

Homework 5 — October 21

Lecturer: Hu Weiwu

Completed by: Zhang Jiawei

5.1

图 5.6 的 CPU 包含运算器、控制器,南桥包含输入、输出,北桥包含控制器;

图 5.7 的 CPU 包含运算器、控制器,南桥包含输入、输出,北桥包含控制器、输出;

图 5.8 的 CPU 包含运算器、控制器,南桥包含输入、输出,北桥包含控制器、输出;

图 5.9 的 CPU 包含运算器、控制器,南桥包含输入、输出、控制器;

5.2

1. Skylake 采用了多级的执行单元,包括整数单元、浮点单元、加载/存储单元;支持 SIMD (单指令多数据) 指令集,如 AVX2 和 AVX-512,提升了并行运算能力;具有较大的重命名缓冲区(ROB)和调度队列,优化了指令调度和执行效率。
2. Zen 采用分离的整数和浮点执行单元,增强了单元的利用率;提供了更灵活的指令调度,允许指令在多个执行单元之间调度,优化了性能;引入了更大的 L1、L2 和 L3 缓存设计,提升了数据访问速度和内存带宽。

5.3

1. ROB 用于追踪指令的执行状态,确保指令的顺序执行,同时允许乱序执行。它可以暂时保存指令的结果,直到指令的所有依赖项都被解决,把指令从无序重新变为有序以保证正确性。
2. 保留站用于存储等待执行的指令,它在指令发射时起到缓存作用,把指令从有序变为无序以提高执行效率,允许指令在没有数据依赖的情况下被并行处理。
3. 重命名寄存器用于解决数据相关性问题。通过临时存储数据,可以消除由寄存器间的依赖导致的冲突,允许指令在不影响其他指令的情况下执行。

1. Intel Skylake 处理器

- (a) 重排序缓冲(ROB):224 项

- (b) 发射队列(保留站):

- i. 整数发射队列:97 项

- ii. 浮点发射队列:60 项

- (c) 重命名寄存器:

- i. 整数重命名寄存器:180 项

- ii. 浮点重命名寄存器:168 项

2. Zen 处理器

- (a) 重排序缓冲(ROB):192 项
- (b) 发射队列(保留站):
 - i. 整数发射队列:14 项
 - ii. 浮点发射队列:28 项
- (c) 重命名寄存器:
 - i. 整数重命名寄存器:168 项
 - ii. 浮点重命名寄存器:160 项

5.4

A 处理器的平均访问延迟为 $1 + 0.05 \times (30 + 0.2 \times 150) = 4$ 拍;
B 处理器的平均访问延迟为 $1 + 0.05 \times (20 + 0.25 \times (50 + 0.2 \times 150)) = 3$ 拍。
B 处理器的访问延迟更短。

5.5

采取关行策略,耗费时间恒为 $2 + 2 = 4$ 拍。

采取开行策略,若命中率为 70%,则耗费时间为 $2 \times 0.7 + 6 \times 0.3 = 3.6$ 拍;若命中率为 30%,则耗费时间为 $2 \times 0.3 + 6 \times 0.7 = 4.8$ 拍。

故命中率为 70% 时,采取开行策略更优;命中率为 30% 时,采取关行策略更优。

5.6

处理器和 IO 设备之间的通信有两种方式:PIO 和 DMA。

在 PIO 方式下,当需要从存储器中搬运数据到 IO 设备时,处理器首先从存储器中读数据到通用寄存器中,再从通用寄存器写数据到 IO 设备中;当需要从 IO 设备搬运数据到存储器中时,处理器要先从 IO 设备中读数据到通用寄存器,再从通用寄存器写入内存。

在 DMA 方式下,存储器和外设之间开辟直接的数据传送通道,数据传送由专门的硬件来控制。处理器先为 DMA 请求预先分配一段地址空间,然后设置 DMA 控制器参数(包括设备标识、数据传送的方向、内存中用于数据传送的源地址或目标地址、传输的字节数量等),再由 DMA 控制器发起对内存和设备的读写操作,控制数据传输,最后 DMA 控制器会向处理器发出中断信号以通知数据传输完成。

5.7

处理器和 IO 设备之间的同步有两种方式:查询和中断。

在查询方式下,处理器向 IO 设备发出访问请求后,需要不断读取 IO 设备的状态寄存器至读出结果为止。

在中断方式下,处理器不需要轮询状态寄存器的值,而是在等待设备完成某个操作时转去执行其他进程。当设备完成某个操作后,自行产生一个中断信号来中断处理器的执行。处理器被中断后,再去读取设备的状态寄存器。

5.8

1. 用户输入:用户通过鼠标或键盘发出翻页命令,以中断形式传入 CPU,CPU 接收到这一输入。
2. CPU 处理:
 - (a) 命令解析:CPU 进入中断处理程序,解析翻页请求,准备当前幻灯片的内容(文本、图像等)。
 - (b) 图形渲染请求:CPU 将需要渲染的数据发送给 GPU。

3. GPU 渲染:

- (a) 数据传输: CPU 通过总线将图形数据传输到 GPU。
- (b) 图形处理: GPU 进行图形渲染, 包括效果处理和生成最终图像。
- (c) 结果存储: 渲染结果存储在显存中, 以便快速访问。

4. 显存: 显存临时存储 GPU 渲染的图像, 确保快速读取。

5. 显示控制器(DC):

- (a) 图像准备: DC 从显存中获取图像, 并进行必要的格式转换和处理。
- (b) 帧缓冲: 经过处理的图像被写入帧缓冲区, 准备输出到显示器。

6. 内存管理: CPU 和 GPU 可能需要在主内存和显存之间进行数据交换, 以确保所需数据的及时获取。内存控制器管理数据的读取和写入, 确保数据一致性。

7. 显示输出: 最后, DC 将帧缓冲中的图像输出到显示器, 用户能够看到新的幻灯片内容。

5.9

| 存储类型 | 价格(人民币) | 每 GB 价格(元/GB) |
|----------------------------------|---------|---------------|
| 光盘(Folio Photonics 新技术) | ≈ 345 | ≈ 0.034 |
| 机械硬盘(希捷睿翼系列 2TB) | 449 | ≈ 0.22 |
| 机械硬盘(西部数据 WD_BLACK P10 2TB) | 739 | ≈ 0.37 |
| 机械硬盘(西部数据 My Passport 随行版 1TB) | 359 | ≈ 0.36 |
| 机械硬盘(西部数据 My Passport Ultra 2TB) | 549 | ≈ 0.27 |
| SSD(西部数据 WD_BLACK SN850X 2TB) | 999 | ≈ 0.49 |
| SSD(SK 海力士 P41 2TB) | 1099 | ≈ 0.54 |
| SSD(英睿达美光 T500 2TB) | 899 | ≈ 0.44 |
| SSD(致态 TiPlus7100 长江存储 2TB) | 999 | ≈ 0.49 |
| SSD(西部数据 WD Blue SN5000 1TB) | 439 | ≈ 0.44 |
| 内存(KLEVV DDR4 8GB 3200) | 80 | 10 |
| 内存(Kingston DDR4 16GB 3200) | 134 | 8.375 |