

# 健康医疗大数据发展应用的思考<sup>\*</sup>

代 涛

(中国医学科学院医学信息研究所 北京 100020)

**[摘要]** 随着计算机科学和信息技术的快速发展,健康医疗信息化得到广泛应用,在医疗服务、健康保健和卫生管理过程中产生海量数据集,形成健康医疗大数据。健康医疗大数据的发展与应用对提升医药卫生服务水平、促进健康产业发展等方面发挥着重要作用,许多国家对此已经形成共识,一些发达国家已将其作为国家重大战略并付诸实践。本文在简要介绍大数据概况的基础上,重点阐述健康医疗大数据的主要内容、应用领域、面临挑战和发展趋势等内容。

**[关键词]** 大数据;健康医疗;应用领域;挑战;趋势

**[中图分类号]** R-056 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2016.02.001

**Health and Medical Big Data Development Perspective** DAI Tao, Institute of Medical Information, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100020, China

**[Abstract]** With the rapidly development of computing science and information technology and their wide use in health and medical area, huge amounts of data sets have been produced during medical service, health care and health management, which consists of the health and medical big data. Many countries around the world have recognized that big data have profound effects on improving the medical service and promoting the health industry. Some of the developed countries have launched national big data initiatives and put them in practice. This paper briefly introduced the background and progress of big data, with an emphasis on the main content, application areas, challenges and trends of the health and medical big data development.

**[Keywords]** Big data; Health and medical care; Application areas; Challenges; Trends

随着物联网、移动互联网、云计算等新兴信息技术的迅猛发展和普及应用,行业应用系统规模迅速扩大,产生的数据呈现前所未有的爆发式增长态势<sup>[1]</sup>。国际数据公司(International Data Corporation, IDC)的 *Digital Universe* 研究报告指出:2013 年全球

数据总量超过 4.4 ZB,并且每两年将翻一番,预计 2020 年将达到 44 ZB<sup>[2]</sup>。数据的复杂性也急剧增长,数据多样性、变化快、低价值密度等复杂特征日益显著<sup>[1-2]</sup>。其复杂性对传统的计算技术和信息技术提出严峻挑战,“大数据”一词已不仅在于数据规模的定义,更代表着大数据处理所需的新技术方法,以及大数据分析和应用所带来的新发明、新服务和新机遇<sup>[3-4]</sup>。

大数据可发挥其全样本、深入关联、注重相关性等优势,解决以往存在的“信息碎片化”、“盲人摸象”等问题,提升人们的洞察力和统筹规划能力<sup>[5]</sup>。越来越多的证据证明,只要拥有足够长的连

**[收稿日期]** 2016-01-05

**[作者简介]** 代涛,研究员,博士,研究方向为医学信息学、卫生政策与管理。

**[基金项目]** 国家卫生计生委规划与信息司委托课题“健康医疗大数据应用国际经验研究”。

续历史数据, 足够强大的计算分析工具, 就可以根据过去和现在预测未来。大数据分析挖掘将能为行业/企业带来巨大的商业价值, 为衣食住行、健康、社交、信用等与生活息息相关领域提供高附加值的增值服务, 进一步提升行业/企业的经济、社会效益<sup>[6-9]</sup>。

未来, 一个国家拥有数据的规模和运用数据的能力, 将成为综合国力的重要组成部分, 对数据的占有、控制和运用也将成为国家间和企业间新的争夺焦点<sup>[10-11]</sup>。联合国于2012年发布关于大数据政务的白皮书《大数据促进发展: 挑战与机遇》<sup>[12]</sup>, 以推动各国政府机构、重大行业对大数据技术的研究和应用。美英等欧美发达国家从国家科技战略层面提出了一系列的大数据技术研发计划<sup>[13]</sup>, 如美国发布《大数据研究和发展计划》<sup>[14]</sup>, 推出“数据—知识—行动”计划<sup>[15]</sup>, 启动“数据开放行动”<sup>[16]</sup>。欧盟正在力推《数据价值链战略计划》<sup>[17]</sup>, 英国发布《英国数据能力发展战略规划》<sup>[18]</sup>, 加拿大发布《健康大数据分析白皮书》<sup>[19]</sup>, 澳大利亚发布《公共服务大数据战略》<sup>[20]</sup>, 日本发布《创建最尖端IT国家宣言》<sup>[21]</sup>, 韩国提出“大数据中心战略”<sup>[22]</sup>。中国在2015年相继出台《推进“互联网+”行动指导意见》<sup>[23]</sup>和《促进大数据发展行动纲要》<sup>[24]</sup>, 系统部署大数据发展工作。

