



5G+环境下数字医疗的发展浅析

白佳, 智勇

中国移动通信集团江苏有限公司, 江苏 南京 210029

摘要: 当今社会已进入云计算和大数据时代, 而5G移动通信技术的到来又为各行各业的信息应用水平再提升提供了诸多可能, 5G移动通信技术与云计算和大数据等各种先进的信息技术产生了强烈的融合效应, 形成了以技术融合为特点的5G+环境。文章针对5G+环境下的数字医疗发展进行了分析, 讨论了5G+对数字医疗发展的影响, 同时分析了数字医疗在目前的发展过程中存在的两个关键问题, 及在5G+环境下相应的解决路径, 最后对数字医疗的未来进行了展望。

关键词: 5G+; 数字医疗; 医疗健康大数据; 数据管理; 知识管理

中图分类号: R197.1

文献标志码: A

文章编号: 1671-0479(2021)03-218-005

doi: 10.7655/NYDXBSS20210304

一、对数字医疗内涵的分析与思考

数字医疗的概念可以从狭义和广义两个范畴进行理解, 狭义的指医疗设备的数字化, 而广义的指医疗体系的数字化(即通常所说数字产业化和产业数字化), 医疗设备的数字化目前已初具规模, 各种数字化的医疗设备已经在诊疗过程中发挥了巨大作用, 如B超、CT、达芬奇机器人等。而医疗体系的数字化则复杂得多, 医疗体系包括卫生行政部门、医疗机构(以三甲医院为代表的核心医疗机构和以社区医院为代表的基层医疗机构)、需要医疗健康服务的社会公众和医疗健康产业链上下游所涉及的相关企业这四大主体。医疗体系的数字化涉及两个关键点, 第一个关键点是产业数字化, 即全面建成支撑整个医疗体系运作的信息化基础设施和信息化应用系统, 如院内局域网、无线网络(WIFI)和医院信息系统(hospital information system, HIS)等, 任何组织的运作和业务流程的落地都离不开信息化基础设施和信息化应用系统的支撑。第二个关键点是数字产业化, 即医疗健康大数据全面推动医疗变革^[1], 医疗健康大数据涉及三大数据集, 一是医疗体系运作过程中产生的管理和运营类数据; 二是医疗设备数字化以后, 患者诊疗过程中产生的诊疗类数据; 三是其他相关数据^[2], 如居民健康档案、医疗保险商业保险信息和通信运营商数据等。这三大数据集构成了医疗健康

大数据的主体。而围绕这两个关键点开展的相关工作及其成效直接决定医疗体系数字化的推进程度和实施效果, 产业数字化(即信息化基础设施和信息化应用系统的建设及使用)的程度将决定医疗体系数字化推进的深度和实施效果的下限, 而数字产业化(即医疗健康大数据的采集、整理、挖掘和使用)的程度将决定医疗体系数字化推进的宽度和实施效果的上限。在医疗健康领域, 这两个关键点中后者更为重要, 因为产业数字化更多的是医疗体系数字化的外延, 而内核是数字产业化, 产业数字化是智慧医疗的核心, 而数字产业化是数字医疗的核心, 数字医疗是智慧医疗的升级。

目前在国内医疗体系数字化过程中, 较多的投入是在产业数字化中的智慧医院这个领域, 详见图1。智慧医院整体框架包括但不限于感知层的医疗设备购买、传输层的医院基础设施建设、应用层的实体医院智能化建设和互联网医院建设等。如前所述, 这主要涉及医疗体系数字化的外延, 而前期由于4G移动通信网络仅仅能够支持较高速的连接, 不能充分满足高清视频传输需求, 同时端到端传输的可靠性也不足, 时延不稳定, 另外感知层的海量终端也无法实现完全及时和有效的接入, 智慧医疗众多先进的概念设计与智能应用无法落地实现, 进展缓慢。而5G的到来带来了破局的可能, 发展瓶颈即将被打破。

