



科爱传播
KE'AI COMMUNICATIONS

·中文版·

**Biomedical Information
Technology**

生物医学 信息技术

〔澳〕 冯大淦 / 编
朱志良 姜慧研 等 / 译



原版引进



科学出版社



Ministerial Instruction

Technology

生物医学 信息技术

主编 杨卫华

副主编 张卫华 李 强



清华大学出版社

Biomedical Information Technology

生物医学信息技术

〔澳〕冯大淦 编
朱志良 姜慧研 等 译

科学出版社

北 京

图字:01-2008-3811 号

This is a translated version of
Biomedical Information Technology
David Dagan Feng.

Copyright © 2008, Elsevier Inc.
ISBN: 978-0-12-373583-6

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

AUTHORIZED EDITION FOR SALE IN P. R. CHINA ONLY
本版本只限于在中华人民共和国境内销售

图书在版编目(CIP)数据

生物医学信息技术/(澳)冯大淦(Feng, D. D.)编;朱志良等译. —北京:科学出版社, 2011

书名原文: Biomedical Information Technology

ISBN 978-7-03-028980-3

I. ①生… II. ①冯… ②朱… III. ①生物医学工程-信息技术 IV. ①R318

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 180497 号

责任编辑:孙红梅 贾明月/责任校对:李 影

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年1月第一版 开本:787×1092 1/16

2011年1月第一次印刷 印张:41

印数:1—2 500

字数:970 000

定价:128.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

译者序

生物医学信息技术是生物信息学、信息技术、医学信息学和卫生保健信息学等学科的交叉学科，正日益引起世界各国的高度重视。各国纷纷加大投入，该学科发展十分迅速。目前，生物医学信息技术已应用于医疗、医疗设备制造、医学教学研究、远程医学和区域协同医疗等领域，在临床用药决策支持系统、分子成像设备（MRI、SPECT、PET 等）、手术导航系统、计算机辅助生物医学研究、医学图像处理与分析、人体器官组织的三维建模、虚拟外科手术、远程医疗、远程医学咨询、远程会诊、区域协同医疗信息共享、移动医疗监护、家庭医生与保健等方面均有成功的应用。

2009 年 4 月，中共中央国务院颁布了《关于深化医药卫生体制改革的意见》，将信息化作为“四梁八柱”中的一大支柱，明确提出了“建立实用共享的医药卫生信息系统。以推进公共卫生、医疗、医保、药品、财务监管信息化建设为着力点，加快信息标准化和公共服务信息平台建设，逐步建立统一高效、资源整合、互联互通、信息共享、透明公开、使用便捷、实时监管的医药卫生信息系统”，为大力发展我国生物医学信息技术提供了良好的契机。

但是，生物医学信息技术还有许多基础理论和基本方法问题亟待解决，新问题也层出不穷。为此，相关人员很需要一本关于这一领域的高水平学术著作，它应当既有基础知识的介绍，又有本领域研究现状的介绍以及未来发展的展望等。本书正是这样一本经典著作。我们希望能为中国广大读者提供一本将生物信息学理论与综合临床实践紧密结合的好书，能对我国生物信息技术的发展有所裨益。

为了适合生物医学工程、电子工程、计算机工程、计算机科学和信息等专业的研究生以及各种不同知识背景的高年级本科生使用，本书章节安排既关联又相对独立，便于读者自选学习内容。本书面向研究生和高年级的本科生，可以作为一学期或二学期的课程，也可以作为自学教材，或供研究人员和工程技术人员参考。

参加本书初译工作的人员有：东北大学的王蓓蕾、刘洪娟、李封、张昱、韩东峰、张雅南和南阳师范学院的崔蕊。参加本书译校工作的人员有：东北大学的刘益先、毛克明、李季、代钰、付玲和中国医科大学的李岭教授。我们特别感谢辽宁中医院的王耀光院长和申柯主任医师，沈阳市红十字会医院的邓悦博士，辽宁省金秋医院的李乐义主任医师、杨萍主任医师，以及辽宁省人民医院的秦丽莉主任医师，他们对本书的翻译给予了很多有价值的建议。东北大学的朱志良教授、姜慧研副教授负责完成最后的译校。

在本书翻译过程中，我们力求忠实原著，并保留原著的风格；但对于个别直译过来难懂的地方，也按照中文习惯进行了适当调整。由于译者水平有限，书中难免有错误和不准确之处，恳请广大读者批评指正。

朱志良 姜慧研

2009 年 11 月

致 谢

借此机会，编者向为本书的出版做出贡献的人们表示诚挚的感谢。由于他们的努力，才使得本书包涵了生物医学信息技术这一活跃领域大量详实的前沿信息。感谢 Fu 博士帮助进行本书的排版，感谢悉尼大学和香港理工大学的支持，同时感谢 ARC 和 PolyU/UGC 的资金支持。

