

面向对象技术及其在 VXI 系统中的应用*

代俊光** 陈光禔

(电子科技大学 CAT 室 成都 610054)

【摘要】 讨论了引入面向对象技术来设计自动测试系统软件的方法,提出了自动测试系统对象模型及其在此模型下各对象的构造技术,并将其用于 VXI 高速多通道数据采集系统。结果表明面向对象技术可优化测试软件结构,缩短测试软件开发周期,达到事半功倍的效果。

关键词 软件结构; 面向对象技术; 基类; 继承

中图分类号 TN454; TM937.4

自动测试系统以其快速高效的数据传输和智能化控制而广泛运用于许多工程领域。但是随着测试的项目越来越复杂,测试指标的综合性越来越强,传统软件结构已不能适应现代自动测试系统结构开放化、平台化的发展,复杂而繁琐的测试程序开发大大限制了自动测试系统的进一步推广。

传统的自动测试软件采用流程式程序设计 PP(Procedural Programming),它是根据指定的测试任务逐步细化,即采用自顶向下的方法将功能划分为几个可独立编程的子过程模块,每个子模块完成指定子任务,并且提供一个清晰、严格的调用界面,主过程通过调用各子过程完成全部测试任务。若以过程为中心构造系统软件,随着软件工作量的增加,这种程序设计模式的局限性显得越来越突出。首先,程序可重用性差。每次进行软件开发,除了标准接口函数库外,程序员都要针对具体测试任务做大量的重复性工作。其次,维护程序一致性困难。用 PP 方法构造程序时,对程序运行起重要作用的数据一般要作为全局数据处理,若为了适应新的测试应用需求,对某一数据结构做了修改,那么,所有处理数据的过程都需要重新考察,以保证与数据一致性。维护数据与过程的协调一致必然花费大量的资源,同时也使产生错误的机会大大增加。

近年来,面向对象技术 OOP(Object-Oriented Programming)越来越受到重视,对它的研究和应用遍及计算机软件和硬件的各个领域。面向对象的程序具有易理解性、易修改性和可重用性,能明显提高测试软件开发和维护的效率。

1 基于面向对象技术的自动测试系统模型结构

面向对象技术将自动测试系统看作一系列可重用对象的组合,用对象来表征系统中的硬件和软件,如仪器、测试和数据处理功能等。“对象”就是将某些数据代码和对该数据的操作代码封装起来的模块。在面向对象的测试程序设计中,可用若干对象来建立所需的各种复杂的测试系统软件。

为了完成对待测电路的功能和参数测试,自动测试系统一般需要模拟待测电路的输入信号,然后测试其输出响应,接着通过数据分析来了解电路的参数。我们通过分析通用自动测试系统基本结构,从中抽象出共性,设计出了系统的基本构造类,它们分别描述了属于该类型的所有对象的性

1997年11月20日收稿

* 国防科工委预研基金资助项目

** 男 26岁 博士生

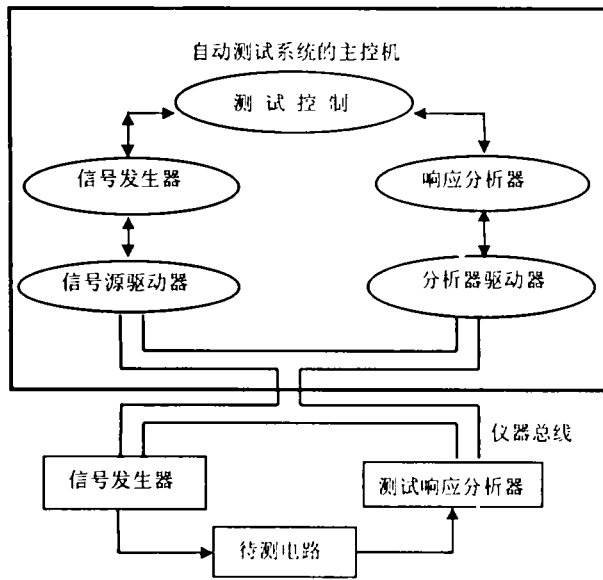


图 1 基于面向对象技术的自动测试系统模型

在程序执行时,由“类”动态生成相应的对象,一个“类”可以生成多个不同的对象,这些对象具有相同的性质,并且“类”也可以由已存在类派生出来。比如,从测试信号发生器类可以派生出直流信号源类、交流信号源类,而交流信号源类又能生成标准波形类、调制波形类、数据波形类等。

根据继承机制,一个子类可自动继承其父类的全部描述。因此,任何一个类将继承层次结构中上层所有类的全部特性。OOP 方法的模块性与继承性,保证了新的应用程序设计可在原有对象的数据类型和功能的基础上,通过重用、扩展和细化来进行,而不必从头做起或复制原有代码,这样,大大减少了重新编写新代码的工作量,同时降低了测试程序设计过程中出错的可能性。