## 1 健康医疗大数据的主要内容与应用领域

### 1.1 主要内容

随着健康医疗信息化的广泛应用, 在医疗服务、健康保健和卫生管理过程中产生海量数据集, 形成健康医疗大数据<sup>[25-26]</sup>。健康医疗大数据通常可以划分为以下几个方面: 以电子健康档案、电子病历、医学影像、检验检查等为主的健康医疗服务数据; 基因序列、蛋白质组等生物医学数据; 新型农村合作医疗、城镇职工基本医疗保险、城镇居民基本医疗保险等医疗保险数据; 药物临床试验、药物筛查、基本药物集中采购、医疗机构药品与疫苗电子监管等医药研发与管理数据; 疾病监测、突发公共卫生事件监测、传染病报告等公共卫生数据;

患者行为表现、保健品购买记录、健身信息等行为与情绪数据; 卫生资源与医疗服务调查、计划生育统计等统计数据; 居民婚姻、家庭、计划生育登记等人口管理数据; 与人类健康密切相关的空气污染物和气候状况等环境数据<sup>[27-28]</sup>。

### 1.2 主要应用领域

健康医疗大数据将为临床诊疗、药物研发、卫生监测、公众健康、政策制定和执行等带来创造性变化, 全面提升健康医疗领域的治理能力和水平, 创造极大的价值<sup>[27]</sup>。据麦肯锡预测, 如果有效利用健康医疗大数据, 每年可为美国带来3 000多亿美元的价值<sup>[6]</sup>。

1.2.1 为临床诊疗管理与决策提供支持 通过效果比较研究, 精准分析包括患者体征、费用和疗效等数据在内的大型数据集, 可帮助医生确定最有效和最具有成本效益的治疗方法。利用临床决策支持系统可有效拓宽临床医生的知识, 减少人为疏忽, 帮助医生提高工作效率和诊疗质量。通过集成分析诊疗操作与绩效数据集, 创建可视化流程图和绩效图, 识别医疗过程中的异常, 为业务流程优化提供依据。

1.2.2 为药物研发提供支持 通过分析临床试验注册数据与电子健康档案, 优化临床试验设计, 招募适宜的临床试验参与者。通过分析临床试验数据和电子病历, 辅助药物效用分析与合理用药, 降低耐药性、药物相互作用等带来的影响。通过及时收集药物不良反应报告数据, 加强药物不良反应监测、评价与预防。通过分析疾病患病率与发展趋势, 模拟市场需求与费用, 预测新药研发的临床结果, 帮助确定新药研发投资策略和资源配置。

1.2.3 为公共卫生监测提供支持 大数据相关技术的应用可扩大卫生监测的范围, 从以部分案例为对象的抽样方式扩大到全样本数据, 从而提高对疾病传播形势判断的及时性和准确性。将人口统计学信息、各种来源的疾病与危险因素数据整合起来, 进行实时分析, 可提高对公共卫生事件的辨别、处理和反应速度并能够实现全过程跟踪和处理, 有效调度各种资源, 对危机事件做出快速反应和有效决策。

1.2.4 为公众健康管理提供帮助 通过可穿戴医疗设备等收集个人健康数据, 辅助健康管理, 提高健康水平。为医患沟通提供有效途径, 医生可根据患者发送的健康数据, 及时采取干预措施或提出诊疗建议。集成分析个体的体征、诊疗、行为等数据, 预测个体的疾病易感性、药物敏感性等, 进而实现对个体疾病的早发现、早治疗、个性化用药和个性化护理等。

