

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.05.022

虚拟仪表在无人机飞控测试系统中的应用

罗天成¹, 李滚¹, 何晓波², 刘强¹

(1. 电子科技大学空天科学技术研究院, 成都 610054; 2. 成都飞机设计研究所, 成都 610041)

摘要: 由计算机平台和专用的硬件、软件所构成的虚拟仪表测量技术是当今测量技术的发展方向, 具有操作方便、可靠性高、适应面广等特点。基于虚拟仪表控件的软件设计思想, 结合无人机仿真试验中各系统模块产生的数据特点, 使用 GDI+图形绘制技术, 采用 VC++编程语言开发出具有美观、通用等特点的虚拟仪表控件, 并成功应用于某型无人机地面飞控测试系统中。而且利用文中所实现的图形控件库可以很方便、快捷地开发出针对不同数据类型的虚拟仪表, 可根据需要应用到各个领域的工程测量中。

关键词: 虚拟仪表; GDI+; 控件; 无人机; 飞控测试系统

中图分类号: TP277 **文献标志码:** A

Application of Virtual Instrument in UAV Flight Control Test System

Luo Tiancheng¹, Li Gun¹, He Xiaobo², Liu Qiang¹

(1. Aeronautics & Astronautics Academy of Science & Technology, University of Electronic Science & Technology of China, Chengdu 610054, China; 2. Chengdu Aircraft Design Research Institute, Chengdu 610041, China)

Abstract: Virtual instrument technology, which is made up of computer platform, dedicated hardware and software, is the direction of measurement technology at present, with features of easy operation, high reliability, wide adaptation surface and so on. Based on the way of virtual designing instrument control, combined with UAV simulation of each system module generated data characteristics, adopted GDI + graphics rendering technology, used VC + + programming language to develop the virtual instrument control with aesthetics, general, and this control is successfully used in a UAV ground flight control test system. What's more, by using of this graphic control base, we can develop virtual instrument of different data type conveniently and quickly, and these virtual instrument can applied to various fields of engineering measurement.

Key words: virtual instrument; GDI+; control component; UAV; flight control test system

0 引言

无人机地面仿真试验的目的是对整个无人机系统的动、静态性能进行测试, 在试验环境中仿真各种飞行参数, 测试无人机各个子系统的反应数据, 并与预期的数据进行对比分析, 从而确定系统功能的正确性和稳定性。通常在试验的过程中需要用到示波器、信号发生器、万用表等各种仪器。这么多的仪器不但价格昂贵、体积大、占用空间, 而且仪器间的互联也十分麻烦^[1]。在仿真试验中使用虚拟仪表, 就可以改变这样的状况, 只需要普通的计算机平台、数据卡、仪表控件及应用程序就可以完成真实仪表的功能。

1 GDI+简介

GDI 是 Graphics Device Interface 的缩写, 含义是图形设备接口, 它的主要任务是负责系统与绘图程序之间的信息交换, 处理所有 Windows 程序的图形输出。GDI+是 Windows XP 中的一个子系统, 它主要负责在显示屏幕和打印设备输出有关信息, 它

是一组通过 C++类实现的应用程序编程接口。作为图形设备接口的 GDI+使得应用程序开发人员在输出屏幕和打印机信息的时候无需考虑具体显示设备的细节, 他们只需调用 GDI+库输出的类的一些方法即可完成图形操作, 真正的绘图工作由这些方法交给特定的设备驱动程序来完成, GDI+使得图形硬件和应用程序相互隔离, 从而使开发人员编写设备无关的应用程序^[2]变得非常容易。

2 虚拟仪表整体结构

文中所实现的虚拟仪表由仪表控件模块和数据功能模块 2 个部分组成。仪表控件采用 GDI+图形绘制技术和面向对象的 VC++编程语言来实现, 具有美观通用、功能完善、使用简单等特点。数据功能模块是对数据卡硬件驱动的应用, 完成对试验数据的采集、输出等功能。通过使用虚拟仪表, 使得无人机仿真试验中所用到的按键、开关、信号源、数据显示及处理等模块均由软件完成, 与硬件通信的功能由真实的数据卡硬件来实现。虚拟仪表的整

