

汇编语言与接口技术

张全新

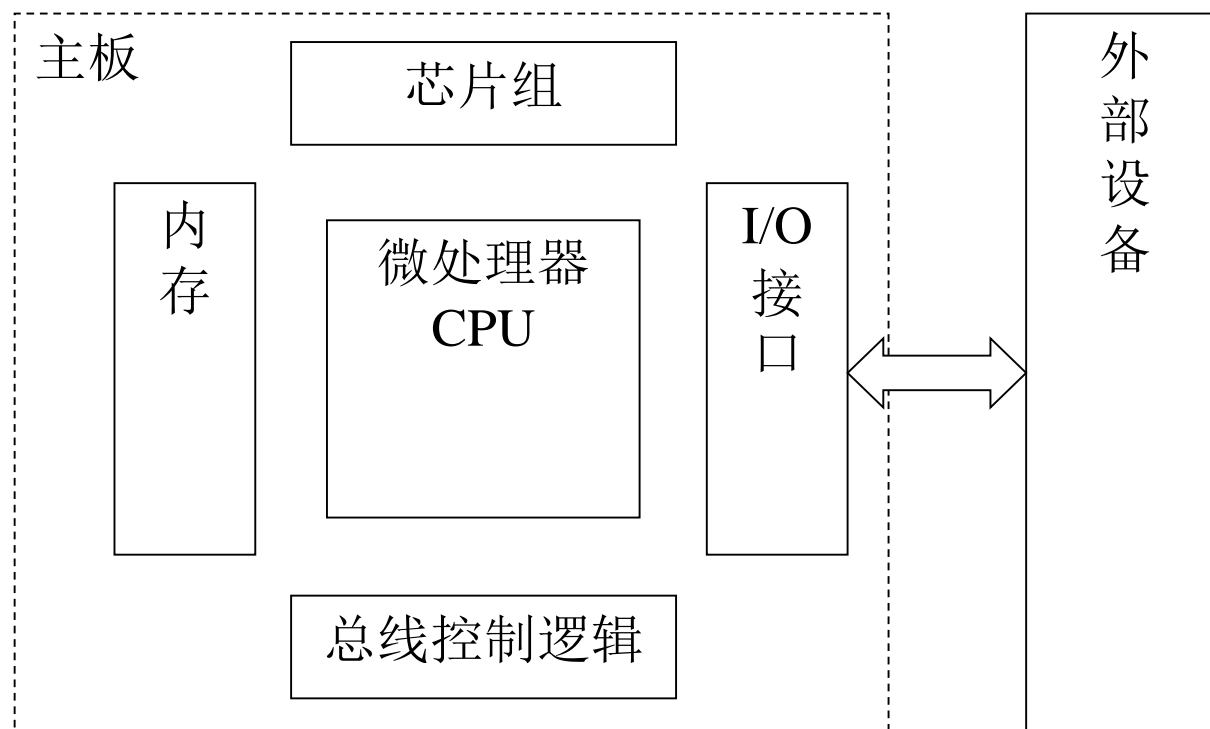
zhangqx@bit.edu.cn

综合评测

- 考试+作业+实验（报告）+考勤
- 与其他课程的关系
- 汇编语言程序设计
- 硬件构成、芯片编程使用

微型计算机硬件系统

- 冯·诺依曼型计算机的硬件分成五大部件，包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备



微处理器

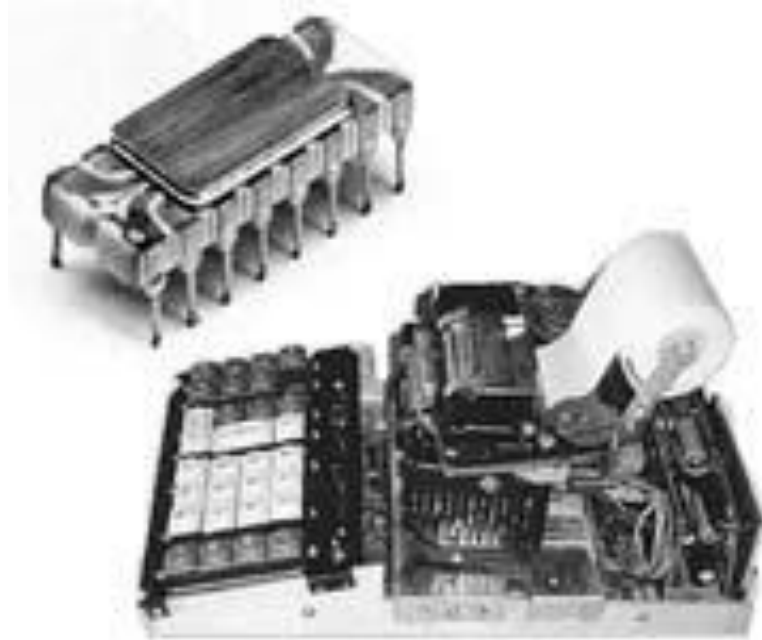
- 简称 μ P、MP或MPU
- 算术逻辑单元ALU (Arithmetic Logic Unit)、控制单元CU (Control Unit) 和寄存器组 (Registers) 三个基本部分以及内部总线
- 通用CPU
- 专用
 - 单片机 (Single Chip Microcomputer) 和数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP)

