

DOI:10.3969/j.issn.1005-202X.2016.10.016

医学信号处理与医学仪器

无线远程母婴监护智能分析系统研究与设计

孟庆建, 宋莉, 王晓艳, 范世忠, 车琳琳, 张光玉, 王世刚
泰山医学院放射学院, 山东 泰安 271016

【摘要】目的:利用无线移动通信技术及互联网技术,建立母婴监护智能分析系统。**方法:**结合现代互联网技术、数字图像处理技术、诊断技术,实现对孕妇各种生命体征参数(如心电、血压、血氧饱和度、脉搏、心率、呼吸、体温、孕妇的瞬时胎心率、宫缩压力、胎动等参数)的实时监测分析与无线远程传输。**结果:**实现了孕妇24 h不间断远程监护及自动智能分析,不受空间地点限制,将医院内监护延伸进入家庭监护。**结论:**孕妇可以通过手机客户端,随时将监护数据传送到医院及指定专家客户端,实现监护信息的共享,查看健康分析报告。

【关键词】母婴监护;无线远程;智能分析;家庭监护

【中图分类号】R318.5;TP393.1

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2016)10-1057-05

Design of intelligent analysis system of wireless remote maternal and infant monitor

MENG Qing-jian, SONG Li, WANG Xiao-yan, FAN Shi-zhong, CHE Lin-lin, ZHANG Guang-yu, WANG Shi-gang
School of Radiation, Taishan Medical College, Tai'an 271016, China

Abstract: Objective To build a maternal and infant intelligent analysis system by using the wireless mobile communication technology and internet technology. **Methods** The modern internet technology were combined with digital image processing technology and diagnosis technology to realize the real-time monitoring analysis and wireless remote transmission about vital signs parameters, such as electrocardiogram, blood pressure, blood oxygen saturation, heart rate, breathing, pulse, temperature, instantaneous heart rate of pregnant women, uterine constraction pressure, fetal movement, etc. **Results** The designed system realized 24-hour continuous remote monitoring and automatic intelligent analysis for the pregnant women, and the monitoring without being limited by the space location. The system extended the hospital monitor into the family monitor. **Conclusion** The pregnant women can upload and download various vital signs parameters to specified expert WebClient at any time to share the monitoring information and check the personal health analysis report through mobile phone client.

Key words: maternal and infant monitor; wireless remote; intelligent analysis; family monitor

前言

胎儿监护是产科围产期行之有效的常规监护手段,可及时了解胎儿的成长状况、避免胎儿在子宫内缺氧而造成持久性脑损伤,对提高胎儿出生质量、降低围产儿死亡率具有重要的意义。目前,国内有许多便携式母婴监护设备^[1],但都以单机监护为主,虽部分大医院已购置母婴中央监护系统,也仅限于院

内监护,孕妇必须到医院方能进行监护^[2]。本研究运用无线通讯技术^[3]、现代互联网技术^[4]、数字图像处理技术、胎儿监护图形分析和诊断技术,研发了无线远程母婴智能监护分析系统,将便携式监护设备与医院监护中心、医院妇产科专家结合在一起,孕妇可以在家通过便携式监护系统实时监护心电、血压、血氧饱和度、脉搏、心率及瞬时胎心率、宫缩压力、胎动等参数,实现监护参数的自动分析,并且还可以将这些参数通过手机客户端传输给医院及专家,实现监护信息的共享^[5],以及在线交流。

1 系统拓扑结构

系统整体拓扑结构如图1所示。各种母婴监护

【收稿日期】2016-06-21

【基金项目】山东省自然科学基金(ZR2014HL093);泰安市科技发展计划课题(2015NS2158);山东省卫生和计划生育委员会面上项目(2015WS0101)

【作者简介】孟庆建,硕士, Tel: 0538-6222135, E-mail: qjmeng@tsmc.edu.cn

【通信作者】宋莉, Tel: 0538-6222174, E-mail: songlikjd@163.com

仪终端设备监测到的生命体征参数,经过网络通信环境和互联网,传输到远程监护应用服务器、FTP服务器、数据库服务器和实时通信服务器,由它们控制所有远程监护活动的调度和执行,实时接收控制处理各种监护仪终端采集到的数据并检测分析处理,根据医院的需求向医院数据库分发同步数据,向各类监护终端用户提供实时数据,实现远程监护、远程查看、远程监控、远程会诊等活动^[6]。

