

# COM 技术在电力系统图形生成子系统中的应用

刘益青, 陈超英

(天津大学电气自动化与能源工程学院, 天津 300072)

**摘要:** COM(Component Object Model) 技术是一种新的软件开发方法, 它提供了跨越编程语言、操作系统甚至网络来访问组件对象的通用途径。在阐述其基本概念、特点和实现方法的基础上, 讨论了 COM 技术在电力系统图形生成子系统中的应用, 使图形子系统的开发在最大程度上实现了软件复用。基于该方法开发的图形子系统已在电力系统倒闸操作票系统中得到实际应用。

**关键词:** COM 技术; 电力系统; 图形生成; 子系统

**中图分类号:** TM769

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1003-4897(2002)05-0040-04

## 1 引言

随着计算机在电力系统各个领域中的广泛应用, 人们越来越多地使用图形化用户界面(GUI), 用户界面的友好性就成为评价软件的一个重要方面。到目前, 在电力系统应用软件中, 出现了许多能满足特定要求的图形系统, 应用于各种场合, 例如: 微机电力系统操作票生成系统; SCADA 系统; 电力系统培训师仿真(DTS); 地理信息系统(GIS); 电力系统实时监控系统等。它们虽然能适应各自的要求, 效果良好, 但是毕竟软件要求各不相同, 在开发不同领域的软件时, 整个图形子系统往往需要重新设计、开发, 因此如何减少图形子系统的重复开发, 增强其复用性是一个急需解决的课题。微软公司推出的 COM/DCOM 标准为这一领域提供了新的解决思路。

组件对象模型(COM)技术是继模块化、结构化和面向对象开发方法之后发展起来的又一新的软件开发方法。将原来铁板一块的应用程序拆分成组件(Component), 从而实现像搭“积木”一样, 将组件“装配”起来完成新的应用程序的开发, 这就是 COM 技术的真正意义所在<sup>[3]</sup>。组件对象模型概念的提出, 使得软件复用在最大程度上得以实现。值得强调的是 COM 技术与面向对象的编程语言不同, 它采用的是一种二进制代码级的标准, 而不是源代码级的标准, 这使得软件复用不再仅限于一种编程语言、一个操作系统。

## 2 组件对象模型 COM<sup>[1][2]</sup>

### 2.1 COM 技术概述

简单地说, COM 就是关于对象交互作用的一个二进制标准, 利用它能够通过组装已经存在的组件

来创建新的应用程序。COM 标准包括规范和实现两大部分, 规范定义了组件与组件之间的通讯机制, 这些规范不依赖于任何特定的语言和操作系统; 实现部分就是组件库, 它为 COM 规范的具体实现提供了核心服务。利用 COM 技术可以很方便地实现应用程序的开发(图 1)和升级(图 2)。

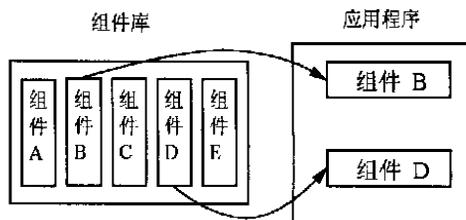


图 1 从组件库中取出所需组件组装起来构造应用程序

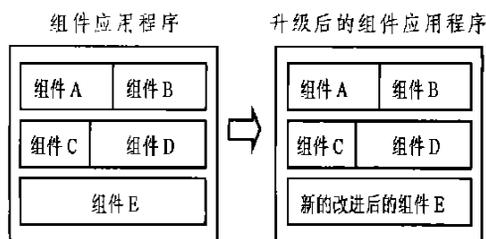


图 2 组件应用程序的升级

### 2.2 COM 对象、COM 接口与面向对象技术

COM 对象不同于一般的 C++ 等面向对象语言中所指的对象, COM 中的对象不再是由特定的编程语言及其程序设计环境所支持的对象, 而是由系统平台直接支持的对象, 这使得代码重用不再限于本语言或特定编程环境内。

在面向对象技术中, 使用对象的应用(或者另一个对象)称为客户。COM 对象的接口是对象与其客户联系的纽带, 是一组逻辑上相关的函数集合。COM 接口的定义和实现是分开的, COM 对象通过接