2 自动测试系统模型结构的具体构造

我们已经定义的自动测试系统的基本结构,标识出了基本构造类。下面将围绕以上的五个基类来组织系统模型,如图 2 所示。它表明了对象中的组织情况及其对象间的关系。

下面介绍用 Visual C++ 语言定义的信号发生器类的结构。

1) 信号发生器对象的基类定义:

```
class Generator
public instance variables;           //公有数据
private instance variables;         //基类私有数据
    Signal an Waveform;              //信号类
    Connection hi, lo;               //连接方式类
    Drive Library;                   //仪器驱动器库
public methodes
    virtual int initialize();         //仪器初始化
    virtual int apply();             //启动测试
```

质,如图 1 所示。通常,自动测试系统的工作模式是“产生测试信号—待测电路—测试响应分析”,因此,可按功能分为测试控制计算机、测试信号发生器、测试响应分析和待测电路等四部分。根据这一基本结构,就可得到自动测试系统的基类,有测试控制类(Superviso)、测试信号发生器类(Generator)、测试响应分析器类(Analyzer)、仪器驱动器类(Driver)等四部分,从仪器驱动器可派生出信号源驱动器(GDriver)和分析器驱动器(ADriver)。

在面向对象程序设计中,一个类定义的是一个对象类型,基类则描述了具有公共方法和一般特性的一组基本相同对象。信号发生器类表征了信号源的共有性质,如波形种类选择、波形参数设置等。

```

virtual int remove();           //结束测试
virtual float measure();       //测试内容
virtual int verify(Generator s); //自校准
int connect(Pin h, Pin l);     //与待测电路连接
int bind(Signal s);           //设定输出信号
end class

```

在上面声明的类 Generator 中,定义了公有数据和私有数据,还引用了三个基类 Signal、Connection 和 Drive。测试系统一般需要多种测试波形,于是 Signal 类专门负责设置波形的类型和参数等。因为不同的仪器在待测电路中的测试点可能不同,所以我们用 Connection 类来定义仪器与待测电路的连接关系。并且由于对仪器的任何操作都必须通过相应的仪器驱动器(Drive)才能实现程控命令,因此,仪器驱动器是不可缺少的。

另外,Generator 基类用虚拟函数(Virtual Function)为派生类提供了统一的接口,派生的各种信号发生器类又各自对这些虚拟函数定义自己的具体实现方式,这样,使程序既简洁又具扩充性,并能帮助程序员实现复杂测试任务。

2) 根据测试任务创建派生类。

下面以直流信号源类为例,说明类的继承方法。

```

class DCGenerator inherits from Generator
public instance variables;
    float voltage;           //直流电压
    float current;          //直流电流
    Drive Library;
    ...                      //其他同 Generator 类
end class

```

利用类的继承,就不必再做直流信号源的初始化、连接方式和启动测试等常规性工作,只需先继承 Generator 基类的所有数据和操作,再增加直流电压、直流电流数据声明即可。可见,面向对象程序设计句具有良好的可重用性。

3) 根据具体的测试任务编程(以待测电路的直流电压测试为例)。

```

Generator PS, DMM;           //PS 为可编程信号源, DMM 为数字多用表
DCSignal dc1, dc2;          //DCSignal 是 Signal 类的派生类, 用来说明直流信号
Pin IN1, OUT1, GRD;
PS.initialize;              //仪器分别初始化
DMM.initialize;

```

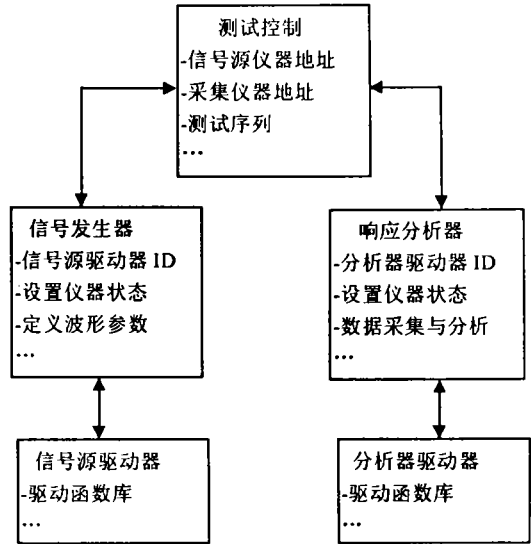


图2 自动测试系统模型构造

```

PS.bind(dc1);           //设定仪器输入、输出信号
DMM.bind(dc2);
PS.connect(IN1,GRD);   //连接仪器与待测电路测试点
DMM.connect(OUT1,GRD);
PS.voltage = 10;
PS.apply();           //实现待测电路的直流电压测试
DMM.measure();
if DMM.voltage < 9.5 then error();
...