微处理器

- 单片机又叫微控制器（Micro Controller Unit, MCU），常用于控制领域，芯片内部除了CPU外还集成了其他如RAM/ROM，输入输出接口等主要部件，一个芯片配上少量的外部电路和设备就能构成具体的应用系统。比较著名的包括Intel公司的8位MCS51系列、16位/32位的MCS96/98系列以及其他各大处理器厂商基于ARM架构的各系列处理器。
- 数字信号处理器专注于数字信号的高速处理，这类微处理器主要在通信、消费类电子产品领域使用，比较知名的是美国德州仪器公司（Texas Instruments, TI）的系列产品，如TMS320系列各代DSP等。

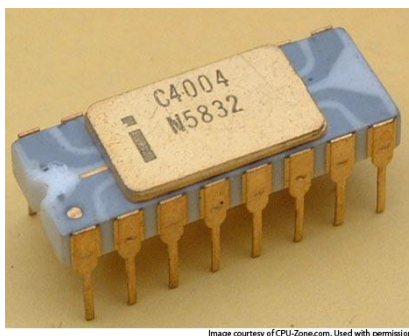
80x86系列CPU发展

- 1971年Intel成功设计了世界上的第一个微处理器：4位微处理器 Intel 4004。
- 执行速度为50K IPS（IPS = Instruction Per Second），即每秒执行5万条指令

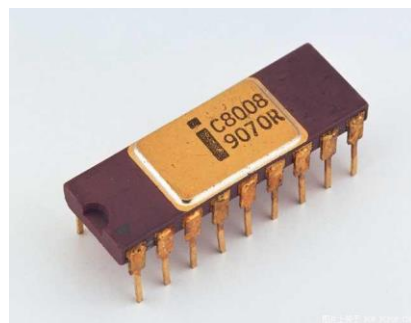


80x86系列CPU发展

- 8位微处理器
- 1972年Intel公司推出了世界上第一款8位处理器8008
- Motorola公司的M6800、Zilog公司的Z80等



Intel 4004



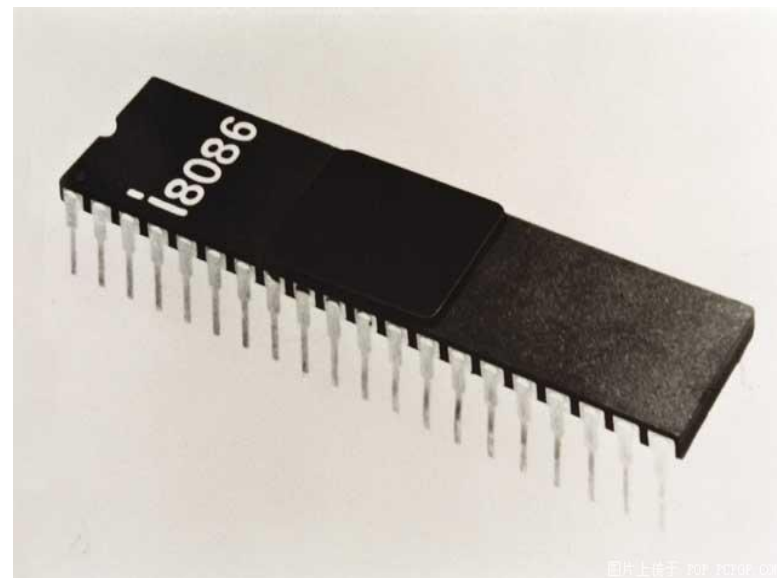
Intel 8008



Intel 8080

16位微处理器

- 1978年6月，Intel 8086，第一个16位CPU
- 1979年6月，Intel推出了Intel 8088
- 主要区别在于外部数据总线的宽度
- 只能支持整数运算
- 80286微处理器，该微处理器的最大主频为20MHz，内、外部数据传输均为16位，使用24位地址总线。80286首次引入了保护模式



