

MEDICAL INFORMATICS

医学信息学

王卫平 主编

人民卫生出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

医学信息学

主 编 丁宝芬

东南大学出版社
· 南京 ·

内 容 提 要

医学信息学是一门独立的、新兴的交叉学科。本书首先介绍了医学信息学的概念和基本理论,包括数据、信息、知识以及信息管理,医学信息标准化和医学信息系统工程等。其次,介绍了医学信息学各个研究和应用领域,包括生物信息学,医学影像和实验室信息系统,医院信息系统,护理信息系统,电子病历,远程医疗,临床决策支持,社区卫生、区域卫生和公共卫生信息系统,医疗保险信息系统,中医领域的信息处理。最后,介绍了国际上医学信息学的发展方向、新的理论和技术,以拓展读者的学术视野。

该书由我国大陆、台湾地区和美国的医学信息专家学者协同努力编撰而成。全书内容丰富、论证科学、理论经典、结构清晰、案例生动。该书是我国普通高等教育“十一五”国家级规划教材。可作为医学院校各专业和综合性大学信息、管理、生物工程等专业的本科生和研究生教材,也是广大医疗卫生领域在职人员和从事医疗卫生信息化工作的 IT 人员的必备参考书。

图书在版编目(CIP)数据

医学信息学/丁宝芬主编. —南京:东南大学出版社,
2009.9

ISBN 978-7-5641-1798-6

I. 医… II. 丁… III. 医学:信息学-高等学校-
教材 IV. R-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 134286 号

出版发行:东南大学出版社
社 址:南京四牌楼 2 号 邮编:210096
出 版 人:江 汉
网 址:<http://press.seu.edu.cn>
电子邮件:press@seu.edu.cn
经 销:全国各地新华书店
印 刷:江苏兴化印刷有限责任公司
开 本:787mm×1092mm 1/16
印 张:29
字 数:670 千字
版 次:2009 年 9 月第 1 版
印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷
书 号:ISBN 978-7-5641-1798-6
定 价:46.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与读者服务部联系。电话(传真):025-83792328

《医学信息学》编委

主 编 丁宝芬

副主编 刘乃丰 张家杰

编 委 (按姓氏笔画为序)

丁宝芬 南京中医药大学

方慧生 中国药科大学

冯正永 中国科技大学

巩 洋 美国密苏里大学

刘乃丰 东南大学中大医院

刘保延 中国中医科学院

李 钢 南京市劳动和社会保障局

何雨生 北京大学人民医院

张家杰 美国德克萨斯大学休斯顿医学中心

张博论 台湾阳明大学生物医学资讯研究所

金水高 中国疾病预防控制中心

相秉仁 中国药科大学

施 诚 南京中医药大学

姚志洪 上海交通大学医学院

黄学宁 南京医科大学

董建成 南通大学

前 言

21 世纪被人类誉为信息化时代,信息技术正在深刻地改变我们的学习、工作和生活。近 40 年前,新兴的计算机、信息科学与古老的医学相互融合,诞生了一门新的学科——医学信息学,这门充满变革活力的学科正在迅速地影响和改变着传统医学,使身处 21 世纪的医学工作者和医科学生都面临着这一难得的机遇和挑战。因此,学习和应用医学信息学的新理论和新方法时代赋予我们的责任,这正是我们编撰本书的目的。

本书共 20 章,总体分为三大部分。

第一部分首先介绍了医学信息学的概念与知识框架,接着阐述了该学科的基础知识和基本理论,包括数据、信息、知识以及信息管理、计算机网络技术、医学信息标准化和医学信息系统工程。

第二部分介绍了医学信息学各个研究和应用领域。包括涉及分子、基因、细胞微观范畴的生物信息学;涉及人类组织、器官范畴的医学影像系统、实验室信息系统;涉及个体健康范畴的医院信息系统、护理信息系统、电子病历系统、远程医疗、临床决策支持系统;涉及社会公众健康范畴的社区卫生信息系统、区域卫生信息系统、公共卫生信息系统、社会医疗保险信息系统。本书还专门介绍了中医领域的信息处理,并列举了我国 30 多年的努力成果和探索方向。

