

5. A的代价: $T_A = 3 \cdot (1 - 90\%) + 4 \cdot 90\% \cdot (1 - 90\%) = 0.66$ 个周期.

$$CPI_A = 1 + 15\% \cdot 0.66 = 1.099, CPI_B = 1 + 15\% \cdot 2 = 1.30$$

$$\eta = \frac{CPI_B}{CPI_A} \cdot 100\% = 1.183$$

12. (1) int i, a;

```
for(a=0; a<10000; a++) {
```

```
    if(a%2==0) codeA;
```

```
    if(a%5==0) codeB;
```

```
}
```

(2) ~~B1: $10000 \div 2 = 5000$ 次 B2: $10000 \div 5 = 2000$ 次 B3: $10000 \div 2^k$~~

$B1: 50\% \text{ 跳转 } B2: 80\% \text{ 跳转 } B3: \frac{9999}{10000} \times 100\% = 99.99\% \text{ 跳转}$

(3) B1、B2: 向后跳转 B3: 向前跳转

B1 准确率 50% B2 准确率 20% B3 准确率 99.99%

13. (1) 从 k+2 位 ~ 第 3 位 ~~3 个代码片段, 需要 3 个计数器, $2^3 \leftarrow 2^2$, 最小值为 2~~ $0 \times 44 = \underbrace{0100}_6 \underbrace{0100}_6$

(2) 由题意知, 猜态时最高位一定是 1 或 0, 且不改变

$$0 \times C0 = \underbrace{1100}_6 \underbrace{0000}_6$$

取 N=1, 最多增至 1, 因为三个 bne 指令开始都是

有坏境遮蔽 取 N=1 对 B1: 预测: 0 0 1 0 -- 成功率低于 50%, 不成立.

实际: 0 1 0 1 --

取 N=2 B1: 预测: 00 00 01 -- 准确率为 50%, 成立 B2: 00 01 10 11 11 11 10

实际: 0 1 0 --

准确率 80%, 成立

14. 要求完全准确的预测, 则需要枚举所有的情况, 总计 $0 \sim 9999$ 共 $10000_{dec} = 1001100010000_{bin}$ \therefore 最小 N=2

$\therefore H_{min} = 14$ 50% 80% 99.99%

15. 记录了 3 位分支, 算出 $30000_{dec} = 011010100110000_{bin}$ $\therefore M_{min} = 15$.

16. 不会

17. (1) a_1 初始值为 8, 假设预测器初始值为 11

B1: $a_4: 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0$
NT T NT T MT T NT T

B1 预测器: 11 10 11 10 11 10 11 10, 4 次错误预测.

B2 预测器: T T T T T T T NT
11 11 11 11 11 11 11 11, 1 次错误预测

→ 总计 5 次错误预测.

(2) 1 位全局历史:

T T T T
B1 在 NT 分支下: 11 11 11 "

因为 NT NT NT NT

T 分支下: 11 10 01 00 2 次错误预测

B2 仍有 1 次错误预测

→ 总计 3 次

(3) 2 位全局历史:

N N N N

B1 在 NT 分支: 11 10 01 00

T T T T

TN 分支: 11 11 11 "

B2 在 TT 分支: T T T T
11 11 - - 10

→ 总计 3 次

(4) 位数越大, 准确率越高, n 非常大时, 2 位全局历史表 + 2bit 局部预测器的准确率最高

(5) 因为是等概率取值, 即 N 之后为 T 或 N 与 TN 之后为 T 或 N 的概率相同, 认为预测器表现相同.

18. 指令在流水线中不同阶段都可能产生异常，尽管指令顺序输入，但异常也可能会乱序产生。

如果指令发生异常，会在提交阶段触发异常处理机制，处理器会从发生异常的指令位
置重新执行。ROB按顺序提交指令，故可以保证异常按顺序处理。

20. (a) (1) 浮点只能在WB后用，整型可以前馈。

	译码	发射	写回	提交	操作码	目标 reg	源 reg 1	源 reg 2
I ₁	0	1	2	3	fld	T ₀	a ₀	-
I ₂	1	3	13	14	fmul.d	T ₁	T ₀	f ₀
I ₃	2	14	16	17	fadd.d	T ₂	T ₁	f ₀
I ₄	3	4	5	6	} addi	a ₀	a ₀	-
I ₅	4	5	6	7	} fld	T ₃	a ₀	-
I ₆	5	7	17	18	fmul.d	T ₄	T ₃	T ₃
I ₇	6	18	20	21	fadd.d	T ₄	T ₄	T ₅

f₁: T₀ f₂: T₁ f₃: T₂

T₃

译码

T₄
发射

写回

提交

操作码

目标 reg

源 reg 1

源 reg 2

(2)	I ₁	0	1	2	3	fld	T ₀	a ₀	-
	I ₂	1	3	13	14	fmul.d	T ₁	T ₀	f ₀
	I ₃	4	14	16	17	fadd.d	T ₂	T ₁	f ₀
	I ₄	15	16	17	18	addi	a ₀	a ₀	-
	I ₅	18	19	20	21	fld	T ₃	a ₀	-
	I ₆	19	21	31	32	fmul.d	T ₄	T ₃	T ₃
	I ₇	22	32	34	35	fadd.d	T ₄	T ₄	T ₅