

钢结构三维设计软件二次开发的深层分析法

尹伟波 魏 群

(华北水利水电学院钢结构与工程研究院 河南 郑州 450011)

摘要 :针对当前主流三维设计软件二次开发过程中出现的界面简单、功能单一、开放语言单一、不能和原软件无缝集成等问题 ,结合软件逆向工程中的逆向分析理论 ,提出钢结构三维设计软件二次开发的深层分析方法。该方法通过对软件文件系统的解析找出该软件系统的架构、属性、文件类型及格式 ,在掌握了数据组织及链接方式的基础上利用 API 提供的接口函数完成界面和交互开发。由于二次开发的软件利用了软件系统多层次的资源 ,所开发的软件可以无缝集成到原软件中。

关键词 :钢结构 ;深层分析方法 ;三维设计软件 ;二次开发 ;Inventor

中图分类号 :TP311.52

文献标识码 :A

文章编号 :1006-764X(2011)S1-0049-04

三维软件以其直观、交互性强、信息容量大等特点广泛应用于机械、水利、电子、航空等行业。目前对三维软件二次开发的研究很多^[1-6] ,但存在以下不足 :①界面简单 ,基本囿于对话框模式 ;②功能单一 ,仅限于 API 中的部分函数和帮助文件上的 VBA 代码 ;③开发语言单一 ,不能充分发挥各种语言的优点 ;④程序融合性差 ,文件系统薄弱 ,不能和原软件无缝集成。上述缺陷已成为目前三维软件开发的桎梏。笔者从软件的文件系统入手分析软件系统的架构、属性、文件类型及格式 ,在掌握了数据组织及链接方式的基础上利用 API 提供的函数完成界面和交互开发 ,以达到和原软件无缝集成的目的。

1 软件二次开发的层次

根据对原软件架构的破解程度的不同 ,开发层次一般分为 4 层 :①常见开发^[2-6] :即用户界面的开发 ,包括对话框、菜单、按钮等控件 ,该开发层次通常利用 API 函数实现 ,但只能构建常用功能 ,对于复杂的图形数据交互特别是三维图形数据交互往往难以完成 ;②隐藏开发 :即用户交互 ,包括键盘和鼠标的各种操作 ,主要提供图形数据检查以及撤销和重复等复杂操作 ,与①相比用途更广泛 ,实现的功能更全面 ,控制着二次开发的效果 ,衡量着与原软件集成程度的高低 ;③底层开发 :即软件数据系统的开发 ,包括原软件系统各种数据文件格式的掌握^[7-9]、软件模

块之间数据调用和功能实现 ,可通过对图形数据交换文件的分析来破解软件本身的架构 ,并且可按交换文件数据格式直接写入文件系统 ,替代程序的二次开发 ;④逆向工程 :本层次不属于二次开发的范畴 ,其内容涉及软件的核心 ,属于黑盒层次^[10] ,不属于本文的讨论范畴。

2 软件二次开发的深层分析方法

深层分析方法的基本思想来源于软件逆向工程中的逆向分析^[10]。软件逆向分析指对软件系统进行分析以确定组件和组件之间的相互作用、以其他形式表示系统或在较高抽象层次上表示系统的过程。

该方法认为软件二次开发的关键在于破解原软件的架构机制和功能实现方法 ,着眼于分析原软件的属性元素 ,包括该软件的架构元素、文件夹、文件分类、文件后缀类型、文件的格式标准、各个文件的相关性及数据的输入输出方法等。深层分析方法不直接对软件可执行文件进行分析 ,而是借助核心数据文件完成该任务。深层分析方法的流程如图 1 所示。

深层分析方法的核心在于解析软件核心文件格式。其基本方法为 :①获取核心文件格式在文件系统中的定位 ;②选择文件的查看工具 ,一般常用 Ultra Edit ,Edit Plus 等软件 ,该类软件提供对 ASCⅡ , Utf-8 ,Utf-16 等编码文件格式的查看 ;③根据文件系统数据在界面中的定位破解软件功能的组成和架

