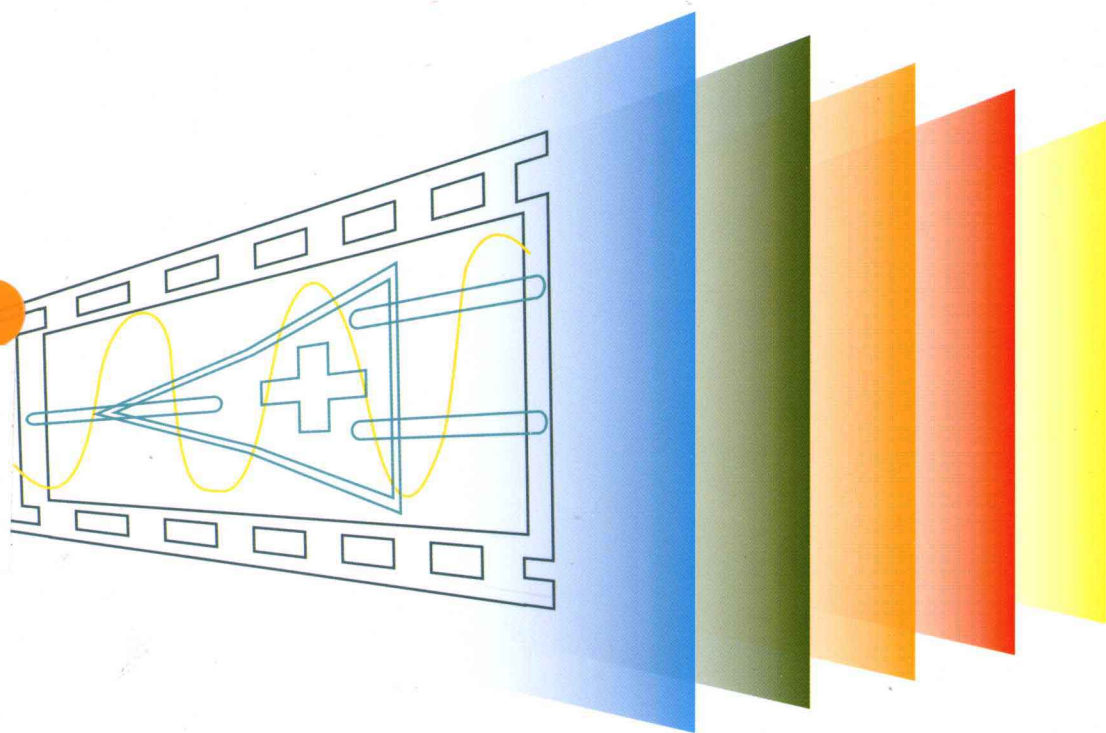


LabVIEW 2011

程序设计与案例解析

王 璨 章佳荣 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

LabVIEW2011 程序设计 与案例解析

王 璨 章佳荣 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是作者多年从事 LabVIEW 编程工作的经验与工程实践总结。全书以 LabVIEW2011 版本为对象,通过由简入难、图文并茂的方式对 LabVIEW 的基本概念、基本操作及在工程领域的应用进行了全面、详细的介绍。本书实例详实,并且具有一定的工程应用背景。读者只须对例程稍加修改,就能够应用到自己的实际工程中,可大大缩短程序开发的周期。

全书共分 16 章,从 LabVIEW 入门、基础操作、高级技巧、工程应用、常见问题及解决方案等方面展开介绍。通过具体的工程应用实例加深读者对 LabVIEW 编程的理解,并以“小贴士”的方式对编程过程中需要注意的问题和常用技巧进行提示。

本书适合高等院校学生,测试测量与自动化等相关行业的从业人员,以及所有对 LabVIEW 感兴趣的读者。

图书在版编目(CIP)数据

LabVIEW2011 程序设计与案例解析 / 王璨, 章佳荣
编著. -- 北京: 北京航空航天大学出版社, 2013.5
ISBN 978-7-5124-1069-5

