

药品冷链监控系统数据传输程序设计

谷吉海¹, 刘钊¹, 庞明¹, 巴兴强²

(1. 哈尔滨商业大学, 哈尔滨 150028; 2. 东北林业大学, 哈尔滨 150040)

摘要: **目的** 基于无线射频识别(RFID)技术的药品冷链监控系统数据传输程序设计。**方法** 首先解决监控对象的温湿度信息采集和分布式多标签数据读取的冲突问题,然后解决数据由传感器经读写器、车载 GPRS 模块至中心服务器的数据传输通讯问题。**结果** 基于 UDP 网络传输协议平台,设计开发了 CRC 校验码和防冲突算法通讯接口程序。**结论** 实现了数据采集传输的实时性、完整性和准确性,为进一步开发冷链监控系统奠定了基础。

关键词: RFID; 冷链监控; 数据传输; UDP 协议

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1001-3563(2014)05-0021-06

Design of Data Transfer Program for Medical Cold-chain Monitoring System

GU Ji-hai¹, LIU Chai¹, PANG Ming¹, BA Xing-qiang²

(1. Harbin University of Commerce, Harbin 150028, China;

2. Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

ABSTRACT: **Objective** To design data transfer program for Medical Cold-Chain Monitoring System based on RFID. **Methods** First of all, the humiture information was collected and the conflict problem of Labels was solved; and then the transmission and communication problem during the data transmission from sensor to RFID reader and from GPRS module to central server was solved. **Results** Based on the UDP-protocol network transmission platform, acommunication interface program of CRC and anti-collision was designed and developed. **Conclusion** The real-timeness, integrity and accuracy of data collection and transmission were realized, which builds a solid foundation for the further development of Cold-chain Monitoring system.

KEY WORDS: RFID; test technology; data transmission; UDP-protocol

药品安全关系到人类的健康和生命安全。对血浆、疫苗等生物药品,要求从生产、包装、仓储、物流到经销商、医院等各个环节严格保证 2~8℃ 的冷链管理^[1]。传统的人工检测物流环境温湿度方法已不能满足药品使用安全的要求。随着物联网技术被列入我国“十二五”重点发展战略规划^[2],基于 RFID 的药品冷链监控技术已成为物联网应用领域的重要课题^[3-6]。基于 RFID 的药品冷链监控系统包括温湿度信息的感知、传输和监控等 3 个层次。其中,首先要

解决药品温湿度信息的采集和分布式多标签数据读取的冲突问题,然后解决数据由传感器经读写器、车载 GPRS 模块至中心服务器的数据安全传输通讯问题。为此基于 UDP 的网络通讯协议,设计开发数据读取和传输接口程序,实现数据的实时采集和准确传输。

1 药品冷链监控系统总体设计

药品冷链监控与信息管理系统包括药品智能信

收稿日期: 2014-01-04

基金项目: 黑龙江省教育厅研究生创新科研资金项目(YJSCX2012-143HLJ);哈尔滨市科技局应用技术与开发(优秀学科带头人)项目(2013RFXJ067)

作者简介: 谷吉海(1964—),男,吉林柳河人,哈尔滨商业大学教授,主要研究方向为包装智能检测技术。

息管理系统与药品冷链监控系统等 2 部分,其系统硬件拓扑图见图 1,其中药品冷链监控系统实现温湿度数据的采集与处理、温湿度时间历程显示与回放、温湿度实时监测与报警等 3 部分功能。文中主要针对药品冷链监控过程中数据的采集与传输部分进行设计。

