

4.25

$$5 \quad CPI_B = 1 \times 0.85 + (H^2) \times 0.15 = 1.3$$

$$CPI_A = (1 \times 0.9 \times 0.9 + (1+4) \times 0.9 \times 0.1 + (4+3) \times 0.1) \times 15\% + 1 \times 85\% = 1.099$$

12/11) ~~int a0=0, a4=~~

int a0, a1, a2, a3, a4;

a0=0;

a4=10000;

a1=a0;

while (a1!=a4)

{ a3=a0+2

a2=a1%a3

if (a2==a0)

{ ~~Code A~~

// Code A

}

(2) B1: a1%2!=0, 50% 跳转

B2: a1%5!=0 80% 跳转

B3: a1%10000 99.99% 跳转

if (a2==a0) (3) B1: 50%

{

// Code B

}

a1++;

}

B2: 80%

B3: 99.99% 0.01%

13/1)  $K=2$

(2) 12题中, 准确率  $B1: 50\%$   $B2: 80\%$   $B3: 99.99\%$

$N \geq 2$  时, 此题的局部预测器对  $B1$  预测始终不跳转  $B1: 50\%$

$N=2$  时, 局部预测器准确率  $B1: 50\%$   $B2: 79.98\%$   $B3: 99.97\%$

$\therefore M_{min} = 2$

(3) 稳态时 准确率  $B1: 50\%$   $B2: 80\%$   $B3: 99.99\%$

14 稳态时  $B1: 01$  循环 2位  $B3: 99.99\%$  近似认为  $\approx 100\%$   
 $B2: 00001$  循环 5位

$\therefore H_{min} = 5$

15 稳态时 GHR:  $001110111011$  循环

$\therefore M_{min} = 15$

16 为循环体: 跳转  $Q$  次 不跳转 1 次 总共执行  $P \cdot Q$  次

$N=1$  计数器  $0 \overbrace{11 \dots 10}^{Q+1} 1 \dots 1$  正确次数  $P \cdot (Q-2)$

$H=Q$  LHR 从  $00 \dots 0 \rightarrow \overbrace{11 \dots 10}^{Q+1}$  后全部正确

正确次数  $1 + (P-1)Q$

$\therefore A \text{ 优于 } B \Leftrightarrow P(Q-2) > 1 + (P-1)Q$

$$\Rightarrow P > 1 - Q$$

$$Q > 1 + 2P$$



17(1) 共循环8次  $PL = \{1, 0, 1, 0, \dots\}$

$\therefore B1$  跳转情况为 01010101  $\therefore$  局部预测器为  $00$  01 00 01  $\dots$  一直预测不跳转

$B2$  跳转情况为 11111111  $\therefore$  局部预测器:  $\overset{X}{00}$   $\overset{X}{01}$   $\overset{\checkmark}{10}$   $\overset{\checkmark}{11}$   $\overset{\checkmark}{11}$   $\overset{\checkmark}{11}$   $\overset{\checkmark}{11}$   $\overset{\checkmark}{11}$   $\overset{X}{10}$

$\therefore$  共错误  $4+3=7$ 次

(2) 全局跳转情况为  $\overset{XX}{0} \overset{X}{1} \overset{X}{1} \overset{X}{0} \overset{X}{1} \overset{X}{1} \overset{X}{0} \overset{XX}{1} \overset{XX}{1} \overset{XX}{0} \overset{XX}{1} \overset{XX}{0}$

GHR为 00111011101110110

0:  $\overset{1}{0} \overset{2}{0} \overset{6}{1} \overset{10}{1} \overset{14}{1}$   
1:  $\overset{3}{0} \overset{4}{1} \overset{5}{0} \overset{7}{1} \overset{8}{0} \overset{9}{1} \overset{11}{1} \overset{12}{0} \overset{13}{1} \overset{15}{0} \overset{16}{1}$

共错误8次

(3) 从两值GHR

GHR	跳转	00	01	10	11
00	0	00	00	00	00
00	1	00	00	00	00
01	1	01	00	00	00
11	1	01	01	00	00
11	0	01	01	00	01
10	1	01	01	00	00
01	1	01	01	01	00
11	1	10	01	01	00
11	0	10	01	01	01
10	1	10	01	01	00
01	1	10	01	01	00
11	1	11	10	00	00
11	0	11	10	01	01
10	1	11	10	00	00
01	1	01	11	11	00
11	0	01	11	11	00

共发生8次预测错误

(4) 全局分支的位数增加会延缓预测器达到稳态的时间, 在循环次数少时错误率上升, 次数多时错误率下降

(5)  $n$  非常大时, 右一种表现好  $\therefore$  预测器准确率都趋向于75%

(5) 在0.1间中随机取值会使规律失效, 使所有预测准确率趋向于相同

18 因为流水线上的指令是并行的, 产生异常的时间取决于各个指令的执行速度和异常检测的时机。为了支持精确的异常处理, 流水线会使用“乱序执行, 顺序提交”的方法, 在提交时按照指令原始顺序提交结果, 保证异常处理程序顺序进行。

	周期 ◀				操作码 ◀	目标 ◀	源 1 ◀	源 2 ◀
	Decode◀ (ROB enqueue)◀	Issue◀	WB◀	Committed◀				
I1◀	0◀	1◀	2◀	3◀	fld◀	T0◀	a0◀	—◀
I2◀	1◀	3◀	13◀	14◀	fmul.d◀	T1◀	T0◀	f0◀
I3◀	2◀	14◀	16◀	17◀	fadd.d◀	T2◀	T1◀	f0◀
I4◀	3◀	4◀	5◀	18◀	addi◀	T3◀	a0◀	—◀
I5◀	4◀	5◀	6◀	19◀	fld◀	T4◀	T3◀	—◀
I6◀	5◀	13◀	23◀	24◀	fmul.d◀	T5◀	T4◀	T4◀
I7◀	6◀	24◀	26◀	27◀	fadd.d◀	T6◀	T5◀	T2◀

2 如果 ROB 仅容纳 2 条指令，当一条指令提交后的下一周期该条目可以被新指令占据。重新将下表补充完全。（部分结果已给出）◀

	周期 ◀				操作码 ◀	目标 ◀	源 1 ◀	源 2 ◀
	Decode◀ (ROB enqueue)◀	Issue◀	WB◀	Committed◀				
I1◀	0◀	1◀	2◀	3◀	fld◀	T0◀	a0◀	—◀
I2◀	1◀	3◀	13◀	14◀	fmul.d◀	T1◀	T0◀	f0◀
I3◀	4◀	14◀	16◀	17◀	fadd.d◀	T2◀	T1◀	f0◀
I4◀	15◀	16◀	17◀	18◀	addi◀	T3◀	a0◀	—◀
I5◀	18◀	19◀	20◀	21◀	fld◀	T4◀	T3◀	—◀
I6◀	19◀	21◀	31◀	32◀	fmul.d◀	T5◀	T4◀	T4◀
I7◀	22◀	32◀	34◀	35◀	fadd.d◀	T6◀	T5◀	T2◀