



南京航空航天大学

Nanjing University of Aeronautics  
and Astronautics

# 第一届龙芯杯参赛始末与分享

——南京航空航天大学计算机科学与技术学院



冯爱民

amfeng@nuaa.edu.cn

2018/5/14



# 再现时刻



- 参赛高校40多所
- 70多支队伍
- 学生人数280+
- 老师人数140+
- 20支队伍晋级决赛

- 南航预赛**第10名**晋级A组
- 决赛最终**第7名**收官
- **唯一一支211院校**

- 其他9支分别来自清华1、北航2、南大2、西工大2、武大1、国科大1六所985院校

# 目录

CONTENTS



- 1 参赛背景
- 2 组队报名——天地人
- 3 预赛——暑假主题曲
- 4 决赛方案——剑走偏锋
- 5 收官——而今迈步从头越

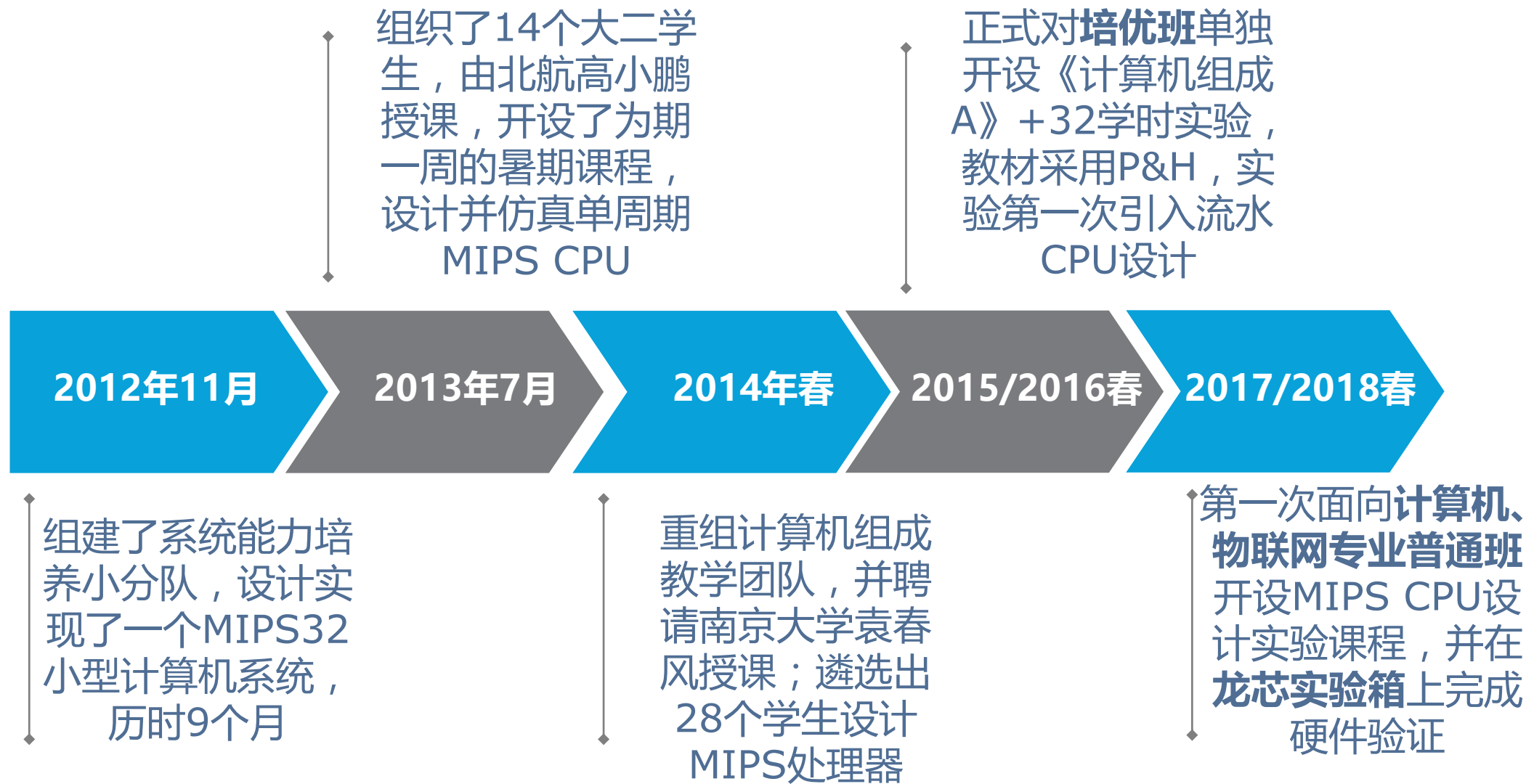


## 第一部分

参赛背景：  
多年的系统能力培养之路



## 系统能力培养持续改进





## 计算机组成实验架构

语言	MIPS汇编	MIPS 32 CPU设计及FPGA下载验证	Mars环境下用MIPS汇编编写程序（冒泡/递归）
	Verilog		9条指令单周期CPU设计及功能仿真
工具	Mars		Verilog HDL设计功能部件及FPGA证
	Modelsim		加法器 寄存器 ALU 存储器 乘法器
	ISE/Vivado		36条指令单周期CPU设计及FPGA验证（物联网）
			9条指令基本流水CPU设计及功能仿真（培优）
理论	MIPS指令		转发及冒险的45条指令流水CPU设计及FPGA验证
	单周期CPU		
	流水CPU		



# 实施效果

## 学生

- 掌握了1门HDL语言，2个EDA工具（Modelsim/ISE/Vivado）
- 借助GCC编译，从ISA角度比较C语言生成IA32/MIPS32汇编程序
- 践行了并行化编程，**跨越了从原理到设计实现的鸿沟**，将实践能力培养变成具体可实施



## 学院

- 有力的支撑了学院的工程认证
- 使复杂问题求解有据可查
- 学院教改的重要指向



## 学校

获江苏省教学成果二等奖/工信部优秀教学团队  
教指委系统能力培养试点学校/龙芯系统能力培养试点单位





## 第二部分

## 组队报名——天地人



# 人和？队伍人员最初构成



## 指导老师

冯爱民、另一操作系统老师

## 培优班组队

队长：大四培优班高龔

## 组员1

实验中表现优异的赵同学

## 组员2/3

实验中表现不错的两女生

## 物联网专业组队

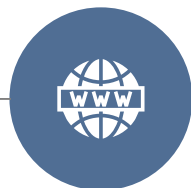
队长：普通班的大三张同学

## 组员

实干干将宗华、张靖棠

## 标题文本预设

培优班一男生



# 人會：（ 50天后的队形



指导老师

冯爱民

物联网专业组队

队长：大四培优班高龔（北京）

组员

实力干将宗华、张靖棠



# 地利！！！龙芯杯赛前培训南航承办



时间：2017年6月1-2号  
内容：今天扩展版  
提供了全程录像，网上提供培训视频

## 第一届全国大学生计算机系统能力培养大赛（龙芯杯）拉开帷幕，南京技术培训人气爆棚

龙芯中科 2017-06-06

: 264

全国大学  
航学院  
只极参加

大赛，旨  
新实践能  
开合作的

完学生介  
系统能力

全国大学生计算机系统能力培养大赛（以下简称“大赛”）是以学科竞赛推动专

业建设及培  
未来我国计  
养其团队协  
交流、展示  
本次  
单位北京航  
科技(Imag  
靠技术和产  
大赛  
委会在201  
天大学的大  
疑点。技术  
厅座无虚席，还进行了几次加座。虽然南京天气炎热，但两天高强度的技术培训大多



