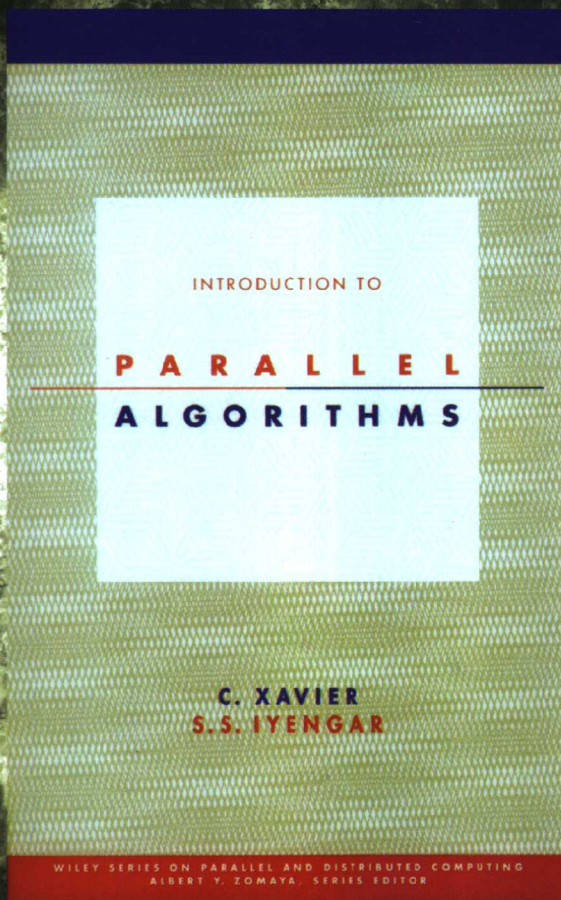


计 算 机 科 学 丛 书

并行算法导论

(印) C. Xavier (美) S. S. Iyengar 著 张云泉 陈英 译



Introduction to Parallel Algorithms



机械工业出版社
China Machine Press

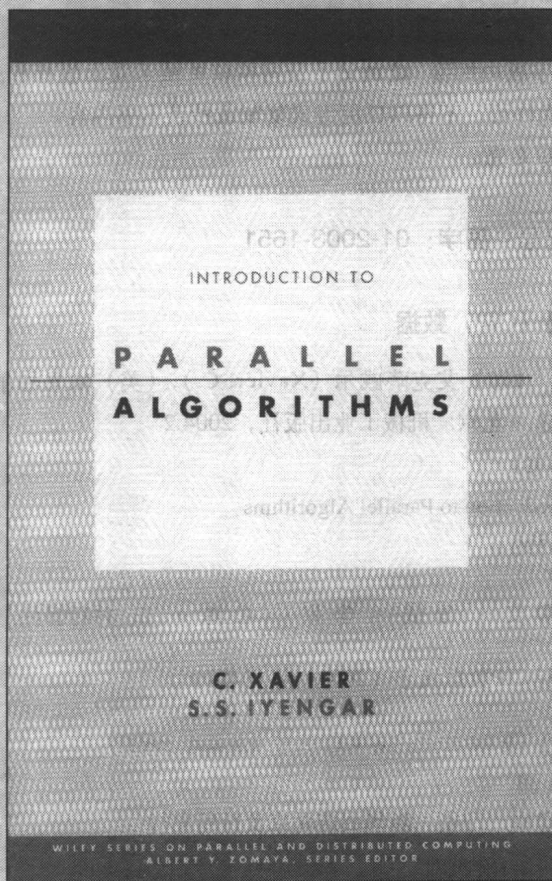


中信出版社
CITIC PUBLISHING HOUSE

计 算 机 科 学 丛 书

并行算法导论

(印) C. Xavier (美) S. S. Iyengar 著 张云泉、陈英 译



Introduction to Parallel Algorithms



机械工业出版社
China Machine Press



中信出版社
CITIC PUBLISHING HOUSE

本书对并行算法作了入门级的介绍,用四部分讲解并行算法的设计过程和最新的设计方法,并对书中所描述的每一个算法提供分析和详细的实现细节。全书包括并行计算的基础,树和图的并行算法,排序、搜索和合并的并行算法及数值算法等内容。其中重点强调了图模型算法。在章节后面附有大量的习题和关于并行计算的参考文献。

本书可以作为大学计算机科学与工程专业高年级学生的并行算法课教材。对于计算机科学、数学和工程领域的研究生、科研工作者和工程师,也是一本不可多得的参考书。

C.Xavier, S.S.Iyengar: Introduction to Parallel Algorithms (ISBN: 0-471-25182-8)

Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.