收稿日期: 2020-11-12

作者简介: 白佳(1990—), 女, 四川苍溪人, 硕士, 研究方向为大数据应用和健康信息学。

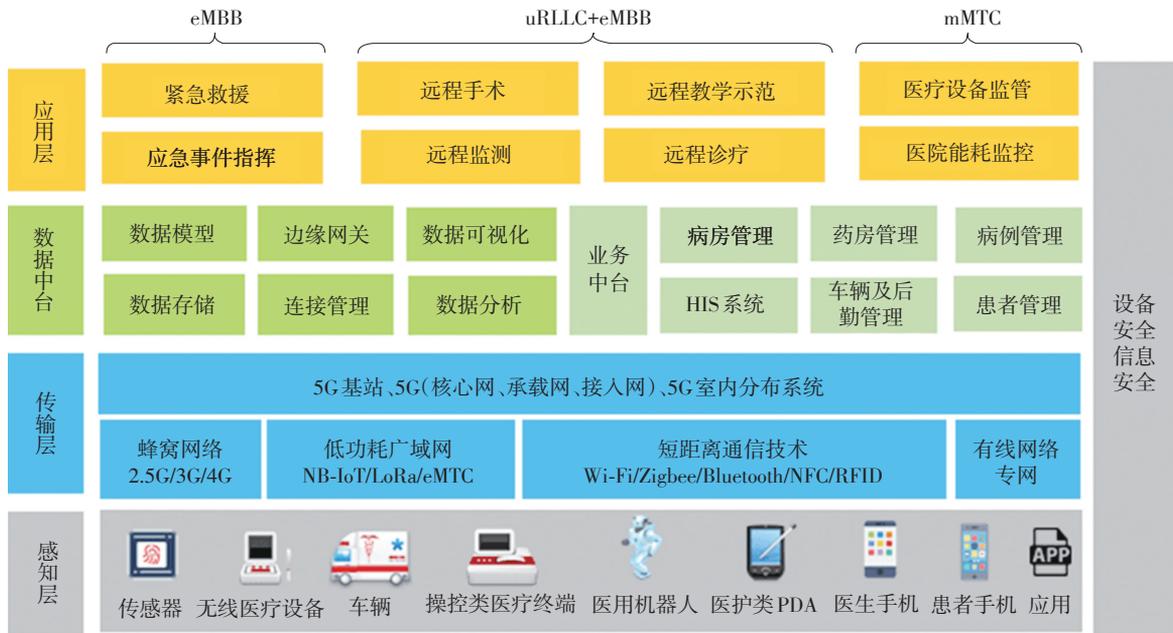


图1 智慧医院整体架构示意

二、5G对数字医疗发展的影响

(一)5G+环境技术特点

5G并不是4G移动通信网络的简单升级,5G具备三大技术特点,即大连接、低时延和高带宽,详见图2。从5G移动通信技术的研发过程和目前的应用情况来看,5G将通信技术和信息技术充分融合,其中5G+AICDE的架构理念将5G与人工智能(artificial intelligence, AI)、物联网(internet of things, IOT)、云计算(Cloud Computing)、大数据(Big Data)、边缘计算(Edge Computing)融合^[3],形成了5G+环境下的技术生态体系,详见图3。

5G+环境包含“云管端”三个层面。“端”指物联网终端这个层面,负责医疗数据的采集,如各类检测人体特征数据的可穿戴设备;而5G则是“管”这个层面的主体,提供数据传输所需的高速管道,同时

还具备连接数量大(可以支持每平方千米至百万级的连接数,即支持百万级的物联网终端在线)和空口时延低(理论上空口时延仅为1 ms)的技术特点;而“云”这个层面则包含了云计算、边缘计算、大数据中心等先进的新型信息化基础设施。智慧医疗在4G时代遇到的技术瓶颈在5G时代基本都可以得到相应的解决,真正步入数字医疗时代。



