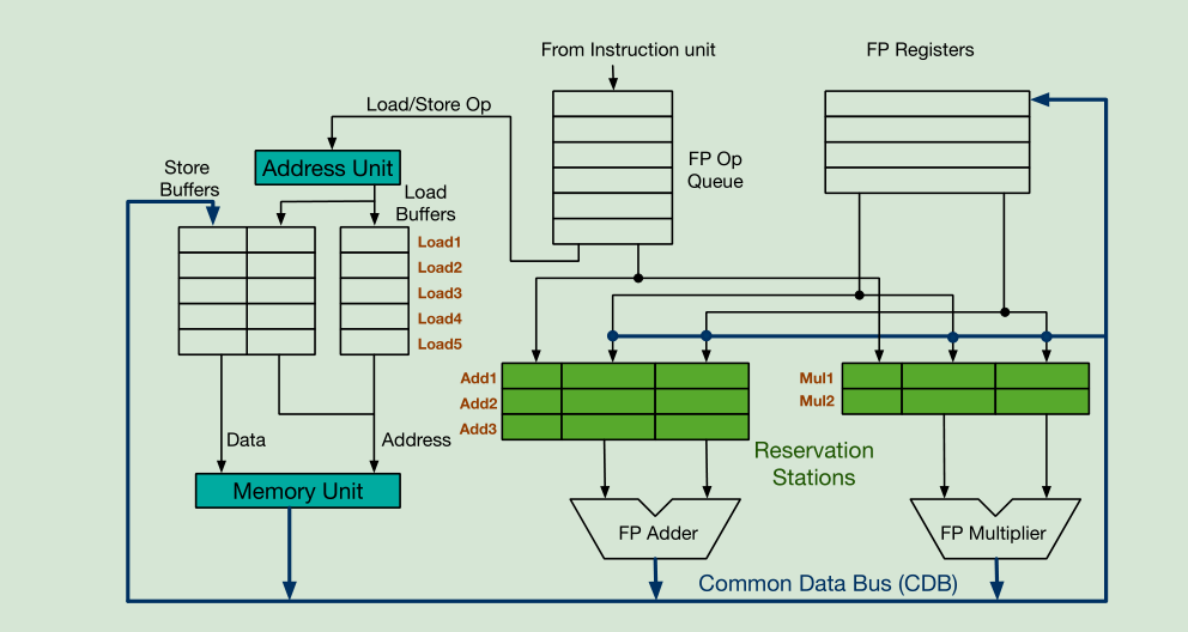
2022 Spring 体系结构回忆版

1. 乱序执行

考察Tomasulo with ROB，**作业原题**

试卷图参考



1. ROB有什么作用？解释ROB entry各参数的意义
2. 指令在什么阶段广播？会发送什么到CDB上？CDB为什么不直接与浮点寄存器堆相连？
3. 参考乱序执行作业，根据ROB、RS和FU的当前状态推导五条指令

   （题目描述几乎一致，第一条指令已经commit并且清空了RS、ROB entry的busy位也置0，第二条指令尚未广播）
4. 填写此时的ROB状态

2. VLIW

几乎也是**作业原题**

计算$(((a4 * x + a3) * x + a2) * x + a1) + a0$

1. 给出了Horner's method的一串指令（共8条）
   1. 画数据流图
   2. 找到数据冒险，并且判断类型
   3. 一条VLIW可以调度三条指令，所有指令都可以一周期内完成，求8条指令的总执行周期数
2. 优化了指令序列（共10条）
   1. 找到数据冒险，如果有WAW和WAR类型的冒险，则修改避免此冒险
   2. 求此时用VLIW需要的执行周期数，并说明为什么优化后指令条数变多，执行效率却更高

3. 分支预测

1. 解释BTB entry中，索引、tag的意义和具体的位数

   机器为32位，BTB采用2位饱和分支预测器，表格大致如下

BTB index	valid	tag	target PC	state
0	0	…	…	00
1	1	0CFFD	0CFFD00C	01
…	…			
1023	1	0CFFC	0CFFD008	11

2. 给定指令序列如下（**作业原题**）

   初始时R3 = 5, R5 = R6 = 0, R2 = 0x80001000，此处对应的整数数组为[5, 2, 7, 2, 6, 4, 3, 5, 9, 2]

   指令op r1, r2, r3中，r1为目的寄存器，r2、r3为源寄存器，I-type指令类似处理

   beqz当标志位ZF=0时跳转，bnez为非零跳转，j为无条件跳转

```
loop:
    lw R1, 0(R2)
    andi R4, R1, 1
b_1:
    beqz R4, l_3
    add R5, R5, R1
    j l_4
l_3:
    add R6, R6, R1
l_4:
    subi R3, R3, 1
    addi R2, R2, 4
b_2:
    bnez R3, loop
```