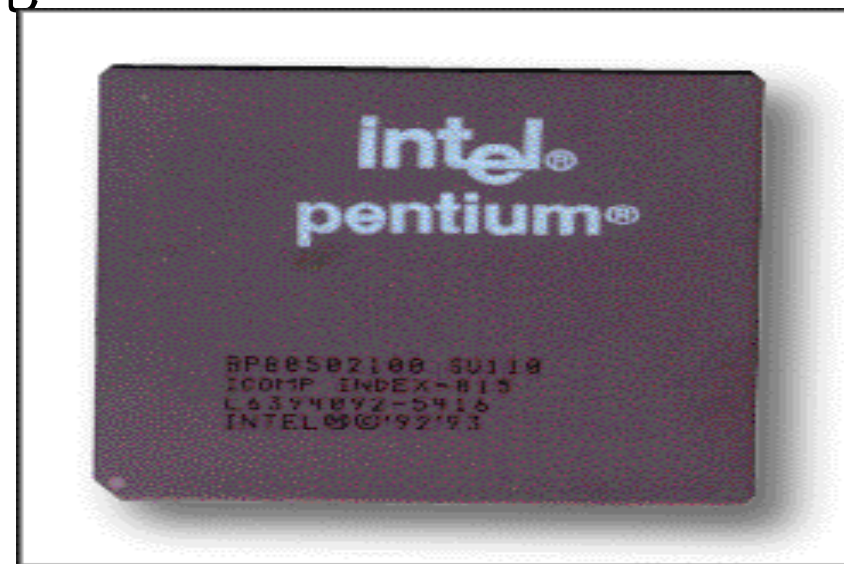
32位微处理器

- 1986年Intel推出了80386，它的数据总线和地址总线都是32位的，内部寄存器和操作也都是32位
- 引入了虚拟8086模式
- 1989年，Intel公司推出了80486，它集成了80386、80387和8KB片内高速缓存
- 从80486开始，Intel采用了倍频技术



32位微处理器

- 在1993年3月，Intel推出新一代奔腾（Pentium）CPU
- Pentium内部的寄存器和运算操作仍然是32位
- 两个整型处理单元和一个浮点协处理单元
- 两条指令流水线超级标量技术
- 动态转移预取技术
- 准64位



32位微处理器

- 1995年11月，Intel推出的Pentium Pro，地址总线为36位，寻址范围达到 $2^{36}=64\text{GB}$ 。其片内高速缓存有两级，分别为L1和L2，L2缓存为256KB或512KB。
- 1997年1月，Intel发布了Pentium MMX指令集，增强了对多媒体数据的支持。

32位微处理器

- 1997年5月，Intel推出Pentium II，它的主频达到233MHz ~ 400MHz。片内高速缓存为32KB，数据Cache和指令Cache各占16KB。L2缓存为512KB，但没有包含在CPU内部，采用新的封装形式SECC（Single Edge Contact Cartridge，单边接触盒---专利（Slot1））来连接Pentium II和L2缓存。
- 低端赛扬（Celeron）处理器
- 掉了它的L2缓存



32位微处理器

- 1999年2月，Intel推出Pentium III处理器，主频为450MHz、500MHz。具有一个流式指令扩展SSE（Streaming SIMD Extensions，SIMD即Single Instruction Multiple Data，单指令多数据流）的指令集，全面增强三维图形运算，也对动画、图像、声音、网络、语音识别等功能进一步增强。
- P III芯片内部都有一个128位处理器序号，每个CPU的序号是唯一的。用户可以关闭。



32位微处理器

- 2000年11月， Intel推出Pentium IV处理器（也称P4）， 主频为1.4GHz。系统总线速度达到了400MHz， 指令流水线达到20级，增加了SSE2指令集
- 2004年2月， Intel发布了Pentium4 E系列处理器