收稿日期: 2011-12-10; 修回日期: 2012-01-16

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助(ZYGX2009J087)

作者简介: 罗天成(1986—), 男, 四川人, 工学硕士, 从事检测技术及其自动化装置研究。

体结构如图 1。

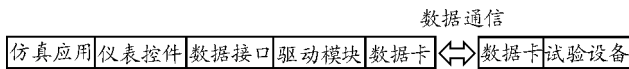


图 1 虚拟仪表整体结构

3 仪表控件的绘制

目前仪表控件的绘制方式^[3]主要有 2 种。一种是仪表图像贴图, 通过将仪表静态部分(如框架、刻度等)和动态部分(如指针等)有机结合的绘制方式, 实现对真实仪表的模拟。真实仪表图像的来源可以使用图像引擎如 dx、opengl 建立仪表外观模型, 然后生成仪表位图, 也可以使用照相机或扫描仪来获取。另一种是采用矢量图的绘制方式, 即仪表控件上的所有部分都由基本的图元来组合实现, 这些图元包括点、线、多边形、圆、弧线等。

文中采用矢量图的绘制方式, 运用 GDI+ 图形库来绘制仪表控件, 其优点是仪表控件占用内存空间较小, 并且无论放大、缩小或旋转等图像都不会失真, 与分辨率无关。绘制的仪表控件包括表盘、开关、按钮、LED 灯等模型。

3.1 基本图元的绘制

图元是指组成整个仪表控件矢量图的基本元

素^[4], 在文中包括(椭)圆形、三角形、矩形、十字形、环形、箭头、文字等基础图形。首先需要抽象出这些基础图形的共有属性和方法, 并将其实现为一个图元基本类。每个基本图形都有自己特有的性质, 它们确定位置和大小方法也不尽相同, 例如圆形是由中心点和半径确定大小和位置, 三角形是由三个坐标点确定大小和位置, 但文中为了简化图元基类的设计, 笔者让所有基本图形都被确定在一个矩形框内, 然后针对具体基础图形再在派生模块中描述出其特有的属性。

文中所抽象出的基础图形的共有属性包括: 图形中心, 旋转中心, 矩形框的长度和高度, 填充风格, 边界风格, 变换矩阵等。其中图形的中心和大小的确定比较简单, 均由单一浮点变量来实现, 边界风格主要包括边界颜色、边界宽度、是否显示边界和画笔对齐方式等信息, 在此不再赘述, 下面主要介绍基本图形的风格及变换部分, 该部分对仪表绘制后的整体外观效果具有重要影响, 同时图形的变换和矩阵也是后面实现不同形式的刻度模块和仪表动态指针的基础, 图 2 为图元类的 UML 描述。