Copyright © 1998 by John Wiley & Sons, Inc.

All rights reserved.

本书中文简体字版由约翰-威利父子公司授权机械工业出版社和中信出版社合作出版。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有,侵权必究。

本书版权登记号:图字:01-2003-1651

图书在版编目(CIP)数据

并行算法导论 / (印)艾克萨威尔(Xavier, C.), (美)依恩加尔(Iyengar, S. S.) 著; 张云泉, 陈英译. -北京:机械工业出版社, 2004.2

(计算机科学丛书)

书名原文: Introduction to Parallel Algorithms

ISBN 7-111-13390-0

I. 并… II. ①艾… ②依… ③张… ④陈… III. 并行算法 IV. TP301.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第104979号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:刘渊

北京牛山世兴印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004年2月第1版第1次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 17.5印张

印数: 0 001-4 000册

定价: 35.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换
本社购书热线:(010) 68326294

出版者的话

文艺复兴以降，源远流长的科学精神和逐步形成的学术规范，使西方国家在自然科学的各个领域中取得了垄断性的优势；也正是这样的传统，使美国在信息技术发展的六十多年间名家辈出、独领风骚。在商业化的进程中，美国的产业界与教育界越来越紧密地结合，计算机学科中的许多泰山北斗同时身处科研和教学的最前线，由此而产生的经典科学著作，不仅擘划了研究的范畴，还揭开了学术的源变，既遵循学术规范，又自有学者个性，其价值并不会因年月的流逝而减退。

近年，在全球信息化大潮的推动下，我国的计算机产业发展迅猛，对专业人才的需求日益迫切。这对计算机教育界和出版界都既是机遇，也是挑战；而专业教材的建设在教育战略上显得举足轻重。在我国信息技术发展时间较短、从业人员较少的现状下，美国等发达国家在其计算机科学发展的几十年间积淀的经典教材仍有许多值得借鉴之处。因此，引进一批国外优秀计算机教材将对我国计算机教育事业的发展起积极的推动作用，也是与世界接轨、建设真正的世界一流大学的必由之路。

机械工业出版社华章图文信息有限公司较早意识到“出版要为教育服务”。自1998年开始，华章公司就将工作重点放在了遴选、移译国外优秀教材上。经过几年的不懈努力，我们与Prentice Hall, Addison-Wesley, McGraw-Hill, Morgan Kaufmann等世界著名出版公司建立了良好的合作关系，从它们现有的数百种教材中甄选出Tanenbaum, Stroustrup, Kernighan, Jim Gray等大师名家的一批经典作品，以“计算机科学丛书”为总称出版，供读者学习、研究及度藏。大理石纹理的封面，也正体现了这套丛书的品位和格调。

“计算机科学丛书”的出版工作得到了国内外学者的鼎力襄助，国内的专家不仅提供了中肯的选题指导，还不辞劳苦地担任了翻译和审校的工作；而原书的作者也相当关注其作品在中国的传播，有的还专诚为其书的中译本作序。迄今，“计算机科学丛书”已经出版了近百个品种，这些书籍在读者中树立了良好的口碑，并被许多高校采用为正式教材和参考书籍，为进一步推广与发展打下了坚实的基础。

随着学科建设的初步完善和教材改革的逐渐深化，教育界对国外计算机教材的需求和应用都步入一个新的阶段。为此，华章公司将加大引进教材的力度，在“华章教育”的总规划之下出版三个系列的计算机教材：除“计算机科学丛书”之外，对影印版的教材，则单独开辟出“经典原版书库”；同时，引进全美通行的教学辅导书“Schaum's Outlines”系列组成“全美经典学习指导系列”。为了保证这三套丛书的权威性，同时也为了更好地为学校和老师服务，华章公司聘请了中国科学院、北京大学、清华大学、国防科技大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、中国科技大学、哈尔滨工业大学、西安交通大学、中国人民大学、北京航空航天大学、北京邮电大学、中山大学、解放军理工大学、郑州大学、湖北工学院、中国国家信息安全测评认证中心等国内重点大学和科研机构在计算机的各个领域的著名学者组成“专家指导委员会”，为我们提供选题意见和出版监督。

