

嵌入式数据库矿场安全系统的设计

张兴华¹ 李红娟²

(石家庄学院计算机系 河北石家庄 050035)^{1,2}

摘要: 本文是针对当前矿业安全事故频繁, 设计了这样一个能在恶劣环境下正常工作的安全系统。首先介绍了嵌入式系统的相关概念和软硬件环境, 阐明煤矿井上监控终端的嵌入式系统需求和 Windows CE 嵌入式操作系统选择;接着, 从嵌入式数据库的相关概念和煤矿井上监控终端的嵌入式数据库需求及特点出发, 详细研究 Berkeley DB 数据库的关键技术特性以及在煤矿井上监控系统中的适用性, 并介绍 Berkeley DB 数据库的基本概念和基本 API 函数操作。

关键字: 嵌入式数据库, Berkeley DB, 安全系统

Embedded Database Coal Security System Design

Zhang xinhua¹ Li hongjuan²

(computer department of Shijiazhuang university Hebei shijiazhuang 050035)^{1, 2}

Astract : This article was aims at the current mining industry safety incident to be frequent, designs such one to be able under the adverse circumstance the normal work security safety system. .This paper first introduced the embedded system concept and the related hardware and software environment, clarified the embedded system needs of Mine Monitoring System and the choice of Windows CE embedded operating system. Then, from the related concept of embedded database and the embedded database needs of Mine Monitoring System, this paper deeply researched the key technical characteristics of Berkeley DB database and its applicability in Mine Monitoring System, and it introduced the basic concepts of Berkeley DB database and its basic API function operations.

Key words: Embedded Database, Berkeley DB, Monitoring System

中图分类号: TP39

文献标识码: B

引言

嵌入式数据库不仅在功能概念及系统特点上与传统的数据库有着很大的差别, 而且在它的应用方式上也是不同的。嵌入式数据库并不是直接销售给用户, 而是提供给设备的生产商或应用的开发商, 以便直接生成在嵌入式系统和应用之中, 嵌入式数据库在许多领域拥有广泛的应用前景, 如手持式计算和移动计算, 智能设备, 在本文中便提供了较好的应用。

1 系统需求分析

前端数据采集、监控、发送等嵌入式系统软件开发工作。为了满足前端嵌入式监控系统对井下实时数据的存储、查询、显示等大量处理要求, 必须安装数据库管理系统, 而传统的数据库管理系统显然因其资源占用大、数据管理效率低等特点不能适用与嵌入式矿场监控系统, 因此, 探索一种适用于矿场恶劣环境下的嵌入式监控终端的数据库系统成为本文进展的关键。

嵌入式数据库管理系统是随着嵌入式应用的发展而兴起的一类嵌入式应用软件, 已经成为数据库技术研究的一个重要分支, 在移动计算平台(如 HPC, PDA)、家庭信息环境(如机顶盒和数字电视)、通讯计算平台、汽车电子平台、电子商务平台(如智能卡应用)等领域得到广泛的应用。

为解决这些问题, 提出了嵌入式系统在煤矿井上监控系统中的应用, 嵌入式系统技术的小体积、高可靠性、低功耗和低成本等特点满足井上监控系统设备的严格要求及现场恶劣生产环境的适应性, 并且监控终端移植嵌入式数据库管理系统, 满足传统煤矿安全监控系统的主要功能需求:

- 1.数据通信功能需求。
- 2.实时查询及显示需求。
- 3.用户登录管理需求。

2 系统总体设计

嵌入式矿场安全系统的核心是数据处理。监控终端实时采集矿场各类传感器的模拟信号(如瓦斯浓度、一氧化碳浓度、风速、温度、湿度、粉尘、压力等)和现场设备控制设备的开关量信号(如风机启、停状态等),实现数据实时显示、实时/历史曲线显示、查询和报表打印、声光报警、手动/自动控制,以及网络通信等功能。而所有这些功能的实现都是以数据管理为基础的,嵌入式数据库系统可以有效地组织和管理煤矿场下各类数据,从而达到矿场监控系统实时查询、控制等功能的设计要求。图 1 是一个典型的采用了嵌入式数据库的矿场安全系统的结构图:

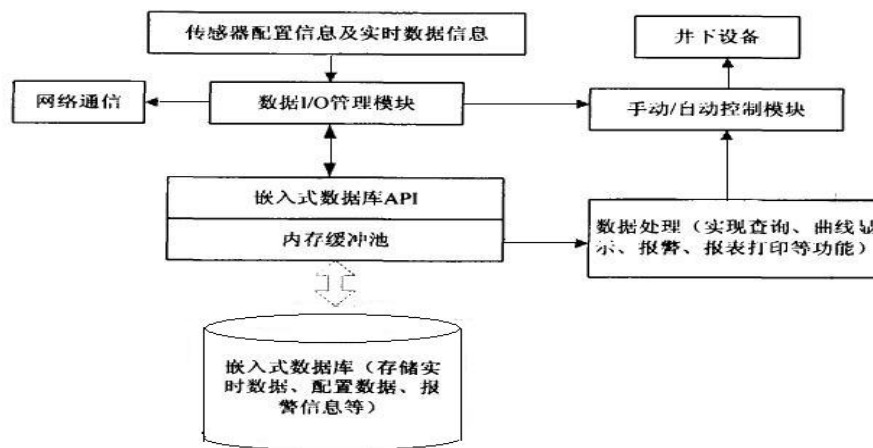


图 1 系统结构框图

系统采用 Windows CE 嵌入式操作系统和 Berkeley DB 嵌入式数据库作为矿场井上监控系统终端应用程序的开发平台;以现有的矿场安全监测监控系统为数据源,以文件共享的方式实时采集现场安全生产数据,进行数据的处理和发送。

3.系统主要功能模块实现

3.1 数据采集模块

数据采集模块实现煤矿数据源传感器实时数据的读取,并设计成一定格式的数据结构,以便数据库和应用程序操作。本系统以现有的矿场安全系统(MSUS)为数据源,安全系统按照协议规定的文件格式组织传感器数据,存储在指定本地磁盘路径中。

1.设备安装信息文件(dev.xml)

传感器设备文件分为数据头和数据体,数据头格式规定如下:

<矿场编号><矿井名称><日期><传感器个数><其他><保留>

2.实时数据文件(rtdata.xml)

实时数据文件分为数据头和数据体,数据头格式规定如下:

<矿场编号><数据上传时间><传感器数目>

数据体格式规定如下:

<传感器编号><数据值><数据状态>

其中,数据状态按位来表示数据的状态(用二进制定义,使用时转换为整数),其文本对应关系如下:

8 位	7 位	6 位	5 位	4 位	3 位	2 位	1 位	0 位
保留	传感器 故障	暂停	不巡检 无信号	分站故 障	超量程	调校	断电	报警

表 1 传感器数据状态索引信息

(二)数据采集程序设计

数据采集模块程序使用了 ReadFile.h 和 ReadFile.cpp 文件,因此本文设计了 CReadFile 类,该类封装了对 dev.xml 和 rtdata.xml 交换文件所有的数据采集操作。

根据 dev.xml 和 rtdata.xml 交换文件的构成,以及数据库存储操作上的考虑,程序为每个传感器设计了 DEVDATA 和 REALDATA 结构体,分别用来保存 dev.xml 和 rtdata.xml 文件的数据信息。DEVDATA 结构体如下所示:

```
typedef struct devdata
{
    TCHAR m_str_devSubstation[MAXLENGTH];//分站
    TCHAR m_str_devID[MAXID];//传感器编号
    TCHAR m_str_devPlace[MAXLENGTH];//安装地点
    TCHAR m_str_devName[MAX];//检测类别
    TCHAR m_str_devType[MAX];//传感器类型
    TCHAR m_str_devUnit[MAX];//单位
    float m_data_up;//量程上限
    float m_data_down;//量程下限
    float m_alarm_up;//报警上限
    float m_alarm_down;//报警下限
    float m_power_off;//断电值
    float m_power_on;//复电值
}DEVDATA;
```

REALDATA 结构体如下所示:

```
typedef struct realdata
{
    TCHAR m_str_devID[MAXID];//传感器编号
    float m_data;//传感器数值
    TCHAR m_str_dataStatus[MAXSTATUS];//数据状态
}REALDATA;
```

