

# 物联网架构下自动化药房远程监控系统的网络设计

宋钰涛<sup>1</sup>, 吴 双<sup>2</sup>, 崔建伟<sup>1</sup>, 吴云志<sup>2</sup>

(1. 东南大学 仪器科学与工程学院, 江苏 南京 210096;  
2. 南京邮电大学 通信与信息工程学院, 江苏 南京 210046)

**摘要:** 自动化药房远程监控系统是为保证自动化药房可靠性而建立的监测与反馈手段, 其核心是监控网络的搭建。提出了一种在物联网架构下实现的远程监控网络, 实现了对自动化药房的状态感知, 数据获得和远距离监控。系统网络分为两层, 底层位于物联网感知层, 由传感器和无线数传模块构成无线传感节点, 节点之间形成星型拓扑结构的网络。第二层网络位于物联网的网络传输层, 由药房终端服务器和 GPRS 模块形成基本单元, 各单元与主服务器形成网络。在此架构下构建的系统原理简洁, 成本可控, 效果可靠。

**关键词:** 物联网; 两层网络; 自动化药房; 远程监控系统

**中图分类号:** TP216    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1671-5322(2012)04-0040-04

自动化药房系统是对传统药房流程和管理的信息化和自动化后的产品, 其机械结构、运动机构和控制系统较传统的药房系统要复杂的多。从市场反馈的信息来看, 自动化药房本身提高了医院门诊药房的工作效率, 节约了医院的人力成本, 但其故障处理和产品维护也给设备制造商带来了一些困难: 具有相关专业知识的现场维护人员数量不足, 易损部件的故障带来的管理混乱以及低效的故障反馈机制带来的用户抱怨。基于物联网架构下的自动化药房远程监控系统正是针对这一现实问题而提出的, 其有效优化了设备制造商和医院之间的故障处理、产品维护和设备监控的流程, 满足了设备制造商对自动化药房远程监控的需求。本系统在物联网的架构下分为3层结构: 感知层位于设备客户端节点, 搜集设备信息并将其传输给自动化药房终端; 网络传输层将自动化药房终端信息通过 GPRS 远距离传输给主服务器端; 应用层位于主服务器端, 主要对搜集的信息进行处理以及发出反馈命令。有助于对产品的全程质量监控和远程处理能力, 节约企业的成本。

## 1 系统功能结构

### 1.1 解决的问题及目标

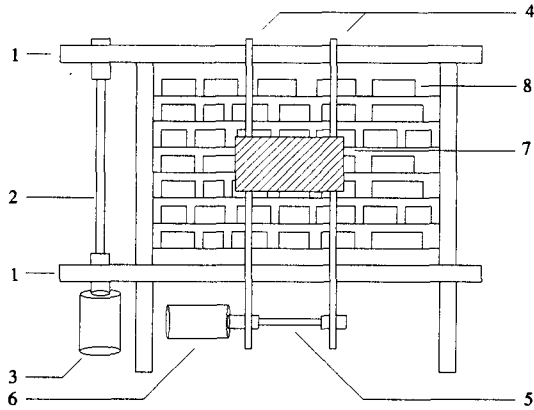
本文所述的远程监控系统是针对自动化药房的特点在物联网架构下实现的。自动化药房设备示意图如图1所示, 其中运动机构繁多, 由两台交流伺服电机控制分拣槽在药槽矩阵平面上运动, 药槽分为32行24列, 每个药槽的出药端都使用一台小型舵机来控制药品的出列。舵机的理论使用寿命在开关45万次, 在样机出药的实验中, 实测空载状态下的平均寿命在18万次至30万次之间, 带负载后的实际寿命则减为4万次至8万次之间, 且故障随机性较强。传统的检测方式针对每个舵机都需要3根线, 这样使得所有舵机的检测需要2304根线实现, 导致系统的布线异常繁杂。

另一方面, 采用远程监控的手段让设备制造商对每一台已售设备的维护和监测, 将减少设备制造商对维护人员数量的依赖。传统的远程监控设备需要铺设专用的有线网络, 一旦线路发生故障会使得通讯链路断开, 而医院这一特殊的场合,

收稿日期: 2012-10-27

基金项目: 江苏省2011年度普通高校研究生科研创新计划立项项目(CXLX\_0103)

作者简介: 宋钰涛(1988-), 男, 江苏盐城人, 硕士研究生, 主要研究方向为远程监控。



- 1. 水平支架及运动导轨;2. 水平导轨同步杆;
- 3. 水平方向运动电机;4. 竖直支架及运动导轨;
- 5. 竖直导轨同步杆;6. 竖直方向运动电机;
- 7. 分拣槽;8. 药槽

