

CISC 和 RISC 技术与计算机性能间的关系

徐 默

(中南民族大学 计算机科学学院,湖北 武汉 430074)

摘要: 本篇论文主要从计算机体系结构中指令系统的优化方向,即 CISC 和 RISC 两个方向各自的技术发展方向及目前采用它们的机器的性能对比,分析了这两种优化的优缺点,概述了目前计算机的发展及应用,对未来二者的结合进行了展望。

关键词: CISC;RISC;指令系统;计算机体系结构

中图分类号: TP311.1

文献标识码: A

一、引言

从 1946 年第一台计算机诞生起,计算机在 70 多年中得到了飞速的发展。现在的计算机多采用冯·诺依曼结构,即存储程序的基本思想来设计计算机。计算机的发展更新换代从一定程度上可以说是计算机体系结构的发展。

而现代计算机体系为了满足人们期望的更快更稳定,花费大量时间研究出了两种优化途径和方向,当然结构完善和性能提高是伴随着微处理器的指令系统的发展而发展起来的,故而两种优化都是指令系统上的发展。简单来说如下:

CISC,复杂指令系统计算机 (Complex Instruction Set Computer), 一步增强原有指令的功能以及设置更为复杂的新指令取代原先由软件子程序完成的功能。简单来说就是通过设置一些功能复杂的指令,把一些原来由软件实现的、常用的功能改用硬件的指令系统实现,以此来提高计算机的执

行速度的计算机系统。

RISC, 另一种通过减少指令种类和简化指令功能来降低硬件设计的复杂度,提高指令的执行速度,20 世纪 80 年代发展的指令系统日益缩小和精简的设计成 CPU 的计算机即为精简指令系统计算机 (Reduced Instruction Set Computer), 简称: RISC。

这两种优化并不是取代关系,甚至 CISC 和 RISC 这两种技术都试图在体系结构、操作运行、软硬件、编译时间和运行时间等诸多因素中做出某种平衡,以求达到高效的目的,虽然采用的方法不同因而有很多方面的差异,但并不影响人们对这两种优化的应用。下面将详细介绍这两种技术及采用它们的机器的性能。

二、CISC 技术和 RISC 技术简介

CISC 是复杂指令系统计算机 (Complex Instruction Set Computer) 的简称,通过名称就可以看

出来,它是由复杂指令系统设计的计算机。这里提到的复杂指令系统是增强原有指令的功能,设置更为复杂的新指令实现软件功能的硬化,达到人们对计算机复杂指令的处理效率期望的计算机系统。现如今庞大的资料库告知早期的计算机部件比较昂贵,主频低,运算速度慢,设计之初:实现人们指令计算的目标,更快更好的效率处理并没有达成,为了提高运算速度,人们将越来越多的复杂指令加入到指令系统中就为了提高计算机的处理效率,于是逐步形成了复杂指令系统计算机体系。然而,在具体的实践运用及数据处理结果上发现在指令集中的各种指令使用频率相差悬殊。大量痕迹积累 IBM 研究中心的 John Cocke 证明:计算机程序执行过程中,约 20% 的指令担负着 80% 的工作。隐藏之下就是有 80% 的指令是处于基本“浪费”的状态,使用率根本不符合其所占空间。这种结果十分令人心痛并且相当失望,人们总是对于“鸡肋”抱着矛盾的想法。

基于 CISC 存在的诸多不合理性,人们不再满足,开始追求更加符合期望的新指令,终于美国加州大学伯克莱分校于 1979 年提出了 RISC 的思想。

RISC 是精简指令系统计算机 (Reduced Instruction Set Computer) 的简称,显而易见这是一种更加优化的结果。RISC 是一种执行较少类型计算机指令的微处理器,特点在于大部分指令能在一个时钟周期内执行完毕,这就是说存在指令的有效性戏剧化的完成了高配。具体的就是可以只使用小的指令集,这样使得代码开发更加容易,实现软件开发周期和测试的缩短;再者就是采用硬布线控制逻辑,处理能力强,速度快,不仅精简了指令系统,而且由于采用超标量和超流水线结构,相对于曾经几百条的指令,RISC 的指令数目只有几十条,实现“浓缩精华”,大大的增强了并行处理能力;同时在这种高效模式下,并进的运营的数据少,