图2 5G的三大技术特点

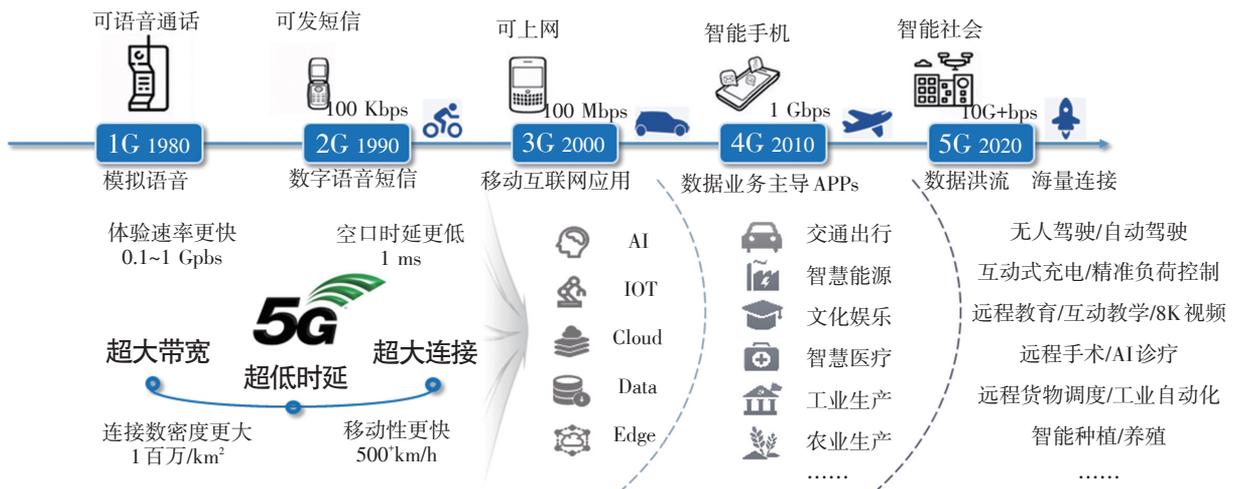


图3 5G+环境(5G+AICDE)

(二) 5G+数字医疗现状

医疗体系的运作核心之一是医院,目前医院的信息化应用现状是,在数字化医疗设备上投入巨大,大部分医院在院内信息化基础设施的建设上已经初步成型,但是医院内部的信息孤岛现象依然严重,新旧系统并存。大量先进的数字化医疗设备的使用既在一定程度上提高了医疗水平,但是由于数据互联互通标准统一步伐的滞后,又在一定程度上加剧了信息孤岛现象。而5G不仅能实现三维高清图像的高质量传输,也能为移动环境下的用户提供高质量的视频服务,还能提供通信服务之外的数据采集、实时定位、远程诊疗等叠加功能。2018年国家卫生健康委(简称卫健委)出台的《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》,鼓励医疗机构积极应用智能辅助诊断系统,提升基层医疗服务能力和效率,截至目前我国已有近百家医院开展了5G+医疗场景的试点,从院内移动医疗到院间远程医疗和远程手术协同,从5G远程会诊+AI辅助诊疗到5G实时影像上传+远程诊断评估等多种5G融合医疗业务场景,为5G临床应用提供了实践基础。2019年国家卫健委发布《基于5G技术的医院网络建设标准》,为数字医疗体系的新一代网络基础设施建设提供了指导原则。当前5G+数字医疗已经具备了一定的基础,技术进步实现医院智慧化建设,物联网、大数据、云计算、人工智能、传感技术的发展,使得计算机处理数据的能力呈现数量级的增长,众多辅助决策、辅助医疗手段成为可能。在诊疗方面,人工智能及云计算技术通过对海量数据进行医学分析,辅助医护人员进行诊断,如5G+AI辅助影像信息处理,协助进行食道癌、肺癌、乳腺癌等的早期筛查,为医生决策提供数据支持^[4]。

通过5G场景化的应用和5G+环境的同步建设,可以反向推动医院和整个医疗体系现有信息化基础设施的升级换代(如5G专网、边缘计算节点等)和核心IT系统的重构(如核心云计算平台和大数据中心),逐步解决目前存在的信息孤岛问题,实现面向诊疗的数据驱动。同时通过5G场景化的应用还能推动整个医疗体系的管理、服务和诊疗的相关业务流程再造,使得有限的医疗资源最大化对外进行辐射(医疗体系的核心是医疗机构,而医疗机构的核心是医生),使得分级诊疗制度有效落地,同时带动智慧医疗产业及其生态向数字医疗发展。