对于这部分内容,我们都从每一领域的业务切入,深入分析它的信息和专业特点,重点阐述它所特有的理论依据、系统框架和关键技术,使之不同于一般的系统介绍和操作应用。

第三部分介绍了国际上医学信息学的发展方向,新的理论、设想和技术,包括统一词汇库、完整的人体数字模型、综合临床决策支持系统等,试图对医学信息学的未来作一个广角的审视,以拓展读者的学术视野,激发探索的热情。

本书的编写有如下特点:首先广泛地参考和借鉴了国外医学信息学最新的权威论著,力求概念定义经典、准确,原理论证科学、规范。其次,汇集了我国大陆、台湾地区和美国知名的医学信息专家,共同致力于本书的撰写,他们深厚的学术造诣和丰富的经验积累使本书具有科学性和先进性。再次,全书具有严密、清晰的逻辑结构,加之图文并茂、案例分析,使读者对该学科能获得一个全面、系统的认识,而不同于一般的学科丛书或系统汇编。最后,本书对各个医学信息系统既有研发应用的论述,也有发展趋势的分析,兼顾了适用性和前瞻性。

本书是我国“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。它可以作为医学院校医疗、卫生、护理、中医、管理等各专业本科生和研究生的专业教科书或专业基础课的教科书;也可以作为综合性大学计算机、生物工程等专业的教科书;还可以作为广大医务工作者、医疗卫生机构领导者以及有关的 IT 行业工作者的学习教材和参考书。即使读者并未具备深厚的医学和计算机科学的背景,通过学习本书仍会对医学信息学有一个全面、深入的了

解。教师也可以根据学生专业方向进行选择教学。

本书得到了海内外著名专家的热诚奉献和积极支持,我深感荣幸,并致以衷心的感谢。我还要感谢邢春国、王毅老师给予的帮助和支持,感谢东南大学出版社领导和责任编辑的鼓励和支持。本书参考和借鉴了大量的国内外著述和研究成果,限于篇幅只列出主要参考文献,他们的工作成果是本书的基础。

医学信息学是一门新兴学科,它历史短暂、资料缺乏,但是应用广阔、发展迅速,加上我们水平所限,深知此书存在许多不足之处,诚恳欢迎广大同道和读者批评指正,我们将不懈地努力,使之不断完善。

我们正处在一个变革的新千年中,医学信息学的巨大影响与日俱增,读者将从这本书中获得当前的资源及成果,以及对未来的期望和动力,我们将共享这个领域的进步。

丁宝芬

2009年7月于南京

目 录

1 医学信息学概论	(1)
1.1 医学信息学的概念	(1)
1.2 医学信息学的构成和知识框架	(1)
1.3 医学信息学的研究范畴	(5)
1.4 医学信息学的历史沿革	(6)
1.5 医学信息学的教育和科研	(7)
1.6 主要医学信息学的组织机构和会议	(10)
1.7 医学信息学的主要著作和刊物	(13)
1.8 医学信息学发展态势	(14)
2 医学信息的管理	(15)
2.1 数据、信息及信息管理概述	(15)
2.2 医学信息的管理	(22)
2.3 医学数据挖掘技术	(23)
3 医学信息学中的计算机技术	(34)
3.1 基本概念	(34)
3.2 医学信息数据库	(39)
3.3 数据采集和信号处理	(48)
3.4 数据与系统的安全	(51)
3.5 信息系统与工程	(51)
4 医学信息标准化	(62)
4.1 标准与标准化	(62)
4.2 分类	(65)
4.3 编码	(67)
4.4 医学信息标准	(68)
4.5 与医学信息相关的国际标准化机构和组织	(71)
4.6 主要医学信息标准	(73)
4.7 主要医学信息交换的标准	(81)
4.8 我国医学信息标准化的发展	(86)

5 医学信息系统工程概论	(92)
5.1 系统和系统工程	(92)
5.2 医学信息系统	(94)
5.3 医学信息系统开发方法	(96)
5.4 医学信息系统的评价与管理	(101)
6 医院信息系统	(105)
6.1 医院信息系统概述	(105)
6.2 医院信息系统的功能	(109)
6.3 医院信息系统的主要技术支持和安全性	(116)
6.4 医院信息系统的开发实施与管理	(125)
7 护理信息学与护理信息系统	(129)
7.1 护理信息学	(129)
7.2 演化中的护理信息系统	(131)
7.3 护理信息系统的发展	(134)
7.4 护理信息学地区发展的策略案例	(138)
7.5 护理信息系统的未来	(144)
8 电子病历	(145)
8.1 病历概述	(145)
8.2 电子病历的定义与本质	(148)
8.3 电子病历的架构模型	(152)
8.4 电子病历的数据处理	(158)
8.5 电子病历的集成	(166)
8.6 电子病历的知识库	(168)
8.7 电子病历的临床决策支持功能	(170)
8.8 与电子病历相关的其他计算机信息技术	(171)
8.9 电子病历的相关法律规定	(175)
8.10 电子病历的安全性	(176)
8.11 电子病历的作用	(180)
8.12 电子病历面临的挑战	(180)
9 医学图像信息系统	(185)
9.1 关于图像的基础知识	(185)
9.2 医学图像设备和仪器	(187)
9.3 医学图像处理的关键技术	(189)
9.4 医学图像的存储与传输系统	(198)