1.2.5 为医药卫生政策制定和执行监管提供科学依据 整合与挖掘不同层级、不同业务领域的健康医疗数据以及网络舆情信息, 有助于综合分析医疗服务供需双方特点, 服务提供与利用情况及其影响因素, 人群和个体健康状况及其影响因素, 预测未来需求与供方发展趋势, 发现疾病危险因素, 为医疗资源配置、医疗保障制度设计、人群和个体健康促进、人口宏观决策等提供科学依据。通过集成各级人口健康部门与医疗服务机构数据, 识别并对比分析关键绩效指标, 快速了解各地政策执行情况, 及时发现问题, 防范风险。

## 2 以开放促进大数据的应用创新

### 2.1 全球开放数据概况

大数据应用的基础是数据足量全面。自 2009 年开始, 为推动政府数据开放与共享, 促进社会应用创新, 美英等发达国家纷纷开展数据开放运动, 其后许多发展中国家也相继开展<sup>[29-30]</sup>。2011 年 9 月美国、英国、巴西、墨西哥、印度尼西亚、挪威、菲律宾、南非 8 个国家联合签署《开放政府声明》, 成立开放政府联盟; 经过 4 年多的发展, 截至 2016 年 1 月其成员国发展为 69 个<sup>[31]</sup>。2013 年 6 月美、英、法、德、意、加、日、俄 8 国领导人在 G8 峰会上签署《开放数据宪章》, 明确数据开放 5 大原则、14 个重点领域和 3 项共同行动计划<sup>[32]</sup>。美、英等国均在国家层面设立统一的数据开放门户 data.gov.[国别], 并分级分类发布一定数量的数据集。

万维网基金会和开放数据研究院于 2013 年和 2014 年连续两次从准备度 (readiness)、实施度

(implementation) 和影响力 (impact) 3 个方面, 对全球近 80 个国家和地区的开放数据情况进行评估并发布评估报告《开放数据晴雨表》<sup>[33-34]</sup>。其中, 2014 年全球开放数据排名前 10 的国家和地区为英国、美国、瑞典、法国、新西兰、荷兰、加拿大、挪威、丹麦、澳大利亚和德国, 见表 1, 中国排名第 46<sup>[34]</sup>。

### 2014 年度“开放数据晴雨表”

表 1 评出的开放数据排名前 10 的国家和地区<sup>[34]</sup>

排名	国家和地区	总体得分	准备度 (%)	实施度 (%)	影响力 (%)
1	英国	100	98	100	100
2	美国	92.66	96	88	100
3	瑞典	83.7	100	76	88
4	法国	80.21	91	75	84
4	新西兰	80.01	81	88	55
6	荷兰	75.79	95	76	57
7	加拿大	74.52	90	75	58
7	挪威	74.59	88	73	64
9	丹麦	70.13	94	54	95
10	澳大利亚	68.33	92	69	43
	德国	67.63	85	67	53

### 2.2 健康医疗数据开放与应用情况

健康医疗作为重要的民生领域, 美英等国家均将其作为优先开展数据开放的领域。截至 2016 年 1 月美国国家数据开放平台 data.gov 上共发布 192 119 个数据集; 其中健康医疗类数据集 1 701 个, 以医疗保险与补助相关数据居多 (32.67%), 其次为人口统计类数据 (15.41%)、疾病控制与公共卫生相关数据 (10.55%)、卫生管理与质量监测相关数据 (10.17%), 再次为疾病治疗相关数据 (7.18%)、卫生费用相关数据 (6.96%)。英国国家数据开放平台 data.gov.uk 上共发布 16 332 个数据集; 其中健康医疗类数据集 1 613 个, 以卫生管理与质量监测类数据 (37.47%) 和人口统计数据 (32.15%) 居多, 两者共占 69.62%, 其次为卫生费用相关数据 (9.55%)、疾病控制与公共卫生数据 (6.35%) 等。

纽约大学管理实验室 (GovLab) 全面调研了美

国企业利用开放数据创造新的商业、产品与服务的情况,研究发现美国政府开放的健康医疗数据已在80余家企业中得到有价值的应用,企业主营业务涉及健康医疗、科学研究、研究与咨询、数据与技术、生活方式与客户服务、食品、保险、教育、法律、金融与投资、地理空间等多种领域<sup>[35]</sup>。实现增值利用的数据具有以下共同特点:符合国家数据再利用许可;为开放格式的结构化数据;持续更新;数据粒度较为精细<sup>[36]</sup>。