这三套丛书是响应教育部提出的使用外版教材的号召，为国内高校的计算机及相关专业

的教学度身订造的。其中许多教材均已为M. I. T., Stanford, U.C. Berkeley, C. M. U. 等世界名牌大学所采用。不仅涵盖了程序设计、数据结构、操作系统、计算机体系结构、数据库、编译原理、软件工程、图形学、通信与网络、离散数学等国内大学计算机专业普遍开设的核心课程,而且各具特色——有的出自语言设计者之手、有的历经三十年而不衰、有的已被全世界的几百所高校采用。在这些圆熟通博的名师大作的指引之下,读者必将在计算机科学的宫殿中由登堂而入室。

权威的作者、经典的教材、一流的译者、严格的审校、精细的编辑,这些因素使我们的图书有了质量的保证,但我们的目标是尽善尽美,而反馈的意见正是我们达到这一终极目标的重要帮助。教材的出版只是我们的后续服务的起点。华章公司欢迎老师和读者对我们的工作提出建议或给予指正,我们的联系方法如下:

电子邮件: hzedu@hzbook.com

联系电话: (010) 68995264

联系地址: 北京市西城区百万庄南街1号

邮政编码: 100037

专家指导委员会

(按姓氏笔画顺序)

尤晋元	王 珊	冯博琴	史忠植	史美林
石教英	吕 建	孙玉芳	吴世忠	吴时霖
张立昂	李伟琴	李师贤	李建中	杨冬青
邵维忠	陆丽娜	陆鑫达	陈向群	周伯生
周立柱	周克定	周傲英	孟小峰	岳丽华
范 明	郑国梁	施伯乐	钟玉琢	唐世渭
袁崇义	高传善	梅 宏	程 旭	程时端
谢希仁	裘宗燕	戴 葵		

秘 书 组

武卫东 温莉芳 刘 江 杨海玲

译者序

近年来,随着社会众多行业信息化带来的对计算机信息处理能力和计算能力需求的不断提高,以及高性能计算机特别是高性能机群系统的普及和发展,并行计算机越来越多地开始被广大普通计算机专业人员以及其他专业的人员使用。然而,仅仅有并行计算机的硬件平台是不够的,还需要有配套的能充分发挥机器性能的并行计算应用软件。广大并行计算机用户和相关专业的学生迫切需要了解并行算法设计和分析的基础知识。我们翻译此书的目的是推动高性能计算在中国的进一步普及和发展,尤其是在高等院校中的普及和发展。

本书的两位作者C. Xavier 博士和S.S. Iyengar博士都是多年从事并行算法设计研究的资深教授,有多年的教学经验,并发表了大量的学术论文,出版了多部学术专著。其中Iyengar 博士是IEEE的高级成员和IEEE计算机协会杰出访问者(1995~1998年),由于其对图像处理数据结构 and 算法以及传感器融合(sensor fusing)问题的杰出贡献而于1997年获得著名的IEEE技术成就奖。

本书分四个部分介绍共享存储器计算模型PRAM下的并行算法设计,第一部分介绍并行计算、并行计算机和并行算法设计的基本概念,并行计算机分类、共享存储器并行计算模型、并行算法设计中的数据结构和并行算法常用设计环境,以及几个简单的并行算法;第二部分首先介绍图的基本概念,随后介绍树算法、图算法和弦图的NC算法,以及相关的并行算法;第三部分介绍搜索与合并、排序等数组处理并行算法;第四部分介绍有关数值计算的并行算法,包括线性代数方程组求解并行算法,以及微分、积分、插值和偏微分方程求解的并行算法。

本书的翻译工作由张云泉组织,并翻译第0~1章、第2章第1,2节、第3~4章、第8~9章、第10章第1,2,3节及相应各章习题和习题答案。陈英翻译第2章第3节、第5~7章、第10章第4~8节、第11~12章及相应各章习题。

