

·卫生管理信息学·

# 远程应急会诊系统的建设

韩贝贝

(上海交通大学医学院附属瑞金医院信息中心,上海 200025)

**摘要:**远程应急会诊系统平台的建设对于应急医疗救助,优质医疗资源共享有重要的现实意义。本文提出系统应遵循实时性、稳定性、易用性、开放性和扩展性原则,概括系统主要功能模块,包括患者病情资料获取与展示、远程视频会议建立、系统数据及人员权限后台管理,并结合5G核心技术提高远程视频会议的流畅性,且支持移动端和PC端,以期解决基层医疗资源紧张的问题。

**关键词:**远程应急会诊系统;视频会议;5G;医疗资源

**中图分类号:**R197

**文献标识码:**B

**DOI:**10.3969/j.issn.1006-1959.2023.17.012

**文章编号:**1006-1959(2023)17-0064-05

## Construction of Remote Emergency Consultation System

HAN Bei-bei

(Information Center,Ruijin Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine,Shanghai 200025,China)

**Abstract:**The construction of the remote emergency consultation system platform is of great practical significance for emergency medical assistance and sharing of high-quality medical resources. The paper puts forward that the system should follow the principles of real-time, stability, ease of use, openness and expansibility. The main functional modules of the system are proposed, including the acquisition and display of patients' condition data, the establishment of remote video conference, the background management of system data and personnel rights. It combines 5G core technology to improve the fluency of remote video conferencing, and supports both mobile and PC terminals.

**Key words:**Remote emergency consultation system;Video conference;5G;Medical resources

随着全球社会经济的发展,医护人员安全水平的提高也迫在眉睫。结合历年来突发传染病自然灾害的管理防护经验,救治过程中应该减少医生和患者之间的距离,避免交叉感染,并且通过集中隔离管理,要求患者自我监测,自我上报,在防控中为医护人员的安全提供了保障<sup>[1]</sup>。随着网络通信技术的换代革新,远程医疗技术逐渐成熟稳定。目前最新的通信技术5G,打破了原网络数据传输率低,数据传输接收延迟,传输速度不稳定等局限,给众多依赖互联网的带来了变革的契机<sup>[2]</sup>。计算机技术与网络结合赋能的远程医疗可以在保障安全的基础上使权威专家第一时间与一线的伤员和救护人员取得联系,这样做不仅是技术干预的灾害救援未来发展的必由之路,也是建设远程应急会诊系统的重要目标。建立远程应急会诊系统的意义在于减小突发紧急自然灾害对社会造成的危害,确保患者得到及时有效救治的前提下,减少医生频繁出入隔离病区,降低医患之间交叉感染的风险,完善医院应急救援系统,解

决突发事件患者来不及就医,基层医疗资源紧张等问题。远程应急会诊系统提高了各类突发灾害的紧急救援能力,减轻了受害者的伤亡率,患者在灾害现场第一时间享受权威专家的诊疗服务,促进疾病及时确诊及早治疗及不同地域专家进行经验交流,为医疗科研提供重要依据。现就远程应急会诊系统的建设总结如下。

### 1 远程应急会诊系统的发展历程

远程医疗的实践由来已久。根据可参考的文献记载,最早的民间远程医疗是在1985年的墨西哥大地震中首次使用<sup>[3]</sup>。20世纪初,心电图的发明人荷兰生理学家Wilhelm Einthoven运用电话系统传递出了患者的心电图信息,此次成就是远程医疗的第一次成功实践<sup>[4]</sup>。2001年,美国一医疗团队使用ZEUS机器人完成了世界上首例采用远程操控的外科手术<sup>[5]</sup>,开启了远程手术的历史先河,但受限于当时的传输技术(2G),图像与操控延迟对执刀医生的影响巨大。同年,英国文莱大学的R.S.H. Istepanian、B. Woodward、C.I. Richards使用2G技术与移动医疗技术相结合,成功将患者的心电图信息传输至手机上,并以3G技术设计出更加先进的移动医疗体系<sup>[6]</sup>。随着远程医疗的逐渐普及,各国也开始利用移动通信与计算机技术来进行一些远程医疗的研究和

基金项目:中国公共卫生联盟基金(编号:GWLM202041)

