

·卫生管理信息学·

5G 专网下的多生命体征参数采集研究

宋林玲,徐卫清,杨 涛,杨桂方

(湖州市中心医院信息数据中心,浙江 湖州 313099)

摘要:国家鼓励智慧医院建设,促进了新兴技术与医疗的融合。5G 以其高速率、低时延和大连接的特点,为万物互联奠定网络基础,极大地改变了医疗现状。而蓝牙作为一种近距离低成本的无线连接,与 5G 技术在智慧医院建设上,可以融合出新的亮点。本文介绍了一种多生命体征参数集中采集方法。将医院现有带蓝牙功能的生命体征测量设备连接到手持终端采集器(PDA),PDA 通过电信物联卡的 5G 信号接入护理系统。使患者的身高、体重、体温、脉搏、血压、血氧饱和度、血糖等相关数据在 5G 的加持下,测量的同时直接在系统中产生相应的数据,进而形成报表及相关文书。

关键词:智慧医院;PDA;蓝牙;5G;物联卡

中图分类号:R197

文献标识码:B

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2024.05.012

文章编号:1006-1959(2024)05-0072-06

Multivital Sign Parameters Collection Under 5G Private Network

SONG Lin-ling,XU Wei-qing,YANG Tao,YANG Gui-fang

(Information Data Center of Huzhou Central Hospital,Huzhou 313099,Zhejiang,China)

Abstract:The state encourages the construction of smart hospital, and that promotes the integration of emerging technology and healthcare. 5G, with its characteristics of high speed, low latency, and large connectivity, has laid the foundation for the Internet of everything and greatly changed the current medical situation. Bluetooth, as a close range low-cost wireless connection, can blend with 5G technology to create a new brightened dot in the construction of smart hospital. This article introduces a centralized collection method of multiple vital sign parameters. This method connects the hospital's existing vital signs measurement equipment with Bluetooth function to the personal digital assistant (PDA), which is connected to the nursing system through the 5G signal of the China Telecommunications Corporation's IoT cards. In this way, the patient's height, weight, body temperature, pulse, blood pressure, blood oxygen saturation, blood sugar, and other related data are measured under the support of 5G, and corresponding data is directly generated in the system at the same time, thereby forming reports and related documents.

Key words:Smart hospital;PDA;Bluetooth;5G;IoT card

2021 年 10 月,国家卫健委发布《公立医院高质量发展促进行动(2021-2025 年)》,到 2025 年,建成一批发挥示范引领作用的智慧医院。在智慧医疗、智慧服务、智慧管理三大领域借助云计算、5G、AI 等相关前沿技术,打造“三位一体”的全新医疗体^[1-3]。政策的支持,新技术的应用,不断促进着医疗业务上的变革。而当前医院很多生命体征的采集和录入,多用手工誊抄为主。很少有设备与医院 HIS 打通,可以做到数据采集的同时,直接进入生产库。现阶段,医院采用的电子体温计、电子血压计、血氧仪、体重秤等设备均带有蓝牙功能。蓝牙作为一种小范围的无线连接技术越来越成熟^[4-7],能在设备间实现低成本、低功耗的数据通信和语音通信,且方便快捷、灵活安全。医院采用的手持终端采集器(PDA)支持 5G 物联卡,通过 5Gwifi 信号,实现数据延时毫秒级

的高效传输^[8-10]。生命体征数据的采集作为临床护理工作最基础的日常操作,测量次数频繁,且数据安全性有相当高的要求。本文主要介绍通过采用先进适应性技术,架起穿戴设备与医院信息系统之间的桥梁。以信息系统为突破口,在医院现有生命体征测量设备的基础上找到一种方法,减少护士手工抄录和转录到电脑的工作环节。使其从重复劳动和机械劳动中解放出来,提高工作效率,增加直接护理时间。同时提高数据的实时性和准确性,从源头杜绝由于抄录或电脑录入错误而产生的医疗安全隐患。