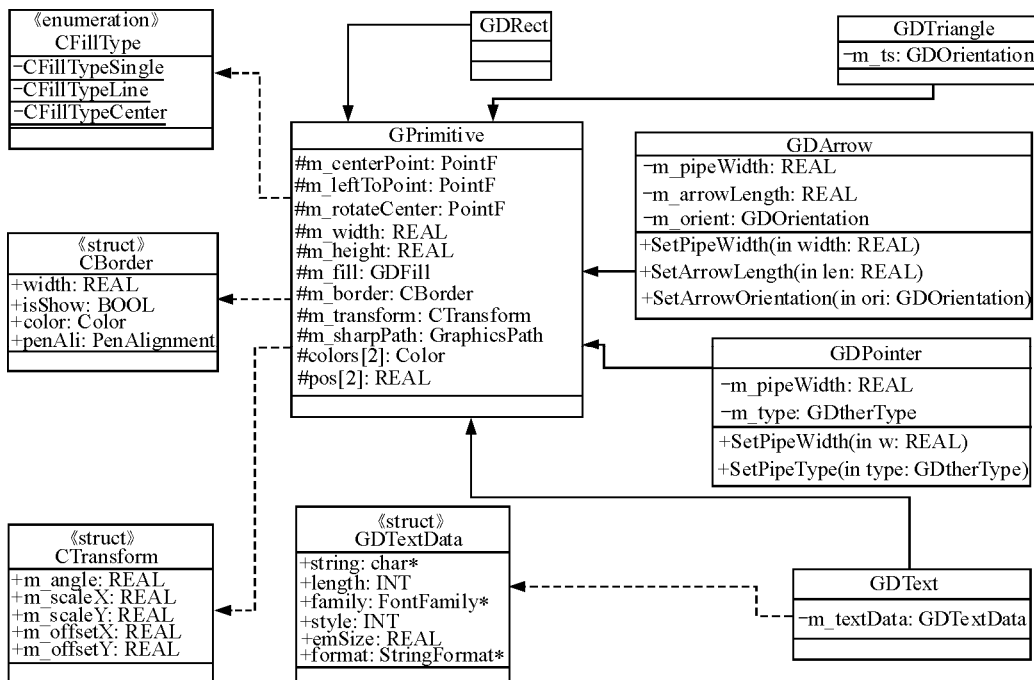


图 2 图元类的 UML 描述

1) 填充风格: 该部分由颜色数组、颜色个数、填充位置数组及填充类型所组成的结构体来描述, 通过设置填充风格中各个属性的设置, 可以在图形中的不同位置填充一个或多个颜色, 填充类型又分

为单一颜色填充和渐变色填充, 而渐变色根据颜色的渐变方向又包括直线渐变和中心渐变^[5]。利用在 GDI+ 中新增加的渐变画刷功能(即可以创建一个沿路径或直线渐变的画刷, 来填充外形、路径和区域,

渐变画刷同样也可以画直线、曲线、路径, 当你用一个线形画刷填充一个外形时, 颜色就能够沿外形逐渐变化) 可以很方便地实现对图形填充颜色。

2) 图形变换: 该部分包括变换角度、横向缩放、纵向缩放、横向偏移、纵向偏移。对图形的变换如果直接用公式计算, 不但复杂, 而且效率低下^[6]。GDI+ 提供了矩阵对象, 一个矩阵对象总是和一个图形变换对相联系起来, 例如, 路径对象有一个变换的方法, 它的一个参数能够接受矩阵对象的地址, 每次路径绘制时, 它能够根据事先设置的变换矩阵绘制出图形。

3.2 控件的实现

在无人机的地面仿真试验中所用到的虚拟仪表控件主要包括表盘、按钮、指示灯、示波器、开关和数字仪表等。这些控件均可由圆、三角、矩形等基本图形在一定的规则下根据控件具体外观绘制而成。下面介绍控件的绘制方法、属性设计及控件数据接口。

1) 控件绘制: 控件的绘制均由基本图形组合而成, 例如一个简单的表盘可以分解为框架、刻度和指针 3 个部分, 只需要将这 3 个主要部分有机的结合起来就可以实现其基本的数据显示或设置功能, 如图 3。通常为了增加整个仪表的美观和真实程度, 可以根据实际需要在简单的表盘上绘制装饰和辅助部分。



图 3 仪表的组成部分

2) 控件属性: 为了提高控件的多样性及易用性, 文本设计完成的控件能够让用户在应用中可以利用人机交互界面根据实际需要很方便地选择不同的控件, 而且每种类型的控件都具有不同的颜色和风格。在无人机仿真试验中通常有不同的数据来源, 可以根据不同的试验数据来选择合适的虚拟仪表, 例如可以用表盘来显示模拟量, 按键或 LED 灯来表示开关量、数字仪表来显示数字量。

3) 控件数据接口: 采用控件图形和数据相分离的方法能够提高控件的通用性和可移植性, 用户只需要使用控件提供的数据接口就能够实现对仪表界面的刷新或从仪表上读取当前数值的功能, 无需关心与真实硬件设备驱动的交互。

4 数据通信模块的设计

数据通信模块是虚拟仪表界面与真实硬件试验

设备的沟通桥梁^[7], 其通信功能的实现是建立在硬件驱动程序的基础之上, 在实际仿真试验中主要用到的数据传输方式包括串口、AD/DA 以及 DI/DO 数据采集卡, 每种传输方式都有不同的属性, 下面将分别介绍。

