

基于 MATLAB 平台和 GPIB 接口的 测试系统开发及应用

李 军, 李 榕, 常鸿森

(华南师范大学 物理与电信工程学院, 广东 广州 510631)

[摘要] 对 MATLAB 中仪器控制工具箱的使用方法和仪器控制的实现方案进行探讨, 针对现有基于 GPIB 接口的测试系统软件开发较困难的特点, 以一典型实例, 提出基于 MATLAB 平台和 GPIB 接口的测试系统的设计方法和实现技术, 叙述了该系统的硬件结构和软件设计以及该系统的功能特点. 实例表明, 使用仪器控制工具箱, 在 MATLAB 环境下进行 GPIB 测试系统的开发不仅方便可行, 而且编程简单, 功能强大, 开发周期短.

[关键词] 测试系统, MATLAB, GPIB 接口, 仪器控制工具箱

[中图分类号] TP391 [文献标识码] B [文章编号] 1672-1292-(2005) 01-0086-03

Development and Application of Measurement System Based on MATLAB and GPIB

LI Jun, LI Rong, CHANG Hongsen

(School of Physics and Telecommunication, South China Normal University, Guangdong Guangzhou 510631, China)

Abstract The paper discusses the using methods of instrument control toolbox a method and the realizing scheme of instrument control in MATLAB, suggests the designing method and realizing technology of a measurement system based on MATLAB platform and GPIB interface with a typical example by taking into consideration the difficulties of developing the measurement system software, and depicts the hardware structure and the software design of the system as well as the system's functions and characteristics. The example shows that the development of GPIB measurement system in the context of MATLAB with instrument control toolbox is not only feasible, but the programming is simple, powerful and short in exploring period.

Key words measurement system, MATLAB, GPIB interface, instrument control toolbox

计算机技术和大规模集成电路技术的发展, 促进了数字化仪器、智能化仪器的快速发展. 与此同时, 工业生产或科学研究中也越来越希望将常用仪器设备与计算机连接起来组成一个自动测试系统. GPIB 接口因此应运而生, 它作为桥梁, 把各种可编程仪器与计算机紧密地联系起来, 从此电子测量由独立的、传统的单台仪器向组成大规模自动测试系统的方向发展. 一般而言, 一个完整的测试系统由控制器、测试仪器、测试软件以及接口总线 4 大部分组成^[1]. 利用常见的 PC 机做控制器, 开发 Windows 程序作为测试软件, 不但使测试的过程自动化, 而且使操作简单、直观, 可视性大大加强. 其中

软件开发平台的选择直接影响到系统开发的效率和成效.

目前国内文献报导的软件开发平台主要有高级编程语言 (如 Visual C++) 和 Labview 软件^[2, 3]. MATLAB 软件作为一套高性能的数值计算和可视化软件, 以其强大的数值分析与处理功能、丰富的仿真功能、方便的编程接口而深受广大用户的喜爱. 与 Visual C++ 等高级编程语言比较, 语法规则更简单, 编程特点更贴近人的思维方式. 若能利用 MATLAB 软件强大的数值处理能力和编程简单的优点进行测试系统的设计, 无疑对测试系统的开发是有益的. MATLAB (Version 6.0) 的仪器

收稿日期: 2004-09-06

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目 (021089).

作者简介: 李 军 (1972-), 讲师, 主要从事信号处理、阵列天线研究和信息处理等方面的教学与研究. E-mail: lijun@163.net

控制工具箱 (Instrument Control Toolbox) 为此提供了对 GPIB 总线接口通信的支持^[4]. 利用该工具箱配以适当的 GPIB 卡不仅可以进行实时数据采集, 而且还可以进行实时控制, 由此组建成为自动测试系统.

1 MATLAB 的仪器控制工具箱概要

MATLAB 软件中的 Instrument Control Toolbox 可以实现 PC 机与设备间的通信. 该工具箱支持基于 GPIB 总线 (IEEE-488 GPIB 标准)、VISA 总线、串行接口 (RS-232C、RS-422、RS-485) 的通信; 通信数据支持二进制和文本 (ASCII) 两种方式, 文本方式支持 SCPI (standard commands for programmable instruments) 语言; 支持异步通信和同步通信; 支持基于事件驱动的通信^[4].

Instrument Control Toolbox 中 GPIB 接口通信的实现过程如下:

(1) 创建设备对象: 这是为了建立 MATLAB 与外部设备间的通信.

(2) 连接设备: 只有连接设备以后才能进行读写操作. 可以用函数 FOPEN 建立连接.

