

基于 NI6230 和 Measurement Studio 的 高速数据采集系统的设计与实现

孙博, 李向军

(硕士研究生, 讲师)

中国计量学院太赫兹应用与技术研究所

应用领域:

控制设计与现场测试

使用产品:

NI-PCI-6230, Measurement Studio for VC++, VC++.Net2003

挑战:

对于太赫兹微弱光电信号, 对信号检测精度要求很高, 尤其是信号的信噪比, 动态范围, 要较高的计量标准以达到后期数据采集与图像处理的要求; 系统中各个部件的同步时序控制, 数据的快速精确采集、存储、及后期处理都有较为苛刻的限制, 以样本精确位移坐标和微弱信号得锁相同步电压值的同时反馈为甚。

应用方案:

以 NI 公司的多功能数据采集卡 PCI-6230 为硬件平台, Visual C++为软件开发平台, 结合 Measurement Studio 用户界面控件与分析函数库, 据分析功能, 采用 Visual C++和 Measurement Studio 联合编程方式, 运用多线程编程技术, 方便、快捷地在 Visual C++环境下设计实现 THz 成像试验台的测控软件, 并通过此软件进行对系统的控制和数据采集。得益于数据采集卡的高速率, 锁相放大器得高精度度以及多线程机制, 很好的解决了以上所提出的技术难题。

摘要:

在 VC++.Net 的环境下, 利用多线程技术与 Measurement Studio 用户界面控件和分析函数库, 集成控制锁相放大器, 二维平台, 结合 NI 公司的 PCI-6230 多功能数据采集卡, 设计并实现了 THz 透射成像系统对样品平台的位移控制以及信号采集、存储、实时显示等功能。

关键词: Measurement Studio, VC++.Net, 数据采集, THz 微弱信号检测

Abstract:

Under Visual C++ environment, with the aid of multi-thread and user interface controller and analysis function library of Measurement Studio, combined with LIA,2D positioning-system and PCI-6230 multi-function DAQ of NI Company, a data acquisition system is designed and implemented to fulfill the function of data acquisition, storage, real-time display for THz imagine system.

Key words: Measurement Studio, Visual C++.Net , data acquisition ,THz weak signal detection

0 引言

数据采集系统的设计是模拟信号测试与分析的关键环节。模拟信号采集系统组建方式很多,其中基于 PCI(peripheral component interconnect)总线的最为常见。利用 PCI总线的高速特性,结合 Visual C++的多线程机制与 Measurement Studio 提供的集成式用户界面控件和分析函数库,可以有效地实现连续数据采集、存储、同步显示及处理。

本文采用美国微软公司推出的 Visual C++为软件开发工具,结合中国计量学院太赫兹研究所的太赫兹成像系统输出模拟信号采集及分析的应用背景,以 NI 公司的 PCI-6230 多功能数据采集卡为例,详细讨论了 VC 环境下利用 Measurement Studio 软件设计数据采集系统所涉及的关键问题。

1 Measurement Studio简介

Visual C++是一种功能强大的软件开发平台,通过对 Measurement Studio 控件及函数的调用来设计实现太赫兹成像实验台测控系统。Measurement Studio 是 National Instruments(美国国家仪器公司)专为测试和控制领域开发的工具软件,将强大的数据采集分析功能无缝隙的集成到 Visual Studio 环境中。Measurement Studio 向用户提供直观的测量硬件接口、高级分析函数、科学的用户界面控件及测量数据网络,可大大提高数据采集分析系统的开发效率。

本文主要讨论的是 Measurement Studio For Visual C++所提供的 C++类组成的 12 个部件,其中 User Interface ,Analysis 和 Common 等个部件最为常用。User Interface 部件用来向应用程序添加 Measurement Studio 用户界面控件并实现对这些控件的控制,这些控件属于 ActiveX 控件,包括显示、按钮、旋钮、滑块和数字编辑框等部分。Analysis 部件封装了各种分析函数,可以完成时域频域分析、数字滤波、曲线拟合、统计和峰值监测等功能。Common 部件则包含一组用于和其他 Measurement Studio 控件连接的类,提供基本的数据类型用于数据存储。

2 NI 6230 数据采集卡的结构和性能

PCI-6230 是 NI 公司推出的基于 PCI 总线的多功能数据采集卡,具有 16bit 位分辨率的 A/D 转换器;采样率为 2.5×10^5 个采样点/秒;8 路模拟输入(4 对差分模拟输入),4 路模拟输出(400~500kS/s);10 路数字 I/O;2 个 24 bit 计数器;NI-DAQ 测试服务和易用的配置和测试;NIST 校正书和多于 70 种的信号调理选择;支持 LabVIEW, CVI, Visual Basic, Visual Studio .NET;3 种触发模式及通道自动扫描等功能。在 VC 环境下,硬件控制函数是以 DLL 形式封装的,可以通过驱动程序实现软硬件的接口,也可通过使用 Measurement Studio 软件提供的 CWAI 控件实现软硬件的接口。

