



北京理工大学计算机学院
School of Computer Science and Technology, BIT

汇编语言与接口技术

课程说明

- 学分4.0/学时64
 - 讲课54学时
 - PPT及程序演示8学时
 - 复习及答疑2学时
- 考核
 - 卷面80%，实验15%，平时5%
 - 作业及考勤要求
- 实验
 - 个人实验/独立完成
 - 分组实验/3~4人一组



前修课程

《模拟电子技术基础》

《数字电子技术基础》

《程序设计语言》、《数据结构》

《计算机组成原理》

《计算机操作系统》等



课程的任务

- 掌握汇编语言程序设计。
- 了解计算机底层（软件与硬件中间层）的运行机制，将计算机各部分的工作原理与具体的计算机硬件部件相联系，并进行编程控制。
- 深化对计算机组成原理、高级语言等课程的知识理解。为学习嵌入式系统、信息安全等课程打下基础。



课程特点

- 是一门既有软件又有硬件的课程，软件与硬件必须同时兼顾。
- 是一门在理论指导下，偏重于实际应用的课程，要求在学好理论前提下，又具有一定的动手操作能力，才能学好本课程。
- 各部分内容既相对独立又前后交叉联系，对初学者是一门有一定难度的课程。



课程安排

- 理论部分（54学时）

— 微型计算机硬件系统	4学时
— 微处理器管理模式	8学时
— 指令系统	8学时
— 汇编语言程序开发	8学时
— 子程序设计	8学时
— 存储系统与技术	4学时
— 总线技术	4学时
— 接口技术	6学时
— 中断技术	4学时



第一章 Intel微处理器简介

- 简述Intel微处理器发展历程、基本性能、芯片组、主要参数和采用的技术。同时介绍部分其他型号兼容CPU（AMD）。
- 微处理器
 - 微处理器概述
 - 微处理器发展史
 - 微处理器性能指标
 - 微处理器软件特性



处理器概述

- 通用微处理器
 - 应用于PC: Intel/AMD
- 嵌入式微处理器
 - 嵌入式系统/移动终端/消费电子
 - 低功耗/高可靠性
 - ARM/MIPS
- 设计/制造厂商
 - Intel/AMD/龙芯/Freescale/TI/NS
 - 基于ARM架构/海思/展讯/高通/苹果/三星
 - 中芯国际/台积电/ST/三星



处理器发展史

1968年7月，罗伯特·诺伊斯、戈登·摩尔创办Intel公司（integrated electronics），随着个人电脑普及，英特尔公司成为世界上最大的设计和生产半导体的科技公司。

4004

1971/Intel

4位CPU 50KIPS

108KHz

世界上第一台微处理器

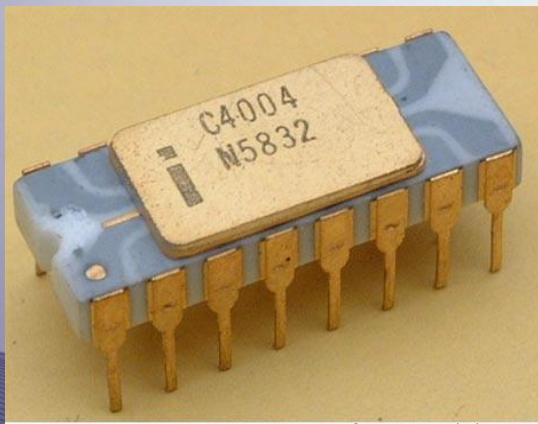
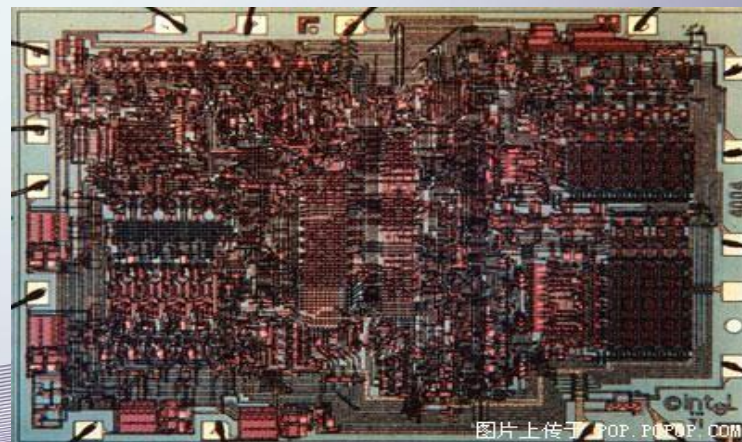


Image courtesy of CPU-Zone.com. Used with permission.



图片上传于 POP.FORUM.COM



北京理工大学计算机学院
School of Computer Science and Technology, BIT

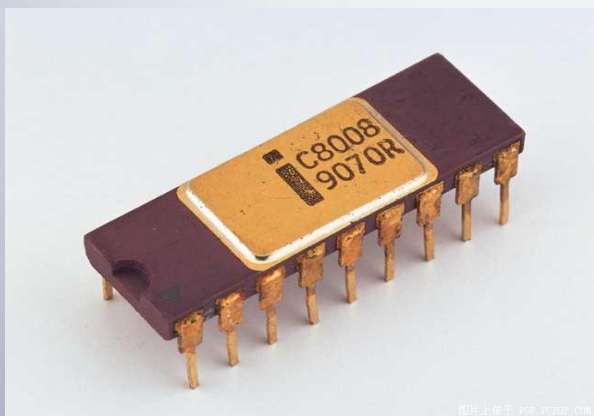
8008、8080

1972年-1974年

8位CPU 500KIPS

2MHz (8080)

Bill Gates 为基于8080的PC开发了
BASIC语言解释程序。



8086、8088

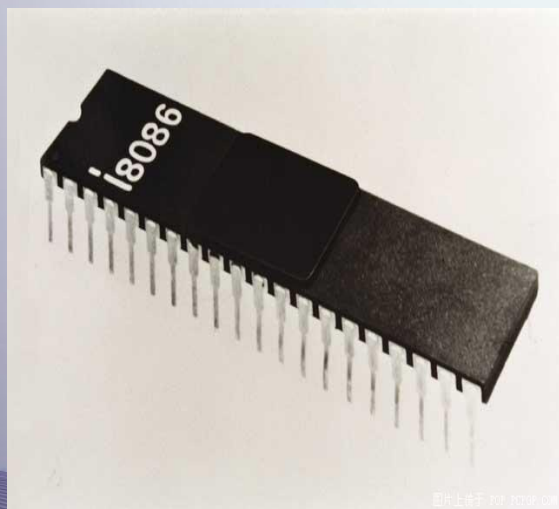
1978年

16位CPU 2.5MIPS 4.77MHz

8086 数据总线16位 地址总线16位

8088 数据总线8位 地址总线16位

8088 + MS DOS = IBM PC



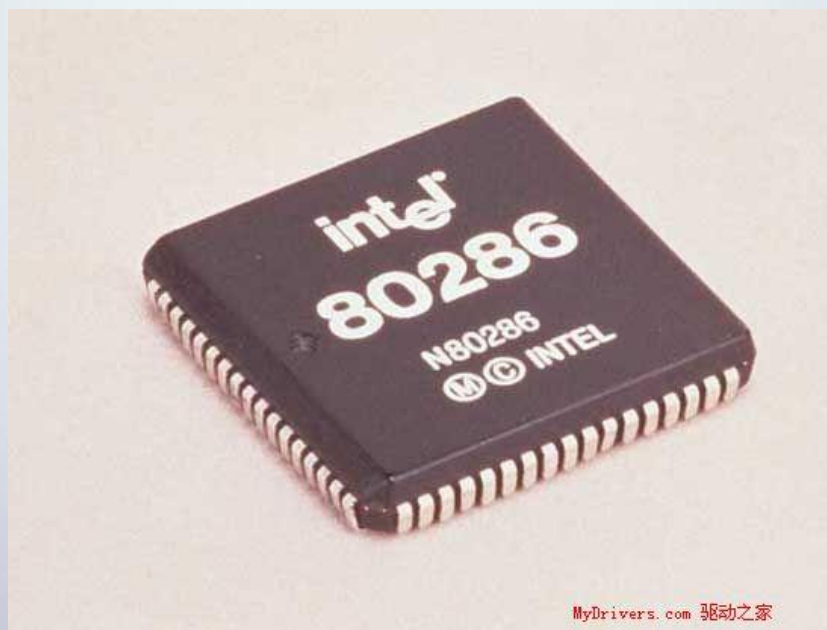
80286

1982年

16位CPU

20MHz (286)

实模式和保护模式 寻址16M PLCC



MyDrivers.com 驱动之家



北京理工大学计算机学院
School of Computer Science and Technology, BIT

80386系列

1985年

第一款32位CPU 12.5/20/25/33MHz

增加V86模式 寻址4G



80486系列

1989年

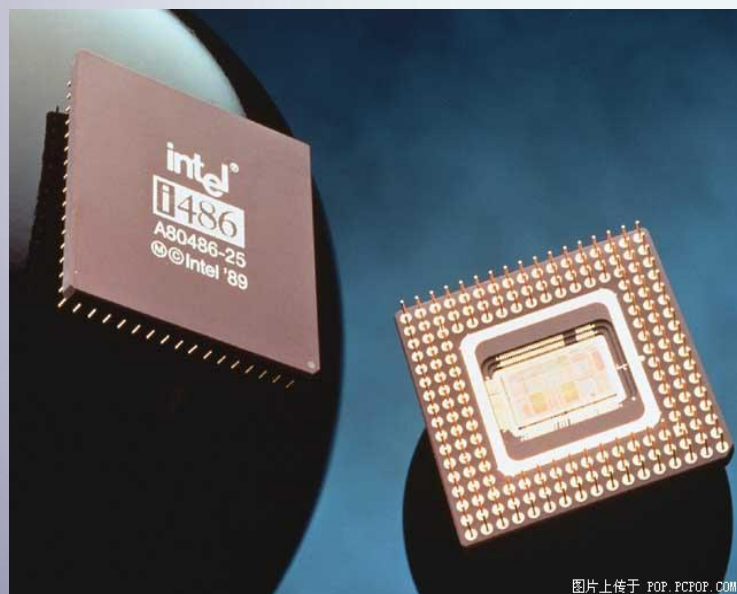
32位CPU

25/33/50/120MHz

突破100万个晶体管(120万)