(3) 设置属性: 通常每一部仪器都有规定读写参数, 必须恰当设置才能操作. 可以用 SET 进行设置. 例如设置输入、输出缓冲器等.

(4) 读写数据: 把数据从外设读入 MATLAB 或从 MATLAB 传送给外设. 写入数据时, 使用 FPRINTF、FWRITE 或者是 BINBLOCKWRITE 等, 读出数据时, 使用 FGETL、FGETS、FREAD、FSCANF、SCANSTR、READASYNC 或者是 BINBLOCKREAD 等.

(5) 断开连接: 对 MATLAB 平台, 存储器等作处理. 可以用 FCLOSE 断开与外设的连接, 使用 DELETE 清除存储器, 使用 CLEAR 清除 MATLAB 工作空间.

2 基于 MATLAB 平台和 GPIB 接口的测试系统设计实例

2.1 系统硬件结构

系统由一台 PC 机、一台函数发生器 SRS-DS345、一台台式数字万用表 HP34420A、一块 PCI 总线的 GPIB 卡组成, 如图 1 连接. PC 机通过 GPIB 卡、GPIB 电缆和函数发生器、数字万用表的 GPIB 接口相连. PC 机为主控机, 函数发生器产生信号输出, 数字万用表进行数据的采集.

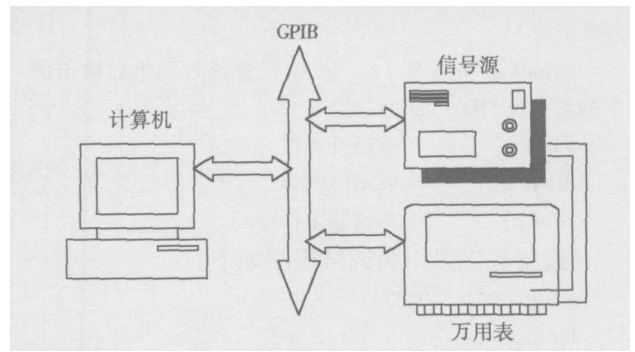


图 1 测试系统构成图

2.2 系统软件设计

测试系统的软件图形化界面及功能是基于 MATLAB 环境、采用面向对象的设计方法实现, 图 2 为实现的测试系统软件的操作面板.

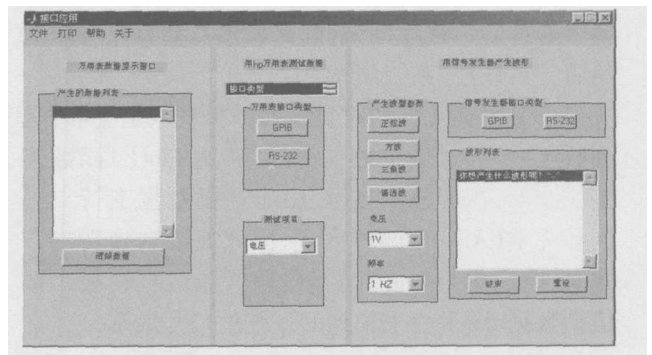


图 2 测试系统操作面板

(1) 测试系统操作面板是由 GUI 设计工具完成, 界面中使用的控件功能通过编辑相应的 CALLBACK 程序实现. 注意弹出式按钮 (PopupMenu) 由于要根据不同的条件选择程序运行, 因此在编辑该按钮 "TITLE" 属性时输入相应的条件; 实现弹出式菜单的条件选择时要用到 "SWITCH ...CASE..." 语句. 界面上的列表框 (Listbox) 用于显示工作状态和数据, 因此没有使用 CALLBACK 程序, 只是在其它控件的 CALLBACK 程序中对列表框进行调用. 采用 Findobj() 函数获取列表框的句柄, 从而实现调用.

(2) 测试系统中仪器的设置与调试. 以 SRS-DS345 函数发生器、HP34420A 数字万用表为例说明. 首先要正确设置函数发生器和数字万用表的 GPIB 地址. 然后对仪器进行 GPIB 接口通信调试, 编制函数发生器程序如下:

```
g = gpi('ni', 0, 19); % 创建设备对象
fopen(g); % 连接设备
fprintf(g, 'shape 0'); % 设置函数发生器的波形为正弦波, 其中 0 为正弦波; 1 为方波; 2 为三角波; 3 为锯齿波.
fprintf(g, 'ampl 5vp'); % 设置函数发生器的波形
```

峰峰值为 5V

fprintf(g ‘ freq 5’); % 设置函数发生器输出波形的频率为 5H z

fclose g % 断开连接
delete g % 清除内存
clear g % 清除工作空间

编制数字多用表调试程序如下:

g= gpi b(‘ ni , 0 22);
fopen(g);
fprintf(g ‘ display on’); % 设置面板处在显示状态
fprintf(g ‘ display text "hello"’); % 往面板上送字符串 ‘ hello’
fprintf(g ‘ display text clear’); % 清除面板上的字符串
fclose(g);

通过以上程序调试, 确保仪器与计算机可靠通信后, 方可进行系统测试.

