

基于 GPS、GPRS 和 GIS 的远程医疗监护系统的设计与实现

谭巧林^{①②}, 谭建军^①, 刘俊^{①③}

(①中国科学院广州地球化学研究所, 广州 510640; ②中国科学院研究生院, 北京 100049; ③广州中科盛博信息技术有限公司, 广州 510630)

【摘要】本文针对我国远程医疗监护的现状, 提出了一种基于 GPS、GPRS 和 GIS 的远程医疗监控系统, 阐述了系统的框架结构和功能模块, 以及主要功能的实现方法。该系统将 GPS、GPRS 和 GIS 技术相结合, 将采集到被监护者的生理参数和地理位置等信息通过通讯网络实时传送到监护中心服务器, 实现病人佩戴的移动终端与医院监控中心的双向数据交换, 用于动态跟踪病态发展, 以保障及时诊断、治疗。

【关键词】远程医疗; 移动终端; 监控中心; 生理参数

【中图分类号】P208

【文献标识码】A

【文章编号】1009-2307(2011) 06-0216-03

1 引言

远程医疗监护是指通过通信网络将远端的生理和医学信号传送到监护中心进行分析, 并给出诊断意见的一种技术手段^[1]。目前很多医疗监控系统, 采用掌上电脑作为检测和数据的传输的工具, 如美国 George Washington 大学研制的基于掌上电脑的心电记录仪, 可以记录心电数据, 并在掌上电脑上实时显示心电图^[2]。Nelwan 等开发了使用无线 PDA 作为心电发送工具的心电监护仪器^[3]。2002 年第三军医大学研制了与掌上电脑结合的具有远程传输能力的新型血压 Holter^[4]。2005 年清华大学研制了基于联想公司 5000 掌上电脑的心电血压监护仪。总的来说, 这些设备还不能实现 24 小时对人的生理监控, 并且对人们的正常生活有一定的影响, 携带仍然不是非常方便。

本文设计的是一种基于 GPS、GPRS、GIS 的远程医疗监护系统, 通过病人携带的轻便的腕式传感器 24 小时实时监控人们的体温、血压和心跳等情况, 并将采集到的信息通过蓝牙发送到 PDA 或者智能手机等终端设备, 再通过 GPRS 技术, 将信息发送到监控中心, 监控中心对采集到的信息进行相应的处理和分析, 然后根据分析结果采取相应的措施。

2 系统结构

远程医疗监护系统能实时、连续、不间断地监测和传送重要生命特征参数, 并将获得的数据实时地传送给医护人员。移动终端集成一个内置空间定位系统的 PDA 和腕式医疗传感器, 通过 GPRS 进行信息传输, 实现对佩戴该便携设备的病人进行生理监视和快速定位。监控中心建立一个基于 GIS 的信息传输、处理和发布的实时监控系统, 实现对病人的实时生理变化、空间位置数据等进行采集, 处理和显示, 支持医护人员的快速、高效的决策。基于 GPS, GPRS, GIS 的远程医疗监护系统的框架结构如图 1 所示。

该系统中, 由传感器采集病人的相关信息的信号, 通

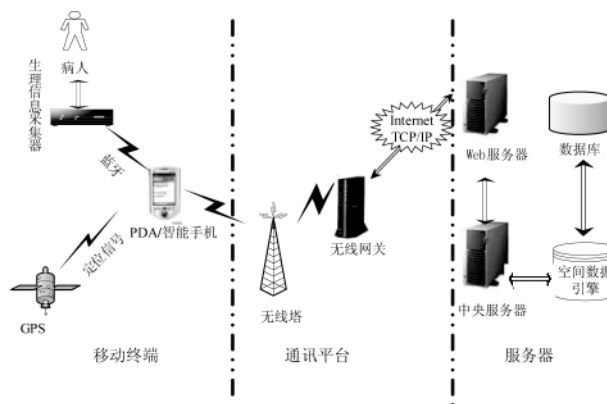


图 1 系统框架结构

过多路开关经信号放大器后由 A/D 转换器转换为数字信号, 送 MPU (micro processor unit) 模块进行处理。传感器采集的信号经过 MPU 模块的加工, 将病人的各个信息合成为状态数据串, 再集合由 GPS 模块获得的病人的地理位置信息生成预定格式的完整数据, 通过 GPRS 数据传输模块, 经由无线传感器网关, 传送给服务器端。服务器端接收到数据后, 对数据进行解析和判断, 解析获得的病人状态参数分别送诊断模块和医院临床软件数据库, 然后再由医生对病人的生理信息进行分析、诊断及医疗干预等。

