

5G 在各行业应用情况的研究

自动化 2211 班 陈博 U202214123

摘要

5G，即第五代移动通信技术，在各行各业都有应用，它推动着科技的发展。2023 年，5G 的应用将更加普及和成熟。但是，5G 将向什么样的方向发展，它将解决我们生活中的哪些问题或者在哪些方面提高我们的生活水平，我们还没有什么头绪，但这些问题关系到 5G 未来的发展及应用，也是我们应该知晓的。本文首先简单阐述了无线技术的演变历史，这能一定程度地预测 5G 未来的发展趋势。然后研究当下 5G 的各种应用场景的研究现状，比如：在医学上的应用，在无人驾驶中的应用……最后总结了未来 5G 的机会和挑战，对 5G 未来进行展望。我们的研究证明，目前，在各行各业中都有 5G 的应用，并且已经非常成熟，但仍存在着缺陷。总体来说，5G 的未来一片光明！

关键词：5G 的发展脉络，5G 在医学上的应用，5G 与无人驾驶，5G 与卫星通信，5G 的未来，5G 的机会，5G 的挑战

1 前言

移动通信延续着每十年一代技术的发展规律，已历经 1G、2G、3G、4G 的发展。每一次代际跃迁，每一次技术进步，都极大地促进了产业升级和经济社会发展。从 1G 到 2G，实现了模拟通信到数字通信的过渡，移动通信走进了千家万户；从 2G 到 3G、4G，实现了语音业务到数据业务的转变，传输速率成百倍提升，促进了移动互联网应用的普及和繁荣^[1]。当前，移动网络已融入社会生活的方方面面，深刻改变了人们的沟通、交流乃至整个生活方式。4G 网络造就了繁荣的互联网经济，解决了人与人随时随地通信的问题，随着移动互联网快速发展，新服务、新业务不断涌现，移动数据业务流量爆炸式增长，4G 移动通信系统难以满足未来移动数据流量暴涨的需求，急需研发下一代移动通信（5G）系统。

第五代移动通信技术（5th Generation Mobile Communication Technology，简称 5G）是具有高速率和低时延特点的新一代宽带移动通信技术，5G 通讯设施是实现人机物互联的网络基础设施。

5G 作为一种新型移动通信网络，不仅要解决人与人通信，为用户提供增强现实、虚拟现实、超高清(3D)视频等更加身临其境的极致业务体验，更要解决人与物、物与物通信问题，满足移动医疗、车联网、智能家居、工业控制、环境监测等物联网应用需求。最终，5G 将渗透到经济社会的各行业各领域：在医学上的应用^[2]，在无人驾驶中的应用^[3]，自动驾驶的算法设计^[4]，与天线、卫星技术的结合^[5]。成为支撑经济社会数字化、网络化、智能化转型的关键新型基础设施。

当今，中国的 5G 在 2020 年，以 SA 组网为导向 5G 基站数突破 70 万，5G 发展按下“快进键”应用遍地开花^[6]。

站在 2023 年的今天，回望 5G 的发展脉络，以及目前 5G 的研究现状。同时，本篇报告将总结 5G 应用部分方向的最新进展，以及预测未来 5G 的机会和挑战^[7]，对 5G 未来进行展望^[8-10]。

2 材料与方法

2.1 5G 的发展脉络

意大利发明家 G. Marconi 在电磁波的帮助下，以三点莫尔斯电码的形式沿 3 公里的距离传输字母“S”，从而解锁了最近一天的无线通信路径。在此诞生之后，无线通信已成为当今社会的重要组成部分^[1]。

1G：第一代是在 1 的最初宣布的。它的数据速率高达 1980.2kbps。它有很多缺点，例如低于标准容量，鲁莽的切换，较差的语音关联以及没有安全性^[1]。

2G：第二代于 1990 年代后期推出。2G 移动手机电池续航时间更长，因为无线电信号功率低。它还提供短信服务（SMS）和电子邮件等服务^[1]。

2.5G：2.5G 系统通常使用 2G 系统框架，但它在电路交换的同时应用分组交换。它可以辅助高达 144kbps 的数据速率。主要的 2.5G 技术是 GPRS，GSM 演进增强数据速率（EDGE）^[1]。

