

基于无线网络的远程健康管理与急救系统设计

刘耀东¹, 王明宇², 杨吉江²

(1. 北京艾威梯无线通讯技术有限公司, 北京 100085;

2. 清华大学 信息技术研究院, 北京 100084)

摘要:远程医疗是当今世界上发展非常迅速的高新技术应用领域。随着移动行业和互联网技术的发展,远程医疗也有了更广阔的前景。文中提出了一种以智能手机、平板电脑为终端,可移动性强、网络连接更加稳定、医患交互更加便捷的,集预防、监测、急救、康复指导于一体的健康管理及急救系统。该系统可以实现用户心电图、血压、血糖和血氧等医学指标的远程医疗实时监护和急救功能以及健康管理功能。中心医院的专家可以通过对患者实时监护的信息进行分析、诊断,并与现场救护人员双向交流,远程实时指导,协同紧急救治,从而大大提高了救治成功率。

关键词:无线物联网;远程健康管理;远程急救

中图分类号:TP393.03

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)03-0129-04

Design of Remote Health Management and Rescue System Based on Wireless Network

LIU Yao-dong¹, WANG Ming-yu², YANG Ji-jiang²

(1. IVT Corporation, Beijing 100085, China;

2. Information Technology Research Institute of Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Against the existing limitations and shortcomings of telemedicine systems, it proposes a system, setting of prevention, monitoring, first aid and guidance for rehabilitation in one, whose access terminal is smart phone or tablet PC, which has strong mobility, more stable network connection and makes the interaction between doctors and patients easier. The system can provide the real-time remote monitoring service of multiple medical indicators, as well as the management of the EHRs of users. The framework and principle of every composition of the system is also introduced. Experts in the rescue center could provide real time support for staff on the remote rescue site through this system, which could greatly increase the success rate of treatment.

Key words: wireless internet of things; remote health management; remote first aid

0 引言

远程医疗系统是现代网络通信技术、计算机多媒体技术和传统医学相结合的产物。随着互联网技术中高速宽带通信的应用和3G时代的到来,基于现代网络的信息系统的建设在我国医疗领域的应用也日益广泛^[1]。与此同时,移动行业也在起着革命性的变化,DCCI 2011 中国互联网调查声称,智能手机销量将在2011年超越PC^[2],作为与用户随行的网络接入终端,其优势不可比拟,因此也成为了远程医疗应用的关注点。着眼于这些技术热点,探究出一种适合现代互联网技术以及用户使用习惯的远程医疗应用模式便成为了一个热门话题^[3]。

文中设计开发了一种可以以智能手机和平板电脑等多种智能终端为接入,实现用户心电图、血压、血糖和血氧等医学指标的远程医疗监护和告警以及用户个人电子病历档案的管理功能的远程健康管理与急救系统。

1 系统简介

该系统是无线通讯专利技术与现代医学科技的结合,集预防、监测、急救、康复指导于一体,使用无线单导联或多导联的动态心电图仪、无线血压计、无线血氧仪、无线血糖仪测量各项代表生命体征的数据,用户在智能手机或平板电脑等智能终端上安装好系统客户端即可通过友好的可视化界面轻松地操作无线医疗设备,完成体征数据的测量,并由智能终端自动通过多种接入方式连接网络实时发送到中心医院的急救电子病历系统^[4]。

收稿日期:2011-07-22;修回日期:2011-10-27

基金项目:校企合作“扁鹊飞救”项目

作者简介:刘耀东(1987-),男,硕士研究生,研究方向为无线宽带通信与个人通信。

这些电子医疗设备体积小并且移动性好,可以带到直升机、救护车上,直至救护现场。社区医院的地方医护人员离患者比较近,可以在第一时刻赶到急救现场进行施救,将外围医疗设备测量的各项体征信息实时发到医院急救中心,这样就可以做到即使患者未到,患者的信息也能先到。中心医院的专家就可以通过对患者的实时监护的信息进行分析、诊断,并与现场的救护人员实现双向交流,实时远程指导,双方协同进行紧急救治,使患者进入中心医院的救护车或达到社区医院的急诊室就相当于进入了中心医院的重症监护室,从而能够极大地提高救治成功率^[5]。

