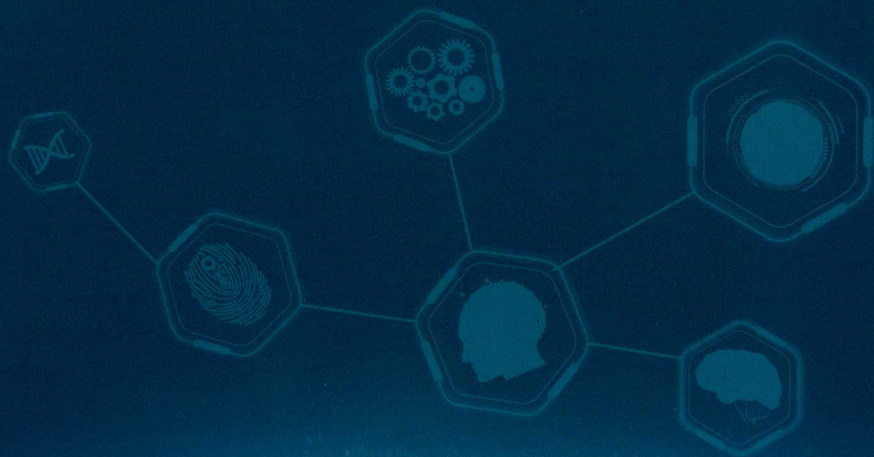


健康医疗大数据 与 人工智能

谭志明 主编

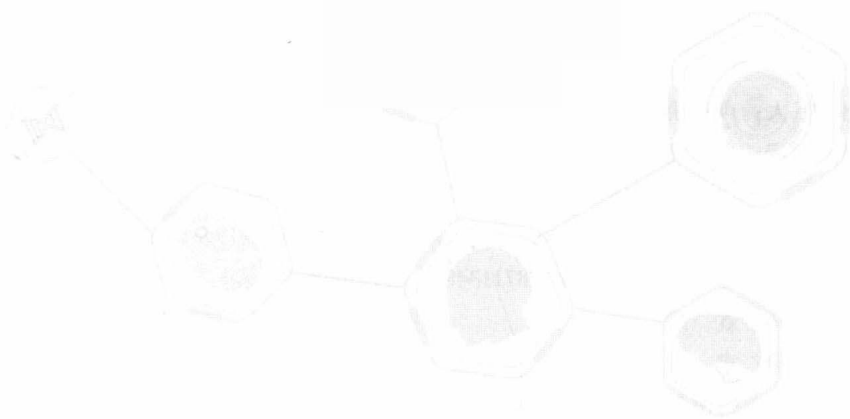


华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



健康医疗大数据 与 人工智能

谭志明 主编



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

健康医疗大数据与人工智能 / 谭志明主编. —广州: 华南理工大学出版社, 2019. 3

ISBN 978 -7 -5623 -5900 -5

I. ①健… II. ①谭… III. ①医学 - 数据处理 ②人工智能 - 应用 - 医学 - 研究 IV. ①R319 ②R - 058

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 042158 号

健康医疗大数据与人工智能

谭志明 主编

出 版 人: 卢家明

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

<http://www.scutpress.com.cn> E-mail: scutc13@scut.edu.cn

营销部电话: 020 - 87113487 87111048 (传真)

策划编辑: 袁 泽

责任编辑: 袁 泽

印 刷 者: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

开 本: 787mm × 960mm 1/16 印张: 19.75 字数: 353 千

版 次: 2019 年 3 月第 1 版 2019 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 98.00 元