3 系统功能及实现

远程医疗监护系统由两大部分组成(如图 2 所示), 即移动监护终端与监护中心。用户可随身携带移动终端, 移动终端实时监测用户的生理数据, 发送至监护中心; 监护中心实时显示和分析数据, 检测到异常时自动发送报警信息。

3.1 移动监护终端功能模块

1) 数据采集模块: 该模块主要完成病人生理数据和 GPS 数据的采集功能。系统通过 PDA 或智能手机与其他各种医疗设备, 自动获取病人实时数据, 并在 PDA 或智能手机端进行必要的数

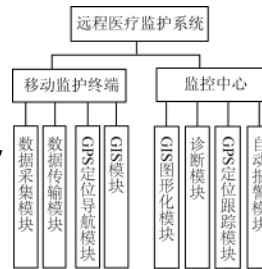


图 2 远程医疗系统功能模块图

据转化和处理, 然后再通过无线网络发送到监控中心数据库。2) 数据传输模块: 该模块利用中国移动的 GPRS 技术, 采用点对点的方式实现对带通信功能的移动终端的数据远程无线传输。模块以 GPRS 通信技



作者简介: 谭巧林(1987-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为 GIS 技术的应用与开发。

E-mail: tanqiaolin_87@163.com

收稿日期: 2010-07-28

基金项目: 广东省科技计划项目-省国际合作项目“基于 3S(GIS/GPS/GPRS)技术的智能远程生理监控系统开发应用与推广”(2009B050400001)

术和单片机技术为核心,自动完成监控中心通过 Internet 发出的命令的接收解码、终端返回数据的编码和发送。

3) GPS 定位导航模块:该模块通过内置的 GPS 芯片,给出所处位置的定位信息。通过编写自动获取 GPS 经度纬度速度等各种信息的程序,在地图上标识出来,并将信息发送回监控中心,实现实时定位与导航。

4) GIS 模块:在移动监控终端,为了实现 GPS 定位和导航的功能,系统集成 GIS 技术,实现了基本的 GIS 操作功能,例如放大,缩小,漫游,查询和简单的空间分析等。

3.2 监控中心功能模块

1) GIS 图形化模块:该模块主要完成基本的 GIS 操作功能。服务器端监护中心的 GIS 应用是一个综合的应用,它紧密结合 GPS,结合空间数据库和基础数据库,医疗相关专题数据库,完成一系列操作,包括基础的多种放大、缩小、漫游操作、信息查询、距离量算、地物编辑、缓冲分析、最短路径分析等等。例如对患者进行急救时,监护中心可以通过双向通话功能,指导救护车上的医生实施救护治疗,同时通过 GIS 的最优路径功能,给救护车指引道路,使其以最快的速度到达医院或急救中心。

2) 诊断模块:诊断模块的主要功能就是把由传感器采集来的体温、脉搏、血压等数据进行一个初步的分析。在对数据进行完一个设定好的信号处理分析并计算出对应的人体信息数据后,通过对得出的人体数据进行判断,给出相应的诊断意见。

3) GPS 定位跟踪模块:通过获取各智能终端的 GPS 数据,嵌入于 GIS 中,完成 GPS 定位,导航,最短路径分析,用户跟踪等多项功能。例如当患者向监护中心请求急救时,监护中心可以根据移动终端发送的 GPS 数据从 GIS 电子地图上查看到患者的具体位置,并同时搜索最近的急救车辆,让最近的车辆前去接患者。

4) 自动报警模块:监护中心在记录和显示用户生理参数的同时,还要对其进行初步分析,当检测到有异常时,就通过自动报警模块警示用户。

3.3 主要功能的实现

移动监护终端负责实时地采集用户的基本生理参数和地理位置信息等,并通过无线网络与监控中心进行交互操作。整个监护终端具有专用性强、体积小、可靠性高、低功耗等特点,基于这些因素考虑,系统的硬件部分采用基于 ARM 体系结构的 PDA,通过 PDA 外接可穿戴的医疗传感器对病人的生命指标进行监测,并采用 eSupermap 5.0 作为嵌入式 GIS 平台,用 Microsoft embedded Visual C++ 4.0 进行编程开发。

3.3.1 GPS 定位

目前用于导航的 GPS 数据大多采用 NEMA0183 格式提供通用输出信息,包括定位点的经度、纬度、高度、可用卫星数、当前的星历信息以及每颗卫星的状态等。NMEA0183 数据流共由 12 个段组成,每一部分由 6 个标识符开始,标识符的第一个字母为 \$。这其中只有一部分数据直接面向 GPS 信号接收器设备。本系统采用 GPRMC 推荐的最短数据获取当前位置的经纬度,数据格式如下:

```
$GPRMC,<1>,<2>,<3>,<4>,<5>,<6>,<7>,<8>,<9>,<10>,<11>,*hh<CR><LF>
```

