

## • 医学信息技术 •

5G 时代农村医疗保障信息系统构建研究<sup>\*</sup>

贾兴旺 文庭孝

(中南大学 长沙 410000)

〔摘要〕 介绍基于 5G 网络构建农村空巢老人医疗保障信息系统的必要性, 分析系统构建需求, 详细阐述系统建设方案、路径、关键技术及功能模块设计, 为相关研究提供参考。

〔关键词〕 5G; 农村空巢老人; 医疗保障信息系统

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2021.05.009

Study on the Building of Rural Medical Security Information System in the 5G Era JIA Xingwang, WEN Tingxiao, Central South University, Changsha 410000, China

〔Abstract〕 The paper introduces the necessity of building the medical security information system for rural empty nest elderly based on 5G network, analyzes the requirements for system building, and elaborates the system construction scheme, building path, key technologies and functional module design in detail, so as to provide references for relevant study.

〔Keywords〕 5G; rural empty nest elderly; medical security information system

## 1 引言

近年来受人口老龄化等因素影响, 我国空巢老人数量急剧增加。据艾媒数据中心和中国产业信息网统计, 2020 年我国空巢老人数量已经达到 1.2

亿, 其中独居老人 0.3 亿。第 6 次人口普查结果显示农村空巢老人家庭比例已经达到 30.77%。农村空巢老人群体规模较大且急需专业医疗保障, 但我国目前还未出台针对空巢老人的专项保障政策。第 5 代移动通信技术 (5th Generation Mobile Networks, 5G) 的医疗应用不仅能为构建农村空巢老人医疗保障信息系统提供技术支持, 还能推动专项医疗保障信息系统要素融合及效能发挥。本文试对基于 5G 网络构建农村空巢老人医疗保障信息系统相关问题进行探讨。

## 2 系统建设必要性

## 2.1 5G 网络发展势不可挡

作为最新一代蜂窝移动通信技术, 5G 高速率、泛在网、低功耗、低时延等特点使其能够广泛应用于人工智能等领域, 借助大数据网络快速延伸至各行

〔修回日期〕 2020-09-18

〔作者简介〕 贾兴旺, 硕士研究生; 通讯作者: 文庭孝, 教授, 博士生导师。

〔基金项目〕 湖南省社科联智库项目“湖南社科大数据平台建设对策研究”(项目编号: ZK2019026); 湖南省社科基金智库重点项目“湖南省大数据产业发展研究”(项目编号: 19ZWB16); 国家社会科学基金重点项目“网络健康信息资源聚合与精准信息服务研究”(项目编号: 17AZD037)。

各业,给医疗保障信息系统带来全新发展契机。精密机器人手术、实时图像传输等新技术催生了智慧医疗新业态,救助、诊断、监护等环节更加高效精准,对提高系统工作效率、完善平台应用、保障系统间主体联动、促进效能发挥具有全面推动作用。

## 2.2 我国农村空巢老人医疗保障亟待改善

我国农村空巢老人缺乏有效医疗保障,生活水平普遍较差,身体及心理状况不佳,缺乏家庭及社会的关注和支持<sup>[1]</sup>。基层医疗资源总体匮乏,面对空巢老人潜在发病群体规模大、疾病种类多、应急救护要求高的现实情况,现有基层医疗资源无法满足需求<sup>[2]</sup>。农村医疗技术人员严重紧缺、专业水平偏弱、设备老化简陋,城乡差距逐渐加大。此外,我国农村基层医疗救护制度缺失,空巢老人缺乏重点医疗关注,日常医疗保障不规范。基本医疗知识观念淡薄,空巢老人往往缺乏医疗健康知识,无法保证健康的生活习惯,甚至误信偏方导致贻误病情。

## 3 需求分析

### 3.1 用户需求

农村空巢老人医疗保障信息系统应涵盖多角度用户响应,使用者主要有3类,一是针对空巢老人,实现终端操作简易性和独立工作性,采取智能化设计,既要设置用户主动功能,如语音唤醒等,也要兼顾被动功能,如信息自采集、24小时应急监测等;二是针对各级医疗单位工作人员,要实现信息共享性并兼容自适应性、反馈及时性,充分利用信息系统提高服务效率,扩大服务范围,优化服务效果,同时减轻人员工作负担;三是针对服务保障人员,系统要兼顾可扩展性和安全性,降低移植复制门槛,增强系统维护、监测与服务延伸的灵活性,用户数据和模块信息分流加密,做到安全可控。