I. ①L… II. ①王… ②章… III. ①软件工具—程序设计 IV. ①TP311.56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 034218 号

版权所有,侵权必究。

LabVIEW2011 程序设计与案例解析

王 璨 章佳荣 编著

责任编辑 王静竞

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:29 字数:618 千字

2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-1069-5 定价:59.00 元

前言

LabVIEW(Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench, 实验室虚拟仪器工程平台)是由美国国家仪器公司开发的图形化程序编译平台。程序最初于1986年在苹果电脑上发表。LabVIEW早期是为了仪器自动控制而设计的,至今已经转变成为一种逐渐成熟的高级编程语言。图形化编程语言与传统编程语言的不同之处在于,图形化编程语言的程序流程采用“数据流”的概念,打破了传统的思维模式,使得程序设计者在流程图构思完毕的同时也完成了程序的撰写。

LabVIEW率先引入了虚拟仪器的概念,用户可通过人机界面直接控制自行开发的仪器。此外,LabVIEW还提供了丰富的库函数,包括:信号调理、信号分析、机器视觉、数值运算、逻辑运算、数学分析、声音振动分析和数据存储等。目前可支持Windows、UNIX、Linux和Mac OS等操作系统。LabVIEW特殊的图形程序结构和简单易懂的开发接口大大缩短了原型开发的周期,并且方便了日后软件的维护,因此逐渐受到系统开发及研究人员的喜爱,目前广泛应用于汽车、半导体、航空航天、交通运输、电信和生物医药等众多行业。LabVIEW默认以多线程运行程序,对于程序设计者更是一大利器。此外LabVIEW通信接口十分丰富,支持GPIB、USB、IEEE1394、MODBUS、串行接口、并行接口、IrDA、TCP、UDP、Bluetooth、.NET、ActiveX和SMTP等。

目前,国内外许多高校均开设LabVIEW基础课程,科研与企事业单位也对LabVIEW快捷的操作方式和强大的功能越发青睐。同时,测试测量工程领域的快速发展也加速了虚拟仪器的普及和应用。虽然它进入中国市场的时间不算太长,但已经在科研及生产生活的诸多领域崭露头角。因此,掌握这门如今比较“热”的编程语言,势必会让您如虎添翼。要熟练掌握LabVIEW的编程方法,开发出专业的测试测量系统,需要对LabVIEW程序设计的原理、程序结构、运行控制和系统管理有一个全面透彻的理解。

本书汇聚了作者多年从事LabVIEW程序开发的实践经验,在内容编排上充分考虑了实用性与技巧性。全书图文并茂,由浅入深,讲解细致,工程应用实例详尽,旨在让没有LabVIEW基础的读者快速掌握LabVIEW的编程方法。同时,书中的许多工程实例都具有一定的可扩展性,读者可以根据自己的需要,经过适当修改,将它们应用到自己的项目中,缩短程序开发的周期。

本书在编写过程中,参考借鉴了许多优秀的资料:介绍函数基本功能时,参考了

LabVIEW 的帮助文档;在第 11 章介绍数据采集与仪器控制中,参考了 NI 的产品手册及 GSD zone. net 的相关资料;在第 16 章常见问题与解决方案中,参考了 LabVIEW 论坛、NI 中国官方网站上的相关资料。在这里,对提供这些参考资料的论坛、网站及相关人员表示感谢。

全书由王璨统稿,章佳荣为本书编写了丰富的工程应用实例。另外,作者在编写本书的过程中,得到了哈尔滨工程大学水声通信实验室的大力支持。天津大学的赵国宇和北京航空航天大学出版社为本书的编辑校对提供了极大的帮助,在这里一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和错误之处,恳请广大读者批评指正。

王 璨 章佳荣
2013 年 4 月于上海



第 1 章 认识 LabVIEW	1
1.1 什么是 LabVIEW	1
1.2 LabVIEW2011 新特性	5
1.3 安装 LabVIEW	6
1.4 思考与练习	11
第 2 章 开始 LabVIEW 编程	12
2.1 启动 LabVIEW	12
2.2 基本概念介绍	13
2.2.1 VI 与子 VI	13
2.2.2 前面板	13
2.2.3 后面板	16
2.3 菜单栏及工具栏	18
2.3.1 菜单栏	18
2.3.2 工具栏	19
2.4 设置个性化编程环境	20
2.4.1 工具选板	20
2.4.2 控件选板	22
2.4.3 函数选板	24
2.4.4 其他编程选项设置	24
2.5 VI 的基本操作	28
2.5.1 VI 的创建与编辑	28
2.5.2 VI 的运行与调试	31
2.5.3 子 VI 的操作	33
2.6 获取 LabVIEW 帮助	36
2.6.1 即时上下文帮助	36
2.6.2 查找范例	36
2.6.3 在线帮助	36
2.7 综合实例:创建一个“虚拟信号源”程序	37
2.8 思考与练习	39
第 3 章 了解 LabVIEW 的数据类型	40