64位微处理器

- 2001年推出了第一款64位的Itanium（安腾）微处理器
- 架构不同于其他Intel处理器采用的x86（包含x86-64）架构，也不与x86架构兼容，在市场上没有取得很大的成功。
- AMD公司，沿袭了IA-32的思路，发布了与x86兼容的64位CPU
- 英特尔64位扩展技术（Extended Memory 64 Technology, EM64T）（走回老路）
- 在x86-64上，部分技术的主导权已经属于AMD



微处理器性能指标

- 速度指标
- 主频也叫时钟频率
- 主频越高，一个时钟周期里完成的指令数也越多，CPU的运算速度也就越快，执行程序的时间就能缩短
- 外频是系统总线的工作频率，即CPU与周边设备传输数据的频率。
- 目前绝大部分计算机系统中外频也是内存与主板之间同步运行的速度

微处理器性能指标

- 倍频是指CPU和系统总线之间工作频率相差的倍数，当外频不变时，倍频越高，CPU主频也就越高。
- CPU主频的计算方式变为：主频=外频×倍频。倍频可以从1.5一直到23甚至更高，以0.5为一个间隔单位。例如当外频等于200MHz时，倍频为9，则主频为 $200\text{MHz} \times 9 = 1.8\text{GHz}$ 。
- 假定购买了一颗CPU，它的工作频率是2.4GHz，倍频系数设定为18，请问外频是多少？
- $2.4\text{GHz} / 18 \approx 133\text{MHz}$ ，因此在设置主板跳线时应将主板频率置为133MHz。

微处理器性能指标

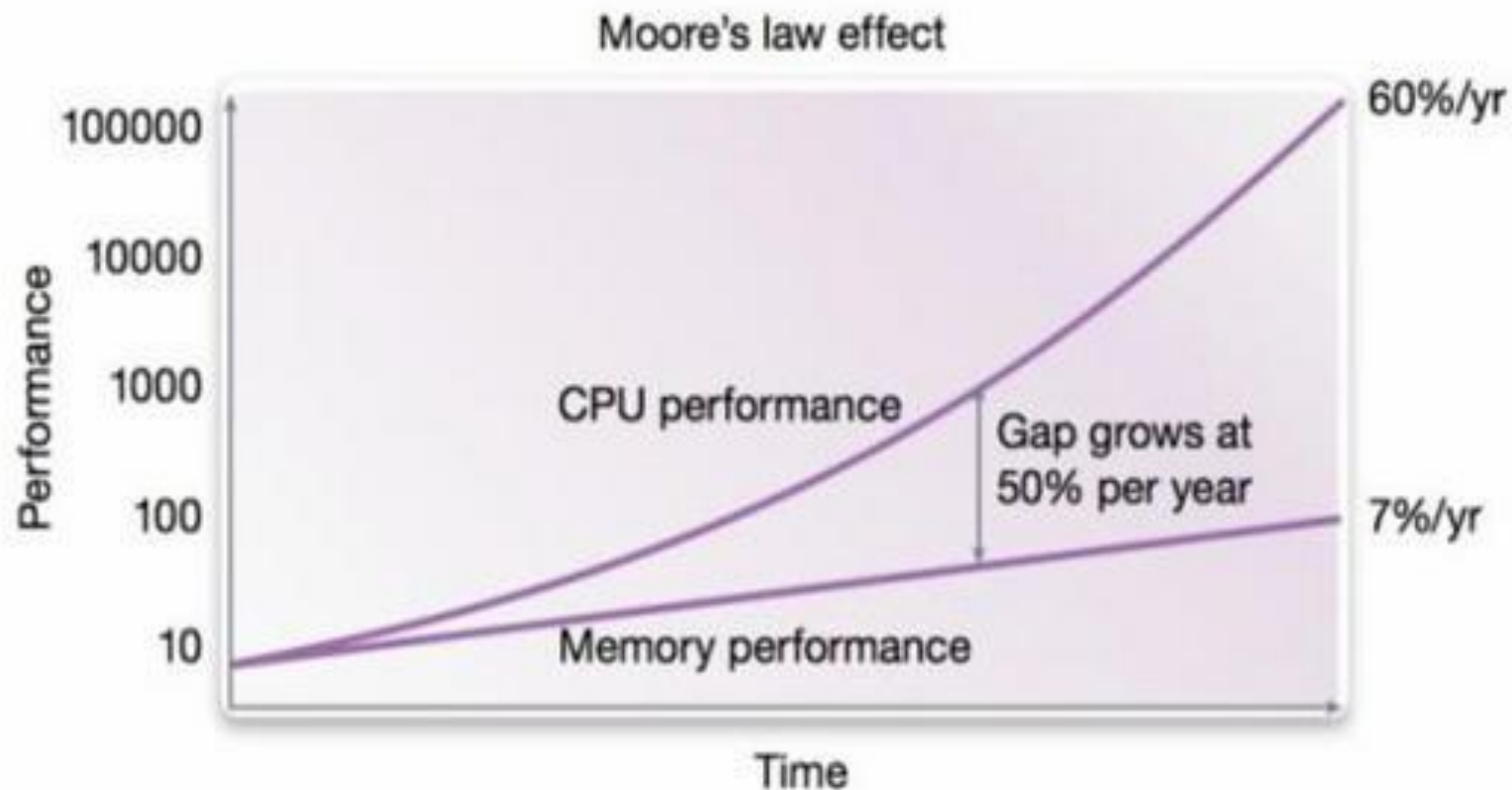
- 前端总线（Front Side Bus, FSB）是指处理器到北桥之间的总线。
- 前端总线的数据带宽 = $(\text{总线频率} \times \text{数据位宽}) \div 8$
- QDR（Quad Data Rate）技术及其他类似的技术使得前端总线的频率成为外频的2倍、4倍甚至更高。如Intel在Pentium 4处理器采用了4倍传输率的前端总线，该技术可以使系统总线在一个时钟周期内传送4次数据。
- 内存控制器被逐步集成到了处理器中，CPU直接和内存通信，不再通过北桥，前端总线也就消失了

