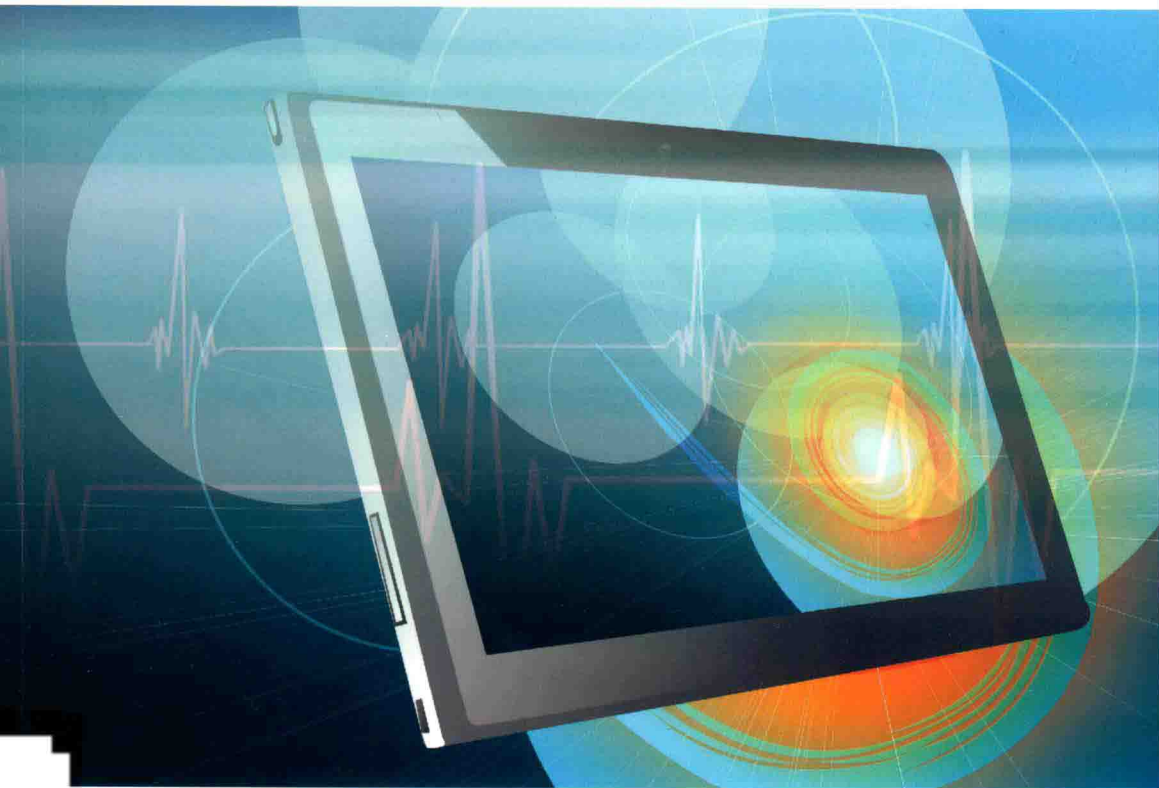




“ 十 三 五 ” 江 苏 省 高 等 学 校 重 点 教 材
信息素养文库 · 高等学校信息技术系列课程规划教材

医学信息工程概论

主 编 龚庆悦 董海艳 冒宇清



南京大学出版社



“十三五”江苏省高等学校重点教材（本书编号：2018-2-078）
信息素养文库 · 高等学校信息技术系列课程规划教材

医学信息工程概论

主 编 龚庆悦 董海艳 冒宇清



南京大学出版社

内容简介

本书主要论述了医学信息工程领域的基础理论、经典方法、核心内容和常用技术,通过实例并融合了中医药特色,介绍了本领域中的新知识、新技术、新成果。书中首先介绍了医学信息学这一学科的发展概况,然后介绍医学信息工程相关领域的基础知识,包括计算机软硬件、计算机网络知识,其次介绍了医学信息工程领域的信息处理如医学信号处理、医学图像处理和医药信息处理等,再次介绍了医学信息工程应用中的医院信息系统和医疗仪器,最后将人工智能在医学信息领域中的进展做了一个前瞻性介绍。

本书可作为高等院校医学信息工程专业的本科生教材,对于医学、计算机科学和其他工程专业的学生,以及致力于医学工程技术工作和管理工作的从业人员也是一本很有价值的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

医学信息工程概论/龚庆悦,董海艳,冒宇清主编

. —南京:南京大学出版社,2019.8

(信息素养文库)

ISBN 978-7-305-22252-8

I. ①医… II. ①龚… ②董… ③冒… III. ①医学信
息 IV. ①R-058

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 103463 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号

邮 编 210093

出版人 金鑫荣

书 名 医学信息工程概论

主 编 龚庆悦 董海艳 冒宇清

责任编辑 黄 伟 王南雁

编辑热线 025-83592655

照 排 南京理工大学资产经营有限公司

印 刷 徐州绪权印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 14 字数 348 千

版 次 2019 年 8 月第 1 版 2019 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-22252-8

定 价 36.80 元

网 址: <http://www.njupco.com>

官方微博: <http://weibo.com/njupco>

官方微信号: njupress

销售咨询热线: (025)83594756

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购
图书销售部门联系调换

《医学信息工程概论》编委会

主 编 龚庆悦 董海艳 冒宇清

副主编 张卫明 顾 铮 王瑞娟

张 季 杨 涛

编 委 刘 静(山东中医药大学)