80386+80387+Cache (8K)

RISC



图片上传于 POP.PCPOP.COM



北京理工大学计算机学院
School of Computer Science and Technology, BIT

Pentium 处理器

1993年

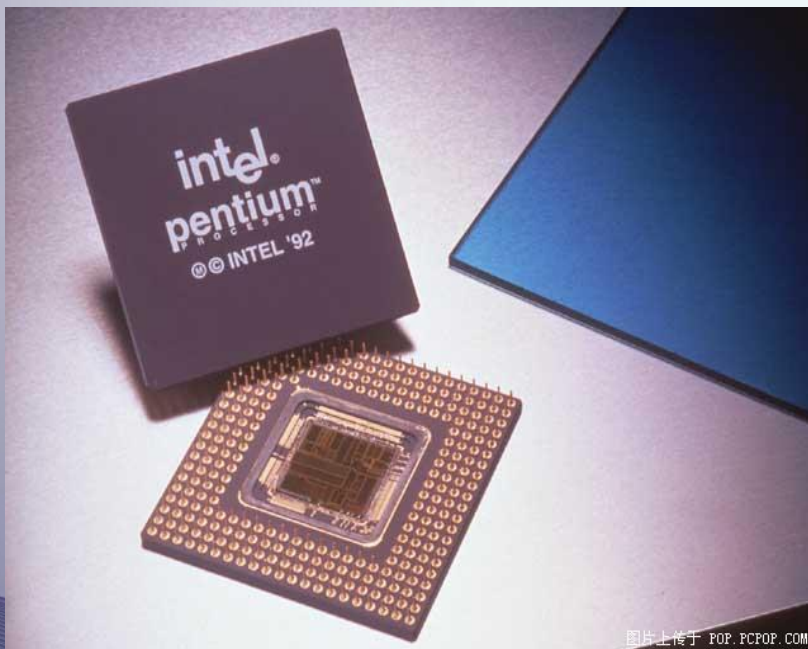
准64位CPU的开端

60~266MHz

36位AB和64位DB

动态转移预取技术

超级标量技术



图片来源于 POP.PCPOP.COM



北京理工大学计算机学院
School of Computer Science and Technology, BIT

Pentium Pro处理器

1995年

L1 Cache 和 L2 Cache

Pentium MMX处理器

1997年

增加MMX指令



北京理工大学计算机学院
School of Computer Science and Technology, BIT

Pentium II 处理器

1997年

SECC封装 [CPU+L2] 233~400MHz

Celeron处理器

P II 简化版，去掉L2/保留了一半L2



图片上传于 POP.PCPOP.COM



图片上传于 POP.PCPOP.COM



北京理工大学计算机学院
School of Computer Science and Technology, BIT

Pentium II Xeon处理器 1998年

高端用户/服务器领域

支持4路/8路SMP对称多CPU处理功能



图片上传于 POP.PCPOP.COM



北京理工大学计算机学院
School of Computer Science and Technology, BIT

Pentium III 处理器

1999年

950万晶体管

500~1333MHz

三维图形运算、图像、网络

支持128位ID号

LGA封装



图片上传于 FOF.PCFOP.COM



北京理工大学计算机学院
School of Computer Science and Technology, BIT

Pentium IV 处理器

2000年

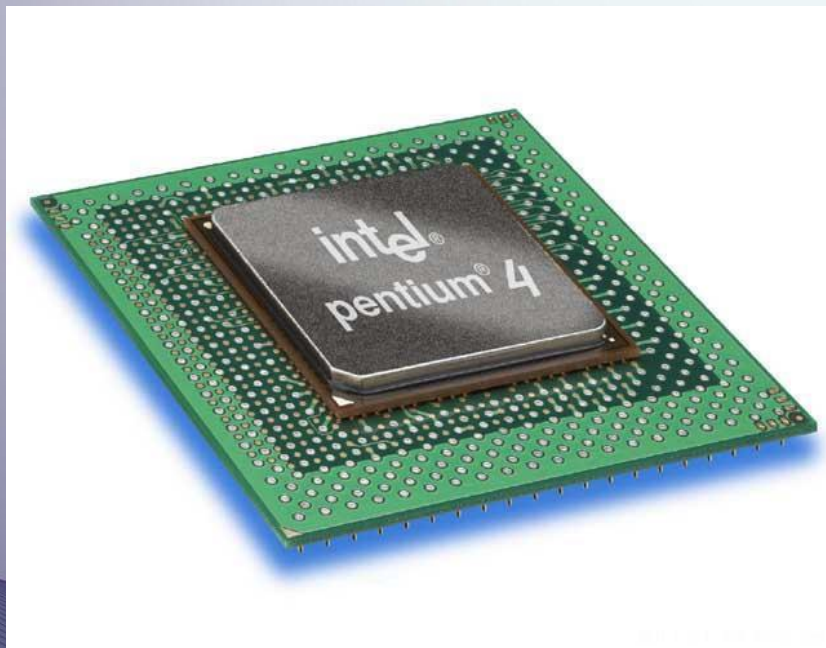
4200万晶体管

1.5GHz 以上

超线程技术、SSE2指令集

20级指令流水

LGA封装



Pentium 4E处理器

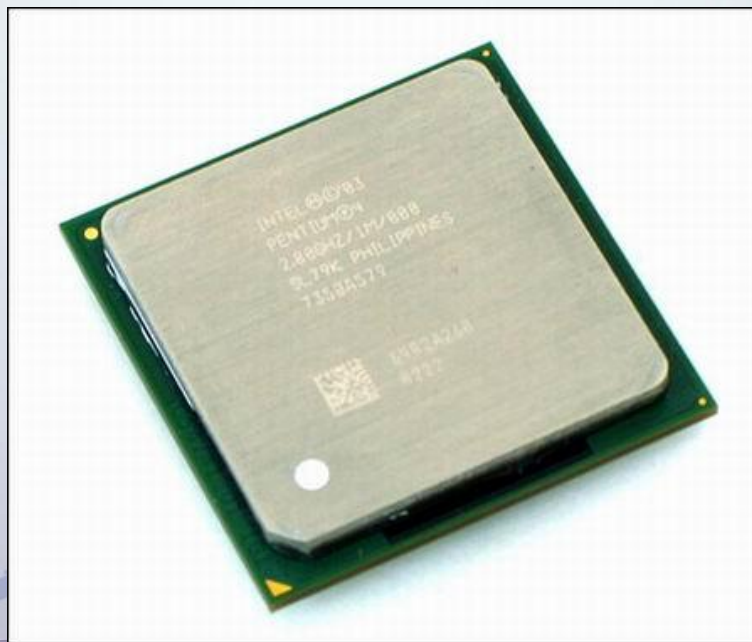
2004年

数字命名

2.8GHz 以上

P4E 580/570/560/550/540/530/520

4.0/3.8/3.6/3.4/3.2/3.0/2.8 GHz



Pentium D处理器

2005年

首颗内含2个处理核心, 正式揭开x86
处理器多核心时代。

2亿3千万晶体管

90nm技术

2.66~3.6GHz

48位地址总线



64位CPU

IBM RS64/ Power PC处理器

1997年

Intel IA-64架构

1999年

IA-64架构，区别于IA-32，不兼容X86系列，
应用于服务器

Intel 64位 Itanium

2001年

Intel 64位 Itanium 2

2001年

应用于高级服务器

AMD X86-64/AMD64 架构

1999年

兼容X86 对IA-32指令集进行扩充



64位CPU

AMD 64位Athlon 64处理器

2003年

基于AMD 64架构

Intel IA-32e/EM64T架构

2004年

Intel 的新型 Xeon (nocona核心)

P4 EE系列 (Prescott 2M核心)