该系统综合应用了现代的物联网技术、云计算技术、移动互联网技术,由四大部分组成(如图 1 所示):无线 12 导联心电图仪、无线血压计、无线血氧仪、无线血糖仪等便携式医疗设备;医用平板电脑、3G 手机等传输设备;强大的云平台,包括急救电子病历,慢病管理与急救支持系统,数据中心和呼叫中心;急救车 GPS 定位、跟踪管理系统。

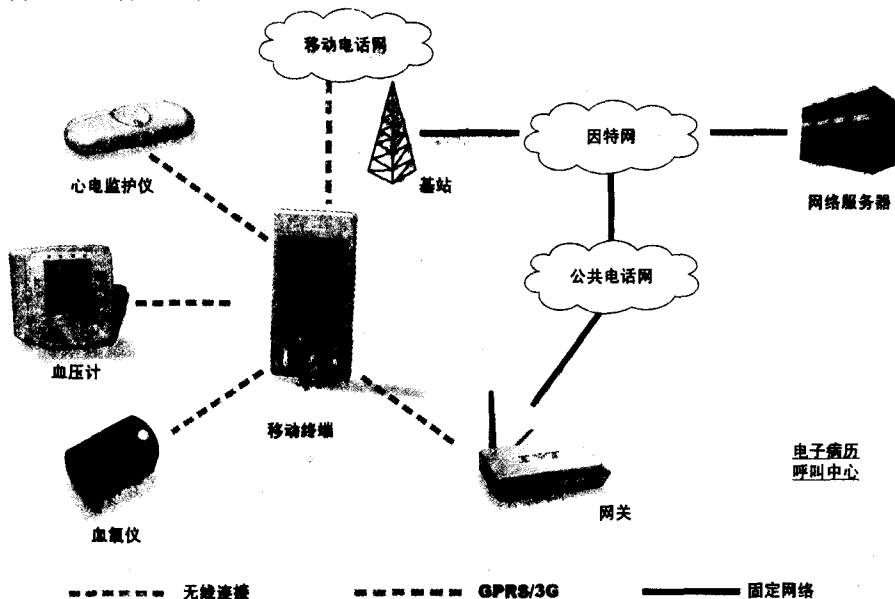


图 1 远程健康管理与急救系统整体架构

2 外围设备

外围的健康设备皆为定制的便携式医疗设备,包括有单导联和多导联的心电监护仪、血氧仪、腕式血压计和臂式血压计以及血糖仪等等,都内置的通信模块用于与智能终端里的客户端进行交互。

2.1 设备与客户端接入方案

适用于该系统的医疗设备与客户端进行通信的方案主要有三种,即 WiFi、ZigBee 和蓝牙。以下将逐一进行分析比较。

2.1.1 WiFi

WiFi 的优点在于:传输速率快;同时由于它是基

于 IP 的,因此可以很自然地实现和其他所有基于 IP 的设备的互操作;目前相当一部分的智能手机和平板电脑上都带有 WiFi 功能,容易实现设备间的互联^[5]。

但是 WiFi 的功耗相对比较大,并且其作为点对点的连接方式很不经济^[6]。这些特点就决定了 WiFi 不适合小型电子设备,因此也不适合作为文中设计的系统中的便携式医疗设备与客户端通信的方式^[7]。

2.1.2 ZigBee

ZigBee 作为一种近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的双向无线通信技术,它在远程医疗方面的应用的研究已经有所进展。ZigBee 应用上的优点在于:系统复杂性小;需要的系统资源也较少;同时因为其较低的功耗,所以能给配备这种技术的设备以更长的电池使用寿命^[8]。

ZigBee 美中不足在于其数据的传输速率比较低(<250kbps)。ZigBee 的这一特性对于文中所要设计的系统而言,因为其数据速率较小,不足以支持很多比较复杂的需要一次性传输数据量较大的医疗设备,所以