3.1 基本数据类型	40
3.1.1 数值型	43
3.1.2 布尔型	46
3.1.3 字符串型与路径	46
3.1.4 枚举型	47
3.1.5 簇	48
3.1.6 数组	48
3.2 特殊数据类型	50
3.2.1 波形数据	50
3.2.2 时间标识	50
3.2.3 变体	51
3.3 数据类型之间的转换	51
3.3.1 不同数字类型之间的转换	51
3.3.2 数字/字符串转换	53
3.3.3 字符串/数组/路径转换	56
3.3.4 布尔值/数字值转换	57
3.3.5 数字与时间标识的转换	58
3.4 数据运算与操作	59
3.4.1 基本数学运算与操作	59
3.4.2 字符串运算与操作	61
3.4.3 布尔运算与操作	64
3.4.4 比较运算	65
3.4.5 数组与矩阵操作	69
3.4.6 簇操作	74
3.4.7 波形数据操作	76
3.5 综合实例:温度报警装置	77
3.6 思考与练习	78
第4章 数据表达与显示	79
4.1 基本数据表达与显示	79
4.1.1 数值型数据的表达与显示	79
4.1.2 布尔型数据的表达与显示	87
4.1.3 字符型数据的表达与显示	91
4.2 二维图形	94
4.2.1 波形图与波形图表	94
4.2.2 XY图和Express XY图	105
4.2.3 强度图表与强度图	106

4.2.4 数字波形图和混合波形图	107
4.3 三维图形	109
4.3.1 三维曲面图	110
4.3.2 三维参数图	112
4.3.3 三维曲线图	113
4.4 其他图形显示控件	113
4.4.1 极坐标图	114
4.4.2 最小-最大曲线显示控件	115
4.5 综合实例:绘制同心圆	116
4.6 思考与练习	116
第5章 程序结构	117
5.1 基本程序结构	118
5.1.1 For 循环	118
5.1.2 While 循环	122
5.1.3 顺序结构	123
5.2 特殊程序结构	127
5.2.1 条件结构	127
5.2.2 事件结构	130
5.2.3 定时结构	134
5.2.4 禁用结构	138
5.3 变 量	140
5.3.1 局部变量	140
5.3.2 全局变量	142
5.3.3 共享变量	145
5.4 综合实例:等差序列求和	146
5.5 思考与练习	147
第6章 外部程序接口与扩展	148
6.1 DLL 调用	148
6.2 Windows API 调用	152
6.3 可执行程序的调用	156
6.4 ActiveX 调用	157
6.5 LabVIEW 与 MATLAB 混合编程	166
6.6 综合实例:通过调用动态链接库实现驱动开发	167
6.7 思考与练习	169
第7章 数学分析	170
7.1 基本数学分析	170

7.1.1 初等与特殊函数	170
7.1.2 线性代数	172
7.1.3 微积分	175
7.1.4 多项式	178
7.2 数理统计与最优化问题	180
7.2.1 概率与统计	180
7.2.2 最优化	181
7.3 曲线拟合与插值	184
7.3.1 曲线拟合	184
7.3.2 插 值	186
7.4 其他操作	187
7.4.1 微分方程	187
7.4.2 几 何	189
7.4.3 脚本与公式	190
7.5 综合实例:水箱问题	191
7.6 思考与练习	193
第 8 章 信号处理	194
8.1 信号发生器	195
8.1.1 基本函数发生器	195
8.1.2 多频信号发生器	197
8.1.3 噪声信号发生器	199
8.1.4 用公式节点产生信号	202
8.1.5 用 Express VI 产生信号	202
8.2 时域分析	203
8.2.1 基本平均值与均方差测量	203
8.2.2 过渡态测量	205
8.2.3 提取信号单频信息	208
8.2.4 相 关	209
8.2.5 谐波失真分析	211
8.3 频域分析	213
8.3.1 傅里叶变换	213
8.3.2 拉普拉斯变换	215
8.3.3 功率谱分析	216
8.4 信号调理	219
8.4.1 滤波器	219
8.4.2 窗函数	221