64位的部分技术主导权归于AMD

IBM POWER架构

MIPS MIPS64架构

HP PA-RISC系列

IBM/Freescale Power PC架构

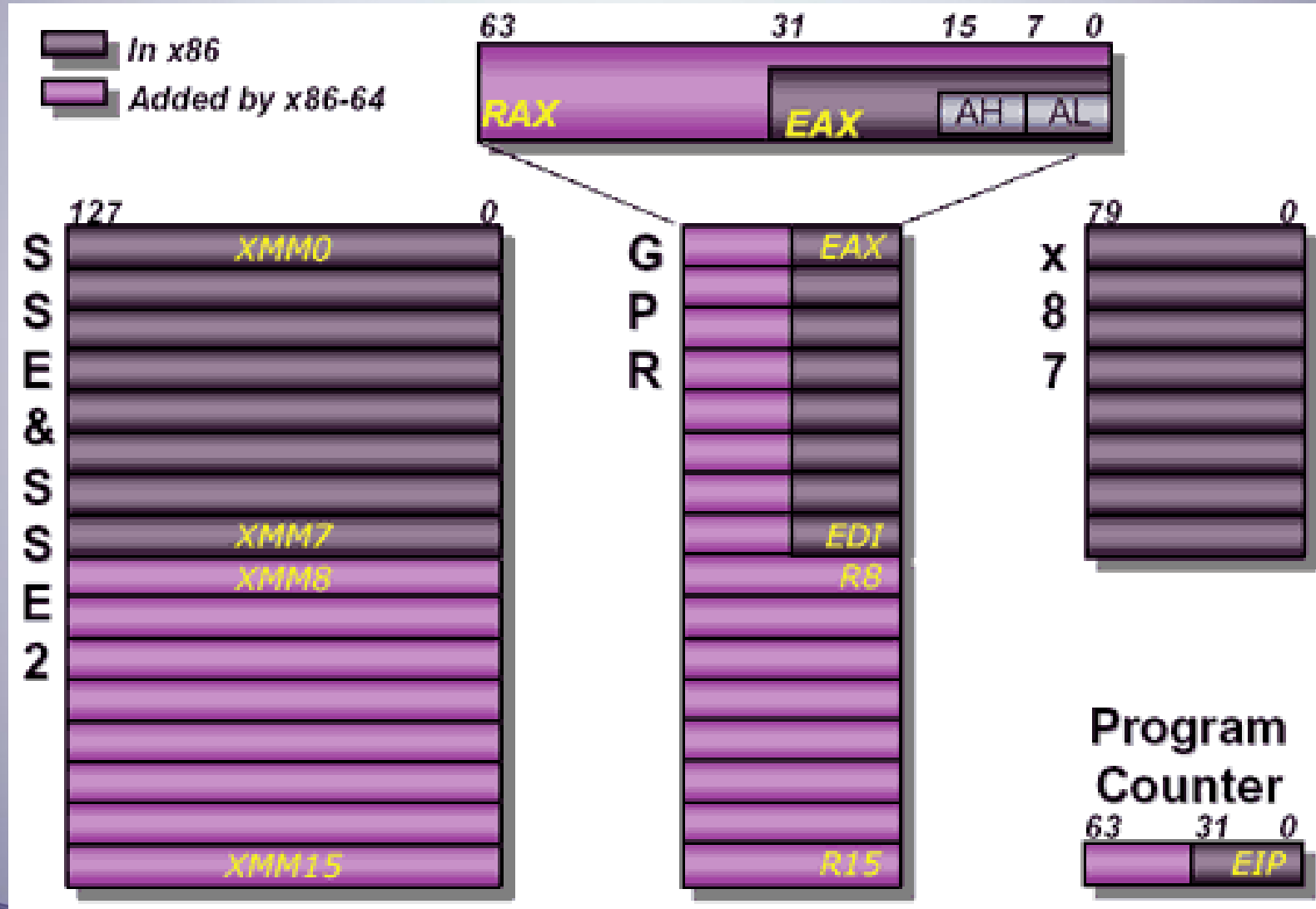


图片上传于 POP.PCFOP.COM



北京理工大学计算机学院
School of Computer Science and Technology, BIT

EM64T



Intel Core处理器

2005年

Intel Core 2处理器

2006年

基于全新Core架构

桌面处理器核心代号Conroe

移动处理器核心代号Merom



Core架构

全新的Core架构，全部采用65nm/更高制造工艺，双核心，L2缓存容量提升到4MB，晶体管数量达到2.91亿个，核心尺寸为143平方毫米，性能提升40%，能耗降低40%，主流产品的平均能耗为65瓦特，顶级的X6800也仅为75瓦特。

前端总线提升至1066Mhz (Conroe)，1333Mhz (Woodcrest)，800Mhz (Merom)。

采用LGA775接口。



Core i系列

Core i9/Core i7/Core i5/Core i3

32nm~10nm/7nm工艺

睿频加速技术

同步多线程技术(SMT)

整合图形核心

内存控制器(IMC)



Core i7 2010年

45nm 面向高端市场

8MB L3 3通道DDR3

LGA1136/LGA1156

移动系列/台式系列

超低压处理器(2核4线程)



i7-860/870/920/940/950/960.....

i7-620/640LM(UM)/720QM/820QM.....



Core i5

2010年

面向主流市场

整合图形处理器

CPU-32nm GPU-45nm

DMI取代FSB

集成PCI-E控制器

移动系列/台式系列



i5-650/660/670/680/750S.....

i5-430/430M/450/540/540UM.....



Core i3

2010年

双核/4线程

整合图形处理器

CPU-32nm GPU-45nm

4M L3

移动系列/台式系列



i3-330M/350/370/380/750S.....

i3-530/540/550/560



Core i9

2017年

8核/16线程
10核/20线程

.....

对标：AMD/Ryzen



英特尔 (Intel) i9-9980XE 酷睿十八核 盒装CPU处理器

【酷睿i9,芯能超群】 LGA2066芯片接口,十八核三十六线程,BOOST频率可至4.5GHz!搭配X299主板

京东价 ¥17299.00 降价通知



北京理工大学计算机学院
School of Computer Science and Technology, BIT

i9、i7、i5、i3

- i7都是四核，大缓存，都支持超线程和睿频加速，没有集成显示核心。
- i5绝大部分为双核，也支持超线程和睿频加速，集成了显示核心，缓存在i7上减半。
- i3可以看做是取消了睿频加速技术的i5。
 - cpu的主频可以在某一范围内根据处理数据需要自动调整主频，动态智能调整。
- i9更多的核心、更大的缓存



Intel系列具有代表性的CPU发展历程

发布时间	微结构	CPU 型号
1985 年	i386	80386DX, 80386SX, 80376, 80386SL, 80386EX
1989 年	i486	80486DX, 80486SX, 80486DX2, 80486SL, 80486DX4
1993 年	P5	Pentium, Pentium with MMX
1995 年	P6	Pentium Pro, Pentium II, Celeron (Pentium II –based), Pentium III, Pentium II and III Xeon, Celeron (Pentium III CoppermINe-based), Celeron (Pentium III TualatIN-based)
2000 年	NetBurst	(32 位) Pentium 4, Xeon, Mobile Pentium 4 – M, Pentium 4 EE, Pentium 4E, Pentium 4F, (64 位) Pentium D, Pentium Extreme Edition, Xeon
2003 年	Pentium – M	Pentium M, Celeron M, Intel Core, Dual – Core Xeon LV, Intel Pentium Dual – Core
2006 年	Core	(64 位) Xeon, Intel Core 2, Pentium Dual Core, Celeron M
2008 年	Nehalem	Xeon, Core i7, Core i7 Extreme, Core i5
2010 年	Westmere	Xeon, Core i7, Core i7 Extreme, Core i5, Core i3, Pentium, Celeron
2011 年	sandy bridge	Xeon, Core i7, Core i7 Extreme, Core i5, Core i3, Pentium, Celeron
2012 年	Ivy Bridge	Xeon, Core i7, Core i7 Extreme, Core i5, Core i3, Pentium, Celeron
2013 年	Haswell	Core i7, Core i7 Extreme, Core i5, Core i3, Pentium
2014 年	Broadwell	Haswell 架构的升级版本, Core i7 及 i5 的不同版本
2015 年	SkyLake	Core i3、i5 和 i7 的不同版本

Intel其他系列CPU

面向低端市场的Celeron处理器
高性价比+超频

Celeron2/Celeron3/Celeron4

Celeron J/Celeron M/Celeron D

Celeron E 双核

Celeron G



Intel其他系列CPU

面向高端市场的Xeon至强处理器
服务器领域 针对服务器的优化

Pentium II Xeon

Pentium III Xeon

Pentium 4 Xeon

Xeon DP (P4核心/双核)

Xeon MP (Multi Processing)