编者简介

冯大淦于 1982 年取得上海交通大学电子工程与计算机科学工学硕士学位，分别于 1985 年和 1988 年取得加利福尼亚大学洛杉矶分校生物控制论理学硕士学位和计算机科学博士学位。以助理教授身份在加利福尼亚大学河边城分校工作一段时间以后，于 1988 年底加入悉尼大学，历任讲师、高级讲师、副教授、教授、计算机科学系主任和信息技术学院院长。冯大淦教授现任悉尼大学理学院副院长（负责国际信息技术），澳大利亚最大医院——皇家阿尔弗雷德王子医院名誉研究顾问，香港理工大学信息技术首席教授，上海交通大学 Med-X 实验室顾问教授、首席科学家，西北工业大学、东北大学和清华大学客座教授。冯大淦教授的研究领域为生物医学与多媒体信息技术（BMIT）。他是 BMIT 研究组的创始人与负责人。他已经发表了 400 余篇学术论文，开创了多个新的研究方向。在其研究领域内，他作出了里程碑式的贡献，产生了重要的科学影响和社会效益，并因其在医学工程领域的卓越成就获得克伦普奖。更重要的是，他的许多研究成果都被转化为现实问题的解决方案，使人类生命质量得到了巨大的改善。他是澳大利亚理工科学院院士，ACS、HKIE、IEE 和 IEEE 会员。冯大淦教授是《生物医学信息技术 IEEE 论文集》（*IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*）的专题领域编辑。《计算机视觉（计算机图形学国际学报）》[*The Visual Computer (International Journal of Computer Graphics)*]、《生物医学信号处理与控制》（*Biomedical Signal Processing and Control*）、《控制工程实践》（*Control Engineering Practice*）、《生物医学的计算机方法与程序》（*Computer Methods and Programs in Biomedicine*）、《图形图像国际学报》[*The International Journal of Image and Graphics (IJIG)*]等多种期刊的编委会顾问或委员。目前他是 IFAC-TC-BIOMED 主席。



引言

近些年来, 信息技术的进步带来了有目共睹的变革。这些变革对许多学科和行业的现代化起到了至关重要的作用, 生物医学当然也不例外。生物医学信息技术的重要性已成为公认的事实, 它的应用已经超出公共卫生、医疗卫生服务的范围, 并推动人们不断开拓生命科学和药学知识的新领域。同时, 生命科学和医学也在成为信息技术和相关学科进一步发展的重要驱动力量。目前, 许多新学科都得到了发展, 比如卫生信息学、生物信息学、影像信息学(甚至医疗影像信息学, 见本书第 13 章)、医学生物统计学、系统生理学、系统生物学、生物控制论等。本书旨在为读者提供生物医学信息技术方面最新的综合信息。

本书分为两大部分: 基本知识和综合应用。基本知识部分涵盖医学影像系统的关键内容: 电子病历标准与系统、图像数据压缩、基于内容的医学图像检索、模拟与仿真、参量成像技术、数据处理与分析、图像配准和图像融合、可视化和显现、数据通信传输、医疗影像数据安全与保护, 以及生物计算。综合应用部分包括以下内容: 无胶片化医院中的医疗图像存储与通信系统(PACS)、医疗影像信息学、用于检索特定情境医学文本文档的基于知识的数字图书馆、集成多媒体病历系统、计算机辅助诊断、临床决策支持系统、医学机器人和计算机集成介入医学、脑磁共振成像功能技术、基于生物学与药理学的分子影像学、电子健康系统的进展和小型的医疗家居等。大多数章节包括 100 多个参考文献, 综合总结了这些领域中最前沿的研究成果。

本书不是简单的论文集, 而是一本精心设计的研究手册, 目的在于为科研和临床从业人员提供指导。本书亦可用作高年级本科生和低年级研究生的教材, 每章的末尾都有相应的练习题以供学生更好地理解本书所讲述的综合内容。其中, 有 10 章内容分别来自我们的生物医学与多媒体信息技术(BMIT)研究小组、信息技术学院、悉尼大学、多媒体信号处理中心、电子信息工程系、香港理工大学, 以及我们的生物医学与多媒体信息技术研究小组的高级成员——Michael Fulham 教授、Doan B. Hoang 教授和 Henry Wu 教授。Michael Fulham 教授为悉尼大学信息技术学院的兼职教授、医学院临床医学教授、皇家阿尔弗莱德王子医院(PRA) PET 与核医学系主任、悉尼健康服务中心医学影像服务临床主任、PRA 和 PACS 筹划指导委员会主席, 曾获美国国立卫生研究院杰出贡献奖和澳大利亚艾克斯斯讲师奖。Doan B. Hoang 教授是悉尼大学信息技术学院的名誉导师, 也是悉尼科技大学信息技术学院无线电导航网络研究实验室主任和计算机网络专家。作为我们 BMIT 研究组的定期研究合作者以及第 3 章的合著者, Henry Wu 教授是澳大利亚墨尔本 RMIT 大学可视通信工程系教授和电子计算机工程学院计算机网络工程系主任。以下 13 章内容特别留给了外部各个领域的权威专家领导的国际领先的科研组。这些世界科研的引领者提供了下面即将介绍的其余 13 章的内容。