三、数字医疗目前待解决的两个关键问题及解决路径

目前数字医疗发展待解决的关键问题涉及政策与管理、技术与应用等多个层面,5G的出现,对医疗卫生行业而言,带来了数据量的剧增(大连接特

点)和数据获取实时性的提升(大带宽、低时延特点),使得很多问题的解决迫在眉睫。下面简要描述目前其中待解决的两个关键问题,同时探讨相应的解决路径。数字医疗目前待解决的两个问题都与医疗健康大数据相关,第一是5G+环境下医疗健康大数据的标准化问题和应用深度问题;第二是5G+环境下医疗健康大数据管理体系和知识管理体系的建立问题。这两个问题相互关联,逐步递进。

(一) 5G+环境下医疗健康大数据相关问题及解决路径

待解决的问题之一是5G+环境下医疗健康大数据的标准化程度不够和应用深度不够^[5]。目前医疗领域内各级医疗机构及管理部门都在积极进行大数据平台建设和大数据分析应用发展。在此过程中遇到了健康医疗数据多源异构、缺乏标准化、数据质量低等难点问题^[6],亟须对数据质量进行规范管理。国家卫健委近期下发了《关于加强全民健康信息标准化体系建设的意见》,明确了医疗健康大数据的相关数据标准,但是前期大量历史数据的清洗、业务系统改造整理工作量巨大,导致标准难以落地。而5G的到来更会带来数据量的进一步剧增,针对此问题,本文提出“以建促改”的方法。首先加强5G+环境下健康医疗大数据的应用,通过“以建促改”逐步解决目前存在的信息孤岛问题,实现面向诊疗的数据驱动,然后同步在基础数据方面,通过引入国际疾病分类(ICD)/医学系统命名法(SNOMED)/医学数字成像与通信(DICOM)等医疗信息标准,实现各区域信息系统如HIS、电子病历(EMR)、实验室信息管理系统(LIS)、影像存储与通信系统(PACS)等的标准化。在信息集成和整合方面,参照健康级别7(HL7)、参考信息模型(RIM)、卫生信息模型和集成医疗企业(IHE)医疗信息共享交换框架,解决信息集成和共享的标准化,最终促进医疗健康大数据的标准制定、安全和数据质量管理工作的全面落地,如在建设的过程中促使相应医疗健康大数据标准及时建立与发布,同时通过建设又促使相应医疗健康大数据标准及时落地和实施。

医疗健康大数据标准化是深度应用医疗健康大数据,有效辅助临床决策的前提,5G+环境的建成将推动医疗健康向“精准、优质、远程、高效”的专业极限前进^[7]。现阶段,基于5G网络技术的远程手术效果可以比肩现场手术操作的实际效果;5G技术与虚拟现实技术相结合,可以呈现还原度极高的手术诊治情境;5G技术嵌入远程医疗平台交互功能中,可以实现超远距离下的实时诊治流程。当前民众对于更高质量健康服务的需求体现在从过去“以治疗为主”逐渐转化为未来“以预防为主”,日益提

升的健康诉求主要体现为对全周期、多领域医养服务的迫切需要。医疗健康除了治疗,还包含预防、诊断、咨询、护理、康复、健康管理等一系列的专业化细分领域。针对此问题,本文提出基于5G+环境促进医院联合医疗保险、社会服务等部门,在诊前、诊中、诊后以及医疗支持等各个环节,对患者就医及医院服务流程进行简化,使医疗信息在患者、医疗设备、医院信息系统和医护人员之间流动共享,让医护人员随时随地获取医疗信息,实现医疗业务移动化处理,提高医疗工作效率。同时,中国社会老龄化严重,但是国内的通信与信息化建设和应用水平位居世界前列,居家智慧养老将是5G医疗健康大数据应用的一个热点,也将是国内数字经济发展的一个热点,贯穿通信、信息化、智能家居、医疗、保险等多个行业。

