

一种多传感器采集与控制系统

张 荣 纪晓亮 周 兵 张海峰 何爱军

(南京大学电子科学与工程系,南京 210093)

摘要 开发了一种多通道数据采集和控制系统,使用高性能 ARM7 微处理器 AT91SAM7SE512 为核心搭建硬件采集平台, 使用通用传感器接口的设计思想,便于支持各种类型传感器,引入无线模块,支持无线采集。采集的数据通过 USB 传送到 PC。供 PC 进行分析和控制并使用 MySQL 数据库保存数据。另外,PC 端引入了虚拟仪器的方法,可以对数据进行实时显示和监控。在测试中,数据采集准确,通信过程稳定可靠,是一个小型化、低成本、高性能的数据采集和控制系统,具有良好的市场前景。

关键词 ARM7 采集与控制 通用传感器接口 无线 MySQL 虚拟仪器

中图法分类号 TP274.2; **文献标志码** A

本系统由传感器、采集仪、PC 端三部分构成,数据采集器与计算机以串行方式通信,与传感器采用并行输入方式,可一并接入多个传感器。系统硬件采用通用传感器接口的设计方法,而在上位机软件设计上则引入了虚拟仪器的思想^[1],可以同时对多路数据进行实时采集和监控,有很强的适应性和扩展性,可用于环境监测,实验研究等方面。

1 系统硬件结构

硬件设计如图 1 所示,主要由上位机(PC)和下位机(采集仪)两部分组成。PC 控制采集仪进行数据采集,并把采集到的数据传给 PC,供 PC 机进行分析和处理。

下位机以 AT91SAM7SE512 为核心搭建,有 5 个物理接口,其中有 4 个有线接口,1 个无线接口,可以同时采集 4 路数据。在 4 个有线接口中,每个接口有 2 个通信通道,一个是直接通过 UART 与 MCU 相连,此通道用于连接数字传感器;另一个是 MCU 通过 SPI 口控制一片 12 位 ADC,此通道用于

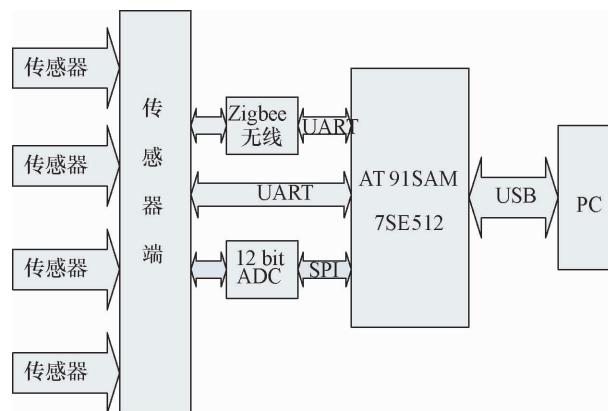


图 1 系统硬件框图

连接模拟传感器,也就是说一个接口,即可以接数字传感器也可以接模拟传感器。无线接口使用 2.4G 无线模块使用 Zigbee 协议进行通信^[2]。另外由于 AT91SAM7SE512 串口数目有限,为满足设计要求,使用了一片串口一转五芯片 GM8125。在 MCU 和 PC 之间使用 USB 进行通信,本设计中,采用 AT91SAM7SE512 片上集成的 USB2.0 控制器来完成 USB 通信,该控制器支持 8 个端点,在设计中使用控制端点 0 和批量端点 1,并采用全速模式进行 USB 通信。

2009 年 9 月 4 日收到

第一作者简介:张 荣(1983—),男,陕西商洛人,硕士研究生,研究方向:嵌入式系统与信号与信息处理。

2 软件设计

2.1 软件系统设计

软件总体框架如图 1 所示。整个过程由上位机应用程序发起,在人机交互界面设置各项参数和回控条件,然后启动 USB 通信,下位机解析和响应上位机发出的各项命令,完成整个过程。回控条件主要分为两类,一类是用户的采集需求,比如采集时间,采集点数等,当达到要求时会自动停止采集;另一类属于报警,当采集量超标时,上位机会使下位机蜂鸣器报警,并根据传感器决定是否要停止采集。