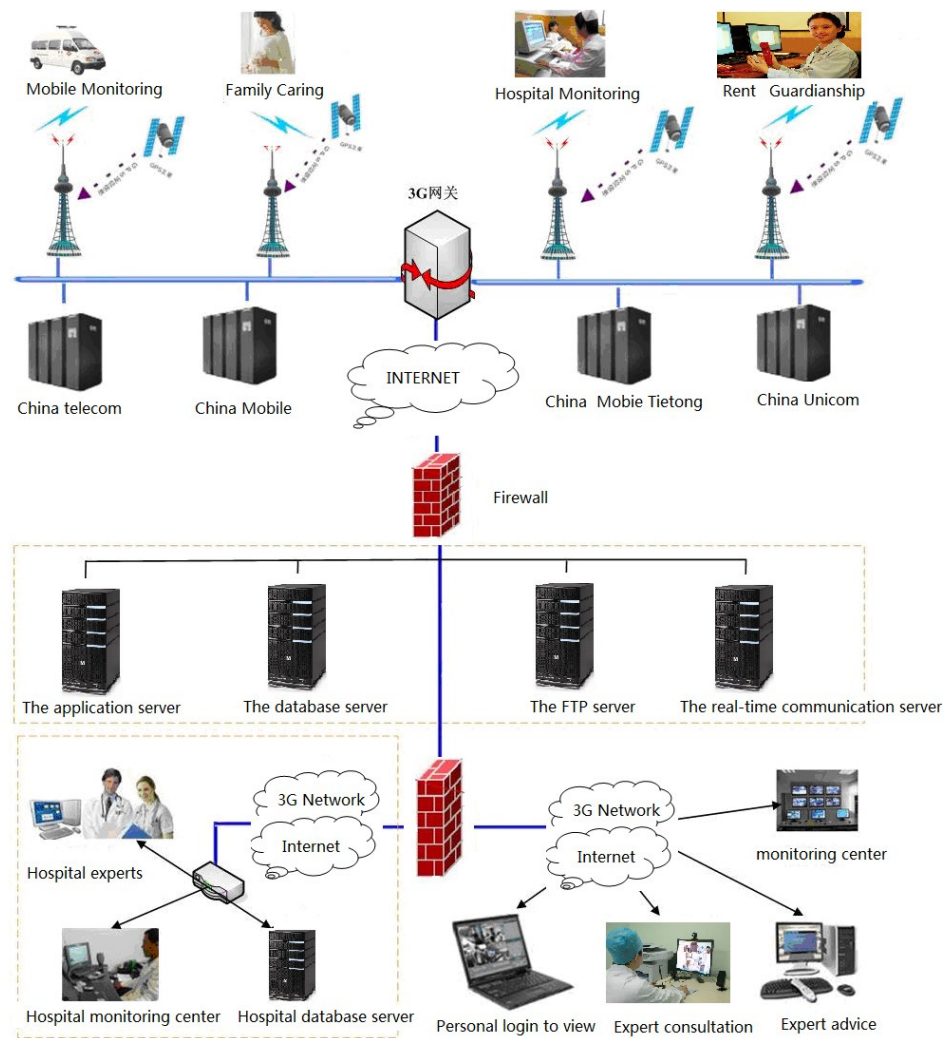


图1 系统拓扑图
Fig.1 Topology of system

2 远程监护智能分析系统软件结构

远程母婴监护智能分析系统软件采用.net平台构建,B/S模式和C/S模式相结合,数据库平台采用MS SQL Server2012。采用数据访问层(DAO层)、业务逻辑层(SERVICE层)、WEB控制层三层开发模式,结合设备客户端软件C/S模式^[7]三层结构,在各层整合多种开源技术。

2.1 服务平台B/S结构设计

服务平台利用通用浏览器完成访问数据库的界面操作,结合浏览器的多种脚本语言,不必安装特定的程序实现专用软件功能,系统安装、修改和维护全

在服务器端解决,用户仅需浏览器运行全部的模块,达到了“零客户端”功能,运行时可自动升级;提供了异种机、异种网、异种应用服务的联机、联网、统一服务的最现实的开放性基础。

2.2 客户端C/S结构设计

C/S结构是分布式系统中最常用的体系结构模型,是基于资源不对等,且为实现共享而提出来的,具有强大的数据操作和事务处理能力,模型思想简单,易于人们理解和接受。系统在传统的两层结构的客户端与数据库之间加入一应用层,放置应用程序服务器。将应用功能分成表示层、应用层和数据

层3个部分。表示层:应用的用户接口,担负用户与应用间的对话功能,使用图形用户接口,检查用户输入数据形式和取值范围,不包括业务本身处理逻辑,显示应用输出的数据。应用层:应用的本体,驻留在应用程序服务器上的业务处理程序,为各种客户机上的应用程序提供各种服务,包括用户对应用和数据库存取权限以及记录系统处理日志的功能。数据层:数据库管理系统,负责管理数据库读写,使用SQL语言进行大量数据的更新和检索。

