

在 AutoCAD 中实现协同设计功能的研究

王 琼

(河海大学计算机及信息工程学院,江苏 南京 210098)

摘要 :设计参数的存储机制、协同事件的捕捉及传递是构造协同设计环境的最基本功能.综合采用 AutoCAD 的二次开发技术,提出以 XData 方式组织设计参数,用 VBA 程序捕捉、传递对象间的编辑事件,以达到为通用图形对象增加协同设计能力的目标.

关键词 :协同设计;二次开发;工程数据库;设计对象类

中图分类号 :TP311 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2004)06-0700-03

有关实时协同设计环境关键技术的研究是当前 CAD 技术研究的热点之一^[1],其中,设计参数的存储机制、协同事件的捕捉及传递是构造协同设计环境的最基本的核心技术,是一切并发、协调机制的基石.

目前,对并发、协调机制的研发思路有两类:一是从无到有构造全新的协同设计 CAD 软件;二是在现有成熟的 CAD 软件环境中进行二次开发.后者借助成熟的实体造型技术,结合操作系统中的数据库、网络功能,其系统构造方案具有较好的性价比.一般选择的开发平台有:AutoCAD^[2,3],Pro/E^[4]等.过去人们质疑二次开发的理由之一是二次开发的软件成果必须依赖软件环境,而目前可作为二次开发平台的商业 CAD 软件已全部支持组件技术.由于组件接口的规范性,基于组件进行的二次开发,其软件成果也具有较好的可移植性.

1 开发环境的构造

1.1 开发工具的选择

长期以来,AutoCAD 一直是主流的 CAD 软件,它提供了强大的构造、管理通用图形对象的功能,以及丰富的二次开发手段.只是以往的二次开发大多关注工程技术,较少涉及协同技术.AutoCAD2000 版本后,增加了 VBA 作为开发工具,受到众多开发者的欢迎.在 VBA 环境中,开发者不仅可以使使用 VB 中的一切功能,而且可以存取 AutoCAD 的整个对象结构,因此作者选择 VBA 工具,以实现设计参数的管理和协同事件的通信.

1.2 图形文件的构造方法

AutoCAD 的基本功能是作图,图形文件的构成可以分成 4 个层次:(a)使用基本图素(如线、弧、文字等)绘制图形,这是最简单、也是效率最低的作图方法.(b)利用自定义的专业图块库来组合图形,这种方法一直是应用最普遍的方法,制图效率较前者有了很大提高,并且图形比较规范.(c)考虑每个图形模型(块)的设计参数除了几何信息之外,还包含若干属性信息,虽然可以另外采用数据库加以存储管理,但考虑信息管理的完整性,建议在每个图形模型(块)中利用扩展实体数据表(XData)的结构加以存储管理.这种信息存储技术是二次开发中一种重要的信息存储技术,可以认为如此构造的图形文件就是一个工程数据库.(d)随着 AutoCAD 将所有图形实体和非图形实体对象化后,不仅对象的操作方法、属性更加丰富统一,而且引入了对象的事件触发机制,这为二次开发技术的发展提供了广阔的舞台.开发者可以针对每个图形模型(块)增加相应的事件程序,使图形实体进化为图形对象,不仅包含几何信息、属性信息及其绘制、编辑等方法,而且能主动响应相关图形对象的变化和用户的操作.可以认为如此构造的图形文件就是一个面向对象的工程数据库^[5,6].

1.3 开发工具与面向对象的工程数据库的集成

以 AutoCAD 应用程序为设计单元,以 AutoCAD 图形文件为设计对象的载体,利用 VBA 实现设计参数的管理、事件驱动的处理流程和网络中设计单元间的通讯功能,以此作为协同 CAD 的基本软件环境.其系统结构见图 1.

2 利用扩展实体数据表(XData)建立工程数据库

XData 不是 AutoCAD 中的新名词,由于其操作繁琐,所以使用者关注不多.在 VBA 中,其操作较 AutoLISP/VisualLISP 有很大的简化.在 XData 中,属性信息由多项属性组成,属于广义表结构.每项属性由数据类型和数据值组成.数据类型由一个 DXF 组码标识,数据值可以是一个数值、字符串,也可以是一个由简单数据类型组成的子表.虽然前文将 XData 视作工程数据库,但由于 AutoCAD 只负责 XData 数据的存取,未提供其他管理功能,其实只能算作是工程数据库的一个雏形.若要将其真正改造为工程数据库,需要编码实现相关功能.