作者简介:韩贝贝(1989.5-),女,河南淮阳县人,本科,工程师,主要从事医疗远程信息系统和医院移动办公系统建设研究

实践。虽然我国的远程医疗起步晚于西方国家,但是随着新技术的不断更新迭代,我国的远程医疗在引入新技术后,发展速度一日千里<sup>[7]</sup>。据资料显示,我国的远程医疗始于上世纪 80 年代<sup>[8]</sup>。中国国际医学委员会于 1997 年 9 月创办,该组织的发展准备经历 3 个 10 年阶段:一个阶段的深度神经网络通信,光纤电缆和 RDIS 连接<sup>[9]</sup>。卫星通信阶段推动了医疗信息化的逐步发展,并逐步推进我国的远程医疗工作<sup>[10]</sup>。Herzon 通过研究互联网在医学领域的应用,发现远程医疗技术在军事领域的发展加大了对远程医疗技术的投资<sup>[11]</sup>。2001 年,全军远程医疗网络 (telemedology network) 建立,这对改善边远地区官兵的医疗服务起到了非常重要的作用<sup>[12]</sup>。2019 年 6 月 27 日,北京积水潭医院完成了世界首例基于 5G 网络的远程骨科手术,这标志着我国的 5G 网络体系以及远程医疗技术达到了新高度<sup>[13-15]</sup>。美国未来学家阿尔文·托夫勒多年以前曾经预言:“未来医疗活动中,医生将面对计算机,根据屏幕显示的从远方传来的病人的各种信息对病人进行诊断和治疗”<sup>[16]</sup>,而这次的手术,恰巧印证了阿尔文·托夫勒的预言,更进一步强化了远程医疗的发展模式。远程应急会诊属于远程医疗的一个分支,主要功能是在突发的公共卫生事件中,将伤员与权威专家在第一时间取得跨时空联系,实现优质医疗资源的共享。

## 2 远程应急会诊系统建设的原则和策略

从技术实现的角度来看,远程应急会诊系统建设的原则有以下几点:①实时性:“应急”属性决定了系统首先要能保证医生与患者之间交流的即时性。现有的技术水平可以实现远程声、像的实时传输;②稳定性:当医生与患者进行交流时信号的稳定性决定了交流的有效性;③易用性:由于医生和患者都不是信息技术专业人员,系统的清晰直白的操作界面是系统真正得以应用的重要保障;④开放性:远程应急会诊系统应能顺利接入现有医疗信息系统,而不是孤立的“视频远程会议系统”;⑤扩展性:随着技术的进步,随时可能会有新的手段、模式出现,所以开发时留好“树桩”以备增加新的功能模块,以及新旧版本的平滑迭代也是在设计时必须考虑的。

从运行管理层面看,该系统建设的前提需要各医院制度完善和各救援人员接受专业培训,医院遵循“优中选强”的原则,推选出综合素质优秀的各个学科专家骨干进入专家库。由于远程应急会诊系统

主要针对紧急情况下的突发灾害,留给救护人员和专家的准备时间很少,故对参与救援的一线人员和在后端支援的权威专家们,都需要严格的训练。

此系统需要强大的专家后援队作为支撑,专家库的数据维护也是重中之重,做到同一种类病症分配多个专家,以缓解其他外因导致的专家不能及时响应的问题。一套合理的专家值班系统也是需要由相关人员一致制定并维护的。

## 3 远程应急会诊系统的设计和实现

该系统支持移动端和 PC 端,从用户角度来讲,更有实用性。特别是发生紧急突发事件时,一线救护人员在没有预备电脑设施的情况下,可直接通过手机登录该系统,向专家发起会诊邀请,极大的节约了救治伤患时间。服务端接收到应用前台发来的应急请求,会向系统前端发出警告信息,提醒维护人员此时有紧急情况需要派遣对应专家支援,同时建立起远程会议并邀请对应专家参与,专家获取线程资料并给出合理的救治意见并提交。

3.1 系统结构设计 系统总体结构见图 1。本系统主要由患者病历资料获取与展示、远程视频的建立、远程会诊后台数据及角色权限管理等 3 个功能模块构成。基于面向服务的架构(service oriented architecture, SOA) 将各家医院的专家资源或者医疗设备资源进行集成,实现资源整合、数据共享和信息共享。

3.2 系统功能设计 在设计系统底层时,需要设计一套移动端 App 来实现系统的便捷性。考虑到系统体量包含 PC 及 App,双端交互会导致 api 的耦合性较高,同时因应急系统对网络以及数据实时性要求较高,且需保证系统的长期稳定,所以本系统摒弃了传统的 Monolithic 开发方式,转而使用微服务架构,其本意是因为微服务架构通过抽象化业务逻辑,将业务拆分成若干微服务,以此来降低代码耦合,便于系统负载增加时进行水平扩展,除此之外,还可以规避因系统某一处修改或故障时导致平台整体崩溃的情况发生。