由于时间仓促,再加上有些专业术语目前国内没有统一的译法,故翻译中的错误或不妥之处在所难免,恳请广大读者不吝指正。

张云泉

中科院软件所并行计算实验室

2003年8月12日

译者简介

张云泉，男，1995年获北京理工大学计算机科学技术系计算机应用专业工学学士学位；2000年获中科院软件所计算机软件与理论专业工学博士学位（硕、博连读）。现为中科院软件所并行计算实验室副研究员，中科院计算机科学开放重点实验室兼职副研究员，中科院软件所并行计算实验室副主任，中国软件行业协会数学软件分会秘书长。主要研究兴趣是：高性能并行计算特别是大规模并行数值软件包的设计与性能优化，性能建模与评价，并行计算模型，并行数据挖掘等。曾获得2000年度中科院院长奖学金优秀奖；2000年度国家科技进步奖二等奖。

陈英，女，分别于1992年和1995年获南京师范大学学士学位和计算数学专业硕士学位。2001年于中科院数学与系统科学研究院获计算数学专业博士学位。主要研究兴趣是：数值分析、数值计算方法、并行计算及其应用等。目前，她是中科院计算所智能中心助理研究员。

前 言

最近几年，人们学习、设计和分析并行算法的兴趣日渐浓厚。这部分是由于用新技术制造的计算机使得运算成本比较合理，主要还是由于对信息处理能力的需求日益复杂。本书用四部分讲解并行算法的设计：第一部分给出并行算法设计的基础概念。其中对流水线、多处理、分时和共享存储器模型进行重点介绍。由于数据结构是并行算法设计很重要的组成部分，本书专门用一章进行介绍。基于信息处理的重要性，在本书中重点强调图模型算法。对并行算法设计中重要的环境则给出大量的例子进行解释。

本书第二部分介绍图理论问题常用的并行算法。对各种图问题进行研究，并给出相应的并行算法。专门用一章对弦图进行讲解，其中主要介绍弦图判别算法和一些优化问题算法。第三部分介绍对数组进行处理的算法，并用两章对排序、搜索与合并算法进行介绍。

第四部分对数值计算的并行算法进行介绍。其中用一章介绍代数方程并行算法。详细给出了微分、积分和微分方程（包括偏微分方程）的相关算法。另外还对内插值和外插值并行算法进行了介绍。

本书的显著特色是：

- 用详细的例子一步一步讲解并行算法的设计；
- 详尽的并行算法分析与实现；
- 用大量的实例对每一个概念进行解释；
- 每一章都在最后给出了参考文献。

本书是我们两位共同合作的结果，对本书内容负有同等责任。我们欢迎并感谢读者提出评价和意见。

C. Xavier
S.S. Iyengar

致 谢

本书的素材来自于我们关于数据结构和并行算法的研究论文，这些论文刊登在以下杂志上：《IEEE Transactions on Computers》，《Journal of Computer Science and Informatics》，《Journal of Theoretical Computer Science》，《Information Processing Letters》以及《Advances in Computers》。

由于合作者的支持，本书才得以完成。他们是：Abha Moitra, R. L. Kashyap, N. S. V. Rao, Dekl和N. Chandra Sekharan。我们还要感谢Brooks和N.S.V.Rao，是他们仔细地审校了最初的原稿。Sartaj Sahni, Bella Bose, S. Q. Zheng和X. E. Sun所给的评价和建议使本书质量有了实质性的提高，我们也要感谢他们。在C.Xavier准备编写本书时，Rev. Fr. Francis Peter S. J., Rev. Fr. Albert Muthumalai, S. J., Rev. Fr. Antony A. Pappuraj S. J., Rev. Fr. Sebastin S. J., Rev. Fr. Francis Jeyapathy S. J., Dr. G. Arumugam和Dr. S. Ambrose给予了他很大支持。在此对他们表示深深的谢意。

Agnes Xavier太太和Manorama Iyengar太太也给予我们很多鼓励，我们要感谢她们。还要感谢Almighty God对本书的策划，使它能够顺利出版。