(二)5G+环境下医疗健康大数据体系建立及其解决路径

待解决的问题之二是5G+环境下医疗健康大数据管理体系和知识管理体系的建立。随着医疗健康大数据的剧增,建立多层面的数据管理体系和知识管理体系是有必要的^[8],尤其是知识管理体系,目前数据管理体系的建立有着成熟的方案,下面重点谈知识管理体系的建立。第一层面须重点解决面向医疗卫生行业专业人员的显性知识管理问题,第二层面须重点解决面向医疗卫生行业专业人员隐性知识的管理问题,第三层面须重点解决社会公众的个人知识管理问题。

在医疗卫生行业进行知识管理体系的第一层面的建设工作时,分专业的知识图谱的研究是非常重要的一个关键点,知识图谱是在海量数据的基础上,将计量学引文分析、共现分析等方法结合,用可视化的图谱形象地展示学科的核心结构、发展历史、前沿领域以及整体知识架构的多学科融合的一种研究方法^[9]。目前知识图谱的应用在发达国家已经逐步拓展并取得了较好的效果,但它在我国仍属研究的起步阶段^[10]。上海曙光医院构建的中医药知识图谱、本体医疗知识库 SNOMED-CT、IBM Watson Health 等应用近两年也开始进入人们的视线。然而,医疗卫生行业分专业的知识图谱研究具有很强的跨学科特点,因而少有人涉及。加强知识图谱的研究将有助于医疗卫生行业显性知识管理问题的解决,极大提高相关医疗卫生行业专业人员获取显性知识的效率和效能。

另外,在医疗卫生行业进行知识管理体系的第一和第二层面的建设工作时,5G+环境将会发挥重要作用。知识分为显性知识和隐性知识,对医疗卫生行业而言,通过5G+环境首先可以促进显性知识的获取、收集、组织、存储、交流、分享、转移与应

用^[11],其次5G网络大带宽的技术特点已经使得基于5G网络的增强现实(augmented reality, AR)和混合现实(mix reality, MR)技术在远程诊疗中普遍应用,高水平医生可以随时随地介入现场诊疗,高水平医生隐性知识的传播更加实时高效。从2020年下半年至今,江苏省人民医院已经通过中国移动江苏公司的5G网络和配套的AR和MR技术远程指导了多场乳腺手术,效果比传统的基于有线和4G的远程会诊平台更好。而随着后期边缘计算节点的布放和5G独立组网的建成,手术现场将会以更加逼真的全息效果呈现在远端医生面前,使得远端高水平医生能更好地参与诊疗过程。

在诊疗过程中,高水平医生的个人知识体系和相应的经验很大程度上是以隐性知识的形式存在的,5G+环境使得医疗卫生行业高效学习型组织的建设成为可能。另外虽然人工智能在医疗卫生行业的应用并不成功^[12],但是在部分专业尝试研发使用人工智能诊断软件进行人机协同还是非常必要的,有助于医疗卫生行业中高水平医生的隐性知识显性化。

在医疗卫生行业进行知识管理体系的第三层面的建设时,重点是帮助社会公众建立个人医疗健康知识管理体系,在这个过程中,对于社会公众网络信息行为的研究是重点。然后在相关研究的基础上,建立有效的面向社会公众的医疗健康知识库和高效的信息传播路径,让社会公众及时准确获取有效信息,并在此基础上形成个人医疗健康知识管理体系,这将有助于我国健康社会的早日建成。

四、对数字医疗的未来展望

综上所述,数字医疗的内涵决定于医疗体系的数字化,而数字医疗的基础是大数据,核心是数据驱动,关键是医护人员和知识管理。大数据已被广泛认为是创造社会经济新价值的利器,数据已成为新的生产要素,掌握数据意味着掌握社会经济的新发展方向。大数据对人类的贡献已扩散到各个领域,推动各个领域的快速发展,例如医疗、教育、商业、工业、农业等。而医疗行业的核心在未来很长一段时间内依旧是人,是经过长期专业训练和具备丰富经验的医护人员,而具备行业特色知识管理体系的建立则有助于将有限的医疗资源辐射到更大的时空范围。