3 数据采集系统的设计与实现方案

3.1 系统框架设计

硬件方面，该数据采集系统主要包括样品平台的步进控制，锁相放大器的参考信号与探测信号的介入处理以及模拟放大信号输出，NI-6230 数据采集卡的连续采集，存储，显示，数据处理等几个模块。

软件方面，系统软件流程图如图 1 所示。在软件系统运行之前，需要对系统进行必要的初始化设置。对二维移动平台：与 PC 机的串口连接，起始位置，步长，位移速度，加速度，扫描方式及采样点数等参数需要进行初始化设置；对采集卡：清空缓存，通道，Max/Min 值，采样频率，采样点数量，周期间隔等也需要初始化配置。这一切操作都将在软件平台控制界面完成。

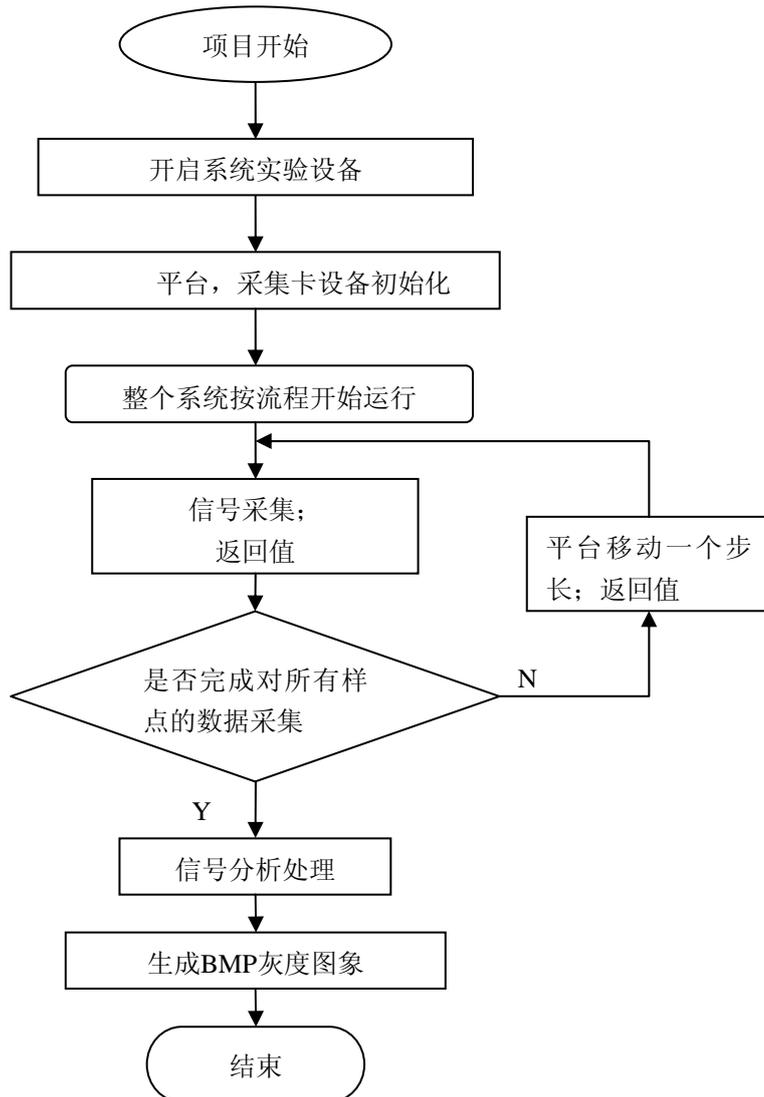


图1. 成像系统软件流程图

3.2 系统程序实现方法

系统为保持用户界面，二维平移台，数据采集卡的同步，采取了多线程的工作制式：主执行线程用于用户界面人机对话与实时监控，另建两个线程完成平移台步进时序控制以及数据采集卡的数据采集，存储和显示，多线程并行完成系统对样品的数据采集及后期处理。

(1)采集模块：采用面向对象程序设计技术,调用 Measurement Studio 集成到 VC++中的 CWAI 控件、CWAI

类及其相应的操作函数 ,就可以十分方便快捷的在程序中应用。

`m_task->AIChannels.CreateVoltageChannel()`; 设置任务的通道,需要指定通道物理名称、指定名称、终端配置(-1为默认值)、量程最小期望值、最大期望值、指定为电压单位;