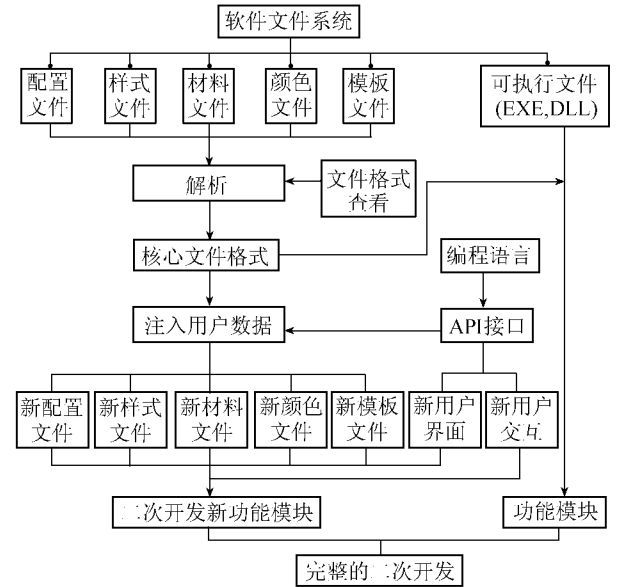


图1 深层分析方法的流程

构④汇总所有数据文件,完成对软件系统模块功能的解析。

3 深层分析方法在 Inventor 二次开发中的应用

Inventor 是 Autodesk 公司推出的一款非常优秀的三维 CAD 设计软件,其基于参数化的强大三维造型功能可以和 CATIA ,UG ,PRO/E 等流行软件相媲美,此外,Inventor 的工程图还可以 DWG 文件为母版,具备超强的工程图能力。

Inventor 软件提供了友好的面向对象的 API 二次开发接口,几乎可以触及该软件系统的方方面面,以 Automation 作为二次开发的接口,不仅支持传统的 VBA 开发,而且支持流行的任何编程语言诸如 Visual Basic , Visual C + + , Visual C # , Delphi , Perl , Java 等,使得整个软件系统的二次开发富有生命力。

3.1 Inventor 的文件系统

Inventor 系统文件夹共有 21 个,其中与二次开发相关的子流文件夹的内容见表 1。

表 1 系统文件夹的内容

文件夹	内容	备注
Bin	系统文件	系统本身的核心
Catalog	目录文件	iFeature 相关内容
Compatibility	兼容信息	版本以及字体类型、CAD 模板信息等
Configuration	系统配置	字符映射数据文件、硬件程序库数据文件
Design Data	设计数据	参数化需要的各种配置
Preferences	参数	对应于菜单>>设置中的项
SDK	开发工具包	
Stress Analysis	应力分析	以 ANSYS 为核心的分析模块
Templates	模板	模板
Textures	材质	材质的图片

3.2 Inventor 的核心文件格式

Inventor 的主要存储文件格式为 ipf(零件)和 ian(组件)2 种格式,文件是以二进制存储的,不可直接读取。

通过分析 Inventor 的文件系统,特别是 Design Data 文件夹可以发现,Inventor 软件选择 XML (eXtensible markup language,可扩展标记语言)文件作为底层支持文件。XML 是 Internet 环境中跨平台的、依赖于内容的技术,是当前处理结构化文档信息的有力工具,它使用一系列简单的标记描述数据。Inventor 软件从项目管理文件(*.ipj)到各种各样的样式库、材质库、颜色库,从材料库到报告文件、工程图的各种符号和报表等,都是 XML 文件在发挥作用,因此,Inventor 的二次开发离不开对 Inventor 本身各种 XML 文件的了解。图 2 为 Inventor 中钢材料的界面,图 3 是钢材料在 XML 中的数据格式,表 2 是 Materials XML 文档中各节点的含义。

材料 [钢]

☐ 用作焊接件材料

7.85000

密度 [g/cm³]