2.3 表示层、功能层分离成独立的程序

表示层配置在监护仪终端中,一部分功能层放在监护仪终端中(如检测数据的采集等),一部分功能层放在应用服务器中(方案执行的脚本定义等)。数据层放在数据库服务器中,分别放在各自不同的

硬件系统上,服务器与服务器间要进行数据传送,灵活性高,能适应客户机数目的增加和处理负荷的变动,在追加新业务处理时,可以相应增加装载功能层的服务器。

3 远程监护智能分析系统终端设计

监护仪终端硬件结构如图2所示。终端可以采集、显示、分析、打印孕妇的心电、血压(收缩压、舒张压、平均压)、血氧饱和度、脉搏、心率、呼吸、体温及胎儿的胎心率、宫缩压力、胎动等生命体征参数。既可单机使用,也可以通过以太网口连接医院内部中央监护网络,还可以通过CDMA DTU搭建远程监护网络,并具有GPS定位功能。系统中各模块与ARM9单板机通过串口通讯。

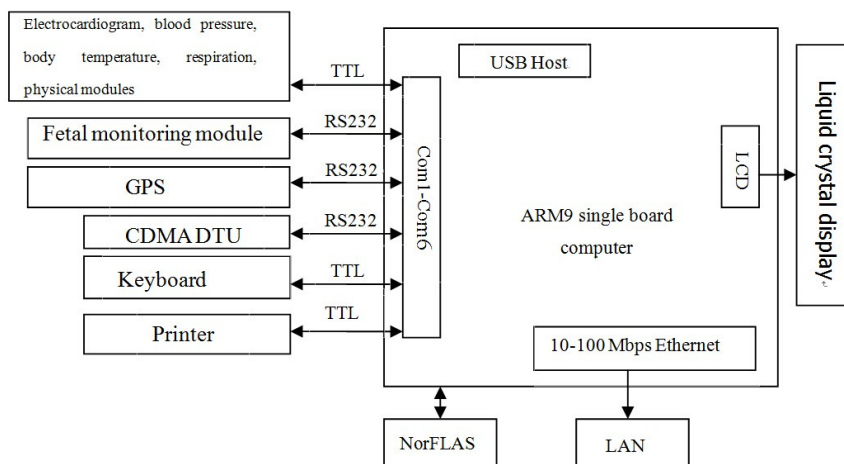


图2 终端硬件结构图

Fig.2 Structure diagram of terminal hardware

监护仪终端的主要界面高速显示胎心率、宫缩、心电、血氧饱和度、呼吸等波形,绘图较复杂,为了避免画图闪烁系统采用了双缓冲绘图技术^[8]。所有绘制操作首先呈现到内存缓冲区,而不是直接呈现到屏幕上的绘图图面。所有绘制操作完成后,内存缓冲区直接复制到与之关联的绘图图面。因为在屏幕上只执行一个图形操作,所以消除了由复杂绘制操作造成的图像闪烁,而且不会占用显示系统的开销,极大地提高了绘图效率。

4 远程监护智能分析管理平台设计

远程母婴监护管理平台是系统应用的集中体现,面向医院、个人、医生专家和管理员^[9]等不同监护应用角色的需要,基于监护终端设备、各类服务器、

监护中心,构建一体化呈现的应用系统平台^[10],具有数据实时分析、图形曲线结果自动显示、医生专家第三方监护实时互动的功能。各医院医生专家、监护中心对数据中心的异构监护数据进行操作和处理,提交给远程母婴监护管理平台进行处理。远程医疗监护平台主要包括完成远程监护的平台软件架构、系统网络^[11]、各类用户操作管理中心、监护数据回放分析、文件管理、GPS定位系统、系统管理中心等功能。远程监护智能分析^[12]管理平台业务流程图如图3所示。