会限制系统的扩展性^[9]。

另外,虽然 ZigBee 技术应用用于便携式医疗设备中成本较低,但是由于本系统的客户端平台的主要定位是智能机和平板电脑——而主流的智能机和平板电脑中都不支持 ZigBee,因此客户端采用 ZigBee 与医疗设备进行通信将会带来额外的成本以及应用普及方面的问题。

2.1.3 蓝牙

蓝牙是一种无线数据通信与语音通信的开放性的

全球规范,其在远程医疗中的应用也是研究的热点。它的优势在于功耗相对较低、芯片体积小,同时数据速率相对较高^[10]。

虽然蓝牙在传输速率上比不上 WiFi,在低功耗上比不过 ZigBee,但通过全方面的比较,仍是文中所设计的系统的医疗设备接入方式的最佳方案。以目前比较常见的蓝牙 2.0 为例。首先,蓝牙 2.0 的数据传输速率约在 1.8M/s ~ 2.1M/s,这一速率大大超过了 ZigBee,对于远程医疗中的便携式医疗设备的数据通信而言已是够用,并且也为设备的升级和扩展提供了充足的空间;蓝牙 2.0 的功耗相对较低,足以支持便携式医疗设备连续 100 小时以上的连续发包;另外很重要的一点在于,蓝牙是大部分手机和平板电脑的标配,为系

统的扩展带来了极大方便。并且高速的蓝牙 3.0 标准和整合了传统蓝牙技术、高速蓝牙和新的蓝牙低功耗技术的蓝牙 4.0 标准都已经发布,蓝牙技术在远程医疗设备中应用的前景看好,同时也给本系统留下了很大的升级拓展空间^[11]。

2.2 开放式的结构设计

系统的整体架构采用开放式的设计,这一设计思想在外围设备中表现为每一类型的设备都有自定义的可扩展的通信格式,数据包中留有字段来定义和区分不同的设备类型。这种设计的优点在于,使得系统能够支持更多设备的扩展,根据用户的需求来定制所需要的设备,如添加呼吸器设备等等;同时便于设备的更新和升级,能适应未来五到十年中医疗设备的扩展。

3 客户端设计

目前的远程医疗系统的设计模式多为某一医疗机构或某一医疗用途所专用定制,并且其医疗设备与远端通信的网关大多需要定制的芯片,因此难以推广且系统的扩展性较差。文中所设计的远程健康管理及急救系统采用软件客户端的形式,将医疗设备的操作以及与远端服务器的通信以友好的界面呈现给用户,屏蔽了底层细节,使得用户易于使用。软件客户端针对于智能手机和平板电脑,一方面由于智能手机和平板电脑拥有广大的用户群,使得系统的潜在用户数目上极具优势;另一方面,智能手机和平板电脑本身已具备无线接入的固件,能节省成本;而且,这些平台上软件包的安装和升级简单方便,简单的一个安装过程就能将普通的智能手机或者平板电脑变成接入远程健康管理及急救系统的网关,为系统的推广提供了极大的便利^[10]。

3.1 客户端总体功能和结构

作为远程健康管理及急救系统,软件客户端本身具有的功能应当支持多用户账户的管理和使用、与网络服务器的实时交互以及本地的紧急急救等功能。

3.1.1 用户管理

系统为每一个需要服务的病人维护一个用户账户,病人可以以此访问网络服务器和使用客户端。客户端以用户名和密码来区分不同的病人以提供服务,同时在本地为每一个用户账户保存着其用户配置和监测信息,使得用户能够在不访问网页的情况下也可以查看自己的相关测量记录以及更改自己的某些配置信息。多用户模式使得多个患者共用一套设备成为可能。