在设计用户端时,因本系统的设计初衷以“应急”为主,故而在使用方面应尽可能的简化,避免复杂的业务流程的同时,保持用户操作的便捷性。同时,为了能更好管理应急系统后台的大量数据,还需要开发一套可通过用户角色来分配操作权限的中台系统。其中,系统管理员(admin)用户身份拥有最高权限,可以对系统内的用户进行角色以及权限分配。

中台系统中主要功能包括所有的会诊记录列表,操作内容包含查看、编辑、删除;人员管理页面包括新增用户、删除用户等。

当用户进行注册时,除必要信息外,系统将提供身份选择功能,并以所选身份进行用户权限绑定,用户在确认身份后,将在系统中拥有唯一标识,作为此用户的唯一身份识别。此类标识共分为3类,分别对应3种角色,即系统管理员、会诊专家和救援人员,每种角色对应的权限各不相同。系统管理员的主要功能包括:查看已完成的每次会诊记录、对专家库的专家人员有增、删、改、查权限,会诊专家和救援人员的账号管理权限等。救援人员界面主要功能包括:发起会诊请求、选择参与会诊的专家、编辑并上传患者资料、预览病例信息。会诊专家的主要功能包括:接收会诊请求、预览患者资料、编辑并上传病例信息、会诊结果意见书。其中系统管理员登录的后台管理界面见图2。

**3.3 系统实现过程** 该系统能够闭环运行的前提是专家和救援人员都已经登录了该系统。具体实现过程如下:①现场救援医护人员通过该系统向对应会诊专家发起紧急会诊请求:救援人员使用其账号登录到该系统中,点击发起会诊请求按钮,系统后台程序将会调取可供选择的专家列表接口,界面中展示出符合条件的专家,选中对应的专家后,服务器端会调用呼叫对应专家的接口,此时被呼叫的专家将会在该系统中的消息提示中看到紧急连线的通知;

②上传并提交患者资料:在呼叫专家的同时,救援人员可同步将患者资料上传至系统中。患者资料可以为文本、图片、视频。救援人员也可对已上传的患者资料进行增、删、改操作;③院方专家接收到会诊请求,建立远程视频会议:在救援人员发起会诊请求时,受邀专家会收到短信提醒和电话通知,如果专家已经安装了此系统的App,并登录了该系统,那么其也会在系统中收到紧急通知,短信形式和电话形式的通知是为了确保专家能第一时间参与到会诊中;④参与会诊的专家获取患者资料远程浏览:会诊专家在接通救援人员发来的会诊视频请求之后,还可通过界面中的获取伤者信息功能按钮来查看救援人员上传的患者资料,专家结合现场情况,对事故现场给出合理的救援意见;⑤参与会诊的专家在系统中提交会诊结果书面意见:在救援任务结束之后,会诊专家将此次的会诊结果书面建议在操作界面中输入,并提交完成;⑥系统管理人员维护此次会诊记录数据:系统管理员可登录该系统的后台管理界面,查看每次救援任务的具体信息,管理员有权限对会议记录的数据进行增、删、改、查操作。具体功能流程见图3。此系统之所以支持移动端,可在设备不足的情况下,也能对紧急情况做降维处理。在实际开发中系统有两套设备支持(即支持手机App端和PC端),其中手机端更为方便,不过受限于显示器大小,一般在紧急救援现场设备不完善的情况下,才会选择紧急处理方案(即手机端登录该系统)。