   1. 分析程序功能，求出完成程序后R5、R6的值
   2. 填写分支预测表（和作业类似）
   3. 计算全局分支预测准确率
   4. 如果想优化b_2分支，应该如何进行？如果采用全局预测，有什么缺点
   5. 如果机器支持推测执行（Predicated Execution），ADDEQ表示当标志位表示相等时执行此步，ADDNE表示不相等时执行此步，请优化上述指令，并且说明为什么采用推测执行有利于优化程序

4. DRAM

DRAM读取行用时50ns，采用row buffer以后，在Row buffer内读取时延较小，为20ns

在某个时刻t=0，A、B、C三个线程同时发送以下访存请求给DRAM, 到达DRAM的顺序如下（均在t=0到达），其中AR1表示A线程请求访问第一行，AR2表示A线程请求访问第二行

请求顺序	请求行
A	3
A	2
A	1
B	7
A	4
C	7
B	1
A	1

1. 采用FCFS的排序，不使用row buffer，求三个线程的时延以及平均时延

   时延指从开始请求到线程的最后一个请求完成

   表格如下

请求名字	访存时延	累计时延
AR3	50	50
AR2	50	100

2. 采用Row buffer的调度模式

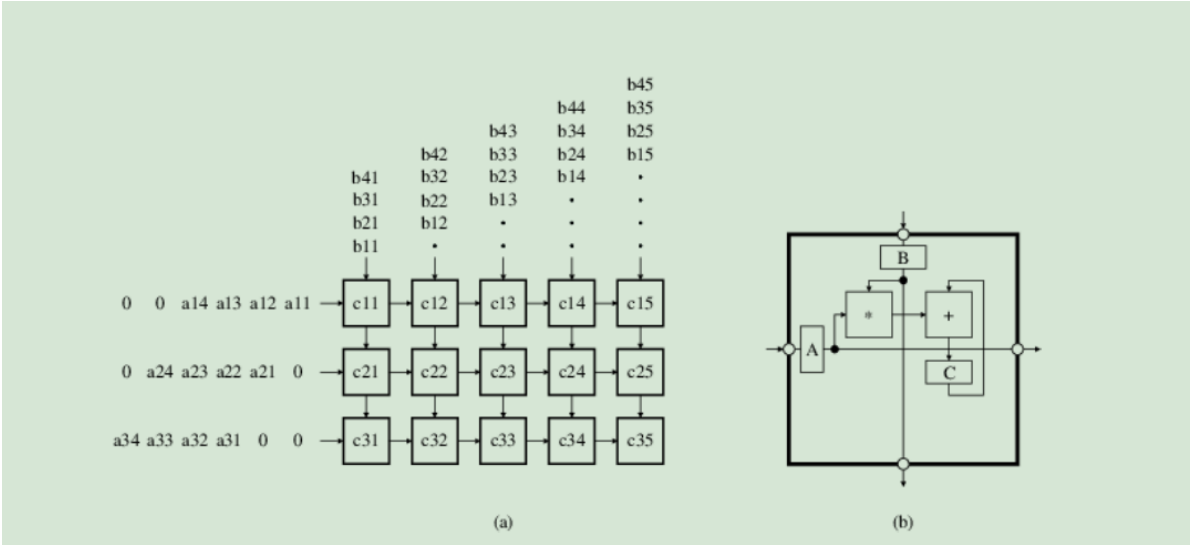
请求名字	访存时延	累计时延

3. 采用Row buffer，最小化平均时延

请求名字	访存时延	累计时延

5. 脉动阵列

脉动阵列用于计算两个矩阵的相乘



脉动阵列的解释自行参考wiki

题目中给出的初始矩阵是3x3的矩阵，即上图去掉最后两列

Part1问题：

1. 为什么硬件加速器使用脉动阵列？和传统的并行计算单元各自独立地读取和写回寄存器相比，有什么优势
2. 求第三周期时脉动阵列各单元正在计算的数值（只用写$aik * bkj$的形式，无需考虑累加器）
3. 证明第三周期结束，C11输出了正确的矩阵结果
4. 完成3x3矩阵计算需要多少周期？推广到nxn矩阵呢？

Part2问题：

采用循环移位的脉动阵列,移动方向为$a_{i,n} -> a_{i,0}$ $b_{n,j} -> b_{0,j}$

1. 简单说明为什么循环移位可以计算出正确的矩阵相乘
2. 求第二第三周期时每一个PE正在计算的数值（和Part1 2一样）
3. 完成3x3矩阵计算需要多少周期？推广到nxn矩阵呢？