9.5	PACS 的应用与效益	(202)
9.6	医学图像信息的管理与发展	(205)
10	实验室信息系统	(206)
10.1	概念	(206)
10.2	LIS 的发展历史	(208)
10.3	LIS 的关键技术	(209)
10.4	检验信息标准	(212)
10.5	实验室信息系统的功能	(213)
10.6	LIS 与其他系统的接口	(218)
10.7	实验室信息系统与管理创新	(219)
11	远程医学	(221)
11.1	远程医学概述	(221)
11.2	远程医学系统的组成和应用	(224)
11.3	远程医学的技术基础	(226)
11.4	远程医学的应用	(230)
11.5	远程医疗的组织管理	(233)
11.6	远程医学的法律与伦理问题	(235)
11.7	远程医学的发展趋势	(238)
12	临床决策支持系统	(240)
12.1	临床决策支持系统导论	(240)
12.2	CDSS 的方法——概率推理	(242)
12.3	CDSS 的方法——规则推理	(248)
12.4	CDSS 的方法——案例推理	(253)
12.5	CDSS 的设计与实施	(257)
12.6	经典的 CDSS	(267)
13	社区卫生信息系统	(273)
13.1	社区卫生服务概念	(273)
13.2	社区卫生信息的特点	(274)
13.3	社区卫生信息系统概述	(279)
13.4	社区卫生信息系统的结构与组成	(280)
13.5	社区卫生信息系统的功能	(282)
13.6	社区卫生信息系统的作用	(289)
13.7	社区卫生信息系统的技术支持	(289)

14 区域卫生信息系统	(292)
14.1 区域卫生管理与区域卫生信息化	(292)
14.2 区域卫生信息系统概述	(293)
14.3 区域卫生信息系统的设计思路	(296)
14.4 区域卫生信息系统的组成与功能	(298)
14.5 区域卫生信息系统的体系结构	(300)
14.6 区域卫生信息系统的数据中心和交换平台	(303)
14.7 区域卫生信息系统的标准与规范	(306)
14.8 电子健康档案	(308)
14.9 区域卫生信息系统的安全问题	(310)
14.10 区域卫生信息系统建设实施的组织与管理	(312)
15 公共卫生信息管理系统	(314)
15.1 公共卫生与公共卫生信息学	(314)
15.2 卫生信息标准建设	(321)
15.3 中国疾病预防控制中心信息系统	(324)
15.4 突发公共卫生事件应急指挥信息系统	(334)
16 医疗保险信息系统	(340)
16.1 社会医疗保险	(340)
16.2 医疗保险信息化建设	(342)
16.3 关键技术	(344)
16.4 城镇职工医疗保险信息系统	(346)
16.5 新型农村合作医疗信息系统	(353)
16.6 城镇居民基本医疗保险	(358)
17 医学信息资源的利用	(360)
17.1 医学信息资源概述	(360)
17.2 信息检索基础	(363)
17.3 常用中外文信息检索系统	(367)
17.4 搜索引擎	(373)
18 生物信息学	(381)
18.1 生物信息学概念	(381)
18.2 生物信息学研究范畴	(384)
18.3 生物信息学与临床信息学的融合	(396)

19 中医药领域的信息处理	(399)
19.1 中医信息与中医理论	(399)
19.2 中医信息标准化、规范化	(405)
19.3 中医专家系统	(408)
19.4 中医电子病历	(410)
19.5 中医临床信息处理	(418)
19.6 中医药文献的信息化处理	(421)
19.7 医学信息处理在中药领域的应用	(422)
19.8 中医与虚拟人体	(423)
19.9 医学信息处理在中医药学其他方面的应用	(423)
20 医学信息学展望	(425)
20.1 医学信息学面临的挑战和机遇	(425)
20.2 我国医学信息学展望	(433)
参考文献	(436)
主要中英文名词对照	(444)