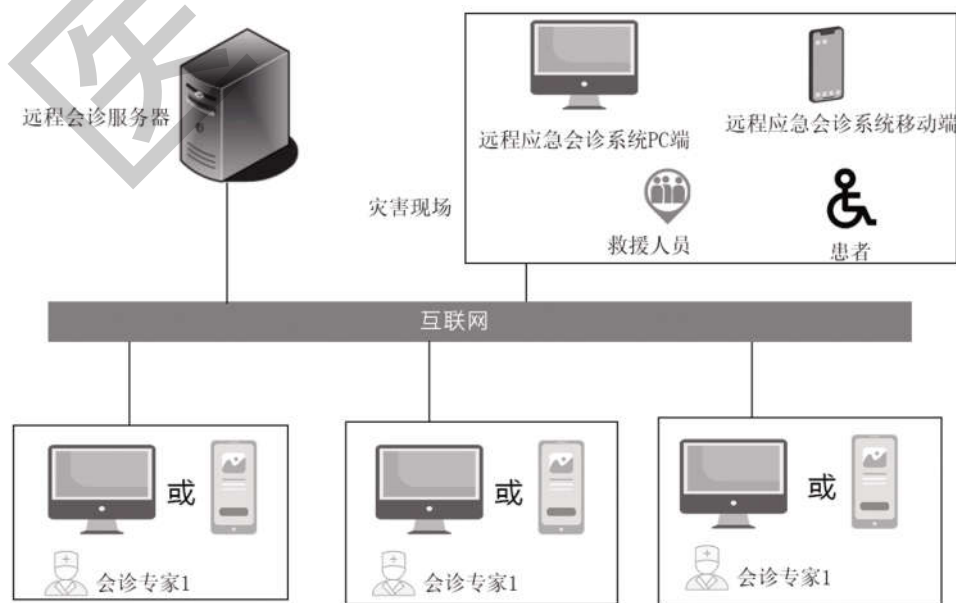


图1 系统架构



图2 后台管理界面

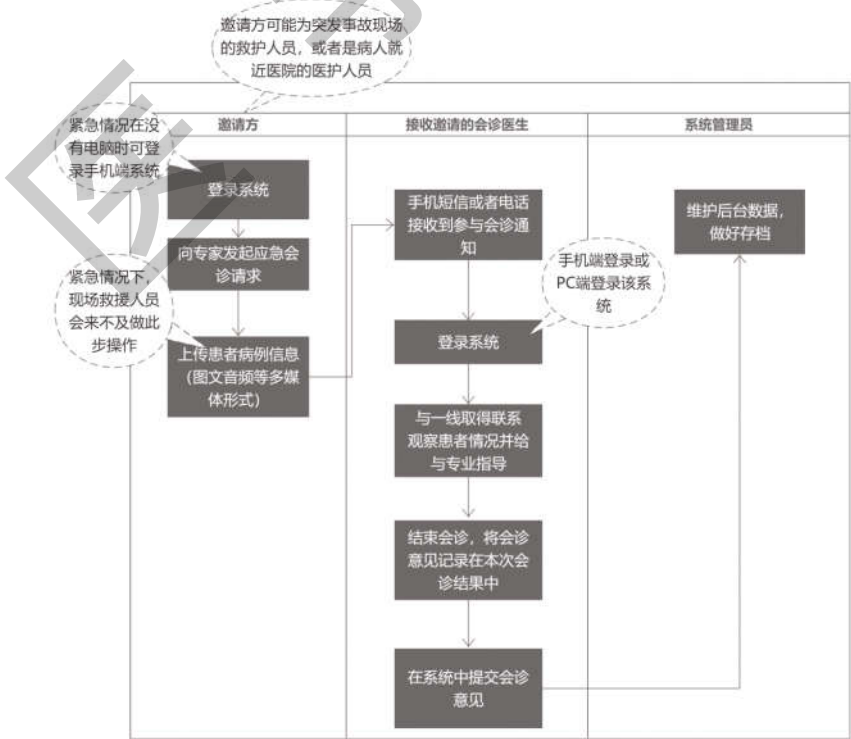


图3 功能流程图

## 4 远程应急会诊系统建设存在的问题

4.1 紧急情况下灾害地点网络不稳定 视频是实现远程医疗业务的重要组成部分,视频是否通畅绝大部分取决于网络环境、带宽大小、丢包率、延时和抖动等。如果遇到恶劣天气,视频通信将会发生卡顿、掉线、图像分辨率不清晰、声音不连续等现象。随着5G时代的到来,由于网络环境不稳定而导致的数据传输等问题将有所缓解。

4.2 多主体医疗责任归属不明确 危险防御和技术监管领域的传统试错监管模式无法有效应对现代风险社会的需求<sup>[17]</sup>。与传统的单向医疗监管模式不同,远程医疗平台的参与者动态指向连接医院、医生和平台的多维治理结构。对于参与会诊的专家将会承担一些误诊错诊责任,具体的责任评判制度还不够完善,需要多方医院深入交流沟通。

4.3 信息安全与隐私保护 互联网的发展日新月异,早已改变了传统的医患面对面的就医模式,但由于信息安全机制的缺失,导致通过远程医疗技术应用产生的海量医疗信息时常遭受黑客攻击以致泄露<sup>[18]</sup>。因此,在《国务院关于印发促进大数据发展行动纲要的通知》文件中,重点强调了“健全大数据安全保障体系”和“强化安全支撑”的主要建设方针。在互联网大数据突飞猛进的时代,虽然因远程医疗为人们带来了便利,但同样也要承担一部分隐私安全遭到窃取的隐患。