图1 自动化药房示意图

Fig.1 Schematic map of automated pharmacy

需尽量避免这一情况的发生。GSM 以及 GPRS 的网络覆盖率高、实时在线性都能很好的解决通信链路不稳定的问题<sup>[1]</sup>。通过对现存问题的研究发现,自动化药房远程监控系统主要解决两个主要问题,一是对药房状态的感知,一是感知数据的远距离传输。由此,结合日益成熟的物联网技术,可以有效的解决上述问题。

### 1.2 系统整体框架设计

通过前述问题的分析,其问题核心是在物联网架构下实现两层网络的构建,第一层网络位于物联网的感知层,其主要目的是对自动化药房的当前状态进行实时感知和数据的汇总;第二层网络位于物联网的传输层,其主要目的是将每个已售出的自动化药房的数据远距离传送给设备制造商的终端服务器,终端服务器实现物联网的最顶层应用层的构建。

依照如上的网络结构分析将系统分为客户端和服务端两部分组成。感知层网络位于系统的客户端,此层网络采用星型网络的拓扑结构,由客户端服务器主节点和无线传感网络的数据采集节点两部分构成,每个数据采集节点用于对各数据采集对象进行状态的感知,感知后的数据通过无线传感网络汇总给客户端服务器。若干个客户端服务器与主服务器构成第2层网络,也采用星型拓扑结构,此层网络用于取得各自动化药房的状态数据,对状态数据汇总后交给终端服务器<sup>[2]</sup>。

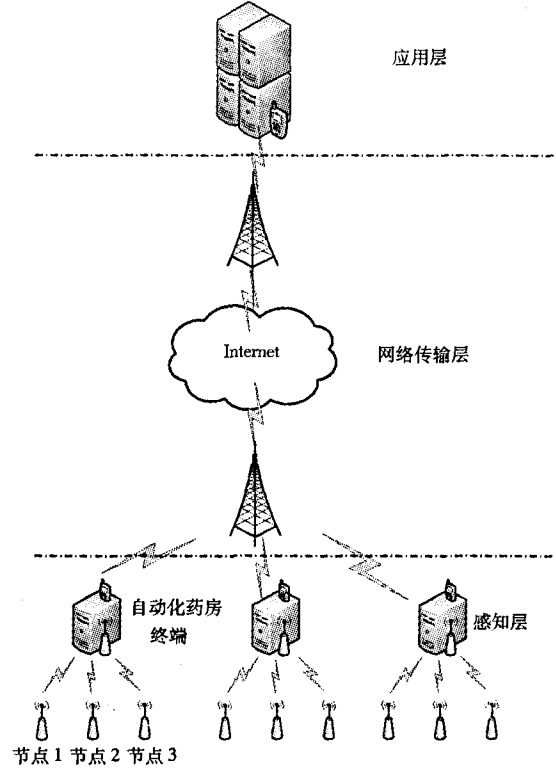


图2 系统网络的整体结构

Fig.2 Overall structure of system network

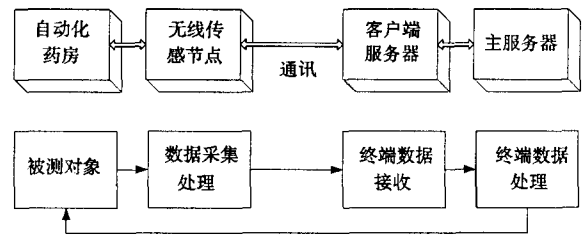


图3 数据链路的构成

Fig.3 Structure of data link

## 2 感知层网络设计

该层网络包含对自动化药房状态进行感知的无线传感节点和自动化药房的客户端服务器。每个无线传感节点对两列药槽的状态进行数据的采集,共12个节点。主节点与客户端服务器通过串口连接,故整个系统的客户端由13个节点组成,以CS模式在星型网络拓扑的架构下构成网络。