1 实现逻辑

1.1 总体架构 生命体征测量设备通过蓝牙连接到 PDA(基于安卓系统),PDA 通过 5Gwifi 接入医院内网^[11,12],而测得数据通过 PDA 上安装的 APP 直接写入数据库对应表中,这样临床医生护士在客户端的信息系统中便可查询患者相关的体征数据。系统架构见图 1。该项目的重点任务是在现有蓝牙设备和信息系统的基础上开发一款 APP,以 5G 专网为桥梁,实现数据的低成本高效传输。

作者简介:宋林玲(1982.11-),女,浙江湖州人,本科,助理工程师,主要从事医院信息系统的建设和推广研究

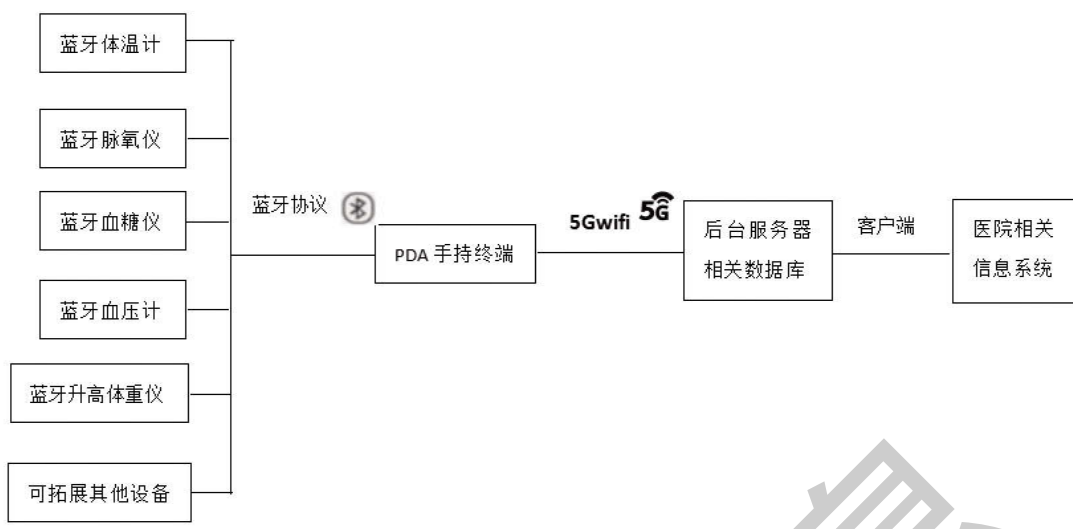


图 1 系统架构图

1.2 具体流程 湖州市中心医院按照统一规划设计、统一项目建设、统一维护管理、统一运营使用的原则,以本院为中心,联合中国电信湖州移动分公司建设 9 条千兆宽带专线、18 条百兆视频会议系统,建成 5G 手机 APP 应用、PC 端分级诊疗协作医共体“云平台”。内网 5G 则以多个室内无线射频单元为点,辐射到全院区,每平方米 1000 个并发数,完全能满足全院 300 多台 PDA 的数据采集及相关输血、输液的执行。

本项目开发的 APP 通过视图获取 HIS 中的员工列表及其相应的权限。操作人员登陆开发的 APP

后,PDA 扫描蓝牙设备,获取蓝牙名称和 mac 地址,根据业务需要进行设备连接。连接成功后扫描患者腕带二维码,取得患者的住院 ID、姓名、性别、年龄及护理信息,之后用测量设备获得病人生命体征数据,数据自动传输到 PDA。PDA 将患者基本信息、操作者、生命体征数据整合成一套完整的数据链,并通过电信的 5G 内网以 Webservice 中间件的形式存入到相应的医院信息系统里,比如护理系统、电子病历系统等^[13]。图 2 为生命体征参数测量流程图,图 3 为生命体征参数采集 APP 用户登录界面。

