

LabVIEW 应用于实时图像采集及处理系统

Real-time image acquisition and processing system on LabVIEW

于子江^{1,2}, 姜洪伟¹, 于晓, 闫丰^{1,2}, 隋永新¹, 杨怀江¹
YU Zi-jiang^{1,2}, JIANG Hong-wei¹, YU Xiao, YAN Feng^{1,2}, SUI Yong-xin¹, YANG Huai-jiang¹

1. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所应用光学国家重点实验室, 吉林 长春 130033

2. 中国科学院研究生院, 北京 100039

1. State Key Lab of Applied Optics, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China;

2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

摘要:本文在 LabVIEW 和 NI-IMAQ Vision 软件平台下, 利用通用图像采集卡开发一种图像实时采集处理虚拟仪器系统。通过调用动态链接库驱动通用图像采集卡完成图像采集, 采集图像的帧速率达到 25 帧每秒。利用 NI-IMAQ Vision 视频处理模块, 进行图像处理, 以完成光电探测器的标定。该系统具有灵活性强、可靠性高、性价比高等优点。

主题词: 虚拟仪器; 图像处理; LabVIEW; 动态链接库

中图分类号: TP274+.2 文献标识码: B

Abstract: The paper presents a Virtual Instrumentation system which was using general IMAQ board to complete realtime image acquisition under LabVIEW and NI-IMAQ Vision software platform. Drive TDS642EVM by transferring Dynamic Link Library to do image acquisition, the rate of image acquisition is 25 frames per second. Using NI-IMAQ Vision to complete image processing and calibrate the photodetectors. The flexible system has the advantage of high ratio of performance to price and reliability.

Key words: Virtual Instrumentation; image processing; LabVIEW; DLL

1. 引言

美国国家仪器(NI)公司的虚拟仪器开发平台LabVIEW, 使用图形化编程语言编程, 界面友好, 简单易学, 配套的图像处理软件包能提供丰富的图像处理与分析算法函数, 极大地方便了用户, 使构建图像处理与分析系统容易、灵活、程序移植性好, 大大缩短了系统开发周期。在推出应用软件的基础上, NI公司又推出了图像采集卡, 对于NI公司的图像采集卡, 可以直接使用采集卡自带的驱动以及LabVIEW中的DAQ库直接对端口进行操作。

但由于NI公司的图像采集卡成本很高, 大多用户难以接受, 因此硬件平台往往采用通用图像采集卡, 软件方面的图像处理程序仍采用LabVIEW以及视频处理模块编写。本文正是基于这样的目的, 提出了一种在LabVIEW环境下驱动通用图像采集卡的方案, 在TDS642EVM高速DSP视频处理板卡的平台下, 完成实时图像采集及处理。

在图像处理的工作中主要完成对CCD光电探测器的辐射标定。由于探测器在自然环境下获取图像时, 会受到来自大气干扰, 自身暗电流, 热噪声等影响, 使CCD像元所输出信号的数值量化值与实际探测目标辐射亮度之间存在差异, 所以要得到目标的精确图像就必须对探测器进行辐射标定。

2. 图像采集卡简介

闻亭公司TDS642EVM(简称642)多路实时视频处理板卡是基于DSP TMS320DM642芯片设计的评估开发板。计算能力可达到4Gips, 板上的视频接口和视频编解码芯片Philips SAA7115H相连, 实现实时多路视频图像采集功能, 支持多种PAL, NTSC和SECAM视频标准。本系统通过642的PCI接口与主机进行数据交换。PCI支持“即插即用(PnP)”自动配置功能, 使图像采集板的配置变得更加方便, 其一切资源需求的设置工作在系统初启时交由BIOS处理, 无需用户进行繁琐的开关与跳线操作。PCI接口的海量数据吞吐, 为其完成实时图

基金项目: 中国科学院国防创新基金(项目编号: CXJJ-134)