第 5 章“数据建模和仿真”由 Claudio Cobelli 教授和他在意大利帕多瓦大学信息工程系的同事 Alessandra Bertoldo 博士提供。Cobelli 教授的主要研究课题——内分泌系

统建模, 获得了 MIUR-MURST、EU 和美国国立卫生研究院的研究基金资助。Cobelli 教授自 1981 年获得生物信息学教授职称后, 在国际知名期刊发表论文 228 篇。他还出版了很多国际领先的书籍, 是《糖代谢: 定量生理学与数学建模》(*Carbohydrate Metabolism: Quantitative Physiology and Mathematical Modeling*, Wiley, 1981)、《代谢和内分泌系统的数学建模》(*The Mathematical Modeling of Metabolic and Endocrine Systems*, Wiley, 1983)、《生物医学系统建模与控制》(*Modeling and Control of Biomedical Systems*, Pergamon Press, 1989)、《生理学和医学的建模方法》(*Modeling Methodology for Physiology and Medicine*, Academic Press, 2000)、《生物医学研究中的示踪动力学》(*Tracer Kinetics in Biomedical Research: from Data to Model*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2001) 等著作的作者之一。Cobelli 教授是 IEEE 会员, 是国际自动控制联合会 (IFAC) 和生物医学系统建模与控制技术委员会的创会主席, 目前任《IEEE 生物医学工程学报》(*IEEE Transactions on Biomedical Engineering*) 和《数学生物科学》(*Mathematical Biosciences*) 的副主编, 是《美国生理学杂志: 内分泌与代谢》(*American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism*) 的编委会成员。

第 7 章“数据处理与分析”由 Yue Wang 教授的梯队及他在弗吉尼亚理工学院和州立大学、密苏里大学、乔治城大学和乔治·华盛顿大学的合作者提供。此外, Wang 教授还与约翰·霍普金斯医疗机构具有密切的合作关系。他的研究方向主要有计算生物信息学、诊断用生物成像和人类疾病的分子分析, 他一直关注统计机器学习和系统生物医学之间的交叉领域。他做了大量的多学科、多机构的研究工作, 改善了患有癌症、肌营养不良症和心血管疾病的患者的生活质量, 这些研究受美国国家卫生研究院和美国国防部的支持。他的研究方向还包括模式识别、信号处理、统计信息可视化和机器学习。Wang 教授是美国医学与生物工程研究所 (AIMBE) 院士, 目前任《国际生物医学成像期刊》(*International Journal of Biomedical Imaging*)、《EURASIP 生物信息学与系统生物学期刊》(*EURASIP Journal on Bioinformatics and Systems Biology*) 和《IEEE 信号处理快报》(*IEEE Signal Processing*) 的副主编。Wang 教授是工程领域中 ISI 检索平台列表中被引用次数很高的作者。

第 12 章“生物计算”由 Eric P. Hoffman 教授和他在遗传医学研究中心、儿童医学研究中心和华盛顿特区的研究梯队提供。Hoffman 博士是乔治·华盛顿大学医药学院的儿科、生物化学与分子生物学、神经科学、遗传学教授, 是华盛顿特区医学研究中心、儿童医学研究中心的主任。他于 1986 年获得约翰·霍普金斯大学的生物学 (遗传学) 博士学位。随后的两年中, 他在哈佛医学院和儿童医院做博士后研究。他的实验室是昂飞微阵列数据的主要研究者, 他一直关注生物信息技术在质量控制和标准操作控制、信号/噪声平衡、公众访问数据库 (包括流行的 PEPR 资源) 方面的发展。他的实验室获得了很多 (美国) 全国卫生研究所和国防部的研究基金, 在一些公认的期刊 (如 *Nature*、*Cell*、*Nature Medicine*、*Neuron*、*Neurology*、*Brain*、*Journal of Cell Biology*、*Journal of Biological Chemistry* 和 *Bioinformatics*) 的生物计算领域发表过很多著名的论文。Hoffman 博士是被引用次数最多的科学家 (目前的引用次数超过 12 000

次)之一。

第 13 章“无胶片医院中 PACS 和医学影像信息学”由 H. K. (Bernie) Huang 教授和 Brent J. Liu 教授提供, Liu 教授是南加州大学凯克医学院放射线科信息学副主任。他也是香港理工大学医学信息部的客座教授,是中科院上海技术物理研究所的荣誉教授。Huang 教授是 PACS 研究的倡导者,1991 年在加利福尼亚大学洛杉矶分校开发了 PACS,1995 年在旧金山加利福尼亚大学开发了医院集成 PACS。他共出版了 7 本著作,发表了 200 多篇期刊论文,获得了多项专利。他编写的《PACS 与成像信息学》(*PACS and Imaging Informatics*, John Wiley & Sons, 2004)是这个领域中唯一的一本参考书。在过去的 25 年中, Huang 教授在 PACS、医学成像信息学、远程成像和图像处理相关研究方面获得了 2100 万美元的研究基金。他指导了 22 个博士研究生和 30 多个博士后研究员。Huang 教授是许多国内和国际医院、设计和实现 PACS 系统的成像产品制造商、具有图像功能的企业级 ERP 的顾问,是许多大学的客座教授和医学成像产品制造商的董事会成员。