### 3.2 功能需求

基于5G网络的农村空巢老人医疗保障信息系统功能设计应充分考虑综合性、超前性和可扩展性。第一,鉴于系统预想功能的复杂性和运行环境多样性,要保证模块功能独立运行,平台搭建与应用互不干扰,纵向挖掘服务深度,提升用户群体满

意度。第二,为将综合效益最大化,要实现模块间联动合作。首先要打通信息共享渠道,在保证安全性前提下最大限度开放数据共享权限以增强信息利用率,拓宽获取医疗危机信息的通道。其次要将模块联动机制置入系统建设,加强信息处理能力,实现日常运行自动化、规范化,紧急应对智能化、高效化。第三,系统构建技术成熟后要适应全国范围空巢老人医疗需求,保证系统可拓展性以及动态大数据的实时处理能力。

## 4 建设方案

### 4.1 总体目标与设计原则

4.1.1 总体目标 通过5G网络技术大范围应用及配套基础设施建设,推动信息系统平台搭建及运行,实现各级系统积极联动,充分调动空间内有限医疗资源,最大程度发挥功能模块综合效能,解决医疗保障难点问题,满足农村空巢老人日常医疗需求。

4.1.2 设计原则 一是实用性原则,将信息时效性与保障实效性作为建设重点,深化系统针对农村空巢老人健康监护、紧急救助等特色模块功能构建;二是经济性原则,循序渐进以减小当地财政实施压力。在应用5G医疗技术前借助现有设备及人员灵活开展前期工作;三是共享性原则,系统内数据对医疗诊断具有较强分析参考价值,应保证其真实可靠,要拓宽数据共享通路,加强信息沟通效率;四是安全性原则,在医疗保障信息设备高度互联的情况下,个人隐私泄露风险加剧。物联网系统被入侵有可能危及患者生命,需保证系统建设各环节的安全性。

### 4.2 总体结构(图1)

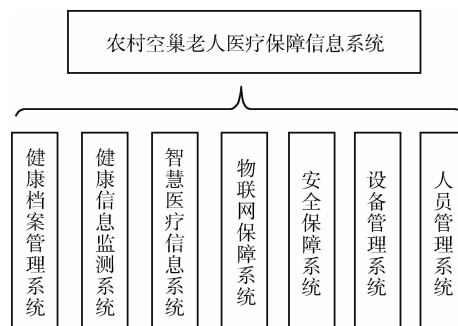


图1 农村空巢老人医疗保障信息系统结构

4.2.1 农村空巢老人健康档案管理系统 依靠 5G 网络大数据筛选构建农村空巢老人医疗保障数据库及相应指标体系。1 类指标为基本人口学资料、病史资料；2 类指标为个人习惯特征、社交网络、兴趣爱好；3 类指标为医疗健康信息。1 类、2 类指标为保障辅助层，资料定期更新，判断重点关注人群；第 3 类指标为行动决策层，设备实时监控，决定保障活动类型。

4.2.2 农村空巢老人健康信息采集监测系统 通过建立分布式中心服务器实时信息分流过滤完成重点关注对象筛选。主要包括 3 个系统建设场景：一是个人生活场景，基于移动终端和可穿戴式生理检

测设备、行为检测传感器等，将体温、心率、血压等数据实时传输至分布式处理器的信息分析模块，满足日常健康管理和慢性病康复治疗需要；二是智慧医疗服务站场景，建设依托村镇卫生机构设立的远程智慧医疗服务站，站内均配备紧急医疗专用网络、高清影像传输、专业生理监测设备。借助 D2D (Device - to - Device Communication) 技术与中央监测服务器进行实时通信，将医疗检测数据汇总上传并接收反馈结果，健康管理平台提供远程医疗建议。三是医疗机构场景，系统收集老人住院期间主要诊断数据，为出院后的长期医疗保障提供参考，见图 2。