### 3 健康医疗大数据发展应用面临的主要挑战

#### 3.1 健康医疗大数据发展应用的体制机制缺失

大数据的融合应用、共享协作等体制机制不健全。面对来自不同机构、采取不同格式、遵循不同标准的多源数据,如何实现数据、技术与应用的有机融合,仍存在诸多障碍。多学科、产学研、跨机构的合作机制缺失,面临数据融合共享渠道不畅、产业自主创新实力不强、运行机制不顺、政策法规缺位等瓶颈问题。

#### 3.2 基础设施的能力和品质仍需提高

随着健康医疗大数据的飞速增长,对基础设施的能力和品质提出更高要求。一方面要处理不同设备和应用系统所产生和收集的呈指数增长的数据,另一方面要利用适当的管理模式将信息化基础设施打造成持久的研究与应用平台,确保连续性并实现跨领域合作<sup>[11]</sup>。数据量增加、跨地区跨国界计算、协同应用等在传输速度、可靠性和服务质量等方面提出了更高的要求。同时数据的时效性和折旧性需求并存,需要具备更先进的计算能力和更高容量的吞吐能力。

#### 3.3 健康医疗大数据发展应用的关键技术需要新的突破

首先,当前的标准和品质难以满足健康医疗大数据整合应用的要求,缺少统一的标准、固定的描述格式和表示方法等,不同层次结构化、半结构化与非结构化数据的集成融合困难<sup>[37]</sup>。其次,软硬件

协同与数据处理的时效性局限。目前,分布式系统的一致性、可用性和分区容错性3者不可兼得,难以解决医疗卫生数据采集、处理的实时性以及动态索引、先验知识缺乏等难点问题;硬件异构要求软件适应不同机器多核CPU的并行处理机制;大部分能量损耗于大规模集群的闲置节点上。

#### 3.4 数据管理面临品质、保存、整合等诸多挑战

首先是数据品质问题,人类基因组学、健康行为、公共卫生检测等相关数据规模、产生速度和复杂度的增加使得各种类型的误差和错误更容易被引入系统,分布式数据清洗、品质检测、修复等挑战性问题突出。其次是数据保存的问题,各种存储技术缺乏统一的标准从而难以兼容,导致大量数据的丢失,对数据在新旧系统之间的迁移提出了巨大挑战。此外,数据整合度欠缺,数据尚未完整嵌入到业务流程和组织管理实践中,如患者监控数据尚未整合到临床诊疗中,临床数据尚未整合至公共卫生服务和重大疾病、传染病监测中等。

#### 3.5 安全与隐私保护措施欠缺

安全隐私保护薄弱影响数据的共享范围,健康医疗大数据涉及患者的隐私、医疗机构/企业的安全或者其他特殊要求,存在较为严重的安全隐患。基因组学的发展和研究活动规则的改变,使得隐私的泄露几乎不可避免。传统数据库通过基于数据粒度的安全性控制实现安全隐私保护,但是大数据的操作还比较欠缺有效的安全保护措施。

#### 3.6 复合型人才培养严重缺乏

推动健康医疗大数据应用发展亟需大批的复合型人才。据麦肯锡预测,即使在美国这样的信息技术强国,其相关人才缺口也将于2018年达到14~19万<sup>[6]</sup>。目前,世界上仅有少数公司掌握大数据分析核心技术,全世界范围内都亟需数据解释人员,利用信息技术将数据处理后的可视化结果展现给决策者,将大数据分析的结果转化为政策,直接为医疗服务、管理、决策提供支撑。因此,急需推进政府、高等院校、科研院所、医疗卫生机构、企业等

