世界著名计算机教材精选

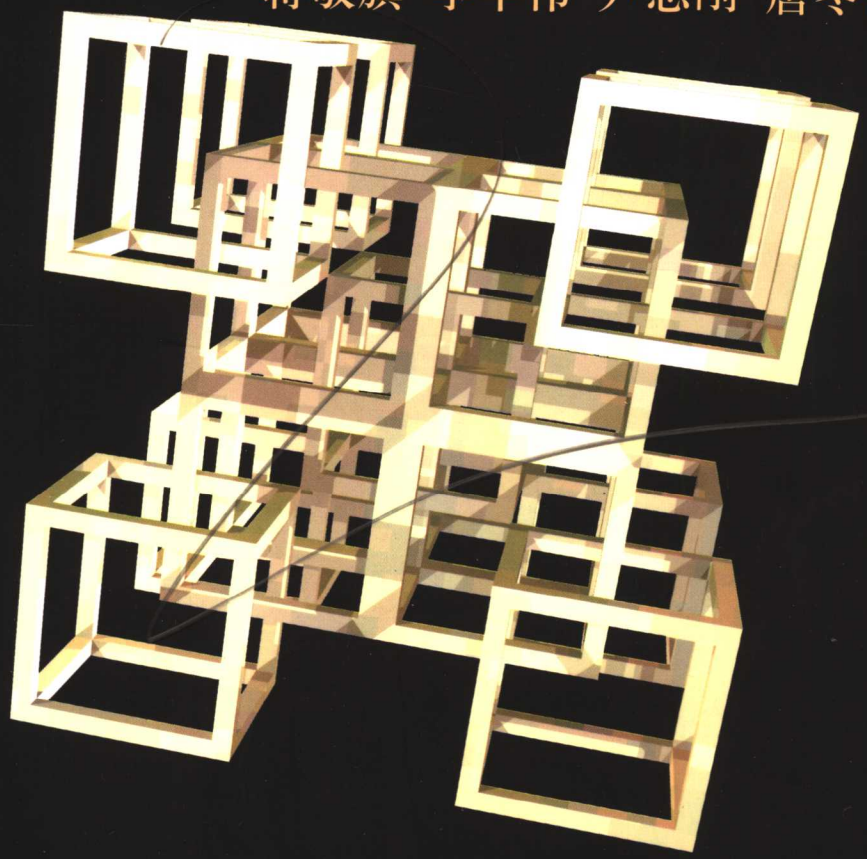
PRENTICE HALL PTR

安腾体系结构

理解64位处理器和EPIC原理

James S. Evans, Gregory L. Trimper 著

蒋敬旗 李华伟 尹志刚 唐冬蕾 等译



Understanding 64-Bit Processors and EPIC Principles

ITANIUM® ARCHITECTURE FOR PROGRAMMERS

hp invent

清华大学出版社 Pearson Education

世界著名计算机教材精选

安腾体系结构

理解 64 位处理器和 EPIC 原理

James S. Evans　Gregory L. Trimper　著
蒋敬旗　李华伟　尹志刚　唐冬蕾 等　译

清华大学出版社
北　京

EISBN: 0-13-101372-6

图书在版编目(CIP)数据

安腾体系结构：理解 64 位处理器和 EPIC 原理/埃文斯(Evans, J. S.)，特林普尔(Trimper, G. L.)著；蒋敬旗等译. —北京：清华大学出版社，2005.1

(世界著名计算机教材精选)

书名原文：Itanium® Architecture for Programmers: Understanding 64-Bit Processors and EPIC Principles

ISBN 7-302-09608-2

Ⅰ. 安…　Ⅱ. ①埃… ②特… ③蒋…　Ⅲ. 微处理器－高等学校－教材　Ⅳ. TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 096939 号

出 版 者：清华大学出版社　　**地　　址**：北京清华大学学研大厦

http://www.tup.com.cn　　**邮　　编**：100084

社 总 机：010-62770175　　**客户服务**：010-62776969

策划编辑：赵彤伟

责任编辑：张　靓

印 装 者：三河市春园印刷有限公司

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开　　本：185×260　**印张**：27.5　**字数**：647 千字