3G：三代成立于 2000 年底。它提供高达 2Mbps 的传输速率。第三代（3G）系统将高速移动接入与基于互联网协议（IP）的服务合并在一起。全球漫游和改进的语音质量等其他便利设施使 3G 成为非凡的一代。3G 手机的主要缺点是，它们比大多数 2G 型号需要更多的功率。与一起，3G 网络计划比 2G 更昂贵^[1]。

3.75G：长期演进技术（LTE）和固定全球微波接入互操作性（WIMAX）是移动数据服务的未来。LTE 和固定 WIMAX 有可能补充网络容量，并为大量用户提供访问各种高速服务的设施，如点播视频，点对点文件共享和复合 Web 服务。除此之外，还可以访问补充频谱，该频谱使运营商非常合规地管理其网络，并以更低的成本提供更好的覆盖范围和改进的性能^[1]。

4G：4G 通常被称为 3G 和 2G 标准的后代。第三代合作伙伴计划（3GPP）目前正在将长期演进（LTE）高级标准化为即将推出的 3G 标准以及微波接入的全球移动互操作性（WIMAX）。4G 系统通过提供基于 IP 的完整可靠的解决方案来改善流行的通信网络。语音、数据和多媒体等便利设施将随时随地与前几代人相关的更高数据速率传授给用户。使用 4G 网络的应用包括多媒体消息服务（MMS），数字视频广播（DVB）和视频聊天和移动电视^[1]。

5G：随着用户需求的指数级增长，4G 现在将很容易被 5G 取代，采用先进的波束分多址（BDMA）和非和准正交或滤波器组多载波（FBMC）多址。BDMA 技术背后的概念是通过考虑基站与移动站通信的情况来解释的。在这种通信中，为每个移动站分配一个正交波束，BDMA 技术将根据移动站的位置划分该天线

波束，以便对移动站进行多次访问，从而相应地增加系统的容量。转向 5G 的想法是基于当前的漂移，通常认为 5G 蜂窝网络必须解决 4G 无法有效解决的六个挑战，即更高的容量，更高的数据速率，更低的端到端延迟，大规模的设备连接，降低成本和一致的体验质量配置^[1]。

2.2 5G 在医学中的应用

中国 5G 技术的商业化已经改变了其对 COVID-19 大流行的响应机制，为一线工作人员提供了更好的帮助，并促进了病毒跟踪、患者监测、数据收集和分析的改进。以中国为例，在本节中，我们讨论了各国采用 5G 以帮助提高抵御 COVID-19 健康危机的效率的各种方式^[2]。同时，5G 在医学中的应用还有：方舱医院、放射学、接触者追踪、远程外科等^[7]。

2.2.1 5G+远程医疗

远程医疗是指远程监控患者的做法。尽管无人机、智能可穿戴设备和移动应用程序的使用可以增强远程医疗领域的功能，但 5G 网络技术是实现这些功能的必要条件。由于带宽和数据传输速度有限，现有的 4G 网络无法支持实时高质量的视频会议，这是无缝会诊电话会议的基本要求。为此，5G 凭借其超低延迟和高速数据传输等特性，可以使移动网络解决问题。此外，5G 可以实现沉浸式虚拟和增强现实（VR/AR）应用，可以想象这会导致远程医疗的互动体验，并使护理人员能够立即提供有关可能的并发症和治疗策略的专业知识^[2]。

