

基于物联网技术的智能远程医疗系统构建

远程医疗是未来医疗行业发展的主要方向，但是其发展必需要有信息技术的支持才能实现。物联网作为下一代信息技术的新生力量，必然能够促使信息技术更加彻底地融入日常生活。我国医疗卫生行业应该积极借助物联网技术，推动个性化医疗服务发展，使居民能够享受 IT 行业和医疗行业共同发展所带来的福利[2]。因此，本文基于物联网技术构建具有智能采集、智能远程监控和智能远程医护等特征的智能远程医疗系统，从而实现远程医疗的信息化、个性化和智能化。

1 我国远程医疗系统的发展现状和趋势

我国的远程医疗系统起步较晚，但发展速度较快，受重视程度较高。我国远程医疗的首例报道是 1988 年解放军总医院和德国一家医院的远程病历讨论，1997 年中国金卫医疗网络正式开通，同年 9 月中国医学基金会成立国际医学中国互联网委员会，主要发展我国医学信息和远程医疗工作。2001 年解放军总后勤部和卫生部启动“军卫二号工程”（全军远程医学信息网），主要为我国偏远驻地官兵提供医疗服务。在我国《卫生事业发展“十二五”规划》中明确提出要“发展面向农村及边远地区的远程诊疗系统，提高基层尤其是边远地区的医疗卫生服务水平和公平性”。虽然

我国远程医疗取得了一定成绩，但是目前仍存在很多问题，主要表现在：
① 医疗机构之间信息共享程度低，存在信息孤岛，致使远程医疗系统使用率较低；
② 远程医疗系统应用深度不够，部分功能没有得到使用；
③ 远程医疗系统的建设力度不够，没有形成良好的基础环境；
④ 远程医疗的法律法规不健全；
⑤ 远程医疗未能建立比较完善的标准体系。

随着社会经济的不断发展以及医疗水平和居民生活水平的不断提高，远程医疗的需求将会不断扩大。远程医疗系统的发展呈现以下趋势：
① 轻便、易携带的终端设备；
② 个性化需求的增加；
③ 全方位、立体化发展；
④ 更加智能化和自动化；
⑤ 功能需求的扩大，远程监护、远程咨询及个人健康档案等将成为发展重点。同时，远程医疗将成为防洪抢险、抗击特大雪灾、地震等自然灾害的重要工具和手段，远程医疗的触角也将逐渐伸向乡镇、社区和家庭。

2 基于物联网技术的智能远程医疗系统

2.1 物联网技术对智能远程医疗的影响

2.1.1 智能远程采集

物联网技术的发展，促使医疗设备、材料和患者的数据采集更加方便、快捷和准确。基于物联网技术的智能远程监护系统将能够实现对远程产生的所有影像、文字、图片等资料进行采集和保存，也能够采集医生在远程医疗过程中所采取的医疗行为。同时，能够将远程医疗前后患者身体所产生的生理反应等信息进行智能对比和分析。患者可以查看远程医疗的所有数据，实现远程医疗过程的可视化和智能化。

2.1.2 智能远程监控

基于物联网技术的远程医疗可以实现对患者全方位、全天候的智能监控，对患者的生理数据进行实时采集，一旦有异常现象将立即发出报警。同时，这种智能监护不会严格限制患者的行动自由，患者可以在有效监测范围内随意活动，一旦离开监测范围则报警提醒[11]，同时会将相关数据发送给医生、护士和监护人，从而在第一时间采取应急措施，避免出现意外。

2.1.3 智能协同作业

物联网技术的出现将提高在协调作业过程中的信息化、自动化和智能化水平，从而实现最终的智能协同，降低出错率，使得医院和医院之间、医院内部的协同作业能力得到提升，提升医院的响应速度和效率，对于挽救患者的生命具有重要意义。

2.1.4 智能远程医护

智能远程监护系统可以根据采集到的相关数据在系统数据库中进行智能匹配和选择相对应的医疗解决办法，智能提示应该采取的医疗措施和注意事项。同时，在进行远程会诊时智能推荐医疗解决方案，以及对专家的解决方案进行记录并自动完善。

2.1.5 智能管理

智能远程医疗系统要求管理者的综合素质更高，应急能力更为敏捷，同时其管理范围和内容更为复杂和多变，管理方法更加多样，从而满足智能远程医疗系统在数据采集、监控和协同作业等方面的要求。

