

5G 网络技术在医疗领域的应用前景^{*}

孔祥溢 王 靖 方 仪

(国家癌症中心/国家肿瘤临床医学研究中心/中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院乳腺外科 北京 100021)

〔摘要〕 阐述 5G 网络技术内涵、基本性能及核心技术,探讨 5G 网络下的可穿戴医疗设备远程监控、诊断等方面应用前景,指出 5G 网络技术将成为推动虚拟现实技术大规模应用于医学的关键因素。

〔关键词〕 5G 网络技术; 医疗领域; 应用前景

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2019.04.004

Application Prospect of 5G Network Technology in the Medical Field KONG Xiangyi, WANG Jing, FANG Yi, Department of Breast Surgical Oncology, National Cancer Center/National Clinical Research Center for Cancer/Cancer Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing100021, China

〔Abstract〕 The paper elaborates on the technical connotation, essential performance and core technology of 5G networks technology and discusses the application prospect of remote monitoring and diagnostics through wearable medical devices under support of 5G networks, etc. It points out that 5G network technology will be the key factor to promote the large-scale application of Virtual Reality (VR) in the medical field.

〔Keywords〕 fifth generation network technology; medical field; application prospect

1 引言

2013 年 5 月韩国三星电子公司宣布已成功开发出第 5 代移动通信技术,且预估在 2020 年大规模推向市场。该通信技术被称为 5G (Fifth Generation),

是 4G 的延伸,目前正经历从概念构想到标准化制定的飞跃,已在全球多家互联网公司和移动通信公司以及交通、媒体、教育、医疗、金融等多个领域开展业务试验并取得成功。5G 技术可在 28 GHz 超高频段以超过 1Gbps/s 的速度输送数据,使网络时延、能源消耗、网络容量问题等得到极大改善,推动物联网和互联网进入更高级的发展阶段。医疗行业是电子信息高科技在现实领域应用的先行者,5G 网络及其促进的虚拟现实 (Virtual Reality, VR) 技术将大大促进医学的进步和发展。

2 5G 技术背景及基本情况

2.1 背景

移动通信技术自 20 世纪 70 年代的蜂窝通信

〔收稿日期〕 2019-03-07

〔作者简介〕 孔祥溢,博士,主治医师,发表论文 50 篇;通讯作者:王靖。

〔基金项目〕 国家自然科学基金(面上项目)(项目编号:81872160);北京市自然科学基金(重点项目)(项目编号:7191009);北京市科技计划-首都市民健康培育(项目编号:Z16110000116093);北京市科技计划-首都市民健康培育(项目编号:Z171100000417028)。

(一种无线组网方式) 概念提出至今已经历 4 代发展历程。如今人们可以在日常工作和生活中非常便捷地使用智能手机和移动互联网设备 (Mobile Internet Device, MID), 这得益于 4G 网络技术^[1-2]。5G 网络则可将现在的网络传输速度提高至少 100 倍, 带来前所未有的体验。5G 网络面向未来通信网络发展需求, 移动数据流量在未来数年内将呈井喷式增长, 到 2020 年流量将增长 1 000 倍。因此 5G 也被称为“剑指 2020 年的崭新移动通讯技术”^[3]。

2.2 基本情况

5G 网络技术特别强调用户的个人体验和服务感受, 这是研究核心之一, 也是区别于传统 4G 网络技术的重要方面。相比 4G 网络, 5G 在应用体验速度、数据传输速度和密度、端际延时、便携性和移动性、频谱效率、能效、成本等方面的需求均有 1~2 个数量级的提升^[3]。未来移动通信更高的带宽、更小的蜂窝、更密集而灵活的无缝覆盖需求将依赖于可提供稳定大容量信道并具有灵活资源调配能力的光通信网络。5G 网络时代的光网络将面临更大的机遇和挑战, 无线网络、光网络也终会趋于统一^[4]。

3 5G 技术基本性能与核心技术

3.1 基本性能

5G 网络技术有 3 个最基础的性能特征: 端对端时延低 (毫秒级, Ultra Reliable Low Latency Communications, URLLC)、流量密度大 (连接数高, Massive Machine Type Communication, mMTC)、速度快 (Enhanced Mobile Broadband, eMBB)^[4]。正是由于这样的高性能, 5G 网络技术将给现代社会和生产带来巨大变化: 第一, 即时应用技术将得到极大改善, 从而在 GPS 导航、虚拟现实、增强现实 (Augmented Reality, AR)、网络视频会议、智能城市、网络即时游戏、无人驾驶交通等领域发挥重要作用; 第二, 更高数量级的连接数和呈井喷式扩充的流量密度使更多的高科技设备如可穿戴医疗设备、智能办公产品等同时接入互联网, 带给用户崭新体

验; 第三, 用户网络速率 (目标最大 10Gbps), 5G 将其提高至少 100 倍, 将极大改善服务体验——零时延、零等待, 同时也将大大推动更多网络服务业务的发展。