8.4.3 波形调理	222
8.5 波形监测	226
8.5.1 边界检测	227
8.5.2 波峰波谷检测	227
8.5.3 触发与门限	229
8.6 逐点分析	232
8.7 综合实例:绘制信号包络曲线	234
8.8 思考与练习	235
第9章 文件操作	237
9.1 文件 I/O 基本概念介绍	237
9.2 常用文件类型与操作	238
9.2.1 二进制文件(.dat)	238
9.2.2 文本文件(.txt)	242
9.2.3 电子表格文件(.xls)	244
9.3 特殊文件类型与操作	248
9.3.1 波形文件(Waveform Files)	248
9.3.2 XML 文件	248
9.3.3 数据存储文件(TDM)	249
9.3.4 高速数据流文件(TDMS)	251
9.3.5 测量文件(LVM)	253
9.4 其他文件类型与操作	255
9.4.1 音频文件(.wav)	255
9.4.2 压缩文件(.Zip)	256
9.4.3 配置文件(.ini)	257
9.5 文件工具	257
9.5.1 路径、目录操作	257
9.5.2 获取文件、目录的信息	259
9.5.3 文件位置与大小设置	259
9.5.4 文件操作	260
9.6 综合实例:读取 EXCEL 文件	262
9.7 思考与练习	263
第10章 多线程技术	265
10.1 LabVIEW 对多核 CPU 的支持	265
10.2 LabVIEW 中的自动多线程	266
10.2.1 执行系统	266
10.2.2 运行队列	269

10.2.3	LabVIEW 多线程中的 DLL	270
10.2.4	定制线程配置	272
10.3	生产者/消费者模式	275
10.3.1	生产者/消费者的优势	275
10.3.2	生产者/消费者基本组成结构	276
10.3.3	多消费者循环	279
10.3.4	基于队列状态机的生产者/消费者结构	282
10.4	综合实例:多线程计时器	283
10.5	思考与练习	284
第 11 章	数据采集与仪器控制	285
11.1	数据采集	285
11.1.1	数据采集系统基本组成	286
11.1.2	NI 数据采集硬件产品及其应用领域	287
11.1.3	硬件选型重要参数	289
11.1.4	配置管理软件 MAX	289
11.1.5	NI-DAQ 应用举例	294
11.2	仪器控制	299
11.2.1	常用总线介绍	300
11.2.2	仪器驱动程序	302
11.2.3	LabVIEW 仪器控制	303
11.2.4	LabVIEW 与第三方硬件的连接	310
11.3	综合实例:多通道数据采集软件	311
11.4	思考与练习	313
第 12 章	通信	314
12.1	串口通信	314
12.1.1	串口介绍	314
12.1.2	串口接线定义与连接方式	316
12.1.3	LabVIEW 中的串口编程	319
12.2	网络通信	323
12.2.1	TCP 协议通信	325
12.2.2	UDP 协议通信	329
12.3	DataSocket 通信	335
12.3.1	DataSocket 技术	335
12.3.2	DataSocket 逻辑构成	336
12.3.3	DataSocket 编程	338
12.4	远程面板	341