2.2 基于物联网技术的智能远程医疗系统构建

2.2.1 智能远程医疗系统的定位

智能远程医疗系统的主要作用和目的在于利用物联网技术实现对医疗行业的资源整合，优化社会医疗卫生资源配置，提供具有个性服务、全面感知、智能监控等特点的智能远程医疗服务。其定位为：① 政府：行业信息、市场监督、电子政务、公共政策；② 家庭 / 个人：健康档案管理、个性

化需求定制、家庭健康管理、医疗咨询；③ 医疗器械企业：产品售后管理、产品营销推广、客户关系管理；④ 银行：市场评估、信用评级、在线支付、信用贷款；⑤ 医疗机构：在线咨询、远程会诊、远程医护、远程监控；⑥ 保险公司：商业保险销售和推广、在线理赔、在线评估；⑦ 公益组织：公益宣传、公益活动、慈善募捐、健康倡导；⑧ 特殊职业：个性化定制、职业体检及健康管理方案、职业病预防。

2.2.2 智能远程医疗系统的架构

智能远程医疗系统的架构设计是以 SOA 架构为基础，同时结合物联网三层架构的技术特点进行设计，以 SaaS 形式向各类医疗服务主体提供软件系统服务，以 PaaS 形式向个人或家庭提供各类 Web 服务，通过对医疗资源的数据挖掘实现医疗资源的优化配置。换句话说，在智能远程医疗系统中，各企业厂商、政府、医疗机构、银行和公司等机构通过系统平台来提供各类医疗服务。个人、家庭或特殊职业 / 人群通过智能远程医疗系统平

台获得相应服务。基于物联网的智能远程医疗系统主要包括医疗资源层、数据采集层、网络通信层、数据层、应用层和用户层 6 个层次，见图 1。

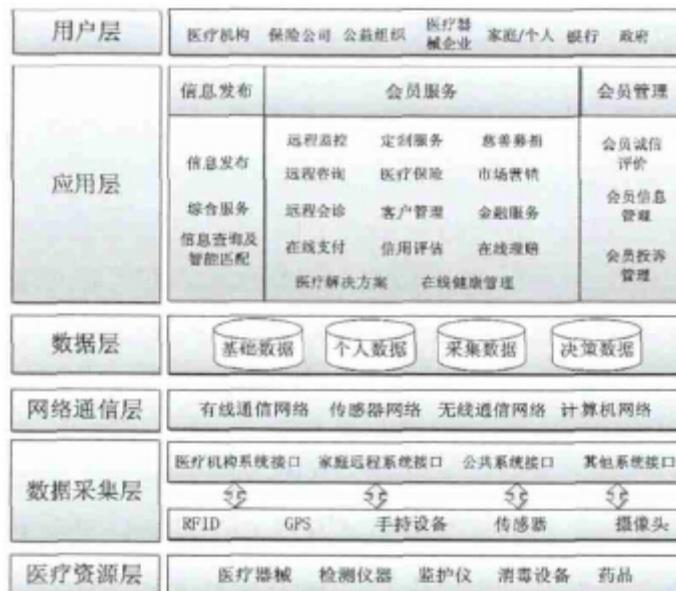


图 1 基于物联网技术的智能远程医疗系统架构

(1) 医疗资源层，即智能远程医疗系统中的所有医疗资源对象，包括医疗器械、检测仪器、监护仪等各种基础设备和设施，实现对医疗资源的可视化统一管理。

(2) 数据采集层，主要是利用 RFID、手持扫描仪、摄像头等设备实现对相应医疗资源和患者信息进行实时采集，然后通过医疗卫生机构系统、家

庭远程系统、公共医疗系统以及其他系统的软件接口和中间件技术对采集到的数据进行统一管理，从而实现对医疗资源的实时监控和跟踪。

(3) 网络通信层，通过现有的有线 / 无线网络、计算机网络以及未来建成的传感器网络对所采集的数据进行实时传输。在此基础上，建立具有自适应自组织特征的物联网网络通信系统。

(4) 数据层，存储采集的相关数据，包括医疗机构基础数据、个人数据、医疗行为数据以及决策数据等，对所有数据进行统一规范，构建标准的医疗资源数据库和专用集成数据中间件，实现数据的统一管理。