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

编写委员会



顾 问：饶 坚

主 编：谭志明

副主编：罗 敏

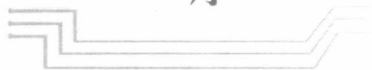
编 委：王明乐 梁倩俞 余梓浩 于宝明

王 敏 韩 双 陈伟松





序



2008年，云计算的概念由 Google 率先提出，短时间内其核心理念在全球范围内迅速传播并发展起来。2010年在国内逐步形成趋势，各大 IT 互联网商业巨头将目光聚焦在云计算领域。2013年，云计算在中国已逐渐成熟。人们对云计算从不了解、不理解到接受用了5年以上的時間，对云计算的三层架构也从“云里雾里”“云山雾罩”变成了敢于使用公有云，这里当然与平台层和应用层技术以及云安全技术的发展水平迅速提高密切相关。

随着云计算的来临，大数据（big data）也吸引了越来越多的关注。到了2012年，大数据一词越来越多地被提及。时任广东省委书记汪洋同志曾向省财政部门和政府其他部门公开推荐涂子沛所著的《大数据》一书，称读后非常有启发。针对国人数据意识的淡薄，中国如何应对大数据时代的挑战，汪洋在一次工作会议上说：“我希望大家能认真读一读这本书，带着问题读，带着想法读。”伴随着高层领导对大数据的推崇，政府部门和社会机构尤其是 IT 行业的从业者们开始了对大数据技术及其应用的研究，大数据从人们常见的结构化数据管理变成了非结构化、半结构化的数据处理，数据采集的过程从常规的统计渠道转到了互联网、移动互联网、物联网，数据的处理技术也从结构化数据库管理系统转到了诸如 Hadoop、Spark 这样的数据应用处理系统。

人们常用“大数据”来描述和定义信息爆炸时代产生的海量数据，并命名与之相关的技术发展与创新。大数据通常用来形容一个机构创造的大量非结构化和半结构化数据，这些数据在下载至关系型数据库用于分析时会花费过多时间和金钱。大数据分析常和云计算联系

到一起，是因为实时的大型数据集分析需要像 MapReduce 一样的框架来做并行处理。

随着 2006 年 Hinton 提出的深度学习技术，以及在图像、语音识别和其他领域取得的一些成功，引发了第三次人工智能的热潮。而第三次人工智能热潮直到 2016 年才正式进入大多数政府部门和企业的视野。到了 2017 年，人工智能在健康医疗领域迎来了一波大爆发，部分应用场景实现了落地与突破。图像识别、视频智能分析、人脸识别等技术在社会治安、城市管理、社会治理及健康医疗领域发挥了巨大的作用，如语音识别、语义分析技术大量运用于呼叫服务、智慧教育、智慧医疗（虚拟助手）等领域。

正如 2017 年 7 月国务院印发的《新一代人工智能发展规划》中所要求的，国家要把人工智能发展放在国家战略层面系统布局、主动谋划，牢牢把握人工智能发展新阶段国际竞争的战略主动，打造竞争新优势、开拓发展新空间，有效保障国家安全；必须加快人工智能深度应用，培育壮大人工智能产业，为我国经济发展注入新动能；要通过人工智能技术准确感知、预测、预警基础设施和社会安全运行的重大态势，及时把握群体认知及心理变化，主动决策反应，显著提高社会治理的能力和水平；要在大力发展人工智能的同时高度重视可能带来的安全风险挑战，加强前瞻预防与约束引导，最大限度降低风险，确保人工智能安全、可靠、可控发展。

人工智能专家指出，第三次人工智能得以取得重大突破，与机器学习算法的优化、大数据资源的丰富、算力的大幅提升等三个因素密不可分，这也是人工智能产业得到快速发展的根本原因。要认识和理解健康医疗大数据及人工智能的作用，并促进人工智能在健康医疗领域的广泛应用，就必须对大数据和人工智能的基础理论知识有一个比较充分的了解。

本书作者长期工作在医疗行业，同时又是医疗行业信息化工作者，对医疗卫生信息化进程有着比较深刻的理解和认识。在大数据、人工智能快速发展的几年时间里，作者通过研究大量与健康医疗大数据和人工智能相关的资料，深感有必要将大数据、健康医疗大数据和