C.Xavier
S.S.Iyengar

作者简介

C. Xavier

C. Xavier博士曾获得数学专业理科硕士和哲学硕士学位，以及计算机科学专业的博士学位。他的博士论文是关于并行算法设计的。目前任教于印度Tirunelveli的圣Xavier学院（私立）计算机科学系。他在国际期刊和会议录上发表了多篇并行算法方面的研究论文，并出版了十多部计算机科学教材。印度的新时代国际出版公司（前Wiley东方公司）出版了其中的两本书：《*FORTRAN 77 and Numerical Methods*》和《*Introduction to Computers and BASIC Programming*》。同时，该出版公司即将出版另外一本书《*C Language and Numerical Methods*》。Xavier博士是印度计算机协会的高级终身会员。他是印度大学拨款委员会和印度科学技术部资助的多个项目的首席研究员，曾任1996年8月在印度Tirunelveli举行的关于数学建模和计算机虚拟现实的全国研讨会论文集的主编。他是那次研讨会的联合召集人之一。

S. Sitharama Iyengar

S.S. Iyengar 博士是美国路易斯安那州立大学计算机科学系的教授和系主任。自从1970年和1974年在印度理工大学分别获得硕士和博士学位后，他主要从事高性能算法和数据结构的研究工作，并在路易斯安那州立大学指导了超过27篇博士论文。曾担任过海军研究局（the Office of Naval Research）、国家航空航天管理局(NASA)、国家科学基金会（NSF）、加州理工学院喷气推进实验室、海军部—NORDA、美国能源部、LEQFS董事会和美国陆军部的研究员。他在高性能并行与分布式算法、图像处理 and 模式识别数据结构、自动导航及分布式传感器网络等领域出版了多本专著（由Prentice-Hall、CRC、IEEE计算机协会等出版社出版），并发表了250余篇研究论文。他还是喷气推进实验室、橡树岭国家实验室和印度科学院的客座教授。

Iyengar博士是《*Neuro Computing of Complex Systems*》丛书的编辑和《*Journal of Computer Science and Information*》的编辑。他还曾担任《*IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*》、《*IEEE Transactions on SMC*》、《*IEEE Transactions on Software Engineering*》、《*Journal of Theoretical Computer Science*》、《*Journal of Computer and Electrical Engineering*》和《*Journal of the Franklin Institute*》等学术刊物的特邀编辑。

他还是IEEE的高级成员和IEEE计算机协会杰出访问者（1995~1998年）。另外，他从1985年就担任ACM全国讲师，并且是纽约科学院院士。曾担任多个全国和国际会议的程序委员会主席。在医学信息学领域，他是久负盛名的NIH-NLM评审委员会的成员。

1997年，Iyengar博士由于在图像处理数据结构和算法以及传感器融合问题上的杰出贡献而获得著名的IEEE技术成就奖。

1996年，Iyengar博士由于其出色的研究工作获得路易斯安那州立大学杰出教员奖和路易斯安那州立大学老虎运动（Tiger Athletic）基金教学奖。他还是一些工业机构和政府组织（如JPL、NASA等）的顾问。

目 录

出版者的话	
专家指导委员会	
译者序	
前言	
致谢	
作者简介	

第一部分 并行计算基础

第0章 引言	1
0.1 计算机简介	1
0.2 并行计算机	5
0.3 并行处理的概念	6
0.4 高性能计算机	8
0.5 本书的结构和内容	9
参考文献	10
第1章 并行计算要素	11
1.1 并行的层次	11
1.2 并行计算机分类	12
1.2.1 Flynn分类	12
1.2.2 Erlangen分类 (Handler分类)	14
1.2.3 Giloi分类	15
1.2.4 Hwang-Brigg分类	15
1.2.5 Duncan分类	15
1.3 并行计算模型	18
1.3.1 二叉树模型	18
1.3.2 网络模型	20
1.3.3 超立方体 (k -立方体)	21
1.3.4 网格网络	26
1.3.5 金字塔网络	26
1.3.6 星形图	27
1.4 PRAM模型	28
1.5 一些简单算法	32
1.6 并行算法的性能	34
1.7 小结	37