CReadFile 类使用了 CPtrList 链表数据结构,用以管理交换文件的所有传感器信息,数据节点为 DEVDATA 和 REALDATA 结构体。

3.2 数据存储模块

将传感器设备上传时间作为 key,封装在 DEVDATA 结构体中的设备安装信息和封装在 REALDATA 结构体中的实时数据信息分别构成数据库的 data,从而构成两组 Key 到 Data 对。因此,该方案将形成两张表,分别存储在两个数据库文件中。将传感器设备安装信息和实时数据信息形成两个数据库文件分别存储,只在设备安装信息改变的时候才会进行设备文件的存储操作,这样大大减少了数据库文件的磁盘占用空间。

Berkeley DB 用 Key/Data(关键词/数据)来区分数据库中的数据,Key/Data 对是 Berkeley DB 用来进行数据库管理的基础,由这两者构成的 Key/Data 对组成了数据库中的一个基本结构单元,而整个数据库实际上就是由许多这样的结构单元所构成的。也就是说,调用数据库

接口实际上就是提供了相应的关键词，通过该关键词来查找要操作的数据。

如果把一组相关的 Key/Data 对也看作一个表的话，那么每一个数据库只允许存放一个 table，因此，一般一种类型的 Key/Data 对构成一个数据库文件。数据库存储代码设计主要分为设备安装信息(key/data 对为设备上传时间/DEVDATA 结构体)存储代码设计和实时数据信息(key/data 对为设备一上传时间/REALDATA 结构体)存储代码设计。Berkeley DB 是以文件为单位进行数据库管理的，由于设备安装信息只在数据改变的时候才进行数据库存储操作，并且其间隔周期较长，因此作者设计了 dev.db 文件实现安装信息的存储管理;由于实时数据信息的更新周期较短，数据库存储操作频繁，并且每天都有数据的采集和更新，因此作者以每天的日期为单位设计了实时数据库文件，系统将会获取当天的日期，并以之为文件名形成数据库文件进行数据库操作，例如当天的日期为 2007 年 2 月 8 日，那么数据库文件名为 2007-02-08.db。

设备安装信息和实时数据信息的存储代码具有一定的相似性，作者以实时数据信息的存储代码为例说明其设计过程，程序流程如下所示：

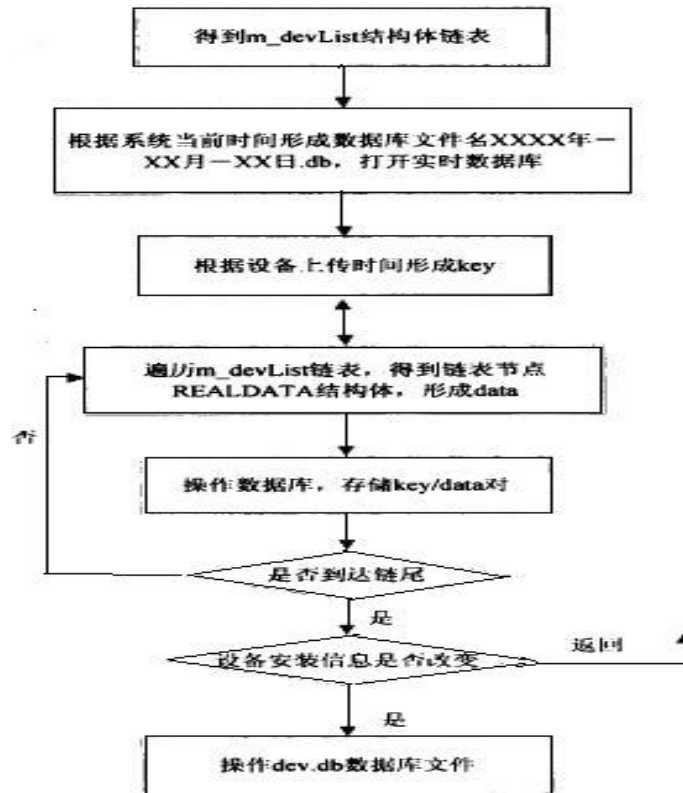


图 2 设备安装信息数据库存储程序流程

3.3 数据查询模块

实时/历史数据查询模块设计主要就是 GetDevKey、DataQueryByRealTime 和 DataQuery 函数设计。

1. DataQueryByRealTime 函数设计

若用户输入的查询时间段内设备安装信息没有改变，GetDevKey 函数会直接返回 FALSE，程序接着会调用 DataQueryByRealTime 函数查询实时数据库文件，设备安装信息直接从 m-devList 结构体链表中获得，函数设计包括如下：