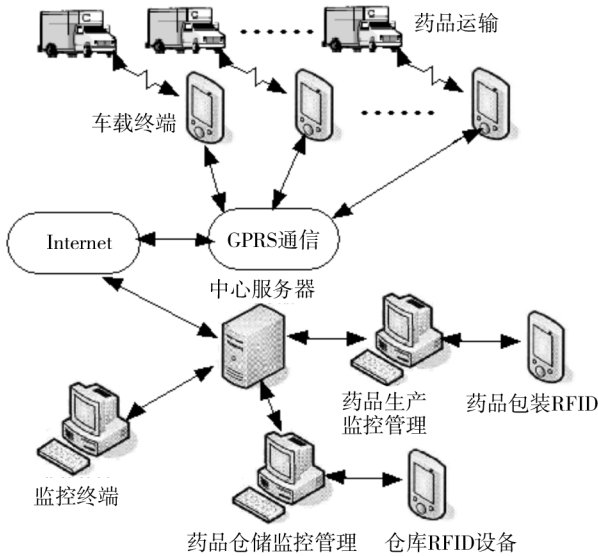


图 1 药品冷链监控与信息管理系统硬件拓扑图
Fig. 1 The hardware topology of the Medical Cold-Chain Monitoring System

药品冷链监控系统的数据采集与传输主要由 RFID 阅读器和 RFID 温湿度标签共同实现,其中 RFID 温湿度标签是将 RFID 有源标签和温湿度传感器整合在一起构成的^[7]。冷链监控系统数据采集与传输过程中的数据流向见图 2,温湿度传感器获取温湿度数据后,有源 RFID 标签通过 UDP 通讯协议将数据主动上传给 RFID 读写器,读写器再利用车载 GPRS 模块传送至监控系统,从而实现数据的采集与

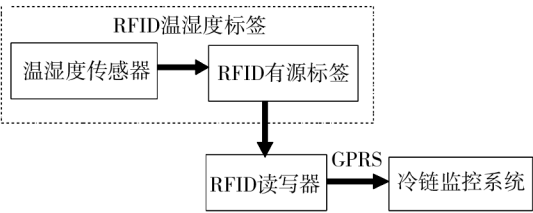


图 2 药品冷链监控系统数据流向
Fig. 2 The data flow of Medical Cold-Chain Monitoring System

传输过程。

2 监控系统功能模块软件设计

2.1 防干扰和防冲突模块设计

在数据采集与传输过程中,数据的完整性主要存在 2 个问题:信号干扰、信号冲突。该系统基于循环冗余校验(CRC)方法设计防干扰模块,采用防碰撞算法解决信号冲突问题^[8]。

2.1.1 防干扰模块设计

CRC 校验码利用线性编码理论^[9-12]。在发送端根据要发送的信息字段 k 位,以约定的规则产生一个校验用的检验字段(即 CRC 码) r 位,附在信息字段后面构成新的二进制码序列数 $(k+r)$ 位,将新的 $(k+r)$ 位发送出去;在接收端,根据约定的规则进行检验以确定传送中是否出错。

在数据采集与传输过程中使用的接口通讯协议(见表 1)中,SN(数据包自增量)在 CRC 校验过程中用来过滤重复或丢失的数据包;Head(数据包头)内容固定为 0x02030405,用于识别标签身份的合法性;Length 为数据包长度;DeviceID 为上传数据包的读写器 ID;CMD 为命令代码,范围是 0x000xff;data[] 为参数域;Checksum 为 CheckSum 字节前面所有字节的累加和模 256 的值,与 Length 共同校验数据的完整性。

表 1 接口通讯协议格式

Tab.1 The communication protocol format of interface

字段	Head	Length	DeviceID	CMD	SN	Data[]	Checksum
长度/字节	4	2	2	1	1	不定	1

2.1.2 防冲突模块设计

在读写器作用范围内存在多个标签,如果同时通信,将同时占用信道,使发送数据发生冲突,导致电子标签间数据产生碰撞。系统采用二进制树形搜索算法解决标签冲突问题^[13-15],每张标签有一个独特的序列号(UDI),解决标签冲突问题是建立在 UDI 基础上完成的。