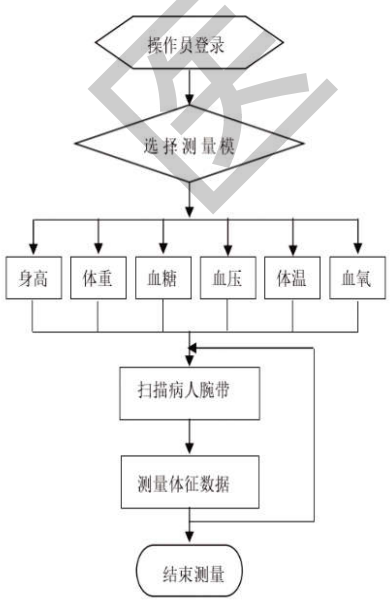


图 2 生命体征参数测量流程



图 3 登陆界面

2 系统建设

2.1 5G 内网的建设 通过传输与下沉客户机房的一对 STN A 设备对接,经 STN 承载网实现 5GC 和基站的互通^[4],并通过本地裸纤连接到湖州市中心医院内网接入设备,通过分配 CDMA-outband VPN 地址经 STN 网络接入省中心 5GC MAE 网管,用于 I 层及 UPF 网元的 LCM 管理,本地接入设备在过

NAT 防火墙时映射成设备管理网 IP,登入 UPF 网元 web 管理页面进行相关维护及配置需求。本方案采用 5G 传统宏站和室分的方式对医院 5G 信号实行全覆盖,医疗终端通过室内无线射频单元接入,公众用户通过室外无线射频端直接连入 5G 基带处理单元。医院信息化网络架构见图 4,5G 无线接入网络架构见图 5。