(3) 采集数据实时显示在数据列表上, 同时送到数组中, 经过数据处理, 然后调用 Plot() 函数连接成波形, 在屏幕上显示. 由于通信数据支持二进制和文本 (ASCII) 两种方式, 因此如果选择文本方式时, 应调用 Str2num() 函数将文本数据转换为数值型数据. 图 3 为采集到的正弦波信号波形.

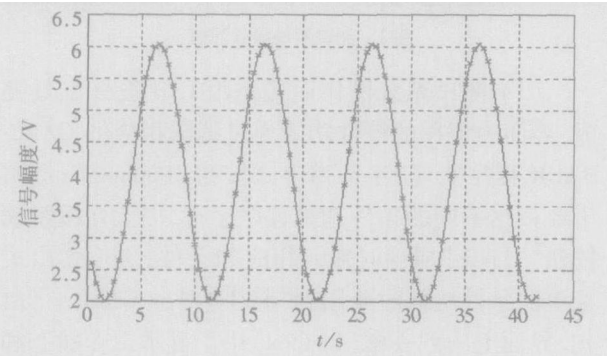


图 3 屏幕显示的信号波形

(4) MATLAB 软件提供了与 Microsoft Excel 数据库软件的程序接口. 用户可根据需要将采集的信号数据保存到 Excel 数据库中, 便于日后查询处理.

(5) 利用 MATLAB 软件的信号处理工具箱可对采集的信号进行谱分析、信号降噪、信号检测等一系列信号处理功能. 结合软件自带的其它工具箱, 可进一步对工程应用实践中的算法加以研究.

2 4 测试系统的功能特点

该系统可以对函数发生器和数字万用表自动初始化、参数设定与测试, 控制函数发生器产生不同的信号波形, 控制数字多用表测量数据并将数据送入计算机进行数据处理、显示数据图表、波形显示及打印输出等功能. 信号发生器输出信号的参数设置通过操作面板右半部分的按钮实现, 设置完成后, 会在波形列表中显示输出信号参数. 数字万用表的测试项目包括电压、电流、电阻和温度, 信号除了可以由信号发生器提供外, 也可以直接由外电路提供. 采集数据时, 数据实时显示在数据列表中, 并可从文件菜单中选择存贮波形数据, 也可从菜单中打开已存贮数据. 另外, 信号发生器、数字万用表也可选择 RS-232 的串口通信方式, 甚至在设备限制的条件下, 也可以实现 GPIB 设备与串口设备组成测试系统.

3 结束语

GPIB 接口高速传输性能以及完整的控制协议, 使得基于 GPIB 接口的测试系统获得越来越广泛的应用. 在进行 GPIB 测试系统的设计时, 系统的功能及测量精度很大程度取决于测试软件部分, 因而选择良好的软件开发平台具有事半功倍的作用. MATLAB 软件编程简便、功能强大, 自 6 0 版本以来新增的仪器控制工具箱提供了基于 GPIB 接口通信的良好支持. 实践表明, 使用仪器控制工具箱, 在 MATLAB 环境下进行 GPIB 测试系统的开发不仅可以降低设计的复杂度, 缩短开发周期, 而且所开发系统功能强大, 可向上扩充, 具有广泛的应用前景.

[参考文献]

[1] 毕文辉, 徐华. GPIB 技术 [J]. 计量与测试技术, 2000, 27(1): 29- 30
[2] 程刚, 谢驰. 在 CVI 环境下开发基于 GPIB 总线的自动测试系统示例 [J]. 电测与仪表, 2003, 40(2): 28- 30
[3] 徐海彬, 鲍其莲, 张炎华. 基于虚拟仪器技术的加速度计集成自动测试系统 [J]. 中国惯性技术学报, 2003, 11(6): 103- 107.
[4] Mathworks Corp. MATLAB user' s guide[Z]. 2000

[责任编辑: 刘健]