

文章编号:1671-6833(2009)02-0088-03

## CVF对创建Fortran COM组件的支持

毕苏萍<sup>1</sup>, 张军<sup>2</sup>, 周振红<sup>3</sup>

(1. 郑州大学 土木工程学院, 河南 郑州 450001; 2. 南阳天益发电有限责任公司, 河南 南阳 474671; 3. 郑州大学 水利与环境学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:** 基于组件对象模型 COM 的组件具有可重用性、语言独立性、自描述性等优点, 将 Fortran 计算程序/数学模型建造成 COM 组件并集成到组件软件系统是一必然发展要求. COM 组件拥有怎样的基本特征, 如何规划、设计 Fortran COM 组件, CVF 计算开发环境中的 Fortran COM Server Wizard 插件为创建 Fortran COM 组件提供了哪些方面的支持, 在 COM 组件中能否直接使用 Fortran 数据类型, 就这样一些 Fortran 编程人员所关注的基本问题进行探讨.

**关键词:** 数学模型; COM; 组件接口; 类型库调度; 自动化兼容类型

**中图分类号:** TP 311 **文献标识码:** A

### 0 引言

在计算工程中, 基于组件对象模型 COM (Component Object Model) 的组件软件<sup>[1-3]</sup>开发正日益受到重视. COM 是微软在 20 世纪 90 年代中期为解决软件模块互操作提出的开发模型, 已成为 Windows 应用程序开发的基石, 在微软随后推出的任何一项新技术中几乎都可以找到它的身影. 将 Fortran 计算程序/数学模型建造成 COM 组件/服务器, 可以拥有这样一些特性: ①可重用性. 在保持 COM 组件接口不变的前提下, 改变接口方法的内部实现, 不影响使用组件的客户程序; ②语言独立性. COM 独立于编程语言, 支持 COM 的开发工具(如 Visual Basic、Visual C++)都可访问 COM 组件; ③自描述性. COM 组件提供有描述组件类、接口的类型库, 支持 COM 的开发工具都能识别类型库、自动获取其中的类型描述信息, 从而免除了需要了解调用约定<sup>[4]</sup>底层细节的负担; ④位置透明性. 客户程序不必关注 COM 组件位于何处, COM 运行库通过系统注册表自动判明其位置; ⑤版本升级的鲁棒性(robust versioning). 通过添加新的接口来产生新的组件版本, 原客户程序可以继续使用原接口, 新客户程序则可使用新接口提供的增强功能.

在 Compaq Visual Fortran<sup>[5]</sup>6.x(简称 CVF, 包括 6.0、6.1、6.5 和 6.6 版本)推出前, 要将 Fortran<sup>[6]</sup>计算程序建造成 COM 组件, 需要用 Visual Basic 6.0/Visual C++ 6.0 来包装, 难免要协调它们所使用的调用约定. CVF 不但提供了便于访问 COM 组件的模块向导 Fortran Module Wizard, 而且提供了 COM 组件创建向导 Fortran COM Server Wizard, 使得在一种开发环境下直接创建 Fortran COM 组件成为可能. 但由于涉及复杂的 COM 模型, 相关的文献报道又极其有限, 致使 CVF 提供的这一务实技术没能在实际计算工程开发中广泛应用.

### 1 COM 组件的基本特征

#### 1.1 基本构成

微软在开发 OLE 2.0 的过程中, 从解决软件模块互操作出发, 定义了一个底层编程模型 COM 之后, 微软以 COM 为基础平台, 对 Windows 操作系统重新进行了架构. COM 作为一种基于对象的编程模型, 旨在提高软件模块的互操作性, 不同的开发者、在不同的时间、使用不同的开发工具所开发的组件, 即便它们运行在不同的操作系统平台下, 都可以相互调用.

在 COM 组件软件中, COM 接口是其精髓所

收稿日期:2008-10-15; 修订日期:2008-12-30

作者简介: 毕苏萍 (1965-), 女, 河南郑州人, 郑州大学高级工程师, 主要从事计算机应用及建筑结构检测方面的研究.