2.2.2 5G+医学成像

近年来，图像存档和通信系统（PACS）等医学成像技术已成为诊断和治疗中不可或缺的一部分。结合下一代蜂窝网络以及人工智能和大数据分析等技术，PACS 可以提供增强的数据分析和处理，同时需要最少的人力。在武汉的一家专科野战医院雷神山医院，支持 5G 的医学成像平台允许对 COVID-19 患者进行实时诊断，从而减轻了医院医务人员的一些负担^[2]。

2.2.3 5G+热成像

热成像技术最初是为防空而开发的，现在已经进入了包括医疗保健在内的多个领域，事实证明它特别有利。5G 网络的建立促进了支持 5G 的热成像系统的发展，该系统可以在国防和医疗保健领域有多种应用。5G+红外热成像监测系统可以高精度地实现运动体的实时温度。然后，系统积累的数据可以使用 5G 网络以超低延迟传输到中央监控系统。对于 COVID-19 爆发，此功能可能意味着全天候的公共温度监测。在中国，几个 5G +热成像系统已经整合到机器人和无人机中，这些系统已经部署在几个城市的公共场所，以减少 COVID-19 的传播^[2]。

2.3 5G 在无人驾驶中的应用

2.3.1 环境感知

无人驾驶车辆中的感知系统通过超声波雷达采集车辆与障碍物之间的距离信息,并在处理之后将该距离信息发送给路径规划决策单元用于路径规划以躲避障碍物。视觉感知处理单元由多个高清广角摄像头以及视觉处理控制器组成,高清广角摄像头采集自动驾驶车辆周围的全景图像发送给视觉处理控制器处理,在无人驾驶车辆中的感知系统安装 5G 通信模块,将其接入 5G 通信网络,可以有效降低无人驾驶车辆感知系统中传感器本身数据计算和处理的要求,处理后的图像信息通过 5G 网络发送给远程控制云平台来实现无人驾驶车辆的远程驾驶控制,通过 5G 网络发送采集的环境信息,能够实现对环境信息的高速和及时的处理,从而提供更精确的远程控制^[3]。

2.3.2 智能避障

沿道路的各个路段铺设多个 5G 基站,5G 基站能够为无人驾驶车辆提供更加精确的定位,同时 5G 网络也保障了障碍物信息上报和反馈的实时性。另外,通过 5G 网络技术也可以使得车辆之间保持安全的行驶距离^[3]。

2.3.3 路径规划决策

5G 网络用于传递无人驾驶车辆向远端控制云平台请求的路径规划方案、无人驾驶车辆同时将自身的位置信息以及目的地信息也通过 5G 网络发送给远端控制云平台,远端控制云平台通过计算得出路径规划方案之后通过 5G 网络下达给无人驾驶车辆。在无人驾驶车辆根据规划路径进行驾驶的过程中,无人驾驶车辆的感知系统实时进行协同感知,并通过远端控制云平台实时的通过 5G 网络更新路径规划方案^[3]。

2.4 5G 在卫星通信中的应用

纳米卫星的出现已经证明,传统的卫星结构可以小型化成非常小的外形。电气和电子元件小型化技术方面的技术进步也使曾经庞大、复杂、耗时和成本极高的卫星系统现在可以在小型、成本较低的卫星结构中开发,开发时间更短。这些小型化卫星被称为纳米卫星^[5]。

事实证明,在 5G 通信网络中使用传统卫星是有利的,因为它的覆盖范围、无处不在和安全性。然而,在 5G 通信中使用传统卫星的缺点是它们开发起来非常昂贵且耗时,需要专业知识和基础设施进行设计,开发和测试。在开发包括 5G 和 6G 通信在内的下一代通信系统时,将卫星用于物联网和大规模机器类型通信,需要将它们放置在低地球轨道(LEO)以实现低延迟。它们还必须能够在星座中

