

基于 LabVIEW 的虚拟任意信号发生器设计

赵 华¹, 张代远^{1,2,3}

- (1. 南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210003;
2. 江苏省无线传感网高技术研究重点实验室, 江苏 南京 210003;
3. 南京邮电大学 计算机技术研究所, 江苏 南京 210003)

摘 要:为了解决传统的专用仪器开发难度大、周期长、成本高的问题,提出并实现了采用虚拟仪器技术实现的任意信号发生器,不但降低了开发成本,节省了开发时间,并且可以和其他虚拟仪器构成一个完整的实验系统而无需添加其他硬件产生信号输出供其他仪器使用。主要利用 LabVIEW 编程,在计算机内产生信号的数据,通过 D/A 模块将产生的数据按照一定的速率输出,从而得到连续的模拟信号波形。用户可以通过此虚拟任意信号发生器自己编辑波形,从而在真正意义上实现任意波形发生器功能。

关键词:虚拟仪器;任意信号发生器;LabVIEW

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)07-0218-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.07.056

Virtual Arbitrary Waveform Generator Design Based on LabVIEW

ZHAO Hua¹, ZHANG Dai-yuan^{1,2,3}

- (1. College of Computer, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China;
2. Jiangsu High Technology Research Key Laboratory for Wireless Sensor Networks, Nanjing 210003, China;
3. Institute of Computer Technology, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: The development of traditional dedicated instrument is difficult, long cycle and high cost. In order to solve the problem, proposed and implemented the development of arbitrary waveform generator using the virtual instrument technology. It not only reduces development costs and saves development time, but also constitutes a complete experimental system combined with other virtual instruments without adding additional hardware to produce the signal output for use by other instruments. The project is mainly programmed using the LabVIEW. Signal data is created in the computer and then it could acquire continuous analog signal waveform through the D/A module by certain data output rate. Virtual arbitrary waveform generator designed to allow users to edit the waveform, achieving a true sense of the arbitrary waveform generator capability.

Key words: virtual instrument; arbitrary waveform generator; LabVIEW

0 引言

计算机技术与测量仪器技术的结合促使了虚拟仪器的出现。虚拟仪器是一种新的测量工具,是一种功能意义上的仪器,由个人计算机、仪器硬件及应用软件组成。它利用高性能的模块化硬件,结合高效灵活的软件来完成各种测量、测试和自动化的应用。网络化虚拟仪器随着网络通信技术的发展应运而生,它结合了虚拟仪器技术与网络通信技术,从而实现网络化测量。虚拟仪器能够满足科技高速发展对电子测量技术

提出的新要求,而且与传统仪器相比,它在各方面都具有明显的优势,所以虚拟仪器必然会成为电子测量仪器发展的趋势^[1]。

LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)是一种图形化的编程语言的开发环境,它广泛地被工业界、学术界和研究实验室所接受,视为一个标准的数据采集和仪器控制软件^[2]。图形化的程序语言,又称为“G”语言。使用这种语言编程时,基本上不写程序代码,取而代之的是流程图或框

收稿日期:2012-10-10

修回日期:2013-01-16

网络出版时间:2013-04-08

基金项目:江苏省高校优势学科建设工程资助项目(yx002001)

作者简介:赵 华(1988-),女,硕士研究生,研究方向为蚁群算法、智能计算技术与应用;张代远,教授,硕士生导师,研究方向为神经网络、蚁群算法、计算机体系结构、计算机应用等。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130408.1607.031.html>

图。它尽可能利用了技术人员、科学家、工程师所熟悉的术语、图标和概念,因此,LabVIEW 是一个面向最终用户的工具。它可以增强你构建自己的科学和工程系统的能力,提供了实现仪器编程和数据采集系统的便捷途径。使用它进行原理研究、设计、测试并实现仪器系统时,可以大大提高工作效率。

本课题基于虚拟仪器开发平台 LabVIEW 设计了虚拟任意信号发生器。通过使用本课题设计的虚拟任意信号发生器,用户能够实现任意波形载入、直流偏置调节、增益控制、滤波器状态设置等功能,并希望通过该设计使大家了解并向大家推荐此软件^[3]。

1 虚拟任意波形发生器编程设计

1.1 虚拟任意波形发生器的软件编程流程图

虚拟任意波形发生器编程流程图如图 1 所示:

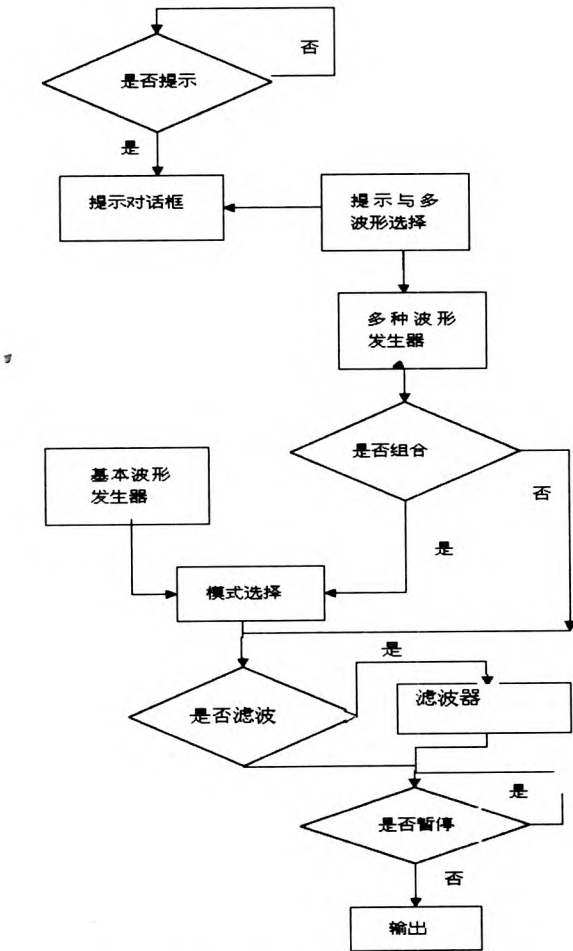


图 1 虚拟任意信号发生器软件编程流程图

1.2 虚拟任意信号发生器的前面板设计

前面板程序是用户与任意信号发生器的接口^[4],确切的说它是一个友好的界面,用户可以通过键盘和鼠标控制面板上的开关和按钮,从而实现对任意信号发生器的控制,前面板程序还可以用来显示和处理结果。根据课题设计所要实现的功能,任意信号发生器

前面板如图 2 所示。

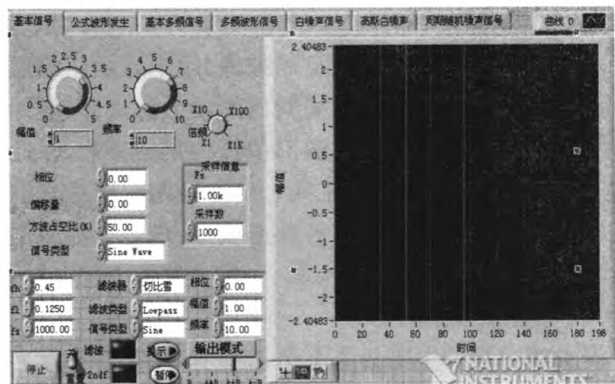


图 2 虚拟任意波形发生器前面板

仪器前面板分为三个部分。第一是前面板左边底部为公共控件部分,主要控制信号的重置、信号发生器的停止、输出模式控制和公共基本信号控制;第二为处于右边的显示部分;第三为处于前面板左上部的多种信号发生器控件部分^[5]。

下面分别介绍前面板各部分控件属性及其功能:

(1) 公共控件部分。

该部分有各控件详细功能作用如下:

●停止控件:该控件用以结束程序运行,单击该控件将立即跳出循环,结束运行程序。

●暂停控件:此控件用于暂停信号输出,单击该控件会使该控件上的灯点亮,并变为继续控件,再次点击此控件会使信号继续输出。

●提示控件:该控件用于向用户提供简单提示,在运行程序时点击提示按钮,会跳出提示信息当前面板中各控件的属性及功能^[6]。

●输出模式控件:此控件用于控制两种输出信号的组合关系,只有在 2ndf 灯点亮时(即其状态为TURE),输出模式才受此控件控制,若 2ndf 指示灯不亮时,输出模式状态将被 VI 忽略。

●2ndf 指示控件:该控件为单信号输出与二倍输出选择控件,如若用户想得到两种信号同时输出,或两种信号的组合输出,则需单击此指示灯控件使其指示灯点亮,并通过输出模式控件来选择输出关系,否则应使该指示灯控件的指示灯关闭,此时将只输出由多信号发生器产生的单路信号。