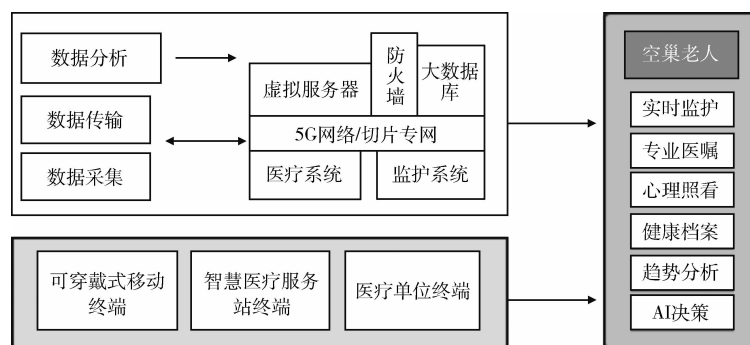


图2 健康信息采集检测系统

4.2.3 智慧医疗信息反馈系统 借助 5G 物联网与医疗信息技术构建智慧医疗信息反馈系统，空巢老人可以通过健康监护设备移动端和智慧医疗服务站读取云服务器中接收的各项健康数据以及医疗建议，直观掌握自身健康状况。对操作能力较差或行动不便的重点保障对象，由保障人员及时与家人或邻居联系进行跟踪回访，积极引导老人加强自身健康管理。

4.2.4 医疗信息设备管理系统 农村空巢老人医疗保障信息系统的作用发挥依托海量自动化运行信息设备，此系统主要负责相关设备运行和数据互联，监测实时信息采集设备的传输效果、处理效率、指令准确率、数据安全等方面运行情况，运行方式主要分为系统自组织的数据监控和人工主动核验。在系统日常工作定期在线上互联设备进行检查、升级和维护。日常信息设备采集过程中超过系统预警的高风险数据和异常操作会导致设备及时报警并关闭信息流转渠道，避免更大损失；系统权限

开放和验证必须人工完成。此外安全保障、人员管理等子系统负责整体安全和相关人员调度管理，全面保障整体系统效能的发挥。

## 5 平台搭建及关键技术

### 5.1 概述

系统建设依托 5G 新空口（包含低频和高频）及 4G 演进两条技术路线，通过灵活的技术与参数配置形成针对性强、应用性高的技术方案，为所有应用模块提供服务支撑。

### 5.2 网络构建平台

多天线技术（Massive MIMO）能够实现垂直波束赋型、网络立体覆盖、减小区间干扰，为偏远山区提供网络支持。新信道编码采用极化码（Polar Code）和低密度奇偶校验（Low Density Parity

Check, LDPC) 可以降低误码率、提升解码性能和编码效率、提高 5G 场景适用性。上下行解耦技术帮助区分耦合频点, 命令上行业务行道使用低频通信, 改善 5G 信号传输。

### 5.3 信息交换平台

无线资源调度与共享技术能够提高频谱效率以及干扰自适应控制<sup>[3]</sup>、灵活业务部署、实现定制化服务以及满足医疗保障中各业务指标要求; 移动边缘计算 (Mobile Edge Computing, MEC) 能够降低带宽占用, 通过信息标准化增强大范围 5G 应用, 保障智慧医疗下所有终端交流配合能力<sup>[4]</sup>; 正交频分复用技术 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) 可以提高多路传输效率, 创造高效上行链路传输, 实现多种增强功能<sup>[5]</sup>。

### 5.4 物联网平台

网络切片技术利用物理和逻辑隔离为垂直用户提供定制网络服务, 保障应用及网络隔离性、专用性、可靠性; 设备到设备通信 (D2D 会话) 能够减轻基站负载, 降低终端发射功率及端际传输延迟, 是容灾系统的主要支撑<sup>[6]</sup>; 网络自组织技术<sup>[5]</sup>能够在网络部署及维护阶段实现自动规划配置及优化愈合, 主动发现、定位、监测和解决问题, 降低后期维护成本。