像采集和处理提供保证。

3. 系统组成及工作原理

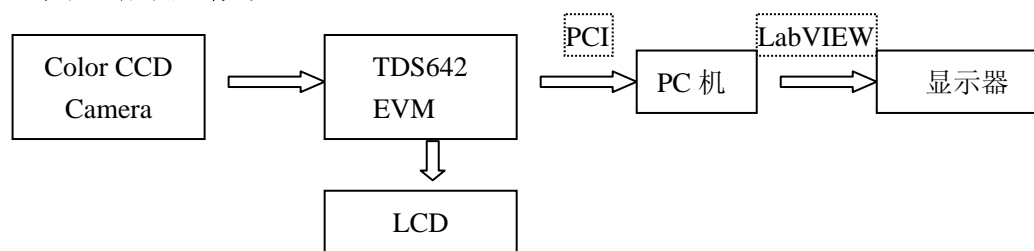


图 1. 图像采集及实时处理系统框图

图像采集的过程也就是图像采集板卡对来自 CCD 的标准视频信号（PAL 制式）进行模数转换的过程，将量化后的数据通过 PCI 总线传入计算机内存，然后通过编制的应用程序读取显示。

如图 1 所示，彩色 CCD 相机输出的视频模拟信号经解码器 SAA7115 转换为数字信号并输入到 642 芯片中，642 将处理好的实时数字图像信号输出到编码器，由编码器将数字信号转化为标准的 PAL 制式 YCbCr 视频信号输出到 LCD 上，与此同时，输出的 Y-Cb-Cr 格式数字视频信号经过视频端口的内部 FIFO 缓冲后，由 642 通过 EDMA 将数据传送到片外同步动态存储器芯片 SDRAM 中，其中包括四组数据，分别是 Sem_标志变量（8bit）；Y: Cb: Cr(4:1:1) 图像信号：Y(720*574*8bit) 数组，Cb(360*287*8bit) 数组，Cr(360*287*8bit) 数组，分别存储在 SDRAM 中的 0x80003804, 0x8102E000, 0x81092E80, 0x810AC280 地址，以供应用程序使用。

视频采集应用程序由 LabVIEW 编制完成。在需要进行图像采集时，LabVIEW 发送读取 SDRAM 中存储的 YCbCr 格式图像数据的请求，642 获得请求后，开始采集图像并将采集到的 YCbCr 数值存储到相应的内存地址，在 642 完成整一帧的图像采集之后，将 SDRAM 中的标志变量 Sem 设定为 0，LabVIEW 在这个过程中循环读取标志变量的值，当为 0 时，则从 SDRAM 中获得图像数据，也就是 Y，Cb，Cr 三个数组的数据，然后将其转化为 LabVIEW 能够显示的标准 RGB 格式输出该图像。

4. 图像采集及图像处理

4. 1 调用动态链接库驱动图像采集卡

NI 公司针对自己生产的图像采集卡附带有卡的驱动和管理程序，对于普通的 I/O 卡，还不能直接被 LabVIEW 所应用，必须采取其他方法。LabVIEW 提供了 4 种调用外部程序代码的途径：端口直接操作、调用库函数节点（Call Library Function Node 即 CLFN）调用 DLL（Dynamic Link Library 动态连接库）、使用 CIN（Code Interface Node, 外部代码节点），调用 Active X 控件。其中端口直接操作，利用 PortIn.Vi 和 PortOut.vi 功能，此法应用简单，但无法实现较复杂的接口功能。而采用动态链接库，可以根据具体需要编写适当的程序，灵活利用 LabVIEW 的各项功能。较其余三种具有明显的优势。用户可以调用 Windows 标准的动态连接库（DLL），也可以调用用户自己编制的 DLL，实现 LabVIEW 与硬件的连接。

