

Homework 5

PB19051183 吴承泽

1

1.这个内核的运算密度为多少 (注:运算密度指运行程序时执行的浮点运算数除以主存储器中访问的字节数)?

访问的字节数: 读字节 + 写字节 = $(300 * 2 + 300 * 4) * 4 = 7200$

执行的浮点运算数: $300 * 6 = 1800$

运算密度: $1800 / 7200 = 0.25$

2.将此循环转换为使用条带挖掘(Strip Mining)的VMIPS汇编代码。

```
        LI      VL,44
        LI      R1,0
loop:   LV      V1,Ra_re+R1
        LV      V3,Rb_re+R1
        MULTV   V5,V1,V3
        LV      V2,Ra_im+R1
        LV      V4,Rb_im+R1
        MULTV   V6,V4,V2
        SUBTV   V5,V5,V6
        SV      R6,Rc_re+R1
        MULTV   V5,V1,V4
        MULTV   V6,V2,V3
        ADDTV   V5,V5,V6
        SV      R7,Rc_im+R1
        BNE     R1,0,else
        ADDI    R1,R1,#44
        LI      VL,64
        JUMP    Jump
else:   ADDI    R1,R1,#256
Jump:   BLT     R1,1200,loop
```

3.假定采用链接和单一存储器流水线, 需要多少次钟鸣?每个复数结果值需要多少个时钟周期(包括启动开销在内)?

第一次循环钟鸣:

```
1:      LV      #Load a_re
2:      LV      #Load b_re
3:      MULTV   #MUL a_re,b_re
        LV      #Load a_im
4:      LV      #Load b_im
        MULTV   #Mul a_im,b_im
5:      SUBTV   #Sub a_re*b_re-a_im*b_im
        SV      #Store c_re
6:      MULTV   #a_re * b_im
        LV      #Load next a_re
7:      MULTV   #Mul b_re*a_im
        LV      #Load next b_re
8:      ADDTV   #Add a_re * b_im + a_im * b_re
        SV      #Store r_im
```

第一次单个循环中一共包含8次钟鸣。

由于连接技术从而编号6,7的钟鸣中MULTV执行完后可以预先执行在后一个循环中预先执行LV指令, 后续循环钟鸣可以节省最开始的两次LoadVector:

```

1:      MULTV
      LV
2:      LV
      MULTV
3:      SUBTV
      SV
4:      MULTV
      LV
5:      MULTV
      LV
6:      ADDTV
      SV

```

后续循环仅需要六次钟鸣。(最后一次循环中没有4,5中的LV)

而 $300/64$ 取上整为5, 即五次循环, 即一共 $8 + 4 * 6 = 32$ 次钟鸣。

总执行时间如下: (假设 T_{loop} 均为0) (在同一钟鸣多条指令中没有结构相关和数据相关时并行)

$$\begin{aligned}
 T_n &= \lceil \frac{n}{MVL} \rceil * (T_{loop} + T_{start}) + N_{chime} \\
 &= 3 * (15 + 15 + 8 + 5 + 15 + 15 + 15 + 5 + 15) + 6 * 256 + (15 + 15 + 8 + 5 + 15 + 15 + 15 + 5 + 15) + 8 * 44 \\
 &\quad + (15 + 15 + 8 + 5 + 15 + 8 + 8 + 5 + 15) \\
 &= 2414
 \end{aligned}$$

每个复数结果值 (300个复数) 需要:

$$T_{avg} = \frac{TotalCycle}{num} = \frac{2414}{300} = 8.047$$

4.现在假定处理器有三条存储器流水线和链接。如果该循环的访问过程中没有组冲突, 每个结果需要多少个时钟周期?

第一次循环钟鸣:

```

1:      LV
      LV
2:      MULTV
      LV
      LV
3:      MULTV
4:      SUBTV
      SV
5:      MULTV
      LV
6:      MULTV
      LV
7:      ADDTV
      SV

```

第一次循环中包含七个钟鸣。

由于连接技术从而编号6,7的钟鸣中MULTV执行完后可以预先执行在后一个循环中预先执行LV指令, 后续循环钟鸣可以节省最开始的两次LoadVector:

```

1:      MULTV
      LV
      LV
2:      MULTV
3:      SUBTV
      SV
4:      MULTV
      LV
5:      MULTV
      LV
6:      ADDTV
      SV

```

后续循环仅需要六次钟鸣。(最后一次循环中没有4,5中的LV)

总执行时间如下：(假设 T_{loop} 均为0)

$$\begin{aligned} T_n &= \lceil \frac{n}{MVL} \rceil * (T_{loop} + T_{start}) + N_{chime} \\ &= 3 * (15 + 8 + 5 + 15 + 15 + 15 + 5 + 15) + 6 * 256 + (15 + 15 + 8 + 5 + 15 + 15 + 15 + 5 + 15) + 7 * 44 \\ &\quad + (15 + 8 + 5 + 15 + 8 + 8 + 5 + 15) \\ &= 2310 \end{aligned}$$

每个复数结果值 (300个复数) 需要:

$$T_{avg} = \frac{TotalCycle}{num} = \frac{2310}{300} = 7.7$$

2

假定一个虚设 GPU 具有以下特性:

- 时钟频率为 1.5GHz
- 包含 16 个 SIMD 处理器, 每个处理器包含 16 个单精度浮点单元
- 片外存储器带宽为 100GB/s

问题:

1.不考虑存储器带宽, 假定所有存储器延迟可以隐藏, 则这一 GPU 的峰值单精度浮点吞吐量为多少 GFLOP/s?

吞吐量: $16 * 16 * 1.5G = 384GFLOPS/s$ 。

2.在给定存储器带宽限制下, 这一吞吐量是否可持续?

在一秒内可以吞吐 $16 * 16 * 1.5 * 10^9 * 4 * 3 = 4608GB/s$ 的浮点数据, 而显然100GB/s的带宽是不足以处理该吞吐量的。