1 医学信息学概论

本章将论述有关医学信息学的概念、理论、实现方法以及面临的挑战。读完这章后，你应该知道下面这些问题的答案：

医学信息学的定义是什么？

医学信息学的历史沿革是什么？

医学信息学的功能实现对人和机器的要求是什么？

医学信息学的应用和挑战有哪些？

1.1 医学信息学的概念

随着个人电脑和因特网的普及，人类对信息的采集、储存、分析、重组、显示、利用也越来越广泛，人类进入了崭新的信息化时代。同时随着生活水平的提高，人类对健康的追求也越来越高，从而促进了健康产业的迅速发展。新兴的信息科学与古老的医学以及其他现代科学的相互渗透、相互结合，诞生了一门新的学科——医学信息学。医学信息学作为一个新兴的交叉性学科，将迅速地影响和改变着传统医学，并促进健康信息技术(HealthIT)产业的蓬勃发展。

近十年数据表明，我国在健康上的投入比例逐年增长，我国医疗卫生体制改革促使基本医疗保障制度全面覆盖城乡居民，基本医疗卫生可及性和服务水平明显提高，加快对医学信息学的研究和应用就成为了历史的必然。

医学信息学(Medical Informatics)最早起源于20世纪50年代，曾用名包括生物医学计算(Biomedical Computing)，计算生物学(Computational Biology)，生物信息学(Bio-Informatics)等。随着科技的发展，医学信息学的定义也随着人类对医学信息学的不断研究而拓展。现阶段对医学信息学的定义是：探讨生物学的、医学的或者更广义的健康数据的采集、存储、交互和展现的过程的科学；探讨如何利用信息技术来优化这些过程的科学；以及探讨如何利用这些数据实现信息和知识层次的各种应用的科学。

医学信息学有三个重要概念：数据，信息，知识。数据是原始符号，信息是经过分析的可用的数据，而知识是信息组成的一系列法则和公式。比如说，37是数据，37度是信息，37度体温是知识。

1.2 医学信息学的构成和知识框架

根据 Shortliffe 教授生物医学信息学的知识框架，如图1-1所示：左侧表示医学信息学研究对象的层次，可以从分子水平逐级上升到基因水平、蛋白质水平、亚细胞水平、细胞水平、组织水平、器官水平、个体水平，再上升到公共卫生水平；右侧表示该学科相关或采

用的科学技术,包括计算机科学、临床医学、基础生物学科学、认知学、生物工程学、管理学、流行病学及生物统计学等,两者的交叉从而衍生出生物医学信息学的若干亚学科,比如生物信息学、影像信息学、临床信息学、公共卫生信息学等,统称为生物医学信息学。考虑我国的传统和惯例,本书书名仍沿用“医学信息学”。

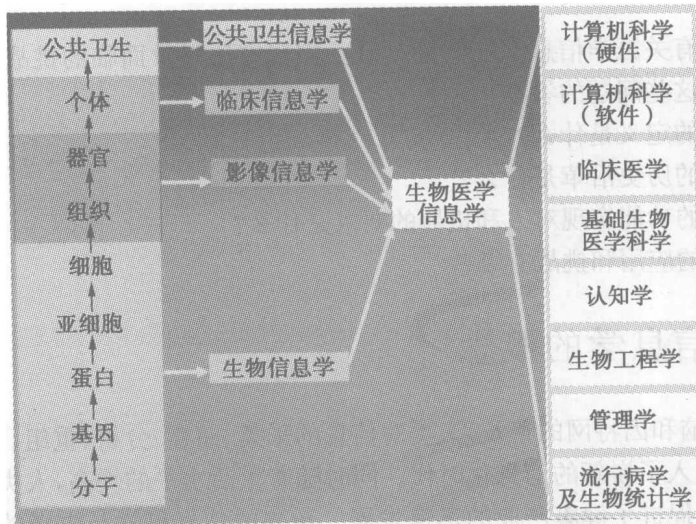


图 1-1 生物医学信息学的知识框架

基于上述的知识框架,2009年4月美国医药信息学会在 JAMIA (Journal of American Medical Informatics Association, 美国医药信息学会杂志) 上提出了该学科的知识点分类,如表 1-1。

