

5. 设总指令数为  $N$

$$A: t_A = 0.85N + 0.15(0.1 \times 4 + 0.9 \times 0.1 \times 5 + 0.9 \times 0.9 \times 1)N = 1.099N$$

$$B: t_B = 0.85N + 0.15 \times (1+2)N = 1.3N$$

$\therefore A$  比  $B$  快 15.5%.

(2) A (1)

```
int i;  
for (i=0; i<10000; i++)  
{  
    if (i%2==0)  
        // Code A  
    else if (i%5==0)  
        // Code B  
}
```

(2) 0xe44: i 为奇数时跳转

比例 50%

0xe84: i 不被 5 整除时跳转

比例 80%

0xec0: 仅 1 次跳转

比例 0.01%

(3) 0xe44: 50%

0xe84: 20%

0xec0: 99.99%

(3) (1) 0xe44: 1111-0100-0100

0xe84: 1111-1000-0100

0xec0: 1111-1100-0000 第 3~7 位可分别

$\therefore K=5$

(2)  $N=1$  时 0xe44 每次跳转均预测错

$N=2$  时 0xe44 状态始终预测不跳转，正确率 50%

其他两个均预测跳转  $\therefore N_{min}=2$

(3)  $N=2$  时 0xe44 50%

0xe84: 80%

0xec0: 100%

14. A: 稳定后,  $0xe44$  循环周期  $T=2$ , 仅需1位历史就决定当前跳转  
 $0xe84$  循环周期为5, 需4位历史决定下一个跳转方向 方向  
 $0xec0$  固定预测跳转  $\therefore H_{min}=4$

15.  $0xe44: T=2 \quad 0xe84: T=5$

全局历史序列周期  $3 \times 2 \times 5 = 30$

001 - 111 - 011 - 111 - 011 - 101 - 011 - 111 - 011 - 111 - 001 - 111 - 011  
2个长度为11的序列重复  $\therefore 12$  位的GHR可确定下次跳转  
 $\therefore M_{min}=12$

16. ① 方案B: outer Loop 第一次循环时, 前Q-1次预测正确, 第Q次错误,  
此时预测历史保存在LHR的 Q 个位中, 之后不再使用.  
第二次循环时, 预测错一次

此后计数器 100...0 位上置1 后续也正确

$\therefore P=1$  时, B错1次,  $P>1$  时 B错2次

A: 每循环一次 错2次 共  $2P-1$  次

$\therefore$  方案A、B在  $P=1$  时持平, 其他情况 B优先于 A.

17. (1) 共n次循环, 第偶数次循环 B1发生跳转

B1: 始终不跳转 出错  $\frac{n}{2} = 4$  次

B2: 若局部预测器初值为0, B2错3次

$\therefore$  共错7次.

(2) GHR: 1

$\xrightarrow{x4} 0$  共9次

$B_1: (00) \xrightarrow{x2} (01) \xrightarrow{x2} (10) \xrightarrow{x2} (11)$

$\xrightarrow{x2} (01) \xrightarrow{x2} (10) \xrightarrow{x2} (11)$

$B_2: (00) \xrightarrow{lx} (01) \xrightarrow{3x} (10) \xrightarrow{5x} (11)$

$\xrightarrow{v5} (01) \xrightarrow{4x} (10) \xrightarrow{6x} (11)$

(3) B<sub>2</sub>: 首次预测 GHR=00, 结果为 10/11

GHR=00 错 1 次, GHR=10, 11 错 2 次, 结束时错 1 次  
共错 6 次

B<sub>1</sub>: 稳定时 GHR=01 预测 1, GHR=11 预测 0 正确

GHR=01 未错 2 次, GHR=11 正确  
∴ 共错 8 次

(4) 增加 GHR 位数, B<sub>1</sub> 正确率提升, 对 B<sub>2</sub> 无益

N 很大时, 出错占比降低, 更好。

(5) 若 PC 中取值随机, 历史记录无法预测下一次结果, GHR 位数增加,  
会增加 B<sub>2</sub> 初始化代价, 降低正确率。

18. 顺序与乱序水线, 每次异常可发生在流水的不同阶段, 导致乱序。

通过指令顺序提交机制, 完成异常处理后, 从异常指令的位置重新执行,  
~~不需要重~~ 最终顺序提交。

I <sub>i</sub>	操作码	目标	源1	源2	Decade	Issue	WB	Commit
I <sub>1</sub>	fld	T <sub>0</sub>	a <sub>0</sub>	-	6	1	2	3
I <sub>2</sub>	fmul d	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub>	f <sub>0</sub>	1	3	13	14
I <sub>3</sub>	fadd d	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	f <sub>0</sub>	2	14	16	17
I <sub>4</sub>	addi	T <sub>3</sub>	a <sub>0</sub>	-	3	4	5	18
I <sub>5</sub>	fld	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	-	4	5	6	19
I <sub>6</sub>	fmul d	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>4</sub>	5	7	17	20
I <sub>7</sub>	fadd d	T <sub>6</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	6	18	20	21

	(2)	操作码	目标	源1	源2	Decode	Issue	WB	Commit
I <sub>1</sub>		fld	T <sub>0</sub>	a <sub>0</sub>	-	0	1	3	3
I <sub>2</sub>		fmuld	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub>	f <sub>0</sub>	1	3	13	14
I <sub>3</sub>		faddd	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	f <sub>0</sub>	4	14	16	17
I <sub>4</sub>		addi	T <sub>3</sub>	a <sub>0</sub>	-	15	16	17	18
I <sub>5</sub>		fld	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	-	18	19	20	21
I <sub>6</sub>		fmuld	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>4</sub>	19	21	31	32
I <sub>7</sub>		faddd	T <sub>6</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	22	32	34	35