12.4.1	配置 LabVIEW Web Server	342
12.4.2	在 LabVIEW 环境中操作 Remote Panels	344
12.5	综合实例:基于串口通信的控制软件	347
12.6	思考与练习	350
第 13 章	界面设计与美化	352
13.1	界面设计的一般原则	352
13.2	常用界面风格	354
13.3	菜单设计	356
13.4	子 VI 的调用与重载	358
13.4.1	子 VI 的创建与调用	358
13.4.2	多面板程序设计	361
13.4.3	动态载入界面	363
13.5	界面美化	366
13.5.1	使用布局工具排列对象	366
13.5.2	添加背景图片	367
13.5.3	自定义控件	368
13.5.4	动 画	371
13.5.5	利用控件选板与工具选板	372
13.5.6	巧用属性节点与调用节点	375
13.5.7	VI 属性设置	378
13.6	综合实例:利用属性节点与 Tab 控件控制界面的显示	381
13.7	思考与练习	382
第 14 章	项目管理与报表生成	384
14.1	项目管理	384
14.1.1	项目浏览器	384
14.1.2	源代码管理工具	385
14.1.3	LLB 管理器	387
14.2	报表生成	388
14.2.1	报表生成 VI 介绍	388
14.2.2	简易报表生成	392
14.2.3	高级报表生成	394
14.2.4	报表生成工具包	395
14.3	综合实例:报表生成	400
14.4	思考与练习	402
第 15 章	应用程序发布	403
15.1	LabVIEW 程序生成规范	403

15.2	发布应用程序前的准备	404
15.3	创建源代码发布	406
15.4	创建独立应用程序(EXE)	410
15.5	创建安装程序(SETUP)	417
15.6	创建共享库(DLL)	423
15.7	思考与练习	427
第 16 章	技巧与解惑	428
16.1	常用技巧	428
16.2	常用快捷键	436
16.3	常见问题及解决方案	437
16.3.1	人机交互	437
16.3.2	数据与文件操作	439
16.3.3	仪器控制与驱动	441
16.3.4	程序运行与应用程序发布	442
16.3.5	其他问题	445
参考文献		448

第 1 章

认识 LabVIEW

NI LabVIEW 是一款领先的图形化系统设计软件。工程师和科学家们可以借由其直观的图标和连线,开发复杂且类似流程图的测量、测试和控制系统。同时,LabVIEW 丰富的内置功能和强大的兼容性,不仅实现了与硬件的无缝集成,还拓展了应用类型。在本章中,作者将带领大家从整体上领略 LabVIEW 的功能。

【本章导航】

- 什么是 LabVIEW
- LabVIEW2011 的新特性
- 安装 LabVIEW

1.1 什么是 LabVIEW

LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench),即实验室虚拟仪器集成环境,是一种典型的图形化编程语言(G 语言),也是一个工业标准的图形化开发环境。它结合了图形化编程方式的高性能与灵活性以及专为测试、测量与自动化控制应用设计的高端性能与配置功能,能为数据采集、仪器控制、测量分析与数据显示等各种应用提供必要的开发工具。利用 LabVIEW 可以迅速编写出专业的测试测量系统,图 1-1 所示为一个用 LabVIEW 开发的蓝牙测试系统界面。

为了进一步了解 LabVIEW,我们一起来研究如下几个问题:

1. 什么是 G 语言

LabVIEW 与传统的文本编程语言不同,它在开发程序时,使用的是“G 语言”。所谓 G 语言,就是图形化的程序语言。使用这种语言编程时,基本上不写程序代码,取而代之的是结构框图或流程图。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 是一个面向终端用户的工具,可以增强用户