二进制树形搜索算法模型见图 3,首先记录冲突位置,并将该位置处标签分成 0 和 1 两个子集;其次查询 0 子集,若没有冲突,则正确识别标签,若仍有冲

突则再分裂,把0子集分成00和01两个子集,依次类推,直到识别出子集0中的所有标签,再按此步骤查询子集1。

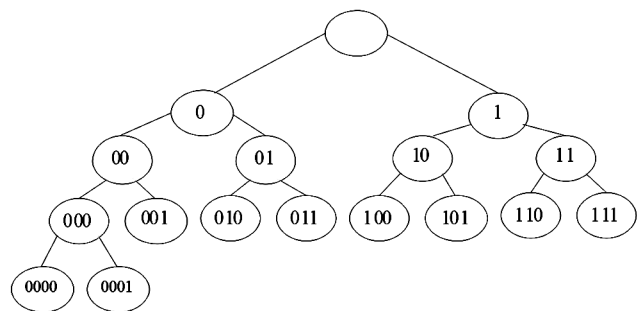


图3 二进制树形搜索算法模型

Fig.3 The model of binary-tree searching

二进制树形搜索算法采用曼彻斯特编码。以标签1——11000001,标签2——11101011,标签3——11001001为例,二进制树形搜索算法流程如下所述。

1) 读写器会发送11111111命令给标签要求应答,编码后读写器译码结果为11X0X0X1,D1,D3,D5位发生碰撞。

2) 将碰撞最高位D5置0,高于D5位的不变,低于D5位的置1。

3) 读写器再次发送11011111给标签命令,编码后读写器译码结果为1100X0X1。

4) 将碰撞最高位D3置0,高于D3位不变,低于D3位置0。

5) 读写器再次发送11000111命令给标签,此时标签2未与其他标签发生碰撞,并应答阅读器,阅读器对标签2进行读写操作。

6) 重复上述过程,直到所有标签均应答读写器。

在上述过程中,会遇到已完成应答的标签再次应答的情况,系统设置判定机制禁止标签的重复应答,编程为:

```
foreach (LabelEntity labelEntity in currentLabelList)
{
    if ((currentTime-labelEntity.ReadDate).TotalSeconds>300)
    { continue; }
    ShowLabelInThread(sbLabelIds.ToString());
}
```

2.2 基于UDP协议的网络通讯模块设计

用户数据报协议(UDP)是一个面向无连接传输

层协议,实现起来较简单,受环境影响较小,占用网络资源较少,数据处理速度较快^[16]。选择数据处理速度快的UDP通讯协议作为传输层协议,满足系统对数据实时性的严格要求。

系统具备收发数据的双重功能,系统发送和接收数据接口程序如下:

//发送数据

```
udp.Send(fasong.Bytes, fasong.Bytes.Length, readerip);
```

//接收数据

```
Byte[] receiveBytes = udp.Receive(ref RemoteIpEndPoint);
```

为使编程过程更加便捷,将通讯协议格式进行组包。根据通讯协议中data[]和DeviceID的有无,编写3个构造函数将协议组包成3种形式,组包后只需编写通讯协议格式中的DeviceID,data[]和CMD等3部分即可。

1) 有data[]和DeviceID的构造函数

//构造函数1

```
public ClassByte (string devID, byte bytesCMD, byte[] data)
{
    byte[] bytesLenth = new byte[2];
    byte[] bytesDevID = new byte[2];
    byte sn = 0;
    this.DevID = devID;
    //处理 DevID,判断是不是纯数字,是就分位装箱。
    bytesDevID = HandleDevID(devID);
    //处理 CMD
    this.Bytes = CombineBytes(BytesHead, bytesLenth, bytesDevID, bytesCMD, sn, data);
}
```