魏德健(山东中医药大学)

翟双灿(南京中医药大学)

印志鸿(南京中医药大学)

金玉琴(南京中医药大学)

张幸华(南京中医药大学)

高治国(南京中医药大学)

白云璐(南京中医药大学)

李 灿(南京中医药大学)

前 言

世界已经到了一个技术深深嵌入我们生活的时代,随着互联网与移动终端的普及,传感网的渗透,大数据的涌现和网上社区的兴起,出现了“互联网+医疗健康”和“智能医疗”等新服务、新模式和新业态。医疗机构正在越来越多地释放技术力量,开发智能环境,包括机器人、数字现实、人工智能和互联设备等,利用它们提供个性化、高效和知情的医疗服务。这需要医药院校与时俱进地培养大批掌握新知识和新技能的高素质医药与信息技术的交叉人才,从而有利于推进实施健康中国战略,提升医疗卫生现代化管理水平,优化资源配置,创新服务模式,提高服务效率,降低服务成本,满足人民群众日益增长的医疗卫生健康需求。

医学信息工程正是为国家培养优秀医药与信息技术的交叉人才而设立的新兴学科,本教材面向医学信息工程及相关专业的本科学生,向他们介绍医学信息工程相关领域的基础知识,包括计算机软硬件、计算机网络、医学信号处理、医学图像处理、医药信息处理、医院信息系统、医疗仪器和医学人工智能等。

本教材是新兴学科医学信息工程教学急需的交叉学科教材,偏重于医学信息工程领域的基础理论、经典方法、核心内容和常用技术,并融合了中医药特色,较全面地阐述了本学科的先进理论与概念,充分吸收了国内外前沿研究成果,科学系统地归纳了本学科知识点的相互联系与发展规律,反映了该学科行业新知识、新技术和新成果。

由于编者水平所限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

作者

2019年4月

于南京中医药大学

目 录

第1章 医学信息工程概述 001

- 1.1 医学信息学基础 001
 - 1.1.1 数据、信息与知识 001
 - 1.1.2 医学与医学信息学 002
- 1.2 医学信息学知识框架 004
- 1.3 医学信息技术主要研究内容 006
 - 1.3.1 传统医学信息技术 006
 - 1.3.2 新兴医学信息技术 007
- 1.4 医学信息工程专业教育概况 010
 - 1.4.1 医学信息工程(医学信息学)专业发展历史 010
 - 1.4.2 医学信息工程专业教育 011
- 1.5 医学信息工程的前沿技术 014

第2章 计算机基础 017

- 2.1 计算机概述 017
 - 2.1.1 计算机的起源与发展 017
 - 2.1.2 计算机的特点 019
 - 2.1.3 计算机的分类 019
- 2.2 计算机中的数据 021
 - 2.2.1 比特与二进制 021
 - 2.2.2 比特的运算 024
 - 2.2.3 信息在计算机中的表示 024
- 2.3 计算机硬件 028
 - 2.3.1 计算机硬件系统 028
 - 2.3.2 CPU 029
 - 2.3.3 存储系统 031

- 2.3.4 常用输入设备 034
- 2.3.5 常用输出设备 036
- 2.4 计算机软件 038
 - 2.4.1 计算机软件分类 038
 - 2.4.2 操作系统 039
 - 2.4.3 程序设计语言及其处理系统 041
- 2.5 计算机在医药行业中的应用和发展 042

第3章 计算机网络技术 045

- 3.1 计算机网络概述 045
 - 3.1.1 计算机网络的产生与发展 045
 - 3.1.2 计算机网络基本概念 046
 - 3.1.3 计算机网络的类型 047
 - 3.1.4 计算机通信协议与网络体系结构 049
- 3.2 互联网技术与应用 053
 - 3.2.1 Internet 的基本概念 053
 - 3.2.2 Internet 的 IP 地址与域名 053
 - 3.2.3 Internet 的客户—服务器模式 056
 - 3.2.4 Internet 提供的主要服务 057
- 3.3 网络安全 061
- 3.4 计算机网络新技术 063
 - 3.4.1 云计算 063
 - 3.4.2 医药物联网 063