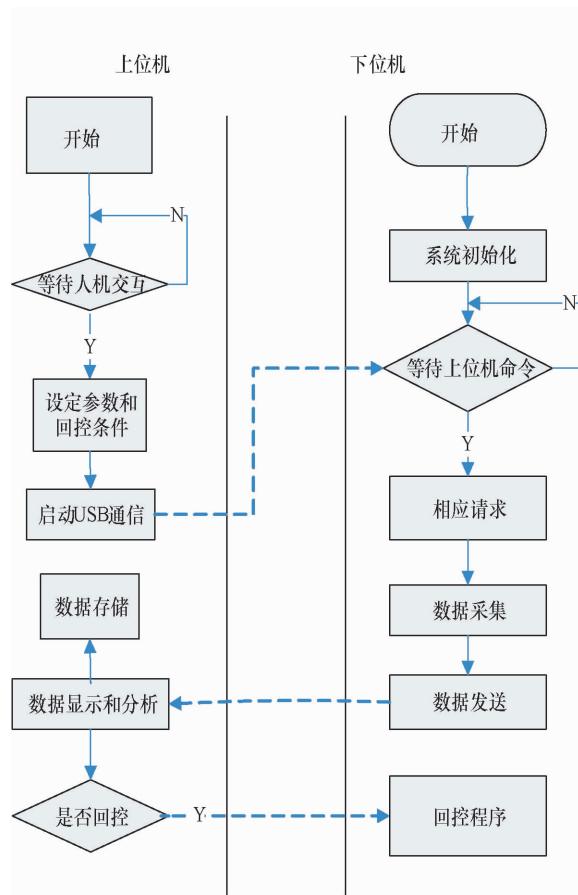


图 1 软件整体框架

2.2 下位机固件设计

下位机固件设计主要解决两个问题,一个是 MCU 和传感器之间的通信,另一个为 MCU 和 PC 之间的通信。MCU 和传感器之间的通信涉及两个接

口:SPI 口和 UART 口;MCU 和 PC 之间的通信则通过 USB 口进行。故此下位机固件部分主要包含以下几部分:SPI 口和 UART 口驱动;采集程序;USB 通信固件。

2.2.1 USB 通信

USB 通信固件负责解析和响应上位机发出的各种命令,并且将采集到的数据按照通信格式打包以供上位机读取。

2.2.2 采集固件

采集固件流程图如图 3 所示。采集固件首先要读取各传感器的 ID 号,并根据传感器类型为它们选则物理通道。

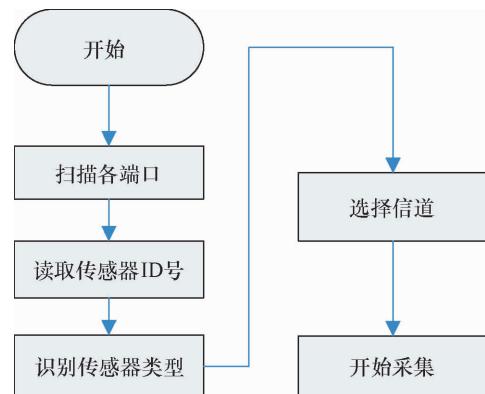


图 2 采集固件流程

2.3 主机设备驱动程序设计

PC 端的设备驱动程序为 WDM 类型。USB 设备的总线驱动程序主要由操作系统提供,本设计中编写的是功能驱动程序,使用 DDK 进行开发,基本组成包括:驱动程序入口例程(Driver Entry)、即插即用例程、分发例程、电源管理例程、卸载例程。其中分发例程主要用于处理用户软件发出的各种 I/O 请求,并为用户提供操纵设备的接口。用户的 Win32 应用程序将通过分发例程来与特定的设备进行通信^[3]。