### 2.1 节点硬件设计

客户端有数据采集节点和客户端主节点两种节点。数据采集节点通过一种二维力传感器<sup>[3]</sup>的应用对出药口舵机运动构件的受力数据进行采

集,采集到的数据传送给节点处理器,节点处理器通过无线数传模块与主节点进行数据的交互。主节点与客户端服务器相连,用于对各数据采集节点传递的数据进行汇总和处理。

图 4 为数据采集节点的硬件构成示意图,力传感器通过贴在运动机构支架上的力应变贴片对当前运动机构的受力状态进行感知,采集到的信号经 AD620 进行放大,放大后的模拟信号通过 ADC0809 模数转换为数字信号传递给节点处理器单片机 STC89C51。每一个数据采集节点均由一块独立的单片机控制,通过 RS232 与 DTD465B 无线数传模块连接<sup>[4]</sup>,DTD465B 模块的选择插座 JP2\_D 短接,选择 RS232 电平,实现串口通讯。模块本身可通过串口数据的透明传输接收单片机传达的数据,并自动实现数据的无线发送和接受。客户端主节点则由 DTD465B 与客户端服务器组成,通过串口直接连接。将所有数据采集节点和客户端主节点信道的通讯频率均设为 430.200 0 MHz, 以此可以构成完整的节点网络。

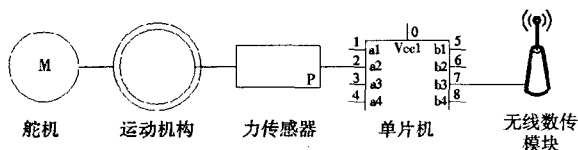


图 4 数据采集节点的硬件构成

Fig. 4 Hardware structure of data acquisition node

## 2.2 网络构成

感知层的网络通信由无线数传模块 DTD465B 实现,该模块的工作方式为半双工,适合一对多的通信方式,故采用星型网络拓扑结构,以 CS 的方式实现通信的流程。

网络设置时,将与服务器相连的主节点地址设为 1,其余 12 个数据采集节点的地址分设为 2-13。通常模式下,数据采集节点每隔 10 min 对当前的状态进行测量一次,处理结束后记录数据。工作模式下,使用 Modbus 协议作为通讯协议,主节点首先通过广播向各数据采集节点发送工作准备命令。准备结束后,主节点再通过广播将带有地址的数据帧发送出去,各数据采集节点接收到命令后对数据帧进行处理,只有当得到的地址位与本地地址一致后才与主节点完成握手,握手结束后进行数据传输,将本地采集数据上传至主节点,主节点在接收到目标数据后对数据进行处理,处理完毕后询问下一地址状态,如此依次对 12 个

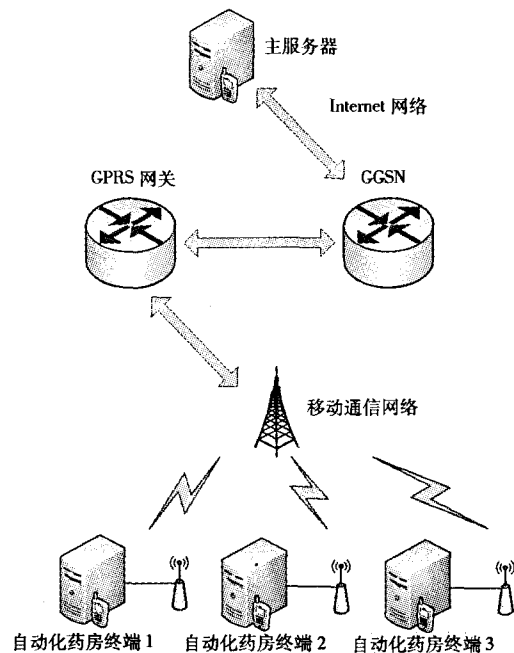
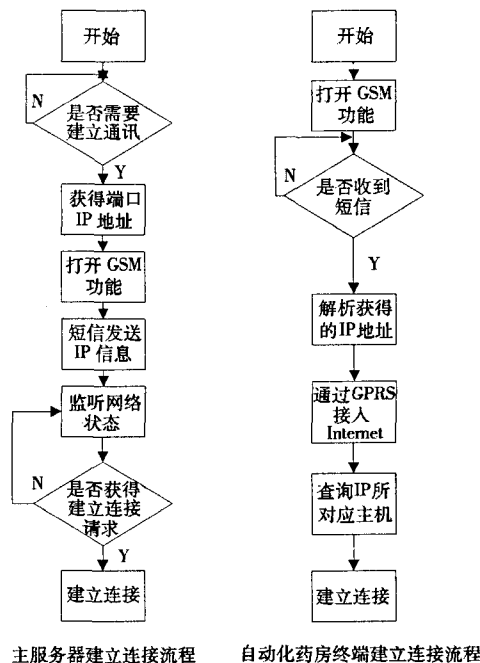