口成员函数为客户提供各种形式的服务,应用程序只能通过接口来对对象进行操作,而不必关心其具体实现,这与 C++ 中的只有纯虚函数的抽象基类相类似。为了确保对象和接口的唯一性,COM 采用了 GUID (Globally Unique Identifier) 机制,用唯一的 CLSID(Class Identifier) 来标识 COM 组件,而用唯一的 IID(Interface Identifier) 来标识组件所支持的接口。所有的 COM 对象都支持 IUnknown 接口,所有的接口都从 IUnknown 接口继承而来,它为 COM 的接口查询和生存期控制提供了三个基本函数:QueryInterface、AddRef、Release。

C++ 通过继承来支持重用,继承使用的是“白盒”机制,基类的数据结构通过头文件定义,程序员必须了解要继承的基类的定义。COM 引入了不同于继承的重用机制——包容 (Containment) 与聚合 (Aggregation)。包容是指外部对象作为内部对象的客户调用内部对象的方法来实现自己的功能(图 3(a));聚合是指外部对象将内部对象的接口暴露出来,就像它自己的接口一样(图 3(b))。

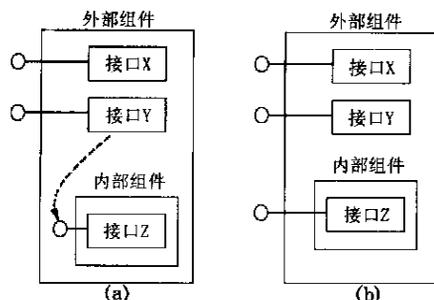


图 3 包容(a)和聚合(b)

### 2.3 COM 的客户机/服务器(C/S)模型

COM 本质上仍然是客户机/服务器模式。COM 服务器实际上提供了一种可以在库外使用库函数的途径,它的目标就是为程序提供可复用的代码。COM 的客户通常是 EXE 或者 DLL,它独立于 COM 服务器。根据 COM 服务器和客户机所处的位置不同,COM 服务器可分为以下三类:

- 进程内服务器(In-Process Server),服务程序被加载到客户的进程空间,通常以动态链接库(DLL)的形式实现。

- 本地服务器(Local Server),服务程序与客户程序运行在同一台机器上,服务程序是一个独立的应用程序,通常它是一个 EXE 文件。

- 远程服务器(Remote Server),服务程序运行在与客户程序不同机器上,可以是 DLL 模块,也可以是 EXE 文件。

### 2.4 COM 技术的特性

COM 技术有其显著特性,小结如下:

- 语言无关性。它采用的是二进制标准,用一种语言开发的 COM 组件可以无任何障碍地在另一种语言中使用。

- 位置透明性。运行在客户端的代码和运行在服务器端的代码,即可以在一个进程内也可在不同进程内。

- 可重用性。客户程序通过接口使用 COM 对象的服务并不知其内部实现,因此这种重用是建立在行为方式上而不是具体实现上,这是 COM 重用的关键所在。

- 版本可控性。版本升级时可以加入新的接口,旧接口并不发生变化;当改进原有功能时接口定义不必改变,变化的只是接口函数的实现,原有客户不受影响。

- 组件间的低耦合性。组件的开发可以各自进行,只要公布接口即可,至于具体实现对外不公布,自然而然地降低了组件间的耦合。

### 2.5 利用 ATL 开发 COM 组件

现在开发 COM 组件已经十分方便,利用 Visual C++ 提供的 ATL (Active Template Library) 可以大大缩短开发周期。ATL 提供了 IUnknown 等接口的标准实现,还可用于创建 ActiveX 对象的 Windows 类的支持,并且 ATL 可以把对象的所有代码编译为独立的二进制文件。

## 3 绘图子系统的开发

### 3.1 绘图子系统的基本要求<sup>[4]</sup>

由于本文致力于开发可复用的绘图子系统,因此有必要考虑电力系统应用软件中的图形子系统的共同要求和设计原则:

- a) 要求实现图形的绘制、编辑、操作等功能。包括图形元件的显示、旋转、移动、删除、缩放、颜色选择,直观地显示开关类元件的开断等操作,直观地反映电力系统的运行状态等。