相互通信，以确保全球覆盖和流动性。这些大型传统卫星星座需要数年时间才能以非常高的成本建造，这可能会推迟预计将于 6 年开始的 2030G 的推出^[5]。

纳米卫星由于其结构小、研制发射成本低等特点，可用于满足低地球轨道中星地 5G 网络的要求。它们的发射成本相对较低，因为它们可以在乘车共享任务中与更大的卫星一起发射，也可以从国际空间站（ISS）发射。由于纳米卫星星座的开发和发射比较大的传统卫星更方便、更便宜，因此也可以设计和发射，因为它们在低延迟、鲁棒性、安全性和全球覆盖方面提供了改进的性能。此外，像 One Webb 和 SpaceX 这样的新太空公司已经投资了数十亿美元来开发这种用于快速 5G 互联网的小型卫星星座，并连接世界各地农村地区未连接的人口^[5]。

2.5 5G 的未来

2.5.1 机会

在人口老龄化的情况下，照顾老年人在任何医疗保健系统中都非常重要。近年来开发了许多远程监控设备和系统，从跌倒探测器到运动记录器，或用电量监视器。使用这些物联网设备将使医疗保健提供者能够监控患者并收集数据，以改善个性化和预防性护理。5G 可以改善家庭和初级保健诊所患者的监测和护理，从而提高全科医生的疗效^[7]。

2.5.2 挑战

5G 中带宽从 50 MHz 到 100 MHz 不等，而 5G 高带宽可以达到 40 GHz。与半径为几公里的大型 5G 蜂窝相比，4G 优于 100G 的性能（更高的频段和更低的延迟）可以通过传播损耗的增加来缓解，这可以通过每 4 米安装新的小型蜂窝来克服。5G 性能受到不准确的覆盖范围估计的影响。低估覆盖范围会导致与相邻小区的覆盖范围重叠，从而产生干扰。相反，高估覆盖范围会导致接收信号低于所需水平^[7]。

能耗将是另一个关键考虑因素，因为 5G 蜂窝基站比 4G 需要更多的能量（11.5 kW 对 6.8 kW）。此外，能源成本的提高将导致服务用户的总 5G 成本增加。出于这个原因，科学家应该专注于替代和更便宜的能源，以开发可持续的 5G 基础设施。另一种解决方案可能是在没有流量的情况下降低静态功耗^[7]。

2011 年，世界卫生组织（WHO）国际癌症研究机构将频率为 30kHz 至 300GHz 的辐射归类为“可能的”人类致癌物。5G 频率属于这个频谱，美国的频段超过 28 GHz，欧盟的频段超过 26 GHz。一些研究表明，射频辐射与癌症之间存在关联的证据较弱。最近的一项研究发现，使用手机与甲状腺癌之间没有显著关联^[7]。

5G 的安全和隐私及其未来的发展仍然至关重要，因为从本质上讲，5G 已经侵入了物理领域。5G 医疗设备将涉及大量不同类型的连接设备（可穿戴设备，智能手机，边缘设备，云服务器和医院/医疗中心的 IT 基础设施）。由于网络安全威胁有可能利用每个漏洞中的一个或多个漏洞，从而可能伤害患者，因此网络安

全至关重要，应通过持续监控漏洞和黑客攻击给予最高优先级，尤其是随着 5G 设备在医疗保健中的成功和采用增加^[7]。

开发小型卫星的挑战之一是，现有的制造材料和技术可能无法满足专门的高速和高数据速率卫星任务的设计和性能要求。纳米卫星系统的子系统包括通信天线，电力系统（EPS）模块，车载计算机和发射器以及姿态确定和控制系统（ADCS）模块。天线是射频（RF）前端的一部分，特别重要，因为它在空间和地球之间传输射频波，并与星座中的其他卫星建立连接。卫星天线需要支持通信频段，这些频段既为数据下行链路提供高速链路，又为遥测、遥控和控制数据提供低数据速率链路，如甚高频和超高频（VHF/UHF）。天线结构要求很小，同时还要满足卫星任务的要求^[5]。