2.4 上位机软件设计。

上位机软件使用 Delphi 开发^[4,5],提供了一个人机交互的界面,用于客户控制系统硬件设备,读取下位机的各种测量结果并进行分析计算,然后以图形化的方式予以表现,并将数据存入 MySQL 数

据库。

2.4.1 上位机软件整体框架。

上位机软件使用面向对象的设计方法,软件分为通信层和应用层,通信层实现USB通信并向上提供接口,应用层也分为两层:底层和上层。底层以基本库的方式提供硬件和应用层的接口和一些基本函数。应用层主要分数据采集和传输,数据处理,界面及数据后处理三个部分,这三部分都建立在基本库的基础之上,PC机控制采集仪进行数据采集和传输,将采到的数据经过预处理之后送到界面进行显示,界面部分会提供一些数据处理的接口,用户可以根据自己的需要对数据进行再处理。

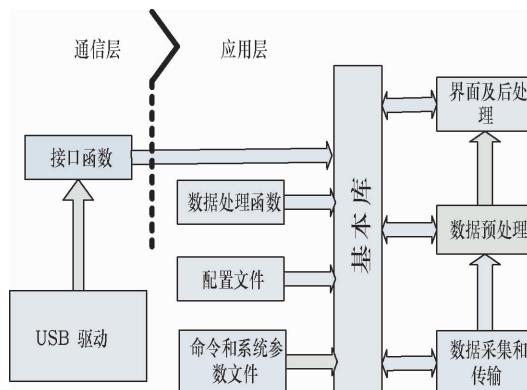


图4 上位机软件框架

2.4.2 数据采集和传输。

PC控制采集仪采集数据并把采集到的数据送到PC上来。由于要求数据可靠,我们自定义了数据格式和传输协议。PC收到数据包后会检测数据格式和校验位,只有当数据格式和校验位都正确时,PC才认为这包数据是正确的数据。数据传输采用异步有应答的方式,每一次数据的传输都由PC发起和结束。

2.4.3 数据预处理

采集仪传上来的数据包包含以下内容:传感器ID号,通道标识号,各个传感器的采样率,采集数据,校验信息。这个数据不能直接进行显示和后处理,必须要进行预处理。首先,数据包包含多个传感器的数据,必须要对其进行解包,让每个传感器的数据分开来。其次,这些刚传上来得数据只包含

幅度信息,并不包含时间信息,需要根据传上来的采样率重建时间信息。再次,这些数据根据其传感器不同需要作不同的处理以便取的需要的真实的测量数据;还有些传感器采到的数据容易受到噪声的干扰,故此要对其进行相应的滤波。这些传感器的信息保存在基本库中,应用软件根据传感器ID进行查询以确定对此传感器作何种处理,这些处理也集合在基本库中。最后,根据用户界面配置的信息,确定数据的单位,坐标,显示颜色等信息,并对处理好的数据进行打包,送入显示缓冲区供显示。

2.4.4 数据显示和后处理

数据显示由一个独立的线程负责,这个线程不断的从显示缓冲区中取数据并送往界面显示。为了面对不同的传感器都能方便观察其现象,本设计提供了4种显示方式:图形,数子,表格,指针。可以根据需要选择合适的显示方式。并且提供了基本的数据拟合方法和功能齐全的界面操作。

2.4.5 数据存储和回放。

本系统使用MySQL数据库对数据进行管理。在采集结束后,可以对整个过程进行回访。

2.4.6 系统标定

作为一个测量系统,要得到准确的数据,必须进行严格的标定。本系统采用传感器与采集通道联合标定的方案。由于系统有多个通道以满足多个传感器同时采集的需求,而多个通道不可能做的完全相同,故而不能只对传感器进行标定,也要把同一个传感器对不同通道进行标定,这样保证采集结果的准确性。

