

4/25

5. $CPI(A) = 85\% \cdot 1 + 15\% [90\% \cdot 90\% \cdot 1 + 90\% \cdot 10\% \cdot 2.5 + 10\% \cdot 4] = 1.099$

$CPI(B) = 85\% \cdot 1 + 15\% \cdot 3 = 1.3$

$S = \frac{CPI(B)}{CPI(A)} = 1.18$, 快 18 %

12. 17. for (i=0; i<10000; i+=2)

{ if (i % 2 == 0)

Code A

else if (i % 5 == 0)

Code B

}

2). B1 跳转的比例为 50%

B2 跳转的比例为 80%

B3 跳转的比例为 9999/10000

3). B1 50% B2 80% B3 0.01%

13. 1). B1: 111001000100

B2: 111010000100

B3: 111011000000

K 的最小值为 5

2). 如果 N=1, 分析 B1

i 0 1 2 3 4 5 ...

跳转结果 NT T NT T NT T

准确率为 0.01%

预测结果 NT NT T NT T NT



$N=2$, 分析 B1

i	0	1	2	3	4	5	...
计数器	00	00	01	00	01	00	
跳转结果	NT	T	NT	T	NT	T	
预测结果	NT	NT	NT	NT	NT	NT	

准确率 50%

$N=2$, 分析 B2

i	0	1	2	3	4	5	6	7	...
计数器	00	00	01	10	11	11	10	11	
跳转结果	NT	T	T	T	T	NT	T	T	
预测结果	NT	NT	NT	T	T	T	T	T	

准确率 = 80%
(稳态时)

$N=1$, 分析 B3

i	0	1	2	3	4	5	...	9999	10000
计数器	0	1	1	1	1	1		1	1
跳转结果	T	T	T	T	T	T		T	NT
预测结果	NT	T	T	T	T	T		T	T

准确率 100%
(稳态时)

所以 N 的最小值为 2

3). $N=2$ 分析 B3

i	0	1	2	3	4	5	...	9999	10000
计数器	00	01	10	11	11	11		11	11
跳转结果	T	T	T	T	T	T		T	NT
预测结果	NT	NT	T	T	T	T		T	T

对 B1, B2, B3 的预测准确率分别为 50%, 80%, 100%



14. B1 有 2 种历史状态, 上一次跳转则本次不跳转, 上一次不跳转则本次跳转, 用 1 和 0 表示历史状态, $H=1$

B2 有 5 种历史结果, 分别为 01111, 10111, 11011, 11101, 11110
只在 01111 时, 因最近 5 次跳转结果为 NT, T, T, T, T 时, 本次不跳转, 其余均跳转, $H=5$

B3 始终跳转, H 可以为 0

综上, H 的最小值是 5.

15. 从 $i=0$ 开始的跳转结果为

001-111-011-111-011-101-011-111-011-111-001-... (循环)