人工智能、人工智能+健康医疗涉及的基础知识进行梳理，汇编成书来作为基层医务工作者对大数据、人工智能的启蒙书籍，作为医疗卫生行业信息工作者推动人工智能+健康医疗工作的辅导教材。本书汇集的在大数据和人工智能应用方面的成功案例，可方便读者更贴近实际地去了解技术。

云计算、大数据、人工智能、物联网、区块链等被称为新一代信息技术，大数据正在成为与石油一样同等重要的战略资源，人工智能又是引领未来的战略性技术，是提升国家竞争力、维护国家安全的重大战略。正因为如此，国家将加紧出台规划和政策，围绕核心技术、顶尖人才、标准规范等进行工作部署，力图在新一轮国际科技竞争中掌握主导权。因此，从事健康医疗和信息技术的医疗行业工作者，可将本书作为了解大数据、人工智能技术在健康医疗领域应用的入门书籍，以适应当今世界的发展潮流。

广州市工信委原总工程师 **饶坚**

2018年8月于广州



前 言

习近平总书记在2016年全国卫生与健康大会上发表重要讲话时指出，“要坚持正确的卫生与健康工作方针，以基层为重点，以改革创新为动力，预防为主，中西医并重，将健康融入所有政策，人民共建共享。”同时指出，“当前，医药卫生体制改革已进入深水区，到了啃硬骨头的攻坚期。要加快把党的十八届三中全会确定的医药卫生体制改革任务落到实处。”这表明党和国家已将健康医疗大数据与人工智能上升到了国家战略高度。

祈盼健康长寿是每一个人的良好愿望。解决了温饱问题、正全面向小康社会过渡的中国，存在着亚健康人群增多、慢性病发病率上升、重大公共卫生事件时发等问题。因此，大健康是根据时代发展、社会需求与疾病谱的改变而提出的一种全局理念，提倡的不仅要有科学的健康生活，更要有正确的健康消费理念等。它的范畴涉及各类与健康相关的信息、产品和服务，也涉及各类机构为满足社会大众的健康需求所采取的行动。大健康理念有助于提高民众健康素养，接受科学的健康指导和正确的健康消费，让人们“生得优、活得长、不得病、少得病、病得晚、提高生命质量、走得安”。大健康所倡导的健康生活方式和健康消费理念，就是为了预防疾病，消除亚健康，提高身体素质，减少痛苦，帮助人们从透支健康、对抗疾病的方式转向呵护健康、预防疾病的新健康模式。

目前，我国各级政府正在大力推动大健康产业体系和大健康服务体系的建设和发展。据国家医疗卫生部门的专业人士分析，中国健康医疗行业已经策动了大数据的起航之旅，未来大数据将在健康医疗领域占据近一半的市场份额。

健康医疗大数据是国家重要的基础性战略资源。健康医疗大数据的应用和发展将带来健康医疗模式的深刻变化，有利于激发深化医药卫生体制改革的动力和活力，提升健康医疗服务效率和质量，扩大资源供给，不断满足人民群众多层次、多样化的健康需求，有利于培育新的业态和经济增长点。将健康医疗大数据应用发展纳入国家大数据战略布局，突出健康医疗重点领域，利用大数据拓展服务渠道，延伸和丰富服务内容，可以提供更加优质便民的健康医疗卫生服务，更好地满足人民健康医疗需求。

随着互联网行业的领军企业和传统的医疗卫生与健康服务商在健康医疗领域的广泛合作，健康医疗大数据及人工智能应用已越来越受到重视和推广。现在，健康医疗大数据技术已广泛用于挂号、预约等服务，在互联网健康咨询、预约就诊、预约挂号、诊间结算、医保联网异地结算以及移动支付方面，大数据的应用可以实现让信息“多跑路”，群众“少跑腿”。而通过大数据运用，健康医疗行业能够引入金融服务，以更便捷的方式实现支付和结算，使合情合理的异地结算问题不再成为群众的“痛点”。建立健全基于互联网、大数据技术的分级诊疗信息系统，则可以推进大医院与基层医疗卫生机构、全科医生与专科医生的数据资源共享和业务协同，有效延伸、放大医疗卫生机构的服务能力。