WoodCrest



图片上传于 POP.PCPOP.COM



Intel其他系列CPU

低功耗系列

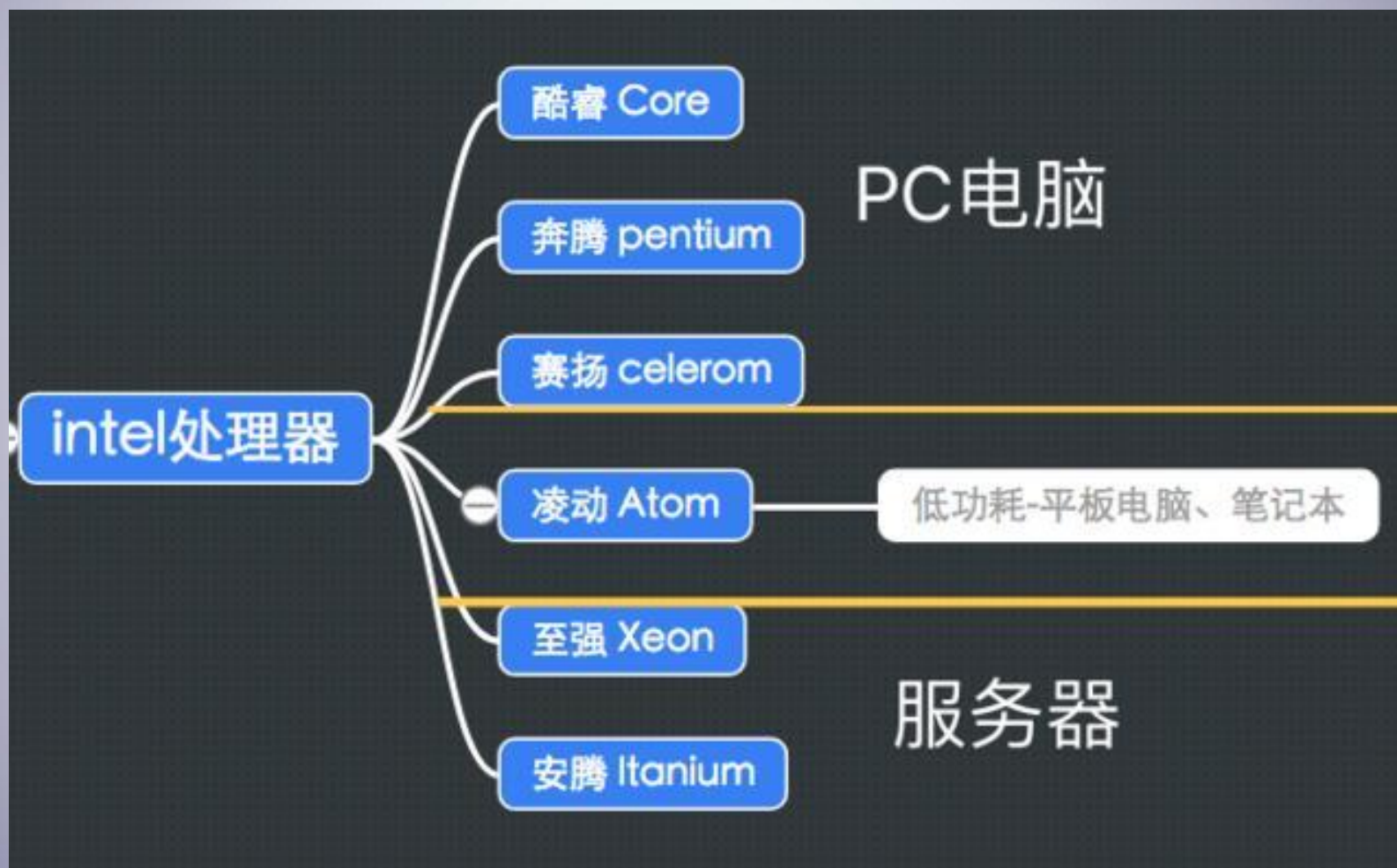
笔记本/移动应用系列

台式/桌面系列

嵌入式领域处理器系列



Intel 系列CPU



CPU性能指标

- 速度指标：主频、外频和倍频

主频也叫时钟频率，表示在CPU内数字脉冲信号振荡的速度。

外频是CPU与外设/主板之间同步运行的速度。
有66 MHz、100 MHz和133 MHz。

倍频是CPU和系统总线工作频率倍数。

计算公式为：主频=外频×倍频。

- 工作频率2.4GHz，倍频18，外频133MHz



CPU性能指标

高速缓存（Cache）：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。

- L1 Cache (一级缓存)
- L2 Cache (二级缓存)
- L3 Cache (三级缓存)

Pentium 4配备了8KB的L1 Cache和256KB的L2 Cache。



CPU-Z

处理器 | 缓存 | 主板 | 内存 | SPD | 显卡 | 测试分数 | 关于 |

处理器

名字	Intel Core i9 9980XE				
代号	Skylake-X	TDP	165.0 W		
插槽	Socket 2066 LGA				
工艺	14 纳米	核心电压	0.892 V		
规格	Intel(R) Core(TM) i9-9980XE CPU @ 3.00GHz (ES)				
系列	6	型号	5	步进	4
扩展系列	6	扩展型号	55	修订	M0
指令集	MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4.1, SSE4.2, EM64T, VT-x, AES, AVX, AVX2, AVX512F, FMA3, TSX				

时钟 (核心 #0)

核心速度	2994.89 MHz
倍频	x 30.0 (12 - 44)
总线速度	99.83 MHz
额定 FSB	

缓存

一级 数据	18 x 32 KBytes	8-way
一级 指令	18 x 32 KBytes	8-way
二级	18 x 1 MBytes	16-way
三级	24.75 MBytes	11-way

已选择 处理器 #1
 核心数 18
 线程数 36

CPU-Z Ver. 1.87.0.x64
 工具
 验证
 确定



CPU领域常见名词

- 摩尔定律：戈登·摩尔1965年提出。

- 工艺/架构

工艺32nm；架构core。/2018-7nm

- Intel 钟摆策略/Tick-Tock

奇数年，英特尔将会推出新的工艺；

偶数年，英特尔则会推出新的架构。

- 时钟倍频技术

芯片内部的运行速度是外部总线运行速度的两倍，即芯片内部以2倍于系统时钟的速度运行，但仍以原有时钟速度与外界通讯。



CPU领域常见名词

- CPU包装

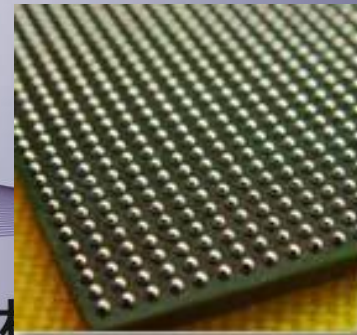
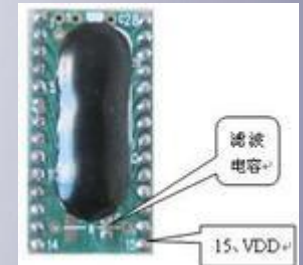
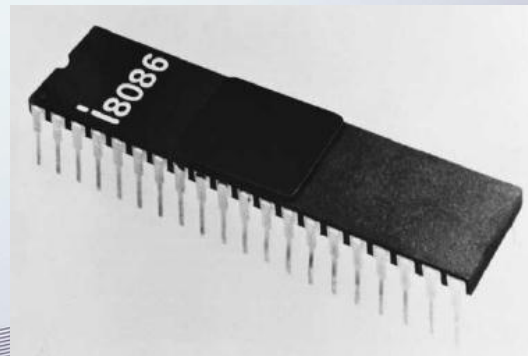
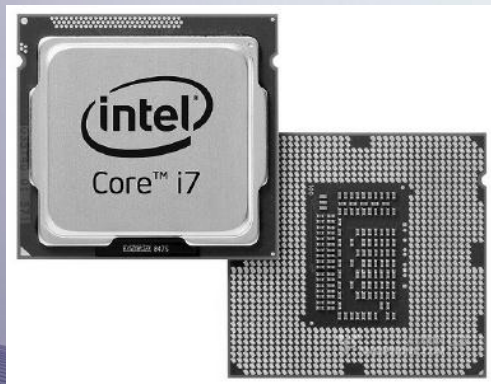
盒装和散装

- CPU封装和Socket XX、裸芯

DIP/PLCC/BGA/LGA……COB/CSP

LGA: 触点阵列封装

BGA: 球栅阵列封装



单总线和双独立总线结构

总线是将计算机微处理器与内存芯片以及与之通信的设备连接起来的硬件通道。

- ◆ **前端CPU总线**是CPU与主板或芯片组的接口。
- ◆ **后端CPU总线**用于L2高速缓存，L2高速缓存总线和CPU的核心速度相同，当处理器频率增加时，L2高速缓存的速度也随之增加。