第 14 章“KMex: 面向特定情境医学文本文档检索的基于知识的数字图书馆”由加州大学洛杉矶分校的 Welsey W. Chu 教授和他的团队所写。Chu 教授是加州大学洛杉矶分校的著名教授,曾任系主任,1996 年于斯坦福大学获得博士学位,分别于 1966~1969 年和 1964~1966 年在 IBM 和贝尔实验室工作。从 1969 年起,他就职于加州大学洛杉矶分校。在前 20 年里,他为复用多路的推广作出了基础性贡献,并在文件分配、分布式数据库的目录设计、实时分布系统的任务划分等方面做了开拓性的工作。因此,他当选为电气与电子工程师协会会员。在过去的十年中,他的研究兴趣转向了智能信息系统和较大信息系统的知识收集。Chu 教授带动了 CoBase 的发展。CoBase 是结构数据的合作数据系统,而 KMed 是基于知识的多媒体医疗影像系统。CoBase 已被成功地用于逻辑应用,为对象提供合适的匹配。他与医学院的全体工作人员一起,已将 KMed 工程拓展到由结构数据、文本文件和图像组成的医疗数据图书馆。该系统提供合适的内容匹配和导航,并将成为未来的无纸化医院的基础。另外,Chu 教授还致力于大型数据源数据挖掘技术的研究和基于知识的文本检索,他将松弛理论拓展到 XML (CoXML) 信息交换和 WEB 环境下的可扩展标记语言 (XML) 查询答案。近些年来,他也应用接口技术在数据安全和保护等领域展开研究。在 2000 年的第 19 届概念模型国际大会上,Chu 教授关于 XML 关系模型转换的论文获得了最佳论文奖。他和他的学生获得了 2002 年度美国医疗信息大会和 2003 年医学自由文本检索的最佳论文奖,并在 2003 年第 89 届北美放射医疗年度会议上获得了医疗数字图书馆演示系统的功勋证书。他还曾因对智能信息系统的贡献而获得 2003 年 IEEE 计算机学会的技术成就奖。

第 15 章“集成多媒体病历系统”是由 Ruth E. Dayhoff 博士和他的多媒体病历课题组一起完成的。该课题组是美国退伍军人事务部 (VA) 信息办公室的一个组成部分。这个组织负责 156 家退伍军人事务部医院和接近 900 家诊所的临床医生所使用的软件系统,是美国最大的医疗保健网络系统。此 VA 软件系统叫做退伍军人健康信息系统和技术框架 (VistA),是由退伍军人信息办公室开发的。最初的工作发源于 25 年前,那时 60 多家医院使用不同的信息系统模块。VistA 成像技术作为多媒体病历的组件,在过

去的16年里不断成长进步。Dayhoff博士是一名内科医生，也是医学信息化的早期先驱，她领导并发展了VistA成像团队。该团队参与综合卫生保健企业的创建和其他主要的医疗保健标准的制定。VistA成像系统正在经历一次重大的数据标准化变革，它需要检测并过滤患者的全部病历，包括存储于远程的患者信息。此项工作包括预约记录、病程记录、问题、成像过程等。另一个主要的焦点是要监控健康保健服务的质量。软件在此项工作中起到了重要的作用，并在不断向前发展，为内科医生提供帮助，为组织提供检测工具。因此，退伍军人服务部被许多部门认为是提供了最高质量的医疗健康服务。

第16章“计算机辅助诊断”由Maryellen L. Giger教授和她在芝加哥大学的同事Kenji Suzuki提供。Giger博士为放射线学教授，是芝加哥大学医学物理委员会成员，医学物理学的研究生项目主任。她的研究室有12名成员，包括博士后研究员、课题组研究员和研究生。她还是芝加哥大学放射科放射科学组的主席，及基础科学研究室副主任。Giger博士于1985年获得芝加哥大学的医学物理学博士学位，被公认是计算机辅助诊断开发的先驱者。她发表学术论文240余篇（其中经同行评议期刊论文120篇），独立发明或合作发明了25项专利，是美国国立卫生研究院和美国陆军等基金机构的评审专家。Giger博士是《医学物理学》（*Medical Physics*）和《IEEE医学成像学报》（*IEEE Transactions on Medical Imaging*）的副主编。她是美国医学与生物工程研究所（AIMBE）和美国医学界物理学家协会（AAPM）院士，在多个科学基金委员会任职。近年来，她被国际光学工程学会（SPIE）、BIROW、SCAR、IWDM、CARS、AAPM和北美放射学年会（RSNA）邀请做过多场关于CAD的报告，并在国家癌症研究所（NCI）的多个研讨会和学术会议上做特邀报告。她的研究方向包括数字X射线、多模乳腺成像、胸部CT成像和心脏成像的辅助诊断以及骨放射线。