观察可得, M 的最小值为 12

16. 方案 A

外循环 跳转结果 $\overbrace{1 \ 1 \ \dots \ 1}^{P \text{ 个}} \ 0$

预测结果 $0 \ 1 \ \dots \ 1 \ 1$

内循环 跳转结果 $\overbrace{1 \ 1 \ \dots \ 1}^{Q \text{ 个}} \ 0$

预测结果 $0 \ 1 \ \dots \ 1 \ 1$

准确率为 $\frac{P-1+P(Q-1)}{P+1+P(Q+1)}$

方案 B

假设局部分支历史表的初态为 H 个 0



外循环 若 $P-1 < Q=H$, 则

准确率 $\frac{1}{P+1}$

跳转结果 1 1 1 ... 1 0

预测结果 0 0 0 ... 0 0

若 $P-1 \geq Q=H$, 则

准确率 $\frac{P-Q-1}{P+1}$

跳转结果 1 1 1 ... 1 1 1 ... 1 0

预测结果 0 0 0 ... 0 0 1 ... 1 1

内循环

$P \geq 2$ 跳转结果 1 1 ... 1 0 1 1 ... 1 0 1 1 ... 1 0

预测结果 0 0 ... 0 0 0 0 ... 1 0 1 1 ... 1 0

准确率 $\frac{(P-2)(Q+1)+3}{P(Q+1)}$

$P=1$ 准确率 $\frac{1}{Q+1}$

综上: 准确率 =
$$\begin{cases} \frac{2}{P+Q+2}, & P=1. \\ \frac{(P-2)(Q+1)+4}{P(Q+1)+P+1}, & 1 \leq P-1 < Q. \\ \frac{(P-2)(Q+1)+3+P-Q-1}{P(Q+1)+P+1}, & P-1 \geq Q. \end{cases}$$

若 A 方案的准确率 > B, 则有

① $\begin{cases} P=1 \\ Q \geq 3 \end{cases}$

② $\begin{cases} 1 \leq P-1 < Q \\ 2Q > P+3 \end{cases}$

③ $\begin{cases} P-1 \geq Q \\ 3Q > 2P+1 \end{cases}$



17. 17. B1

i	1	2	3	4	5	6	7	8
跳转结果	NT	T	NT	T	NT	T	NT	T
预测器	00	00	01	00	01	00	01	00
预测结果	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT

4

B2

i	1	2	3	4	5	6	7	8
跳转	T	T	T	T	T	T	T	NT
预测器	00	01	10	11	11	11	11	11
预测	NT	NT	T	T	T	T	T	T

3

共发生 $(4+3=)$ 7 次

2).	i	跳转	GHR	预测 ^器 (0)	预测 ^器 (1)	正确/错误
	1	NT	0	00	00	✓
	2	T	0	00	00	X
	3	T	1	01	00	X
	4	T	1	01	01	X
	5	NT	1	01	10	X
	6	T	0	01	01	X
	7	T	1	10	01	X
	8	T	1	10	10	✓
	9	NT	1	10	11	X
	10	T	0	10	10	✓
	11	T	1	11	10	✓
	12	T	1	11	11	✓
	13	NT	1	11	11	X
	14	T	0	11	10	✓
	15	T	1	11	10	✓
	16	NT	1	11	11	X

共发生 9 次错误预测



3).	i	跳转	GHR	预测器(00)	(01)	(10)	(11)	✓/✗
	1	NT	00	00	00	00	00	✓
	2	T	00	00	00	00	00	✗
	3	T	01	01	00	00	00	✗
	4	T	11	01	01	00	00	✗
	5	NT	11	01	01	00	01	✓
	6	T	10	01	01	00	00	✗
	7	T	01	01	01	01	00	✗
	8	T	11	01	10	01	00	✗
	9	NT	11	01	10	01	01	✓
	10	T	10	01	10	01	00	✗
	11	T	01	01	10	10	00	✓
	12	T	11	01	11	10	00	✗
	13	NT	11	01	11	10	01	✓
	14	T	10	01	11	10	00	✓
	15	T	01	01	11	11	00	✓
	16	NT	11	01	11	11	00	✓

共发生8次错误预测

4). 对准确率几乎无影响, 但会改变预测错误的位置
 n足够大时, 局部预测器, 1位GHR, 2位GHR的准确率都是75%

5). 对局部预测器, B2 in分支预测不受影响, 准确率100%
 B1的跳转结果完全随机, 准确率50%, 综合准确率为75%

对1位GHR的预测器, 由于分支历史被打乱, 准确率应低于75%, 2位GHR in 预测器同理.



18. 因为异常可以在不同的阶段产生。

引入重排序缓冲区，在指令提交时按顺序检查异常情况并进行异常处理，在其他阶段不进行异常处理，除非是在指令提交阶段引发的指令异常。

20. 17.

	周期				Opcode	Target	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

21.

	周期				Opcode	Target	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

