

# 计算机体系结构

## 实验二 分支预测器设计



HITSZ 实验与创新实践教育中心  
Education Center of Experiments and Innovations, HITSZ

- 加深对分支预测原理的理解，掌握分支预测器的软件实现方法
- 进一步熟悉程序插桩的原理，掌握Pin插桩工具的编写和使用方法
- 了解使用Pin插桩工具进行体系结构分析的方法



- 设计**锦标赛**分支预测器
- 至少使用**2**种**动态**分支预测方法
- 只需预测**分支跳转方向**，不需预测分支目标地址



- 1、分支预测

- 与流水线相互配合，提高ILP
- 分类：静态分支预测、动态分支预测
- 静态分支预测
  - 总是预测跳转 or 总是预测不跳转
  - BTFN (Back Taken, Foreword Not Taken)
- Pros：易实现、开销小； Cons：准确度较低



- 1、基于BHT的分支预测

- 采用分支历史表记录分支历史，并以此预测分支行为

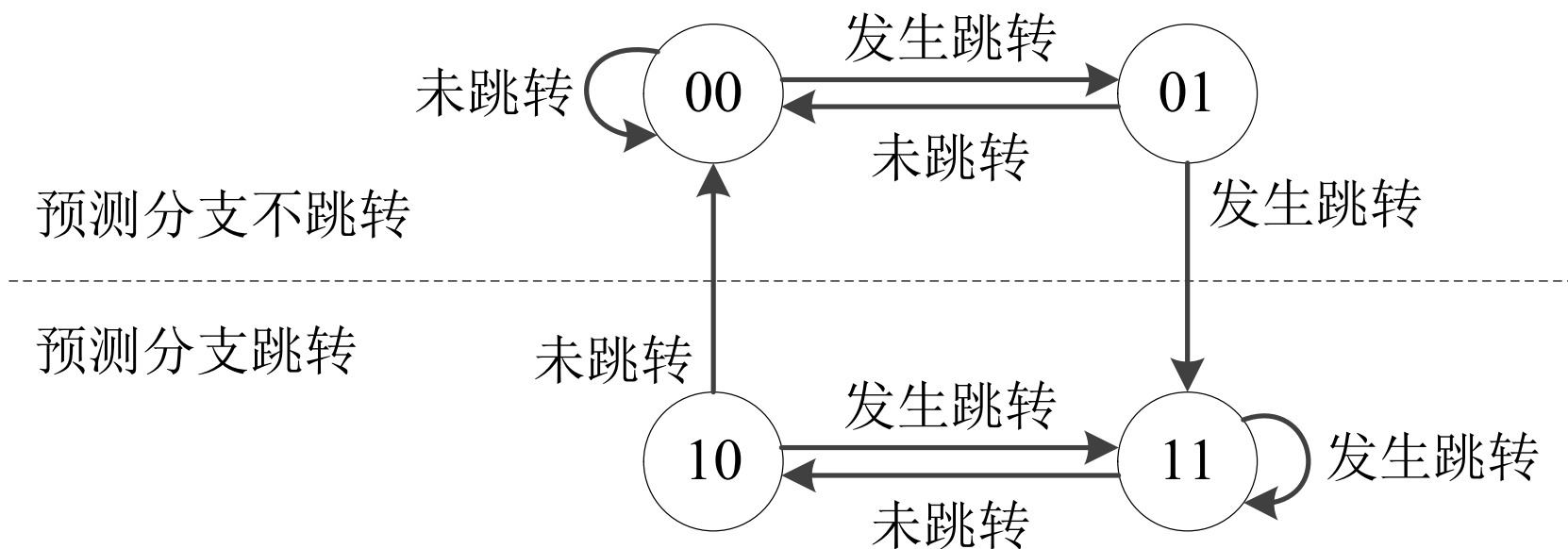
BHT:

Tag	分支历史(2bit)
$A_0$	$H_0$
$A_1$	$H_1$
...	...
$A_{k-1}$	$H_{k-1}$

- Tag —— 分支指令地址的一部分，类似于Cache的Tag
- 分支历史 —— 2bit饱和计数器

- 1、基于BHT的分支预测

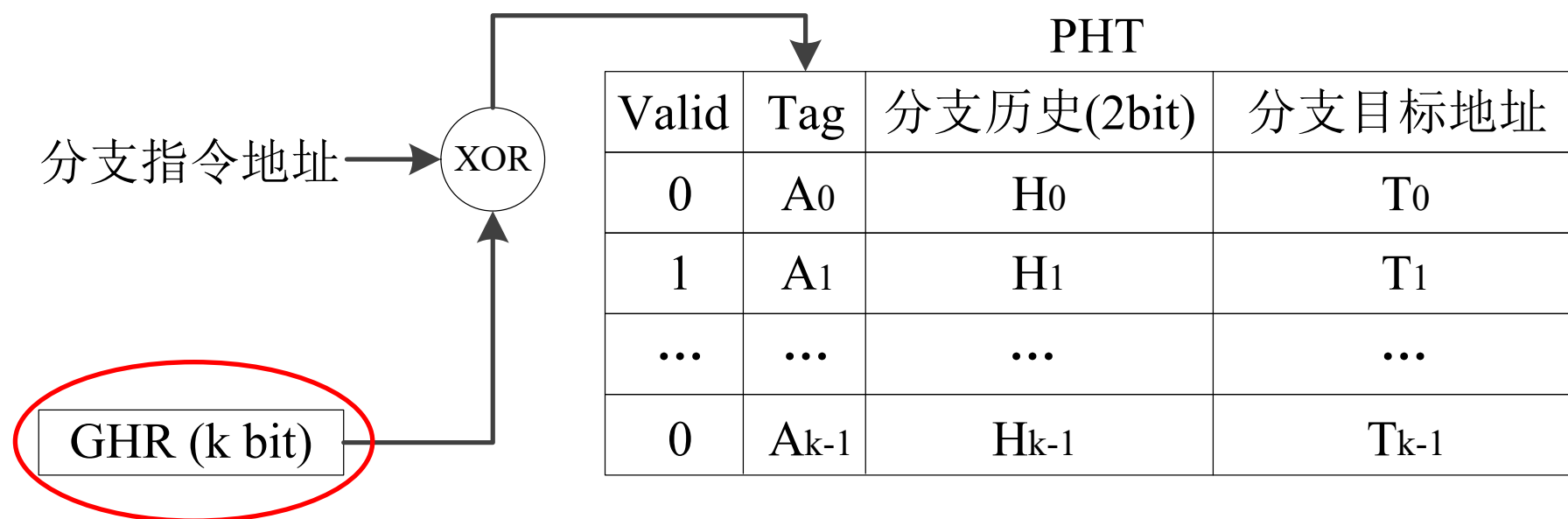
- 采用分支历史表记录分支历史，并以此预测分支行为