由江苏  
生计算机系  
成功举办。  
了培训会，

大赛是  
在检验系统  
力，培养其  
健康快速发

结合培  
绍了龙芯公  
认知水平。

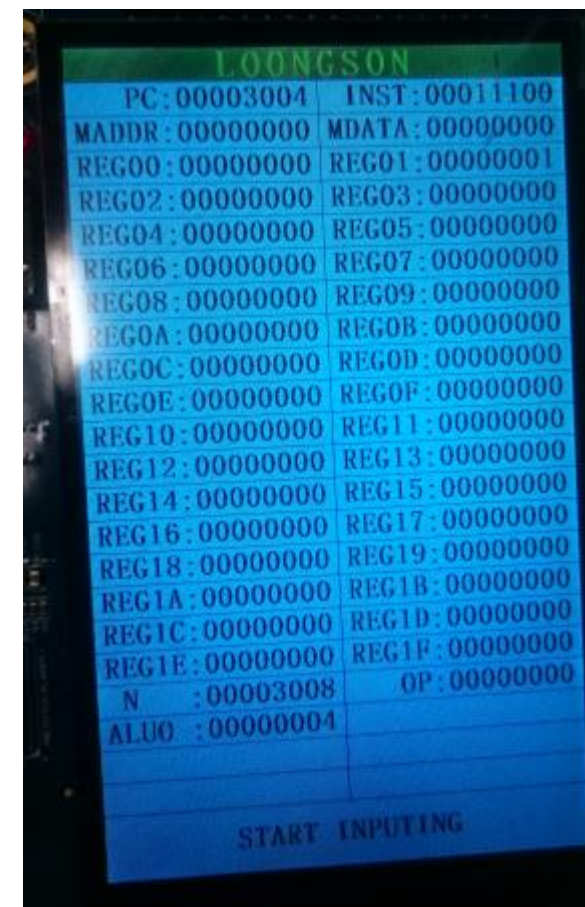
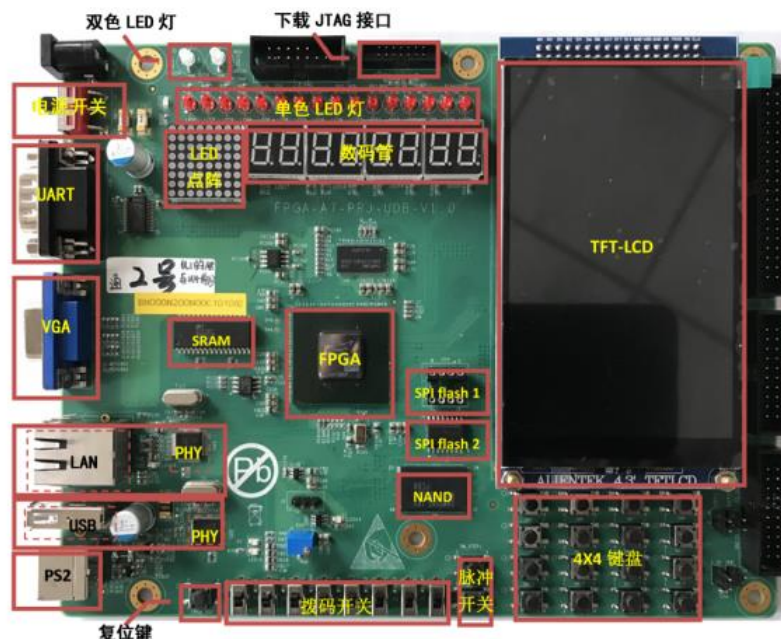
本次活



## 天时... 龙芯试验箱使用进行时 (物联网专业)

### 36条指令单周期CPU设计及FPGA验证

- addu, subu, sltu, ori, addiu, lw, sw, beq, j
- slt, and, nor, or, xor, sll, srl, bne, lui, jalr, jr, sllv, sra, srav, srlv, slti, sltiu, bgez, bgtz, blez, bltz, lb, sb, lbu, andi, xori, jal
- 单兵作战, 当面答辩





## 天时... 龙芯试验箱使用进行时 ( 培优班 )

45条带转发与冒险的指令流水CPU设计及FPGA验证

- 在前述36条基础上增加
  - 乘法的5条指令  
MULT/MFLO/MFHI/MTLO/MTHI
  - CP0的4条指令  
MFC0/MTC0/ SYSCALL/ERET
- 采取团队合作方式, 2-3人一组

### 五、试验完成时间安排

一开始, 我们整理了 45 条指令

代码。第四天, 也就是 25 号

试程序, 午餐晚餐都是订的

十一点多, 我们根据所给的

我们到宿舍的时候已经快两

考完后, 从下午到晚上 11 点

才全部调试成功。





### 第三部分

## 预赛——暑假主题曲

预赛重要log&milestone



- 7月17日：组会，被另一组告知退出：（
- 7月19日：测试遭遇问题，求助依元素
- 7月20日：北京高龔队长正式加入，负责展示方案设计，退赛队伍实验箱寄送北京同步工作
- 7月23日：FPGA 下硬件成功，记忆小游戏程序成功运行，功能测试全部通过
- 7月31日：参加龙芯的第二次培训：网络直播，开启性能测试
- 8月20日：提交预赛代码
- 8月29日：预赛结果公布，第10名进入决赛A组

第一届全国大学生计算机系统能力培养大赛（龙芯杯）  
第一届全国大学生计算机系统能力培养大赛（龙芯杯）  
决赛B组入围名单  
决赛A组入围名单

序号	参赛队			预赛复核				
	参赛队	参赛学生	指导老师	周期	频率比值	检查性能	功能分	性能分
1	重庆大学计算机学院2队	卢柏松、赵小强、耿瑞年、袁索鑫、吕俊峰、张坤将、黄仕	2.7569	26.526	12.393	102420	100100	2.757561
2	清华大学物理学院与核技术系1队	张宇翔、农珊珊、魏嘉乐、苏梓培、梁宏索	栗涛	100	2.69	24.75	12.389	1021100
3	南京理工大学计算机科学与技术系1队	丁浩然、陈嘉麟、陈锦赐、薛彬	李俊、蒋炎	100	2.272	19.25	3.383	007063
4	北京航空航天大学计算机学院	方科、李力、李力、李力、李力、李力	李力	100	2.090	16.368	2.839	10247
5	武汉大学计算机学院	王业鑫、李业鑫、李业鑫、李业鑫、李业鑫、李业鑫	李业鑫	100	3.63/1.8	10	3.333	0.607
6	西安电子科技大学计算机学院2队	许东浩、刘佳怡、李业鑫、李业鑫、李业鑫、李业鑫	李业鑫	100	1.746	23	1.449	1.205
7	华南理工大学计算机学院1队	刘康、张健、方林、刘佳怡、刘佳怡、刘佳怡	刘康	100	1.746	23	1.449	1.205
8	华中科技大学计算机科学与技术学院2队	谭弘、徐文、彭程、张亚浩、廖鑫	谭弘	100	2.29	80.5	0.417	008248
9	南京航空航天大学计算机科学与技术学院2队	刘博、赵博、田博、欧博、程博、蒋炎	刘博	100	1.53	17.03	1.957	0.853
10	南京航空航天大学计算机科学与技术学院1队	高龔、唐博、张靖、赵庆宇、董鑫	高龔	100	4049	2029.3	1.650	008585
	东北大学计算机科学与工程学院1队	丰玉霖、张旭、金敏鹏、宋凯	张高原、聂铁铮	57.5	0.580	0.906	100	0.525