```

以上的例子说明了如何利用对象设计测试程序,从中可以看出,面向对象的测试程序具有以下特征:模块化好,独立性强;封装性强;连接简单,使用方便。

其他几个基类的构造和使用方法与之类似,鉴于篇幅,这里就不再赘述。

3 应用实例—VXI 高速多通道数据采集系统

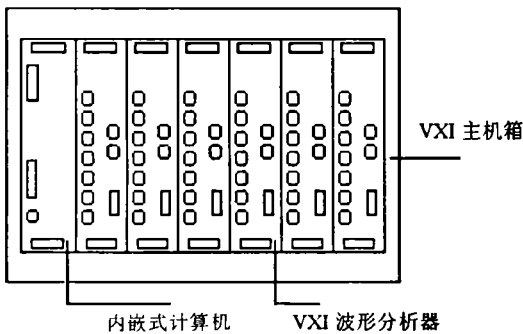


图 3 VXI 高速多通道数据采集系统

VXI 总线系统是一种模块化仪器的标准总线系统,具有高速数传、模块化结构、交互操作性好等优点。因此,它特别适于做高速数据采集,目前 VXI 总线系统以其灵活方便的组态方式,正逐渐用于许多工程领域。基于面向对象技术的自动测试系统软件结构将充分发挥 VXI 总线系统的开放性结构优势,使其的硬件、软件都具有模块化、可重复使用及互换性等特点,从而用户可以根据自己的需要灵活组合,大大提高使用效率,克服了传统仪器的缺点。

该系统由 VX1410 智能主机箱和 VXI 总线仪器模块组成,如图 3 所示。我们以 NI 公司的 NIpc486 内嵌式计算机做为主控机,以 Tek 公司的 TVS625 和 TVS645 波形分析器来完成数据采集。TVS645 系列波形分析器是 C 尺寸双插槽宽的 VXI 总线模块,具有 4 个输入通道,采样速率为 5GS/s。而一个 13 插槽的主机箱除零号槽被控制器占用外,最多可插入 6 块 TVS645 波形分析器模块,因此一个 VXI 总线主机箱可实现 24 路、采样速率为 5GS/s 的数据采集。如果需要更多的通道数,可通过 MXI-VXI 多机箱扩展器连接。波形分析与待测信号可以通过 VX4255 矩阵开关连接起来,这样就可方便地选择采集通道。

我们集成了 VXI 高速多通道数据采集系统,并进行了用户现场的数据采集。使用的采集速率为 5GS/s,所得测试结果与手动测试结果一致,获得了满意结果,说明面向对象的自动测试系统软件结构是切实可行的,而且效果很好。

4 结束语

本文利用面向对象技术把自动测试系统划分为测试控制、测试信号发生器、测试响应分析器、仪器驱动器四个基类,并举例说明了面向对象的测试程序设计方法,最后将它应用于 VXI 高速多通道数据采集系统。基于面向对象技术的自动测试系统软件结构不仅具有易理解、易修改和可重

用等特点,而且适应了自动测试系统平台化发展的趋势。目前,我们正在利用 OOP 技术设计 VXI 总线系统软件平台,在其基础上,用户只需通过图形化编程环境,即可很快地实现测试任务。

参 考 文 献

- 1 Russo Fabrizio. A user - friendly environment for the generation of highly portable software in computer - based instrumentation. IEEE Trans IM, 1990:432 ~ 436
- 2 Masciola John A, Morgan Gerald K, Temption Geoffrey L. A software for mixed signal functional testing. IEEE ITC '94, 1994:580 ~ 586
- 3 Nigro L. Control extensions in C + + . New York: Yourdon Press, 1992
- 4 National Instruments. Lab windows/CVI standard libraries reference manual. Austin, 1994
- 5 Truchard James J. Software technology for automated measurements. IEEE Instruments and Measurement Tech, Conference, 1989

Object Oriented Technology for ATE Applied to VXIbus System

Dai Janguang Chen Guangju

(CAT Lab., UEST of China Chengdu 610054)

Abstract A object-oriented technology is introduced to make up ATE software in this paper. Based on this method, a object model for ATE is derived, and how to construct every test object is studied. Finally this model is applied in the high-speed and multi-channel data acquisition system on VXIbus. The results show that the object-oriented approach is a valid way to improve the software architecture of measurement system.

Key words software architecture; object-oriented technology; basic class; inherit

编辑 徐培红

.....
·科研成果介绍·

8 mm 三次谐波回旋管

主研人员 李宏福 王文祥 杜品忠 杨仕文 刘盛纲 倪治钧 等

采用 3 次谐波将回旋管工作磁场降低 3 倍而研制的低压低磁场回旋管,与国外同类技术比较,在低电压与低磁场的苛刻条件下,最高效率达 12%,优于国际先进水平。突破的主要关键技术:建立和发展了带模式转换段的复合腔理论模型,建立了多因素优化的计算软件;建立和发展了复合腔旋管注一波相互作用非线性大信号理论模型,编制了多因素优化的大型数值计算软件;研究了保证主模稳定的多种抑制杂模方法,提出了复合腔特种抑制杂模的新结构;建立了大功率回旋管电子枪数值计算软件等。

·科 卞·