### 5.5 大数据平台

主要为医疗系统搭建数据存储及读取平台。一是医疗资源信息化建设, 同时减少对物理设备依赖性, 建立虚拟服务器, 对各类内存及网络云资源进行动态分配, 提高资源利用率。二是通过虚拟服务器构建数据处理中心, 由预先指令分类整理信息资源, 在保障安全性的同时利于信息共享。三是通过创建虚拟服务器副本实时备份实现持续保护目的<sup>[7]</sup>。

## 6 功能模块

### 6.1 医疗信息采集监测

在农村空巢老人健康档案管理系统中, 指标体系的建立将保障群体划分为不同等级, 级别越高意

味着老人需要全面医疗保障的程度越高, 尤其要特别关注残疾、失独老人等特殊人群。此外数据库通过分层指标实现数据重要程度区分, 为网络信息通道建设提供指导, 结合环境因素进行细化, 信息层次挖掘越深越能全面反映老人整体状况, 最终实现差异化服务。1 类、2 类指标信息采集主要通过数据库共享, 第 3 类指标主要依靠终端设备进行信息自采集, Massive MIMO 覆盖偏远地区家庭及智慧医疗服务站, 结合 D2D 技术构建地方动态数据库, 打破空巢老人医疗健康状况监管的时空障碍, 实现全时段、全区域的疾病预防和医疗监测。

### 6.2 疾病诊断接入反馈

医生对常见病的诊断结果经由智慧医疗信息反馈系统上传至空巢老人医疗保障信息系统服务终端, 老人可以在家中或智慧医疗服务站查看, 内容包括近期医嘱、健康知识、在线交流等, 拓宽医疗人员与空巢老人的沟通渠道。通过信息采集终端网对重大疾病进行实时监测, 被过滤出的异常健康数据通过医疗诊断接入系统发送至疾病资料数据库, 通过病灶与海量病历大数据比对第一时间预估疾病种类和治疗方案。同时结合大数据深层计算能力与先进医学设备进行更加彻底的病理数据分析, 提高临床治疗效果、预测健康恢复轨迹。诊断医疗数据统一纳入老人医疗保障信息档案, 为出院后的持续医疗保障提供参考指导。

### 6.3 智慧医疗保障物联网

6.3.1 概述 将系统内海量异构设备通过区块链技术、5G 移动边缘计算 (Mobile Edge Computing, MEC) 能力和 D2D 技术构建成医疗保障设备自组织网络, 大幅提高设备互联和信息利用率, 见图 3。

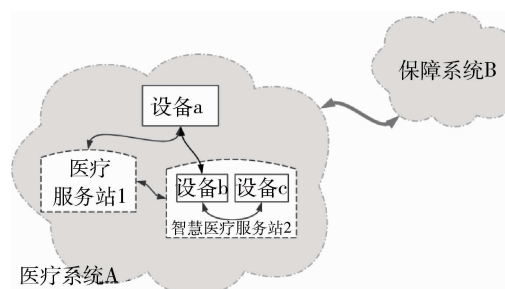


图 3 智慧医疗保障物联网

6.3.2 基于设备互联的信息互联 一是家庭智能监测终端和穿戴设备的互联。目前已经设计实现多种针对空巢老人的保障设备或系统,包括室内环境检测、跌倒检测、防走失系统、心理情感交互系统等,将搜集汇总的设备信息区域进行共享,同时加强设备间信息交流,构建农村空巢老人健康监测专网。二是智慧医疗服务站的互联。服务站之间通过基站建立实时交互,站点建设除要满足日常医疗需求外,还要成为空巢老人的医疗信息交流平台,在系统建设前期优势互补,在应用后期交流经验,最大化发挥公共服务能力。

6.3.3 基于系统互连的信息互联 一是医疗系统互联。在诊断期间通过诊疗数据共享实现医疗大数据系统的相似病例查找以提高诊疗效率;住院期间,医生可在健康信息反馈系统中调取老人健康档案、查看个人就诊历史记录;转院期间,通过电子病历和信息资源共享减少跨机构、跨区域资源浪费。此外通过远程实时通讯技术构建远程医疗、专家会诊服务平台,使患者在任何一家医院都能接受更专业的治疗。二是保障系统互联。保障系统包括健康监测、智慧药房、急救车及住院床位管理等“一条龙式”就医服务保障,提升工作效率,避免因沟通不畅等问题造成的资源浪费,为就医节省时间。