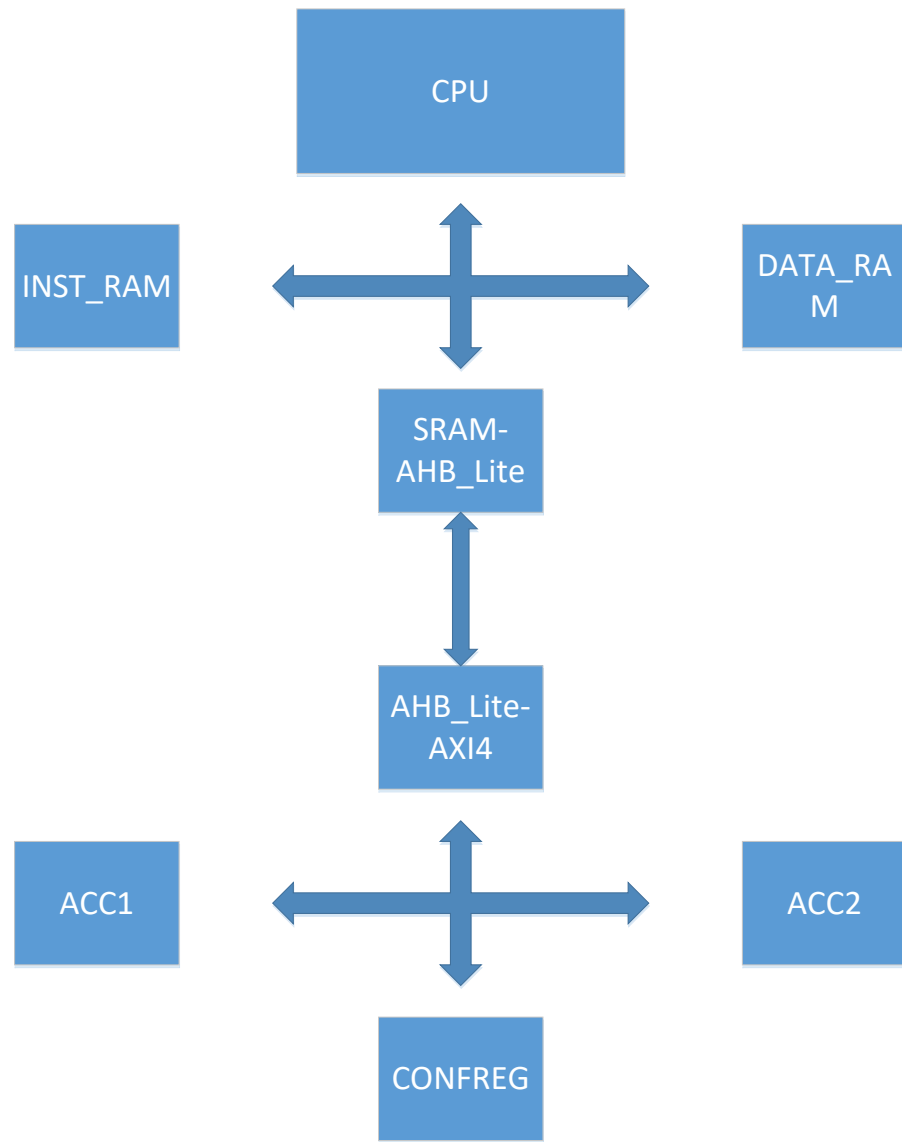
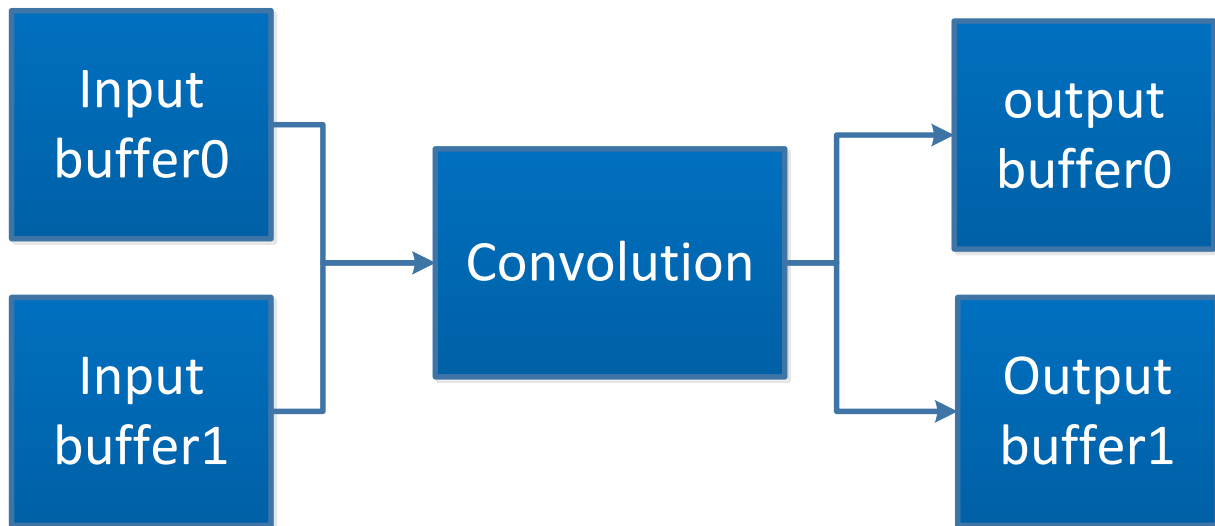
## 第四部分