人才共育模式的建立。

## 4 健康医疗大数据的发展趋势

### 4.1 健康医疗大数据将更快发展和更广泛应用

随着大数据采集、存储、组织、整合、挖掘、协同与互操作等技术的快速发展,健康医疗大数据的应用将更为广泛。主要方向有:基于多感知器和智能终端的健康医疗数据采集,基于云平台的分布式存储与并行计算,动态大数据的实时处理及非结构化数据处理,基于领域本体的数据标注与语义提取,多元异构数据的深度整合,海量动态数据的学习、推理、预测与知识发现等。这些新理论与新技术的突破,将为健康医疗大数据驱动的创新应用提供更加强有力的支撑。

### 4.2 健康医疗大数据驱动临床决策支持和精准医学研究

针对健康威胁大、发病率高、诊疗费用高、改进实效好的肿瘤、心脑血管疾病和老年慢性病等疾病,建设专病临床医学数据中心,同时利用基因芯片与基因测序技术,获得海量个体的基因组、蛋白质组、代谢组数据,应用大数据分析挖掘技术开展疾病发生发展机理、早期诊断、疗效比较研究,发现疾病治疗相关的靶标,从而提高其预防和诊疗水平已成迫切需要,将成为临床决策支持和精准医疗研究的重要领域。分布式存储与并行计算架构、异构数据整合与挖掘等技术将在基因组学、转录组学、蛋白质组学、代谢组学、表型组学等生物医学大数据研究中发挥重要作用。

### 4.3 电子健康档案向着精细化、智能化和便捷化的方向发展

汇聚个人全面健康信息,建立覆盖全体居民电子健康档案云平台,让每位公民拥有一份标准化的电子健康档案,并及时方便地获取健康医疗数据。电子健康档案云平台的建设将有助于推动在线病情跟踪与咨询,减少重复检查带来的时间和经济负担。基于电子健康档案开发疫苗接种提醒、处方遵从性提醒、药物相互作用提醒等功能,将有助于

实现集预防、治疗、康复和健康管理于一体的个人全生命周期的健康管理。同时,可通过电子健康档案分析全人群健康状况、发病和患病情况,及时获取异常公共卫生事件,提高公共卫生监控的覆盖面和响应速度。

### 4.4 互联网环境下更有助于实现个性化与社会化的健康管理

各类传感器、可穿戴设备、智能手机的迅速发展和应用,使得移动医疗能够真正连接用户与服务,借助互联网将优质医疗资源带到患者身边,使得居家养老、居家护理、慢病管理等健康服务更加便捷化与个性化,促使健康服务模式由治疗向预防和保健转变,催生健康服务新业态。基于社交网络的患者交流与医患沟通将更加普遍,医疗机构更多地借助社交平台、移动 App 等与患者沟通,主动收集患者需求并推送合适的健康医疗服务。同时,并行计算、高维分析、自我量化算法等大数据处理技术的广泛应用,将提升面向心脑血管、糖尿病等慢性病患者的个性化健康服务的质量与效率。

### 4.5 健康医疗大数据更加注重开放共享与隐私保护

随着大数据的应用价值逐步显现,部分国家着力推进政府数据开放共享以促进社会应用创新。健康医疗作为重要的民生领域,美英等国均将其作为优先开展数据开放的领域。数据开放所带来的一个全新挑战是对个人隐私与数据安全的威胁,在开放共享的同时应强化健康医疗信息安全的技术支撑。一要加强健康医疗行业网络信息安全等级保护、网络信任体系建设,提高信息安全监测、预警和应对能力;二要建立信息安全认证审查机制、数据安全和个人隐私影响评估体系,将信息安全流程化制度化;三要从技术上采取数据封装、数据分离、去除个人标识信息等措施保护个人隐私。

## 5 思考与建议

健康医疗大数据的发展与应用将推动健康医疗模式的革命性变化,有助于扩大健康医疗资源供给、降低医疗费用、提升医疗服务质量和效率,进

而对我国经济、社会、科技和人民生产生活等产生重大而深远的影响。为进一步推动健康医疗大数据的发展应用,要重点做好以下工作:一要尽快制定促进健康医疗大数据发展应用的政策措施,推动建立基于互联网、云服务的健康医疗服务新模式,构建健康医疗信息共享服务平台,推动健康医疗大数据的开放共享和深化应用。二要加快推动相关技术研发和标准规范建设,构建大数据采集、存储、组织、整合、挖掘、协同、互操作和安全保护技术体系。三要促进技术、方法、数据与决策的多维融合,加快专病临床医学数据示范中心建设,推动多来源、多类型、多层面数据的融合应用,促进健康医疗服务的个性化与精细化。四要加强复合型人才培养和开发,构建适应大数据环境下“产-学-研”相结合的人才培养机制,造就一批高层次人才队伍。