建立一个 DLL 需要的文件有：①h 函数声明文件（可选，可包含在 c 源文件里）；②c 源文件（必需）；③def 模块定义文件（如果是使用标准调用或函数输出必需添加关键字 __declspec(dllexport) 函数名）。H 文件的作用是声明 DLL 要实现的函数原型，供 DLL 编译使用，同时还提供应用程序编译使用。C 文件是实现具体文件的源文件，它有一个入口点函数，在 DLL 被初次调用的运行，做一些初始化工作。一般情况下，用户无须做什么初始化工作，只需保留入口点函数框架即可。def 文件是 DLL 项目中比较特殊的文件，它用来定义该 DLL 项目将输出哪些函数，只有该文件列出的函数才能被应用函数调用。要输出的函数名列在该文件 EXPORTS 关键字下面。

本系统在 LabVIEW 平台下调用动态链接库实现图像数据的采集主要分为五步：1. 初始化并打开设备（DM642 图像采集卡）；2. 读取标志信号位，看是否初始化为默认值 3. 写入标志信号位，进行图像数据采集；4. 对 SDRAM 中所存储的图像数据进行读取；5. 关闭句柄并释放端口资源。主要调用动态链接库 sd_pci64.dll 的目标函数有 PCI64_Open, PCI64_MemRead32 和 PCI64_Close，函数功能如下表所示：

PCI64_API INT32 PCI64_Open	打开接入到 DM642 的 PCI 板口
PCI64_API INT32 PCI64_MemRead32	读取目标地址数据
PCI64_API INT32 PCI64_Close	关闭端口

函数的具体参数如下：

①PCI64_API INT32 PCI64_Open(int BoardNum, PCI64_HANDLE * pHndl);
BoardNum 板口号 (0-3), * pHndl 返回句柄的无符号指针, 当返回值为 0 时, 表示打开端口成功, 非 0 时, 表示失败。

②PCI64_API INT32 PCI64_MemRead32(PCI64_HANDLE Hndl, UINT32 Taddr, UINT32 Count, UINT32 * pData);

获取由 PCI64_Open 传递的句柄指针, 对目标地址存储的数据进行读取, 需注意的是目标地址的寻址空间在 4M 之内, 必须初始化一个所需目标数据大小的无符号 32 位数组空间。同样返回值为 0 时, 表示成功, 非 0 表示失败。

③PCI64_API INT32 PCI64_Close(PCI64_HANDLE Hndl);

需要注意的是, 在每次调用 PCI64_MemRead32 完成读取后, 都要将端口关闭, 释放地址空间。

具体的调用过程如下: 首先在新建的 VI 的 Block Diagram 中, Function> Advanced 子菜单中添加 Call Library Function Node 控件, 然后对其进行配置, 添加该节点后进行配置的对话框如下图 2 所示:

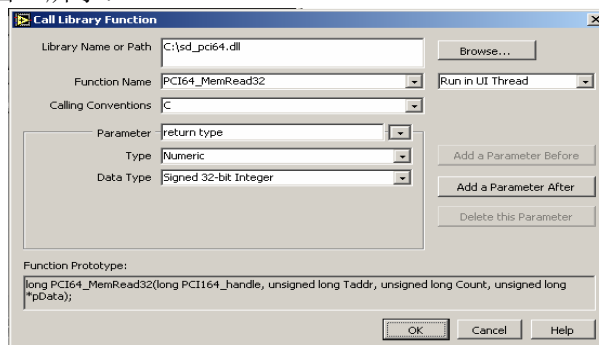


图 2 调用 CLFN 配置框图

分别对 DLLs 文件名称及存放路径, 函数调用方式, 需要调用的目标函数的名称, 参数个数, 每个参数的类型, 数据类型及返回值类型进行设置。设置完成后单击“OK”返回 LabVIEW 的设计面板 (diagram) 中。此时, Call Library Function 已经根据刚才配置好的参数个数和类型设置好了输入输出端口, 和其它的 LabVIEW 节点图标一样, 只需要将其对应的参数连线即可。

程序调用 sd_pci64.dll 的目标函数 PCI64_Open, PCI64_MemRead32 和 PCI64_Close 完成对指定地址空间 0x8102E000 化为十进制 2164449280, 103320 大小的数据读取, 最后将读取的数据存储在无符号 32 位 pData 数组里面。