## 6.4 紧急医疗事件联动处理

紧急医疗事件要求以极快响应速度及模块配合能力实现一站式救援,是 5G 技术医疗应用的集中体现。联动处理主要包括 5 个步骤:一是紧急信息发送,依托 D2D 会话由健康状况监测设备或老人主动发起报警,向基层医疗保障人员和医院急救系统自动发送相关信息,做好联动准备;二是紧急事件判定,通过 5G 实时图像及数据传送判断事件类型和级别,启动相关救治方案;三是物联网保障,借助网络切片技术开辟信息绿色通道,第一时间汇集周边医疗资源,以智慧医疗服务站或驻村卫生所为中心展开初始救援,同时县市级医院联动派出配备智慧医疗系统的应急救护车转移病患;四是远程医疗支持,智慧医疗服务点以及救护车均配备远程医疗系统,向急救车提供专网广域连续覆盖,可以实现移动交互式的 2K/4K 高清视频通话及增强现实 (Augmented Reality, AR) /混合现实 (Mixed Reality, MR) 远程会诊功能,患者“上车即入院”,同时实时采集、存储、分析及转发病患体征以及现场数据,实现与急救中心的无缝对接<sup>[8]</sup>;五是信息搜集,汇总、整理和分析救援过程中产生的所有数据,主要包括急救医疗记录以及出入院、病历病案、医疗处置质量、辅助诊疗情况统计等,见图 4。

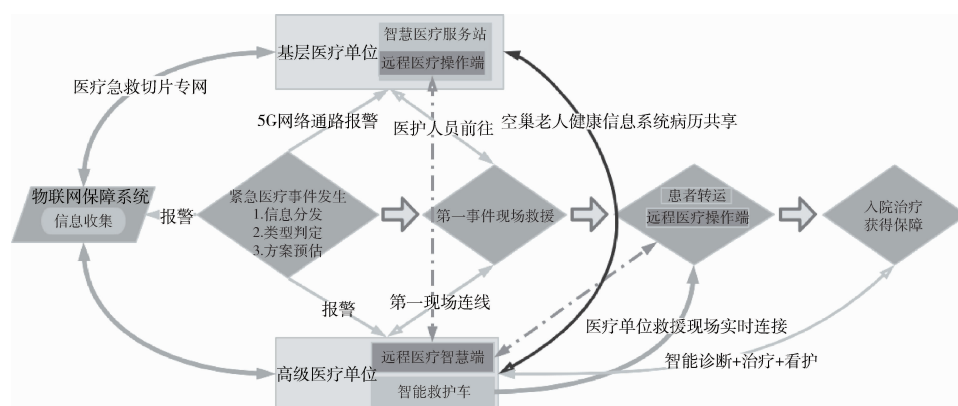


图 4 紧急医疗事件联动处理流程

## 6.5 社会情感支持

依托大数据平台和 5G 人工智能技术,更加注重人性化因素。通过手机连接智慧医疗信息反馈软

件,子女可以实时获取老人近期身体及心理状况并及时与医护人员沟通。通过紧急医疗模块可以实现子女对老人的远程探视功能。情感交互系统可以进行深度学习,及时捕获并记录老人的心理波动,定

期分析心理健康状况,确保人员及时上门走访。系统还包含老年广场和兴趣圈等模块,可推送家人相册、疾病知识和老年文化,通过线下线上配合引导空巢老人建立邻里互助关系、拓宽群体社交网络。