未来医疗发展的根本目的是保障人的健康,当数字医疗发展到了较为成熟的阶段,即医疗信息系统间实现互联,基本消除信息孤岛;5G+技术生态体系等先进的信息技术充分发挥价值,有效辅助医疗诊断、决策;医疗健康大数据的标准基本得到统一、

个人医疗信息隐私保护的法律和加密技术更加完善。那时候,患者将会拥有自己全生命周期的医疗数据信息(包括基因数据、诊疗数据、生活健康数据等),并可以随时按需合法合规获取。那时候,每个普通人都可以参与自己的医疗,参与自身的健康管理,医生予以适时指导,患者的地位开始转变,医患双方变成相对平等的协作伙伴关系。那时候,患者可以随时随地享受医疗服务,医疗服务将以医疗机构为原点延伸至任意地点,按需提供服务,医院将成为一个医疗信息资源和信息的管理与监控中心^[13]。可以断言,医疗民主化将成为数字医疗发展的下一阶段。

参考文献

- [1] 牟燕子,何有琴,吴敏. 中国健康医疗大数据研究综述[J]. 医学与哲学,2018,39(11):57-60
- [2] 陶波. 基于大数据平台的医疗健康数据分析与应用模式研究[D]. 武汉:华中科技大学,2019
- [3] 中国移动董事长杨杰详解“5G+”计划[EB/OL]. [2020-12-08]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1637300854046982542&wfr=spider&for=pc>
- [4] 罗伯特·瓦赫特. 数字医疗[M]. 北京:中国人民大学出版社,2015:109-113
- [5] 吴友富,万岩,范静,等. 大数据时代健康信息隐私管理的政府行为研究[J]. 管理世界,2017(1):174-175
- [6] WANG L D, CHERYL A A. Big data analytics in healthcare systems[J]. IJMEMS,2019,4(1):17-26
- [7] ISSA A M, MARCHANT G, CAMPOS-OUTCALT D. Big data in the era of precision medicine: big promise or big liability?[J]. Per Med,2016,13(4):283-285
- [8] JAMES B S. Paradigm shift in medical data management[J]. JACC Cardiovasc Imaging,2017,10(11):1304-1306
- [9] 秦长江,侯汉清. 知识图谱——信息管理与知识管理的新领域[J]. 大学图书馆学报,2009,27(1):30-37, 96
- [10] 肖仰华,徐波,林欣,等. 知识图谱概念与技术[M]. 北京:清华大学出版社,2020:24-25
- [11] 姚伟. 知识管理[M]. 北京:电子工业出版社,2020:3-9
- [12] CAI L, GAO J, ZHAO D. A review of the application of deep learning in medical image classification and segmentation[J]. Ann Transl Med,2020,8(11):713
- [13] 埃里克·托普. 未来医疗[M]. 杭州:浙江人民出版社,2016:204-208

(本文编辑:姜 鑫)

Analysis of digital medicine development in 5G+environment

BAI Jia, ZHI Yong

China Mobile Communications Group Jiangsu Co., Ltd, Nanjing 210029, China

Abstract: Nowadays we have entered the era of cloud computing and big data. The 5G mobile communication technology provides a lot of possibilities for re-improving the level of informatization applications in all walks of life. At the same time, 5G has a strong integration effect with a variety of advanced information and communication technologies, e.g. cloud computing and big data, forming a 5G+ technology ecosystem with the characteristics of technology convergence. In this paper, the development of digital medicine under the 5G+ environment was analyzed, the influence of 5G+ on the development of digital medicine was discussed, two key problems existing in digital medicine and corresponding solutions were proposed, and finally the future of digital medicine was looked forward to.

Key words: 5G+; digital medicine; medical and health big data; data management; knowledge management