwarding) | Chỉ có ALU-ALU forwarding, không có MEM-ALU forwarding |
| a. | 300ps | 330ps | 315ps |
| b. | 200ps | 220ps | 210ps |

*Chú ý : ALU-ALU forwarding cũng chính là EX-EX forwarding. MEM-ALU forwarding cũng chính là MEM-EX forwarding.*

1. Tính thời gian thực thi của chuỗi lệnh trên trong trường hợp không forwarding và có full-forwarding? Sự tăng tốc đạt được bởi việc đưa kỹ thuật full-forwarding vào pipeline so với không forwarding là bao nhiêu?
2. Giả sử processor chỉ có kỹ thuật ALU-ALU forwarding (không có MEM-ALU forwarding), sử dụng lệnh ‘nop’ để giải quyết xung đột dữ liệu
3. Tính thời gian thực thi của chuỗi lệnh trên khi áp dụng ALU-ALU forwarding? Sự tăng tốc đạt được của việc dùng ALU-ALU forwarding so với không forwarding là bao nhiêu?

**Bài 3** Cho đoạn lệnh sau *Chú ý: Vẽ rõ ràng hình ảnh các chu kỳ pipeline khi đoạn lệnh trên thực thi* :

a.

*lw $1, 40($2)*

*add $2, $3, $3*

*add $1, $1, $2*

*sw $1, 20($2)*

b.

*add $1, $2, $3*

*sw $2, 0($1)*

*lw $1, 4($2)*

*add $2, $2, $1*

c.

*lw $1, 40($6)*

*add $2, $3, $1*

*add $1, $6, $4*

*sw $2, 20($4)*

*add $1, $1, $4*

d.

*add $1, $5, $3*

*sw $1, 0($2)*

*lw $1,4($2)*

*add $5, $5, $1*

*sw $1, 0($2)*

1. Trong trường hợp pipeline 5 tầng, không nhìn trước (no forwarding), sử dụng lệnh nop để giải quyết nếu có xung đột xảy ra trong chuỗi lệnh trên. Tính thời gian thực thi đoạn lệnh khi chu kỳ là 200ps
2. Trong trường hợp pipeline 5 tầng, có nhìn trước (forwarding), sử dụng lệnh nop để giải quyết nếu có xung đột xảy ra trong chuỗi lệnh trên. Tính thời gian thực thi đoạn lệnh khi chu kỳ là 220ps