(5) 应用层，系统以 SaaS 形式向各类医疗服务主体提供软件系统服务，以 PaaS 形式向个人或家庭提供各类 Web 服务，通过对医疗资源的数据挖掘实现医疗资源的优化配置。包括信息发布、会员服务和会员管理 3 个主要功能。其中，会员服务是指提供具有个性化远程医疗的一站式服务，例如远程监控、在线支付和个性化定制等增值服务。

(6) 用户层，医疗机构、家庭 / 个人、政府、企业和公益组织等用户通过系统软件和门户网站，在线获得相应服务，实现实时交互以及相关信息的共享和传递。

3 基于物联网技术的智能远程医疗系统应用展望

3.1 智能远程医疗系统未来应用范围

基于物联网技术的智能远程医疗系统在未来的应用范围非常广泛[12-13]，例如按照应用场景可以有：① 家庭保健康复；② 医疗机构；③ 职业监控；④ 灾害救治。同时，按照应用人群可以适用于：① 新生儿、孕妇和产妇；② 心脏病、糖尿病和高血压等高危慢性病病人；③ 患有老年痴呆等导致意识不清晰的老年人；④ 运动员等有需要实时监控的特殊人群；⑤ 远程会诊。智能远程医疗系统的更多应用范围需要我们去开拓[14]。

3.2 相关支撑因素分析

3.2.1 基础设施建设和技术标准的统一物联网的发展需要基础设施建设足够规模，而基础设施规模化建设的首要条件是拥有统一的技术标准。规范化的市场能够提高物联网的产业价值，形成规模经济，同时在医疗物联网标准制定方面占据优势。因为医疗资源的系统数据之间存在非常大的差异，智能远程医疗系统需要建立支持不同系统环境和系统架构下的异构数据访问集成中间件。通过数据集成中间件定义的访问模式，实现不同类型数据的统一接入，从而将分散的、非标准的数据转换为具有结构化的分布式数据，最终实现信息在各个环节被准时、准确的读取。

3.2.2 法律法规的制定和安全隐私的保护在远程医疗的发展过程中，法律法规的制定和出台是十分必要和不可或缺的。只有在有健全和完善的法律条件下，远程医疗的需求才能被极大的刺激和释放。医疗行业的个人隐私如果被泄露，不仅会引起医疗事件，还会对医疗行业安全造成不良影响，所以个人信息的保护也是非常重要的一项任务。

3.2.3 融资困难和商业模式的创新

从物联网的产业链来看，其构成主要包括终端制造、软件开发、网络运营和最终用户等部分，结构较为复杂，而且各个环节需要大量资金，同时风险较高。物联网发展到现在还没有形成比较成熟的商业模式，其探索还需要更多的时间，同时医疗物联网的发展也才刚刚开始，相关技术还未成熟，智能远程医疗的商业模式决定其未来发展潜力和发展速度，需要不断创新和探索。

3.2.4 国家政策支持 and 智能医疗设备的发展

国家政策支持力度对物联网发展具有很大影响，政策和经济的倾斜，对物联网科研成果形成、产业化生产均具有极大推动作用。同样，医疗卫生资源的物联网也离不开国家政策支持，医疗作为特殊行业其支持力度更应该得到重视。加大对基于物联网技术的智能医疗设备的研发、生产和应用，推动医疗卫生资源之间形成物物相连，实现实时监控，最终实现与医疗卫生信息系统融合，打通信息孤岛，从而信息实时共享，形成远程医疗物联网的大数据。

3.2.5 大数据、云计算的技术成熟度和应用程度

基于物联网技术的智能远程医疗系统，将随时随地产生大量、多样、高速和有价值的的数据，智能远程医疗的大数据时代随之产生。如何对海量的数据进行深入分析和数据挖掘，实现和提供随时随地的决策支持。云计算无疑成为重要选择，利用计算分布在大量的分布式计算机的特点，实现按需服务。因此，大数据和云计算的技术成熟度和应用程度将成为智能远程医疗的关键因素之一。

4 结束语

智能远程医疗是物联网在医疗行业未来发展的重要方向之一，其发展必将走进寻常百姓家庭和日常生活中，是实现全民医疗保健的重要途径。物联网的发展对我国医疗行业的发展和居民享受更高水平的医疗服务具有重大意义，希望本文能够为我国远程医疗的发展提供帮助。