- b) 实现图形与数据库的关联,达到高效的数据存贮和处理,同时考虑到图形子系统介于操作系统和应用程序之间的特点,又要实现图形数据与设备元件的动态特性参数的分离(仅保留元件的静态参数),这样才能保证绘图子系统具有更广泛的意义和更好的可重用性。

- c) 应实现一定的智能化分析功能。包括自动存取图形数据,自动地生成网络拓扑结构,自动地分

析网络在某种运行状态下的潮流结构。

d) 设计上应该遵循几个原则:开放性、兼容性和可扩展性。这都是从软件工程角度所必须考虑的。

### 3.2 绘图子系统中元件的具体实现

一般的图形系统都支持的基本图元,诸如:画点、直线、曲线、矩形、圆等,其实现方法简单,设计上与电力系统的应用关系不大,这里不再赘述,主要讨论的是电力系统元件组件的实现。电力系统的元件可以按照其在电力网拓扑关系中的节点数目划分为以下三类:

- 具有一个节点的元件:发电机、母线、电容器、PT、CT、避雷器、电缆等。
- 具有两个节点的元件:开关、刀闸、手车开关、消弧线圈等。
- 具有多个节点的元件:变压器等

以较复杂的变压器组件开发为例。如图4所示定义该组件的接口和实现函数。

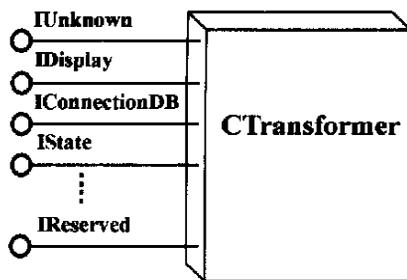


图4 变压器组件

IDisplay 接口用于变压器图元的显示、编辑、修改等功能;IConnectionDB 接口用于图形系统与数据库连接,保存图元位置、元件编号、静态参数等;IState 接口用于查询或者设置元件状态;IReserved 接口用于组件功能的扩展而保留。其他有一个或者两个节点的元件的接口定义基本类似。每一个接口的功能由其接口函数(方法)实现,以 IDisplay 接口定义为例:

```
class IDisplay: public IUnknown
{
public:
virtual HRESULT Draw(CPoint * pPoint, int nIndex, int nState, COLORREF * color) = 0;
virtual HRESULT Delete(int nIndex, int RECT& RectDel, BOOL bDeleted) = 0;
virtual HRESULT Zoom(int nIndex, RECT & RectZoom, double times, BOOL bZoom) = 0;
```

...

};

具体 COM 组件类的声明:

```
class CTransformer: public IDisplay, public IConnectionDB, public IState, ..., public IReserved
{
public:
CTransformer();
public:
// IUnknown methods
// IDisplay methods
// IConnectionDB methods
...
};
```

由此可见,将对象的成员函数归结为组件接口实现函数的分类方式不仅能够更有条理地管理对象和成员函数,而且使得不同组件在实现上更趋于统一。

假如原来的系统没有实现变压器在电力网中的拓扑连接,在新的版本中要添加这一功能,我们只需新加一个接口 ITopology,在这个接口中定义网络拓扑分析函数。另外,如果要改变变压器图元在屏幕上显示形状,并不需要改变接口和函数的定义,只要改变函数 Draw() 的具体实现即可。这种有效的版本控制得益于 COM 的接口机制及其二进制实现,因为接口的方法只能通过接口指针访问,接口指针指向的是存放接口函数(方法)指针的内存区域。

最后,可以将各个元件组件编译成 ActiveX DLL 文件,方便地实现动态联接,应用于各种软件开发场合,达到软件复用的目的。

### 3.3 绘图子系统与数据库的连接

为了加强图形数据的管理,方便地与电力系统的各种应用软件通讯,采用数据库文件存储图形的各种信息和元件参数。在生成元件图元的同时自动追加数据库记录,并随即与图元绑定,这些操作可以借助于 ADO (ActiveX Data Object) 完成,ADO 模型属于支持双接口的 COM 类系列,使用上类似于 DAO (Data Access Object) 模型,又具有 COM 的各种优势。