`m_task->Timing.ConfigureSampleClock()`; 配置时钟 时钟源、采样率、触发模式、采样模式、采样缓冲区大小参数(如果采样模式是有限式的则指定为采样的个数,如果是连续式的则用于计算采样的缓冲区大小,1000大约需要10K左右的缓冲区);

`m_task->Control(DAQmxTaskVerify)`;改变任务状态 这里是切换到验证状态,即验证当前任务全部的参数是否合法。

(2) 存储模块: 利用 PC I-6230多功能数据采集卡进行连续采集时 ,驱动程序根据 FIFO的状态读取转换结果到驱动缓冲区 ,应用程序在一次采集循环结束后转移数据到用户缓冲区,然后再保存数据。解决了实时数据采集加存储抢占 CPU资源的矛盾。

`m_reader=std::auto_ptr<CNiDAQmxAnalogMultiChannelReader>()`;数据读取实例绑定到当前任务上;

`m_reader->InstallEventHandler()`; 指定读取实例的回调函数;

`m_reader->ReadMultiSampleAsync()`; 开始读取数据。

(3) 显示模块采用了 Measurement Studio 的 CNI-Graph 等控件,显示视图中用来显示通道的波形 。

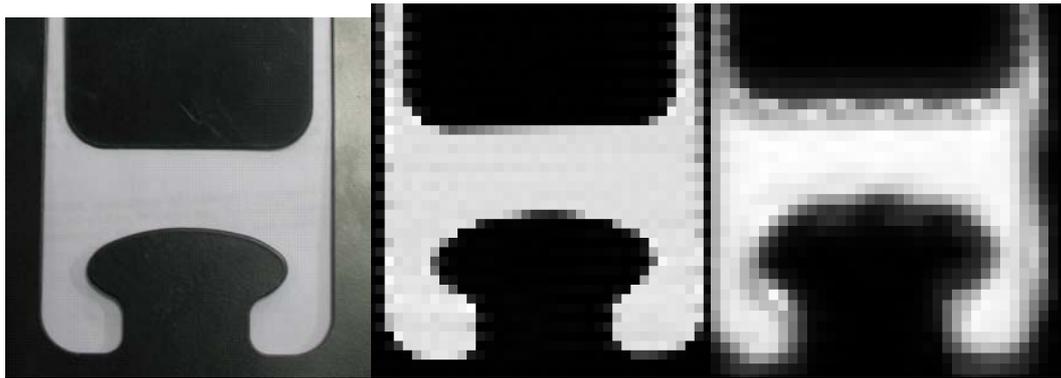
(4) 在计算机上通过编程实现成像算法,采集到的数据成像显示时,选择 BMP(位图)文件格式显示.图像采用 256 级灰度显示,得到图像。

3.3 系统界面与采集数据成像

系统控制界面,以及成像结果如以下图所示,控制界面完成对人机对话,完成对数据采集卡和平台,图3为应用氦氛激光与太赫兹不同光源进行的对比扫描成像图,图4为太赫兹投射塑料检测金属的无损检测扫描成像图



图2.软件平台控制面板



(a) (b) (c)
图3. 试验对比成像 (a. 金属工艺品实物 b. 氮氛激光成像 c. THz 透射系统成像)



图4. 投射聚氯乙烯对金属成像 (a. 饭盒内的双叉实物 b. THz 投射系统成像)

4 结束语

以 NI 公司的多功能数据采集卡 PCI-6230 为硬件平台, Visual C++ 为软件开发平台, 结合 Measurement Studio 用户界面控件与分析函数库, 据分析功能, 采用 Visual C++ 和 Measurement Studio 联合编程方式, 运用多线程编程技术, 方便、快捷地在 Visual C++ 环境下设计实现 THz 成像试验台的测控软件, 并通过此软件进行对系统的控制和数据采集。得益于数据采集卡的高速率和开发平台的强大功能, 减少了程序代码量, 有效地降低了该类程序开发的复杂性, 缩短了程序开发的周期。

经过现场近半年实际运行, 实践证明本系统监测可靠性稳定、准确性好, 满足光电模拟输出信号测试与分析的需要, 并且具有实时性好、可扩展性强等优点, 整个系统人机界面友好, 操作简单。在控制、测试系统调试成功后, 经过对样品的扫描成像, 样品平台运动控制精度和 DAQ 采集卡测试结果达到成像要求标准。顺利实现了设计所有的要求。

参考文献:

- [1] David Bennett, Visual C++ Developer's Guide, 1998
- [2] 张玉涛, 邵宗战等, NI 数据采集卡功能测试, 计量技术-2007 年 8 期;
- [3] Daqing Aims at Sustainable Economic Development, 中国油气: 英文版-2007 年 2 期;