# 决赛方案——剑走偏锋

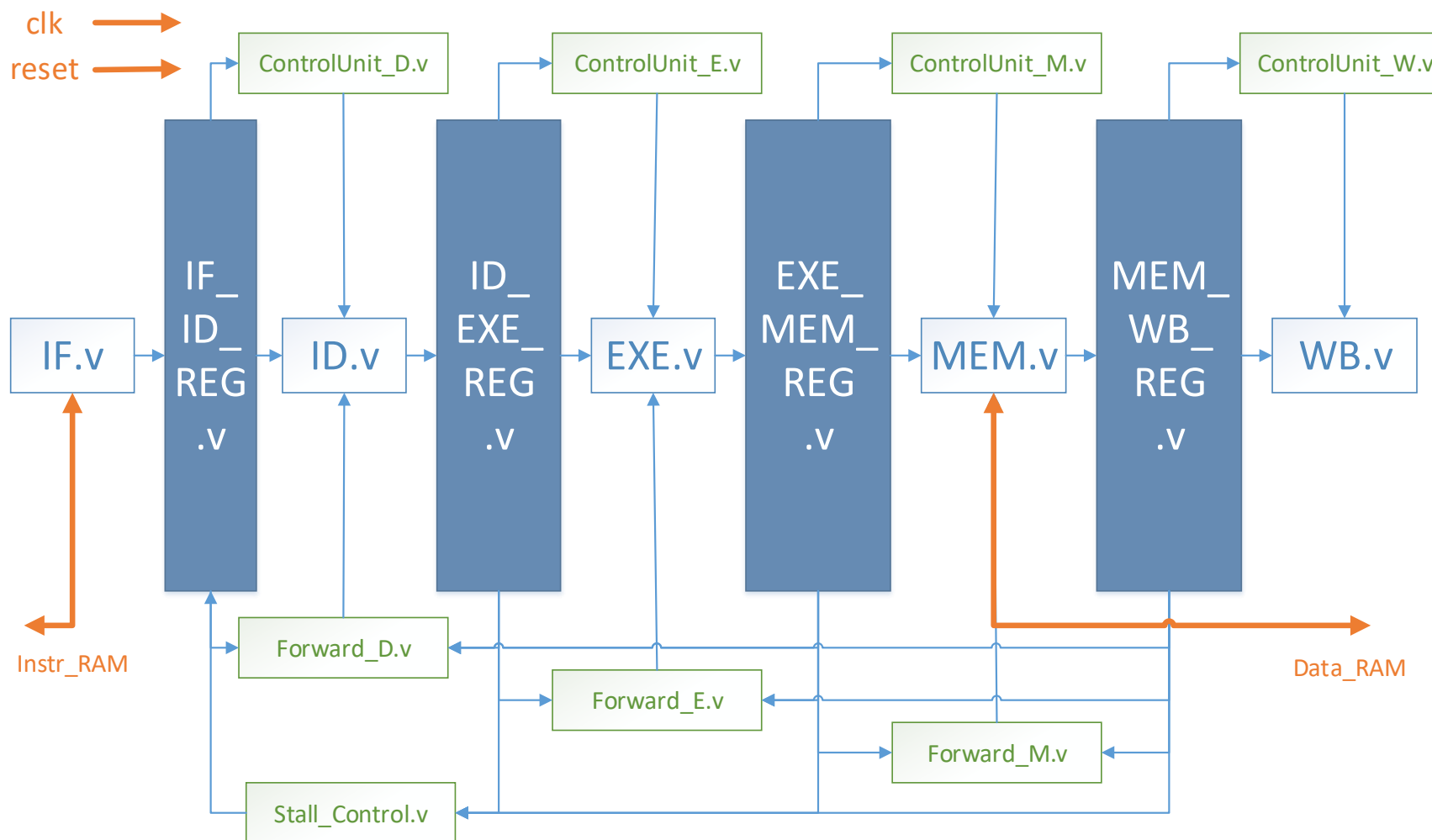
# 异构深度学习计算系统设计

**目标：**面向物端数据实时处理的轻量级深度学习计算系统

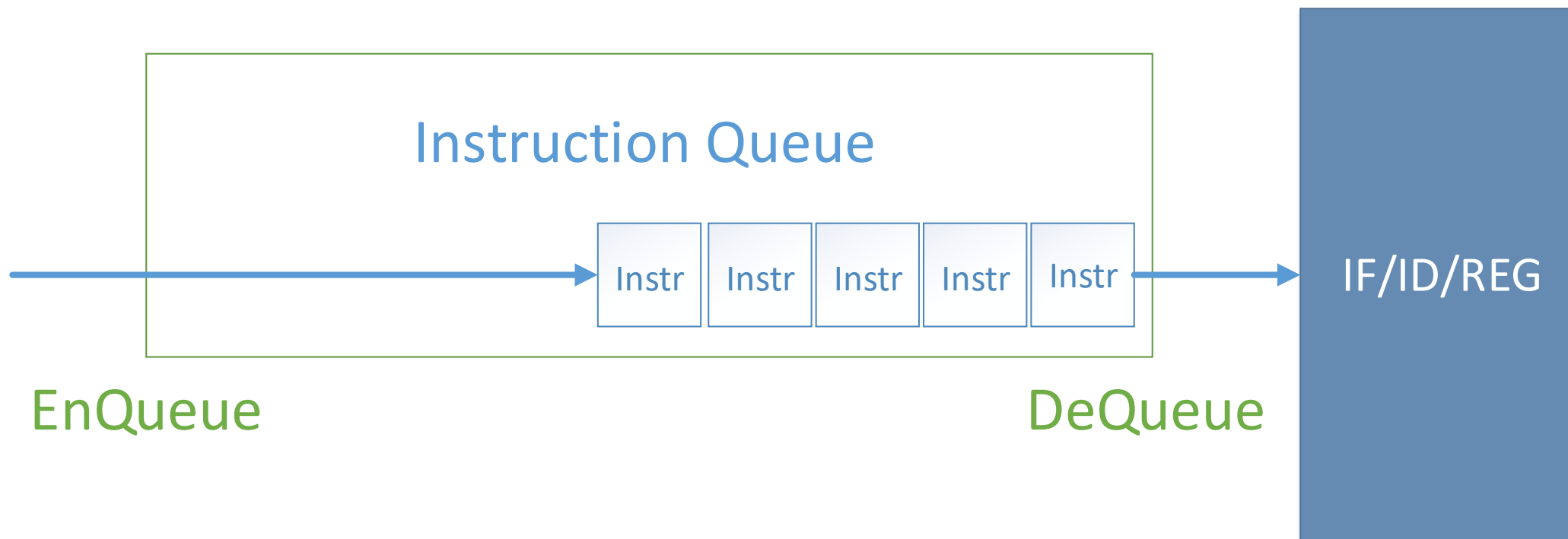
- 通过FPGA设计卷积神经网络加速器，满足卷积神经网络应用实时预测的计算
- MIPS核作为控制器，主要进行计算过程控制和数据重组工作