2) 无data[]有DeviceID的构造函数

//构造函数2 不带Data的

```
public ClassByte(string DevID, byte bytesCMD)
{
    byte[] bytesLenth = new byte[2];
    byte[] bytesDevID = new byte[2];
    byte sn = 0;
    this.DevID = DevID;
```

```
//处理 DevID,判断是不是纯数字,是就分位
    装箱。
bytesDevID = HandleDevID(DevID);
//处理 CMD
this.Bytes = CombineBytes(BytesHead, bytes-
    Lenth, bytesDevID, bytesCMD,
    sn);
}
3)无 data[] 和 DeviceID 的构造函数
//构造函数 3
public ClassByte(byte bytesCMD)
{
    byte[] bytesLenth = new byte[2];
    byte[] bytesDevID = HandleDevID(DevID);
    byte sn = 0;
    this.Bytes = CombineBytes(BytesHead, bytes-
        Lenth, bytesDevID, bytesCMD,
        sn);
    this.Data = null;
}
```

2.3 温湿度数据读取与传输程序设计

2.3.1 标签类型选择模块设计

设置读写器与温湿度标签进行通讯,需修改阅读器配置参数指令(CMD=0x43)的 data[] 字段(见表 2),设置 TagType 为 251(对应温湿度标签),其他参数为默认值即可。

表 2 阅读器配置参数

Tab.2 The configuration parameters of the reader		
数据字段	长度/字节	默认值
Gain1	1	0
Gain2	1	31
AirBaudrate	1	0
Baudrate	1	0
BuzzType	1	1
IO_Input	1	0
Critical	1	0
FiterTagTime	1	0
SendInterval	1	2
TagType	1	11/251
Crc_En	1	0
Reserver	1	0

修改阅读器配置参数指令部分代码为:

```
IPEndPoint readerip =
    new IPEndPoint ( IPAddress. Parse ( currentDevice.
        DeviceIP ), currentDevice. Port-
        No);

string m10;
byte[] datas = new byte [ 14];
if ( cmbLabelType. Text == "读写标签")
{
    m10 = "11";
}
else
{
    m10 = "251";
}
datas[ 11 ] = StringHelper. ConvertHexToByte ( String-
    Helper. ConvertIntToHex ( Convert.
        ToInt32( m10)));
ClassByte fasong=new ClassByte("88",67,datas);
udp. Send ( fasong. Bytes,fasong. Bytes. Length, reade-
    rip);
MessageBox. Show("修改成功! 复位设备后生效!");
```

2.3.2 温湿度数据读取模块设计

读写器与温湿度标签通讯后,设置读写器读取温湿度标签的数据,需发送读取温湿度标签数据指令(CMD=0x41),并根据温湿度型电子标签协议(见表 3),编程如下。

表 3 温湿度电子标签协议

Tab.3 The agreement of humiture labels					
	TagID	Voltage	Reserver	Hum	Temp
长度/位	24	1	7	16	16

```
IPEndPoint RemoteIpEndPoint =new IPEndPoint(IPAd-
    dress. Any, 0);
Byte[] receiveBytes =udp. Receive( ref RemoteIpEnd-
    Point);
ClassRBytes rb = new ClassRBytes(receiveBytes);
StringBuilder sbLableIds = new StringBuilder();
if ( rb. CMD == 0x41)
{
    byte[] datas = rb. Data;
    string labelId =
        Convert. ToString ( Convert. ToInt32 ( datas[0]) * 655 36+
```

```
Convert.ToInt32 ( datas [ 1 ] ) * 256 +
Convert.ToInt32( datas[ 2 ] ) );
string Hum =
Convert.ToString ( Convert.ToInt32( datas[ 5 ] ) * 256+
Convert.ToInt32( datas[ 6 ] ) );
string Tem =
Convert.ToString ( Convert.ToInt32( datas[ 7 ] ) * 256+
Convert.ToInt32( datas[ 8 ] ) );
sbLableIds. Append ( labelId ). Append ( Hum ). Ap-
pend( Tem );
}
```