故而机体时钟频率低,功率消耗少,内部组件温升也少,机器不会轻易出现故障或者因为高温而急剧老化,大大提高了系统的可靠性。

三、CISC 和 RISC 技术的优缺点

(一)CISC 技术的优缺点

(1)从硬件角度来看,CISC 处理的是不等长指令集,这就表明其要求并不苛刻。

(2)从软件角度来看,CISC 在 DOS、Windows 操作系统上运行,复杂而庞大的指令群使得其拥有大量的应用程序。

(3)指令集不单纯的指几十个指令,更应为其冗杂而繁复,使得指令的执行时间长。

(4)CISC 型 CPU 所包含的单元电路很多,为了将电路串联起来其结构设计极为复杂,造成的结果是这类计算机的 CPU 面积和功耗都很大。

(5)在程序调用时需将上下文保存在堆栈中,甚至需要内存操作,否则数据会消失。

(二)RISC 技术的优缺点

(1)从硬件角度来看,它处理的是等长精简指令集,完全不同于 CISC 系统。

(2)从软件角度来看,虽然 RISC 也可以运行在 DOS、Windows 上,却不能直接完成指令,而是需要一个翻译过程,将指令层层递交出去,所以运行速度慢。

(3)只有取数/存数 (LOAD/STORE) 指令访问存储器,其余指令的操作都在寄存器内完成,使得控制简单化。

(4)RISC 型 CPU 所包含的单元电路较少,直接表现就是 CPU 面积小,功耗低。

(5)采用流水线技术,高速缓存 (Cache) 技术,不用为程序控制。

(6)CPU 中有多个通用寄存器,在调用子程序时 RISC 将把程序存放在寄存器中并且参数也寄存器来传递。

理工前沿

(7)面向高级语言,汇编语言程序需要较大的内存空间,并采用了优化的编译程序,不易设计。

四、CISC 和 RISC 的发展现状及瓶颈

现在由于超大规模集成电路的发展,在当今物理器件的发展基本上已经走向了极限,思路上的短板影响着设计方法也受到极大的约束的条件下,无论是采用 RISC 还是采用 CISC 体系的现代计算机都面临着容量与速度远不满足其要求的局面,即问题求解复杂度与速度、问题求解规模与容量之间的矛盾,这种矛盾的产生主要还是因为计算机数代变革而依然没有走出原有的基本设计。究其根本原因,是传统的串行控制的冯·诺依曼结构的计算机遇到以下三大制约的限制:

一是操作瓶颈制约:因为冯·诺伊曼体系结构本质包括串行性、顺序性的控制机理,形容上就是对数据相关资源的控制和仲裁均是人为决定,人类的行动有很大的局限性,因此构成了时间和空间的极大开销,这种主观行为的处理造成冯氏数据流的拥塞,很久以前就已经是著名的冯·诺伊曼瓶颈问题。

二是算法的制约:冯·诺伊曼体系沿用至今的贡献在于将所有应用问题建立在四则运算和逻辑运算的组合算法,并以寄存器为基本模型的存储体系上,但依然存在的问题是它在基本操作的控制上仍是一种串行机制,不具备构造一个并行算法的基础却要完成种种相应操作,即在串行的模型上去建立并行算法,这样势必会带来本质的困难和效率的损失。

三是存储模型的制约:存储模型在冯·诺伊曼体系结构当中是一种被动式的访问机制,不能真正地完成人类在并行操作行为中经常反映的无破坏性操作和平等交互赋值运行的需求。因此冯·诺伊曼的存储模型结构仅能在运行时以空间为代价进行复制或以时间为代价进行选择来替代这

种制约,这对于提高信息处理能力有很大的限制。

五、CISC 和 RISC 的发展趋势

20 世纪 70 年代以前的计算机均用传统的 CISC 指令结构,即完全采用复杂指令来支持高级语言、应用程序和操作系统。这种 PC 不但成本高且效率较低,速度受限。20 世纪 80 年代 RISC 型 CPU 诞生了,相对于 CISC 型 CPU,RISC 型 CPU 不仅精简了指令系统,还采用了一种叫做“超标量和超流水线结构”,大大增加了并行处理能力。也就是说,架构在同等频率下,采用 RISC 架构的 CPU 比 CISC 架构的 CPU 性能高很多,这是由 CPU 的技术特征决定的。目前,RISC 和 CISC 各有优势,而且界限并不那么明显了。现代的 CPU 往往采用 CISC 的外围,内部加入了 RISC 的特性。就连典型 CISC 体系的 Intel CPU 也具有了明显的 RISC 特征。在中高档服务器中普遍采用 RISC 指令系统的 CPU。另外,超长指令集 CPU 由于融合了 RISC 和 CISC 的优势,成为未来的 CPU 发展方向之一。下一代 CPU 将融合 CISC 技术与 RISC 技术,从软件与硬件方面二者会取长补短,更进一步增加处理器的并行性及提高工艺水平。

六、结语

CISC 和 RISC 技术是设计制造 CPU 的典型技术,也就是决定计算机性能的关键技术;从目前计算机体系发展来看,CISC 和 RISC 体系界限日益模糊,CPU 已实现了融合 CISC 和 RISC 技术在制造中,并达到了提高计算机速度及整体性能的目的。可以说已经是一种进步,很大程度上又一次满足了人类自设发展的需求。

但冯·诺伊曼体系结构因为其局限性,已经成为现代计算机发展的障碍。人们局限于此已经封停了自己前进的步伐。相对幸运的是,人们已经意识到了这种局限性带来的困扰和对未来发展的阻碍。不仅仅只是技术上的革新,更要打破原

有的思维,实现更多的创新。就目前发展的阶段,超长指令字 VLIW、单芯片多处理器、多线程超标量等必将成为计算机体系结构发展的方向。

参考文献:

[1]寇晓斌,杨琴,王亮亮等.主流处理器体系结构与架构发展现状综述[J].微型机与应用,2014,(16):1-2,5. DOI:10.3969/j.issn.1674-7720.2014.16.001.

[2]布合力其木·艾尔肯.浅谈 CISC 和 RISC 技术与计算机性能间的关系[J].数字技术与应用,2014,(7):208-208.

[3]唐朔飞.计算机组成原理(第二版)[J].高等教育出版社,2012,(11):326.

[4]胡伟武.计算机体系结构[J].北京:清华

大学出版社,2011,(6):52.

[5]徐颖.论 CISC 与 RISC 的发展现状及其未来趋势[J].科技信息(科学·教研),2006(12)

[6]Blem, Emily, Menon, Jaikrishnan, Vijayaraghavan, Thiruvengadam et al. ISA Wars: Understanding the Relevance of ISA being RISC or CISC to Performance, Power, and Energy on Modern Architectures[J]. ACM transactions on computer systems, 2015,33(1):3.1-3.34.

[7]李成铮,魏立津.计算机体系结构的发展及技术问题探讨[J].计算机光盘软件与应用,2014(6):127-128.

[8]王亮亮,杨琴,芮雪等.面向 RISC 体系结构的 Linux 系统移植原理[J].计算机技术与发展,2014,(8):76-79,83. DOI:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.08.018.