在,具有核心的桥梁纽带作用:组件与组件、组件与系统间的调用或交互都要通过 COM 接口来实现。COM 接口用来描述、反映对象的服务特性,它由一组相关的方法/成员函数构成,方法则用来实现对象特性的具体功能。一个 COM 类/对象可以支持并实现多个 COM 接口,每个 COM 接口都须从基接口 IUnknown 派生而来。IUnknown 基接口通过其 3 个方法成员 (QueryInterface、AddRef 和 Release)来完成对组件对象的基本操作:查询接口、获取接口的指针,管理组件对象的生存期。

COM 组件包含若干 COM 类/对象,其宿主既可实现为进程内服务器 (DLL),运行时被加载到应用程序的进程空间;又可实现为进程外服务器 (EXE),运行在独立的进程空间(可位于不同的操作系统甚至是不同的计算机上)。值得注意的是:进程内服务器借助于代理 (Windows 提供的标准代理为 DLLHOST.EXE) 程序,亦可运行在独立的进程空间。

## 1.2 运行机制

在前述的 COM 组件基本构成中,没有提及 COM (运行)库和类厂。实际上,运行时,COM 组件对象的创建需借助于 COM 库和类厂来完成。COM 库为创建对象定义了一个标准的 API 函数,即 CoGetClassObject;为了与对象进行通讯,还定义了一个标准 COM 接口,即 IClassFactory (类厂),每个 COM 类必须实现这一特殊接口。IClassFactory 接口最重要的方法是 CreateInstance,该方法可以创建一个 COM 对象,并返回一个特定的接口指针。这样,客户要创建一个 COM 组件对象,只需调用 CoGetClassObject 来获得一个 IClassFactory 接口指针,再调用其 CreateInstance 方法来获得一个指向该对象的接口指针即可。

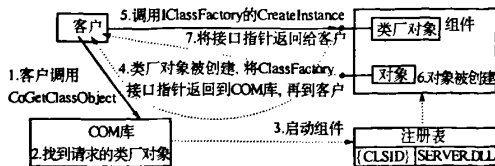


图1 COM 组件对象的创建和运行

Fig.1 Creating and running of COM component objects

图1说明了创建一个 COM 组件对象时,运行时究竟要进行哪些工作。客户调用 CoGetClassObject,用于指定一个接口 ID (CLSID)。COM 库确定

所请求的类厂对象所在的位置,如果找不到类厂对象,就查看系统注册表以找到某段特定的程序代码,该段程序代码知道怎样创建所请求的类厂对象,并执行有关的操作。一旦 COM 库有了一个类厂对象,即向客户返回一个 IClassFactory 接口指针;客户再通过调用其 CreateInstance 方法来实际创建该对象,并返回指定的接口指针。

## 2 Fortran COM 组件设计方法

由前述 COM 组件的基本特征,可以洞悉基于组件对象模型 COM 的组件软件开发思想。将这一思想应用于 Fortran 计算工程,提出 Fortran COM 组件设计方法:

对计算任务进行子任务、模块划分,整个计算任务对应一个 Fortran COM 组件,各计算子任务对应 Fortran COM 组件的各个类/对象;计算子任务下的各模块映射为 COM 类/对象的各个接口,组成模块的各例程 (子程序和函数统称为例程) 映射为 COM 接口下的各个方法成员。各模块间共享的数据,则转换为每对象实例数据,用以描述当前对象的状态。在 Fortran 计算实体与 COM 组件实体之间存在图2所示的对应关系。

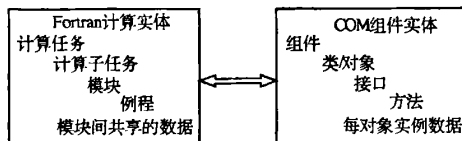


图2 Fortran 计算实体与 COM 组件实体的对应

Fig.2 Correspondence between Fortran computation entities and COM component ones

## 3 Fortran COM Server Wizard 的支撑作用

CVF 提供 Fortran COM Server Wizard 插件,旨在使 Fortran 编程人员在创建 COM 组件时能从繁杂的 COM 模型底层结构中解脱出来,集中精力于计算逻辑、算法的编写上。