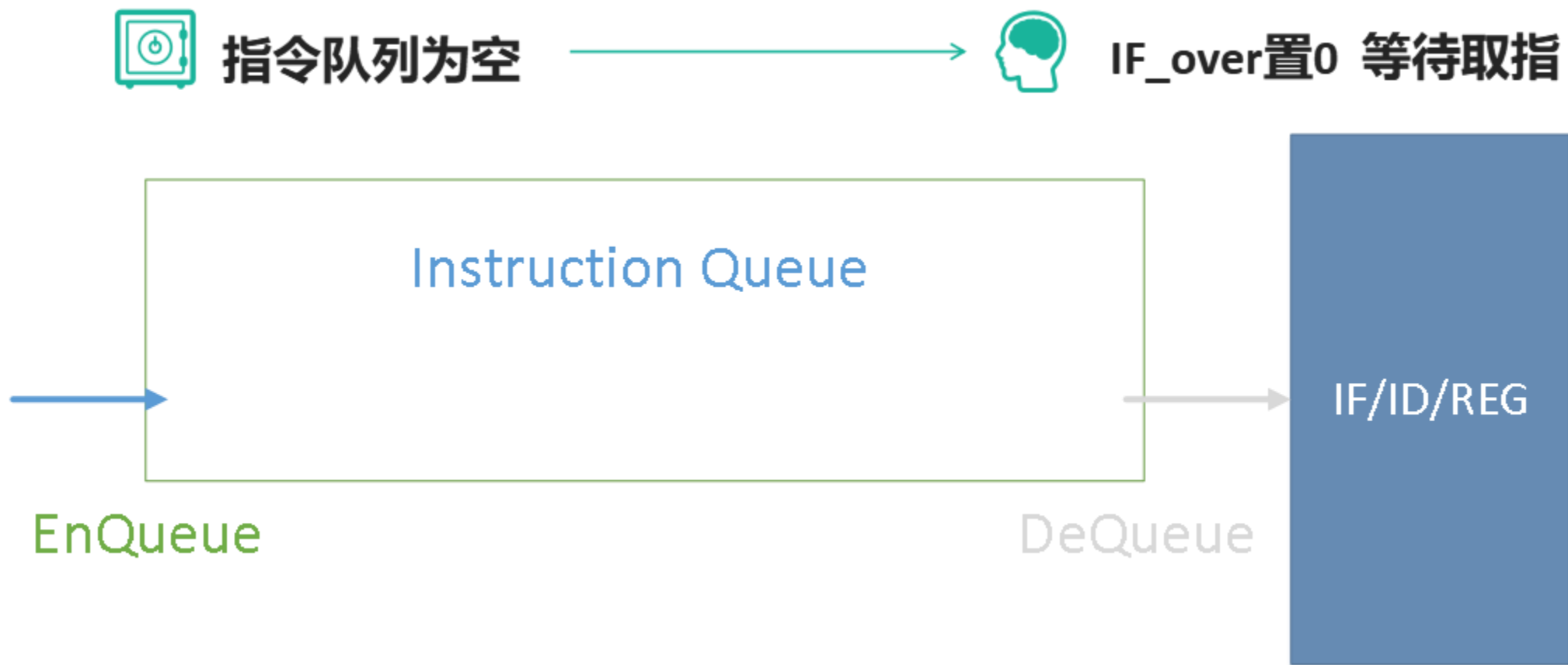
# CPU设计——五级流水



# CPU设计-访存的优化



# CPU设计-访存的优化



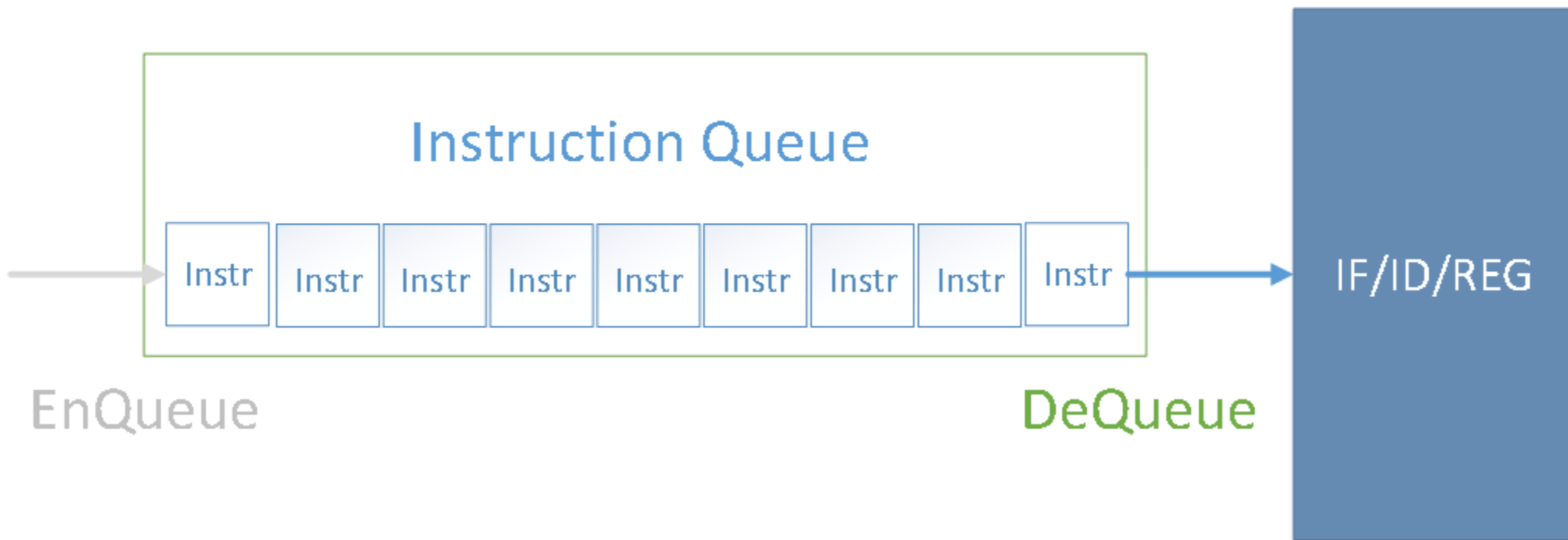
# CPU设计-访存的优化



指令队列已满



冻结PC 暂停取指  
放空指令队列至队长1/3



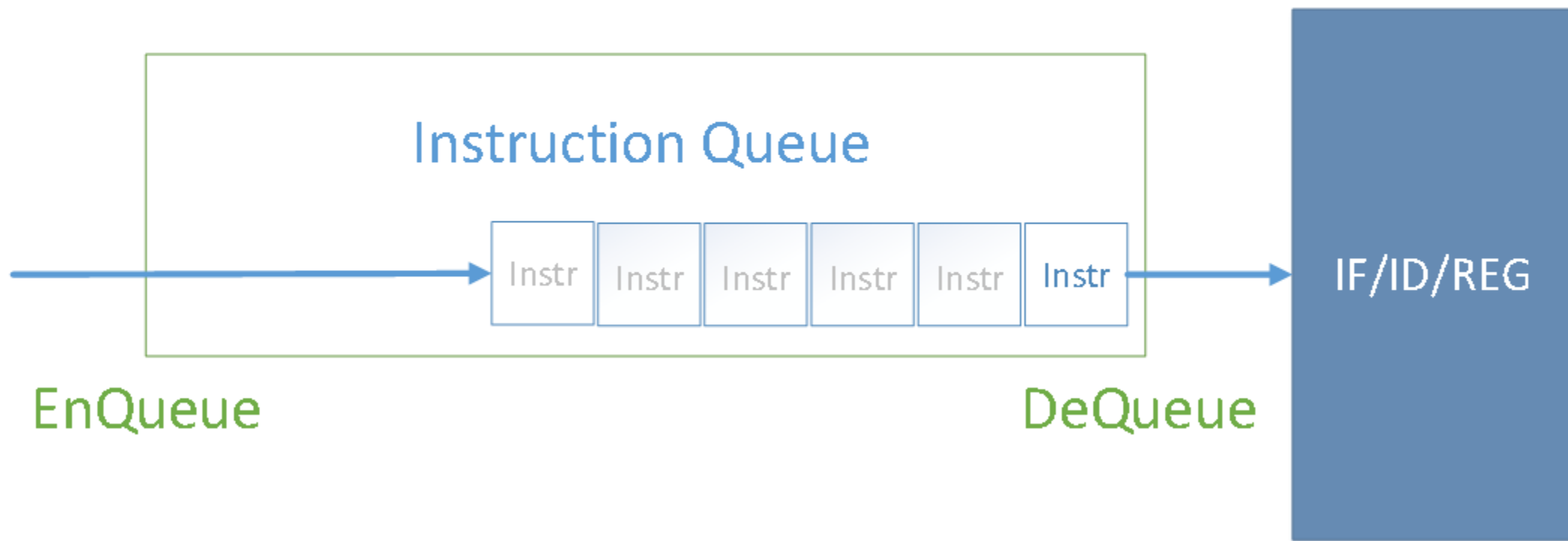
# CPU设计-访存的优化



指令非顺序执行

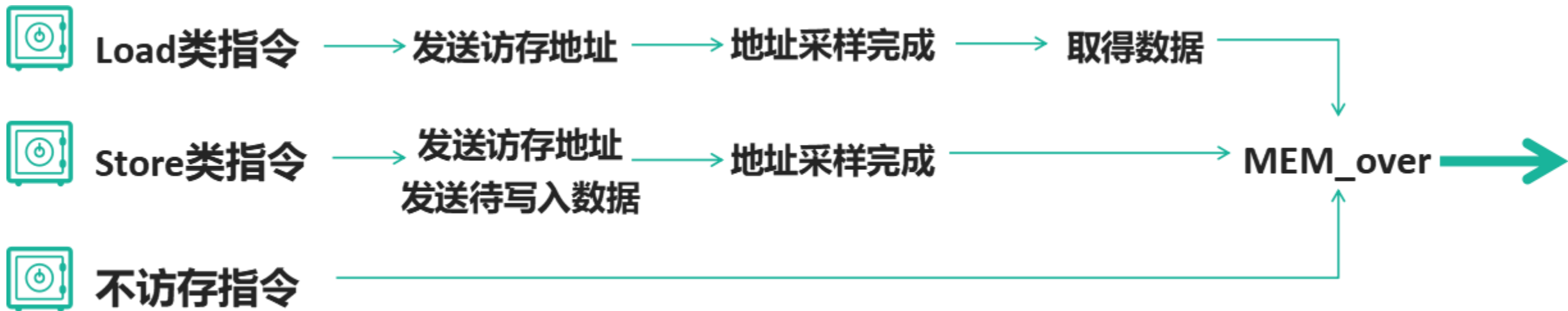


保证延迟槽指令正确执行  
清空指令队列 重新取指

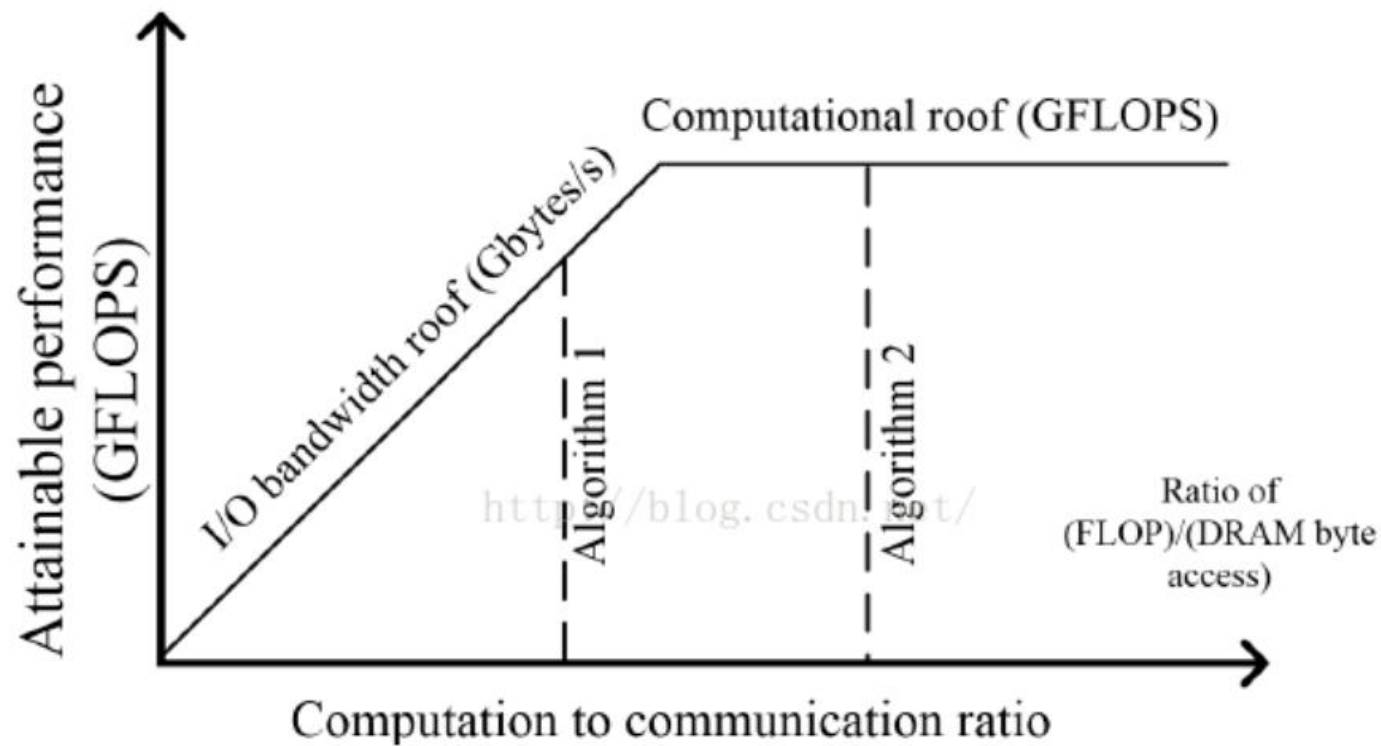




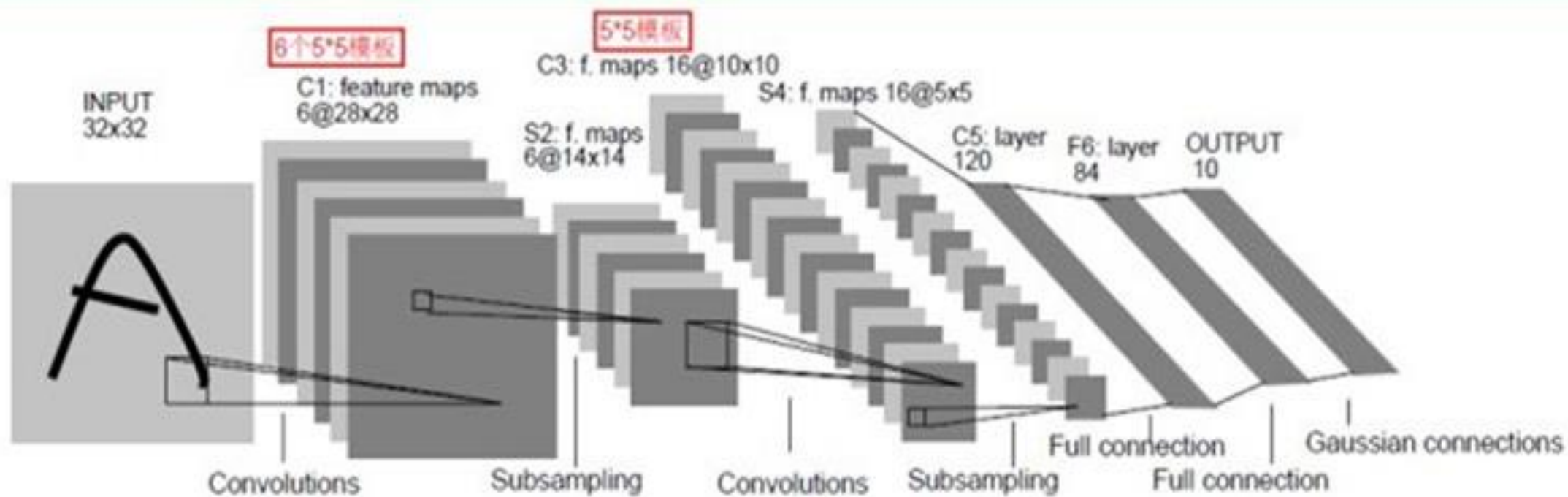
# CPU设计-访存的优化



# 加速器设计



# 计算-一个典型CNN的结构

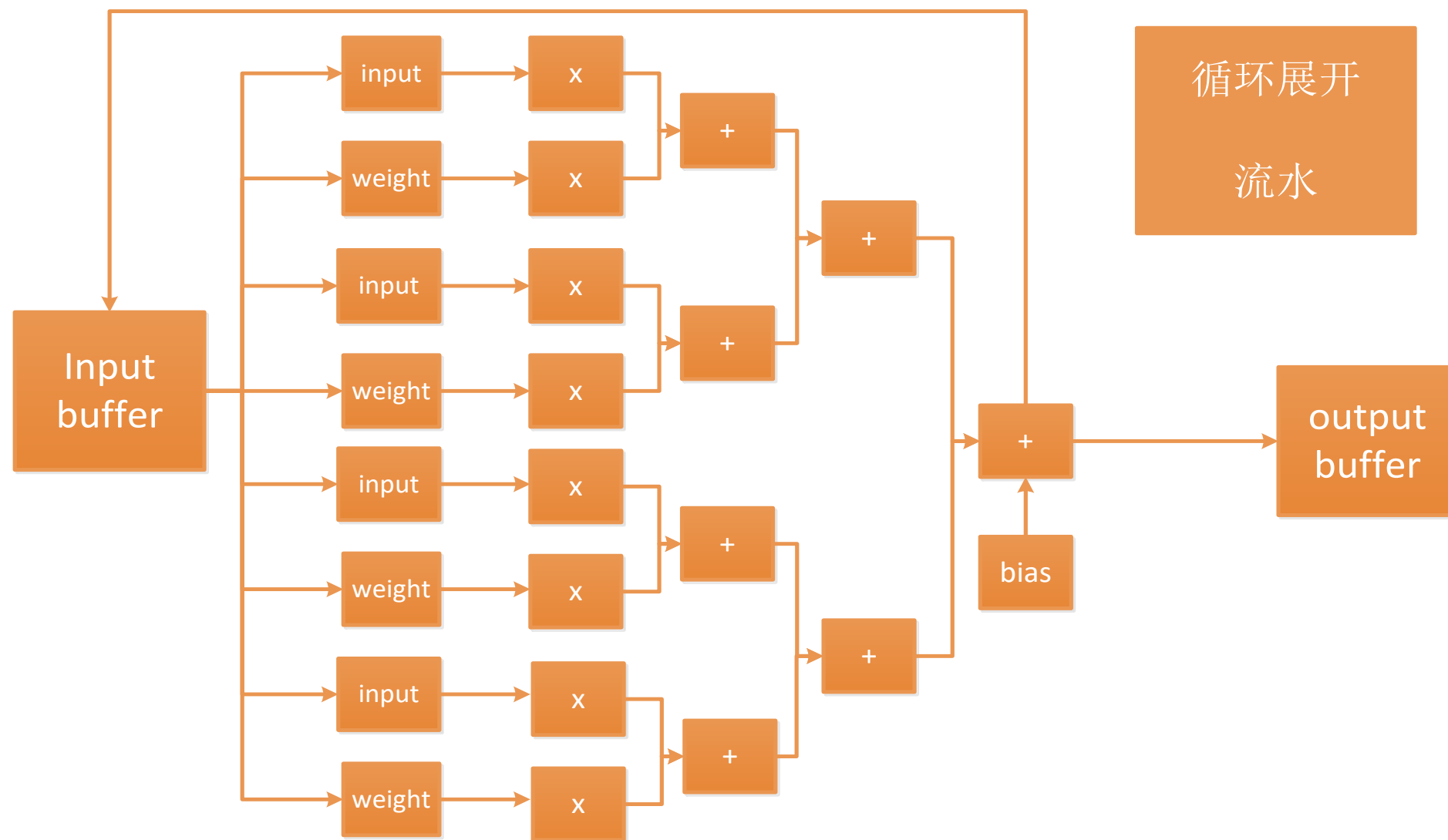


# 计算-卷积层计算特征

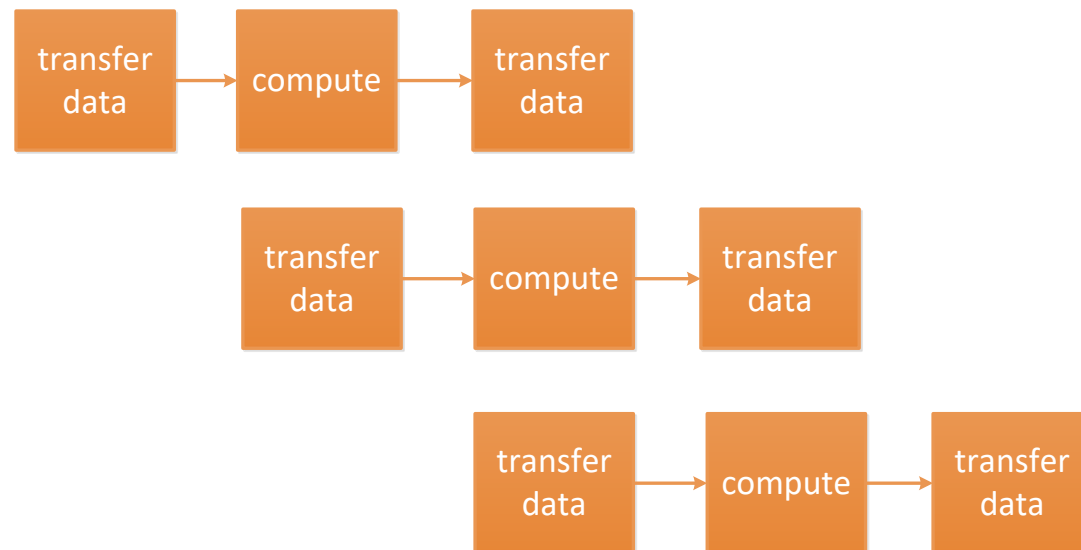