第 4 章 医学信号处理	065	5.3.3 医学图像处理在外科手术及放疗中的应用.....	111
4.1 医学信号概述.....	065	5.3.4 数字化虚拟人体的计划与研究.....	112
4.1.1 医学信号的产生.....	065	第 6 章 医药信息处理	115
4.1.2 医学信号的特点.....	066	6.1 医药数据处理概述.....	115
4.1.3 医学信号的分类.....	067	6.1.1 医药数据特点.....	115
4.1.4 医学信号的检测.....	067	6.1.2 医药数据处理过程.....	116
4.2 数字信号处理基础.....	068	6.1.3 常用医药数据处理方法.....	117
4.2.1 信号和系统.....	068	6.1.4 医药数据处理研究进展.....	119
4.2.2 采样和量化.....	069	6.2 统计分析.....	121
4.2.3 随机信号和随机过程.....	070	6.2.1 医药统计简介.....	121
4.3 医学信号处理的方法.....	071	6.2.2 统计推断和假设检验.....	122
4.3.1 数字滤波器.....	071	6.2.3 常用统计方法.....	123
4.3.2 信号平均技术.....	072	6.2.4 常用统计软件.....	125
4.3.3 功率谱分析.....	073	6.3 数据挖掘.....	126
4.3.4 时频分析.....	076	6.3.1 医药数据挖掘简介.....	126
4.4 医学信号处理的应用.....	078	6.3.2 相关性分析算法.....	128
4.4.1 自适应滤波器的应用.....	078	6.3.3 预测分析算法.....	132
4.4.2 信号平均的应用.....	082	6.3.4 模型评估和选择.....	137
4.4.3 功率谱分析的应用.....	084	6.3.5 常用数据挖掘工具.....	142
4.4.4 时频分析的应用.....	087	6.4 医药数据处理应用.....	145
第 5 章 医学图像处理	090	第 7 章 医院信息系统	150
5.1 医学图像处理概述.....	090	7.1 医院信息化目标.....	150
5.1.1 医学图像处理的意义.....	090	7.2 医院信息系统的功能.....	152
5.1.2 DICOM 标准.....	090	7.2.1 临床诊疗.....	154
5.1.3 PACS 系统.....	093	7.2.2 药品管理.....	156
5.2 医学图像处理的研究内容.....	094	7.2.3 经济管理.....	158
5.2.1 医学图像的分类.....	094	7.2.4 综合管理与统计分析.....	159
5.2.2 医学图像的增强.....	097	7.2.5 外部接口.....	160
5.2.3 医学图像的分割.....	099	7.3 电子病历.....	161
5.2.4 医学图像的配准.....	103	7.3.1 电子病历基本知识.....	161
5.2.5 医学图像的三维可视化.....	105	7.3.2 电子病历系统的应用水平分级.....	162
5.3 医学图像处理系统的应用.....	108	7.4 远程医疗.....	164
5.3.1 虚拟内窥镜系统.....	108		
5.3.2 基于医学图像的计算机辅助诊断.....	109		

7.5 医院信息系统的的发展趋势.....	168
第8章 常用医疗仪器.....	
8.1 医疗仪器概述.....	169
8.1.1 医疗仪器.....	169
8.1.2 医疗仪器的构成.....	170
8.1.3 医疗仪器的类型.....	171
8.1.4 医疗仪器技术管理.....	172
8.2 检测与监护仪器.....	172
8.2.1 常用检测手段与分析方法.....	172
8.2.2 生理信息的测量与监护.....	175
8.2.3 监护仪和监护病房.....	177
8.3 治疗设备.....	178
8.3.1 常规治疗设备.....	178
8.3.2 用于人体功能替代的设备.....	181
8.3.3 专用治疗设备.....	184
8.4 常用医学成像设备.....	188
8.4.1 X线成像设备与CT.....	188
8.4.2 磁共振原理与设备.....	189
8.4.3 超声波诊断设备.....	189
8.4.4 核医学成像设备.....	192
8.5 医疗仪器新概念.....	194
8.5.1 可穿戴医疗设备.....	194

8.5.2 远程监护、家庭护理和家庭远程医疗保健.....	195
8.5.3 中医医疗仪器.....	196
8.5.4 虚拟仪器技术及其医学应用.....	198
8.5.5 虚拟实境技术的医疗应用.....	199
第9章 人工智能在医学领域的应用.....	
9.1 人工智能简介.....	200
9.2 机器学习.....	201
9.3 自然语言处理.....	203
9.4 群体智能.....	204
9.5 机器人.....	206
9.6 知识图谱.....	207
9.7 人工智能在医疗领域的应用.....	210
9.7.1 医学人工智能三要素.....	210
9.7.2 深度学习在医学领域的应用.....	210
9.7.3 深度学习在医学中应用的挑战.....	211
9.7.4 AI医学应用实例.....	212
参考文献.....	
	214

第 1 章

医学信息工程概述

随着个人电脑和因特网的发展与普及,人类对信息的采集、传输、存储、分析、显示与利用也越来越广泛,人类进入了崭新的信息化时代。同时随着生活水平的提高,人民对健康的追求也越来越高,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,即医学信息学。作为一门新兴交叉学科,医学信息学正在迅速地影响和改变着传统医学及相关医疗卫生学科,并促进医疗卫生信息技术和“互联网+健康医疗”产业的蓬勃发展。

1.1 医学信息学基础

1.1.1 数据、信息与知识

医学信息学有三个重要概念:数据(data)、信息学(informatics)和知识(knowledge)。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。例如,“40”是数据,“40 摄氏度”是信息(即体温),“腋窝体温 40 摄氏度”是知识(即高热)。

国际标准化组织(ISO)对“数据”的定义为:“数据”就是客观存在的事实、概念或者指令的一种可供加工处理的特殊的表达形式。从形式上讲,数据可以是数字、文字、图片、声音、动画、影像等任意一种可供加工处理的表达形式。数据是未经翻译的、未经处理的、没有意义的原始符号、信号或像素。例如,“100”可能表达不同含义:十进制数一百、二进制数四、甚至是楼栋标签。没有上下文及周边环境,大多数数据是没有意义的。

ISO 对“信息”的定义:“信息”是对人有用的数据,这些数据将可能影响到人们的行为与决策。ISO 对信息所下的定义覆盖了信息论鼻祖香农题为“通信的数学理论”的论文中对“信息”所下的定义,即“信息是用来消除随机不定性的东西”。人类通过获得、识别自然界和社会的不同信息来区别不同事物,得以认识和改造世界。在一切通信和控制系统中,信息是一种普遍联系的形式。

