

1.4 计算机的性能指标

1.4.1 执行时间与吞吐量

主讲人：邓倩妮

上海交通大学





1.4.1 如何客观、公正地评价计算机系统的性能？

因此，首先要定义：**性能是什么？** 评测一个系统的性能，与测试者的需求角度相关。

飞机型号	旅客容量	航程英里	巡航速度 英里/小时	旅客吞吐量 乘客量*速度
波音777	375	4630	610	228750
波音747	470	4150	610	286700
BAC/Sud Concorde	132	4000	1350	178200
道格拉斯 DC-8-50	146	8720	544	79424

载客量最大：747；航程最远：DC-8-50；巡航速度最高：Concorde；

性能度量不同，性能最佳的客机就不同！



性能：两个常用的指标

执行时间 (Execution Time)

- 又称为：响应时间 (Response Time)
- 或：延迟 (Latency)
- 计算机完成某任务的总时间

吞吐量 (Throughput)

- 又称为：带宽 (bandwidth)
- 单位时间内完成的任务数量



性能指标1：执行时间

执行时间（响应时间）：计算机完成某任务的总时间，包括硬盘访问、内存访问、I/O活动、操作系统开销和CPU执行时间等。 --- **墙上时钟时间**

- 广泛采用的可靠的性能评价方法：使用真实程序的执行时间来衡量。
- 例如：桌面机用户的角度，单个程序所花的时间越少越好

考虑一个系统 X ，执行一个固定的工作负载 W ：

$$\text{性能}_x = 1 / \text{执行时间}_x$$





性能比较：加速比

- 假设：系统X用10秒钟执行某个程序，系统Y执行同一个程序花费15秒
- 系统X 比 系统Y 快 1.5 倍
- 系统X 对 系统Y 的加速比 (speedup) 是 1.5
- X比Y性能提升了 50% $1.5 - 1 = 0.5 = 50\%$

$$\frac{\text{响应时间}_Y}{\text{响应时间}_X} = \frac{\frac{1}{\text{性能}_Y}}{\frac{1}{\text{性能}_X}} = \frac{\text{性能}_X}{\text{性能}_Y} = \text{加速比}$$



执行时间/响应时间

- 2012研究生入学考试题:
- 假设基准测试程序A在某计算机上的运行时间为100s, 其中90s为CPU时间, 其余为输入/输出时间。若CPU速度提高50%, I/O速度不变, 则运行基准程序A所耗费的时间是 ()
- A. 55s B. 60s C. 65s D. 70s

CPU速度提高了50%, 即CPU性能是原来的1.5倍, $\text{CPU执行时间}_{\text{旧}} / \text{CPU执行时间}_{\text{新}} = 1.5$

(D) $90/1.5 + 10 = 60 + 10 = 70\text{s}$

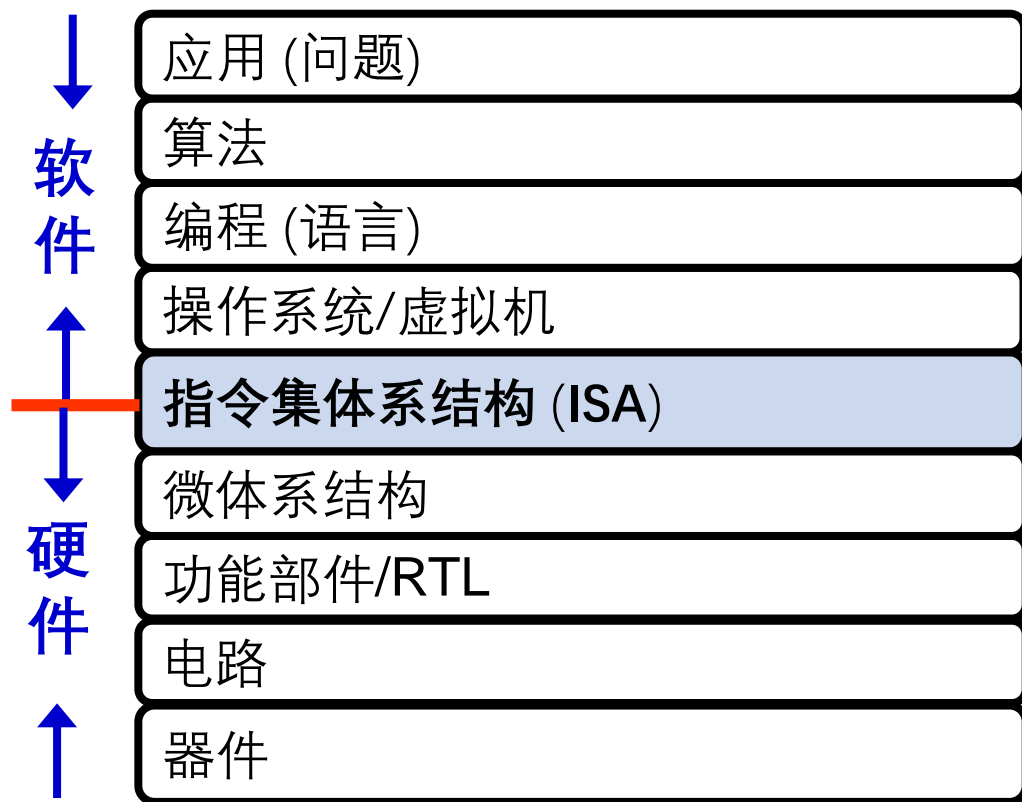


性能指标2：吞吐量

- **吞吐量** (Throughput), 也叫：**带宽** (bandwidth)
 - 单位时间内完成的任务数量
- **不同应用场合用户关心的性能不同**
 - 吞吐率高的场合：**多媒体应用**（音/视频播放要流畅）
 - 响应时间短的场合：**事务处理系统**（存/取款的速度要快）
 - 吞吐率高且响应时间短的场合：ATM、文件**服务器**、Web **服务器**
 - 例如：数据中心，管理员的角度：计算机在单位时间完成的任务越多越好，使用者的角度：个人提交的任务越快完成越好



系统不同层次的吞吐量



计算机系统的抽象层及其转换

响应应用请求的能力：

响应请求/小时；Answers per hour

操作次数/秒；Operations per second

处理指令的能力：

百万条指令/秒；MIPS

百万次浮点运算/秒；MFLOPS

存储器、数据通路的带宽：

百万字节/秒；MB/s

电路的工作速率：

时钟频率（clock rate）：

时钟周期数/秒（cycles per second）



执行时间、吞吐量 之间的关系

- 这两个指标可以互相影响， 例如：
 - 一个快速的处理器CPU可以两者都改善
 - 多个处理器可能仅仅只增加吞吐量
 - 有些策略改善了吞吐量， 但可能会使执行时间增加；例如：多线程处理器



吞吐量与响应时间

练习题1：以下哪些措施是既能缩短程序的响应时间，又能提高系统的吞吐量？

- ① 使用更快的处理器
- ② 增加处理器个数，使不同的处理器同时处理不同的作业
- ③ 优化编译器生成的代码使得程序执行的总时钟周期数减少
- ④ 在CPU和主存之间增加cache,减少CPU访问指令和数据的时间

(1) (3) (4) both



小结

- 评测一个系统的性能，与测试者的需求角度相关。
- 两个常用的指标: 执行时间（响应时间）、吞吐量
- 这两个指标可以互相影响

谢谢！