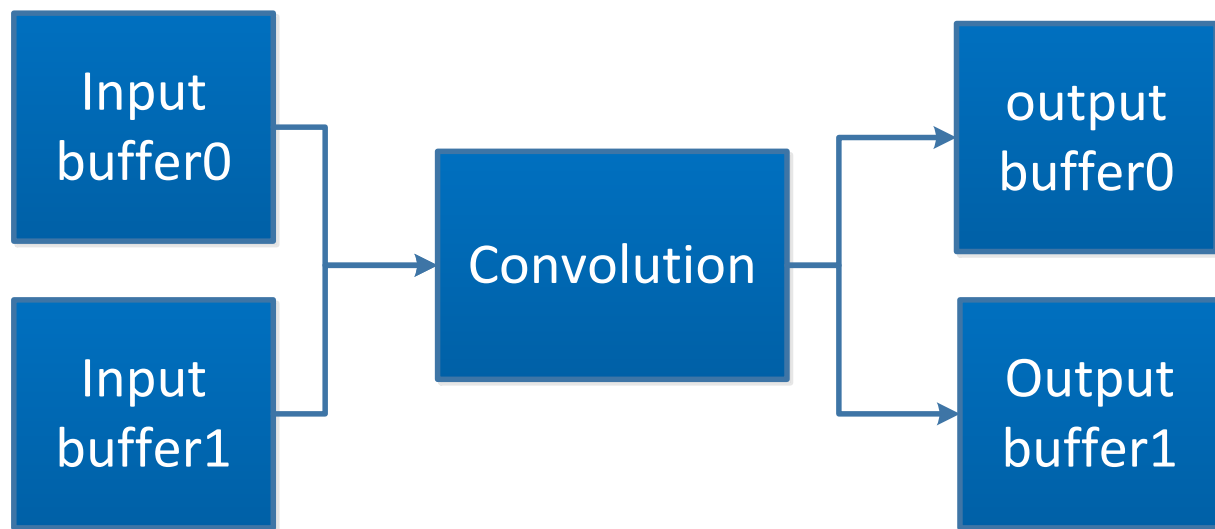
[cpp] [view plain](#) [copy](#) [print](#) ?

```
01.  for(row = 0; row < R; row ++)  
02.  {  
03.      for(col = 0; col < C; col ++)  
04.      {  
05.          for(to = 0; to < M; to ++)  
06.          {  
07.              for(ti = 0; ti < N; ti ++)  
08.              {  
09.                  for(i = 0; i < K; i++)  
10.                  {  
11.                      for(j = 0; j < K; j++)  
12.                      {  
13.                          output_fm[to][row][col] += weights[to]  
14.                          [ti][i][j] * input_fm[ti][S * row + i][S * col + j];  