不仅多个用户在不同时段轮流使用一套设备可以在本地和服务器上准确地保留用户记录,还可以多个用户同时使用不同的外围医疗健康设备连接同一个客

户端,互不干扰地完成不同患者的不同体征数据的测量和上传等功能。

3.1.2 急救机制

利用客户端平台的 GPS 模块和网络模块,以医疗设备所监测获得的体征数据,系统可建立起基于用户健康状况同时包含用户位置的告警机制,在本地和远端服务器都产生相应的告警行为,达到紧急急救的目的。并且依托于智能手机平台,还可以扩展出短信模块和电话模块,增加收发短信和拨打电话的行为,进一步完善告警策略。

告警急救机制的加入可使得病人的状况发生突变时能够更大机率得到及时的救治,使得远程医疗系统确实起到监测急救病人的作用,能够极大地提高救治成功率。

3.2 接入方案

客户端作为网关,承担了医疗设备和远端服务器之间的数据转换和传送,其通信的效率和质量是系统设计的关键一环。另外,通信的费用也是设计中需要考虑的一个重要问题。从开发成本和可移植性和扩展性这几个方面来考虑,利用智能手机和平板电脑本身所具有的无线接入模块可带来最佳的效果。因此首选的几种无线接入方式分别为 WiFi、2.5G 和 3G 网络接入。考虑到平板电脑的特性以及用户使用习惯,也可以加入有线接入的方式,比如双绞线接入等等。

目前的远程医疗系统一般都只就某一种接入网络的方式进行了研究和设计,或者只是单纯的有线接入,或者只是利用手机中的 GPRS 接入。这些必然导致系统应用上的限制。使用有线网络的会损失系统的可移动性,使用单一无线网络的有可能因为无线信道的不稳定而影响数据传输的效率和质量。

文中的系统在客户端的软件设计上,为各种接入方式都留出了接口,可以由用户根据所处的环境变化以及自身需求进行切换。并且可以加入接入方式切换的策略,在保证数据传输的情况下,尽可能地切换至费用更低的接入方式。

4 后台服务器设计

后台服务器主要包括数据库和 Web 服务器,侧重点也是在于整个系统的扩展性。一方面需要通过与客户端的实时通信以获取病人的监测信息,另一方面提供针对于不同角色——病人、医护人员以及管理员——的用户接口。针对于用户的 Web 客户端主要用于查看病人账户信息和电子病历,以及对用户配置参数进行相应的修改,比如设定监护人的联系方式以便智能终端在进行告警时能够准确通知到病人的监护人。而以医护人员的身份登录则可以进行病人的电子