微处理器性能指标

- 例1-2 Intel Pentium 4处理器中采用了四倍传输率的前端总线，当主频为3.2GHz，外频为200MHz时，试问倍频是多少？已知数据位宽为64位，则前端总线频率为多少？前端总线的数据传输性能峰值为多少？
- 倍频= $3.2\text{GHz}/200\text{MHz}=16$
- FSB频率= $200\text{MHz} \times 4=800\text{MHz}$
- 峰值传输性能 $200\text{M} \times 4 \times 64 \div 8 = 6.4\text{G/s}$

高速缓冲存储器

- CPU与主存之间数据交换的速度成为整个计算机处理能力的瓶颈



高速缓冲存储器

Cache目的是协调主频和内存总线频率之间的差异。高速缓存的容量和工作速率对提高计算机的性能有着重要的作用。

CPU的缓存分为：

- L1 Cache(一级缓存), CPU同频, 内部
- L2 Cache(二级缓存)
- L3 Cache(三级缓存)
- L1常采用哈佛结构, 分为数据缓存和指令缓存

微处理器性能指标

- 制造工艺
- 1995年以后，从0.5微米、0.35微米、0.25微米、0.18微米、0.15微米、0.13微米、0.09微米（90纳米）、65纳米、45纳米，到现在14纳米（2016年，Core i7 Kabylake架构）以及用于移动平台的10纳米（2017年，高通Qualcomm骁龙835处理器）和7纳米（2018年，三星/台积电制程）

微处理器性能指标

- 核心电压
- 一般CPU的工作电压包括CPU的核心电压与I/O电压两部分
- 明显下降趋势，降低电压是CPU主频提高的重要因素之一
- 降低CPU的功耗，减少发热量