百度百科对知识的定义:知识是人类在实践中认识客观世界(包括人类自身)的成果,包

括事实、信息的描述或在教育和实践中获得的技能。知识是经过验证的、有组织的信息。假如我们知道 40 摄氏度是腋窝体温,我们立即知道这表明身体状态为异常(高热),这种关系是在医学实践和研究中得到验证的知识。知识具有预测性功能,它可以告诉你可能会发生什么。信息与知识之间的关系:人们不仅可以通过信息感知世界、认识世界和改造世界,而且能够将获得的信息转变为知识,并作为人类认识世界和改造世界的武器进而产生新的知识,新的知识又会转化为新的信息。

数据不等于信息,信息是对数据的解释,是从数据中提取的有意义的或有用的事实。例如,对于临床医生来说,他对患者诊断时需要获得病人有关的信息。为了达到这一目的,他可以选用现有的各种载体获得尽可能多的与疾病诊断有关的数据。医生可以通过中医的望、闻、问、切的传统方法,也可以通过测量体温、血压、血常规化验、肝功能检查、CT、B 超、心电图、脑电图等多种手段来获取与患者病症相关的数据。通常,临床医生不会漫无边际地收集数据,而是通过他的经验和知识,进行有目的、有选择地收集他所需要的数据,然后对这些数据进行加工处理,最后获得与病人诊断结果相关的有用数据,从而进行诊断决策。通过仔细研究大量类似的医学方面的案例或者通过收集来自患者的大量数据解释,最后归纳推理得到新的见解和信息(知识),然后,这些知识被添加到医学知识体系中。反过来,这些知识又可以作为解释其他数据的数据。这一过程如图 1-1 所示。这些过程可以借助计算机开发出相应的临床决策支持系统(clinical decision support system, CDSS)来实现。

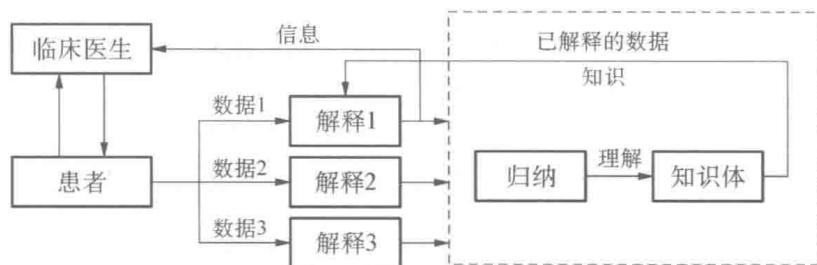


图 1-1 临床数据、信息与知识

因此,数据是信息构成的基础;信息是数据处理后的有用数据。在信息管理层次中,较低层次的信息往往会成为较高层次信息的数据。而知识又包含信息,是各种信息经过演绎、推理得到的新的信息,是信息增值链上的一种特定的信息。

1.1.2 医学与医学信息学

医学是通过科学或技术手段处理人体各种疾病或病变的学科。医学定义的内涵主要包括以下几点:

- (1) 医学是生物学的应用学科,可分为基础医学和临床医学。
- (2) 医学是从解剖层面和分子遗传层面来处理人体疾病的高级科学。
- (3) 医学是一个从预防到治疗的系统学科,研究领域大方向包括基础医学、临床医学、预防医学、法医学、检验医学、保健医学和康复医学等。
- (4) 医学是处理人类健康定义中个人生理处于良好状态相关问题的一种科学,以治疗、预防生理疾病和提高人体生理机体健康为目的。

世界上医学主要有西方微观西医学和东方宏观中医学两大系统体系。医学的科学性在

于应用基础医学的理论不断完善和实践的验证,例如生化、生理、微生物学、解剖、病理学、药理学、统计学、流行病学,中医学及中医技能等,来治疗疾病与促进健康。

生物医学是指综合医学、生命科学和生物学理论与方法发展起来的前沿交叉学科,其基本任务是运用生物学及工程技术手段来研究和解决生命科学中有关问题。生物医学是生物医学信息、医学影像技术、基因芯片、纳米技术、新材料等技术的学术研究和创新基地。

医学信息学的研究和实践最早起源于上世纪50年代,但是作为一门学科则是于20世纪70年代才被正式提出。曾用名包括生物医学计算,计算生物学,生物信息学,医学计算机科学、医学信息科学等。最初医学信息学的发展主要聚焦在以数据为中心的操作以及图书情报的检索上。随着计算机与网络、信息技术的快速发展,医学信息学的学科内涵日益丰富,研究领域日趋广泛,已经形成大量有价值的研究成果,新的研究热点不断出现。特别是近几年来,随着移动互联网(mobile internet, MI)、物联网(internet of things, IOT)、云计算(cloud computing)、大数据(big data)和人工智能(artificial intelligence, AI)等新一代信息技术与医疗卫生行业的紧密融合,医学信息学的研究内容不断衍生和变化,学科内涵也在不断深化,并逐步拓展到“互联网+健康医疗”等新领域。医学信息学作为一门学科的地位已获得公认,但出于对学科内涵和外延的不同理解,迄今为止,尚未形成一个广泛认可的医学信息学学科定义。

美国医学信息协会(American Medical Informatics Association, AMIA)认为:医学信息学是研究信息管理和信息科学在生物医学和医疗保健中应用的学科。

英国医学信息学会(British Medical Informatics Society)指出:医学信息学研究通过概念的理解、运用一定的技能和方法促进信息的使用和共享,提供卫生保健服务,改进人们的健康水平。