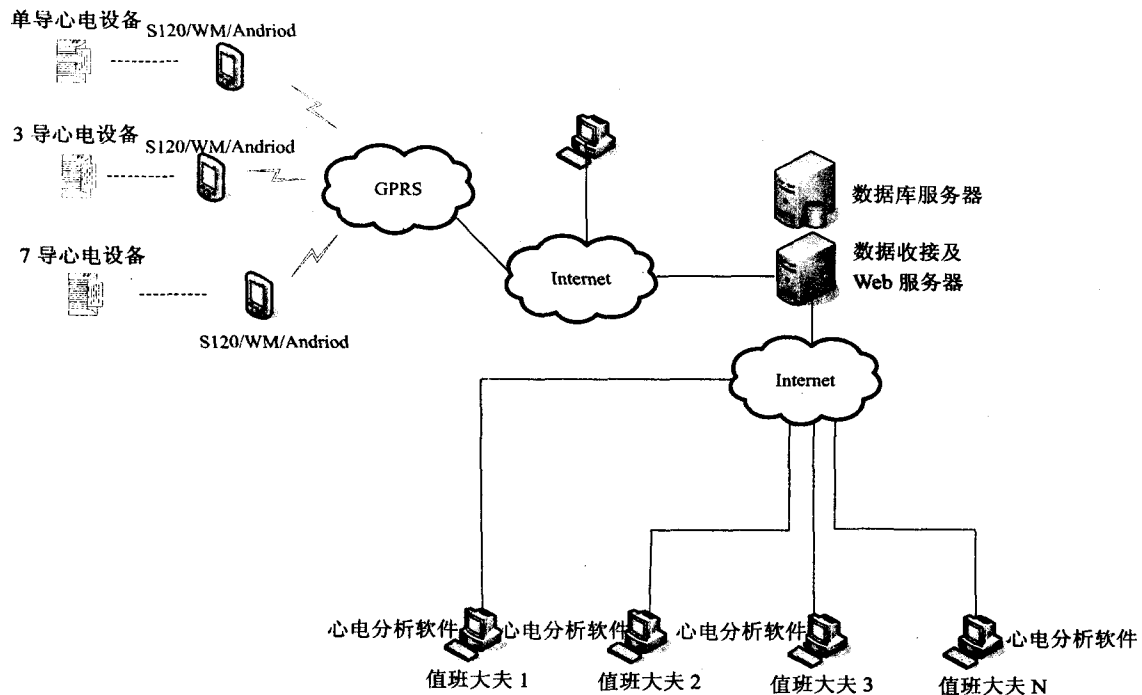


图 2 后台服务器交互示意图

病历查看、实时体征数据查看和诊断等活动。

如图 2 所示,病人的测量结果通过 internet 上传给服务器,医护人员可以实时查看和分析,随时掌握病人的情况,给出治疗建议;在病人处于危险状况时,还能通过网络服务器获取病人的 GPS 位置信息从而发起急救^[12]。

5 结束语

文中介绍的融合多种接入方式的远程医疗服务系统,其以智能手机和平板电脑等为终端,既可给家中需要进行健康护理的病人使用,又可应用于社区医院,简单易用,便于推广;其作为重症监护室的简易替代,能为小型医院以及病人节省大量的开支;而其可移动监护性和实时性,更是能为急救的患者争取宝贵的时间,大大提高救治成功率。

参考文献:

- [1] 郑颖,杨烨,郑世良. 远程医疗系统的设计和实现技术研究[J]. 科技管理研究, 2010(15): 184-187.
- [2] DCCI 互联网数据中心. 2010-2011 中国互联网市场数据报告[R]. 北京: DCCI 互联网数据中心, 2011.
- [3] 王虹. 3G 时代远程医疗的关键技术[J]. 中国医院, 2010, 14(7): 47-50.
- [4] 刘军, 马文丽, 姚文娟, 等. 基于嵌入式 Web 服务器病人监护系统设计[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(1): 187-

189.

- [5] Wang H, Xiong W, Hupert N, et al. Concept of Operations for a Regional Telemedicine Hub to Improve Medical Emergency Response[C]//Proc of the 2009 Winter Simulation Conf (WSC 2009). [s.l.]: [s.n.], 2009: 2669-2679.
- [6] Verberk W J, Kessels A G H, Thien T. Telecare is a valuable tool for hypertension management, a systematic review and meta-analysis[J]. Blood Pressure Monitoring, 2011, 16(3): 149-155.
- [7] 朱士俊. 我国远程医疗发展现状、难点和对策分析[J]. 中国信息界, 2006, 4(1): 60-63.
- [8] 徐志成, 焦阳, 朱怀宏. 一种基于 Windows Mobile 的医疗辅助系统[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(1): 147-149.
- [9] Kleinpell R M. Promoting Continuity for Patients Experiencing Transitions in Care[J]. Australian Critical Care, 2010, 23(2): 51-52.
- [10] 吴太虎, 宋振兴, 王运斗, 等. 移动式生命支持系统——一种快速院前处置和途中连续救治装备[J]. 医疗卫生装备, 2009, 30(12): 1-4.
- [11] Milligan C, Roberts C, Mort M. Telecare and older people: who cares where? [J]. Social Science & Medicine, 2011, 72(3): 347-354.
- [12] Wieggersma J S, Droogh J M, Zijlstra J G, et al. Quality of inter-hospital transport of the critically ill: impact of a mobile intensive care unit with a specialized retrieval team[J]. Critical Care, 2011, 15(1): R75.