图 5 主服务器与自动化药房终端之间的网络构成

Fig. 5 Network structure between master server and the terminal of automated pharmacy



主服务器建立连接流程 自动化药房终端建立连接流程

图 6 网络传输层连接建立流程

Fig. 6 Establishment procedure of network transport layer connection

节点的数据进行采集。

## 3 网络传输层网络设计

网络传输层实现设备制造商主服务器和各自

自动化药房客户端之间的通信,以此来实现设备的远程监控。通过现已广泛覆盖的 GSM 网络 and 在此基础上的 GPRS 网络可以较为可靠的完成网络传输层网络的搭建,本文使用 DTP - S09E 型 GPRS 模块作为构成网络通讯设备,设备制造商主服务器和客户端服务器构成这一层的星型网络。

设备客户端由 DTP - S09E 模块和服务器组成,服务器与模块之间通过串口进行数据传输,服务器上位机软件通过 AT 指令对模块进行操作。现行 GSM900 标准的上行频率在 905 ~ 915 MHz,下行频率在 950 ~ 960 MHz,上行频率和下行频率不重合,故模块之间不可以直接通讯<sup>[5]</sup>。通常 GPRS 网络中接收和发送数据时,需要首先通过 GPRS 和 Internet 之间建立的网络支持点 GGSN,经过协议认证后,使用由 GGSN 动态分配的 IP 地址接入 Internet。由于动态分配的 IP 地址导致每次连接的 IP 地址均不固定,故使用 SMS 短信息

作为组网的中介。每当主服务器需要数据通讯时,首先使用 AT 指令“AT + QILOCIP < CRLF >”查询主服务器当前本地 IP 地址,打开 GSM 功能,将包含 IP 地址的信息编辑成短信发送给各自动化药房客户端 GPRS 模块,终端模块接收到信息后进行反馈,完成连接准备,此时即可建立连接,建立连接后进行数据通信。

#### 4 结语

物联网技术的发展给传统的远程监控技术带来了新的解决手段,更高效地将感知、传输和应用整合进了一个系统。在此架构下的自动化药房远程监控系统解决了设备制造商所面临的现实问题,这一问题的核心仍然是网络的构建,本文通过无线传感网络和 GPRS 网络构建的两层网络针对这一问题给出了完整的解决方案,最终实现基于物联网的全程监控、质量管理、售后服务管理。

#### 参考文献:

- [1] 周雷. 融合 GPRS 技术的 Zigbee 无线网络[J]. 通讯电子技术, 2010, 47(6): 60 - 63.
- [2] 李焯, 张旗, 黄晓霞. 无线传感器网络综述[J]. 先进技术研究通报, 2009, 3(11): 2 - 6.
- [3] 崔建伟, 吴剑锋, 宋钰涛. 一种二维力传感器[P]. 中国发明专利, CN102305678A, 2012.
- [4] Texas Instruments. He RS - 485 Design Guide[R]. Application Report SLLA272B, May, 2008, 2.
- [5] Guangyou Yang, Jingjing Zhou, Xuwu Su. Remote Monitoring System of the Motor in GPRS Based on LabVIEW and Embedded TCP/IP[C]. 2010 IEEE International Conference on Internet Technology and Applications, 2010: 1 - 4.

## Design of Network for Automation Pharmacy RMON System Based on Internet of Things

SONG Yu-tao<sup>1</sup>, WU Shuang<sup>2</sup>, CUI Jian-wei<sup>1</sup>, WU Yun-zhi<sup>2</sup>

(1. School of Instrument Science and Engineering, Southeast University, Nanjing Jiangsu 210096, China;  
2. College of Communication and Information Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu 210046, China)

**Abstract:** Automation pharmacy RMON system is a means of monitoring and feedback, which is establish to ensure the reliability of the automation pharmacy system. Its core is to build a monitoring network. This paper presents a RMON network which is realized based on Internet of things. The system can sense the state of the automation pharmacy, get the data from the sensor and monitor the pharmacy through this network. The network of this system is divided into two layers. The underlying network is located on the perception layer of the Internet of things, the next layer of the network is on the network transport layer. The structure of these networks is the star topology. In order to meet the hospital's management, modern automated pharmacies still have to first ensure the reliability. So this paper presents a design of remote monitoring system for automated pharmacy based on Internet of things.

**Keywords:** Internet of things; Two - tier network; automated Pharmacy; Remote monitoring System

(责任编辑:张英健)