●重置信号控件:此控件只有想要改变信号发生器的初始相位时方能用到,在 VI 程序运行过程中,如果用户想要改变发生器的初始相位,则需在输入相位量后点击此控件,方能被 VI 程序采用,否则将被 VI 忽略,并维持当前状态^[7]。

除以上各控件外,公共控件部分还有控制另一路基本信号发生器的控件:幅值(Amplitude)、频率(Frequency)控件、相位(Phase)控件、信号类型(Signal

Type)控件和滤波器部分,这里不做详细讲解。

(2) 公共显示部分。

此部分只有一波形图显示控件,用于显示用户通过设置波形发生器产生的要输出的波形信号,以便用户方便直观地看到所产生波形信号的具体参数,在此选用 Graph 图表,可通过在其上点击鼠标右键对其进行设置。每个图形均包含各种选项,用户可自定义图形以满足数据显示的要求。

(3) 多波发生器部分。

此部分控件主要分为七个选项卡:基本信号发生器(Basic Function Generator)、公式波形发生器(Formula Waveform)、基本多频信号发生器(Basic Multitone)、多频波形信号发生器(Multitone Generator)、白噪声信号发生器(Uniform White Noise Waveform)、高斯白噪声信号发生器(Gaussian White Noise Waveform)、周期随机噪声信号发生器(Periodic Random Noise Waveform)。前面板程序左上部分为各信号发生器的控制部分,其主要用来控制产生所需的各种波形信号;前面板右部分为任意信号发生器的显示窗口,用来观察所产生的波形是否满足需求。

由于各个选项卡编程过程类似,下面只介绍基本信号发生器选项卡前面板控件属性和功能^[8]。

基本信号发生器(Basic Function Generator)。

●幅值(Amplitude)控件:调整波形的幅值,即峰值电压。默认值为 1.0,单位为安(A)。可通过旋钮来调节所需要的值,也可以通过在旋钮下的数值控件输入,二者是等效的。

●频率(Frequency)控件:控制输出波形的频率,默认值为 10,单位为赫兹(Hz)。可通过旋钮来调节所需要的值,也可以通过在旋钮下的数值控件输入,二者是等效的。在此要和倍频控件配合使用。

●倍频控件:此控件是与频率控件配合使用的,在频率控件的基础上乘以相应的倍数,以便得到较大的频率。有 x1、x10、x100、x1K 四个选项,默认为 x1。

●相位(Phase)控件:波形的初始相位,以度为单位,默认值为 0,当重置信号为关(或 FLASE)时,VI 将忽略相位;在重置信号为开(或 TRUE)时,相位被 VI 设为初始相位。

●偏移量(Offset)控件:偏移量为波形的直流偏移量,默认值为 0.0,单位为安(A)。

●方波占空比(%) (Square Wave Duty Cycle (%))控件:方波比是方波高位时间与低位时间的比值,仅当信号类型(Signal Type)为有方波(Square Wave)时 VI 才使用该参数,默认为 50。

●信号类型(Signal Type)控件:是选择要生成信号类型的控件,包括正弦波(Sine Wave)、方波(Square

Wave)、三角波(Triangle Wave)和锯齿波(Sawtooth Wave)。

●采样信息(Sampling Info)控件:此控件包括两部分,采样频率(FS)、采样数(#S)。两者的默认值都设的是 1M。

1.3 虚拟任意波形发生器程序框图设计

(1) 波形发生器部分。

波形发生器的框图程序主要包括基本信号发生器(Basic Function Generator)、公式波形发生器(Formula Waveform)、基本多频信号发生器(Basic Multitone)、多频波形信号发生器(Multitone Generator)、白噪声信号发生器(Uniform White Noise Waveform)、高斯白噪声信号发生器(Gaussian White Noise Waveform)、周期随机噪声信号发生器(Periodic Random Noise Waveform)七个部分,通过前面板最上方的选项卡结构,可以对七个部分进行选择。类似的,下面只介绍基本信号发生器部分对应的程序框图^[9]。

基本信号发生器程序框图如图 3 所示:

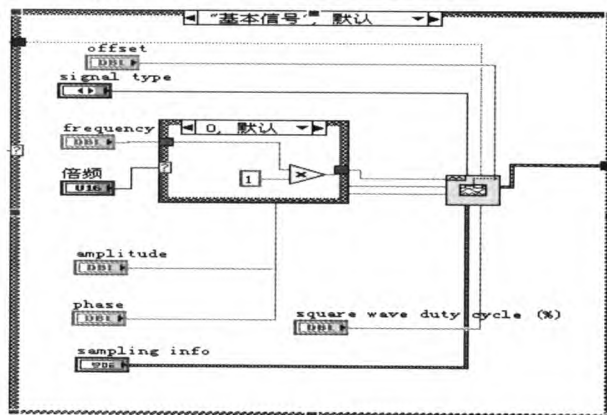


图 3 基本信号发生器程序框图

基本信号发生器程序框图的核心部分是 Basic Function Generator. vi。它是 LabVIEW 中一种常用的用于产生波形数据的 VI,它可以产生四种基本的信号:正弦波、方波、三角波和锯齿波。可以控制四种信号的频率、幅值以及相位等信息。

(2) 控制双路信号输出模式部分。

在此程序图中也有一个基本信号发生器,以供信号模式中的两路信号叠加、相减时使用。另一路输入信号从多种波形发生器部分产生,条件结构框图是此程序图的重要部分,外面的重要条件框图由布尔控件来控制,当其为 TRUE 时两路信号将按输出模式控件的控制来完成叠加、相减等四个模式,当其为 FALSE 时,则将只输出多波形发生器部分产生的波形^[10]。

(3) 多种波形发生器提示部分。

该程序的作用主要是为不了解本人设计的用户提供一些帮助信息,便于用户使用本波形发生器,这里由提示按钮来调出帮助提示信息,当提示按钮输出一个

TURE 的触发信号时,该程序就会根据前面板中多种信号发生器的选择情况给出相应的提示信息,默认值为 FALSE。

(4)滤波器部分。

滤波器部分共有四个滤波器构成,它们分别是巴特沃斯滤波器(Butterworth Filter)、切比雪夫滤波器(Chebyshev Filter)、反切比雪夫滤波器(Inverse Chebyshev Filter)、贝赛尔滤波器(Bessel Filter)。

(5)暂停控制部分。

主要由一个条件结构和一个循环结构组成,当控制条件结构的布尔控件的值为 TURE 时,输出信号将在循环结构中不向后输出;当布尔控件的值为 FALSE 时,信号将顺利通过该部分。

(6)D/A 转换通过 DAQ 输出。

主要由四个模块组成,它们分别是 AO Config . vi、AO write . vi、AO Trigger and Gate Config . vi、AO Start . vi。其中 AO Config . vi 负责制定用以实现 D/A(数字/模拟转换)功能的 DAQ(数据采集卡)的 device(DAQ 的器件编号)和 channel(通道号);AO write . vi 用以将波形发生器产生的波形数据存储到缓冲区中,以备输出;AO Trigger and Gate Config . vi 用以设定触发器的触发方式;AO Start . vi 用来将已经存储进缓冲区中的数据通过 D/A 方式进行输出。在此因设计者计算机上没有具有 D/A(数字/模拟转换)功能的 DAQ(数据采集卡),用户计算机上若拥有该数据采集卡可以按图中所示连接 AO Config . vi、AO write . vi、AO Trigger and Gate Config . vi、AO Start . vi 即可。

2 虚拟任意信号发生器功能测试实验

本课题所设计的虚拟任意波形信号发生器是分模块实现的,在各个功能模块都组建好的基础之上,通过将它们集成到一起,就可以形成一个功能完善的虚拟任意信号发生器^[9]。

虚拟任意信号发生器的功能测试主要包含以下部分:

(1)能否产生正弦波、余弦波、三角波、锯齿波、直流电平、方波等多种波形,并且用户可以任意选择波形种类、初始幅值、初始相位、信号频率、采样点数。

(2)所输出的波形是否能够比较准确的随调节量的变化而变化。直流偏置功能是否能够实现,如果调节直流偏置数值,波形的中心也应该能够准确偏移。

(3)运行时提示帮助项是否能够正常调出,暂停与继续控制是否正常。

(4)能否实现两种波形的叠加、相减、共同输出,能否实现滤波。

模拟测试:

按表格 1 设置白噪声发生器和公共模板的基本信号发生器,则得到的添加高斯白噪声的正弦波如图 4 所示:

表 1 参数设置

信号类型	相位	幅值	频率	采样数	噪声类型	标准差
正弦波	0	1	10	1000	白噪声	0.2

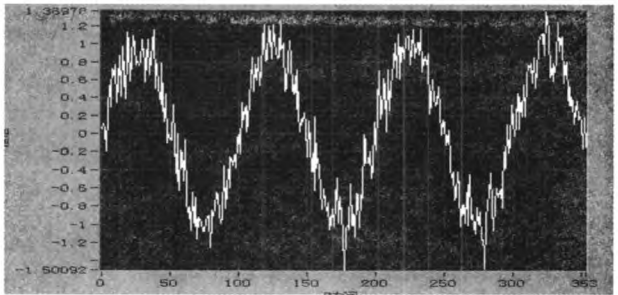


图 4 添加白噪声的正弦波形图

按照高截止频率为 0,低截止频率为 15,设置采样数为 1000 的低通巴特沃斯滤波器并对模拟测试中所得到的波形滤波,得到的波形如图 5 所示:

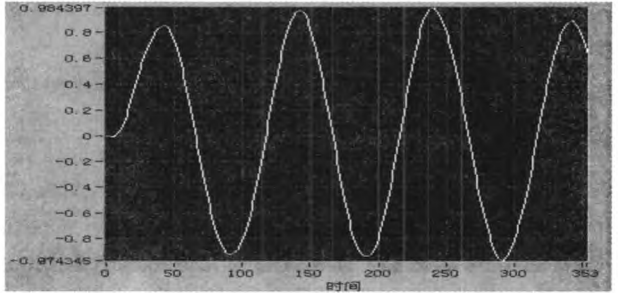


图 5 添加白噪声的正弦信号通过滤波器后的波形图

3 结束语

随着网络和虚拟软件的技术的不断发展,基于 LabVIEW 的信号发生器利用软件方式设计实现了信号发生器的功能^[11],其具有设计简单、灵活性强的优点,摆脱了传统仪器独立使用、手动操作的模式,解决了高性能的多功能信号发生器价格高的问题,得到了广泛的应用。虚拟仪器技术取代传统仪器成为必然趋势。

参考文献:

[1] 张 毅. 虚拟仪器技术分析与应用[M]. 北京:机械工业出版社,2004.

[2] 邱迎峰. 基于 LabVIEW 的任意波形发生器编程与控制[J]. 计算机工程与设计,2006,27(12):18-22.

[3] 刘君华. 虚拟仪器图形化编程语言 LabVIEW 教程[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2001.

[4] Tiernan P. Enhancing the learning experience of undergraduate technology students with LabVIEW[J]. Computer & Education,2010(4):2345-2349.

(下转第 229 页)

可以方便快捷地帮助工程师获取无线空口数据。根据一次语音呼叫流程,部分的测试文件采集到的数据记录如图 6 所示。

```
00 00 09 01 00 00 80 86-C0 DE C5 0D BB 00 02 01
11 00 09 01 00 00 20 00-00 00 FF 00 10 03 54 0D
0A 10 02 02 00 00 00 01-00 A7 00 00 00 01 01 00
00 00 00 00 00 00 00 00-00 DF 20 A1 DF D1 0D BB
00 28 00 63 00 24 00 63-96 98 7C 80 19 E0 F9 00
2B 02 19 E0 F9 2B 02 00-00 00 5C 67 01 FF 5E 37
0A 00 06 06 06 00 C9 00-04 02 00 10 03 81 0D 0A
10 02 03 00 00 00 01 00-A7 00 00 00 01 01 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00-DF 20 A1 DF D1 0D BB 00
28 00 63 00 24 00 63 96-98 7C 80 19 E0 F9 00 2B
02 19 E0 F9 2B 02 00 00-00 5C 67 01 FF 5E 37 0A
00 06 06 06 00 C9 00 04-02 00 10 03 82 0D 0A 10
```

图 6 语音业务数据采集样例

根据文件封装格式,每一次的数据帧以 0x10 0x02 开始,0x10 0x03 结束。每一帧的前 34 字节为自定义的附加信息,如 GPS 时间、GPS 坐标、SDGT 编号等。每一帧的 35 字节到帧结束为采集到的空口协议的原始数据。参照 3GPP2 协议文档^[6~12],根据匹配原则,可分析出该数据为具体的信令。

4 结束语

文中提出了一种基于嵌入式操作系统的数据采集终端,经过测试,该终端在网络优化中定点和移动测试中稳定可靠,通过重现语音或数据业务准确采集无线公网空口数据并进行分析封装。在无线通信网络优化

工作中使用该终端,可以以较少的人力物力资源获得大量实时的测试数据,提前发现和解决网络问题。

参考文献:

[1] 刘建成. 移动通信技术与网络优化[M]. 北京:人民邮电出版社,2009.