CPU领域常见名词

- 内存SDRAM和DDR

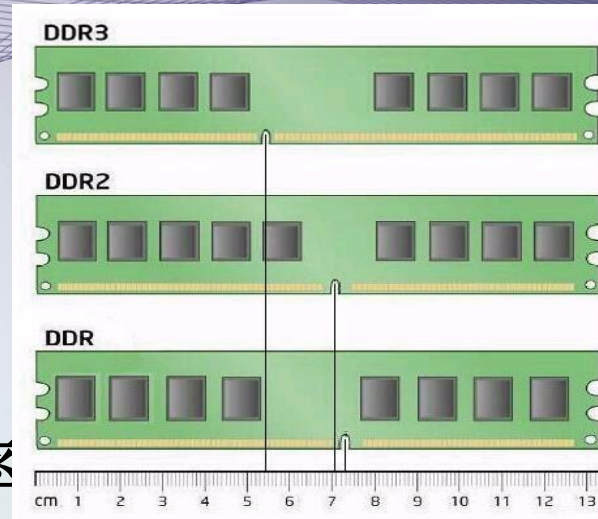
同步动态随机存储器/双倍速率

- SSE和SSE2技术 单指令数据流扩展

SSE(Streaming SIMD Extensions)是英特尔Pentium III中引入的指令集，是MMX的超集。

SSE2/SSE3/SSE4 对特定功能的支持

单指令多数据SIMD：1条单独的指令中同时执行多个运算操作，以增加处理器的吞吐量。



单指令的数据流式扩展技术

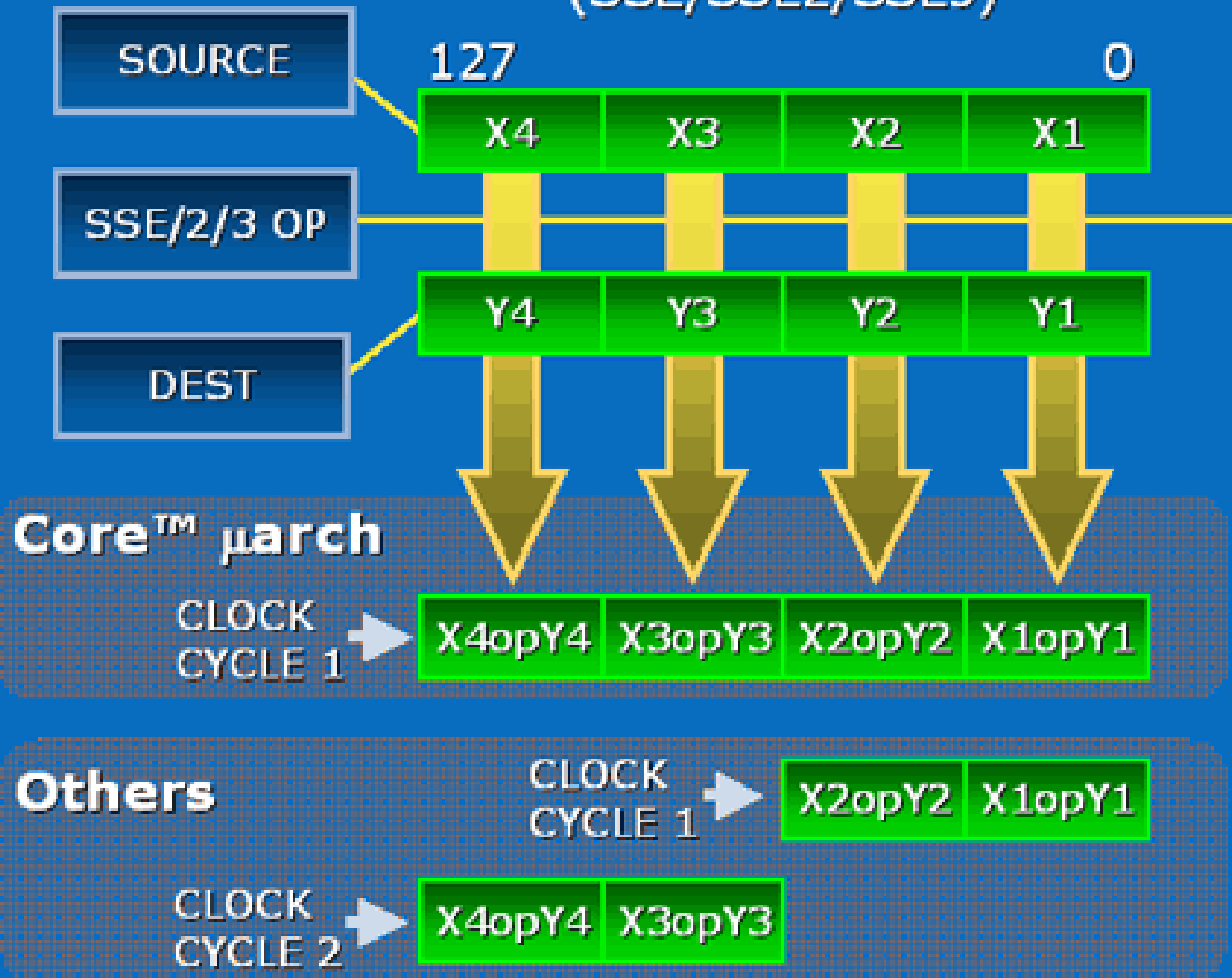
- Streaming SIMD Extensions, SSE技术

和MMX相比，SSE支持对单精度浮点数的SIMD操作，加快3D图形处理速度。一条SSE指令可以同时四个浮点数据进行操作。

```
__m128i _mm_load_si128(__m128i *p);
```



SSE Operation (SSE/SSE2/SSE3)



CPU工作电压

- 工作电压即CPU正常工作所需的电压。
- 早期的CPU(286、386、486)一般为5V(奔腾是3.5V、3V、2.8V等)左右
- 目前工作电压一般为1.5-2.0 V。
- 使用低电压有助于解决CPU耗电过大和发热过高问题。

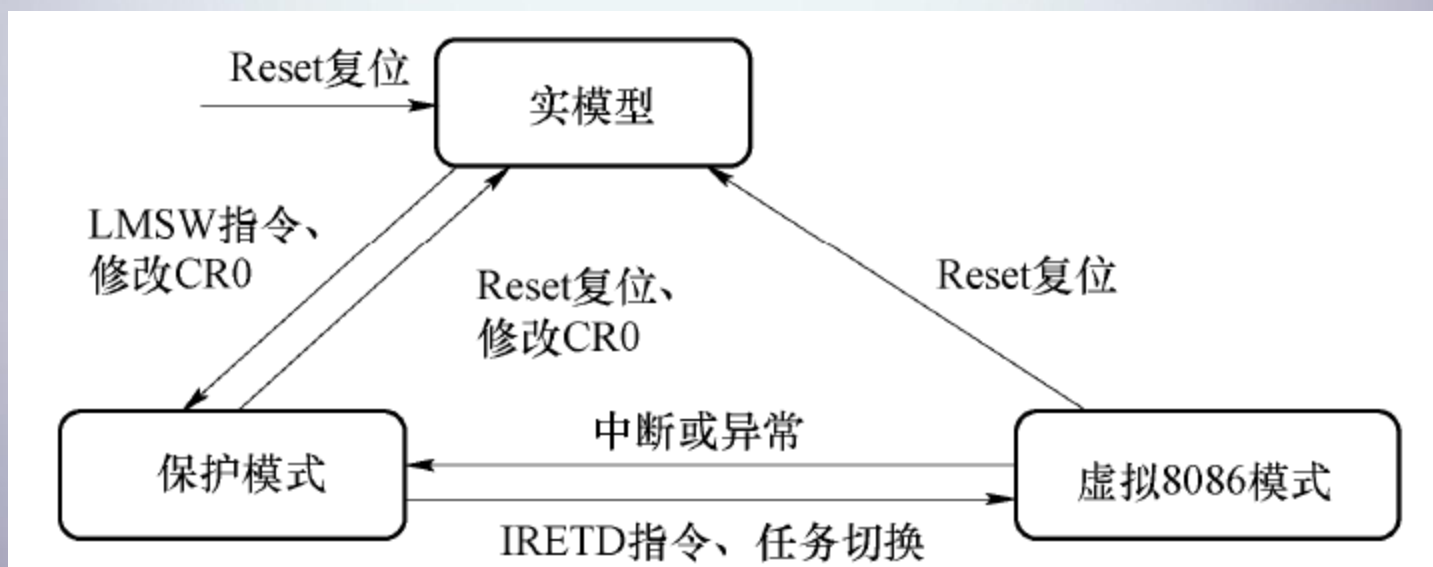


CPU领域常见名词

- CPU工作模式

实模式、保护模式、V86模式

本书第二章内容



CPU领域常见名词

- CISC、RISC和指令集

复杂指令系统/精简指令系统计算机

- CPU扩展指令集和多媒体增强指令集MMX

CPU扩展指令集指的是CPU增加的多媒体或者是3D处理指令，这些扩展指令可以提高CPU处理多媒体和3D图形的能力。（MMX/3DNow!/SSE）

- 动态执行技术

通过预测程序流来调整指令的执行，并分析程序的数据流来选择指令执行的最佳顺序。



动态执行技术

动态执行是对多路分支预测、数据流分析和猜测执行这三种技术进行了革新式的组合。

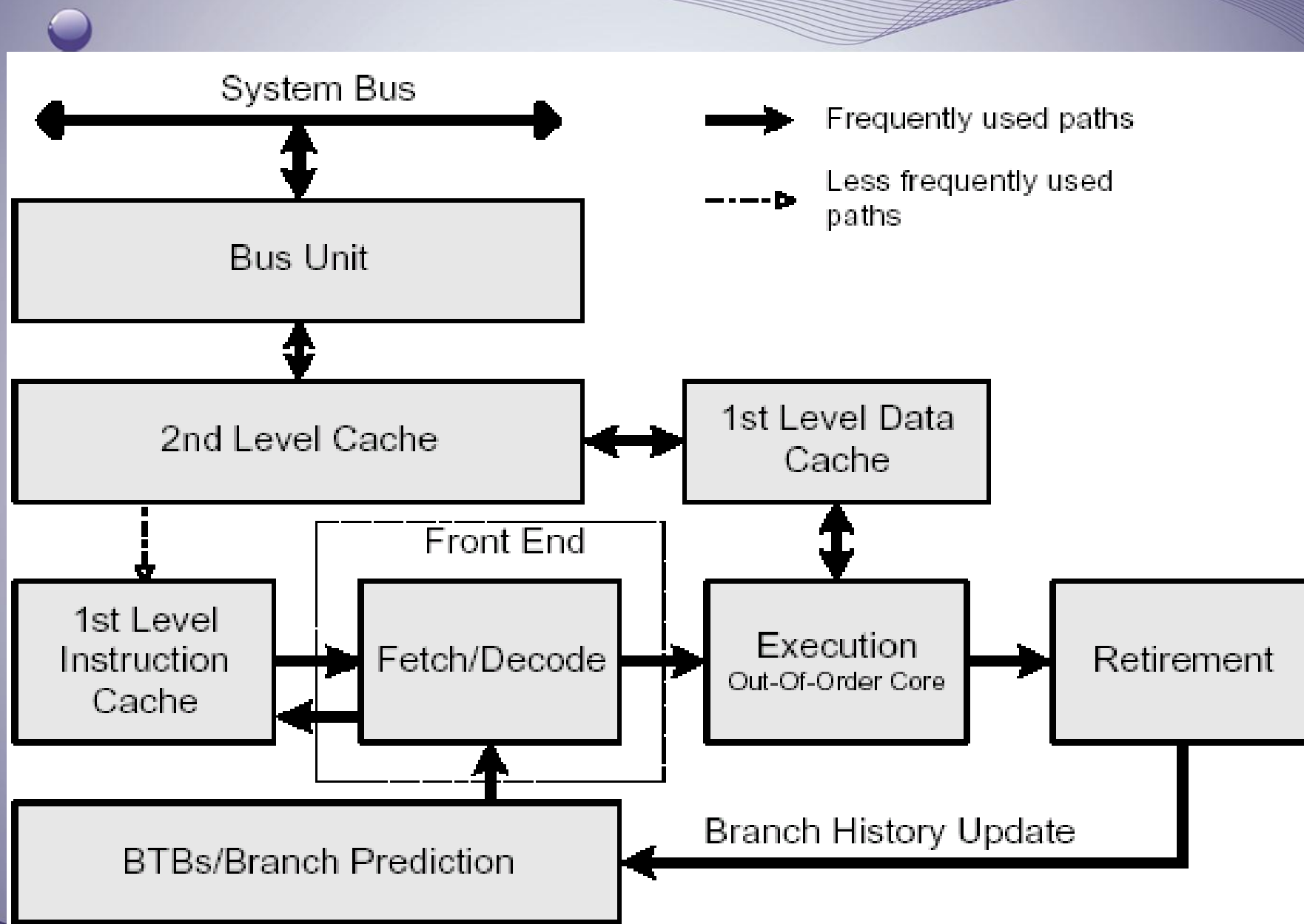
动态执行使CPU通过更符合逻辑的顺序而不是简单地按指令序列来执行，以获得更高的效率。这是Pentium Pro及以后的芯片和兼容芯片的特征之一。