一些专家学者也从不同方面给出医学信息学的定义。

1984年,编著国际医学信息学权威教科书的荷兰专家贝梅尔(J. H. Van Bommel)认为,医学信息学由信息处理和通信的理论和实践两个方面组成,以医疗和卫生保健服务过程中所产生的知识和经验为基础。AMIA发起人莫里斯·克伦(Morris F. Collen)在国际信息处理协会举办的第3次国际医学信息大会上给出的医学信息学的定义:医学信息学就是计算机技术在所有医学领域中的应用,包括医疗保健、医学教学及医学研究。

医学信息学包括处理对象、处理过程、处理方法及最终目的4个要素。

(1) 医学信息学处理对象是指生物学的、医学的甚至更为广义的健康数据、信息和知识。

(2) 医学信息学处理过程包括采集、存储、传输、分析、利用和展现等步骤。

(3) 医学信息学处理方法包括数学、计算机科学、统计学、认知学、现代通信技术、以及以移动互联网、物联网、云计算、大数据、人工智能为代表的新一代信息技术。

(4) 医学信息学最终目的是改进患者健康水平、辅助决策,解决医疗及卫生信息化过程中的实际问题。

现阶段对医学信息学的定义:医学信息学是利用计算机科学、信息科学和认知科学等理论、技术和方法,研究生物学、医学或更广义的健康医疗数据的采集、存储、传输、分析、利用和展现等过程的科学;研究如何利用以移动互联网、物联网、云计算、大数据、人工智能等为代表的新一代信息技术来优化上述过程的科学;研究如何利用上述数据实现信息和知识层次上各种应用的科学。

1.2 医学信息学知识框架

根据 Shortliffe 教授等提出的生物医学信息学知识框架,医学信息学知识覆盖从微观的生物分子与细胞尺度到宏观的社会群体尺度,以及位于两者之间的介观尺度,即人体组织与器官尺度、患者个体尺度。针对生物医学信息学不同尺度领域的研究而出现的差异,逐步衍生出以尺度为划分边界的医学信息学的四大核心分支学科,即生物信息学、影像信息学、临床信息学、公共卫生信息学(clinical informatics, CI)和公共卫生信息学(public health informatics, PHI),如图 1-2 所示。

由图上所示,左侧表示医学信息学研究对象的不同层次,包括从分子水平逐级上升到基因水平、蛋白质水平、细胞水平、组织水平、器官水平,再上升到患者个体水平和社会群体水平;右侧表示医学信息学相关或采用的学科理论、技术和方法,包括计算机科学、决策科学、基础科学、临床科学、生物医学及流行病学等。两者的交叉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。考虑到我国的传统和惯例,本书仍使用被国内接受的“医学信息学”术语。

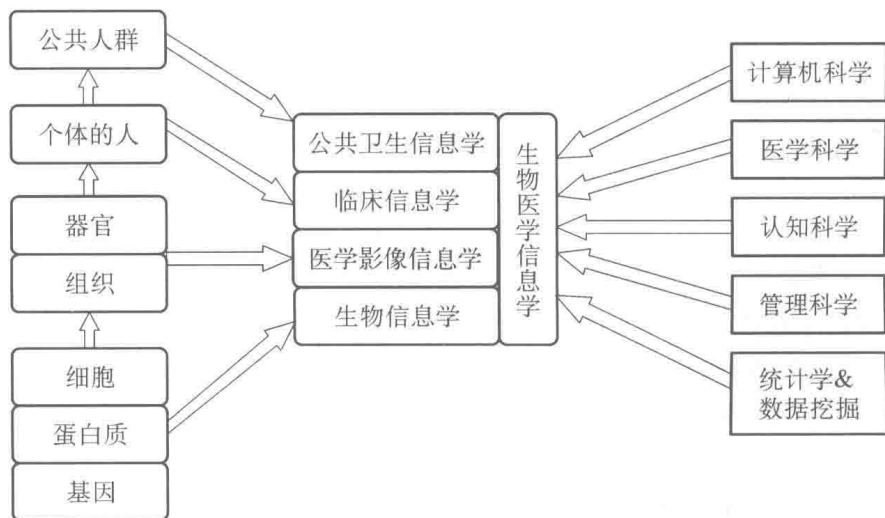


图 1-2 医学信息学的知识框架

1. 生物信息学

医学信息学在生物学领域的应用,特别是在细胞生物学和分子生物学上的应用,主要关注的是细胞和分子水平的过程,这部分被称为生物信息学。生物信息学从上世纪 80 年代开始,随着基因组测序数据迅猛增加而逐渐兴起的一门新兴学科,是利用计算机对生命科学研究中的生物信息进行存储、检索和分析的科学。生物信息学是当今生命科学和自然科学的重大前沿领域之一。从其研究所涉及的学科上看,生物信息学是集生物学、数学、信息学和计算机科学于一体的一门新的科学;从其研究的主要内容看,基因组信息学、蛋白质结构模拟以及药物设计是生物信息学的重要组成部分。