## 参考文献

- 1 Tony Hey, Stewart Tansley, Kristin Tolle (著), 潘教峰, 张晓林等 (译). 第四范式: 数据密集型科学发现 [M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- 2 Vernon Turner, John F. Gantz, David Reinsel, et al. The Digital Universe of Opportunities; rich data and the increasing value of the internet of things [R/OL]. IDC Analyze Future, 2014. [2014 - 05 - 10]. <http://idcdocserv.com/1678>.
- 3 中国计算机学会大数据专家委员会. 中国大数据技术与产业发展白皮书 (2013) [R/OL]. [2014 - 05 - 10]. <http://www.ccf.org.cn/sites/ccf/ccfziliao.jsp?contentId=2774793649105>.
- 4 黄宜华. 深入理解大数据: 大数据处理与编程实践 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- 5 黄明达. 21 世纪人类大健康产业时代的机遇与挑战 [EB/OL]. [2015 - 10 - 09]. <http://finance.china.com/fin/xf/201404/14/5888837.html>.
- 6 James Manyika, Michael Chui, Brad Brown, et al. Big data: the next frontier for innovation, competition, and productivity [R]. McKinsey Global Institute, McKinsey & Company. 2011.
- 7 维克托·迈尔-舍恩伯格, 肯尼思·库克耶 (著), 周涛等 (译). 大数据时代: 生活、工作与思想的大变革 [M]. 杭州: 浙江人民出版社, 2013.
- 8 埃里克·托普 (著), 张南等 (译). 颠覆医疗: 大数据时代的个人健康革命 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- 9 Momic Bulger, Greg Taylor, Ralph Schroeder. Data - Driven Business Models: challenges and opportunities of big data [R/OL]. [2015 - 05 - 10]. [http://www.nemode.ac.uk/wp-content/uploads/2014/09/nemode\\_business\\_models\\_for\\_bigdata\\_2014\\_oxford.pdf](http://www.nemode.ac.uk/wp-content/uploads/2014/09/nemode_business_models_for_bigdata_2014_oxford.pdf).
- 10 李国杰. 大数据研究的科学价值 [J]. 中国计算机学会通讯, 2012, 8 (9): 8 - 15.
- 11 李国杰, 程学旗. 大数据研究: 未来科技及经济社会发展的重大战略领域 - - 大数据的研究现状与科学思考 [J]. 中国科学院院刊, 2012, 27 (6): 647 - 657.
- 12 UN Global Pulse. Big Data for Development: challenges & opportunities [R/OL]. [2012 - 05 - 30]. <http://www.unglobalpulse.org/sites/default/files/BigDataforDevelopment-UNGlobalPulseJune2012.pdf>.
- 13 张勇进, 王璟璇. 主要发达国家大数据政策比较研究 [J]. 信息化研究, 2014, (19): 1 - 14.
- 14 Mhyeon Gutmann. Big Data R&D Initiative [EB/OL]. [2012 - 08 - 16]. [http://www.digitalpreservation.gov/meetings/documents/ndiipp12/Day%202/BigData\\_Gutmann\\_DP12.pdf](http://www.digitalpreservation.gov/meetings/documents/ndiipp12/Day%202/BigData_Gutmann_DP12.pdf).
- 15 Executive Office of the President of United States. Fact Sheet: data to knowledge to action; new announcements [R]. [2014 - 02 - 10]. <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/Data2Action%20Announcements.pdf>.
- 16 Executive Office of the President of United States. Big Data: seizing opportunities preserving values [R/OL]. [2014 - 08 - 16]. [https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/big\\_data\\_privacy\\_report\\_may\\_1\\_2014.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/big_data_privacy_report_may_1_2014.pdf).
- 17 宇燕. 欧盟大数据发展战略 [EB/OL]. [2014 - 12 - 10]. <http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyj/m/201412/20141200826137.shtml>.
- 18 HM Government. Seizing the Data Opportunity: a strategy for UK data capability [EB/OL]. [2013 - 11 - 06]. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/254136/bis-13-1250-strategy-for-uk-data-capability-v4.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/254136/bis-13-1250-strategy-for-uk-data-capability-v4.pdf).
- 19 Canada Health Infoway. Big Data Analytics in Health White