分支跳转的规律性

- MOV AX, 0
- MOV CX, 10
- L1x:
- ADD AX, 3
- LOOP L1x
- DEC AX





CPU领域常见名词

- 多核技术

一片处理器（chip）中集成两个或多个完整的计算引擎(内核)。

- 3DNOW! 技术

CPU扩展指令集，AMD，21条三维浮点运算指令。

- 硬件防病毒技术

执行禁止位。



3DNOW技术

3DNOW! 技术是由AMD开发的一套SIMD多媒体指令集，支持单精度浮点数的矢量运算，用于增强x86架构的计算机在三维图像处理上的性能。

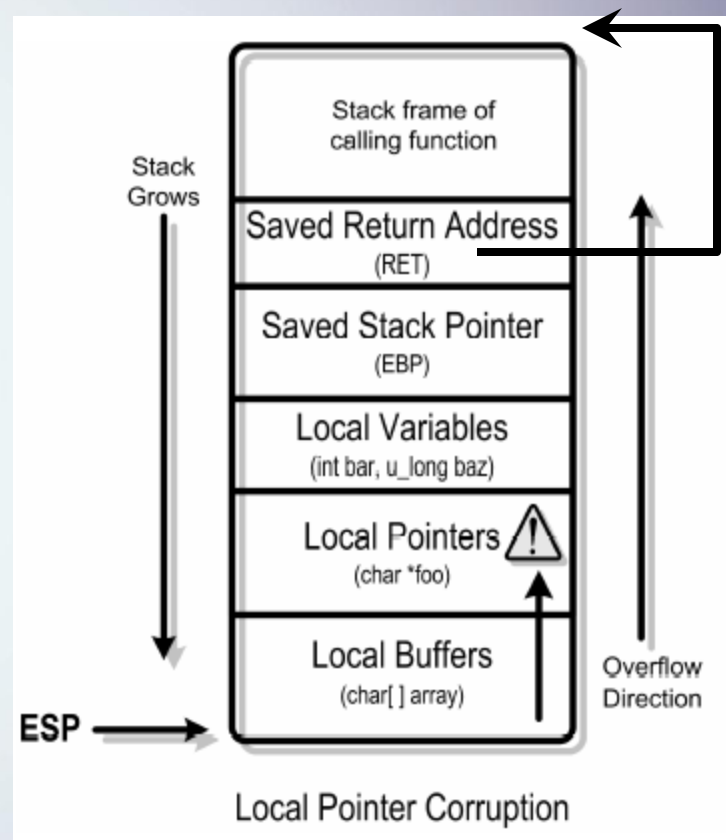
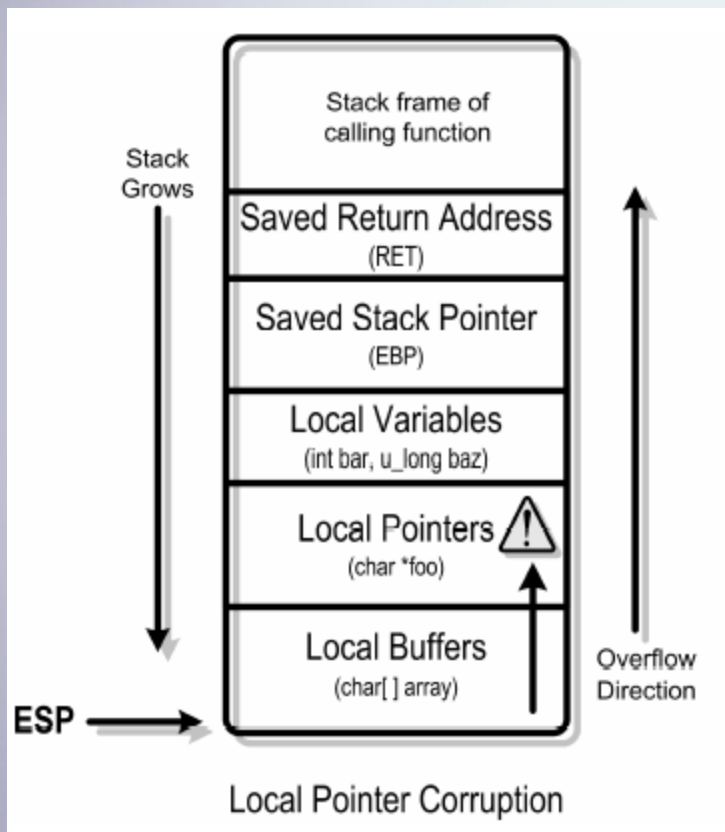
作为MMX技术的扩展，3DNOW和SSE技术相似，但指令格式不同，互不兼容。



硬件防病毒技术EDB

“Excute Disable Bit”（执行禁止位，简称EDB），是一种硬件防病毒技术，与操作系统相配合，可以防范大部分针对缓冲区溢出（buffer overrun）漏洞的攻击。





CPU领域常见名词

- 超级标量技术

超标量（superscalar）是一个时钟周期内CPU可以执行一条以上的指令。

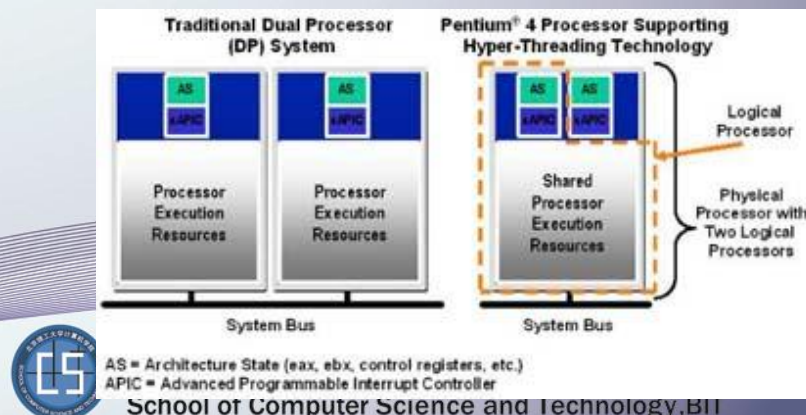
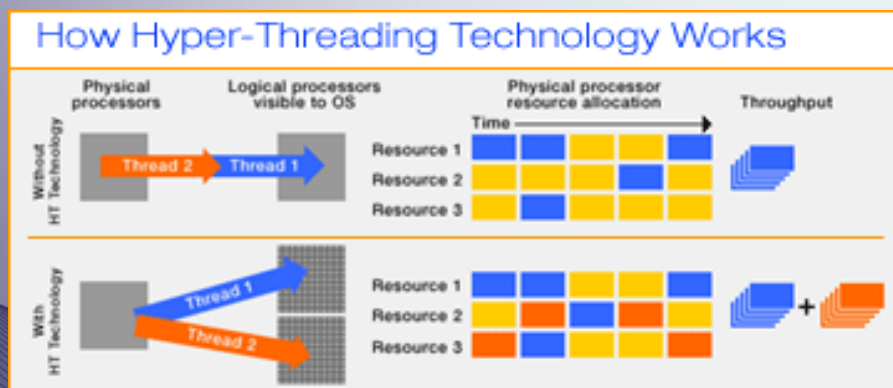
- 超线程技术

超线程技术利用特殊的硬件指令，把两个逻辑内核模拟成两个物理芯片，让单个处理器都能使用线程级并行计算，进而兼容多线程操作系统和软件，减少了CPU的闲置时间，提高的CPU的运行效率。



超线程技术

采用超线程技术后，一个物理处理器上具有两个逻辑内核，每一个内核模拟成一个CPU芯片。对于操作系统而言，它会把这个物理处理器视为两个独立的逻辑处理器，每个逻辑处理器可以各自对请求做出响应，运行不同的线程。两个逻辑处理器共享一组处理器执行单元，并行完成各种操作。



CPU领域常见名词

- 睿频加速技术

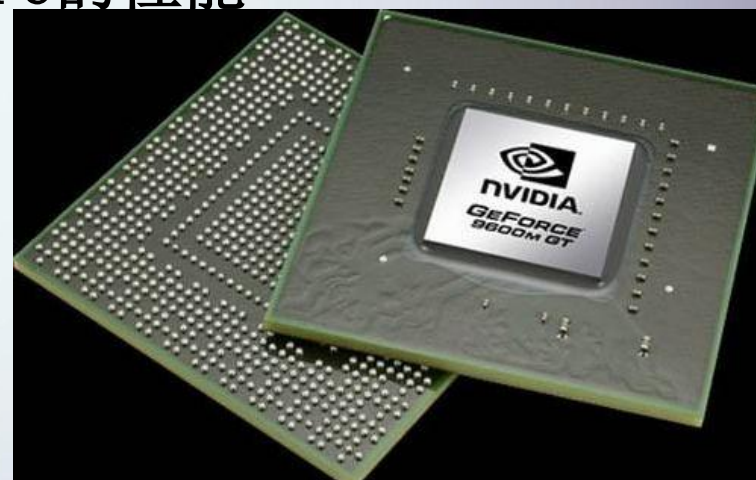
Intel在最新酷睿i系列cpu中加入的新技术，以往cpu的主频是出厂之前被设定好的，不可以随意改变。而i系列cpu都加入睿频加速，使得cpu的主频可以在某一范围内根据处理数据需要自动调整主频。