2. 医学影像信息学

医学信息学在放射影像、图像成像、图像处理等方面的应用被称作影像信息学。影像信

息学以组织和器官为主要对象,主要包括放射影像、病理影像、超声影像以及功能影像等应用领域。从上世纪中叶开始,物理学的发展,特别是 X 线,放射性同位素,磁共振现象的发现及激光理论的出现,为医学影像技术提供坚实基础。进入本世纪,信息技术对医学影像的影响面巨大,达到相互融合的程度,集中体现在医院中影像的存储与传输系统 (picture archiving and communication system, PACS) 的发展和普及。近年来,医学影像信息学 (medical imaging informatics, MII) 已经形成一门迅速发展的交叉学科。它将医学成像、医学图像处理和 PACS 加以集成,如图 1-3 所示。医学影像的集成过程中,各环节都得以优化,其目的是使图像数据以最快速、最有效的方式传输到医院的各个端口,并使原始图像数据得以最大限度地“增值”,成为有效的诊断信息,从而得以更准确地解析影像。目前,国内众多医院已完成医院信息化管理,其影像设备逐步更新为数字化设备,PACS 系统正逐步实现全院数字化融合,真正做到无胶片化、无纸化的数字医院。

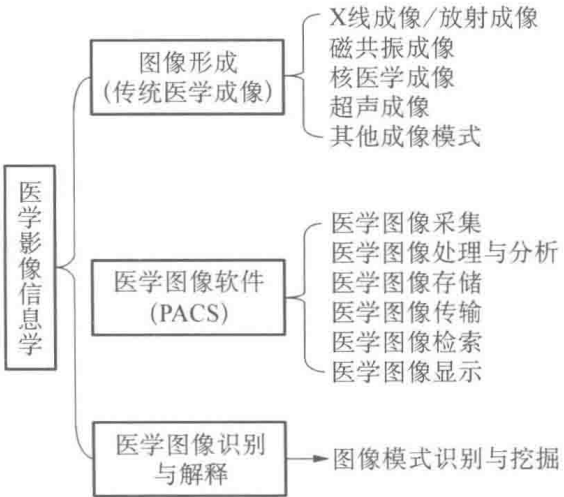


图 1-3 医学影像信息学内容

3. 临床信息学

医学信息学理论、方法和技术首先被应用到临床医疗、诊断和护理等临床医学领域,同时也被应用在牙科和兽医学领域。这些领域关注的是患者个体,以患者为中心实现临床相关信息的采集、集成、共享和应用,因此被称之为临床信息学。临床信息学研究是从临床现象或观测到的临床数据总结出一般规律,对临床现象模拟、数据分析处理的系统过程。数字医疗设备的出现,大大丰富临床信息学研究的内涵和容量。从一维的心电、脑电等重要的生理信息到二维的 CT、磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI)、彩超等医学影像信息,进而到三维、四维信息可视化,这些信息极大地丰富了医生的诊断技术,使医学进入一个全新的可视化的信息时代。目前,面向临床医疗业务的信息化建设需要全面支持医院医护人员的临床活动,涵盖患者诊疗过程的所有环节,规范临床诊疗流程,采集、存储、处理和显示患者临床诊疗信息,积累和提供医学知识,提高医护人员工作效率,并支持临床咨询、辅助决策,为患者提供优质高效的医疗服务。近年来,电子病历、临床信息系统、临床决策支持系统及基于电子病历的医院信息平台已成为临床信息学应用的研究重点。

4. 公共卫生信息学

与临床信息学紧密联系在一起的是公共卫生信息学,它涵盖疾病预防、健康促进、提高生命质量等所有和公共健康有关的内容。它从以患者为中心的临床医学,发展到以群体为中心的社区医学,具有以人为本,以全体人群为对象,以社区为基础,以政策为手段,以健康促进为先导的特点,进而演变成为一种社会管理职能。公共卫生信息概念的提出是在 1995 年,美国疾病预防控制中心为帮助管理人员开发各州的免疫登记系统,与华盛顿大学合作开展一项名为公共卫生信息学的培训课程。公共卫生信息学还属于新兴的学科,相关的理论

和实践研究都很少。目前,公共卫生信息系统是公共卫生信息学应用的重点。

1.3 医学信息技术主要研究内容

信息技术在医疗卫生机构正日益受到重视,并得到广泛应用。如何利用信息技术更好地为医疗机构的医疗、卫生、科研和教学服务,已越来越为人们所关注。医学信息技术在医学实践、医学教育及医学研究中扮演着越来越重要的角色,并逐步渗透到健康医疗,生物医学各领域的信息加工和信息交流等各方面,如电子病历系统、临床决策支持系统、生物信号分析处理、医学影像处理系统等。

1.3.1 传统医学信息技术

传统医学信息技术是以计算机技术和通信技术为主,研究医学信息的获取、传输和处理的一门综合性技术。目前,传统医学信息技术已经在我国医疗卫生领域中得到广泛的应用,促进了我国卫生信息化的建设。

传统医学信息技术主要涉及以下基本技术。

1. 计算机网络技术

计算机网络,是指将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备,通过通信线路连接起来,在网络操作系统、网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下,实现资源共享和信息传递的计算机系统。

目前,计算机网络技术已经在我国医疗卫生信息化建设中得到广泛的应用。如,卫生政务信息网络,公共卫生信息网络、医疗服务信息网络、远程医疗服务网络等。卫生信息化网络基础设施的建设是我国卫生信息化建设中不可缺少的支撑基础。

2. 数据库技术

数据库技术是信息系统的一个核心技术,是一种计算机辅助管理数据的方法,它研究如何组织和存储数据,如何高效地获取和处理数据。目前,信息资源已成为各级医疗卫生机构的重要财富和资源。数据库的建设规模、数据库的信息量的大小和使用频度已成为衡量我国医疗卫生信息化程度的重要标志。我国已着重建设了一批卫生信息资源数据库,包括卫生技术标准类数据库、医疗类数据库、疾病监测防疫类数据库、妇女儿童类数据库、卫生统计信息类数据库等。