大数据技术的应用，将从体系搭建、机构运作、临床研发、诊断治疗、生活方式五个方面给健康医疗行业带来变革性的改善。由于我国医疗体系的强监管性，大数据若要在行业内实现其价值，需由国家建立一套自上而下的战略方针，从而引导医院、药企、民办资本、保险等机构企业构建项目，相互合作，最终实现就医习惯从“治疗”到“预防”的改变，降低个人健康医疗费用和国家的整体医疗成本。

健康医疗大数据产业链的上游是数据供应商（医疗机构、健康保健机构、药房药企等）或存储计算服务（云服务）商。中游为产业链核心企业，多为具有影像识别、深度学习、自然语义分析等核心技术的技术型企业，为聚集了大量健康医疗相关数据的机构提供数据处理服务，在分析及可视化后赋予数据价值。下游为应用场景，分为B端

和C端，B端包括医院、药企、政府、保险机构、PBM（药品福利管理）等，其最终目的是提升医疗服务的效率和质量，降低患者及健康人群的就医费用；而C端的应用则通过鼓励社会力量参与，整合线上线下资源，推进互联网健康咨询、网上预约分诊、移动支付、查检验结果查询、随访跟踪等应用，为患者提供便捷、合适的医疗健康服务。

2017年3月，“人工智能”首次出现在政府工作报告中。2017年5月，科技部印发《“十三五”生物技术创新专项规划》，指出要突破新一代生物检测技术、脑科学和类脑人工智能、生物大数据若干前沿关键技术和共性关键技术；2017年7月，国务院印发《新一代人工智能发展规划》，指出“我国正处于全面建成小康社会的决胜阶段，人口老龄化、资源环境约束等挑战依然严峻，人工智能在教育、医疗、养老、环境保护、城市运行、司法服务等领域广泛应用，将极大提高公共服务精准化水平，全面提升人民生活品质”。规划提出要大力“发展便捷高效的智能服务”，围绕教育、医疗、养老等民生迫切需求，加快人工智能创新应用，为公众提供个性化、多元化、高品质服务。

(1) 在智能医疗发展方面。“推广应用人工智能治疗新模式新手段，建立快速精准的智能医疗体系。探索智慧医院建设，开发人机协同的手术机器人、智能诊疗助手，研发柔性可穿戴、生物兼容的生理监测系统，研发人机协同临床智能诊疗方案，实现智能影像识别、病理分型和智能多学科会诊。基于人工智能开展大规模基因组识别、蛋白质组学、代谢组学等研究和新药研发，推进医药监管智能化。加强流行病智能监测和防控。”

(2) 在发展智能健康和养老方面。“加强群体智能健康管理，突破健康大数据分析、物联网等关键技术，研发健康管理可穿戴设备和家庭智能健康检测监测设备，推动健康管理实现从点状监测向连续监测、从短流程管理向长流程管理转变。建设智能养老社区和机构，构建安全便捷的智能化养老基础设施体系。加强老年人产品智能化和智能产品适老化，开发视听辅助设备、物理辅助设备智能家居养老设

备，拓展老年人活动空间。开发面向老年人的移动社交和服务平台、情感陪护助手，提升老年人生活质量。”

人工智能的发展落地，离不开海量的健康医疗基础数据，因此数据是人工智能发展的基石。为了夯实这个基础，国家要求在2017年底实现全民健康信息平台的国家级平台与32省级平台互联互通。因此，各地正在加快建立或完善全民健康信息平台，加速实现区域内健康医疗数据的互联互通。同时，国家正计划成立东（江苏）、西（贵州）、南（福建）、北（山东）、中（安徽）五大国家级健康医疗大数据中心，实现数据的汇聚、共享与开放。

