

A miss (3T)

9% hit { \checkmark 9%

X (4T)

B 2T

5. 方案A $CPI_A = \frac{15 \times 10\% \times 4 + 15 \times 90\% \times 10\% \times 5 + 15 \times 90\% \times 90\% \times 1}{100} = 0.999$

方案B $CPI_B = 15\% \cdot 3 + 75\% \cdot 1.2 = 1.2$

$\frac{CPI_A}{CPI_B} = \frac{0.999}{1.2} = 0.8325$ A比B快1.2倍

12/11 int a0=0, a4=0x10000, a2;

for(int a1=a0+1; a1!=a4; ++a1) {

a2 = a1 % 2;

if(a2==0) { #... CodeA }

a2 = a1 % 5;

if(a2==0) { #... CodeB }

}

12) 0xe44处的bne跳转比例为 $\frac{1}{2}$

0xe84处的跳转比例为 $\frac{4}{5}$

0xec0处的跳转比例为 $\frac{2^{16}-1}{2^{16}} \approx 1$

13) 0xe44处准确率 50%

0xe84处 20%

0xec0处 99.998% $\approx 100\%$



13. 11) 共3条 bne 指令, 故 $K \geq 2$ 可索引至不同预测器

2) $N=1$ 对 0xe44 处预测准确率 ≈ 0

$N=2$ 0xe44 处默认不跳转, 0xec0 处默认不跳转

0xe84 处准确率提高.

故 $N_{\min}=2$

3) 稳态时 0xe44, 0xec0 处默认不跳转. 准确率与静态相同 50% 与 100%

0xe84 处每5次循环成功3次, 准确率 60%.

跳转

14. 稳态时最大周期为 5, 故 $H_{\min}=5$

15. 全局跳转周期为 $2 \times 5 = 10$, 每周期有 3 次分支指令, 故 $M_{\min}=30$

16. 对 inner loop 分支 方案 A 准确率 $\frac{Q-2}{Q}$ (每 Q 次分支有 2 次失败)

方案 B 准确率 $\frac{PQ-Q}{PQ}$ (仅前 Q 次失败)

对 outer loop 分支 方案 A 准确率 $\frac{P-2}{P}$

方案 B: $P \leq Q$ 时, 准确率 $= 0.25$

$P > Q$ 时 准确率 $\frac{P-Q}{Q}$

要使 A 的准确率优于 B: $\begin{cases} \frac{Q-2}{Q} > \frac{P-2}{P} \\ \frac{PQ-Q}{PQ} > \frac{P-Q}{Q} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q > P \\ Q > \frac{P^2}{2P-1} \Rightarrow Q > P \end{cases}$

17. 1) $\begin{cases} B_1 \text{ 分支默认不跳转, 共 4 次错误.} \\ B_2 \text{ 分支 3 次错误.} \end{cases} \Rightarrow \text{共发生 7 次错误预测.}$



2) B1分支由1位全局分支历史索引2位局部计数器设计计数器默认值为0。
则共发生2次错误预测。

B2分支则共4次错误。

故执行过程中共发生6次错误预测。

3) 同样假设分支历史与计数器默认值为0。

B1:	04	history	2 bit counters	bit prediction
1	00	00	00	✓
0	00	00	00	✗
1	01	01	00	✓
0	10	10	00	✗
1	01	01	00	✓
0	10	10	01	✗
1	01	01	00	✓
0	10	10	10	✓

B1分支共3次错误。B2分支共6次错误。故共9次错误预测。

4) 当n为有限值时,适当引入低位数的全局分支历史表可有效提高预测准确率,但历史表位数过大会增加预测达到稳态的时间,可能反而提高错误预测的次数。

n很小时是题情境中数组元素0与1交替出现,故使用1位全局分支历史表最好。

5) 若数组中0,1以等概率出现,则应适当增加历史表位数。

18. 因为在某个阶段发现异常时,其之后的指令已经开始执行了。

为了支持精确的异常处理,须在准备处理异常时回收所有之前的指令并返回未发生异常前的体系结构状态,可通过重排序缓冲实现。在指令译码阶段在ROB中预留一个entry,在指令执行完成时根据entry指令将结果写入ROB



已产生结果

中相应位置,当指令成为ROB中最旧的指令,且不出现异常时,将结果输出到寄存器堆或内存,完成体系结构状态的更新。

20./1)

周期

操作码 目标 源1 源2

Decode Issue WB Committed

0 1 2 3 fld T0 a0

1 3 13 14 fmul.d T1 T0 f0

2 14 16 17 fadd.d T2 T1 f0

4 5 18 addi T3 a0

4 5 6 19 fld T4 T3

15 17 20 fmul.d T5 T4 T4

16 18 20 21 fadd.d T6 T5 T2

周期

操作码 目标 源1 源2

2) Decode Issue WB Committed

0 1 2 3 fld T0 a0

1 3 13 14 fmul.d T1 T0 f0

4 14 16 17 fadd.d T2 T1 f0

15 16 17 18 addi T3 a0

18 19 20 21 fld T4 T3

19 21 31 32 fmul.d T5 T4 T4

22 32 34 35 fadd.d T6 T5 T2

