# 体系结构实验1：分支预测

本实验基于上学期计算机组成原理实验4，要求在实验4的基础上（实现了基本的数据通路），实现分支预测相关内容，并且通过测试程序。即在实验4中，将BEQ这条指令的实现方式由“缩短延迟法”改为“动态分支预测”实现，然后通过实验4的测试程序。

相关参考书籍：《超标量处理器设计》、《计算机体系结构--量化研究方法》、《计算机组成原理与设计 硬件/软件接口》。

# 1 实验目的

1. 熟悉并掌握--基于局部历史的分支预测。
2. 学习并理解--基于全局历史的分支预测。
3. 学习并理解--竞争的分支预测。
4. 了解其他分支预测内容。
5. 理解分支预测的意义。

# 2 实验设备

1. 计算机1台（尽可能达到8G以上内存）

# 3 实验内容

1. （最低要求）实现基于局部历史的分支指令方向预测。PS：要求在报告中给出指令计数器（PC）多路选择器的真值表。
2. （较高要求）实现基于全局历史的分支指令方向预测。PS：要求在预测时更新GHR
3. （最高要求）实现竞争的分支指令方向预测。
4. （学有余力）实现直接跳转指令的地址预测
5. （学有余力）实现间接跳转指令的地址预测

# 4 实验步骤

1. 阅读参考资料。

阅读参考资料；主要阅读《超标量处理器》、《CQU指导书分支预测部分\_002》分支预测相关章节，可以了解《计算机体系结构--量化研究方法》跟《计算机组成与设计》相关内容。

1. 理解控制冲突，使用分支预测方法替换缩短延迟方法解决控制冲突。

控制冲突是指流水线为了正确预取指令而导致的延迟，详细信息请参考《计算机组成与设计 硬件/软件结构》第四章“控制冒险”小节。在上学期计组实验4中，我们是通过将分支指令的判断提前到译码阶段，并且处理相关的数据冲突（例如beq指令涉及到读取寄存器）从而解决控制冲突。即**缩短延迟方法。**

在第二步中，我们将使用**分支预测**方法来解决控制冲突。

1. 添加简单的分支预测模块，重点考虑分支预测在数据通路中的逻辑

添加分支预测可以从两方面着手：例如实现直接跳转指令的方向预测

1. 分支预测在数据通路中的逻辑。如在什么阶段预测，什么阶段跳转，什么阶段判断预测结果是否正确，怎么处理错误的预测？
2. 分支指令方向预测模块。这个模块主要是分支预测技术的实现（例如实现的是基于局部历史的分支预测，还是基于全局历史的分支预测，又或者是竞争的分支预测）。这个模块跟内部通路是解耦合的，内部其他通路模块可以将这个模块看作黑匣子。

所以在最开始，我们可以实现比较简单的分支预测技术，例如实现基于两位甚至一位的计数器的分支指令方向预测。重点考虑分支预测在内部通路的逻辑，使用分支预测逻辑替换缩短延迟逻辑。然后，可以在第三步中实现更高水平的分支预测。

1. 根据实验内容，实现相关分支预测。
2. 添加指令。

由于计算机组成原理只实现了基础的几条指令，addi, add, sub, or, and, slt, sw, lw, j, beq;

由于实验依托于计组实验4，所以不需要添加额外的指令。

1. 测试程序： 要求通过计组实验4测试程序。