微处理器性能指标

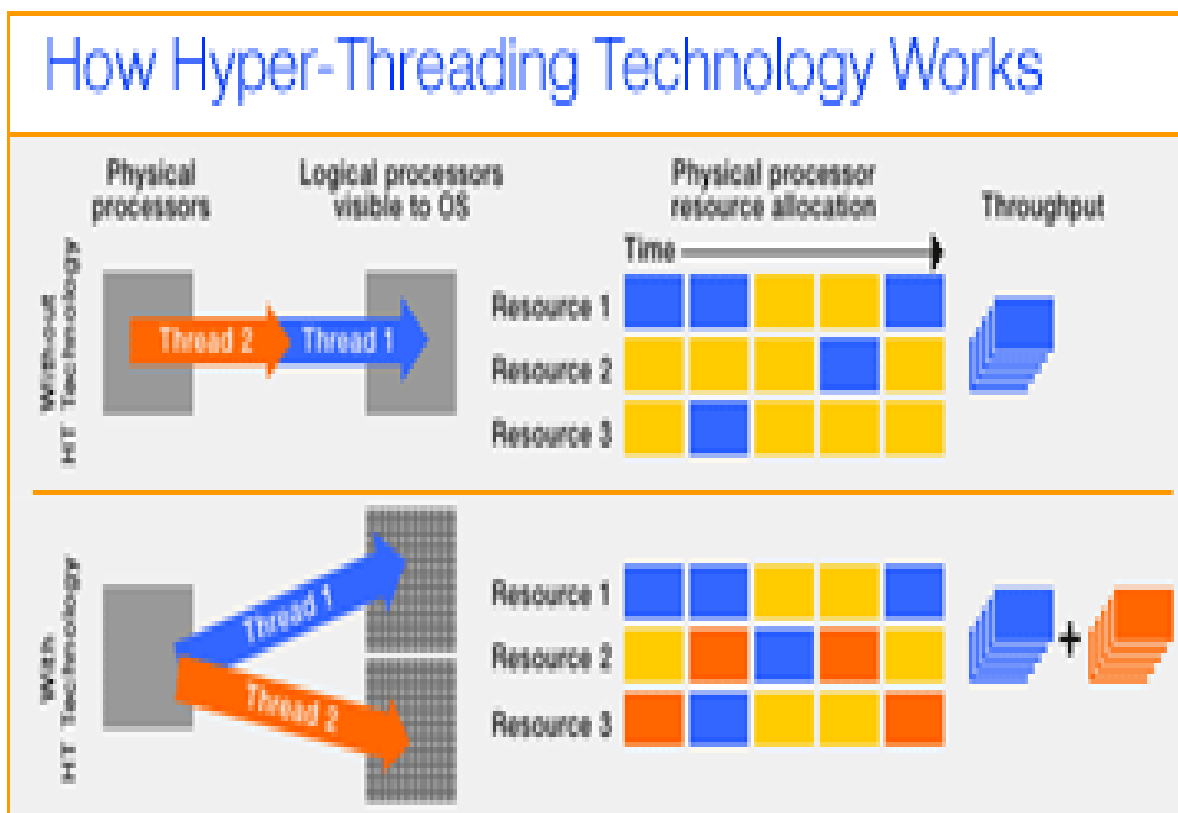
- 封装形式
- 双列直插式封装技术，也叫DIP封装（Dual In-Line Package）
- Socket架构的常采用插针网格阵列封装技术（Ceramic Pin Grid ArrauPackage, PGA）、球栅阵列封装技术（Ball Grid Array Package, BGA）或者触点阵列封装（Land Grid Array, LGA）封装