仍以变压器组件为例,每当用户调用 Draw() 方法生成一个新的变压器图元的时候,系统自动调用 IConnectionDB 接口的有关方法,在数据库中添加相应的一条记录,并且把新图元与该条记录绑定,此后进行图元的平移、放大、删除等操作时在数据库中也要有相应的反映。除了记录图元的基本信息以外,

元件的静态参数(如变压器的额定电压、变比、容量等)也在数据库记录中有所反映,表 1 是一条对应于一个三卷变压器图元的数据库记录。其中坐标是指元件的基准点坐标(左上角);颜色既表示图元的显示颜色也对应着电压等级;额定变比 1、2 分别表示高/中和高/低的电压比;节点 1、2、3 分别表示在拓扑关系上与其三个节点相连元件的序号。

表 1 对应于一个三卷变压器图元的数据库记录

序号	坐标 X	坐标 Y	卷 1 颜色	卷 2 颜色
2	248	124	0	5
卷 3 颜色	放大倍数	额定容量	额定变比 1	额定变比 2
3	1.0	3000	2.0	6.285714
名称	旋转角度	节点 1	节点 2	节点 3
1# 主变	0	4	10	22

### 3.4 绘图子系统的整体复用的实现<sup>[5]</sup>

以上论述了电力系统元件组件的开发,电力系统的元件以组件的形式封装好,编译成 DLL 文件,这样在其他的应用软件中就可以方便地应用。这是 COM 技术在绘图子系统中应用的第一个层次,除此之外,可以将整个绘图子系统作为一个组件发布,从而将绘图子系统整体复用。实现步骤如下:

先将整个绘图子系统编译成 EXE 工具软件,这可以看作是一个可以独立运行的本地服务器,客户可以用这个组件绘制所需图形,同时所绘制元件的信息存储在数据库中,然后将绘图子系统编译成 DLL 文件,其他应用程序就可以调用该 DLL 组件读出存储在数据库中的元件信息,绘制先前保存的电力系统图形。

再进一步可以将绘图子系统的核心代码封装成

ActiveX 控件后在 Web 上发布。

## 4 结束语

基于 COM 技术的软件开发方法较 C++ 面向对象的方法又有了很大的进步,COM 组件具有独立、直观、单独开发调试等优点,利用 COM 技术开发通用的软件组件可以很好地加强组件的管理、维护和升级。电力系统的应用软件大多要以接线图的绘制为先期工作,为了避免这一部分的重复劳动,将 COM 技术引入是一个很有潜力的发展方向。本文介绍的绘图子系统已经初步应用于大庆热电厂倒闸操作票系统。

### 参考文献:

- [1] [美]Robert J Oberg 著,刘谦,苏建平,等译.深入学习:COM + 高级编程[M].北京:电子工业出版社,2001.
- [2] [美]Dale Rogerson 著,杨秀章译.COM 技术内幕 - - 微软组件对象模型[M].北京:清华大学出版社,1999.
- [3] 董兰芳,许广德,陈意云,胡世骏,谢衡.组件对象模型在电力模拟市场管理软件中的应用[J].电力系统自动化,2000,24(16).
- [4] 闫立凯,杨宛辉,王军,贾岩泽.电力系统智能图形支撑平台的研究[J].继电器,2001,29(4).
- [5] 刘玉兰,高茜.可重用的电力系统绘图工具的实现方法[J].华北电力技术,1999,(9).

收稿日期: 2001-10-12

作者简介: 刘益青(1977-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统分析与控制; 陈超英(1957-),男,博士,博士生导师,从事电力系统故障分析、电力系统继电保护、交直流系统的数字仿真以及电力系统故障测距等的教学和研究。

## Application of COM technology in the graph-producing subsystem of power system

LIU Yi-qing, CHEN Chao-ying

(Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** COM(Component Object Model) technology is a new method of software developer. It provides an approach to access component regardless of programming language, operation system even network. This paper discusses the application of COM technology in the graph-producing subsystem of power system through introducing the concepts and characteristics of COM and its realization. This technology realizes the reuse of graph-producing subsystem to the most extent. A graph-producing subsystem based on this method has been applied in operation-order system of power system.

**Keywords:** COM technology; power system; graphic-producing; subsystem