- 先用指令地址查BHT，再根据分支历史预测是否跳转

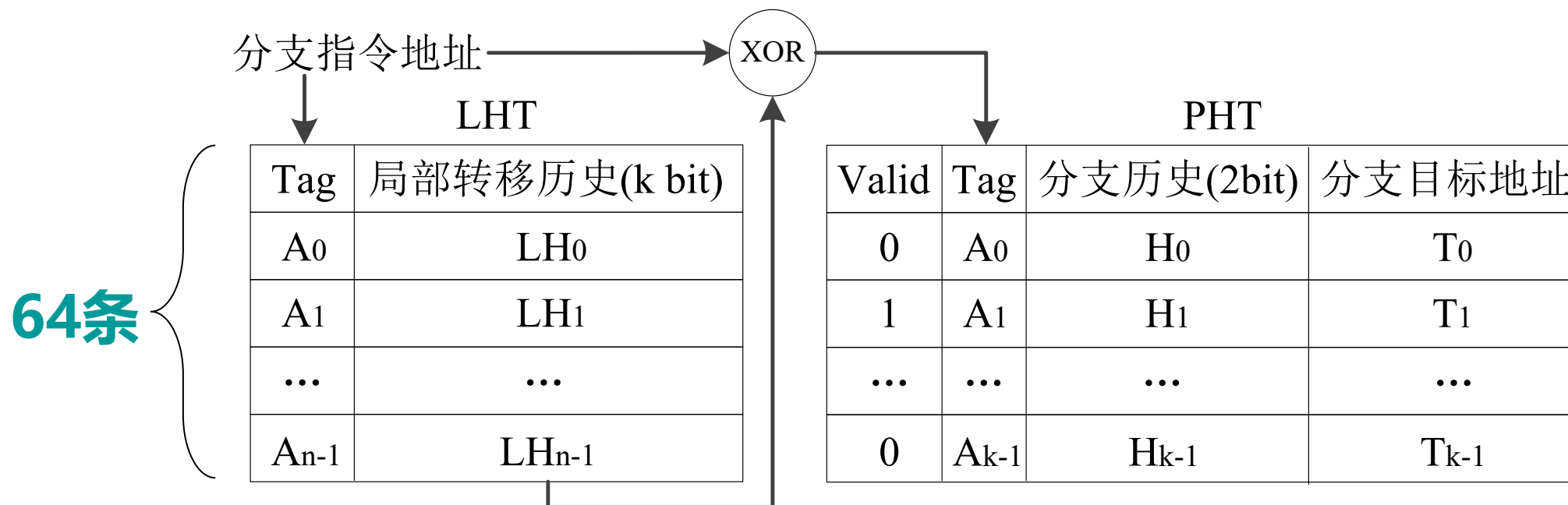
## • 2、基于全局历史的分支预测

- BHT方法忽视了分支指令之前的关联性
- 使用GHR关联所有分支指令，使用PHT记录分支历史行为



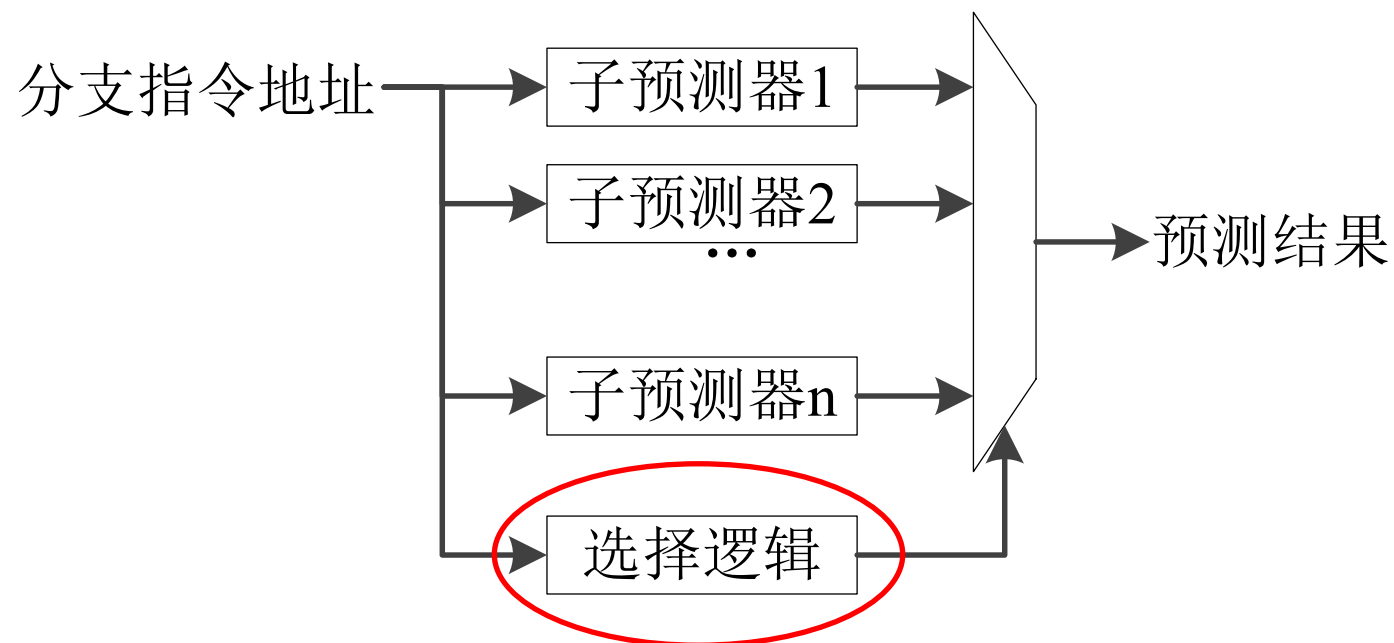
## • 3、基于局部历史的分支预测

- 全局历史方法过于 “简单粗暴”