其中: <1> 定位时 UT 时间 hhmmss 格式; <2> 状态

A = 有效 V = 无效; <3> 经度 dddmm.mmm 格式; <4> 经度方向 N 或 S; <5> 纬度 dddmm.mmmmm 格式; <6> 纬度方向 E 或 W; <7> 速率; <8> 方位角度; <9> 当前 UTC 日期 dddmmyy 格式; <10> 太阳方位; <11> 太阳方向。

当监护终端同 GPS 信号接收器连接成功后,便可获得导航数据中的经度和纬度,在 PDA 电子地图中显示出来,并利用 GPRS 无线网络将该定位数据送至监控中心数据库中,实现定位导航功能。在该模块的实现上,定义了两个结构体 date_time 和 GPS_INFO,用于保存当前的时间和地理位置,结构体内容如下:

```
Typedef struct {
    int year; //年
    int month; //月
    int day; //日
    int hour; //小时
    int minute; //分钟
    int second; //秒钟
} date_time; //时间结构体
Typedef struct {
    date_time; //时间结构体变量
    char status; //当前的状态是否有
    double latitude; //经度
    double longitude; //纬度
    char NS; //北纬或南纬
    char EW; //东经或西经
    double speed; //速度
    double high; //高程
} GPS_INFO; //GPS 本地信息结构体
```

3.3.2 GPRS 数据传输

为了便于数据的解析和与统一标准的兼容,在移动终端中,定时将采集到的生理参数和定位数据以 XML 格式封装成数据包,然后通过 GPRS 数据传输模块将数据包以无线的方式发送到监控中心的数据接收服务器。数据传输模块相关的实现函数声明如下:

```
void set_speed( int fd, int speed); //设置串口的波特率
//设置串口的奇偶位、校验位、停止位
int set_Parity( int fd, int databits, int stopbits, intparity);
int GPRS_Init( int serial); //初始化 GPRS 模块
int GPRS_TCP( char* ipAddr, char* port); //初始化与服务器的 TCP 连接
void GPRS_Send( char* data, int len); //发送监测数据包
void GPRS_TCPClose(); //关闭 GPRS 与数据接收服务器的 TCP 连接
void GPRS_Close(); //关闭 GPRS 模块
void GPRS_Cmd( char* Pt); //向串口发送包含 AT 命令的字符串
```

GPRS 数据传输模块在以无线的方式传送数据包时,首先通过 AT 命令与集成子系统的数据接收服务器建立 TCP 连接,建立连接时使用的参数是通过系统运行参数配置模块设定的。若 TCP 连接建立失败,则在图形界面窗口上将会显示该信息,否则,连接建立成功,等待用户的操作。无论用户是选择自动发送还是手动发送,都是通过 GPRS 的 AT 命令来发送数据包。在该模块中使用的 AT 命令集如下:

```
//建立 TCP 连接或注册 UDP 端口号
```

```
AT + CIPSTART = ( "TCP" , " UDP" ) , ( " IPAD-
DRESS" , " DOMAIN NAME" ) , " PORT" AT + CIPSEND
//发送数据
```

```
AT + CIPCLOSE //关闭 TCP 或 UDP 连接
```

在数据包的传输过程中,该模块能够实时地检测到远端数据接收服务器的接收状态,如果某个时刻接收服务器发生意外关闭,此时该模块会立即停止数据包的传输,并在图形界面窗口上显示与服务器断开连接。

3.3.3 GPRS 短消息控制

为了增加移动终端的灵活性,便于用户的远程动态管理,在数据通信模块中配置了短消息控制功能。该功能是与监控中心的服务器进行交互,接收远程控制命令,实时地做出响应。

当 GPRS 数据传输模块启动后,首先以新线程的方式启动短消息控制模块,该模块一直处于监听状态,检测是否有远程短消息控制命令。一旦检测到操作请求,立即设置相应的标志位,并将其反馈给数据传输模块,从而实现了对数据传输模块的控制。GPRS 短消息控制模块是通过 AT 命令实现的,在该模块中使用的 AT 命令集如下:

```
AT + CMGF = < mode > //选择短消息格式。Mode = 0
PDU 模式,1 文本模式。
```

```
AT + CMGR = < index > //读取短消息。Index 为所要
读取短信的记录号。
```

```
AT + CMGD = < index > //删除短消息。Index 为所要
删除短信的记录号。
```