表 1-1 医学信息学的知识点分类

编号	学科知识点分类	编号	学科知识点分类
1	基础知识	3.3	健康信息系统及其常见程序
1.1	临床信息学	3.4	临床数据标准
1.2	健康系统	3.5	信息系统的生命周期
2	临床决策支持和医疗流程优化	4	领导和管理革新
2.1	临床决策支持	4.1	职能和流程建模
2.2	循证医学	4.2	高效的跨学科团队
2.3	临床工作的分科,流程再造和质控	4.3	高效的沟通
3	健康信息系统	4.4	项目管理
3.1	常用信息科技	4.5	信息系统的战略和投资回报管理
3.2	人机工程学	4.6	系统升级的管理

美国医药信息学会还有一个更为详细的对医学信息学进行分类的 本体论系统。这个系统有三大独立的轴,分别是方法、目标和应用领域。这样,医学信息学所有的基础研究或应用研究项目都可以从本体论角度分析为:应用某一个(或几个)“方法”,针对某一个“目标”在某一个“应用领域”进行研究或应用。下面就是这个分类系统。

第 I 轴: 方法

I. A. 信息与知识的表达

- I. A. 1. 受控术语、语汇、系统分类、知识库
- I. A. 2. 数据模型与知识表示
- I. A. 3. 知识获取与知识管理
- I. A. 4. 过程建模与建立假设

I. B. 信息与知识处理

- I. B. 1. 信息的存储与检索(文字和图像)
- I. B. 2. 自然语言处理,信息提取、文字生成
- I. B. 3. 复杂系统的模拟(各层次:从分子水平、工作小组到整个机构)
- I. B. 4. 人机交互,人本计算,可用工程
- I. B. 5. 不确定因素推理,时间推理,决策理论
- I. B. 6. 大型数据组的统计分析
- I. B. 7. 自动化学习、发现、数据挖掘方法
- I. B. 8. 软件工程:组织结构、代理、分布式系统
- I. B. 9. 密码系统、数据库安全、匿名技术
- I. B. 10. 图像表示、处理与分析
- I. B. 11. 高级算法,语言,计算方法
- I. B. 12. 数据与知识的可视化
- I. B. 13. 高性能与大规模计算
- I. B. 14. 高性能网络与高级电信(手持设备)
- I. B. 15. 机器人(包括感觉道)
- I. B. 16. 虚拟现实
- I. B. 17. 生物传感器
- I. B. 18. 语言识别
- I. B. 19. 智能辅导与个性化信息表示
- I. B. 20. 异源信息的整合
- I. B. 21. 协作技术

I. C. 经验性研究

- I. C. 1. 认识(包括各种实验,主要指口语分析/可用性)
- I. C. 2. 经典实验与准实验(实验室与现场研究)
- I. C. 3. 质量/人种学现场研究
- I. C. 4. 法律、政策、历史、伦理研究
- I. C. 5. 调查与需求分析
- I. C. 6. 社会/机构研究

第 II 轴: 目标

- II. 1. 建立卫生信息基础设施:电子健康记录数据标准和企业数据之间的交换
- II. 2. 确立信息系统的安全性和个人隐私

- II. 3. 设计在生物医学企业中可以普遍使用的可用(有响应的)信息源和系统
- II. 4. 促进卫生相关企业的整合
- II. 5. 改进卫生保健的效果
- II. 6. 提高患者安全,降低医疗事故
- II. 7. 探查疾病爆发与生物战争
- II. 8. 用实例证明给 IT 业投资的回报
- II. 9. 提供生物医学文献及其他卫生信息的易于操作的获取方法
- II. 10. 保证医务工作者的竞争力
- II. 11. 提高卫生相关机构的效率
- II. 12. 建立更完善的有关个人健康与公众健康的信息系统
- II. 13. 鉴别基因组结构与功能
- II. 14. 鉴别蛋白质结构与功能
- II. 15. 建立基因型与表型的关系
- II. 16. 监视人群健康状况
- II. 17. 提取并链接不同种类的原始信息源的生物医学数据与知识
- II. 18. 加强基础生物研究
- II. 19. 加强临床试验与临床研究
- II. 20. 建设数字化图书馆
- II. 21. 建立个人健康记录
- II. 22. 支持诊断和个体行医者的决策
- II. 23. 支持远程诊断
- II. 24. 表现与模型化生物结构
- II. 25. 实验室信息管理
- II. 26. 建立从分子变化到临床表征的疾病模型
- II. 27. 以整合的数据为基准制订卫生政策
- II. 28. 建设专项 EHR 组件(处方、审阅结果、决策支持)