1) AD 模块: 该模块的主要作用是驱动 AD 卡完成将硬件采集来的模拟量转换为数字量后传送到计算机内部的功能, 其接口函数的功能包括通过插槽号选择某块 AD 卡, 设置电压范围, 选择输入模式(单端或差分)以及实现卡上的单个或多个通道模拟量的采集。

2) DA 模块: 该模块是数字量-模拟量转换 DA 卡驱动模块, 其作用是驱动 DA 卡完成将计算机发送的数字量转换为模拟量输出到试验设备硬件。其接口函数的功能包括通过插槽号选择某块 DA 卡, 实现卡上的单个或多个通道模拟量的输出。

3) DI 模块: 该模块为通道数字隔离 I/O 驱动模块, 其主要作用是驱动 DI 卡完成数字量输入, 其接口函数实现的功能包括通过插槽号选择某块 DI 卡, 根据通道号实现数字量的采集。

4) DO 模块: 该模块为通道数字隔离 I/O 驱动模块, 其主要作用是驱 DO 卡完成数字量输出, 其接口函数实现的功能包括通过插槽号选择某块 DO 卡, 根据通道号实现数字量的输出。

5) 串口模块: 串口通讯具有传输稳定, 抗干扰能力强, 通讯协议简单等特点, 文中其接口功能主要包括串口的打开、关闭、数据的发送及接收。虚拟仪表应用程序将根据具体通讯协议解包或打包试验中串口采集或发送的数据。

5 应用案例

在无人机半物理仿真试验应用中, 飞行仿真中的飞行姿态、航向、系统状态和控制命令等即时信息将以模拟或数字信号的形式与监控主机交互, 在主机端运行的虚拟仪表应用程序能将数据通信模块接收到飞行实时数据依据不同数据类型显示在不同的仪表控件上, 工程人员也可通过仪表控件的人机交互界面设置飞行参数或者发出飞行指令。具体应用如图 4。

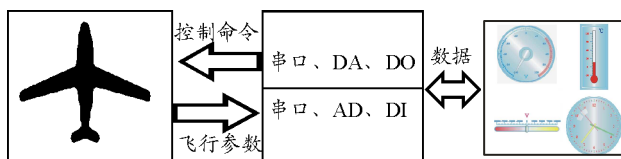


图 4 仿真试验应用

试验结果表明: 在无人机的仿真试验中虚拟仪

表这种图形化数据交互方式的应用,节省了真实仪表所占据的空间,节约成本,并且各种测试仪器之间的互联在软件很容易实现,使得工程人员能够更加方便、直观地对飞行数据进行分析 and 测试。

6 结束语

文中提出了无人机地面仿真试验中虚拟仪表的实现及应用,其实现采用了面向对象的设计方式,仪表控件的绘制是基于 GDI+,通信模块的实现基于真实的硬件驱动,以人机交互界面的形式应用于仿真试验中,所实现的虚拟仪表具有美观、通用、高实时性、多用途等特点。并且利用文中所开发的图形控件库可以很方便、快捷地开发出针对不同数据类型虚拟仪表,这些仪表控件可配合不同的数据来源使用到其它领域的测量应用中。

(上接第 74 页)