参考文献	37
习题	38
第2章 并行计算数据结构	40
2.1 数组和列表	40
2.2 链接列表	41
2.3 图与树	44
2.3.1 预备知识	44
2.3.2 欧拉图与哈密顿图	48
2.3.3 树	49
2.3.4 图的遍历	57
2.3.5 连通性	58
2.3.6 可平面图	62
2.3.7 染色与独立集	64
2.3.8 团覆盖	65
2.3.9 交图	65
2.3.10 弦图	66
2.3.11 更多的交图	70
2.3.12 图的匹配问题	70
2.3.13 图的中心	71
2.3.14 控制理论	72
2.3.15 图论中的一些问题	73
参考文献	74
第3章 并行算法设计环境	76
3.1 二叉树设计环境	76
3.2 二倍增长	79
3.3 指针跳转	79
3.4 分而治之	82
3.5 划分	83
3.6 小结	86
参考文献	86
习题	86
第4章 简单并行算法	88
4.1 向量内积	88
4.2 矩阵乘法	88

4.3 部分和	90
4.4 二项式系数	94
4.5 范围内最小值问题	98
参考文献	101
习题	101

第二部分 图模型算法

第5章 树算法	103
5.1 欧拉圈	103
5.2 给树加根	104
5.3 后序编号	105
5.4 后代个数	107
5.5 顶点层数	107
5.6 最低公共祖先	108
5.7 树收缩	110
5.8 算术表达式的计算	114
5.9 森林求根问题	117
5.10 到根的路	119
5.11 树变为二叉树	123
5.12 顶点直径	125
5.13 最远邻居	128
参考文献	130
习题	131
第6章 图算法	132
6.1 简单图算法	132
6.2 并行连通度算法	135
6.2.1 广度优先搜索 (BFS)	135
6.2.2 利用BFS搜索连通支	139
6.2.3 传递闭包矩阵	141
6.2.4 顶点收缩	141
6.3 2-连通支	145
6.4 支撑树	146
6.5 最短路问题	148
参考文献	151
习题	152
第7章 弦图的NC算法	154
7.1 弦图判别	154
7.2 弦图的极大团	161
7.3 CV图的特征	163

7.4 路图判别	164
7.4.1 一些概念和事实	164
7.4.2 算法概述	168
7.4.3 两个UV图的并	169
7.4.4 正确性和复杂度	175
参考文献	177

第三部分 数组处理算法

第8章 搜索与合并	179
8.1 串行搜索	179
8.2 CREW PRAM模型下的并行搜索	180
8.3 更多数据的并行搜索	181
8.4 无序数组搜索	182
8.5 秩合并	182
8.6 双调合并	184
参考文献	187
第9章 排序算法	188
9.1 串行排序算法	188
9.1.1 冒泡排序	188
9.1.2 插入排序	189
9.1.3 Shell递减步长排序	190
9.1.4 堆排序	191
9.2 合并排序	193
9.3 排序网络	194
参考文献	195
习题	196

第四部分 数值算法

第10章 代数方程和矩阵	197
10.1 代数方程	197
10.1.1 几何解释	197
10.1.2 对分法	198
10.2 矩阵的行列式	199
10.3 线性方程组	202
10.3.1 高斯消元法	205
10.3.2 Givens旋转	206
10.4 傅里叶变换	208
10.5 多项式乘法	215
10.6 矩阵求逆	217

10.7 Toeplitz矩阵	219	参考文献	237
10.8 三对角方程组	222	习题	238
10.8.1 高斯消元法	222	第12章 微分方程	239
10.8.2 奇偶约化法	223	12.1 欧拉公式	239
参考文献	226	12.2 偏微分方程	239
习题	227	12.3 抛物方程	240
第11章 微分与积分	228	12.3.1 施密特法(求解抛物方程)	242
11.1 微分	228	12.3.2 Laasonen法(求解抛物方程)	246
11.2 偏微分	229	12.3.3 Crank Nickolson法	248
11.3 定积分	233	12.3.4 三层差分法	249
11.4 插值	235	参考文献	251
11.4.1 线性插值	235	部分习题解答	252
11.4.2 二次插值	236	索引	258
11.4.3 拉格朗日插值	236		

第一部分 并行计算基础

第0章 引言

0.1 计算机简介

并行计算在诸如图像处理、机器人学等许多计算密集的应用领域是重要的核心问题。给定一个问题，并行计算就是这样的过程：把问题分解成子问题，同时计算子问题，最后把子问题的解合并得到原问题的解。本书试图给出各种不同问题的并行算法设计的课程材料。