210.000

杨氏模量 [GPa]

0.300000

泊松比

207.000

屈服强度 [MPa]

345.000

极限拉伸强度 [MPa]

58.0000

热传导率 [W/(m*K)]

1.20000

线性膨胀系数 [10⁻⁶-5m/m/C]

460.000

比热 [J/(kg*K)]

金属 - 钢

☐ 颜色

图 2 Inventor 中钢材料的界面

```
<Style InternalName="1:Steel" EditFlag="0" Density="7.85" YoungsModulus="210"
PoissonsRatio="0.3" YieldStrength="207" UltimateTensileStrength="345"
ThermalConductivity="56" LinearExpansion="1.2" SpecificHeat="460" WeldmentMaterial="0">
<SubStyle Type="ColorStyle" Language="2052" Collection="Colors">金属 - 钢</SubStyle>
<Name Language="1028" Description="钢">钢</Name>
<Name Language="1029" Description="钢">Steel</Name>
<Name Language="1031" Description="钢">Stahl</Name>
<Name Language="1033" Description="钢">Steel</Name>
<Name Language="1036" Description="钢">Acier</Name>
<Name Language="1038" Description="钢">Accel</Name>
<Name Language="1040" Description="钢">Acciaio</Name>
<Name Language="1041" Description="钢">Steel</Name>
<Name Language="1042" Description="钢">Steel</Name>
<Name Language="1045" Description="钢">Steel</Name>
<Name Language="1046" Description="钢">Acero</Name>
<Name Language="1049" Description="钢">Сталь</Name>
<Name Language="2052" Description="钢">钢</Name>
<Name Language="3082" Description="钢">Acero</Name>
</Style>
```

图 3 钢材料在 XML 中的数据格式

在 Visual Studio 基于 .Net 开发平台中,提供对 XML 文件开发的专门空间,VB.Net 应用 XML 空间的方法:Imports System.Xml,C# .Net 中应用 XML 空间的方法:Using System.Xml,具体开发可参考文献[11]。

表 2 Materials XML 文档中各节点的含义

标签	名称	对应数值	备注
Internal Name	内部名称	1 Steel	材料的内部名称
Editflag	编辑状态	0	指明材料的编辑状态
Density	密度	7.85	材料的密度
Youngs Modulus	弹性模量 (杨氏模量)	210	材料的弹性模量
Poissons Ratio	泊松比	0.3	材料的泊松比
Yield Strength	屈服强度	207	材料的屈服强度
Ultimate Tensiles Trengh	极限抗拉 强度	345	材料的极限抗拉强度
Thermal Conductivity	导热性	56	材料的热传导率
Linear Expansion	线性膨胀率	1.2	材料的线性膨胀率
Specific Heat	特定热	460	材料的特定热
Weldment Material	焊接性	0	材料的焊接性能
Substyle Type	类型	ColorStyle	材料的颜色
Substyle Language	语言	2052	当前语言
Substyle Collection	集合	Colors	材质颜色集合
Name Language	所有语言		

3.3 Inventor 的界面技术

Inventor 使用注册表作为其界面表达的 内部支持。在注册表中,有 Inventor 的各种设置环境和对应的菜单、按钮、面板命令条等。图 4 中标号为⑭的 BarItem_0x02 对应部件面板中“创建零部件”项,该命令的内部名称为 AssemblyCreateComponentCmd,用户可以使用 .reg 文件格式导入注册表项,也可用程序完成导入。