小型纳米卫星天线设计的另一个挑战是缺乏硬件适应性，无法跟上软件更新和改进的步伐。随着公司或组织专注于提高其产品性能，软件通常会快速适应。有时，卫星上使用的软件会更新以提高性能。另一方面，卫星上的大多数硬件组件仅限于当前的软件版本，可能不符合更新的规格。卫星在轨时的其他行动包括从电枢无线电频率到商业无线电频率的过渡。在某些情况下，商业频率许可证申请可能需要数年时间才能获得批准，因此卫星可能必须首先在电枢频率上运行，然后在批准后切换到商业频率。硬件组件，特别是天线，允许将射频从电枢切换到商业，以及处理在轨软件更新的能力在纳米卫星中至关重要。然而，这种适应性非常有限，特别是在商用天线中^[5]。

3 讨论

在小基站层面，5G 的商用化进程推动了边缘计算技术的快速落地，同时边缘计算技术的应用也大大促进了 5G 网络更快、更好地发展。

谈到小基站产品的核心器件——芯片，蔡兆波称，前期的可选产品非常少，且价格高昂，获取周期非常长，这严重制约了小基站的发展。目前国产芯片开始崭露头角，打破了过去受制于国外厂商的被动局面。芯片国产化提高了小基站核心芯片的可获得性，且成本更低。当然国产芯片起步晚，与国外相比生产技术相对落后，性能和稳定性还需要优化。只有越来越多的小基站厂商使用国产芯片，才能催熟整个产业链^[8]。

致力于成为全球知名无线接入系统方案提供商的亨鑫科技，自 2020 年 9 月成立小基站研发中心以来，搭建了完善的研发体系，经过近 3 年的技术积累，从 X86+FPGA 方案，到 ARM+FPGA，再到国产化 SoC，已具备小基站技术迭代持续发展的实力，将与业界伙伴携手共进，推动全国乃至全球 5G 小基站行业不断走深走实^[8]。

无人机也是 5G 应用的一大场景^[10]。

4 总结

5G 的现在，应用遍地开花，而 5G 的未来，以"融合""智慧""低碳"3 个特征演进^[9]，向着未来前进！

参考文献

- [1] GUPTA A, JHA R K. A Survey of 5G Network: Architecture and Emerging Technologies [J]. IEEE Access, 2015, 3: 1206-32.
- [2] CHAMOLA V, HASSIJA V, GUPTA V, et al. A Comprehensive Review of the COVID-19 Pandemic and the Role of IoT, Drones, AI, Blockchain, and 5G in Managing its Impact [J]. IEEE Access, 2020, 8: 90225-65.
- [3] 王继梅. 基于专利的 5G 网络技术下的无人驾驶关键技术分析 [J]. 中国新通信, 2021, 23(09): 39-40.
- [4] BALKUS S V, WANG H, CORNET B D, et al. A Survey of Collaborative Machine Learning Using 5G Vehicular Communications [J]. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2022, 24(2): 1280-303.
- [5] RAMAHATLA K, MOSALAOSI M, YAHYA A, et al. Multiband Reconfigurable Antennas for 5G Wireless and CubeSat Applications: A Review [J]. IEEE Access, 2022, 10: 40910-31.
- [6] 吕萌, 程琳琳. 5G 2020 已建成 71.8 万座 5G 基站, 应用遍地开花 [J]. 通信世界, 2020, (34): 24-5.
- [7] MOGLIA A, GEORGIOU K, MARINOV B, et al. 5G in Healthcare: From COVID-19 to Future Challenges [J]. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 2022, 26(8): 4187-96.
- [8] 甄清岚. 5G 小基站“狂飙”还要等多久? [J]. 通信世界, 2023, No.919(09): 48-9.
- [9] 段晓东 孙. 面向融合、智慧、低碳的 5G 技术演进 [J]. 电信科学, 2022, 38(3): 3-9.
- [10] 谢尧庆, 邓继忠, 叶家杭, 等. 基于 5G 的无人机图传及在植保无人机的应用展望 [J]. 中国农机化学报, 2022, 43(1): 135-41.