3.2 核心技术

5G 通讯包括两项核心技术——超高密度的无线网络、超高效率的无限传输^[5]。5G 网络下的无限传输技术是在 4G 基础上以电磁波角动量特征为基础, 采用多输入多输出 (Multiple Input Multiple Output, MIMO) 的方式实现。该方式提供充足的空间自由度, 使超高效能的新型无线传输技术满足系统中多个用户在同一时间进行通信。在特定的频带范围内使用同一时频资源, 使信道传送的数目提高几个数量级, 极大提高无限通信效率, 解决频谱拥挤难题。同频全双工技术 (Co-time Co-frequency Full Duplex, CCFD) 是指在微处理器与外围设备之间采用发送线和接受线各自独立的方法实现交换机接收和传输数据同时进行的技术^[6], 是 5G 通信系统充分挖掘无线频谱资源的一个重要方向, 也是 5G 网络技术不断发展的关键。超密集异构网络 (Ultra Dense Network, UDN) 也是将来 5G 网络技术大幅度提升数据流量密度的关键, 目前已经在多个领域显示出应用潜力^[7]。UDN 可以良好地改善网络覆盖, 成数量级地提高网络系统容量, 为多元化、宽带化、综合化、智能化、高效化的 5G 发展打开新格局^[7]。新切换算法的出现、网络动态部署技术的发展、网络拓扑协同和干扰抵御技术的成熟以及 UDN 的发展趋于完善, 有利于 5G 技术进一步提高网络容量和传输效能。

4 5G 网络下可穿戴医疗设备远程监控

4.1 内涵

在“互联网+医疗”的大背景下智能手机、远程医疗、智慧医疗等新概念、新设备、新技术层出不穷, 可穿戴医疗设备成为技术研发的热点。可穿戴设备是可佩戴在人体上的便携设备的总称, 是

可穿戴技术的实现方式^[8]。通过计算机科学 (Computer Science, CS)、互联网、物联网、无线通讯、蓝牙、多媒体等技术将医疗检测和数据传输装置佩戴或埋植于人体本身或眼镜、手表、手环、脚链、戒指、项链等穿戴饰品,即时、准确、高效地记录人体各项生命体征、病理生理信息,通过云端传输和分析技术呈现给患者、医院、医生,使医疗保健、疾病预防、诊疗、随访等过程既舒适便利又准确科学^[9]。

4.2 特征

可穿戴医疗设备的首要特征是高速智能化、可移动性、无线化^[10]。传统的便携式医疗设备只能在接电固定的状态下正常运行,可穿戴医疗设备与其不同的重要特点是高度移动性,即不仅在关机状态下可以移动,在运转状态下也可以实现便携。技术的核心是可穿戴设备的无线化,即利用红外线、蓝牙、WiFi、GPS 等高科技手段使设备可随患者任意移动,准确检测、记录、无线传输患者各项生理数据、生命体征和即时化验结果供医师参考,真正实现便携、可穿戴的特点。未来 10 年 5G 网络技术将在 4G 网络技术的基础上将移动网络数据流量密度提高 1 000 倍以上,极大改善传输效能,克服以往传输延迟、联通滞后的弊端,真正实现高速智能化以及动态监测,提供医疗诊断数据。

5 5G 网络下远程诊断

5G 网络使远程诊断真正成为现实。在未来 20 年我国人口特征将面临的重要变化是严重老龄化,相应地老年疾病发病率急速增高,对医疗资源的需求也随之大幅增加。然而医疗人才资源非常紧缺,每年医学毕业生中从事医生工作的只占不足 20%。面对日益增长的医疗资源需求与供给紧张的矛盾,有效的解决思路是优化医疗资源配置,尽可能提高配置效率。远程医疗服务技术具有广阔的开发前景,通过在线诊断、会诊等,医疗流程大大简化,成本大幅降低,生活在偏远山区的人们甚至可以借

助 5G 网络足不出户便接受到直接、即时的优质医疗资源服务^[11]。患者在当地医院即可接受 5G 网络下的远程专家会诊、随访,优化医疗资源配置、筛选分流患者、帮助用户管理健康,为医生和患者节省大量时间、金钱。

6 5G 将成为 VR 大规模医学应用的关键

6.1 研究内容与应用场景

VR 技术是近年来新崛起的融合三维显示、三维建模、传感测量和人机交互等的综合技术^[12]。研究内容涉及人工智能、计算机图形学、智能控制、心理学等,是许多相关学科领域交叉、集成的产物。VR 借助于光学设备和计算机技术制造虚拟影像,建立一种类似真实的,集视觉、听觉、触觉于一体的影像场景。用户可以借助高科技头盔、眼镜等辅助设备与虚拟环境互动,产生身临其境的感受。VR 已经深入到生活中的各个领域,包括教育、交通、医疗、工业生产、游戏娱乐、军事、文化艺术、旅游、制造等。近年来 VR 与医学的结合越来越紧密,突出体现在虚拟手术、数字医院、医学模拟演示、实训模拟演示、教学实训演示、医院虚拟仿真系统、手术仿真训练系统等方面^[13]。未来 VR 将在生物医学仿真应用、辅助病情判断、协助建立手术方案、手术训练教学、保护医生和降低培训费用、药物研究、康复医学等领域发挥更加重要的作用。