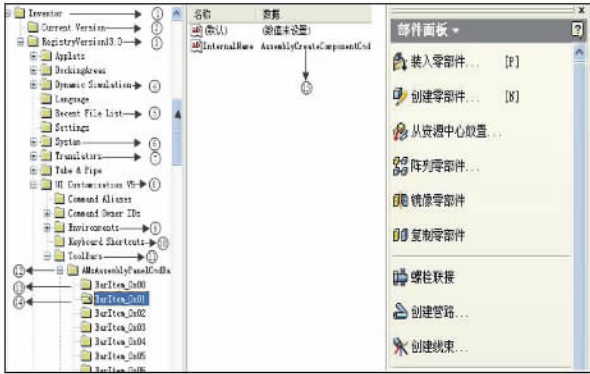


图 4 菜单在注册表中的形式

内部命令的集成方式为^[12] Application. CommandManager. ControlDefinitions. AddButtonDefinition(" 创建 零 部 件 ", "AssemblyCreateComponentCmd ", CommandTypeEnum.kQueryOnlyCmdType) 编译后即可完成功能和菜单的对应。

3.4 Inventor 的交互技术

- Inventor API 中提供了用户交互类：
- a. 定义格式 (VB.Net) :
Private WithEvents oUIEvents As UserInputEvents ‘ - - - - - 用户输入的对象
 - b. 使用方法 :
oUIEvents = App. CommandManager. UserInputEvents

c. 鼠标双击的函数

```
Private Sub oUIEvents _ OnDoubleClick ( ByVal  
Button As Inventor. MouseButtonEnum ) Handles  
oUIEvents. OnDoubleClick  
‘ - - - - - 在此处添加自己的代码  
End sub
```

其他的交互方式如右击、双击、中键、拖拽等均可通过上述方式实现。

3.5 图形数据技术

Inventor 在组件环境中提供一种叫做图形代理 (Proxy) 的技术,即组件中的零件是原来零件的代理图形,原来的零件称为代理图形的本体 (NativeObject),代理图形之间通过对齐、匹配、同心、角度等约束完成装配。若干个代理图形可以有一个本体,代理图形的边界表述和本体的边界表述是一样的。

在二次开发中,可以利用本体的边界表述规律以程序的方式完成自动装配。图 5 是工字钢截面角点分布,图 6 是工字钢实体面的分布,反映了工字钢是图 5 拉伸完毕形成的拉伸特征,其中面的分布受制于拉伸的方向,符合左手螺旋定律,边的分布与面的法方向符合右手螺旋定律 (图中 F 表示面, E 代表边)。

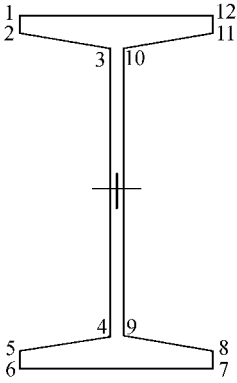


图 5 工字钢截面角点分布

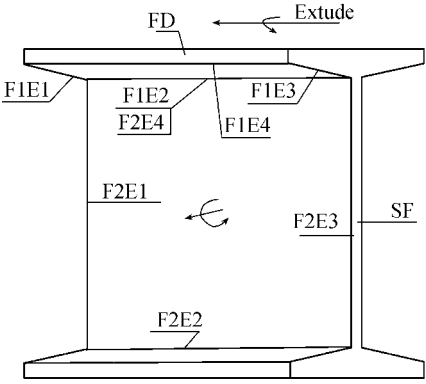


图 6 工字钢实体面的分布

3.6 软件研制

基于深层次开发方法在 Inventor 平台上开发了

Auspice_I3D 钢结构设计软件^[13]主界面如图 7 所示。本软件系统包括 20 个主模块,涵盖了钢结构工程中几乎所有的细节,并集成一体化处理技术,实现设计模型、分析模型、产品模型关联设计,建模采用数据图形技术,并根据用户配置自动生成工程图。



图 7 Auspic_I3D 主界面

4 结 语

通过分析目前三维软件二次开发中存在的问题和对软件二次开发层次的探讨,提出了钢结构三维设计软件二次开发的深层分析方法。该方法通过对软件文件系统的解析找出该软件系统的架构、属性、文件类型及格式,在掌握了数据组织及链接方式的基础上利用 API 提供的接口函数完成界面和交互开发,据此二次开发的软件利用了软件系统多层次的资源,使得开发的软件可以无缝集成到原软件中。该方法为三维设计软件的二次开发提供了一种可行的思路与方法。