微处理器软件特性

- 工作模式
- 实模式、保护模式和虚拟实模式
- 指令系统
- 复杂指令集CISC, 精简指令集RISC

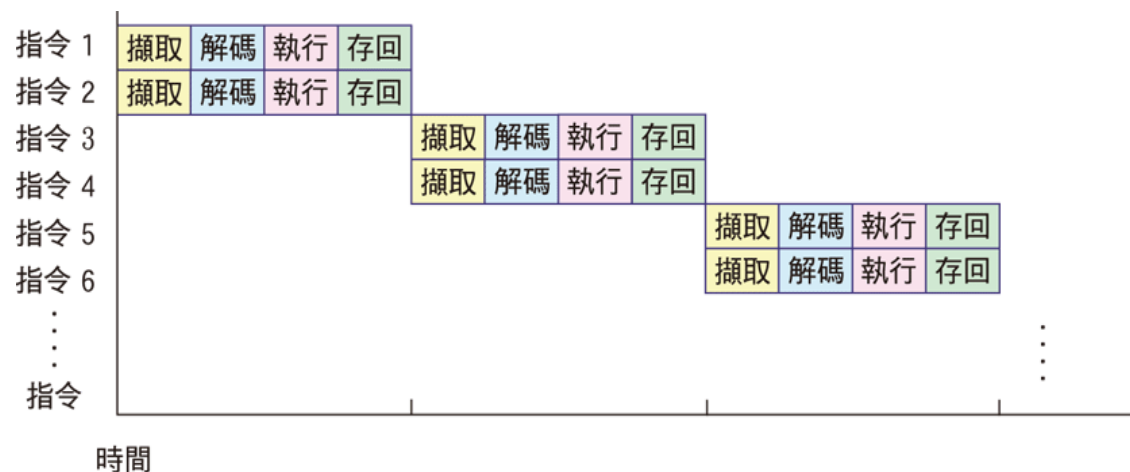
微处理器软件特性

- 超线程技术
- 一个物理处理器核上会模拟出两个逻辑内核

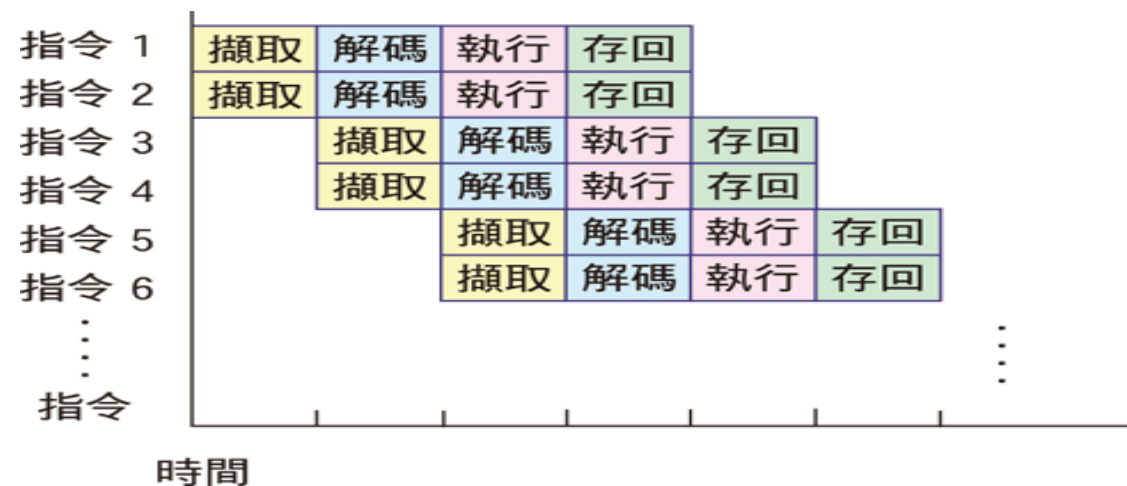


微处理器软件特性

- 超标量和超长指令字
- 超标量技术指的是CPU在同一时刻执行两条或两条以上指令的能力。超标量结构使用多个功能部件同时执行多条指令，实现指令级的并行



超标量



超标量+超流水

多核技术

为什么多核？

单核发展到了极限。

- 功耗限制
- 互连线延时
- 设计复杂度

多核技术

什么是多核

多核是指在一枚处理器中集成两个或多个完整的计算引擎(内核), 多核处理器是单枚芯片(也称为“硅核”), 能够直接插入单一的处理
器插槽中, 操作系统会利用所有相关的资源, 将它的每个执行内核
作为分立的逻辑处理器。通过在多个执行内核之间划分任务, 多核
处理器可在特定的时钟周期内执行更多任务, 实现更好的并行处理。

多核技术

- 1996年斯坦福大学研制出世界上第一款多核处理器的原型系统Hydra以来。
- 2005年4月Intel推出简单封装双核的奔腾D和奔腾4至尊840处理器；AMD公司也发布了双核皓龙（Opteron）和速龙（Athlon）。
- 2006年被认为是双核元年。

超级计算

- 中国从1978年开始，历经5年研制，中国第一台被命名为“银河”的亿次巨型电子计算机在国防科技大学诞生。
- 2010年11月14日中国首台千万亿次超级计算机系统“天河一号”在全球超级计算机前500强排行榜排名第一。直到2011年才被日本超级计算机“京”超越。
- 2013年6月由国防科技大学研制的“天河二号”超级计算机系统，以峰值计算速度每秒5.49亿亿次、持续计算速度每秒3.39亿亿次双精度浮点运算的优异性能位居榜首，成为全球最快超级计算机。截止到2015年3月“天河二号”多次蝉联全球最快的超级计算机冠军。

超级计算

- 在2017年全球超级计算机500强排名中，中国的“神威·太湖之光”和“天河二号”超级计算机分列冠亚军。500强榜单中，中国占了202台，美国有143台。此外，中国超算的总性能也超越美国，占该榜单总处理能力的35.4%，美国则占29.6%。
- 处理器是软肋