第17章“临床决策支持系统”由Ewart Carson教授以及他在伦敦城市大学的同事Abdul Roudsari博士和Peter Weller博士提供。Carson教授是系统科学教授，曾是伦敦城市大学医学测量和信息中心主任，该中心现在调整为卫生信息中心。1993~1999年，他担任健康科学研究所主任。他的研究方向包括生理学和医学建模、卫生资源管理建模方法、临床决策支持系统、基于模型的决策支持系统的开发和评价、远程医疗中特定应用的评价方法和ICT增强公共医疗的综合策略建模。他主持过多项由英国和欧洲机构资助的研究项目，指导了40多名博士研究生，出版了13部著作，发表了300余篇期刊论文或著作中的部分章节。Carson博士是IEEE健康技术专业网络执行小组成员，是《生物医学的计算机方法与程序》（*Computer Methods and Programs in Biomedicine*）的副主编，是国际自动控制联合会（IFAC）的技术委员会成员，是IFAC生物和生态系统协调委员主席。他是英国皇家医师会的名誉委员、IEEE会员、美国医学研究所和生物工程师委员会委员、国际生物医学工程科学院会员。由于在本领域具有卓越的贡献，2005年，他荣获了IEEE医学和生物工程终生成就奖。

第18章“医疗机器人与计算机集成介入医学”由约翰·霍普金斯大学的Russell H. Taylor教授和Peter Kazanzides博士提供。Taylor教授于1970年获得约翰·霍普金斯大学的学士学位，于1976年获得斯坦福大学计算机科学博士学位。1976年，他加入

了 IBM 研究中心, 开发了 AML 机器人语言及一些其他项目。1982~1988 年, 他利用机器人和自动化技术进行了一些研究; 1988~1989 年, 他带领他的梯队开发了第一个 ROBODOC®系统的原型, 用于机器人髋关节置换手术; 1990~1995 年, 他担任计算机辅助外科手术室的主任。1995 年 9 月, Taylor 博士担任约翰·霍普金斯大学计算机专业教授, 同时又在放射线学、外科手术室和机械工程专业任职。他是国家科学基金会工程技术研究中心主任, 该中心致力于研究计算机集成外科手术系统和技术。他还是集成外科手术系统科学顾问委员会的委员, 他开发了用于计算机辅助颅面外科手术和机器人增强内窥镜手术的最新系统。在约翰·霍普金斯大学, 他从事的研究工作涉及计算机集成介入治疗的各个方面, 包括建模、仿真和机器人, 具体研究领域包括经皮局部治疗、显微外科和微创机器人手术。他是《IEEE 机器人与自动化学报》(*IEEE Transactions on Robotics and Automation*) 的名誉主编, IEEE 和 AIMBE 会员。2000 年 2 月, 由于在计算机辅助骨科手术方面做出了突出贡献, 他获得了 Maurice Müller 奖。Kazanzides 博士于 1988 年获得布朗大学电子工程系博士学位; 1989 年 3 月, 他开始和 Taylor 博士共同在 IBM 研究中心从事外科手术机器人的研究工作。Kazanzides 博士于 1990 年 11 月创建了集成外科手术系统 (ISS), 将在 IBM 和加州大学戴维斯分校所做的机器人髋关节置换手术研究商业化。作为机器人和软件实验室的主任, 他负责 ROBODOC®软件和硬件的设计、实现、验证和支持。2002 年, Kazanzides 博士就职于约翰·霍普金斯大学国家科学基金会工程技术研究中心, 从事计算机集成外科手术系统和技术 (CISST ERC) 方面的研究。

第 20 章“癌症分子成像”出自约翰·霍普金斯大学医学院放射与肿瘤系的 Zaver M. Bhujwala 教授和她的同事 Kristine Glunde 教授及 Catherine A. Foss 博士。Bhujwala 教授于伦敦大学获得博士学位后, 于 1989 年加入约翰·霍普金斯大学医学院放射系。她在霍普金斯建立了一个国际认可的癌症功能与分子成像项目。她现为 JHU 活体细胞与分子成像中心主任, 悉尼霍普金斯综合癌症中心癌症成像资源中心主任。在过去的十年中, Bhujwala 教授的工作侧重于成像技术的应用, 以促进人们对癌症的理解。这些研究包括从亚细胞到临床成像的阶段, 所有研究都对基础科学和临床实践具有重大影响。

第 21 章“生物学与药理学中的分子成像”是由加州大学洛杉矶分校戴维德·格芬医学院分子与医学药理学系主任 Henry Sung-Cheng Huang 教授和他的同事合作完成的。Huang 教授带动了 PET 成像的定量技术研究, 在 20 世纪 70 年代早期曾参与早期 PET 扫描仪中的断层扫描术重建。他研究了一系列 PET 成像中的放射定量问题, 包括 PET 光子衰减校正方案, 对所有生物医学成像领域产生了持续的影响。Huang 教授是基于房室模型为正电子标记的追踪器的动力学行为建模方面 (始于 20 世纪 70 年代) 的先驱者。1979 年和 1980 年, 他在关于 FDG 的建模论文中定义了葡萄糖在局部组织的使用率, 如今其应用在对活体的测量上。他把此方面的应用从脑组织扩展到心肌和肿瘤, 并从科学研究扩展到了实际应用。他早期的论文仍被广泛引用, 模型也在被持续地使用。除了 FDG 模型, Huang 博士还为许多其他 PET 追踪器建模并研究了理论方法, 其中包括 O-15 水/氧、N-13 氨水、C-11 醋酸盐、FESP 和 EDOPA。他和生物学家、内