## 5 总结

远程应急会诊系统通过各权威专家对紧急灾害现场的会诊,充分发挥了先进的医疗资源、医生资源共享的优势,强化了远程医疗服务,减轻了紧急灾害发生时,医患之间高流动性所带来的交叉感染的危害。远程应急系统并非是因5G的出现而诞生的新词,它是早在2G时代便被构思出的一种新模式,但由于当时的技术水平有限,远程应急系统作为一个完整的系统只存在于各个文献中。目前,5G技术的高数据传输速度以及强抗干扰能力,使得移动网络的应用模式产生质变,也使得远程应急系统的实现变为可能。该系统主要利用5G网络服务和视频会议技术,摆脱对硬件设施的依赖,在紧急突发的灾害现场,使等待救援的患者、现场救援人员和后方医疗专家能够用最快的通信方式取得联系,通过专家远程指导,帮助一线救援人员及时设计精准的救援方案。随着5G网络的飞速发展,远程应

急会诊系统将更加完善远程医疗服务,为人类安全带来极大保障。

## 参考文献:

- [1] 晏佳,张伟力,赵增,等.找准重点风险 锁定重点监督——传染病防治分类监督综合评价[J].中国卫生,2019(5):55-56.
- [2] 刘金鑫,李娜,王锴,等.面向远程医疗的5G组网方案[J].移动通信,2020,44(7):13-17.
- [3] Garshnek V, Jr FMB. Telemedicine applied to disaster medicine and humanitarian response: history and future [C]// Hawaii International Conference on System Sciences. 1999.
- [4] Cadogan M, Willem Einthoven [EB/OL]. (2022-01-28) [2022-10-08]. <https://litfl.com/willem-einthoven/>.
- [5] Marescaux J, Leroy J, Gagner M, et al. Transatlantic robot-assisted telesurgery[J]. Nature, 2001, 413(6854): 379-380.
- [6] Istepanian RS, Woodward B, Richards CI. Advances in telemedicine using mobile communications: IEEE 2001 23rd Annual International Conference of the IEEE Engineering Medicine and Biology Society, Istanbul, Turkey [C]// New York: IEEE, 2001: 3556-3558.
- [7] 胡明秋, 王彤宇, 李黎, 等. 基于互联网医疗系统在现场医疗服务中的应用与研究[J]. 科技新时代, 2019, 318(3): 40-42.
- [8] 杨凯艳. 远程医疗在精准扶贫中的作用与路径——基于河北大学附属医院在张家口市赤城县实践经验的探索[J]. 河北大学学报(哲学社会科学版), 2020, 45(6): 129-134.
- [9] 罗卫, 王学磊, 徐劲, 等. 基于互联网微信小程序的基层部队远程医疗系统的研制[J]. 中国医疗设备, 2019, 34(10): 90-93.
- [10] 齐艳姣, 李艳平, 鲁来凤, 等. 云存储环境下支持用户动态撤销的属性加密方案[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2018, 46(5): 1-8.
- [11] 卢宏才. 基于云存储的无可信中心的属性密钥分发算法[J]. 无线电工程, 2018, 48(7): 536-540.
- [12] 张磊, 张丽华. 基于Android的远程医疗系统设计与实现[J]. 电子制作, 2020(21): 60-62.
- [13] 田伟, 张琦, 李祖昌, 等. 一站对多地5G远程控制骨科机器人手术的临床应用[J]. 骨科临床与研究杂志, 2019, 4(6): 349-354.
- [14] 赵颖琳. 四川电信5G网络助力华西医院完成全国首例多地联合远程会诊[J]. 通信与信息技术, 2019, 240(4): 14.
- [15] 舒亚玲, 赵移吟, 肖勇, 等. 5G在医疗卫生行业发展环境的PEST分析[J]. 医学信息学杂志, 2020, 41(12): 48-51.
- [16] 傅征, 连平. 远程医学[M]. 北京: 人民军医出版社, 2005.
- [17] 赵平. 行政法对风险社会的应对[M]. 北京: 中国政法大学出版社, 2018: 101.
- [18] 宋蕾, 张海宝. 基于视联网技术的健康医疗数据安全通信应用与管理探讨[J]. 广播电视网络, 2021(11): 45-47.

收稿日期: 2022-07-24; 修回日期: 2022-10-11

编辑/成森