3.3.4 GIS 模块

GIS 模块主要以地图的方式表达空间数据,供系统用户查看,主要包括地图浏览功能(如地图放大、缩小、漫游、全幅显示等)、查询功能、空间分析功能。

GIS 模块中最主要的空间分析功能是路径分析,即计算连接出发地和目的地两点之间的最短路径。本模块中使用 Dijkstra 算法计算最短路径,该算法是典型最短路算法,用于计算一个节点到其他所有节点的最短路径。主要特点是以起始点为中心向外层层扩展,直到扩展到终点为止。实现其功能的主要类和函数如下:

```
CSePathAnalyst m_ PathAnalyst; //路径分析类
```

```
CPoint m_ pntFrom; //出发地坐标点
```

```
CPoint m_ pntTo; //目的地坐标点
```

```
Void PathAnalyseInit(); //路径分析初始化,设置
网络数据集
```

```
Bool PathAnalysing(); //路径分析方法
```

4 结束语

远程医疗是信息技术与医学相结合的产物,它不仅可

以减少医护人员和病人及家属的路途奔波,还可使医学资源得到共享,减少医疗费用,提高医疗质量和工作效率。随着当今社会老年人口的剧增,医疗资源中家庭监护的作用越发突出,它是远程医疗应用中跟人群联系最紧密的一种方式,将成为现代医疗方式的一种新的必然趋向。随着中国 3G 通信系统的发展,它作为远程医疗监护系统中的生理数据传输支持系统,很好的满足了远程医疗系统所传输数据实时性、连续性、准确性和可靠性的要求,将推动远程医疗服务市场化。

参考文献

- [1] 裴志杰,丁晓迪. 无线远程医疗监控系统发展概况 [J]. 计算机与数字工程, 2008, (12): 55-58.
- [2] ZOU Yongning, GUO Zhenyu. A palm pilot based pocket ECG recorder [C] //In 2000 IEEE EM BS International Conference. Chicago, 2000.
- [3] Nelwan SP, van Dam, Klootwijk TB, et al. Ubiquitous mobile access to real-time patient monitoring data [J]. Computers in Cardiology, 2002, 9(2).
- [4] wu Baoming, PENG Jing, PENG ChenJin, et al. A new type HOLTTER with long-distance transmission [J]. Beijing Biomedical Engineering, 2002, 21(4).
- [5] YANG Sun yong, ZHANG Yong hong, BAI Jing. WANG Jia-sen Development of a portable ECG and blood pressure monitor based on personal digital assistant(PDA) [J]. Beijing Space Medicine & Medical Engineering, 2005, 18(1).
- [6] 邹焱飏, 谢存禧. 基于家庭的远程健康监护系统进展 [J]. 计算机工程与应用, 2005, 40(10).
- [7] 高凤梅, 李振新, 秦鑫. 基于无线嵌入式 Internet 的多生理参数远程监护系统 [J]. 计算机与数字工程, 2008, 36(7).
- [8] 唐富华, 康景利, 郭银景, 杨阳. 基于嵌入式技术的移动医疗监护系统的研制 [J]. 计算机工程与应用, 2005, (13).
- [9] 曾松伟, 刘敬彪, 周巧娣, 夏霞. GPRS 在远程医疗监护系统中的应用研究 [J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(8).
- [10] 李雪莉, 栾港. 基于 GIS/GPS/GSMSS 的灾害应急医疗救援系统 [J]. 中外医疗, 2008, (8): 132.
- [11] 秦凯, 许慧鹏. 基于 GIS 的远程移动视频监控系统的 [J]. 地理空间信息, 2008, (6): 87-89.

Design and implementation of the remote health care system based on GPS_ GPRS_ GIS

Abstract: In view of the status of remote health care system, this paper proposed a remote health care system based on the GPS, GPRS and GIS. It elaborated on hierarchical structure and functional modules of this system framework. The system combined GPS, GPRS and GIS technologies and sent the information of physical parameters and location to the monitoring center through the communication network to achieve two-way data exchange between the patient who wears mobile terminal and monitoring center of hospital for dynamic tracking on morbid development, which would be good for timely diagnosis and treatment.

Key words: telemedicine; mobile terminal; monitoring center; physiological parameter

TAN Qiao-lin^{①②}, TAN Jian-jun^①, LIU Jun^{①③} (①Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China; ②Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; ③Casample Information Technology Co. Ltd., Guangzhou 510630, China)