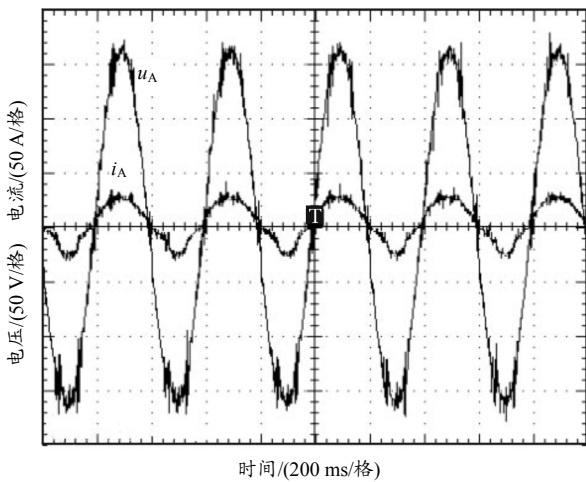


图 7 A 相电压电流波形图

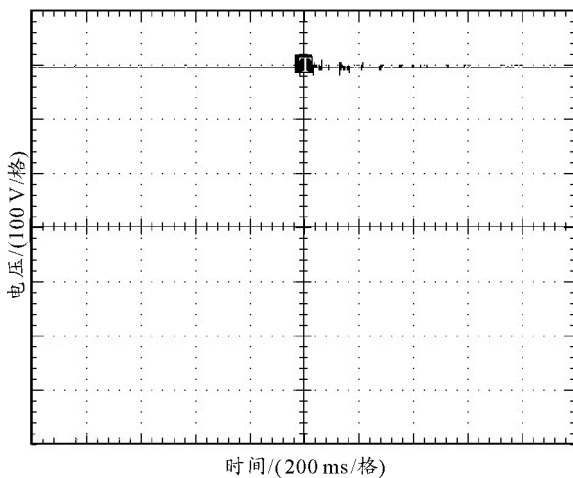


图 8 直流电压输出波形图

参考文献:

- [1] 龙腾. 低成本航空虚拟仪表系统的通用设计方法研究[J]. 仪器仪表学报, 2008, 29(4): 433-437.
- [2] Microsoft. GDI+ documentation[OL]. Microsoft Development Network, 2005.
- [3] 孙荣光, 等. 虚拟仪器技术在舰船电子装备测试系统中的应用[J]. 舰船科学技术, 2007, 29(1).
- [4] 王韬, 等. 基于 OpenGVS 的虚拟仪表实现[J]. 计算机仿真, 2006, 23(3): 257-258.
- [5] Igor djurovic. A virtual instrument for time-frequency analysis[J/OL]. IEEE Transaction On Instrumentation And Measurement, 1999, 48(6).
- [6] Henri Casanova. The Virtual Instrument:Support For Grid-Enabled Mcell Simulations[J/OL]. International journal of High Performance Computing Applications, 2004, 18: 13-17.
- [7] 熊永华, 等. 基于网络测量系统的虚拟仪表的设计与应用[J]. 计算机测量与控制, 2006, 14(4): 435-436.

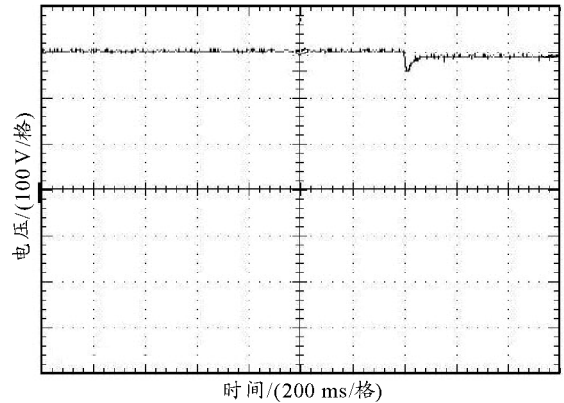


图 9 加载时直流电压输出波形图

6 结论

实验结果证明:采用 SVPWM 控制的整流器网侧电流能够较好地跟随网侧电压,实现高功率因数整流,直流侧输出电压基本上能够稳定在 300 V 左右,基本上达到了设计的要求。

参考文献:

- [1] 王鹏军. 基于电压空间矢量脉宽调制的三相高功率因数整流器的研制[D]. 西北工业大学硕士学位论文, 2008.
- [2] 吕宏丽. 电压空间矢量三相整流器系统仿真的研究[D]. 河北工业大学, 2002, 7.
- [3] 张春, 韩瑞华, 江明, 等. 三相电压型整流器 SVPWM 控制简化算法研究[J]. 机电工程, 2006, 23(10): 39-41.
- [4] 张崇巍, 张兴. PWM 整流器及其控制[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [5] Liu Xiaoming, Wen Jibin, Wang Jian. Research for PWM rectifier based on voltage space-vector Pulse-Width Modulation. IEEE Electrical Machines and Systems, Oct. 2007: 133-136.