6.2 5G 网络环境下的 VR

VR 在医疗领域的大规模应用很大程度上取决于网络处理 VR 需求的速度和容量^[14]。5G 网络技术将在 VR 大规模医学应用方面发挥极大的作用。根据 IMT-2020 制定的指导方针,5G 将提供每秒 20Gb 的峰值数据速率;即便是在蜂窝基站覆盖边缘,也可以容易地获得大于 100Mb/s 的数据传输速度;每平方米区域容量为 10 Mbps;空中旅行下载往返延迟为 1 毫秒。与 4G 网络相比,5G 的数据吞吐量增加 10 倍,通信容量增加 100 倍,而延迟则降低 90% 以上。VR 能够改变医疗运行模式,使远程

诊疗、手术、医学教育成为可能,有助于医院提升工作效率。为尽可能满足分辨率和视角需求,医学领域中的 VR 对数据传输速度、容量、流量的要求非常高,甚至成几倍、几十倍的提升。5G 网络技术可以更高效地利用资源,在 VR 大幅度优化医疗生态圈的过程中若没有 5G 将无法创建稳定的医疗业务模型。

7 结语

在医疗领域远程诊断、会诊、手术、教学给 5G 网络技术带来很广阔的发展空间和机遇。特别是 VR 技术是一项不断发展的高科技模拟手段,对手术规划、专科教学培训,尤其是手术技能训练有潜在的重大意义。随着 VR 技术与导航、术中影像技术的联合应用,VR 与医学的结合将会越来越密切。在 5G 网络技术的辅助下处理 AR 和 VR 需求的速度和容量将大大提高,使其真正在医疗领域发挥重要作用。

参考文献

- Shirado A, Morita T, Okusaka T, et al. Availability of Palliative Care Units and Outpatient Services in Japan – A Nation – Wide Survey [J]. *Gan To Kagaku Ryoho*, 2015, 42 (9): 1087 – 1089.
- Zhang J, Sun L, Liu Y, et al. Mobile Device – based Electronic Data Capture System Used in a Clinical Randomized Controlled Trial: advantages and challenges [J]. *J Med Internet Res*, 2017, 19 (3): e66.
- Wang L, Wang Y, Ding Z, et al. Cell Selection Game for Densely – deployed Sensor and Mobile Devices in 5G Networks Integrating Heterogeneous Cells and the Internet of Things [J]. *Sensors (Basel)*, 2015, 15 (9): 24230 – 24256.
- You I, Sharma V, Atiquzzaman M, et al. GDTN: genome – based delay tolerant network formation in heterogeneous 5G using inter – UA collaboration [J]. *PLoS One*, 2016, 11 (12): e167913.
- Okasaka S, Weiler R J, Keusgen W, et al. Proof – of – concept of a Millimeter – wave Integrated Heterogeneous Network for 5G Cellular [J]. *Sensors (Basel)*, 2016, 16 (9): 1362.
- Altabas J A, Izquierdo D, Lazaro J A, et al. 1 Gbps Full – duplex Links for Ultra – dense – WDM 6. 25 GHz Frequency Slots in Optical Metro – access Networks [J]. *Opt Express*, 2016, 24 (1): 555 – 565.
- Chih – Lin I, Han S, Xu Z, et al. 5G: rethink mobile communications for 2020 + [EB/OL]. [2018 – 09 – 10]. <http://europepmc.org/abstract/MED/26809577>.
- Cui H, Yao S. Key Technology and Quantity Control of Wearable Medical Devices [J]. *Zhongguo Yi Liao Qi Xie Za Zhi*, 2015, 39 (2): 113 – 117, 121.
- Khan Y, Ostfeld A E, Lochner C M, et al. Monitoring of Vital Signs with Flexible and Wearable Medical Devices [J]. *Adv Mater*, 2016, 28 (22): 4373 – 4395.
- Voss T J, Subbian V, Beyette F J. Feasibility of Energy Harvesting Techniques for Wearable Medical Devices [J]. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2014 (2014): 626 – 629.
- Vinekar A, Mangalesh S, Jayadev C, et al. Impact of Expansion of Telemedicine Screening for Retinopathy of Prematurity in India [J]. *Indian J Ophthalmol*, 2017, 65 (5): 390 – 395.
- Cikajlo I, Cizman S U, Vrhovac S, et al. A Cloud – based Virtual Reality App for a Novel Telemindfulness Service: rationale, design and feasibility evaluation [J]. *JMIR Res Protoc*, 2017, 6 (6): e108.
- Werner H, Lopes D S J, Ribeiro G, et al. Combination of Ultrasound, Magnetic Resonance Imaging and Virtual Reality Technologies to Generate Immersive Fetal 3D Visualizations During Pregnancy for Fetal Medicine Studies [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2016, 50 (2): 271 – 272.
- Raison N, Ahmed K, Fossati N, et al. Competency – based Training in Robotic Surgery: benchmark scores for virtual reality robotic simulation [J]. *BJU Int*, 2017, 119 (5): 804 – 811.