对于ARM与x86架构的一些分析

英才实验学院 刘正浩 2019270103005

【摘要】目前市面上出现的消费级电子产品中的中央处理器主要可以分为两类：使用x86架构的产品和使用ARM架构的产品。前者的主要代表为桌面计算机以及笔记本电脑，而后者的主要代表为手机、平板电脑。本文将从几个不同方面分别介绍x86架构与ARM架构各自的特点，并比较它们之间的差异。

【关键词】ARM，x86，指令集

1. 背景

1.1 指令集架构

ARM架构与x86架构是两种不同的指令集架构。指令集架构，指的是计算机体系结构中与程序设计有关的部分，包括基本数据类型、指令集，寄存器，寻址模式，存储体系，中断，异常处理以及外部I/O。指令集架构包含一系列的opcode即操作码（机器语言），以及由特定处理器执行的基本命令。【1】

目前的计算机中使用的微处理器常用的指令集有3种：

1. 复杂指令集（Complex Instruction Set Computing，CISC）。目前英特尔公司的奔腾、赛扬、酷睿、至强系列处理器以及AMD公司的速龙、APU、锐龙、EPYC系列处理器使用的均是CISC。

2. 精简指令集（Reduced Instruction Set Computing，RISC）。目前大部分移动电子设备使用的都是RISC。RISC最具有代表性的应用是ARM公司设计的Cortex系列微处理器及微架构，几乎所有安卓智能手机以及平板电脑使用的SoC都是基于它们来开发的。

3. 显式并发指令（Explicitly Parallel Instruction Computing，EPIC）。目前只有英特尔公司与惠普公司合作推出的的IA-64架构的Itanium微处理器使用这种指令集。【2】

2. x86架构

2.1 x86架构的历史

x86的名字来源于英特尔公司最早开始使用x86架构的8086系列处理器，包括80186，80286等等。除了英特尔公司之外，在x86架构出现的早期，还有许多其他公司也生产x86架构的微处理器，其中较为出名的有AMD公司、Cyrix公司以及IBM公司等等。

除英特尔公司外，使用x86架构最为成功的是AMD公司，他们生产的微处理器始终在市场中占有一定份额。此外，他们还在x86架构的基础上发展了64位的拓展，即x86-64（或称AMD64）架构。AMD64架构以及英特尔对其兼容得到的Intel64架构是目前市面上几乎所有CPU使用的架构，也就是我们常说的“64位处理器”。

2.2 x86架构简介

x86架构是一种重要的可变指令长度的CISC，强调向后兼容。x86架构具有字节寻址的特性，字按小尾数字节顺序存储在内存中。不同代的x86架构支持的最大位数有16位、32位和64位，并且新版本的x86架构可以兼容老版本的x86架构。【3】

3. ARM架构

3.1 ARM架构的历史

ARM架构最初是由英国艾康电脑公司开发的一个RISC架构。后来，艾康电脑公司又与苹果公司合作开发新版ARM核心。采用ARM架构的微处理器具有低成本、高能效比的特点，因此非常适用于移动通信设备。实际上，现在的ARM公司并不设计完整的微处理器。ARM公司的经营模式在于出售其IP核，他们会将IP核的方案授权给其他的厂家，其他的厂家再依照IP核设计出不同的微处理器。高通、苹果、联发科、海思等厂商就是通过这种方式来设计各自的基于ARM架构的SoC的。

3.3 ARM架构简介

ARM架构的内核经历了从v1到v8的多次升级过程。它讲求精简由快速的设计方式，整体电路化但不采用微码。

ARM架构包含了以下精简指令集处理器的特性：读取、存储架构；大量的1632-bit寄存器堆、固定的32bits操作码长度、大多在单个CPU周期中运行。【4】

4. ARM架构与x86架构的比较

ARM架构与x86架构的不同，最主要在于使用了不同种类的指令集，即RISC与CISC。因此，如果要比较ARM架构与x86架构，可以从RISC与CISC的比较开始。

CISC的特点在于指令丰富、多种寻址模式、多种指令格式和大小，一个指令可能在多个周期中完成；与之相对应的，RISC的指令、指令格式与寻址模式更少，并且在理想的RISC中，所有指令的大小都是相同的，且都能在一个周期中完成。【5】

有一种观点认为，采用ARM架构的处理器要比采用x86架构的处理器能效比更高，理由是CISC的指令更复杂。然而，研究表明ARM架构与x86的比较似乎并不是这么简单。

Emily Blem等人发表的论文*Power struggles: Revisiting the RISC vs. CISC debate on contemporary ARM and x86 architectures*中提到，指令集在x86架构与ARM架构这两种实现中并没有很大的差别。但同时， x86架构的设备比ARM架构的设备使用的功率要明显更多。【6】

作者在文章的最后也提到，RISC与CISC架构都将在将来技术革新中获得更高的能效提升。

参考文献

【1、2】Wikipedia：“指令集架构”

https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%8C%87%E4%BB%A4%E9%9B%86%E6%9E%B6%E6%A7%8B

【3】Wikipedia：“x86” <https://zh.wikipedia.org/wiki/X86>

【4】Wikipedia：“ARM架构”https://zh.wikipedia.org/wiki/ARM%E6%9E%B6%E6%A7%8B

【5】T. Jamil, "RISC versus CISC," in IEEE Potentials, vol. 14, no. 3, pp. 13-16, Aug.-Sept. 1995, doi: 10.1109/45.464688.

【6】E. Blem, J. Menon and K. Sankaralingam, "Power struggles: Revisiting the RISC vs. CISC debate on contemporary ARM and x86 architectures," 2013 IEEE 19th International Symposium on High Performance Computer Architecture (HPCA), Shenzhen, China, 2013, pp. 1-12, doi: 10.1109/HPCA.2013.6522302.