科医生合作证明了定量生物医学成像的价值，并促进了我们对疾病中生物学和生理学变化的理解。他还在许多相关领域中做出了杰出贡献，有 800 多篇文章经过同行评审和多次转载（其中，在优秀期刊发表了 293 篇论文，488 篇经过同行评审的短文、摘要和特邀报告，22 篇书中的章节，三项美国专利和软件著作权）。他还是其所在领域的主要期刊的副主编、助理编辑和编委顾问，例如 *Cerebral Blood Flow and Metabolism*、*Molecular Imaging and Biology* 和 *Journal of Nuclear Medicine*。他还获得了许多著名的奖项，如 George Von Hevesy 奖、最佳论文奖、杰出科学家奖等。

第 22 章“从远程医疗到普适移动医疗：电子健康系统的发展”由阿拉斯加大学的 Dejan Rašković 博士提供。他是国防情报局资助实验室的负责人，该实验室的研究方向是无线传感器网络能量和性能分析，研究内容包括无线传感器网络、电池有效性处理和嵌入式系统体系结构。本章作者还包括罗切斯特市梅奥诊所的 Piet C. De Groen 博士和阿拉巴马大学汉斯韦尔分校的 Aleksandar Milenković 和 Emil Jovanov 博士。Groen 博士为医学教授，是梅奥诊所/IBM 计算生物学协会的前项目主任。在过去的七年里，阿拉巴马大学的可穿戴健康监测组一直在开发无线智能传感器和可穿戴健康传感器（<http://www.ece.uah.edu/~jovanov/whrms/>）。该研究组最早提出了无线智能传感器体域网（WBAN）的概念，用于进行移动健康检测，还开发了许多不同的用于可穿戴健康监测的传感器和系统。他们开发的用于压力监测的无线分布式系统已经在佛罗里达彭萨科拉的海军航空医学研究实验室应用四年多了。他们与罗切斯特市的梅奥诊所建立了合作关系，目前在研究可穿戴式移动监测。

冯大淦

悉尼大学信息技术学院教授

香港理工大学信息技术首席教授

著者名单

Professor Jorge R. Barrio, Ph.D.
Department of Molecular and Medical
Pharmacology,
David Geffen School of Medicine,
University of California, Los Angeles (UCLA)

Dr. Alessandra Bertoldo, Ph.D.
Department of Information Engineering,
University of Padova

Professor Zaver M. Bhujwalla, Ph.D.
Director of the JHU In Vivo Cellular and
Molecular Imaging Center,
Director of the Cancer Imaging Resource,
Departments of Radiology and Oncology,
The Johns Hopkins University School of Medicine

Dr. Tom Weidong Cai, Ph.D.
Biomedical & Multimedia Information
Technology (BMIT) Research Group,
School of Information Technologies,
University of Sydney

Professor Ewart Carson, DSc, Ph.D, CEng,
FIET, FIEEE, FAIMBE, FIAMBE
Professor of Systems Science,
Centre for Health Informatics,
City University, London, UK

Josephine Chen
Research Center for Genetic Medicine,
Children's National Medical Center

Dr. Siromg Chen, Ph.D.
Department of Diagnostic Radiology,
Hong Kong Sanatorium & Hospital, and
Honorary Associate,
Biomedical & Multimedia Information
Technology (BMIT) Research Group,
School of Information Technologies,
University of Sydney

Professor Wesley W. Chu, Ph.D., FIEEE
Distinguished Professor,
Computer Science Department,
University of California, Los Angeles (UCLA)

Professor Claudio Cobelli, Ph.D., FIEEE
Department of Information Engineering,
University of Padova

Dr. Ruth E. Dayhoff, M.D.
Director, VistA Imaging System Project,
Health Provider Systems, VA Office of Information,
Los Angeles (UCLA)
U.S. Department of Veterans Affairs (VA)

Professor Piet C. De Groen, M.D.
Mayo Clinic

Dr. Stefan Eberl, Ph.D.
Principal Scientist, Department of PET and
Nuclear Medicine,
Royal Prince Alfred Hospital, and
Adjunct Associate Professor,
Biomedical & Multimedia Information
Technology (BMIT) Research Group,
School of Information Technologies,
University of Sydney

Professor David Dagan Feng, Ph.D., FACS,
FATSE, FHKIE, FIEE, FIEEE
Director, Biomedical & Multimedia
Information Technology (BMIT)
Research Group,
Professor, School of Information Technologies,
University of Sydney,
Honorary Research Consultant,
Royal Prince Alfred Hospital, Sydney, and
Chair-Professor of Information Technology,
Centre for Multimedia Signal Processing,
Department of Electronic & Information
Engineering,
Hong Kong Polytechnic University

Dr. Catherine A. Foss, Ph.D.
Departments of Radiology and Oncology,
The Johns Hopkins University School of Medicine