- ①根据用户输入的查询日期，形成实时数据库文件如 2007-02-09.db，打开实时数据库。
- ②构建游标 cursor，使用 get 方法，以查询时间为 key,flag 标签为 DB_SET_RANGE 游

标定位到数据库文件多重记录的首一记录。

③遍历数据库文件拥有相同 key 的多重记录, 将 data 中传感器 ID 号与用户输入 ID 号相等的 REALDATA 结构体与相应的 m devList 链表节点 DEVDATA 结构体在列表框控件 (CC1istCtrl) 中显示出来。

2. DataQuery 函数设计

若设备查询时间对应的安装信息相对于当前时间段已经改变, GetDevKey 函数会返回正确的设备安装信息查询时间 devKey, 这个查询时间可能跟用户输入的传感器查询时间不同; 程序接着会调用 DataQuery 函数, 并将这个正确的设备查询时间 devKey、用户输入的传感器实时数据查询时间 realKey、传感器 ID 号 strDevID 以及实时数据库文件名 strRealDbName 以形参方式传给 DataQuery 函数, 其函数设计包括如下:

①打开设备数据库 dev.db 文件, 根据形参 strRealDbName 打开实时数据库文件。

②构建游标 cursor, 使用 get 方法, 分别以 devKey 和 realKey 为数据库的 key, flag 标签为 DB_SET_RANGE, 游标定位到设备数据库文件和实时数据库文件的首记录。

③遍历数据库文件拥有相同 key 的多重记录, 若设备数据库文件记录的 data 中 (DEVDATA 结构体) 传感器 ID 号与实时数据库文件记录的 data 中 (REALDATA 结构体) 传感器 ID 号相等, 则将这两个 data 信息在列表框控件 (CC1istCtrl) 中显示出来。

4. 总结

本文的创新点: 分析嵌入式煤矿井上监控系统的功能需求, 开发设计了基于 Berkeley DB 数据库和 Windows CE 的矿场安全系统, 实现了窗口登录、数据采集、系统界面、数据库存储、实时/历史数据查询、实时曲线显示等功能模块, 深入讨论研究了系统的数据采集方法、数据库 KEY/DATA 对存储方案及实时/历史传感器数据的数据库查询策略。在实际生产中工作稳定, 查询速度快, 达到了预期的设计目标。

参考文献:

- [1] 万玛宁. 嵌入式数据库典型技术 SQLite 和 Berkeley DB 的研究. 微计算机信息. 2006,3-2: 91-93
- [2] Kuramitsu, K., Tokuda, H.. Materializing ubiquitous computing environments, Computer Software and Applications Conference, 2004. COMPSAC 2004. Proceedings of the 28th Annual International. 2004vol. 1
- [3] 嵌入式数据库, Chinese Byte, February/March 1999
- [4] 王田苗. 嵌入式系统设计与实例开发 [M]. 清华大学出版社. 2003.
- [5] 田泽. 嵌入式系统开发及应用 [M], 北京航空航天大学出版社. 北京, 2005.
- [6] 王彤, 王良. 嵌入式移动数据库的综述及评价 [J]. 计算机工程, 2007, 27(12): 155-157.

作者简介: 张兴华 (1967-) 女, 河北省景县, 石家庄学院计算机系, 副教授, 研究方向: 数据库, 软件工程

李红娟 (1971-) 女, 河北安平县人, 讲师, 石家庄学院计算机系. 研究方向, 多媒体技术、数据库.

Biography : Zhang xinhua (1967-): female, Hebei Jinxian , computer department of Shijiazhuang university , associate professor, research direction: software engineering, database

Li hongjuan, (1971-): female, Hebei pingan, computer department of Shijiazhuang university , lecturer, research direction: Multimedia technologies, database