3. 软件工程技术

软件工程是一门研究用工程化方法来构建和维护有效的、实用的和高质量的软件的学科。它涉及程序设计语言、数据库、软件开发工具、系统平台、标准、设计模式等方面。医疗卫生信息系统作为一种综合集成的、复杂的数据库应用软件,涉及面广,工作量大,其开发质量的好坏和开发效率的高低直接影响到各机构卫生信息化工作的顺利进行。为了保证医疗软件的开发质量和开发效率,减少软件运行、维护和管理的困难,必须用科学正确的软件工程技术和方法来对整个软件生存周期进行指导,这在医疗卫生信息平台开发实践中有着非常重要的作用。

4. 数据仓库和数据挖掘技术

数据仓库(data warehouse,DW)是为决策支持系统和联机分析应用提供有主题的面向主题的数据源的数据环境。数据挖掘(data mining,DM)是指从存放数据库、数据仓库或其他信息库中的大量数据中获取有效的、新颖的、潜在有用的、最终可理解的信息(知识)的过程。

数据仓库和数据挖掘技术应用于医疗卫生信息系统,可以集成所有医疗机构不同结构且丰富的业务数据,从而实现对卫生决策分析的支持,为卫生战略决策提供科学依据。

5. 医学影像处理技术

随着可视化技术的不断发展,现代医学已越来越离不开医学影像的信息处理,医学影像在临床诊断、教学科研等方面正发挥着极其重要的作用。传统的影像技术还只是获得人体某一断层的影像数据,然后医生通过胶片进行诊断或者通过屏幕显示进行观察。但是,无论胶片还是屏幕显示,医务人员所观察到的仍然是二维图形,并且只能以固定方式对图像进行观察,所得到的诊断结果很大程度上取决于医生的临床经验。通过图形图像技术,可以对影像图像进行任意放大、缩小、旋转、对比调整、三维重建等处理,使得医务工作者可以从多方位、多层次的观察角度对影像数据进行详细的观察,可以辅助医生对病变体及其他感兴趣的区域进行定性直至准确的定量分析,大大提高临床诊断的准确性和正确性。正是由于医学影像处理对临床医学的发展有着巨大的促进作用,因而医学影像处理技术正越来越广泛的应用于临床医学中。医学影像处理技术涉及的研究内容主要包括:医学影像数据获取、医学图像分割、医学图像配准、三维可视化、虚拟现实技术、图像引导辅助手术技术等。

6. 生物医学信号处理技术

生物医学信号处理是根据生物医学信号的特点,应用信息科学的基本理论和方法,对所采集到的生物医学信号进行分析、解释、分类、显示、存储和传输。生物医学信号,是属于强噪声背景下的低频微弱信号,它是由复杂的生命体发出的不稳定的自然信号,从信号本身特征、检测方式到处理技术,都不同于一般的信号。从电的性质来讲,可以分成电信号和非电信号,如心电、肌电、脑电等属于电信号;其他如体温、血压、呼吸、血流量、脉搏、心音等属于非电信号,非电信号又可分为:① 机械量,如振动(心音、脉搏、心冲击等)、压力(血压、气血和消化道内压等)、力(心肌张力等);② 热学量,如体温;③ 光学量,如光透射性(光电脉波、血氧饱和度等);④ 化学量,如血液的 pH 值、血气、呼吸气体等。如从处理的维数来看,可以分成一维信号和二维信号,如体温、血压、呼吸、血流量、脉搏、心音等属于一维信号;而脑电图、心电图、肌电图等则属于二维信号。生物医学信号处理的研究,是根据生物医学信号的特点,对所采集到的生物医学信号进行分析、解释、分类、显示、存储和传输,其研究目的一是对生物体系结构与功能的研究,二是协助对疾病进行诊断和治疗,在临床上有着非常重要的价值。

1.3.2 新兴医学信息技术

当前,以移动互联网、物联网、云计算、大数据及人工智能等为代表的新一代互联网信息通信技术不断取得突破和应用创新,催生新兴产业快速发展,同时通过与医疗卫生产业的融合渗透,助推产业转型升级,给我们的生产生活方式带来深刻变革。

1. 移动互联网

移动互联网(mobile internet, MI)是一种通过智能移动终端,采用移动无线通信方式获取业务和服务的新兴业态,包含终端、软件和应用三个层面。其中,终端层包括智能手机、平板电脑、掌上电脑等;软件层包括操作系统、中间件、数据库和安全软件等;应用层包括休闲娱乐类、工具媒体类、商务财经类等不同应用与服务。移动互联网是移动通信网络与互联网的融合,用户以移动终端接入无线移动通信网络的方式访问互联网。同时移动互联网还产生大量新型的应用,这些应用与终端的可移动、可定位和随身携带等特性相结合,为用户提供个性化的、位置相关的服务。国内涉及移动医疗的应用主要有以下几类。

1) 综合服务类型

如全国就医指导与健康咨询平台与广东省中医院联合推出了“微医院、微医生、微支付”的移动医疗 APP“微医”,通过手机应用终端,将广东省中医院打造成全国首家移动互联网医院。“微医”提供的在线智能医疗服务项目有:预约挂号、预约支付、取报告单、就诊提醒等“一站式”移动医疗便捷服务。

