

(a) 有没有可能发生前 5 次循环所有分支预测全部错误？如果可能，列出每个 PHT 可能的初始值 (Not Taken 用 N 表示, Taken 用 T 表示)。

【解答】

是的，有可能发生前 5 次循环所有分支预测全部错误。可能的 PHT 初始值如下：

PHT Entry	Value
TT	N
TN	T
NT	T
NN	N

由于处理器使用 2-bit 的 GHR 和 PHT，每个分支的预测基于前两个分支的历史。如果 GHR 和 PHT 的初始值导致每次分支的预测都与实际行为相反（例如，PHT 初始值为 "Not Taken"，但分支实际是 "Taken"），就会发生连续的预测错误。

(b) 当系统达到稳定状态之后（很多次循环之后），该分支预测器的准确率是否可以达到 100%？如果可以达到，对 PHT 的初始值的设置是否有特殊要求？

【解答】

在系统达到稳定状态之后，该分支预测器的准确率无法达到 100%。

**原因分析：**该处理器使用全局历史寄存器（GHR）共享所有分支的历史，这意味着它只能存储最近两个分支的行为。当有多个不同的分支共享同一个历史信息时，可能会导致预测错误，因为分支行为可能与历史不一致（即同一个 GHR 可能对应多个不同分支的行为）。此外在这段代码中，B1 和 B2 的行为模式不同：B1 总是 "Taken"，而 B2 根据 i%3 的条件有时是 "Taken"，有时是 "Not Taken"。由于全局历史寄存器的共享特性，PHT 可能会使用不适合当前分支的历史信息来做出预测，导致预测错误。

**特殊要求：**PHT 初始值的设置并没有特别的要求，因为在经过足够多次循环后，分支预测器的状态（即 PHT 的值）会逐渐被训练到一个稳定的状态，反映出分支的实际行为规律。然而，由于 GHR 的共享特性，预测器仍然会在某些情况下产生错误，因此无法达到 100% 的准确率。