Fortran COM Server Wizard 产生一个 COM 组件工程 (组件宿主) 和用于实现 COM 模型底层结构的一系列源文件,为实例数据结构 (派生类型) 和接口方法的实现提供骨架或模板,并承担下列创建 COM 组件的所有基础任务:

(1) 定义用于唯一标识组件类、接口的 GUID (全局唯一标识符);

- (2) 在操作系统上注册组件、类和接口;
- (3) 实现用于创建组件对象实例的类厂;
- (4) 创建用于描述组件类、接口的 IDL (Interface Definition Library) 和类型库;

(5) 为组件对象实现基接口 IUnknown、IDispatch (Fortran COM Server 支持 VTBL 接口或双接口; VTBL 接口派生自 IUnknown, 双接口派生自 IDispatch);

(6) 创建和销毁与组件对象关联的派生类型实例;

(7) 生成包装程序, 调用实现组件对象方法的 Fortran 例程。

在 Fortran COM Server Wizard 的支撑下, 创建 Fortran COM 组件的工作得到了极大的简化, 开发人员只需关注下列具体任务:

(1) 利用 Fortran COM Server Wizard 提供的交互界面, 定义 COM 组件类、接口、方法及属性;

(2) 定义与 COM 对象相关联的派生类型数据结构, 必要时初始化派生类型成员、释放派生类型成员所占用的内存资源;

(3) 编写代码实现 COM 组件对象/接口的方法。

#### 4 Fortran 类型自动转换成自动化兼容类型

动态链接库 Win32 DLL<sup>[7-8]</sup> 总运行在与客户进程相同的地址空间, 但 COM 组件对象通常运行在独立的线程、进程甚至机器中, 组件对象方法及属性参数的传递须借助于某种调度机制才能完成。因此, COM 模型对方法及属性参数的数据类型进行了限制, 自动化接口、双接口下的数据类型只能是自动化兼容 (Automation-compatible) 类型。这样做可以带来二方面的益处: ① 创建的 COM 组件可以被广泛的语言集 (如 Visual C++、Visual Basic 等) 编写的客户程序所调用; ② COM 库采用标准的类型库调度, 自动处理跨线程、跨进程甚至跨机器边界进行的参数传递。

Fortran COM Server 不支持单一的自动化接口, 但支持单一的 VTBL 接口或双接口 (VTBL 接口 + 自动化接口)。事实上, 不管创建支持 VTBL 接口还是双接口的 COM 组件, Fortran COM Server Wizard 都将参数类型限定为自动化兼容类型, 并将 Fortran 类型经由 IDL (接口定义语言) 类型转换成自动化兼容类型。这几种类型的对应关系见表 1 所列。

表 1 Fortran、IDL 及自动化兼容数据类型

Tab.1 Data types of Fortran, IDL and Automation-compatible

Fortran	IDL	Automation-compatible
INTEGER(1), CHARACTER(1)	unsigned char	VT_UI1
INTEGER(2)	short	VT_I2
INTEGER(4), LOGICAL(4)	long	VT_I4
REAL(4)	float	VT_R4
REAL(8)	double	VT_R8
LOGICAL(2)	VARIANT_BOOL	VT_BOOL
CHARACTER(*)	BSTR	VT_BSTR
TYPE(VARIANT)	VARIANT	VT_VARIANT

#### 5 结束语

Fortran COM Server Wizard 的推出为在 CVF 计算开发环境下直接创建 Fortran COM 组件提供了强有力的支撑, Fortran 编程人员无需关注 COM 模型复杂的基础结构, 只需集中精力于计算逻辑、算法本身的实现上, 因此具有很高的开发效率。同时也应该看到, Fortran COM Server Wizard 将 COM 模型隐藏在幕后, 编程人员不能灵活地操作接口, 难以用来实现组件的接口回调、事件异步通信, 不太适合大型非线性数学模型的组件开发。