版　　次：2005 年 1 月第 1 版　2005 年 1 月第1 次印刷

书　　号：ISBN 7-302-09608-2/TP・6664

印　　数：1～3000

定　　价：49.80 元

译 者 序

1994 年 6 月 HP 公司与 Intel 开始合作研制面向高端服务器市场的安腾处理器，2001 年合作推出第一代安腾产品。2002 年 7 月 Intel 公司正式推出安腾 2 处理器。安腾 2 处理器的问世，使得 IA-64 体系结构的产品性能提升到了一个新的阶段。其支持超大内存、突破 64 GB 限制的特性，更是在诸如数据库、电子商务、商业智能、技术和科学计算以及安全审核等各类关键性应用中获得突出的表现。

Intel® 安腾 2 自推出以来，受到各方关注，支持的厂商日渐增多。厂家推出基于安腾 2 的服务器是源于对安腾 2 服务器市场已趋成熟的认识，同时也是为了更好地满足用户的不同需求。商业应用与方案移植是安腾 2 推广的关键，软件方案开发商是推广安腾 2 应用的关键力量。如何减少 IT 投入成本，降低 IT 复杂程度，更好地适应企业业务的发展变化，提高企业 IT 投入的回报，一直是企业和解决方案提供商关注的问题。安腾 2 平台为企业应用提供了优秀的系统性能和特性，而投资成本更加低廉，具有强大的经济优势和良好的发展前景。

IA 体系结构的成熟，给国产服务器厂商进入高端市场带来了机会。基于标准化和模块化的芯片和芯片组技术，使得一些在服务器领域有着多年经验积累的厂商，实现了在高端产品上的突破。随着 IA-64 体系结构的进一步成熟，服务器竞争将集中在高端领域，国内厂商将成为这一市场的新亮点。

本书由蒋敬旗和唐冬蕾翻译第 1、2、9、13 章，李华伟翻译第 7、8、10、11 章，尹志刚翻译第 3、4、5、6、12 章。汪劲强翻译附录 A，卫晓东翻译附录 B，蔡素荣翻译附录 C，罗英杰翻译附录 D，王东生翻译附录 E，钟晓庆翻译附录 F。吴伟刚录入各章节中的参考文献，王立新制作书中的图表，贺庆华负责排版。此外，译者在书后新增了术语表。

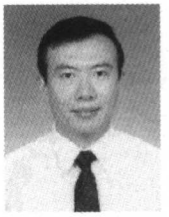
全书由蒋敬旗统稿并校对。

我们在翻译过程中力求翻译准确，但限于译者的水平，一定存在错误和不足之处，恳请读者批评指正。

译 者

2004 年 2 月

译 者 简 介



蒋敬旗 男，1967 年 7 月生。2001 年在北京理工大学计算机科学工程系获计算机应用技术专业工学博士学位。2001 年 1～6 月在信息产业部数字技术研究中心任技术总监。2001 年 7 月至 2003 年 10 月在中国科学院计算技术研究所做博士后研究工作。1993 年曾获大学英语专业文学学士学位。现在海南省信息产业局、海口市科学技术与信息产业局工作，同时兼任海南大学信息技术学院教授，国经协经济研究院科学家、艺术家、企业家联谊会理事，中国自动化学会制造技术委员会常务委员，全国工业自动化系统与集成标准化技术委员会委员，全国集成电路标准化技术委员会委员，全国电气信息结构、文件编制和图形符号标准化技术委员会委员，中国科学院博士后联谊会资深理事，海南省电子商务协会顾问，海南省软件行业协会专家组成员，海南省博士·院士产业促进会专家组成员等职。发表学术论文 20 余篇，出版三部著作。

李华伟 女，1974 年 6 月生。2001 年在中国科学院计算技术研究所获计算机应用技术专业博士学位。现为中科院计算技术研究所副研究员，硕士生导师。在国内外刊物和学术会议上发表学术论文 30 余篇。

尹志刚 男，1976 年 11 月生。1998 年 7 月毕业于中国地质大学（武汉），获计算机及应用专业学士学位，2003 年 7 月于中国科学院计算技术研究所获工学博士学位。现在中国科学院自动化所工作。