3 监控数据采集与传输的实现

读写器读取到温湿度数据后,将通过 GPRS 传送到药品冷链监控系统平台。系统将接收到的温湿度信息经过处理后显现出来,见图 4。药品冷链监控系统完成温湿度数据处理之后,通过时间控件将温湿度信息定时保存在数据库中(见图 5),编程为:

```
if ( timespan. Minutes >= 5 )
{
foreach ( LabelEntity labelEntity in currentLabelList )
{
LabelHumiture. TandHCode = " BQWSD " + Date-
Time. Now. Year. ToString ( ) + DateTime. Now.
Month. ToString ( ) + DateTime. Now. Day. ToS-
tring ( ) + DateTime. Now. Hour. ToString ( ) +
DateTime. Now. Minute. ToString ( ) + DateTime.
Now. Second. ToString ( );
LabelHumiture. LabelID=labelEntity. LabelID;
LabelHumiture. Hum=labelEntity. Hum;
LabelHumiture. Tem=labelEntity. Tem;
LabelHumiture. CurrentTime=labelEntity. ReadDate;
LabelHumiture. DeviceID=currentDevice. DeviceId;
baseinfo. AddLabelHumiture( LabelHumiture, " tb_La-
belHumiture " );
}
}
```

该系统硬件部分采用上海仁微电子科技有限公司的 RW-R801 型 RFID 读写器、温湿度型 RFID 标签和车载 GPRS 模块。系统经试运行,标签的正确识率达到 99% 以上,10 个温湿度标签信息全部读取用



图 4 温湿度数据读取与存储界面
Fig. 4 The reading and saving interface of humiture data

	TandHCode	LabelID	Hum	Tem	DeviceID	CurrentTime
1	BQWSD20131220132048	86266	65.26	7.21	88	2013-12-20 13:20:46.877
2	BQWSD20131220132048	86347	64.04	3.35	88	2013-12-20 13:20:42.877
3	BQWSD20131220132048	86356	64.82	6.26	88	2013-12-20 13:20:48.077
4	BQWSD20131220132048	86329	71.81	6.42	88	2013-12-20 13:20:37.877
5	BQWSD20131220132048	86235	71.92	3.53	88	2013-12-20 13:20:47.077
6	BQWSD20131220132048	86300	70.06	5.98	88	2013-12-20 13:20:47.673
7	BQWSD20131220132048	86048	65.77	4.87	88	2013-12-20 13:20:47.280
8	BQWSD20131220132048	86269	63.36	5.78	88	2013-12-20 13:20:40.673
9	BQWSD20131220132048	86391	66.78	7.94	88	2013-12-20 13:20:47.877
10	BQWSD2013122013306	86356	71.69	4.98	88	2013-12-20 13:30:06.173
11	BQWSD2013122013307	86329	70.53	6.43	88	2013-12-20 13:30:06.767
12	BQWSD2013122013307	86048	72.31	4.09	88	2013-12-20 13:30:06.563

图 5 数据库中存储的温湿度数据
Fig. 5 The humiture data saved in the database

时 3 s,并能将数据定时准确地存储到数据库中,满足监控系统对准确性、实时性的要求。

4 结语

该系统具有效率高、实时性好、受环境影响小、占用网络资源较少等特点,其中 RFID 标签身份识别、数据校验机制和防碰撞算法弥补了 UDP 协议传输可靠性低的不足。研究开发快速、高效、安全系数高的 UDP 网络传输协议用于药品冷链监控系统的数据采集与传输,对于提高我国冷藏药品的物流监控技术水平,实现药品信息的智能化管理,保证用药安全都具有十分重要的意义。

参考文献:
[1] 王铀.采用物联网技术实现药品食品全程冷链监控[J].物流技术与应用,2011(2):70—72.