在写入实体属性前,需要对各属性的组码加以规划.一般常规实体属性的组码在 - 2, - 1, 0, ..., 239 之间,而 XData 的组码 1000 ~ 1071 之间.为保证多个应用程序所使用的属性不相互冲突,要求每个应用程序写入的 XData 组成一个由组码 - 3 开头的广义表,其形式为 - 3("MyApp"(1000, "MyProduct"(1040, 123.45) ...)). 为保证每个图形对象具有完整的逻辑意义,本文建议所有的零部件绘制、编辑应以块(Block)对象为单位进行,由若干零部件组成的子系统,应以组(Group)对象为单位加以组织.

2.1 在块引用对象中写入/读出属性信息

在 VBA 中,向图形对象中写/读属性的方法是一致的.本文以块引用对象为例加以说明.

2.1.1 写入属性信息的代码

Dim BlockRef As AcadBlockReference ' 定义一个块引用对象

```
Dim DataType( 0 To 2 ) As Integer, Data( 0 To 2 ) As Variant ' Xdata 的首项应为应用程序名,组码为 1001
```

```
DataType( 0 ) = 1001 : DataType( 1 ) = 1000 :  
DataType( 2 ) = 1040 :
```

```
Data( 0 ) = "MyApp" : Data( 1 ) = "MyProduct" : Data  
( 2 ) = 123.45
```

```
set BlockRef = ... ' 获取一个块引用对象
```

```
BlockRef.SetXData DataType, Data ' 写入 XData
```

2.1.2 读出属性信息的代码

Dim BlockRef As AcadBlockReference ' 定义一个块引用对象

```
Dim DataType As Variant, Data As Variant
```

```
set BlockRef = ... ' 获取一个块引用对象
```

```
BlockRef.GetXData "MyApp", DataType, Data ' 读出 BlockRef 的  
XData, 置于 DataType 和 Data 中
```

2.2 在组对象中写入/读出属性信息

虽然产品设计文档是零件的集合,但文档中存在一定的层次结构,对应着产品的若干子系统,每个子系统由多个零件组装而成.例如某动力设备的设计结构见图 2.

组(Group)是一种集合对象,表示特别命名的选集,可用对应表示产品中的某个子系统.组对象和其他对象一样,可以使用 SetXData、GetXData 方法管理其中的 Xdata 属性表.属性表用来存储零件的组装数据和子系统的整体信息最为合适.更进一步,可以将整个设计文件视作一个组集对象(Groups),并向其中加入相关的全局属性.

按此方式设计的产品数据,自然形成了一个树型结构,其中,每个结点含有完整的几何信息和设计参数,各层分别对应单个零件、局部模块和产品整体.这种结构为产品数据管理打下了良好的基础.

3 事件触发技术及用户设计对象类的构造

3.1 事件触发技术

自 AutoCAD2000 之后,AutoCAD 的所有成员都完全对象化^[7],其中的一个重要标志是所有对象都支持事

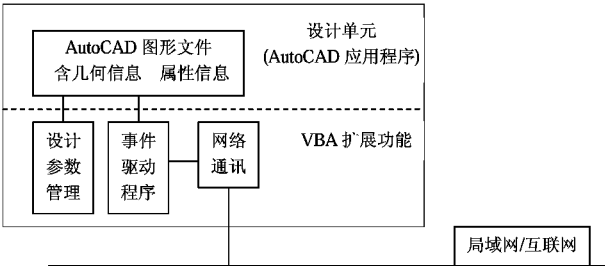


图 1 以 AutoCAD 为平台的协同 CAD 环境的系统结构

Fig.1 Architecture of a collaborative CAD system based on AutoCAD

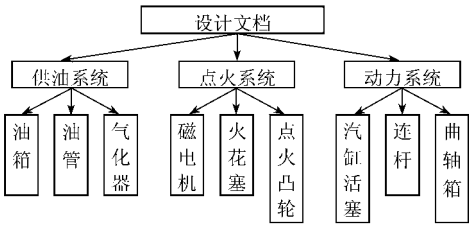


图 2 设计文档的结构示例

Fig.2 Architecture of a engineering file

件触发机制.和 AutoCAD 的对象结构树对应,其中的事件分为三类:(a)应用程序级事件,对应 AutoCAD 程序和其环境下的变化.(b)文档级事件,对应的是某个指定文档或其内容的改变.(c)对象级事件,对应的是指定对象的改变.