3 结论

经过测试,系统全部完成设计的功能。并且经过大批量,长时间的采集,系统没有出现数据遗漏和出错情况,能够稳定的运行。随着科学的发展,采集测量系统的自动化和智能化已经成为一种趋势,本文开发的系统,测量准确,功能多,界面人性化,操作简洁,适应性强,拥有很好的市场前景。

4 结论

Eclat 由于执行深度优先搜索,所计算的候选项集的数量多于 Apriori 算法。本文就是以减少候选项集数量为突破口,将 Eclat 算法的搜索方式改为广度优先搜索,同时引入了 Apriori 算法的剪枝策略,改进后的 Eclat 算法相对 Eclat 算法大大减少了候选项集的数量,从而提高了算法的运行效率。

参 考 文 献

1 李敏,李春平. 频繁模式挖掘算法分析和比较. 计算机应用,2005,

24(S1): 166—171

- 2 Zaki M J, Parthasarathy S, Ogihara M, and et al. New algorithms for fast discovery of association rules. In: Proc. of the 3rd Int'l Conf. on KDD and Data Mining (KDD'97), Newport Beach, California, August 1997
- 3 Zaki M J. Fast vertical mining using diffsets. Technical Report 01-1, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, 2001
- 4 Zaki M, Hsiao C. Charm: an efficient algorithm for closed itemset mining. In: Proceedings of SIAM'02, Arlington, Apr. 2002
- 5 Hipp J, Guntzer U, G. Nakhaeizadeh. Algorithms for association rule mining: a general survey and comparison. SIGKDD Explorations, 2000; 58—64

An Improved Eclat Algorithm

ZHAO Wei-ji

(Computer Department, Suihua Institute, Suihua 152061, P. R. China)

[Abstract] A new improved association rule algorithm is proposed based on Eclat. The new algorithm is implemented by vertical data layout, breadth first search, and intersection. It makes use of the efficiency of vertical data layout and intersection, and prune candidate frequent item sets like Apriori. The new algorithm against Eclat, making significant progress in runtime on our test database experimentally compared.

[Key words] prune breadth first search vertical data layout intersection

(上接第 7499 页)

参 考 文 献

- 1 赵 阔. 基于虚拟仪器的传感器数据采集与处理系统. 信息通信, 2009; (1): 48—50
- 2 瞿 雷, 刘盛德, 胡咸斌. ZigBee 技术及应用. 北京:北京航空航天大学出版社, 2007

- 3 牛继来, 王海霞. 基于 WDM 的 USB 驱动程序研究与设计. 计算机与数字工程, 2007; 35(12): 127—129
- 4 李醒飞, 杨 鑫, 张国雄. 基于 Delphi 的多参数采集与实时控制系统. 电子测量与仪器学报, 2004; 18(3): 54—59
- 5 Cantu M, Gooch T, Lam J F. Delphi 高级开发指南, 北京:电子工业出版社, 1998

A Multi-sensor Acquisition and Control System

ZHANG Rong, JI Xiao-liang, ZHOU Bing, ZHANG Hai-feng, HE Ai-jun

(Electronic Science and Engineering Department, Nanjing University, Nanjing 210093, P. R. China)

[Abstract] A multi-channel data acquisition and control system has been developed, using high-performance ARM7 processor AT91SAM7SE512 to build the hardware collection platform, using a common sensor interface design ideas to support various types of sensors. This system introduces wireless modules to support the wireless acquisition. The data collected send to the PC via USB for analysis and control. PC use MySQL database to save data. In addition, PC-side uses the virtual instrument method, can display and monitor real-time data. In the test, the data collected is accurate, the communication process is stable and reliable. This system is a small, low-cost, high-performance data acquisition and control systems, have good market prospects.

[Key words] ARM7 acquisition and control common sensor interface wireless MySQL virtual instrument