据2017年、2018年中国健康医疗大数据行业报告分析，当前，我国人工智能+健康医疗领域的应用，主要围绕院前管理、院中诊疗、院后康复、管理决策、药物研发五个方面展开，每个方面又可以细化出智能导诊、疾病风险管理、语音电子病历、影像辅助诊断、医疗机器人、医保智能监管、药物挖掘与临床试验等众多垂直领域的应用场景。人工智能+健康医疗在单点、纵深领域不断突破的同时，还需要将各个散点的应用组合成更大的应用场景，让分级诊疗能够真正落地，解决医疗的核心痛点；让医护人员告别大量重复工作，提高效率，缓解医患矛盾；让每个人都能够实现对自身健康的管控，使得个性化健康管理模式落地；让新药研发成本下降，加速药物研发以及临床试验；让行业监管升级，行业管理决策更优化。

近期，以大数据为基础的智慧医疗至少可以给医疗卫生带来三个方面的革新：降低医疗成本、辅助医学诊断以及帮助解决医疗资源分配不均与短缺的问题，这也正是发展人工智能+健康医疗的目的所在。

(3) 在降低医疗成本方面。药品成本过高的原因可以归结为新药研发周期太长、费用太高，并且伴随着研发失败的高风险，导致有很好疗效的药物售价昂贵。新药的研发需要大量医药专家通过阅读大量的论文与医疗数据，积累经验找出药物与疾病之间的关系。而人工智能系统通过阅读专利数据库、医疗数据库、医学论文，学习从分子结构、基因组序列和图像的一切信息，建立关联，形成假设，寻找可用



于制造新药的分子或配方。人工智能算法可在几周内分析出数据之间的强相关性，提供新的研发思路，这将有助于提高新药的研发进度，降低药品的研发成本与风险。

医疗大数据和人工智能技术对医疗上的“三早”（早发现、早诊断、早治疗）处置具有十分重要的作用，对辅助医生和患者选择最优治疗方案、降低医疗费用具有明显的效果。

（4）在辅助医学诊断方面。老夫人的经验积累来源于对毕生无数个病例的学习与研究，然而学习能力再强的医生也不如计算机学得快。例如，一个放射科的大夫每天能够阅读的X光片数量有限，一生也很难研究10万个病例，而且研究到后面，就可能遗忘了前面的。但人工智能+医生则很容易在短时间内学习所用病例。使用辅助诊疗软件，放射科医生可以根据计算机输出的结果、结合经验对病人的病情进行判断，不仅可以提高诊断效率，也能够提高诊断的正确率。

（5）在解决医疗资源不足和不平衡发展方面。在人工智能的帮助下，接受医生诊疗服务的患者可以增加几倍甚至更多。在医疗资源匮乏地区的患者，则可通过引入的智慧医疗系统而得到顶级医院顶级医疗专家的服务。人工智能+医生可以分析各种医学数据和各种影响，辅助医生进行疾病诊断，帮助医生更好地理解医疗信息。随着医疗数据的不断积累、计算机学习能力的不断增强，可以预见在不久的将来，计算机在某些疾病的诊疗水平会超过顶级医疗专家。

我们有理由相信，人工智能+健康医疗的应用范围将会越来越广泛，应用场景也会越来越多。未来的AI+医生智能系统能够集优秀医疗专家的经验 and 知识于一体，将中西医更好地结合，造福社会大众。

