# Intel嵌入式处理器

Intel在相当长的历史时期里处理器的发展都处于领先地位。1971年，Intel推出了第一款微处理器Intel 4004，体积小、重量轻、价格低廉促使产生了4位的4040和8位的8008；1973年，Intel进一步推出了8位微处理器8080，执行速度达到了500KIPS，地址总线16条，寻址范围可达64KB；1977年，处理器8084正式成为嵌入式系统家庭中的第一个成员，之后的8086以及现在仍然有人在使用的8096处理器成为了嵌入式的经典；20世纪90年代，Intel发布了Intel386处理器以及奔腾处理器，提出EIA战略，抢占了嵌入式市场；直到2008年，Intel发布了面向移动计算市场的Atom处理器，它的计算能力更强、超低功耗，体型也轻便小巧。接下来我将从结构、指令集等七方面对它的特点进行介绍，以便于和ARM、MIPS进行比较。

1. 处理器结构：

这里以Intel80960举例，它包括了虚拟存储器管理、浮点功能单元和寄存器记分牌。处理器分成三层结构：核心、数字和保护层。核心层主要是和RISC相关的操作，数字支持浮点操作等，保护结构主要是进程管理、虚存管理、多处理器技术等等。

1. 指令集架构：

指令集架构主要分为复杂指令集（CISC）和精简指令集(RISC)[1]，Intel采用的主要是复杂指令集，它的特点是用较少的指令可以完成更多的操作，这样它的执行速度会很快，但是执行每个指令类型都需要额外的晶体管和电路元件，指令集越大，随之微处理器也会更复杂，执行操作就相对减慢了。

1. 指令集位数：

处理器指令集架构的位数也是衡量性能的一个重要因素。指令集位数是指CPU中通用寄存器的宽度，它决定了CPU处理能力的强弱，一般来说指令集位数越多越好，但是Intel并没有直接开发64位的x86指令，因为从原来32位架构进化出64位，效率会很低，于是它重新推出了一个叫IA64的处理器，由此制造了Itanium系列处理器，但是IA64并没有很成功，到现在使用的是AMD64，IA64已经基本被放弃了。不过目前来讲，在嵌入式微处理器的使用中，广泛使用的还是32位架构，但是在高速嵌入式中，64位架构已经成为主流。

4、流水线：

在提高CPU计算能力的过程中，流水线技术十分重要，同时对处理器的发展也影响深远。流水线是指，为了提高CPU的利用率，加快执行速度，将指令分成多个阶段，并行执行不同指令的不同阶段，从而提高它的吞吐率。

Intel的i486引入了五级流水线，这时候的CPU不是仅仅只运行一条指令，同一级流水线在同一时刻运行着不同的指令，大大提高了程序的性能。后来的奔腾Pro处理器架构增加了其他的特性，比如说猜测执行，流水线的扩展，“超标量流水线”的提出，这些使得处理器的性能又进一步提高了。2002年发布的奔腾4处理器引入了超线程技术，同时为了让CPU的乱序执行部件得到充分的利用，加入了第二套前端部件，这让操作系统看到了两个处理器，某种程度上实现了多线程技术。在流水线的互锁问题上，Intel采用的是记分牌方法，用硬件去实现重安排指令。

5、处理器工艺：

一般来说，制造工艺的纳米数越小。能量使用效率越高。在2020年，Intel推出了新一代10nm工艺，也叫10nm SuperFin工艺，号称是有史以来节点工艺性能提升最大的一次了，这代工艺主要用于Tiger Lake、DG1低功耗独显以及更高性能的SG1独显。

6、过程调用：

Intel支持过程调用使用的是4套16个局部寄存器以及一套16个全局寄存器，但是MIPS使用的是软件实现大寄存器文件。同时采用了重叠寄存器技术[2]，不需要从全局寄存器往局部寄存器中复制参数了，，但是由于寄存器数目多，在进行上下文进程切换的过程中全部写入内存，花费时间较多。而在浮点参数上，MIPS在浮点计算的芯片上添加了32个浮点寄存器，但是Intel只有4个，所以MIPS的浮点计算要比Intel的快得多，据统计，大约是5倍。

7、设计目标：

Intel设计的强项在于超高性能的台式机和服务器处理器，过去十几年中，大多数服务器和电脑用的都是Inte处理器，所以在进入移动行业，它使用的复杂指令集架构移植到体积较小的移动设备其实不是那么容易。Intel i7的发热率大约是45瓦，也就是ARM处理的15倍。为了提高能量的使用效率，Intel提出的Atom系列处理器采用了温度控制设计，必须使用22纳米制造工艺。总的来说，制造工艺的纳米数越小，能量使用效率越高。

总之，Intel处理器具有多处理器，性能较高，适用于实时控制大型系统的特征，虽然在轻便小巧等方面不及ARM和MIPS，但是根据应用的发展，Intel依然有很大的市场空间。

[1]邓豹，孙靖国.国产嵌入式处理器发展综述.航空计算技术[J]

[2]黄永葵，赵云忠，毕国楦等. 实时嵌入式系统MIPS R3000和Intel 80960处理器的适用性评估. 航天计算技术[J]