CPU领域常见名词

- GPU

- 图形处理器，CPU就从图形处理的任务中解放出来
- 浮点运算、并行计算超过CPU的性能
- 人工智能、深度学习
- Intel nVidia ATI/AMD



- 流片

- 芯片试生产
- 像流水线一样通过一系列工艺步骤制造芯片。



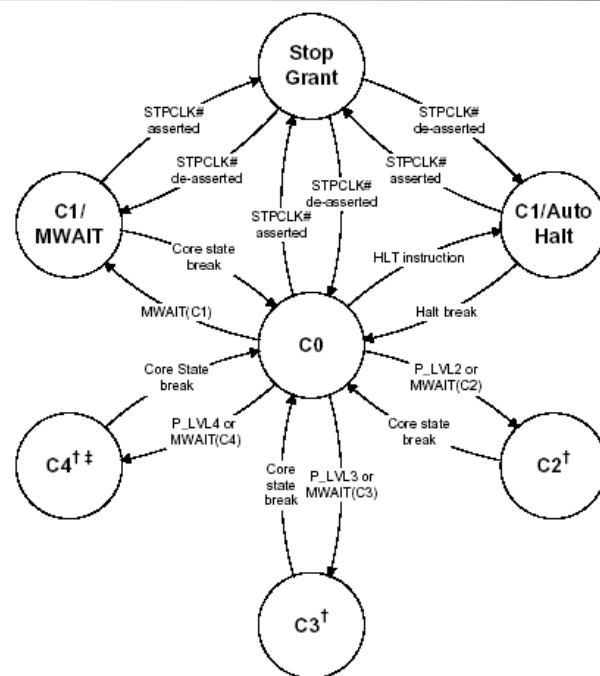
CPU领域常见名词

- 节能省电技术EIST
自动调节电压和频率。
- 虚拟化技术Intel VT
虚拟机



节能省电技术EIST

EIST主要面向笔记本电脑和服务器。CPU有5种状态，当状态发生改变时，它通过调节处理器频率和供电电压来达到降低功耗的目的。



halt break = A20M# transition, INIT#, INTR, NMI, PREQ#, RESET#, SMI#, or APIC interrupt
core state break = (halt break OR Monitor event) AND STPCLK# high (not asserted)
† — STPCLK# assertion and de-assertion have no effect if a core is in C2, C3, or C4.
‡ — Core C4 state includes the Intel Enhanced Deeper Sleep state.



虚拟化技术Intel VT

虚拟化是指计算元件在虚拟的基础上而不是真实的基础上运行。

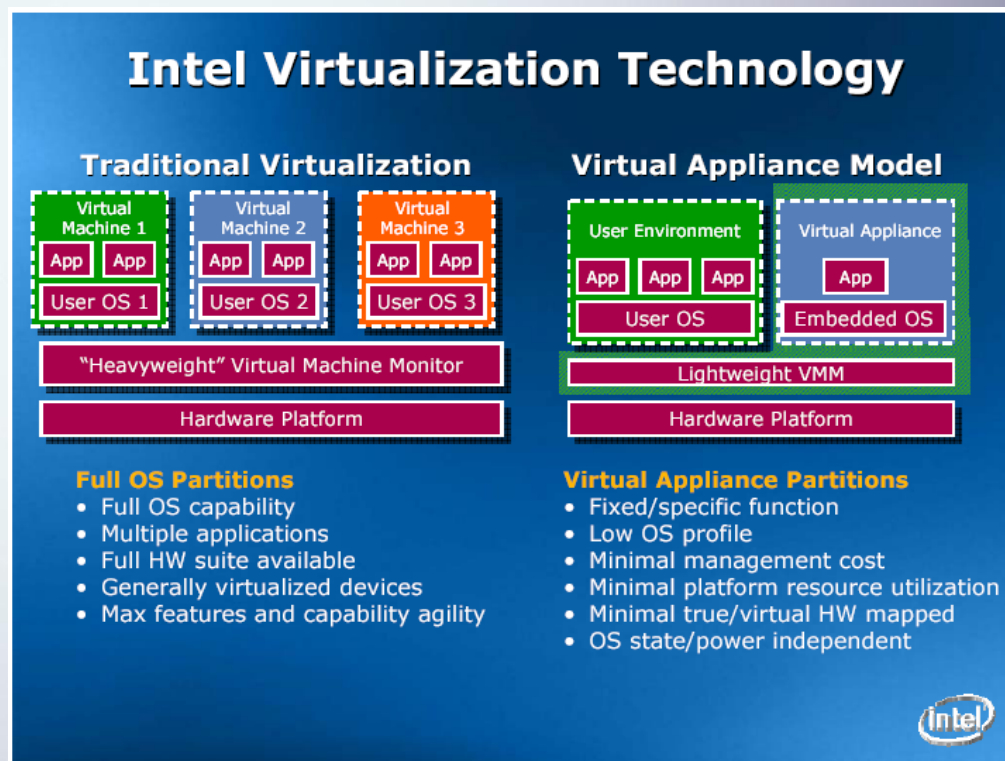
虚拟化技术可以允许在一台计算机上同时运行多个操作系统，每一个操作系统都运行在一个虚拟的CPU或者是虚拟主机上，并且应用程序都可以在相互独立的虚拟环境内运行而互不影响。