编者
2019年1月



目 录

第一篇 健康医疗大数据与人工智能概述

第一章 健康医疗大数据与人工智能基本概念	3
第一节 大数据	3
第二节 健康医疗大数据	6
第三节 人工智能	10
第二章 大数据与人工智能的特征和应用场景	15
第一节 大数据特征	15
第二节 健康医疗大数据特征	18
第三节 人工智能特征	21
第四节 大数据与人工智能的关系	23
第五节 大数据与人工智能的典型应用场景	25
第三章 健康医疗大数据与人工智能发展现状	31
第一节 大数据发展现状	31
第二节 健康医疗大数据发展现状	35
第三节 人工智能发展现状	40
第四节 健康医疗大数据与人工智能的融合应用	45
第四章 政策环境与机遇挑战	50
第一节 健康医疗大数据政策环境	50
第二节 发展健康医疗大数据的机遇和挑战	56
第三节 人工智能政策环境	60
第四节 发展人工智能的机遇和挑战	65

第五章 健康医疗大数据与人工智能技术体系	70
第一节 大数据关联技术	70
第二节 算法与模型	77
第三节 健康医疗大数据应用	91
第四节 人工智能相关技术	94
第五节 人工智能算法	104

第二篇 健康医疗大数据与人工智能在医学中的应用及基础

第六章 健康医疗大数据在医学中的典型应用	111
第一节 公共卫生	111
第二节 临床辅助	118
第三节 新药研发及药物不良反应评估	126
第四节 医院管理	129
第五节 健康管理	130
第七章 人工智能在医学中的典型应用	133
第一节 医疗影像分析与辅助临床诊断	133
第二节 AI + 临床手术	143
第三节 人工智能 + VR 的医学应用	145
第四节 智能医疗服务——“机器换人”	147
第五节 人脸识别应用	149
第六节 在教学科研等方面的应用	151
第八章 医学信息化系统	155
第一节 现有医疗核心业务系统	155
第二节 医疗信息集成平台	166
第三节 临床数据仓库	171
第四节 加强基础建设,推进人工智能和健康医疗大数据应用	175



第三篇 典型案例分享

案例 1	某肿瘤医院大数据科研分析平台	181
案例 2	基于敏捷大数据技术建设的临床数据中心(CDR)	205
案例 3	某医科大学智慧医疗平台	221
案例 4	花都区人民医院远程医疗平台	276

第一章 健康医疗大数据与人工智能基本概念

现代社会是一个高度发展的社会，经济、科技发展，信息流通，人们的生活越来越便利，生活也越来越丰富。随着互联网、移动互联网和云计算的广泛应用，大数据（Big Data）也逐渐被人们所关注，成为这个时代的新产物，也成为商业管理、科学研究、人工智能得以蓬勃发展的驱动力和基础。而且随着云计算、大数据、移动互联网的普及，未来必将面对重大的社会结构变革，这必将带来一系列新的机遇和挑战，人工智能有可能成为下一阶段的“工业革命”，也有可能成为人类社会在新一轮工业革命中占据领先地位的关键技术。

第一篇

健康医疗大数据与人工智能概述

本篇共分六章，第一章介绍人工智能的概述，第二章介绍大数据的概述。

第一节 大数据

一、基本定义

大数据，或称巨量数据，是指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对其进行分析并得出有价值信息的大量信息资源。

在数字时代，数据已经成为一种新的生产要素，并发挥着越来越重要的作用。大数据是指那些规模巨大、类型多样、增长迅速的数据集合。这些数据通常具有四个特征：大量（Volume）、高速（Velocity）、多样（Variety）和价值（Value）。

大数据的兴起，主要得益于互联网、云计算、移动互联网等技术的发展。随着这些技术的普及，数据的产生和存储成本大幅降低，使得大规模数据的收集和处理成为可能。

大数据的应用非常广泛，包括商业分析、科学研究、医疗健康、城市管理等领域。在医疗健康领域，大数据可以帮助医生更好地了解患者的病情，提高诊断的准确性和治疗的个性化水平。

然而，大数据的广泛应用也带来了一些挑战，如数据隐私保护、数据安全等问题。因此，在利用大数据的同时，也需要加强相关法律法规的建设和监管，确保数据的合法、合规使用。