5 实时在线分析技术

目前国内远程母婴监护仪只能显示有关监护曲线,不具备自动分析功能,只能依靠人工分析。系统

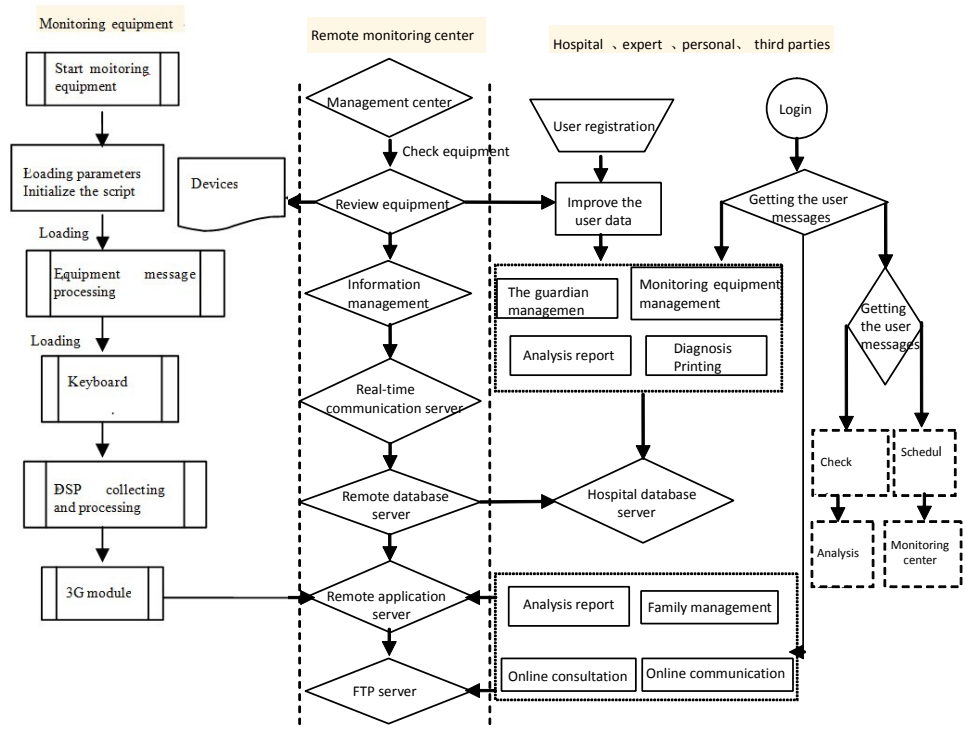


图3 远程监护智能分析管理平台业务流程图
Fig.3 Business process diagrams of remote monitoring intelligent analysis and management platform

根据胎心信号在临床上的规律及胎儿监护诊断分析理论,研发了胎儿监护实时在线自动分析技术,其流程图如图4所示。取得10 min的监护数据,包含胎心率、宫缩、胎动数值。经过平滑计算处理得到胎心率基线,根据基线值把胎心率曲线分成上升或下降的波形,取得波形的极值及持续时间波形最值与基线差的绝对值小于15 bpm的波形属于细变异波形,取所有细变异波形极值求平均得到细变异值。波形最值与基线差的绝对值大于等于15 bpm且持续时间大于等于15 s的属于胎心加速或减速波形。宫缩曲线以20为基线取得宫缩上升波形,取得极值和持续时间,根据极值的位置,偏左、居中或偏右分成I、II、III型波形,根据极值的大小分成过强、过弱和正常波形,两种类型混合取得每个波形的类型和强度。加减速波形与胎动值及宫缩波形联合做详细分析,在一个胎心加速波形时间内有宫缩波形且无胎动为周期加速,其余为非周期加速。胎心率减速波形内存在宫缩上升波形为早发减速胎心波形,胎心率减速波形前20 s内存在宫缩上升波形为迟发减速胎心波形;其他为变化减速波形。持续时间大于120 s,下降幅度大于30 bpm的波形为延长减速波形。

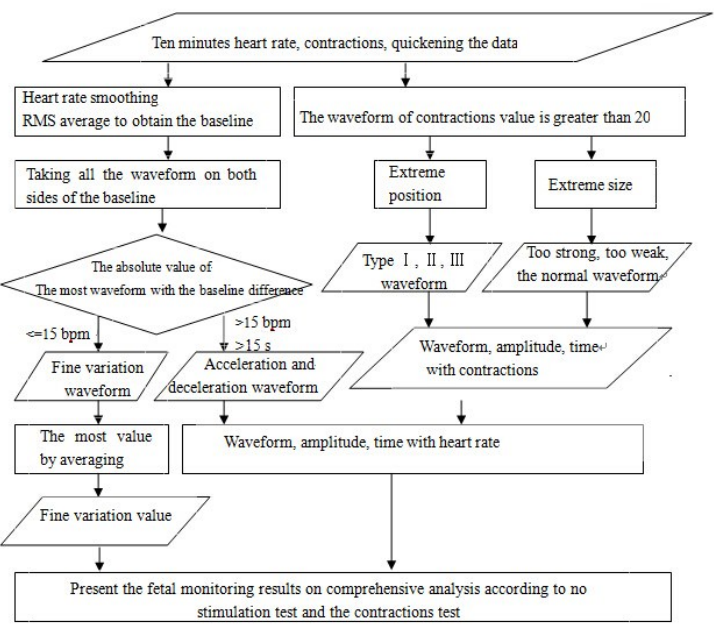


图4 自动分析流程图
Fig.4 Automatic analysis process diagram

6 结论与展望

该远程母婴监护智能分析系统利用无线高速宽带移动通信技术,实现了孕妇的心电、血压、血氧饱和度、脉搏、心率、呼吸、体温、胎儿的胎心率、宫缩压力、胎动等信息的无线远程传输,在线实时自动分