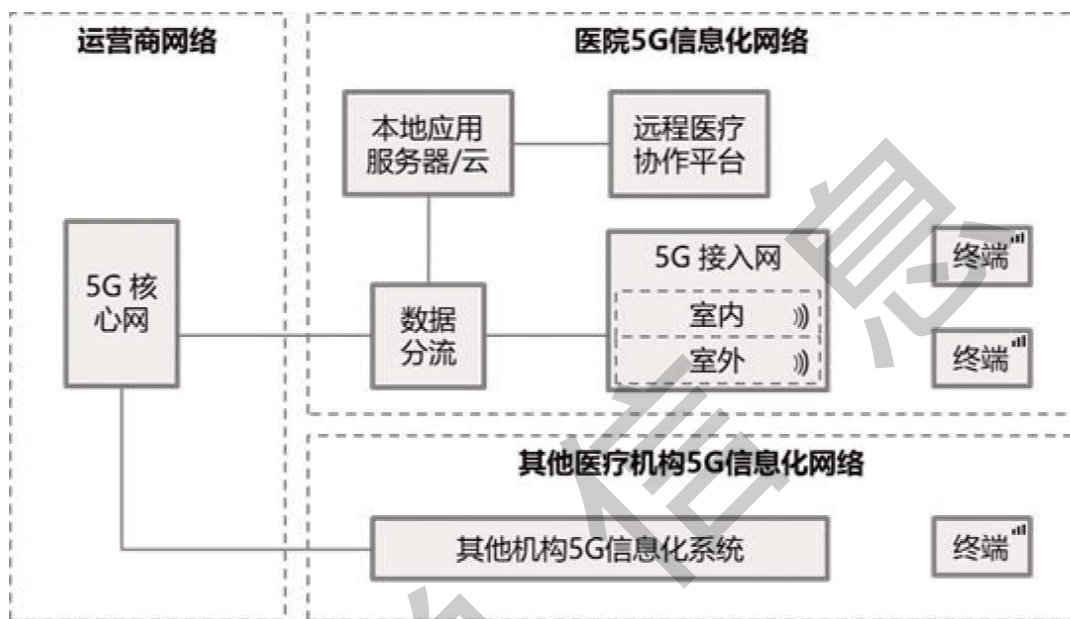


图 4 医院信息化网络架构

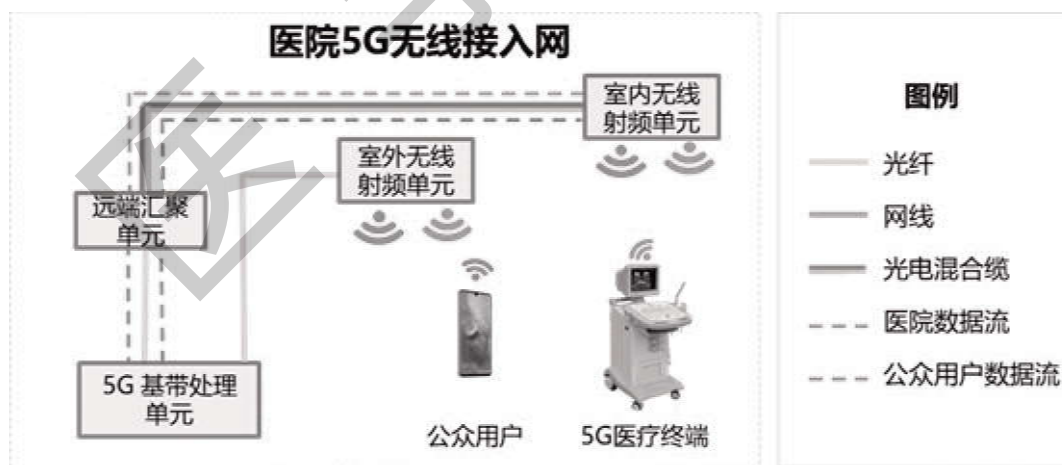


图 5 医院 5G 无线接入网络架构

2.1.1 功能规范 医院 5G 无线接入网络应具备如下功能:①5G 终端接入功能:支持医院 5G 移动医疗终端的鉴权与认证,访问和处理医疗数据。支持医

院 5G 移动医疗办公终端的鉴权与认证,访问和处理医疗数据。②支持数据路由功能:支持医疗终端、医院移动办公终端到医疗应用系统的数据路由配置

管理。支持医疗数据基于授权的分级分类管理。③具备定位能力:支持医疗设备、人员导航的定位,定位精度要求在 3 m 以内。

2.1.2 性能规范 医院 5G 无线接入网络应满足以下性能规范要求:①数据传输速率要求:单位逻辑区域(小区)内平均吞吐率,满足下行 450 Mbps,上行 50 Mbps。单位逻辑区域(小区)下行峰值速率大于 1 Gbps。②并发用户数要求:单位逻辑区域(小区)满足至少 400 个终端数据并发。③网络时延要求:从医疗终端到本地医院医疗应用平台之间,双向端到端的平均网络时延不超过 20 ms。从医疗终端到区域或者跨区域医疗应用平台之间,双向端到端平均网络时延不超过 50 ms。④网络移动性要求:数据平均丢包率不超过 5‰。移动业务跨小区时卡顿时间不超过 15 ms。移动业务掉话率不超过 8‰。⑤网络接入性要求:终端接入成功率不低于 98%。

2.1.3 安全规范 医院 5G 无线接入网络应满足以下安全规范要求^[15,16]:①无线安全:空口采用 3GPP TS 33.501 V15.1.0 Security requirements and features 标准要求的加密算法。空口支持 3GPP TS 33.501 V15.1.0 Security requirements and features 标准完整性保护。②用户接入认证方式:支持 SIM 卡或 eSIM 卡认证。③设备安全:设备具备防非法攻击能力。设备支持安全启动和安全存储。支持安全 O&M 通道、安全用户管理机制、安全告警/事件/日志。④传输安全:支持采用 IPSec 对控制面和数据面进行加密。支持无线接入设备与网管、核心网之间基于数字证书的双向认证。⑤安全组网:医院 5G 无线接入网络应全部采用符合 3GPP 标准的网络设备。

2.1.4 可靠性规范 医院 5G 无线接入网络应满足以下可靠性规范要求:①无线射频单元设备故障率全年不超过 2%。②网络系统可靠性不低于 99.999%。

2.1.5 可维护性规范 医院 5G 无线接入网络应满足以下可维护性规范要求:①可视化:网络设备支持向网管系统实时上报状态。②故障告警:网络设备支持故障时向网管实时上报告警。③远程维护:支持远程进行网络设备维护操作与设备管理。