虚拟化软件

常用的虚拟化软件有：

- VMware
- VirtualPC
- VirtualBox



多核技术

- 功耗
 - 频率提升带来的功耗增大
- 互连线延迟
 - 减少传输距离
 - 尺寸减小带来的散热问题
- 设计复杂度
- 多核优势的发挥
 - 并行处理

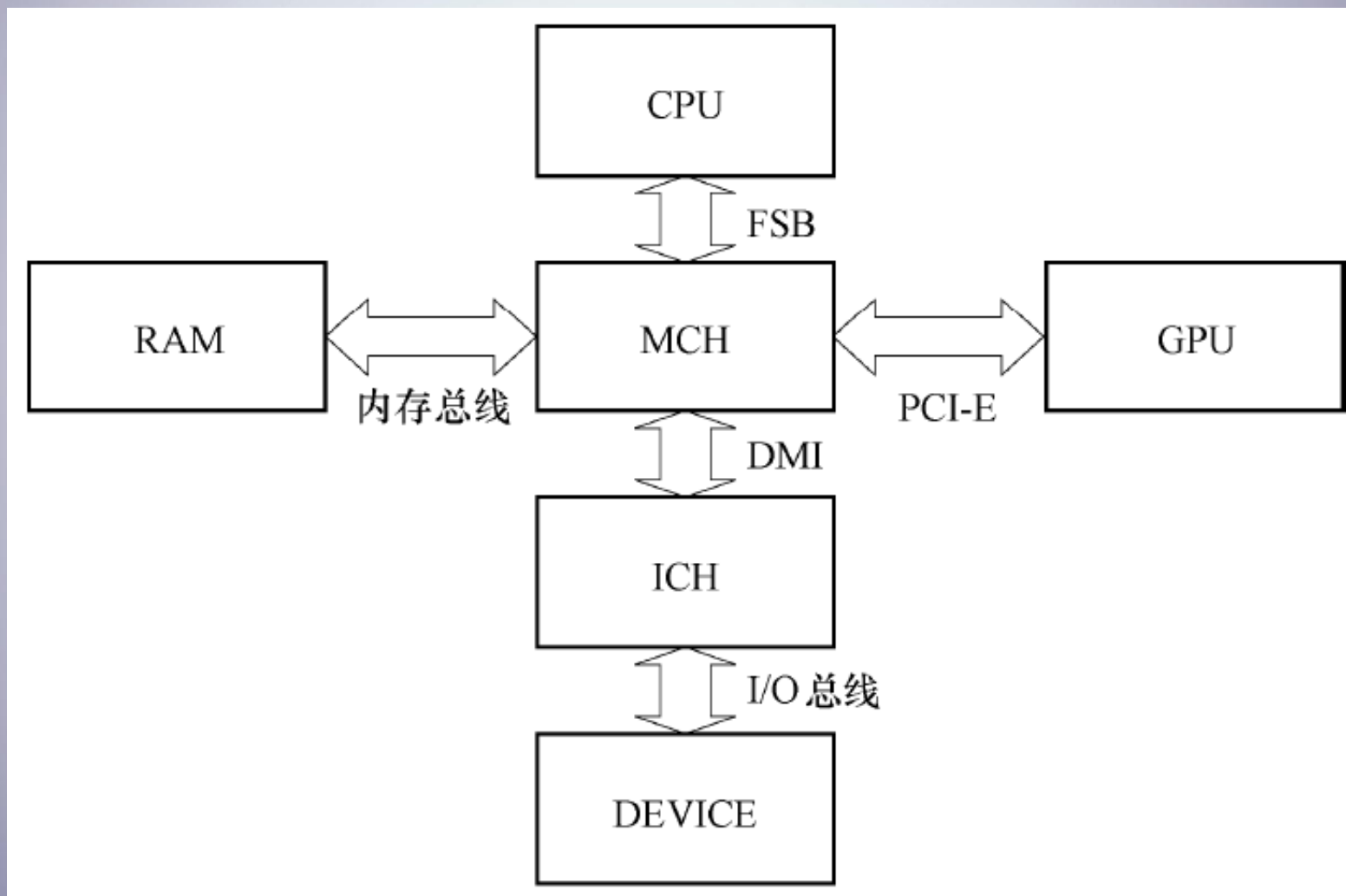


主板

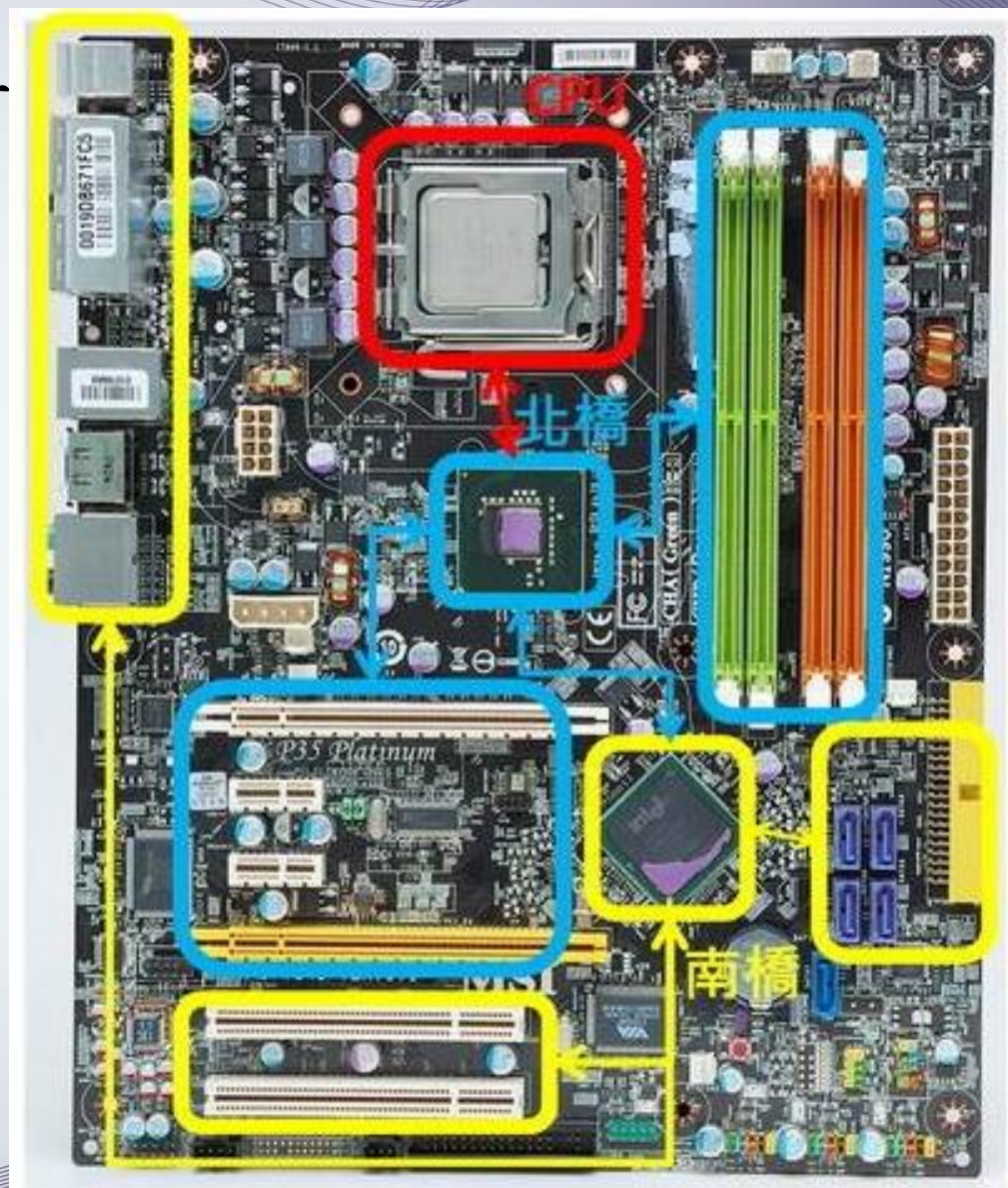
- 主板结构
 - AT、ATX、BTX
- 芯片组
 - 南北桥体系结构
 - 单芯片组体系结构



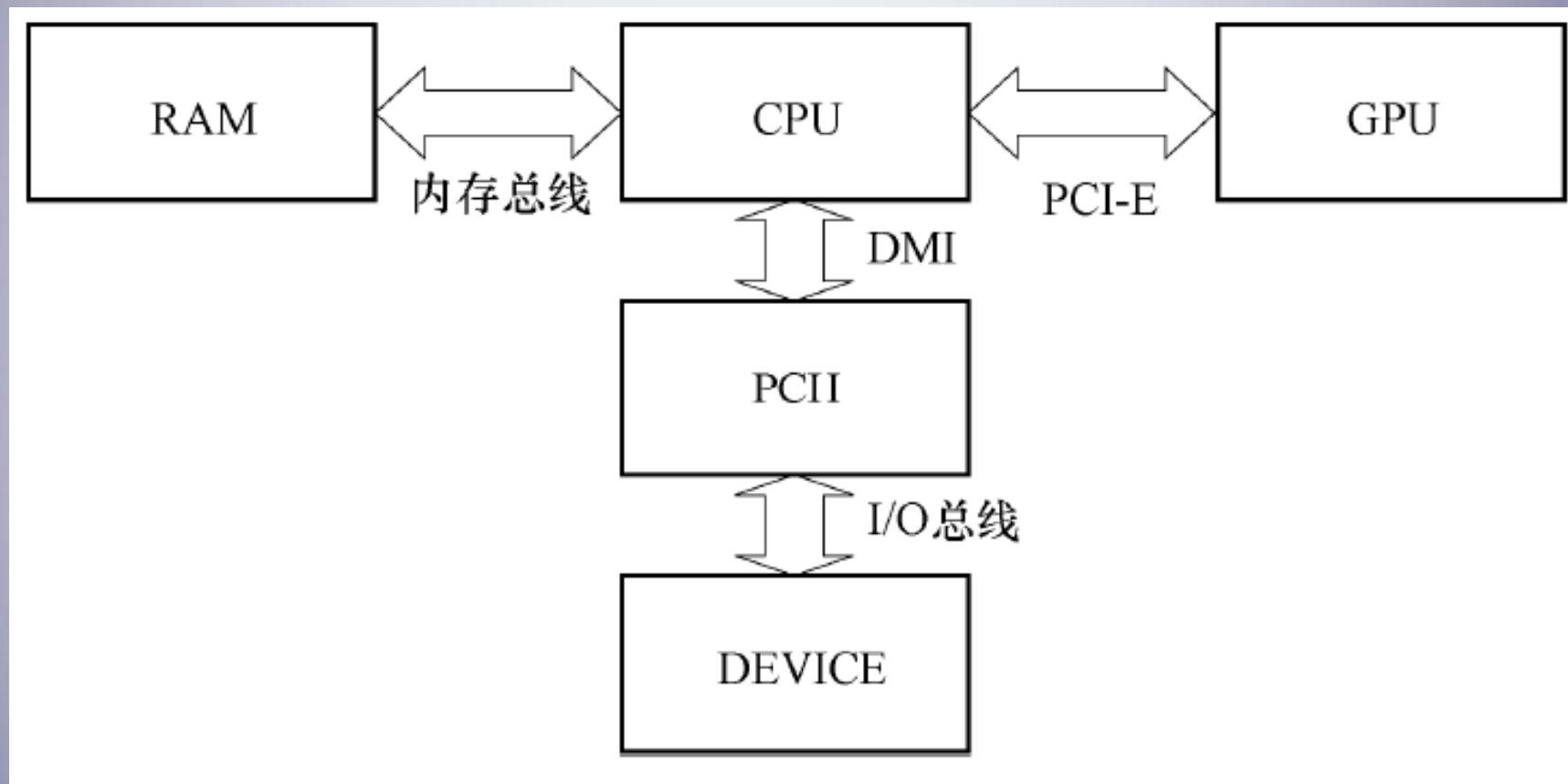
南北桥体系结构



南北桥芯片组



单芯片组结构



PCH结构



BIOS/CMOS

- BIOS
 - 基本输入输出系统
- CMOS
 - RAM芯片



多通道内存技术

- 主板芯片组功能/和内存无关
- 假定2条DDR 400内存条，工作在200MHz频率下，每个时钟可以传送2次64位数据，则单通道系统中内存总线的总带宽是多少？

$$200M \times 2 \times 64 \div 8 = 6400MB/s = 3.2 GB/s$$

- 假定2条DDR 400内存条，工作在200MHz频率下，每个时钟可以传送2次64位数据。双通道系统中内存总线的总带宽是多少？

$$2 \times 200M \times 2 \times 64 \div 8 = 6400MB/s = 6.4GB/s$$



主板插槽

- CPU插槽
- 内存插槽
- 电源插槽
- PCI/PCI-E插槽
- IDE/SATA接口
- 机箱连接线
- 外部接口：PS/2、HDMI/VGA、USB、Ethernet、Audio、COM/LPT



内存

- 存储器容量
 - Byte为单位, 2^{10} 进位
 - KB/MB/GB/TB/PB/EB
 - 硬盘容量以 10^3 进位
- 存储器编址
 - Byte为单位编址/存储芯片以bit为单位编址
 - 字节byte/字word/双字dword
 - 逆序存放



数据

- 二进制位：存储信息的基本单位，1Gb。
- 字节：存取信息的基本单位，1GB。编号 $b_7 \sim b_0$ 。
- 字：一个字16位，占用两个存储单元。其位编号为 $b_{15} \sim b_0$ 。
- 双字：一个双字32位，占用四个存储单元。其位编号为 $b_{31} \sim b_0$ 。
- 四字：一个四字64位，占用八个存储单元。其位编号为 $b_{63} \sim b_0$ 。



单元的内容

一个存储单元中存放的信息称为该单元的内容。

1. 访问字、双字、四字：

访问时只需给出最低单元的地址号即可，然后依次存取后续字节。

2. 逆序存放：

按照Intel公司的习惯，其低地址中存放低位字节数据，高地址中存放高位字节数据，这就是所谓“逆序存放”含义。



逆序存放

内存现有以下数据（后缀H表示是16进制数）：

地址： 0 1 2 3 4 5

内容： 12H 34H 45H 67H 89H 0AH……

则对于不同的数据类型，该单元的数据是：

(0) _{字节} =

(3) _字 =

(1) _{双字} =



扩展卡

- 显卡
- 网卡
- 声卡