[2] 戴美泰,邵世祥. GSM 移动通信网络优化[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.

[3] 米乾宝,张 科,吕梅柏. 无线通信网络优化的自动路测系统设计[J]. 测控技术,2007,26(10):16-17.

[4] 刘亚枫. 话务统计分析在网络运行中的重要性[J]. 铁道通信信号,2006,42(12):48-50.

[5] 中国电信 2009 年 EVDO 网络优化技术白皮书[M]. 出版地不详:中国电信集团无线网络优化中心,2009.

[6] CDMA Dual-Mode Subscriber Station Serial Data Interface Control Document[S]. 80-V1294-1 Rev. L,2003.

[7] Upper Layer(Layer3) Signaling Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems[S]. 3GPP2 C. S0005-E_v1.0,2011.

[8] Introduction to cdma2000 Standards for Spread Spectrum Systems[S]. 3GPP2 C. S0001-E_v3.0,2011.

[9] Physical Layer Signaling Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems[S]. 3GPP2 C. S0002-E_v2.0,2011.

[10] Medium Access Control(MAC) Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems[S]. 3GPP2 C. S0003-E_v3.0,2011.

[11] Signaling Link Access Control (LAC) Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems[S]. 3GPP2 C. S0004-E_v3.0,2011.

[12] cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification[S]. 3GPP2 C. S0024-B_v3.0,2009.

(上接第 221 页)

[5] 王 磊,陶 梅. 精通 LabVIEW 8.0[M]. 北京:电子工业出版社,2007:68-90.

[6] 赵洪亮. 一种实用任意波形信号发生器的设计[J]. 仪表技术,1999(2):14-18.

[7] Kohout S, Roos J, Keller H. Automated operation of a home-made torque magnetometer using LabVIEW[J]. Measurement Science and Technology,2005(2):2240-2246.

[8] 乔建良,黄大勇. 虚拟仪器的现状及应用前景[J]. 信息技术

术,2002(10):94-95.

[9] 于 洁. 基于虚拟仪器界面的信号发生器的设计与实现[J]. 机械与电子,2004(9):65-67.

[10] 黎国栋. 信号发生器专业基础知识问答[J]. 上海计量测试,2004(5):72-73.

[11] Ma Tianbing, Du Fei, Fang Chuanzhi. Sensors State Monitoring Based on LabVIEW and Wireless Nodes[J]. Procedia Engineering,2011(15):2639-2643.

(上接第 225 页)

[5] 林海军,杨 萍. 基于 USB2.0 的虚拟数字示波器的设计[J]. 电测与仪表,2008(9):37-41.

[6] 邱 宁. 基于 USB 接口的高性能虚拟示波器[J]. PC 机与单片机,2002(12):874-877.

[7] Liu Chuanqing, Hu Rongyu. Design Technology of Virtual Instrument Software Panel[J]. Journal of Xiangfan University, 2002(5):14-17.

[8] 高 琴,陈树君,王续明. 多功能虚拟示波器的设计与实现

[J]. 通信技术,2010,43(4):217-219.

[9] 朴成日,崔汉国,高 诚. 多功能虚拟仪器软面板的设计与实现[J]. 海军工程大学学报,2006(6):82-85.

[10] 陈景波. 基于高速数据采集卡的虚拟示波器设计[D]. 西安:西北工业大学,2005.

[11] 芦东昕,周建彬. 基于 Qt/Embedded 的控件扩展研究与实现[J]. 计算机技术与发展,2006,16(10):97-100.

[12] 赵拯宇. 基于 Qt/Embedded 和 Qtopia 的嵌入式 GUI 研究与实现[D]. 太原:太原理工大学,2009.

基于LabVIEW的虚拟任意信号发生器设计

作者:	赵华, 张代远, ZHAO Hua, ZHANG Dai-yuan
作者单位:	赵华, ZHAO Hua(南京邮电大学计算机学院, 江苏南京, 210003), 张代远, ZHANG Dai-yuan(南京邮电大学计算机学院, 江苏南京210003;江苏省无线传感网高技术研究重点实验室, 江苏南京210003;南京邮电大学计算机技术研究所, 江苏南京210003)
刊名:	计算机技术与发展 <div>ISTIC</div>
英文刊名:	Computer Technology and Development
年, 卷(期):	2013, 23 (7)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201307056.aspx