第 III 轴: 应用领域

- III. 1. 医疗保健(强调个人保健)
- III. 2. 公共卫生(强调人群健康)
- III. 3. 生物医学研究(基础研究和临床研究)
- III. 4. 卫生工作者及消费者的教育
- III. 5. 卫生机构管理/行政管理
- III. 6. 卫生图书馆与图书馆员

从这个广阔而精深的分类系统中,我们能体会到医学信息学正在成为科学中的一门独立的学科,它有自己的研究应用目标和对象,有自己特殊的研究方法,有自己独特的应用领域。医学信息学的典型基础研究包括编程以外的方法学上的创新,并把这些创新应用于医学信息的各个领域。另外,医学信息学为计算机专家和生物医学研究人员及其他工作人员提供合作机会与交流平台。总之,医学信息学是一门新兴的、快速发展的综

合性、边缘性、交叉性学科。它的发展前途将是巨大的。

1.3 医学信息学的研究范畴

医学信息学的研究范畴可以概括为四个结构层次：

- (1) 原始健康数据,比如影像、微阵列、生理数据等。
- (2) 从原始健康数据中分析出来的有组织的综合数据库,比如整合起来的基因分类(genotype)和其外在表现形态(phenotype)。
- (3) 从数据库中抽象出来的知识库,比如词表、术语学、本体库、语义网等。
- (4) 从知识库中验证出来的可直接应用的知识结晶和理论,比如协议,临床实用手册,概论等。

每个结构层次中,以及每两个结构层次之间都对应着一些医学信息学研究的课题。

在原始健康数据层次,最主要的课题是数据采集和集成。这包括实时的生理信号分析、语音识别、传感器采集、条形码扫描等等。

从原始健康数据层次到综合数据库层次,最主要的课题是数据整合,包括数据仓库、数据模型、语义网络、本体论等等。

在综合数据库层次,最主要的课题是数据处理,包括数据储存、数据提取、数据可视化、高级算法、计算模型、图像处理等等。

从综合数据库层次到知识库层次,最主要的课题是推理,包括自然语言处理、信息抽取、数据挖掘、文本产生、统计处理、自动学习等等。

在知识库层次,最主要的课题是知识管理,包括知识表达和知识模型等等。

从知识库层次到知识结晶和理论层次,最主要的课题是知识获取,包括机器学习、文本解释、知识工程、决策理论等等。

在知识结晶和理论层次,最主要的课题是知识应用,包括诊断、治疗、预防等等。

上文提及的这些课题,需要人类和机器的交互合作来完成。如图 1-2 是人机交互图谱。

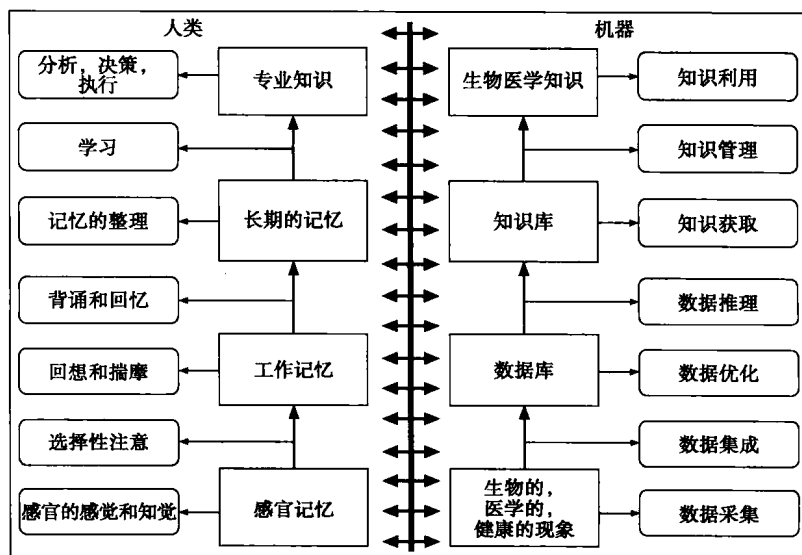


图 1-2 人机交互图谱