#### 参考文献:

- [1] 周振红, 周洞汝, 杨国录. 基于 COM 的软件组件 [J]. 计算机应用, 2001, 21(3): 6-8.
- [2] 周振红, 杨国录, 周洞汝. 基于组件的水力数值模拟可视化系统 [J]. 水科学进展, 2002, 13(1): 9-13.
- [3] 周振红, 毕苏萍, 张成才. Fortran COM 组件集成到 NET 平台(二) [J]. 武汉大学学报: 工学版, 2006, 39(6): 51-54.
- [4] 任 慧, 周振红, 张成才. Fortran 与 C/C++ 的混合编译 [J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(17): 4096-4098.
- [5] Compaq Visual Fortran [EB/OL]. <http://www.compaq.com/fortran/>, 2007-05-01.
- [6] 周振红, 郭恒亮, 张君静, 等. Fortran 90/95 高级程序设计 [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2005.
- [7] 周振红, 任 慧, 杜丽平. Fortran DLL 组件集成到 NET 平台(一) [J]. 武汉大学学报: 工学版, 2005, 38(4): 100-103.
- [8] 任 慧, 周振红. Visual Fortran 调用 Win32 API 函数 [J]. 郑州大学学报: 工学版, 2008, 29(4): 70-73.

(下转第 94 页)

- trol systems with data packet dropout and transmission delays [C]// Proc the 43rd IEEE Conference on Decision and Control. Nassau, Bahamas & Piscataway, USA: IEEE Press, 2004: 3545 - 3550.
- [4] ZHANG W. Stability analysis of networked control systems [D]. Cleveland, USA: Case Western Reserve University, 2001.
- [5] SUN Z G, LIX, ZHU D S. Analysis of networked control systems with multi packet transmission[C]// Proc the 5th World Congress on Intelligent Control and Automation. Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, 2004: 1357 - 1360.
- [6] 郑 萌, 张庆灵, 宋 敏, 等. 短时延多包传输网络控制系统的稳定性分析[J]. 信息与控制, 2007, 36(3): 293 - 301.
- [7] 王 璐, 徐进学, 任 宁, 等. 多包传输网络控制系统的对象建模[J]. 控制工程, 2006, (13): 142 - 147.
- [8] XIE L H. Output feedback control of systems with parameter uncertainty [J]. International Journal of Control, 1996, 63(4): 741 - 750.
- [9] BOYD S, GHAOUI L E, FERON E, et al. Linear matrix inequalities in system and control theory [M]. Philadelphia: SIAM, 1994.

## Stability Analysis of Multi - packet Transmission Networked Control Systems with Long Delay

ZHANG Duan - jin, ZHANG Hao, WANG Lei

(School of Information Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** The problem of stability analysis for networked control systems (NCS) with the multi - packet transmission and stochastic time delay larger than one sampling period is considered. In such case the sensors are time - driven, while the controllers and actuators are event - driven. The NCS is modeled as switched control systems. Based on the analysis of switched systems and stability theory, the sufficient condition of the exponential stability is obtained in terms of the linear matrix inequality approach. At last, a numerical example is given to show the effectiveness of the proposed method.

**Key words:** networked control system; long time - delay; multi - transmission; stability

(上接第 90 页)

## Creation of Fortran COM Components Supported by CVF

BI Su - ping<sup>1</sup>, ZHANG Jun<sup>2</sup>, ZHOU Zhen - hong<sup>3</sup>

(1. School of Civil Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 2. Nanyang Tianyi Power Generation Co. LTD, Nanyang 474671, China; 3. School of Water Conservancy and Environment, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** A COM component is reusable, programming - language independent, and self - describing, so there exists a certain need that Fortran computation programs/ mathematical models are changed to COM components and integrated in the component - based system. What are the marked characteristics of a COM component? How to plan and design it? How to support creating it with the Fortran COM Server Wizard? Whether can Fortran data types be directly used? A thorough discussion on the Fortran programmer's concerns mentioned above is present in the hope that the practical technique would play an important role in the computation engineering development.

**Key words:** mathematical model; component object model (COM); component interface; type library marshaling; automation - compatible data types