Professor Matthew T. Freedman, Ph.D.
Department of Oncology and Lombardi
Cancer Center,
Georgetown University

Professor Michael Fulham, M.D.
Director, Department of PET and Nuclear
Medicine,
Royal Prince Alfred Hospital, Sydney,
Adjunct Professor,
Biomedical & Multimedia Information
Technology (BMIT) Research Group,
School of Information Technologies,
University of Sydney, and
Clinical Professor,
Faculty of Medicine,
University of Sydney

Professor Maryellen L. Giger, Ph.D., SMIEEE,
FAAPM, FAIMBE
Professor of Radiology, the Committee on
Medical Physics, and College,
Chair, Committee on Medical Physics
Vice-Chair for Basic Science Research, and
Section Chief, Radiological Sciences,
Department of Radiology,
University of Chicago

Professor Kristine Glunde, Ph.D.
Departments of Radiology and Oncology,
The Johns Hopkins University School of Medicine

Dr. Yetrib Hathout, Ph.D.
Assistant Professor, Research Center for Genetic
Medicine,
Children's National Medical Center

Professor Doan B. Hoang, Ph.D.
Director, ARN Networking Research Laboratory,
Faculty of Information Technology,
University of Technology, and
Honorary Associate,
Biomedical & Multimedia Information Technology
(BMIT) Research Group,
School of Information Technologies,
University of Sydney

Professor Eric P. Hoffman, Ph.D.
Clark Professor of Pediatrics, Biochemistry and
Molecular Biology, Neuroscience, & Genetics,
School of Medicine and Health Sciences,
George Washington University, and
Director, Research Center for Genetic Medicine,
Children's National Medical Center

Professor H. K. Huang, D.Sc., FRCR(Hon.)
Professor and Director of Imaging Informatics,
Department of Radiology,
Keck School of Medicine,
University of Southern California,
Chair Professor of Medical Informatics
The Hong Kong Polytechnic University, and
Honorary Professor,
Shanghai Institute of Technical Physics,
The Chinese Academy of Sciences,

Professor Sung-Cheng Huang, D.Sc.
Department of Molecular and Medical
Pharmacology,
David Geffen School of Medicine,
University of California, Los Angeles (UCLA)

Dr. Emil Jovanov, Ph.D.
Electrical and Computer Engineering Department,
University of Alabama, Huntsville

Professor Peter Kazanzides, Ph.D.
Assistant Research Professor of Computer
Science,
The Johns Hopkins University

Dr. Jinman Kim, Ph.D.
Biomedical & Multimedia Information Technology
(BMIT) Research Group,
School of Information Technologies,
University of Sydney

Mr. Peter M. Kuzmak, M.S.B.M.E.
Biomedical Engineer and Senior Vista Imaging
System Developer,
Health Provider Systems, VA Office of Information,
U.S. Department of Veterans Affairs (VA)

Dr. Eugene Y. S. Lim, Ph.D.
Hospital Scientist, Departments of PET and
Nuclear Medicine,
Royal Prince Alfred Hospital, Sydney, Australia, and
Honorary Associate,
Biomedical & Multimedia Information
Technology (BMIT) Research Group,
School of Information Technologies,
University of Sydney

Professor Brent J. Liu, Ph.D.
Deputy Director of Imaging Informatics,
Departments of Radiology and Biomedical Engineering,
Keck School of Medicine and Viterbi School
of Engineering,
University of Southern California

Dr. Zhenyu Liu, Ph.D.
Computer Science Department,
University of California, Los Angeles (UCLA)

Dr. Gladys Goh Lo, M.D.
Department of Diagnostic Radiology,
Hong Kong Sanatorium & Hospital

Professor Murray Loew, Ph.D.
Department of Electrical and Computer
Engineering,
George Washington University

Dr. Wenlei Mao, Ph.D.
Computer Science Department,
University of California, Los Angeles (UCLA)

Mr. Kevin Meldrum
Senior Architect and Computerized Patient
Record System Developer
Health Provider Systems, VA Office of Information
U.S. Department of Veterans Affairs (VA)

Dr. Aleksandar Milenković, Ph.D.
Electrical and Computer Engineering Department,
University of Alabama, Huntsville

Dr. Javad Nazarian, Ph.D.
Research Center for Genetic Medicine,
Children's National Medical Center

Dr. Dejan Rašković, Ph.D.
Electrical and Computer Engineering Department,
University of Alaska

Erica Reeves
Research Center for Genetic Medicine,
Children's National Medical Center

Dr. Abdul Roudsari, Ph.D.
Director, Centre for Health Informatics,
City University, London, UK

Dr. Andrew J. Simmonds, Ph.D.
Assistant Director, ARN Networking Research
Laboratory,
Faculty of Information Technology,
University of Technology, Sydney

Professor Nadine Smith, Ph.D.
Department of Bioengineering,
Penn State University

Dr. Seu Som, Ph.D.
Principal Medical Physicist
Department of Nuclear Medicine & PET
Liverpool Hospital

Dr. Kenji Suzuki, Ph.D., SMIEEE
Assistant Professor of Radiology,
Department of Radiology,
University of Chicago