- Paper [R/OL]. [2014-03-12]. <https://www.inforoute.ca/en/component/docman/resources/technical-documents/emerging-technology/1246-big-data-analytics-in-health-white-paper-full-report>.
- 20 Commonwealth of Australia. Australian Public Service: better practice guide for big data [R/OL]. [2015-02-16]. <http://www.finance.gov.au/sites/default/files/APS-Better-Practice-Guide-for-Big-Data.pdf>.
- 21 蒙遗善. 日本: 用大数据创建最尖端 IT 国家 [EB/OL]. [2014-01-14]. <http://www.china-cloud.com/dashujuzhongguo/disanqi/2014/0114/22689.html>.
- 22 顾洪文. 大数据国家档案之韩国: 大数据从基础设施起步 [EB/OL]. [2014-01-13]. <http://www.china-cloud.com/dashujuzhongguo/disanqi/2014/0110/22652.html>.
- 23 国务院. 关于积极推进“互联网+”行动的指导意见 [国发〔2015〕40号] [Z]. 2015.
- 24 国务院. 关于印发促进大数据发展行动纲要的通知 [国发〔2015〕50号] [Z]. 2015.
- 25 Rosemary Wyber, Samuel Vaillancourt, William Perry, et al. Big Data in Global Health: improving health in low- and middle-income countries [J]. *Bulletin of the World Health Organization*, 2015, 93 (3): 203-208.
- 26 Alex Pentland, Todd G. Reid, Tracy Heibeck. Big Data and Health: revolutionizing medicine and public health [J]. *WISH Big Data and Health Report*, 2013.
- 27 代涛. 健康领域如何掘金大数据 [N]. *健康报*, 2015, 928: (6).
- 28 俞国培, 包小源, 黄新霆, 等. 医疗健康大数据的种
- 类、性质及有关问题 [J]. *医学信息学杂志*, 2014, (6): 9-12.
- 29 Noor Huijboom, Tijs Van den Broek. Open Data: an international comparison of strategies [J]. *European Journal of ePractice*, 2011, 12 (1): 4-16.
- 30 Open Knowledge. Global Open Data Index: tracking the state of government open data [EB/OL]. [2015-09-09]. <http://index.okfn.org>.
- 31 Open Government Partnership. What is the Open Government Partnership? [EB/OL]. [2016-01-31]. <http://www.opengovpartnership.org/>.
- 32 Cabinet Office of the United Kingdom. Open Data Charter [EB/OL]. [2013-06-18]. <https://www.gov.uk/government/publications/open-data-charter>.
- 33 Tim Davies. Open Data Barometer: 2013 global report [R/OL]. [2014-01-04]. <http://www.opendatabarometer.org>.
- 34 The World Wide Web Foundation. Open Data Barometer Global Report: second edition [R/OL]. [2015-02-01]. <http://www.opendatabarometer.org>.
- 35 GOVLAB. Open Data 500 U. S. Open Data Compass: what types of companies use which agencies' data? [EB/OL]. [2016-02-22]. <http://www.opendata500.com/us>.
- 36 李姣, 郭海红, 郭珉江, 代涛. 美英政府开放健康医疗数据的主题分布与开放程度量化研究 [J]. *图书情报工作*, 2015, 59 (20): 132-137.
- 37 张振, 周毅, 杜守洪. 医疗大数据及其面临的机遇与挑战 [J]. *医学信息学杂志*, 2014, 35 (6): 2-8.

### 敬告作者

《医学信息学杂志》网站现已开通, 投稿作者请登录期刊网站: <http://www.yxxxx.ac.cn>, 在线注册并投稿。

《医学信息学杂志》编辑部