- WANG You. Realize the Drugs and Food Cold-chain Monitoring by Employ the Internet of Things Technology[J]. Logistics & Material Handling, 2011(2):70—72.
- [2] 黄玉兰. 物联网核心技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2011:139—152.
- HUANG Yu-lan. The Core Technology of the Internet of Things[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2011:139—152.
- [3] 王宇航. 基于RFID的药品包装信息管理系统[D]. 北京:北京交通大学, 2011.
- WANG Yu-hang. RFID-based Pharmaceutical Packaging Information Management System[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2011.
- [4] 梁露丝. 广东XX物流公司药品冷链的流程分析与优化研究[D]. 广州:华南理工大学, 2010.
- LIANG Lu-si. The Research of Analyses and Optimization of Logistics for the Pharmaceutical Cold Chain of Guangdong XX Logistics Company[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2010.
- [5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 药品冷链物流运作规范[M]. 北京:中国质检出版社, 2012.
- The State Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, China National Standardization Management Committee. Drugs Cold-chain Logistics Operation specification[M]. Beijing: China Quality Press, 2012.
- [6] 严美芳. 制约RFID在包装领域应用的因素[J]. 包装工程, 2008, 29(10):226—227.
- YAN Mei-fang. Factors Restricting the Application of RFID in Packaging Field[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(10):226—227.
- [7] 周尚晨. 基于离群点挖掘的RFID冷链实时温控研究[D]. 上海:复旦大学, 2010.
- ZHOU Shang-chen. The Real-time Temperature Control Research of RFID Cold-chain Based on Outliers Mining[D]. Shanghai: Fudan University, 2010.
- [8] KIM J, CHOI E Y, LEE D H. Secure Mobile RFID System Against Privacy and Security Problems[J]. Conference Proceeding, 2007, 8(4):67—72.
- [9] 王忠, 李延社, 游智胜. CRC算法设计与程序实现[J]. 电子测量技术, 2007, 12(12):26—28.
- WANG Zhong, LI Yan-she, YOU Zhi-sheng. Design and Implementation of CRC Algorithm[J]. Electronic Measurement Techniques, 2007, 12(12):26—28.
- [10] 张志刚, 陈文阁, 汪春晖, 等. 产品包装中RFID技术的安全策略[J]. 包装工程, 2009, 30(5):
- ZHANG Zhi-gang, CHEN Wen-ge, WANG Chun-hui, et al. Safety Strategies of RFID Technology in Product Packaging[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(5):197—199.
- [11] HOQUE M E, RAHMAN F, SHEIKH I. Enhancing Privacy and Security of RFID System with Serverless Authentication and Search Protocols in Pervasive Environments[J]. Wireless Pers Commun, 2010, 55:65—79.
- [12] 宁焕生. RFID重大工程与国家物联网[M]. 北京:机械工业出版社, 2011:139—144.
- NING Huan-sheng. The Major Projects of RFID and National Iot[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2011:139—144.
- [13] 于惠钧, 刘晓燕, 朱永祥. RFID标签阅读器系统防冲突算法的研究[J]. 包装工程, 2008, 29(2):46—48.
- YU Hui-jun, LIU Xiao-yan, ZHU Yong-xiang. Study on Anti-collision Algorithms in RFID Reader System[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2):46—48.
- [14] 刘桂阳, 付国瑜. 商品包装RFID技术的数据安全研究[J]. 包装工程, 2009, 30(5):79—81.
- LIU Gui-yang, FU Guo-yu. Merchandise Packaging RFID Technology for Data Security Research[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(5):79—81.
- [15] KIM C S, PARK K L, KIM H, et al. An Efficient Stochastic Anti-collision Algorithm Using Bit-Slot Mechanism[J]. Conference Proceeding, 2004, 6:21—24.
- [16] CASAD J. TCP/IP入门经典(第4版)[M]. 北京:人民邮电出版社, 2009:51—64.
- CASAD J. The Introduction of TCP/IP (The Fourth Edition) [M]. Beijing: People's Posts and Telecommunications Publishing House, 2009:51—64.

欢 迎 订 阅

欢 迎 投 稿