析、监护数据存储、回放、定位功能。孕妇通过携带终端监护仪实现了医院中央监护与家庭远程监护的合二为一,实现了异地远程通讯会诊功能^[13]。

【参考文献】

- [1] 习海燕,甘光辉,张慧莲,等. 一种新型远程母婴智能监护系统的研制[J]. 中国医疗器械杂志, 2015, 39(2): 102-104.
XI H Y, GAN G H, ZHANG H L, et al. Design of smart care tele-monitoring system for mother and fetus [J]. Chinese Journal of Medical Instrumentation, 2015, 39(2): 102-104.
- [2] 朱劲松. 互联网+医疗模式: 内涵与系统构架[J]. 中国医院管理, 2016, 36(1): 38-40.
ZHU J S. Internet+medical mode: contents and system architecture [J]. Chinese Hospital Management, 2016, 36(1): 38-40.
- [3] 夏元清. 云控制系统及其面临的挑战[J]. 自动化学报, 2016, 42(1): 1-12.
XIA Y Q. Cloud control systems and their challenges [J]. Acta Automatica Sinica, 2016, 42(1): 1-12.
- [4] 刘志勇,蔡延光,黄戈文,等. 基于物联网的远程医疗系统[J]. 自动化与信息工程, 2015, 36(6): 42-45.
LIU Z Y, CAI Y G, HUANG G W, et al. Telemedicine system based on internet of things [J]. Automation and Information Engineering, 2015, 36(6): 42-45.
- [5] 郭静,王庆,陈泽亚. 面向远程医疗的流媒体群智网络传输系统[J]. 计算机系统应用, 2015, 24(11): 88-92.
GUO J, WANG Q, CHEN Z Y. Remote medical oriented crowd participatory network based streaming media transmission [J]. Computer Systems Applications, 2015, 24(11): 88-92.
- [6] 杨立成,高雅杰,王耀刚,等. 基于SWOT模型的大数据在医疗领域应用分析[J]. 中国医院, 2016, 20(3): 71-73.
YANG L C, GAO Y J, WANG Y G, et al. Application of big data in the medical field based on SWOT model [J]. Chinese Hospitals, 2016, 20(3): 71-73.
- [7] 徐婷,鲍勇. 基于云计算远程平台的社区健康管理服务运行新模式的思路与建议[J]. 中国全科医学, 2014, 17(1): 81-84.
XU T, BAO Y. Thoughts and suggestions on the mode of cloud computing platform-based community health management [J]. Chinese General Practice, 2014, 17(1): 81-84.
- [8] 郑玲飞,符旭娥. 健康管理在孕妇保健中的作用[J]. 中医药管理杂志, 2015, 23(22): 132-133.
ZHENG L F, FU X E. The role of health management in pregnant women health care [J]. Journal of Traditional Chinese Medicine Management, 2015, 23(22): 132-133.
- [9] 张敏飞. 无缝性健康教育在孕妇管理中的应用[J]. 中医药管理杂志, 2015, 23(20): 125-127.
ZHANG M F. The application of seamless health education in the management of pregnant women [J]. Journal of Traditional Chinese Medicine Management, 2015, 23(20): 125-127.
- [10] ZANJAL S V, TALMALE G R. Medicine reminder and monitoring system for secure health using IOT [J]. Proced Comput Sci, 2016, 78: 471-475.
- [11] ISABELLE K, IMRAN S, ELAINE M H, et al. Predicting asthma exacerbations employing remotely monitored adherence [J]. Healthc Technol Lett, 2016, 3(1): 51-55.
- [12] SHINOZUKA M, PAPAKONSTANTINOU K G. Real-time remote monitoring: the DuraMote platform and experiments towards future, advanced, large-scale SCADA systems [J]. Struct Infrastruct Eng, 2015, 11(4): 588-603.
- [13] BISIO I, LAVAGETTO F, MARCHESE M, et al. A smartphone-centric plat-form for remote health monitoring of heart failure [J]. Int J Communn Syst, 2015, 28(11): 1753-1771.

(编辑:黄开颜)