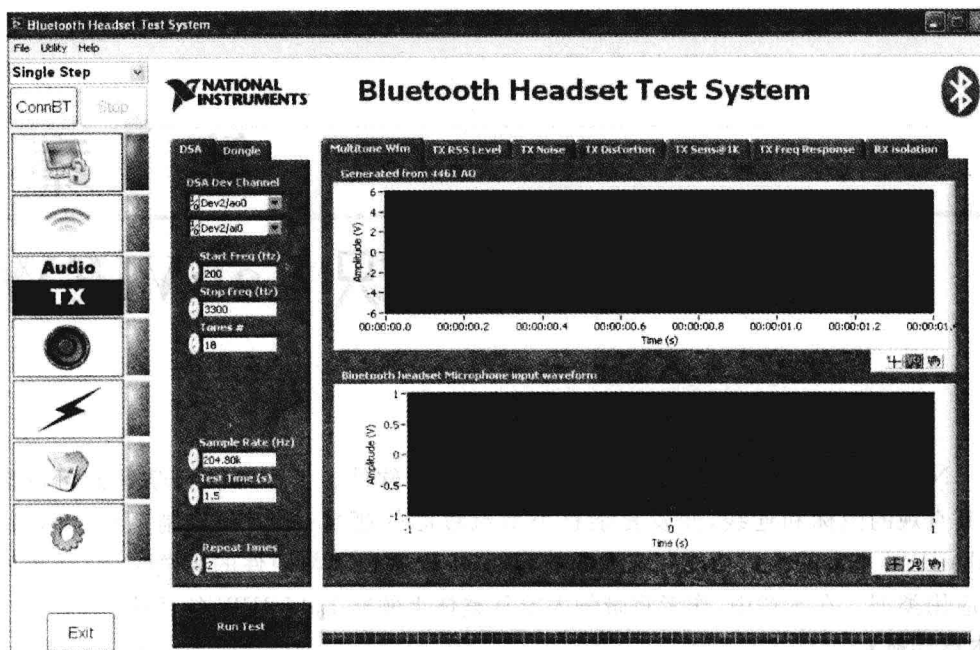


图 1-1 用 LabVIEW 开发的蓝牙测试系统界面

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。

2. 什么是虚拟仪器

虚拟仪器(virtual instrument)是基于计算机的仪器。计算机和仪器的密切结合是目前仪器发展的一个重要方向。粗略地说这种结合有两种方式,一种是将计算机装入仪器,典型的例子就是智能化的仪器。随着计算机技术发展以及其体积的缩小,这类仪器的功能也越来越强大,目前已经出现含嵌入式系统的仪器。另一种方式是将仪器装入计算机。以通用的计算机硬件及操作系统为依托,实现各种仪器功能。虚拟仪器主要是指这种方式。

虚拟仪器由用户定义,而传统仪器功能固定且由厂商定义。相比之下,虚拟仪器具有更强的灵活性与扩展性。虚拟仪器与传统仪器有许多相同的组件结构,但是在体系结构原理上完全不同,如图 1-2 所示。

每一个虚拟仪器系统都由两部分组成:软件和硬件。由于不使用厂商预封装好的软件和硬件,工程师和科学家获得了用户定义的最大灵活性。传统仪器把所有软件和测量电路封装在一起利用仪器前面板为用户提供一组有限的功能。而虚拟仪器系统提供的则是完成测量或控制任务所需的所有软件和硬件设备,功能完全由用户

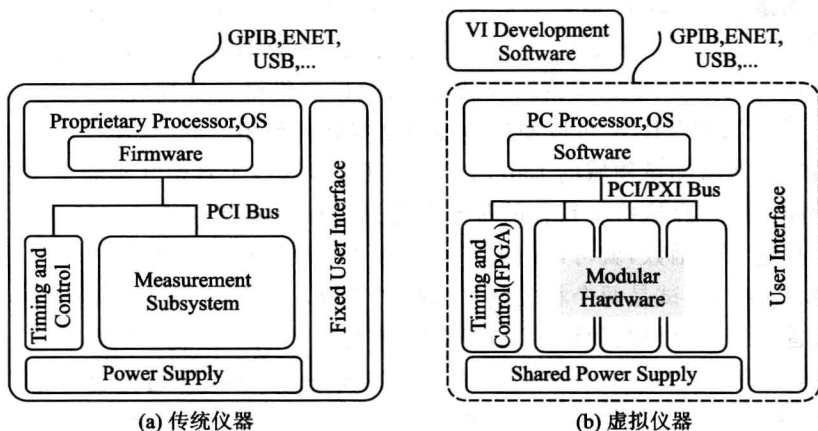


图 1-2 传统仪器与虚拟仪器

自定义。此外,利用虚拟仪器技术,工程师和科学家们还可以使用高效且功能强大的软件来自定义采集、分析、存储、共享和显示功能。

LabVIEW 作为一个标准的数据采集和仪器控制软件,被工业界、学术界和研究实验室广泛接受。LabVIEW 集成了与满足 GPIB、VXI、RS-232 和 RS-485 协议的硬件及数据采集卡通信的全部功能。它还内置了便于应用 TCP/IP、ActiveX 等软件标准的库函数。这是一个功能强大且灵活的软件。利用它可以方便地建立自己的虚拟仪器,其图形化的界面让编程及使用过程都变得生动有趣。