2.1.6 可演进性规范 医院 5G 无线接入网络应满足如下可演进性要求:①支持弹性扩容:支持通过软件方式扩充容量。②支持长期演进:支持一次性施工满足后期扩容、调整不增加新的基建工作。新增频

段或更换频段通过叠加或更换室内无线射频单元的方式实施。

2.2 APP 开发

2.2.1 体温、脉搏、大便次数 体温、脉搏和大便次数在一个操作界面里完成,操作界面见图 6。在这个界面里 PDA 能连接耳温仪和血氧脉搏测量仪,在 APP 里能获取仪器测量到的患者体温、脉搏,计算出每分钟呼吸次数,通过 PDA 的音量调节按钮输入患者大便次数,实现体温、脉搏、呼吸、大便次数 4 个生命体征数据的采集。根据护理要求,生命体征数据采集有明确的时间性,系统有设定好的固定时间段,如 2 点、6 点、10 点、14 点、18 点、22 点,这些在操作界面可直接选择。此外,还可自行设定任意时间点。温度采集时能区分耳温、口温、腋温、肛温,选择耳温时温度数值由蓝牙设备测得,选择其他温度需要手工在 PDA 上输入。系统能录入大便次数的同时,根据护理文书的要求可选择灌肠、失禁、人工肛门、人工肛门失禁等信息。

2.2.2 血压、脉搏、疼痛评分 血压、脉搏和疼痛评分输入在一个操作界面里完成,操作界面见图 7。PDA 通过蓝牙连接血压计,在 APP 里获取仪器测量到的患者收缩压、舒张压、脉搏数据,通过 PDA 的音量调节按钮输入疼痛评分,实现血压、脉搏、疼痛评分 3 个生命体征数据的采集。

2.2.3 血糖浓度 PDA 连接血糖仪进行患者血糖浓度测量,通过 PDA 的音量调节按钮选择随机血糖、空腹血糖、餐前血糖、餐后 2 h 血糖、睡前血糖、质控。选择质控选项时,血糖仪测量的是质控数据,质控数据上传服务器后,在服务器里生成符合护理管理要求的质控表,可以随时查看和打印。而 PDA 的音量调节按钮可以选择血糖审核人员,血糖审核人员可以在测量界面维护。血糖测量界面见图 8。

2.2.4 体重、身高 PDA 连接体重身高测量仪器,在 APP 里能获取仪器测量到的体重、身高,实现体重、身高 2 个生命体征数据的采集。其中包含四个参数:分别为卧床、轮椅、扶入、平车。音量(+)控制体重参数,音量(-)控制身高参数。体重身高可以在患者入院处集中测量,也可以去病区测量,鉴于体重身高测量仪占用地方比较大,资金投入较高,建议在入院处集中测量。身高体重测量界面见图 9。



图 6 温度、脉搏测量界面



图 7 血压测量界面



图 8 血糖测量项目设置界面



图 9 身高体重测量界面

3 应用效果

根据 PDA 屏幕大小和护士的工作习惯,虽然将体温、脉搏、大便次数、血压、呼吸率、疼痛评分、体重、身高 8 个生命体征参数和血糖浓度分装在上面

介绍的 4 个界面里,但也可以单独测量其中某一个参数。如要测量疼痛评分,登录后进入“血压”界面,扫描患者腕带,输入疼痛评分即可。

在生命体征数据产生、传输、存储和利用的整个

过程中,无需护士手工抄录,为临床护理人员在生命体征数据采集时提供一种方便、灵活、可靠的解决方案,减少护士测量生命体征数据的工作环节,提高了工作效率。能避免原来在抄录过程中出现的各种错误,甚至是张冠李戴的错误,减少了数据采集时的差错。PDA 原始接入方式有可能导致信号在不同 AP 间漫游,不仅传输速度慢,还可能造成网络的假连现象,提示多次执行相同的数据采集操作。5G 无线内网的建立,采用电信 5G 物联网卡,PDA 数据传输得到了保证。以上种种建设,均有利于医生及时准确掌握患者病情。而生命体征数据采集^[17-20]时操作方式方法的改变,需要更改与之相关的现有操作规程,抛弃传统的手工录入,无纸化在一定程度上要求护理部认同医院信息系统中相关数据作为护理凭证,从而改变护理管理手段,最终达到提高医院护理管理质量的目的。