- 使用LHT关联局部的分支指令，使用PHT记录分支历史行为





## • 4、锦标赛分支预测 —— 集各家所长



- 选择策略 {
  - 基于全局选择历史选择
  - 基于局部选择历史选择

## • 4、锦标赛分支预测 —— 集各家所长

- 基于全局选择历史的选择策略

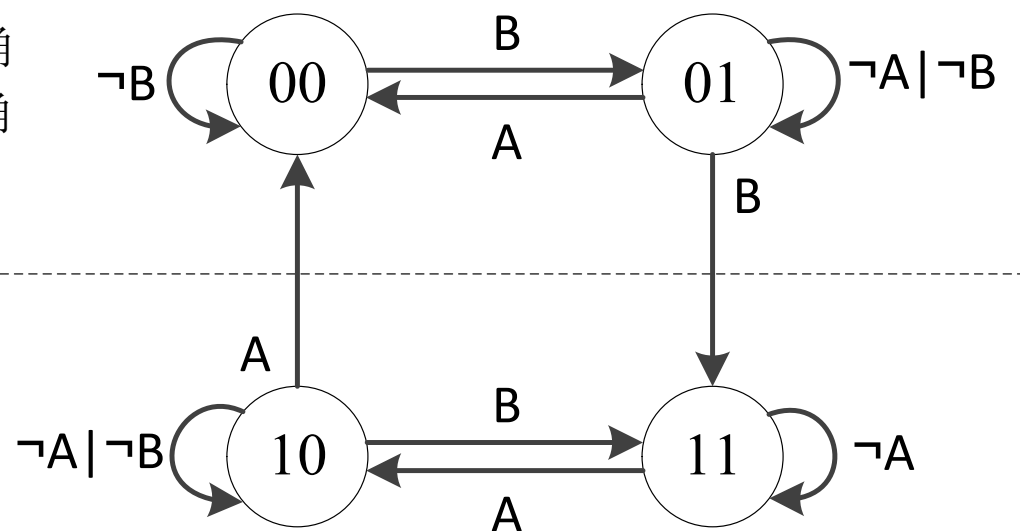
GSHR:

A: 仅预测结果1正确

B: 仅预测结果2正确

选择预测结果1

选择预测结果2



- 基于局部选择历史的选择策略

LSHT: 由Tag索引的LSHR表, 一般有4096条记录

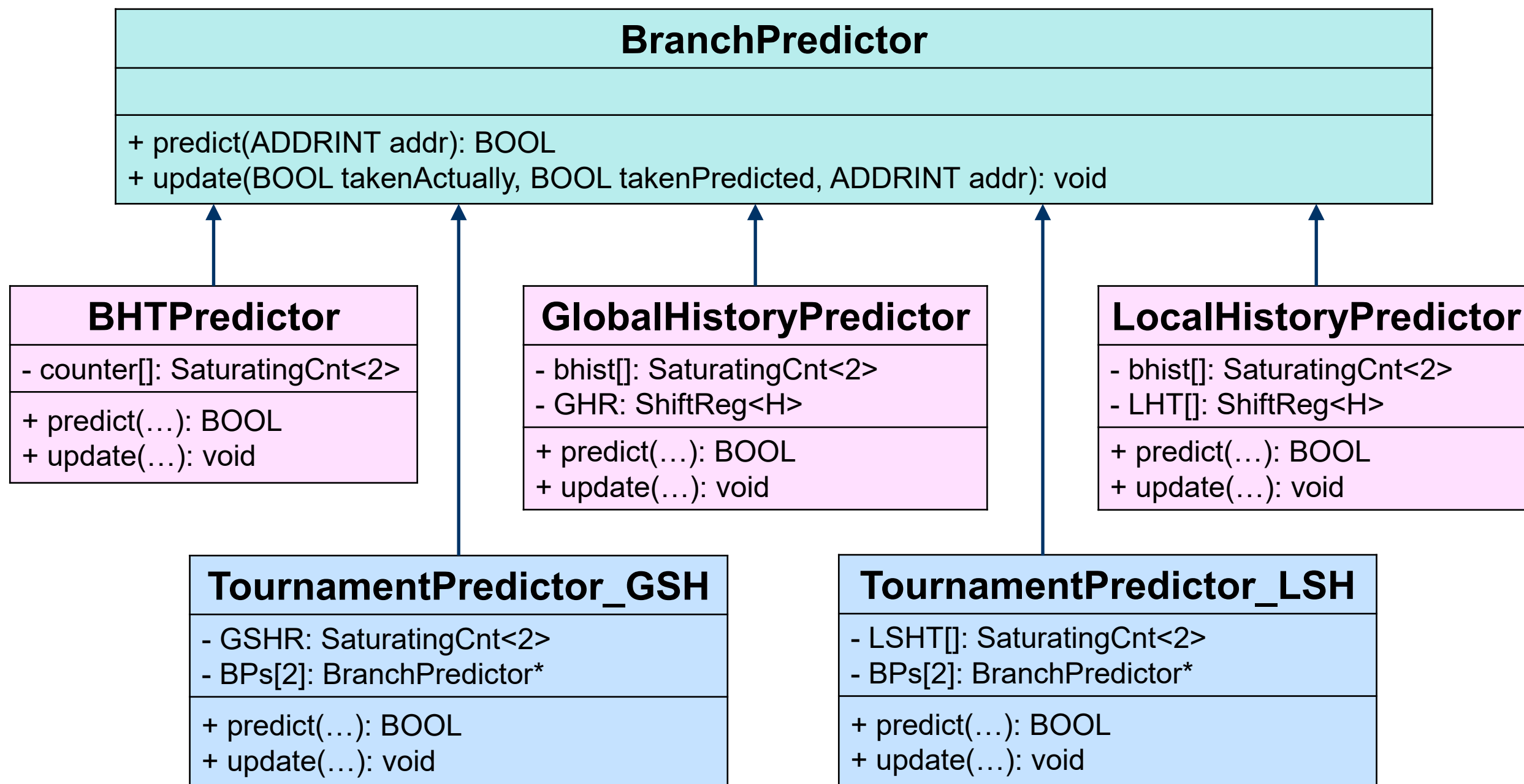
- 1. 补全brchPredict.cpp代码，编写预测器

```
if (INS_IsControlFlow(ins) && INS_HasFallThrough(ins))
{
    INS_InsertCall(ins, IPOINT_TAKEN_BRANCH, (AFUNPTR)predictBranch,
        IARG_INST_PTR, IARG_BOOL, TRUE, IARG_END);

    INS_InsertCall(ins, IPOINT_AFTER, (AFUNPTR)predictBranch,
        IARG_INST_PTR, IARG_BOOL, FALSE, IARG_END);
}
```

```
BOOL prediction = BP->predict(pc);
BP->update(direction, prediction, pc);
if (prediction)
{
    if (direction)
        takenCorrect++;
    else
        takenIncorrect++;
}
else
```





- 2. 测试与分析
  - 测试程序：SPEC CPU 2006
  - 填写测试表格，对比分析结果

准确率 预测器 bench- mark	bzip2	sjeng	wrf	sphinx3
预测器1				
预测器2				
锦标赛预测器				

- **题目1：实现其他预测器（+1分）**
  - 使用Pin实现除前述之外的任意分支预测器
  - 要求：
    - 复杂性不低于全局历史预测器
    - 测试预测准确率
    - 在实验报告中介绍原理、分析优劣、描述实现、分析测试结果



- 题目2：实现分支目标预测（+2分）
  - 修改必做题的锦标赛预测器代码，使其支持分支目标地址的预测
  - 要求：
    - 测试预测准确率
    - 在实验报告中，将设计思路、测试结果列成表格并分析实验结果
  - 关键：获取分支指令的目标地址
    - IARG\_BRANCH\_TARGET\_ADDR



- 检查指令依赖距离分布图
- 将**源码**、**实验报告**打包提交
  - 命名规则：**学号\_姓名\_ARCH实验2.zip**
  - 提交方法：<https://hitsz-cslab.gitee.io/arch/ojguide>
  - Deadline：下周同一上课时间前
- 附加题：将设计思路、关键代码等写入报告，与源码一起打包提交（**+1~2**分）





# 开始实验



HITSZ 实验与创新实践教育中心  
Education Center of Experiments and Innovations, HITSZ