当冯·诺依曼第一次提出计算机体系结构的时候，他把计算机看成一个快速计算设备。他提出了计算机系统的五大组成部分：

1. 输入单元；
2. 输出单元；
3. 存储单元；
4. 算术逻辑单元；
5. 控制单元。

图0-1中给出该体系结构的框图。控制单元控制整个系统。为了与数据线相区别，图中的控制线用虚线表示。输入单元负责使计算机获取输入。穿孔卡片、穿孔纸带、磁带、磁盘和键盘等都是计算机历史上用过的一些输入设备。输出单元负责计算机的输出。打印机和绘图仪等是流行的输出设备。在过去四十年左右的时间里，主要由于快速电子部件的采用，计算机的计算速度获得了极大的提高。存储单元和算术逻辑单元最早是用半导体器件制成的。

电子工业的发展帮助设计者制造更快的计算机。当电子工业开发出晶体管时，计算机工业就用晶体管制造计算机。

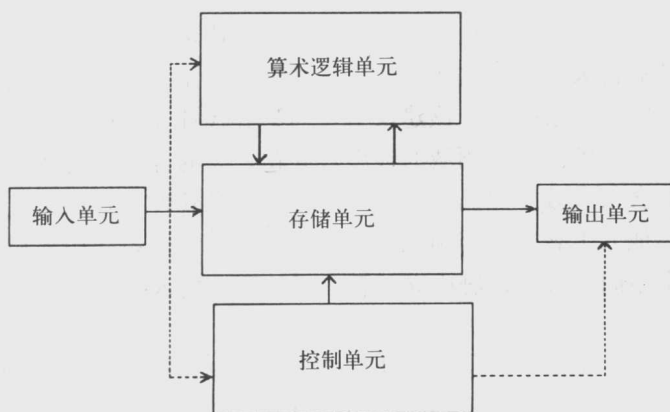


图0-1 冯·诺依曼计算机体系结构框图

在20世纪60年代后期，集成电路的概念在电子工业中成为现实。这使得制造包含几百个晶体管的一厘米小芯片成为可能。这使得我们能够制造出体积更小、存储容量更大和速度更快的计算机。在上述三个阶段制造的计算机分别称为第一代、第二代和第三代计算机。

在20世纪70年代早期，随着超大规模集成电路（VLSI）技术的诞生，电路集成技术取得了巨大进展。1971年由Intel公司实验室的Ted Hoff发明的微处理器是VLSI技术的主要突破。利用微处理器设计的计算机称作微型计算机。微型计算机和其他用VLSI技术制造的计算机称作第四代计算机。表0-1给出一些早期微处理器的详细情况。

表0-1 一些早期微处理器

微处理器	发布年份	芯片中部件数	速度	意义
Intel 4004	1971	2 250	11毫秒完成两个4位数相加	第一个微处理器
Intel 8080	1974	4 500	2.5微秒完成两个8位数相加	第一个用于制造通用计算机的微处理器
Mostech (金属氧化半导体6502)	1975	4 300	1微秒完成两个8位数相加	用于家用电脑
Motorola 68000	1979	70 000	3.2微秒完成两个16位数的相乘	内建乘积电路
HP Super Chip	1981	450 000	1.8微秒完成两个32位数的相乘	第一个32位微处理器