4 总结

随着有蓝牙功能的可穿戴设备增多,该生命体征集中采集方法在院内具有不断的可扩展性,也可以根据临床需求相应的增加需要采集的数据类型。还能在手机端安装查看患者实时数据的 APP 或小程序,以便医生和护士随时随地了解患者相关信息。该系统也可以突破内网限制,延伸到外网 5G,像居家的可穿戴设备一样接入到 APP 中,实现全生命周期的体征数据的采集。

参考文献:

- [1]李少东.关于智慧医院建设若干问题的思考[J].中国医疗管理科学,2023,13(2):4-9.
- [2]许昌,孙逸凡,董四平,等.智慧医院建设促进公立医院高质量发展的思考[J].中国医院管理,2023,43(1):10-13.
- [3]刘爱军,王韬,刘盾.智慧医院相关技术在医院建设中的应用[J].中华医院管理杂志,2020,36(9):754-756.
- [4]邢奕鹏,王国静,鲁亚磊,等.基于多种通信协议的医用无线网关的设计与实现[J].中国医疗器械杂志,2018,42(1):31-34.
- [5]曾其英.无线通信在现代医疗卫生中的应用探讨[J].通讯世

界,2018(2):74-75.

- [6]Sun DZ,Sun L.On Secure Simple Pairing in Bluetooth Standard v5.0 -Part I: Authenticated Link Key Security and Its Home Automation and Entertainment Applications [J].Sensors (Basel),2019,19(5):1424-8220.
- [7]张蒙,胡曦明,吴振强,等.抗疫用蓝牙健康监测设备信息安全实验技术[J].计算机技术与发展,2022,32(5):130-135.
- [8]王润.5G 技术在智慧医院建设中的应用 [J].医学信息,2021,34(11):26-27.
- [9]黄庆斌.基于物联网的生命体征数据采集系统软件平台研究[D].深圳:深圳大学,2018.
- [10]谢红珍.信息系统对生命体征数据采集录入流程的优化及效果[J].现代临床护理,2013,12(7):61-63.
- [11]杨雷,林健泽,全筱筱,等.5G 定制网在智慧医疗中的应用场景[J].深圳中西医结合杂志,2022,32(17):129-133
- [12]刘虹.5G 专网在智慧医疗中的应用[J].移动通信,2022,46(4):91-96.
- [13]王惠媛.WebService 接口技术在项目中应用[J].现代计算机,2019(15):83-86.
- [14]蔡庆宇.5G 医疗专网建设方案研究[J].信息通信技术,2020,14(5):30-34.
- [15]吴春霞.基于移动医疗边缘云的 5G 网络架构中数据安全保护研究[J].电子测试,2021(20):77-78,27.
- [16]王玉琼.基于三维马尔科夫模型的 5G 物联网数据传输协议研究[J].九江学院学报(自然科学版),2022(2):45-47.
- [17]吕梦轩,祁祯楠,迟春花.基于可穿戴设备的智慧医疗对慢性阻塞性肺疾病管理的影响 [J].中华全科医学杂志,2022,21(3):213-218.
- [18]徐越斌,韦哲,陈韬.穿戴式智能健康监测与诊疗指导系统研究设计[J].中国医学装备,2018,15(1):96-99.
- [19]陈刚,闫航,张亚兵,等.基于 Node.js 的 BLE 可穿戴医疗设备管理中间件研究与实现[J].计算机应用与软件,2019,36(6):14-20.
- [20]Avila FR,McLeod CJ,Huayllani MT,et al.Wearable electronic devices for chronic pain intensity assessment:A systematic review[J].Pain Pract,2021,21(8):955-965.

收稿日期:2023-04-04;修回日期:2023-04-25

编辑/成森