参考文献：

[1] 徐国宾,尹伟波. ANSYS 二次开发在水工结构模糊参数反演中的应用[J]. 天津大学学报, 2008, 41(2): 215-220.
[2] 吴余华,童水光,许跃敏,等. 国外 CAD/CAM 系统二次开发关键技术的研究[J]. 计算机辅助设计与制造, 1996(8): 11-12.
[3] 王廷和,孟广耀. 基于 .Net 的 UG 二次开发技术研究[J]. 现代制造技术与装配, 2010(1): 67-68.
[4] 周桂生,陆文龙. CATIA 二次开发技术研究与应用[J]. 机械设计与制造, 2010(1): 81-83.
[5] 刘超,樊菊平,黄克戩,等. 基于 CATIA 的地下厂房三维设计研究[J]. 水电站设计, 2010, 26(1): 22-28.
[6] 邹振宇,刘晶. 基于 CATIA 的建筑构件设计二次开发技术[J]. 吉林建筑工程学院学报, 2010, 27(2): 13-16.
[7] 魏群,张国新,尉军耀,等. 拱坝三维可视化设计软件的开发与应用[J]. 天津大学学报, 2008, 41(9): 1087-1090.
[8] 魏群,张国新. 岩土工程图形计算力学的概念方法及应

用[J]. 岩土工程学报, 2008, 27(10): 2043-2050.
[9] WEI Qun. CIS/2 steel structure standards and applications in CAD system[C]//Proceedings of the 2nd China International Steel Construction Congress. Beijing [s. n.]: 2005.
[10] 严秀,李龙澍. 软件逆向工程研究[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(4): 20-24.
[11] SILLS A, AHMED M. XML. NET developer's guide[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003.
[12] Autodesk. Autodesk Inventor 2009 API Reference[R]. California: AutoDesk, 2008.
[13] 华北水利水电学院钢结构与工程研究院. Auspic_I3d 研发报告[R]. 郑州: 华北水利水电学院, 2009.

(收稿日期 2010-10-19 编辑 骆超)

(上接第 31 页)

[3] 刘广利,邓乃扬. 基于 SVM 分类的预警系统[J]. 中国农业大学学报, 2002, 17(6): 97-100.
[4] 高尚. 基于主成分分析和支持向量机的作战飞机效能评估[J]. 航空计算技术, 2005, 35(3): 17-20.
[5] 陈永义,余小鼎,高学浩,等. 处理非线性分类和回归问题的一种新方法(Ⅰ): 支持向量机方法简介[J]. 应用气象学报, 2004, 15(3): 345-354.
[6] 冯汉中,陈永义. 处理非线性分类和回归问题的一种新方法(Ⅱ): 支持向量机方法在天气预报中的应用[J]. 应用气象学报, 2004, 15(3): 355-365.
[7] 邓乃扬,田英杰. 数据挖掘的新方法: 支持向量机[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
[8] 吴有训,潘荣山,奚和平,等. 皖南冬半年云系和降水与东亚环流结构分析[J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 2007, 30(1): 68-73.
[9] 吴有训,胡雯,袁野,等. 江淮地区夏季环流分型及其云水气候特征[J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 2008, 31(3): 274-278, 287.
[10] WENG H Y, LAU K M, XUE Y K. Multi-scale summer rainfall variability over China and its long-term link to global sea surface temperature variability[J]. J Meteor Soc, 1999, 77(4): 845-857.
[11] HU Z Z. Interdecadal variability of summer climate over East Asia and its association with 500 hPa height and global sea surface temperature[J]. J Geophys Res Atmos, 1997, 102(16): 19403-19412.
[12] CHANG C C, LIN C J. LIBSVM-A library for support vector machines[EB/OL]. [2008-05-16]. <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm>.

(收稿日期 2011-03-18 编辑 骆超)