## 6.6 信息安全

5G 时代信息安全要求更高、安保技术更加完善,主要涵盖设备安全管理、数据库安全防护、系统模块防火墙、用户安全管理、入侵检测等功能。在防隐私泄漏方面,系采用内外网相结合的数据安全防护系统,加强计算机病毒防护,通过入侵防御系统(Intrusion Prevention System, IPS)对设备间系统数据安全进行监测,建立系统间设备防火墙<sup>[9]</sup>。医疗系统间的信息共享权限实行多级别划分,采用加密技术对数据进行处理,对于进入切片专网的紧急医疗信息权限共享,对于涉及隐私及其他机密数据采用高级别权限,需要查验获取并由专人负责。在防数据丢失方面,在核心业务处理平台搭建物理双机服务器冗余环境,采用 Oracle 11g 数据库对业务数据进行管理,利用 Oracle RAC 技术实现双机业务和数据库冗余,同时通过 vSphere 技术创建虚拟服务器副本找回丢失数据,实现持续保护。

## 6.7 系统间模块

为了更好地将此系统融入医疗信息系统建设、发挥系统对农村空巢老人的医疗保障作用,将系统扩展性延伸至社会保障工作的各个层面,农村空巢老人医疗保障信息系统与农村医疗保险、精准扶贫信息、农村社会养老系统等预留信息对接端口,在不同系统独立运行的基础上通过机制协调顺应未来政策发展。在 5G 时代,运行不同协议的异构网络之间可实现互联互通,推动网际间信息共建共享及融合,实现农村空巢老人的医疗保障乃至整个社会保障体系变革。

## 6.8 系统应用界面

系统界面设计依据 3 个用户群体区分。首先是作为被保障方的空巢老人,其对电子设备操控能力低并抱有抵触情绪。空巢老人界面设计遵循简易

性、实用性、容错性原则,菜单设置结构宜简单清晰,优先使用导航点击功能实现使用目的,界面字体色彩样式醒目,设置语音提示等功能,方便引导老人正确操作<sup>[10]</sup>。其次是各级医护人员使用界面,主要由空巢老人健康档案获取查看、实时健康数据分析及反馈、医疗服务沟通等 3 部分构成。保障人员使用界面用于查看健康信息采集设备全面运行、系统设备数据安全以及传输渠道通畅稳定状况等,保障物理设备和信息系统的运行安全和效用发挥。

## 7 结语

空巢老人是我国社会经济发展到一定阶段而出现的必然现象,需做好相关制度、措施保障农村空巢老人安享晚年。在 5G 通信技术飞速发展的时代,建设好具有资源整合化、信息共享化、功能实用化特色的农村空巢老人医疗保障信息系统是实现我国医疗惠民、科技惠民的重要举措,是促进我国社会主义医疗保障制度发展的关键一步,不仅有利于社会公共服务系统的发展完善,对社会经济文化发展的各方面也具有积极意义。

## 参考文献

- 1 吴婷婷. 我国农村“空巢”老人情感赡养问题与对策[J]. 中国集体经济, 2020 (14): 164-166.
- 2 李婧, 张云, 景晓琳, 等. 我国农村卫生人才队伍现状及建设策略[J]. 齐鲁医学杂志, 2017, 32 (5): 606-608.
- 3 李同同. 5G 新型网络架构关键技术的研究[J]. 信息技术与信息化, 2018 (9): 151-152.
- 4 谢武生, 董帝娘, 何晋毅. 5G 网络赋能数字医疗的探索及应用[C]. 北京: 5G 网络创新研讨会, 2019.
- 5 冯国斌, 刘艳亭. 5G 移动网络技术结合现有医疗应用探索[J]. 医学信息学杂志, 2019, 40 (10): 25-29.
- 6 王华. 未来 5G 网络切片技术关键问题分析与探究[J]. 通信电源技术, 2019, 36 (1): 188-189.
- 7 赵鑫. 大数据与云计算在医疗系统中的应用[J]. 科学技术创新, 2017 (22): 121-122.
- 8 盛煜, 刘志衡, 单丽雅, 等. 基于 5G 网络技术的移动卒中单元的研究[J]. 电信科学, 2020, 36 (1): 34-40.
- 9 滕飞. 大数据时代计算机网络信息安全及防护研究[J]. 电脑编程技巧与维护, 2020 (2): 167-169.
- 10 刘晓钰, 辜萍萍. 基于移动互联网的互动互助养老模式研究[J]. 软件, 2019, 40 (12): 77-80.