2) 医患信息交流类型

通过建立疾病数据库和整合医生资源,为用户提供移动的自诊或在线问诊服务、医疗健康咨询服务。如“春雨医生”网站,通过建立数据库和整合优秀医疗资源,邀请来自 5 个重点城市的三甲医院的主任医师在网上实名坐诊,提供高质量私人医生服务并收取相关费用。

3) 信息化服务类型

服务于专业医疗人员的网站如丁香园的用药助手,主要为医务人员提供常用医学计算工具,为查询药品说明书、查看用药指南提供方便,而杏树林网站推出了“医学文献”“医口袋”“病历夹”等 APP 为医务人员服务,倡导通过手机应用,步入到移动时代的查房新方式,致力于打造医生手机里的病例室。

2. 云计算

云计算是一种利用互联网实现随时随地、按需、便捷地访问共享资源池(包括计算设施、存储设施、应用程序等)的计算模式。云计算提供一种方便的使用方式和服务模式,可以以快速和最少的管理工作为用户提供服务。云计算提供三大类(或层次)服务模式。

1) 基础设施即服务(infrastructure as a service, IAAS)

提供硬件基础设施部署服务,为用户按需提供实体或虚拟的计算、存储和网络资源。消费者不需要管理或者控制云计算任何基础设施,包括网络、服务器、操作系统和存储。通过硬件租借可以为中小型医疗机构大大减少对基础硬件设施的投入,通过统一的服务器管理,降低了医疗机构的安全风险和维护成本;通过云存储可实现各医疗信息资源的整合与共享,降低了资源的重复获取、收集与转存,整体上减少医疗机构的重复操作和成本。通过云计算的超强计算处理能力能够对各医疗机构信息的海量数据进行深度数据挖掘、分析与处理,从而能为各级一线医疗机构提供全面准确的处理数据,帮助进行高效、稳妥的诊断,从而提高医疗诊治水平并降低风险与费用。

2) 平台即服务(platform as a service, PAAS)

是云计算应用程序的运行环境,提供应用程序部署与管理服务。通过 PAAS 层的软件工具和开发语言,应用程序开发者只需上传程序代码和数据即可使用服务,而不必关注底层

的网络、存储、操作系统的管理问题。通过医疗云平台可以将国家社会保障机构、卫生监督机构、各级保险公司、各级医疗机构、基层社区等单位各自通过对应的规范化接口来和各级子云对接,合力来实现医疗信息的共享与数据交流,减少医疗资源的浪费,节省成本并能更及时、有效地服务病人,从而建立区域内医疗评估、健康查询、医疗诊断、卫生管理与决策、疾病防控等的统一服务平台。

3) 软件即服务(software as a service, SAAS)

基于云计算基础平台所开发的应用程序。SAAS 层服务将桌面应用程序迁移到互联网,可实现应用程序的泛在访问。医疗机构可以通过租用 SAAS 层服务解决医疗信息化问题。各医疗机构单位的信息化建设中所需的软件不用全部自行去购买,可通过在线软件服务来获取相应一线医疗软件的在线维护与更新,同时还可以统一各地的信息系统标准并大量减少医疗机构的投资,节省成本。

3. 大数据

近年来,随着通信技术的迅猛发展,数据以前所未有的速度积累和增长,大数据(big data)概念受到越来越多的关注。信息社会已经进入大数据时代,大数据改变着人们的生活和工作方式、企业的运作模式。著名管理咨询公司麦肯锡认为:数据已经渗透到当今每一个行业和业务职能领域,成为重要的生产营私;人们对于大数据的挖掘和运用,预示着新一波生产力增长和消费盈余浪潮的到来。

百度百科对大数据的定义:无法在一定时间范围内用常规软件工具进行捕捉、管理和处理的数据集合,是需要新处理模式才能具有更强的决策力、洞察发现力和流程优化能力的海量、高增长率和多样化的信息资产。大数据具有海量的数据规模、快速的数据流转、多样的数据类型和价值密度低四大特征。这也是目前大众普遍认可的大数据的 4V 特点,即容量(Volume)、种类(Variety)、价值(Value)、速度(Velocity)。

传统医疗行业中,医院信息系统完成了医院内部的流程控制、数据积累等工作。医疗行业早就遇到了海量数据和非结构化数据的挑战,通过对这些数据进行深入的挖掘分析,可以提升医院和健康服务机构的诊疗和服务水平。此外,医疗卫生领域时刻因人类的健康活动产生着健康医疗大数据。大数据专家认为,健康医疗大数据具有广泛支持医疗和卫生保健功能的前景,大数据分析应用于医疗卫生领域能发掘有价值的信息,用以指导卫生政策的制定、增加患者安全性、提供个性化治疗、发现药物副作用和减少卫生保健中不必要的费用等。

4. 人工智能

1950 年,“人工智能之父”图灵教授提出一个图灵测试的概念,测试某个系统是否具有人类的治理能力,需看系统是否能“骗”过人类。如果人不能分辨其是系统还是人类,便认为该系统具备人类的智能能力。百度百科中指出:人工智能(Artificial Intelligence, AI)是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。人工智能经过六十年的发展,随着云计算和大数据的发展,得到了超前的发展机会:云计算为人工智能提供强大的计算平台,大数据为人工智能提供丰富的数据资源。

人工智能在各个领域取得很多突破性成果。在某些领域中已超过人类,且与一般人不同,如游戏、人脸识别、语音识别等方面。另外,制造机器人软硬件技术日趋成熟,成本不断降低,性能不断提升,军用无人机、自动驾驶汽车、家政服务机器人已经成为现实,有的人工