1974年，MIT的Ed Roberts制造了他称为*Altair*的微型计算机。这就是第一台个人计算机。随后Apple Macintosh和IBM PC进入市场。它们在处理数据方面非常快速和有效。Intel的486 DX2具有惊人的66MHz的速度。32位处理器奔腾（Pentium）由于其重新设计的浮点运算单元，声称在数学运算密集的应用中可以发挥出两倍于Intel 486 DX2的速度。最近，133MHz的奔腾处理器也已经发布。*Pentium Pro*是Intel公司发布的更先进的微处理器。另外一个公司Alpha也发布了主频为400MHz的微处理器。一个日本的科学家小组认为对于满足未来社会人工智能领域的计算需求而言，目前的计算机体系结构是不适宜的。1979年，日本政府任命由Tohru Moto Oka领导一个委员会对20世纪90年代的计算机需求进行预测。该委员会下设三个小组委员会。由Hajime Karatsu领导的第一个小组委员会有10个成员，研究未来需要的计算机类型；由Hideo Aiso领导的第二个小组委员会有12个成员，研究未来需要的计算机体系结构；由Hazuhiro Fuchi领导的第三个小组委员会有13个成员，研究未来需要的计算机的基本概念。这三个小组委员会提交了他们的建议书，并由主席Oka汇总成对未来计算机的最后建议书，这就是后来所谓的第五代计算机。日本政府同意实施第五代计算机项目，并在1981年10月主办了第一届世界第五代计算机大会。在这次大会上，详细讨论了第五代计算机建议书的细节，来自世界各地参加大会的科学家接受了该建议书。当第五代计算机进入市场时，现有的计算机不会变得毫无价值。对于解决计算领域的大多数问题，老的计算机仍然有用。第五代计算机对普通的应用程序不会很有效。然而，它们可以用于信息管理，自然语言处理，语音、文字和图像识别，以及其他人工智能应用领域。第五代计算机的体系结构将和当前的冯·诺依曼计算机体系结构完全不同。日本政府成立了新一代计算机技术研究所(ICOT)来建造第五代计算机。

第五代计算机的数据和指令都存放在计算机的内存中。每当进行处理时，从内存中取出数据。想想我们每天的活动，大部分人都是采用类似的过程。

以医生为病人看病为例（见图0-2）。医生从病人那里收集症状（数据）。而他已经知道所

有的病和其相应的症状，这些都存放在他的记忆里面。医生通过比较记忆中记录的数据和病人的症状诊断病症。

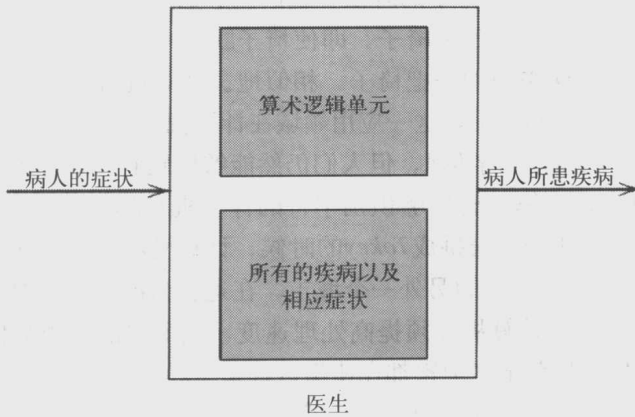


图0-2 医学诊断

在没有医生的情况下，我们能否利用计算机呢？也就是说计算机能否代替医生？科学家们已经接受了这一挑战，试图研制出能够解决这一问题的计算机。这类应用需要在几分之一秒的时间内完成大量的处理操作。这些问题都属于人工智能领域。用于解决人工智能问题的计算机系统就是专家系统。下列是人工智能的一些其他应用领域：

- 自然语言处理 (NLP)；
- 图像识别和处理；
- 模式识别；
- 字符识别；
- 语音识别；
- 天气预报；
- 医学诊断；
- 智能机器。

自然语言处理 以英语、法语、德语等语言的语句为例，人能够理解这些语言并且采取相应的行动。根据上下文的不同，同样的语句可以有不同含义。例如，考察句子

Joseph called his friend a taxi.

这是说Joseph给他朋友叫了一辆出租车呢，还是他用“出租车”作为朋友的外号？该语句的含义取决于上下文。同一语句可以有不同含义，不同的语句可以有相同的含义。人可以根据上下文理解这些语句。在计算机中存储与语言上下文无关的文法，并把它用于语言理解和翻译，就是自然语言处理 (NLP)。

图像识别和处理 各国发射的人造卫星不断发回从外层空间获得的地球图片。通过分析这些图片中的图像，可以发现天气变化、识别森林和农业区域等。图像处理的另一个有趣应用是通过照片识别人。在扫描一个人的照片之后，计算机可以生成这个人的图像，并可以修改诸如发型、胡须或髭等特征。这种应用对公安部门追捕罪犯有巨大作用。一幅图像通常用像素的矩阵表示。每个像素用颜色、强度、亮度等数据表示。在特定的应用中，一幅图像每英