唐冬蕾 男，1983 年 1 月生。目前就读于北京邮电大学。

前　言

本书旨在帮助计算机专业人员和大学水平的读者理解 64 位 Intel® Itanium®（安腾）体系结构的特殊性能，掌握更广泛的现代体系结构原理。书中通过使用标准的命令行工具和示例程序，详细介绍了安腾汇编语言。

安腾体系结构不同于以前使用的体系结构。这种显式并行指令集计算机（EPIC）引入了通用寄存器栈并且充分使用谓词。Hewlett-Packard® 和 Intel 强强联合开发的这种新的体系结构获得了技术和财务决策者的广泛肯定。

处理器体系结构的设计和开发费用是很昂贵的。业界已联合宣称逐步淘汰基于三种 64 位 RISC 设计（Alpha™、MIPS® 和 PA-RISC®）的支持 Unix® 或 Linux® 操作系统的服务器和图形科学工作站的产品线；这些平台将由基于安腾处理器的新的产品线所取代。

除了在市场上短暂销售的 64 位版本的 Windows NT® 支持基于 Alpha 的系统以外，Microsoft® 并没有提升对 64 位服务器的开发。此外，Intel 在安腾处理器之前并没有推出商品化的 64 位平台。摩尔定律意味着，在更大的消费群和商用桌面市场中从 32 位寻址转换到 64 位寻址是不可避免的。实际上，可以将吉字节的物理 RAM 安装到高端笔记本电脑中，从而使用 1/4 的 32 位寻址性能。

本书是笔者编写的第二本讨论现代 64 位处理器的计算机体系结构和汇编语言编程的书籍。选择安腾体系结构的原因是因为它是一种全新的方法，还因为据预测它会在商业和教育方面获得广泛应用。事实上，安腾处理器产品线会像 Microsoft 操作系统平台、Hewlett-Packard 的 HP-UX® Unix、众多版本的 Linux，甚至像 FreeBSD 和 OpenVMS™ 一样茁壮成长。

在撰写本书的过程中，作者曾从以前的著作中总结出用于集中教学和具有实际经验的内容：

- Eckhouse, Richard H. and L. Robert Morris, *Minicomputer Systems: Organization, Programming, and Application* (*PDP*-11). Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall, Inc., 1979.
- Levy, Henry M. and Richard H. Eckhouse, *Computer Programming and Architecture: The VAX*, 2nd ed. Bedford, Mass.: Digital Press, 1989.
- Evans, James S. and Richard H. Eckhouse, *Alpha RISC Architecture for Programmers*. Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall PTR, 1999.

以上著作分别针对具体的当代体系结构，通过总结在寄存器级分析和编程的教学经

验，建立了一个讨论计算机体系结构普遍原理的传统。在本书中，集中讨论安腾体系结构，并将它与其他体系结构进行对比，也继承了这种传统。

本书适合于不同的读者群。计算机专业人员，特别是想熟悉 64 位系统的专业人员，可以将它作为学习和参考的资料。学习计算机体系结构和汇编语言的大学生或研究生，可以将它作为专业主教材，计算机科学专业的高年级学生也可以将它用作补充教材。我们尽力使所讨论的内容和所推荐的习题能够保持一定的透明度，通过纸和笔可以进行练习，因为对复杂问题和差别细微的问题的深入理解最好建立在对简单问题真正掌握的基础之上。

本书从程序员的角度来讨论安腾体系结构的设计和性能。读者需要熟悉命令行编程环境，这样就可以亲自动手试一试书中所给出的实例程序。因此本书也描述了如何在标准的命令行编程环境（主要是 HP-UX 和 Linux 环境）中工作。

在劳伦斯大学（Lawrence University）的计算机体系结构课程中，曾经在为期 10 周的一个学期内首次介绍了简单的编程示例。在后续的班级讨论中，又给出了一些简短的演示程序作为例证，学生的作业通常包括对这些模型的修改和扩充。

这些例证程序的源文本可以从与本书相关的站点 http://www.viika.com/itanium/ 得到。由于与安腾工作站或服务器上的 HP-UX 和 Linux 编程环境兼容，这些程序中的大部分可以使用支持安腾体系结构的 Hewlett-Packard 的 Ski 模拟器进行探索，可以免费下载 32 位 Linux 系统，如本书中附录 B 所述。