15.                      }  
16.                  }  
17.              }  
18.          }  
19.      }
```

# 计算-计算阵列设计



# 访存-双缓存优化



# 实验说明

- 采用CNN lenet-5网络
- CNN模型通过tensorflow训练
- 通过C代码实现CNN预测过程
- conv1,conv2,conv3在加速器完成
- 对加速器的控制通过地址映射控制端口进行
- 识别结果通过数码管显示
- 通过计时器计算计算总共周期数

```
void SetStart(int toAcc, uint_32 data)
{
    int accbase;
    if (toAcc==0)
    {
        accbase = ACC0_BASE;
    }
    else
    {
```

```
uint_32 getAccStatus(int toAcc)
{
    int accbase;
    if (toAcc == 0)
    {
        accbase = ACC0_BASE;
    }
    else
    {
        accbase = ACC1_BASE;
    }

    uint_32 *ap_status = accbase + ADDR_AP_CTRL;
    return *ap_status;
}
```

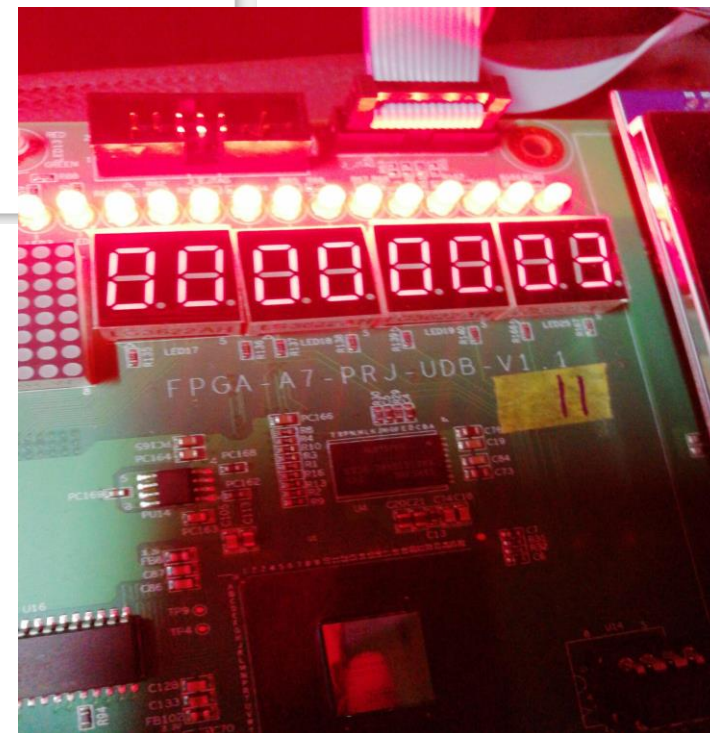


# 正确性测试

测试SOC预测结果与tensorflow预测结果的区别

共测试100张不同图片，正确率为99%

经过分析，其中识别失败的一张是因为量化的溢出导致





## 第五部分

# 收官——而今迈步从头越

# 赛后花絮





## 第二届龙芯杯队员招募中



- 2018图灵奖得主——Hennesy&Pattenson
- 中兴事件——自主可控的芯片设计是民族之殇
- 寒武纪芯片——讲述时代故事，激励学生斗志

### 目前组队情况

- 培优班已有2名培优班女生报名，
- 设置门槛值，采用饥饿营销模式，譬如1名女生就在等待答复中

## ●更多大戏，期待进一步交流





**谢谢**

**请各位同行/同学批评指正！**

Blue Concise General Academic Graduation Defense Template