Dr. Damian M. Tan, Ph.D.
School of Electrical and Computer Engineering,
Science, Engineering & Technology Portfolio,
RMIT University

Professor Russell H. Taylor, Ph.D. FIEEE
Director, NSF Engineering Research Center
for CISST
Professor of Computer Science, with joint
appointments in Mechanical Engineering,
Radiology, and Surgery
The Johns Hopkins University

Dr. Xiu Ying Wang, Ph.D.
Biomedical & Multimedia Information Technology
(BMIT) Research Group,
School of Information Technologies,
University of Sydney, and
School of Computer Science,
Heilongjiang University

Professor Yue Wang, Ph.D.
Director, Computational Bioinformatics
and Bio-imaging Lab
Departments of Electrical, Computer,
and Biomedical Engineering,
Virginia Polytechnic Institute and State University

Professor Yu-Ping Wang, Ph.D.
Department of Computer Science and
Electrical Engineering,
University of Missouri—Kansas City

Dr. Zhiyong Wang, Ph.D.
Biomedical & Multimedia Information
Technology (BMIT) Research Group,
School of Information Technologies,
University of Sydney

Dr. Zuyi Wang, Ph.D.
Research Center for Genetic Medicine,
Children's National Medical Center

Professor Andrew Webb, Ph.D., FIMBE
Director, Huck Institute Magnetic Resonance
Centre,
Department of Bioengineering,
Penn State University

Dr. Peter Weller, Ph.D.
Senior Lecturer in Medical Informatics,
Centre for Health Informatics,
City University, London, UK

Dr. Lingfeng Wen, Ph.D.
Biomedical & Multimedia Information
Technology (BMIT) Research Group,
School of Information Technologies,
University of Sydney

Professor Anna M. Wu, Ph.D.
Department of Molecular and Medical
Pharmacology,
David Geffen School of Medicine,
University of California, Los Angeles (UCLA)

Professor Hong Ren Wu, Ph.D.
Professor of Visual Communications
Engineering,
Discipline Head, Computer and Network
Engineering,
School of Electrical and Computer Engineering,
Science, Engineering & Technology Portfolio,
RMIT University

Professor Chris Wyatt, Ph.D.
Departments of Electrical, Computer,
and Biomedical Engineering,
Virginia Polytechnic Institute and
State University

Dr. Kai-Ming Au Yeung, FRCR
Department of Diagnostic Radiology,
Hong Kong Sanatorium & Hospital

Dr. Xiaofeng Zhang, Ph.D.
Department of Bioengineering,
Penn State University

Dr. Qinghua Zou, Ph.D.
Computer Science Department,
University of California, Los Angeles (UCLA)

目 录

译者序	
致谢	
编者简介	
引言	
著者名单	

第一部分 基本知识

第 1 章 医学成像	3
1.1 引言	3
1.2 数字成像	3
1.3 计算机断层扫描	6
1.4 核医学	8
1.5 超声波成像	13
1.6 磁共振成像	18
1.7 扩散光学成像	23
1.8 生物信号	29
第 2 章 电子病历	36
2.1 引言	36
2.2 医疗数据和病历	38
2.3 术语标准——词汇表和临床编码系统	42
2.4 信息交换标准	45
2.5 电子病历的可用性问题	46
2.6 用户界面	48
2.7 评估	51
2.8 电子病历系统——案例分析：一个基于 Web 的医学影像电子病历	52
2.9 本章小结	55
第 3 章 图像数据压缩与存储	59
3.1 引言	59
3.2 图像压缩	59
3.3 DICOM 标准下的压缩	84
3.4 动态功能图像的数据压缩	85
3.5 本章小结	94
第 4 章 基于内容的医学图像检索	98
4.1 引言	98

4.2 基于物理视觉特征的 CBMIR	106
4.3 基于几何空间关系的 CBMIR	114
4.4 语义与视觉特征结合的 CBMIR	122
4.5 借助生理功能特征的基于内容的医学图像检索	127
4.6 本章小结	130
第5章 数据建模和仿真	137
5.1 引言	137
5.2 房室模型	138
5.3 模型辨识	142
5.4 模型验证	155
5.5 仿真	155
5.6 案例研究	156
5.7 医学图像的量化	159
第6章 参数成像技术	169
6.1 引言	169
6.2 参数图像估计方法	175
6.3 无创方法	187
6.4 参数图像的临床应用	192
6.5 本章小结	200
第7章 数据处理与分析	205
7.1 引言	205
7.2 医学图像增强	205
7.3 医学图像分割	211
7.4 医学图像特征提取	216
7.5 医学图像解释	221
7.6 本章小结	228
第8章 数据配准与融合	232
8.1 引言	232
8.2 生物医学图像配准与融合基础	234
8.3 基于特征的医学图像配准	240
8.4 基于灰度的配准	243
8.5 混合配准和层次配准	247
8.6 硬件配准	250
8.7 配准精度评估	253
8.8 生物医学图像配准与融合的应用	254
8.9 本章小结	257
第9章 数据可视化与显示	262
9.1 引言	262