本书介绍了功能越来越强大的输入和输出技术，首先介绍的是简单的调试技术，随后介绍的是顺序文件的输入和输出。还介绍了符号调试程序，并将它作为通用工具供例程使用。

本书各章节所包含的内容可能比某些讲师在他们的课程中所介绍的内容更丰富，特别是本书对多个体系结构进行了比较，也对硬件组织结构的多个概念进行了比较。第 8 章介绍的浮点操作可以忽略，而并不影响内容的连续性，尽管它作为背景资料对于学习第 11 章是有帮助的。

有些人喜欢较早地处理过程调用，但这主要是为了完成输入输出。作者更喜欢首先使用调试程序（参见第 3～6 章），并且在第 6 章的末尾介绍了基于高级语言库例程的过程调用。在第 7 章中，首先讨论了安腾指令集和一些基本主题——例如寻址模式、栈以及谓词，然后详细描述了过程调用机制。随后，通过由 C 语言提供的一些输入和输出函数所给出的实例，阐明了寄存器级编程的原理。

仔细研究由高级语言编译程序产生的机器码是很有启发作用的。实际上，程序中包含高度的过程化（proceduralization）所需要的开销是令人惊讶的。这种经过探索得出的发现有助于理解汇编语言和计算机体系结构。

第 10 章和第 11 章分别介绍了一些优化技术。第 10 章主要讨论体系结构的固有特性，第 11 章主要对高级语言编译程序的输出进行观察。当处理与性能相关的问题时，本书使用的是经过实验验证的技术，而不是从理论家的角度考虑的技术。这两章代表了本书的特色。

最后两章介绍与安腾体系结构相关的其他主题，包括使用宽度少于 64 位的数据进行

加速计算的“并行”指令，为执行使用 32 位 Intel 指令的应用程序所作的准备，对计算机体系结构在以后的实现方法中所增加的扩展的概述。

每章中都列出了相关的参考文献，包括印刷品和电子资源。需要说明的是，某些电子资源可能会因故而自行消失。

每章中给出的练习题在类型（包括数字、论述及编程）和难度上各不相同。本书后面给出了大部分习题的答案和提示。

本书的几个附录包括一些有助于利用本书中的程序建立计算机系统的资料，如安腾体系结构的很多特征的参考材料，Linux 的 GNU 汇编程序中宏性能的处理方法，以及对直接插入式汇编的介绍。

作者简介

两位作者自 1988 年就已相识，并且在体现共同的个人爱好和职业兴趣的很多项目中密切合作。

James S. Evans 是劳伦斯大学（位于美国威斯康星州的阿普尔顿市）计算机科学专业和化学专业的教授，同时也是该校信息技术规划的负责人。他教授过实验计算、汇编语言、计算机体系结构、计算机硬件组织以及操作系统等课程。他还是“Alpha RISC Architecture for Programmers”（Prentice Hall PTR）一书的主要作者。他与另外一些来自威斯康星州其他私立和公立大学的技术负责人共同创建了 WiscNet 协会，为该州 500 家以上的教育和政府机构提供因特网连接的服务。Evans 博士从贝茨（Bates）大学和普林斯顿大学获得化学博士学位，曾是俄勒冈州立大学、牛津大学（英国）和伯明翰大学（英国）的访问学者。他还和伯明翰大学生物科学院的 B. A. Levine 博士共同合作开展一项研究工作。

Gregory L. Trimper 是 viika 公司（位于威斯康星州的阿普尔顿市）的负责人。该公司为各种规模的公司——从小公司到跨国公司——提供便携式技术及现场计算、软件设计与实现以及项目管理等方面的专业咨询和技术服务。他对广泛应用于教育、商业、制造业以及政府部门的基于 Intel、Macintosh 和 Unix 的系统具有广博的硬件、网络及软件开发经验。Trimper 先生获得劳伦斯大学计算机科学专业学士学位，并且在威斯康星大学麦迪逊分校从事进一步的研究。

目　　录