为支持多用户协同设计时的相互感知,必须在图形对象发生变化时,自动执行消息传递操作,这就需要依赖对象级事件.另外若干与图形对象增、改、删相关的文档级事件,也值得关注.

目前 VBA 所支持的对象级事件为 Modified 事件,开发者可以在该事件的驱动程序中实现最新几何信息、属性信息的提取,然后利用 WinSocket 对象的 SendData 方法将其发送到协同设计者的设计环境中.

在协同设计者的 AutoCAD 环境中,因消息的到达,引发 WinSocket 对象的 DataArrival 事件,在该事件的驱动程序中,可以根据接受消息的结构、内容对协同设计对象进行相应的调整,以保持协同对象的一致.

3.2 用户设计对象类的构造

结合上述技术思路,笔者在 AutoCAD 平台上,实现了一个协同设计的局部软件原型,其中每个协同设计单元的结构如图 3 所示,由 S 单元和 R 单元组成.S 单元负责收集设计者对设计对象的操作命令、操作参数,并将其封装为特定格式的消息,发送给其他协同设计者;R 单元负责接受和当前设计对象相关的消息,并根据消息做出对设计对象的更新.

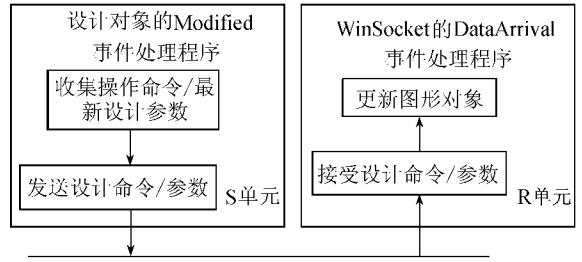


图 3 一个协同设计单元的结构

Fig.3 Architecture of a collaborative design cell

在系统结构中,针对各类协同设计对象设计了多个 S 单元,以类模块加以封装,同时实现几何信息、设计参数的管理,以及对事件的响应动作.R 单元的设计涉及多种设计对象的更新以及较多的图形开发.一类协同设计对象的 S 单元和 R 单元共同组成了一个用户自定义的设计对象类.当然,系统结构还应包含有关冲突检测、处理等机制,以保证协同设计对象的一致性.

4 展 望

本文从设计参数的存储机制、协同事件的捕捉及传递的角度出发,对在 AutoCAD 平台上,用二次开发方法,实现协同设计环境的几个关键技术进行了实际的研究和开发.实现的协同设计软件原型不仅具有一定的后继研究价值,也可作为 CAD 课程的教学示例.

参考文献:

[1]何发智,高曙明,王少梅,等.基于 CSCW 的 CAD 系统协作支持技术与支持工具的研究[J].计算机辅助设计与图形学学报,2002,14(2):163—167.
[2]李志强,尹佑盛,詹捷,等.基于 AutoCAD 的异地协同设计系统的实现[J].重庆工学院学报,2000,14(1):25—30.
[3]储备,罗满良,蔡青.基于 AutoCAD 的工程 CAD 实时协同研究[J].机械科学与技术,2001,20(1):158—160.
[4]张程,王云莉,肖田元.分布式实时协同设计环境的研究[J].计算机工程与应用,2002,38(14):61—63.
[5]储备,杨海波,蔡青.工程 CAD 产品远程设计的类实时交互技术[J].计算机学报,2002,25(1):36—43.
[6]史琦,李原,杨海成.分布式环境中基于事件驱动的协同设计研究[J].计算机工程,2003,29(2):18—19.
[7]唐亮,张帆.AutoCAD 2002 开发教程[M].北京:希望电子出版社,2002.152—160.

Realization of collaborative design function based on AutoCAD

WANG Qiong

(College of Computer and Information Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract: The storage mechanism of design parameters and the catching and transferring of collaborative events are essential to the construction of collaborative design environment. In this paper, based on the secondary development technique of AutoCAD, XData is adopted for organization of design parameters, and VBA program is adopted for catching and transferring collaborative events, so that the collaborative design ability of universal graphic objects can be improved.

Key words: collaborative design; secondary development; engineering database; design object class