3. LabVIEW 的运行机理

LabVIEW 的程序是由数据流驱动的。从宏观上看,LabVIEW 的运行机制已经不再是传统的冯·诺伊曼计算机体系结构的执行方式了。传统计算机语言(如 C 语言)中的顺序执行结构在 LabVIEW 中被并行机制代替;从本质上讲,LabVIEW 是一种带有图形控制流结构的数据流模式(Data Flow Mode),这种方式确保了程序中的函数节点(Function Node),只有在获得它的全部数据后才能够被执行。也就是说,在这种数据流程序的概念中,程序的执行是数据驱动,不受操作系统、计算机等因素的影响。

一个基于数据流驱动的程序只有当所有输入有效时才能被执行,而程序的输出,只有当它的功能完整时才是有效的。这样,LabVIEW 中方框图之间的数据流控制着程序的执行次序,而不像文本程序受到行顺序执行的约束。因而,我们可以通过相互连接功能方框图快速简洁地开发应用程序,甚至还可以有多个数据通道同步运行。

4. LabVIEW 的应用领域

LabVIEW 有很多优点,在某些特殊领域其优点尤为突出。

测试测量:LabVIEW 最初就是为测试测量而设计的,因而测试测量也就是现在 LabVIEW 最广泛的应用领域。经过多年的发展,LabVIEW 在测试测量领域获得了广泛的承认。至今,大多数主流的测试仪器、数据采集设备都拥有专门的 LabVIEW 驱动程序,使用 LabVIEW 可以便捷地控制这些硬件设备。同时,用户也可以轻松找到各种适用于测试测量领域的 LabVIEW 工具包。这些工具包几乎涵盖了用户所需的所有功能。用户在这些工具包的基础上再开发程序就容易多了。有时甚至只需调用几个工具包中的函数,就可以组成一个完整的测试测量应用程序。

控制:控制与测试是两个相关度非常高的领域,从测试领域起家的 LabVIEW 自然而然地首先拓展至控制领域。LabVIEW 拥有专门用于控制领域的模块——LabVIEW DSC。除此之外,工业控制领域常用的设备、数据线等通常也都带有相应的 LabVIEW 驱动程序。使用 LabVIEW 可以方便地编制各种控制程序。

仿真:LabVIEW 包含了多种多样的数学运算函数,特别适合进行模拟、仿真和原型设计等工作。设计机电设备时,可以先在计算机上用 LabVIEW 搭建仿真原型,验证设计合理性,找到潜在的问题。在高等教育中如果使用 LabVIEW 进行软件模拟,可以增加学生的实践机会。

儿童教育:由于图形外观漂亮,且图形比文本更容易被儿童接受和理解,所以 LabVIEW 非常受少年儿童的欢迎。对于没有任何计算机知识的儿童来说,可以把 LabVIEW 理解成是一种特殊的“积木”:把不同的原件搭在一起,就可以实现自己所需的功能。著名的可编程玩具“乐高积木”使用的就是 LabVIEW 编程语言。儿童经过短暂的指导就可以利用乐高积木提供的积木搭建成各种车辆模型、机器人等,再使用 LabVIEW 编写控制其运动和行为的程序。除了应用于玩具,LabVIEW 还有专门用于中小学生学习使用的版本。

快速开发:据统计,完成一个功能类似的大型应用软件,熟练的 LabVIEW 程序员可以比熟练的 C 程序员节约一半以上的开发时间。

跨平台:如果同一个程序需要运行于多个硬件设备之上,也可以优先考虑使用 LabVIEW。LabVIEW 具有良好的平台一致性。LabVIEW 的代码不须任何修改就可以运行在常见的三大台式机操作系统上:Windows、Mac OS 及 Linux。除此之外,LabVIEW 还支持各种实时操作系统和嵌入式设备,比如常见的 PDA、FPGA 以及运行 VxWorks 和 PharLap 系统的 RT 设备。

5. LabVIEW 的发展历程

自 1986 年 10 月 LabVIEW1.0 正式发布以后,20 多年来 LabVIEW 的功能不断完善,先后更新了如图 1-3 所示的版本。