在 LabVIEW 中利用 CLFN 节点可以较容易地实现访问动态连接库 (DLL)。由于 DLL 是一个外部模块, 提高了程序的开发效率, 而且在购买普通数据采集卡的时候, 厂商一般会为用户提供动态连接库 (DLL), 所以研究在 LabVIEW 平台下通过调用动态链接库功能来驱动普通图像采集卡实现图像采集的方法, 成为值得推广的方法, 具有重要意义。

4.2 CCD 图像标定

完成 CCD 图像数据的标定, 数字图像处理是该标定过程的关键, NI 公司提供的图像处理模块 IMAQ Vision 为 LabVIEW 平台提供了完整的图像处理函数库, 如各类边缘检测算子、自动阈值处理、各种形态学算法、滤波器、FFT 等, 该库包含大量当前证明成功的理论算法, 使用户无需专业编程经验, 即可迅速开发完成优秀的、适合本专业的图像处理与分析系统。

在本系统中, 对 CCD 光电探测器相对辐射定标的步骤如下: 分别在标准光源照射和普通定标环境下各采集 10 幅图像, 经过自动阈值处理和二值化, 消除暗电流热噪声等因

素的影响,取处理完得到的 10 幅图像的均值作为主标准图像和主参考图像。对图像上每个像素的灰度值,通过比对校正,完成 CCD 像元的不均匀响应校正,求出各自的标定系数,绘出灰度直方图。具体程序的前面板如图 3 所示:

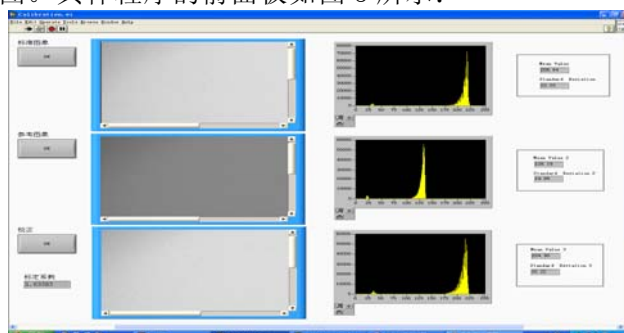


图 3 程序前面板

5. 结论

本文使用 TDS642EVM 图像采集卡在 LabVIEW 平台上开发出一个稳定可靠、经济灵活的实时图像采集及处理系统。通过调用动态链接库,驱动图像采集卡完成图像采集;利用 NI-IMAQ Vision 提供的强大的图像处理功能通过实时图像处理完成对 CCD 光电探测器的辐射标定。LabVIEW 的开放性,高度的编程灵活性和良好的界面,使高级复杂的应用开发变得简单;动态链接库机制使 LabVIEW 在对通用图像采集卡的支持上有了一个通用可行的途径。

本文作者创新点:设计一种在 LabVIEW 平台完成对普通图像采集卡的实时图像采集及光电探测器的辐射标定系统。

参考文献:

- [1] National Instruments, 《IMAQ Vision User's Manual》, 1999
- [2] K. R. Castleman, 《数字图像处理》, 电子工业出版社, 1998.9
- [3] National Instruments, 《LabVIEW User's Manual》, 2003
- [4] 杨乐平, 李海涛, 等. LabVIEW 高级程序设计【M】. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [5] 谢其德, 张云云. 动态链接库在 LabVIEW 中的高级应用【J】. 微计算机信息, 2004, 20(10): 45-46
- [6] 李天刚, 黄考利, 刘于端. 基于 VXI 总线和虚拟仪器的专家测试系统【J】. 微计算机信息 2005, 2: 129-130

作者简介:

于子江 (1982-), 男, 山东威海人, 中科院长春光学精密机械与物理研究所硕士研究生。主要研究方向: 光电探测和图像处理。

Author introduction:

YU Zijiang (1982-), male, study in Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences. The profession is the study of photodetection and image processing.

(联系方式: 130033 长春市经济技术开发区营口路 20 号长春光机所研究生部 B 座 505
E-mail: yzj123@126.com)