

# CAD 软件接口技术及实现

东华大学机械工程学院 骆轶姝 秦鹏飞  
上海交通大学计算机系 何援军

**摘要** 介绍了 CAD 软件接口原理和 DXF 数据交换接口。并以 BYLCAD(白玉兰 CAD)为例,提出一种 DXF 数据交换接口的实现方法,用以实现不同 CAD 软件之间的图形数据的交换。

**关键词** 计算机辅助设计, 接口, 数据转换, 图形交换文件

## 0 引言

随着计算机软硬件技术的迅猛发展, CAD 技术的覆盖面和规模越来越宽。以 AutoCAD 为代表的一类微机 CAD 系统异军突起,它们把以前只有在大中型计算机上才能实现的高新技术奉献给了广大的微机用户,大大缩短了 CAD 和用户之间的距离,从而推动了 CAD 技术更为广泛的普及和应用。

自 90 年代“全国 CAD 应用工程”实施以来,国内各种汉化 AutoCAD 版本及自主版权 CAD 软件迅速成长。它们打破了国外 CAD 软件在中国市场的垄断,为 CAD 技术在中国的普及注入了一股新生力量。目前,在我国各个工程技术部门都有成功地应用 CAD 技术的例子,如上海白玉兰 CAD、北京高华 CAD、武汉开目 CAD 等。

## 1 问题的提出

目前,在国内 CAD 市场上,各种自主版权 CAD 软件与国外 CAD 软件并存。由于不同的 CAD 软件各有所长,因而既要保证本系统内部数据畅通,也要能和其它的 CAD 软件进行数据交换。但是,各个 CAD 系统间的不兼容性形成了一道信息壁垒,给数据交换、共享和信息流动造成障碍。因此,需要建立一套较为通用的数据文件(中性文件)将各种不同的 CAD 软件集成起来。在这种情况下,各种数据交换标准应运而生。随着 AutoCAD 版本的不断更新升级,DXF(图形交换文件)逐渐成熟,其内容覆盖了越来越多的应用领域。DXF 标准已成为国际通用的图形数据交换标准,被大多数 CAD 系统所接受。许多著名的工作站 CAD 软件,例如 UGII、I—DEAS 等都相继开发了 DXF 数据交换接口。

本文于 1999 年 12 月收到。

本文得到 863 自动化技术领域 CIMS 主题目标产品发展项目的资助。

第一作者: 骆轶姝, 1974 年生, 硕士研究生, 主要研究领域为计算机集成制造。

## 2 CAD 软件接口技术的原理及结构

### 2.1 CAD 软件接口的原理

数据接口是实现不同软件和图形之间的相互调用以及与高级语言程序进行数据交换的重要方式。数据接口方式如图 1 所示。

由图可知,当采用数据接口来进行信息集成时,各系统之间是通过前、后置处理器和具有标准数据交换格式的文件来联系的。即 CAD 系统通过一个前置处理器将其几何信息和技术要求转换成标准的数据交换文件,该文件又通过一后置处理器进行分析,转换成其他系统所能识别的数据文件格式,从而实现不同 CAD 软件之间数据的输入和输出。

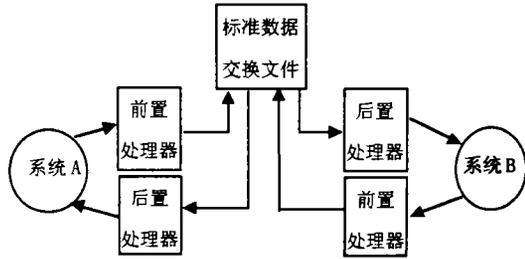


图 1 数据交换接口原理

### 2.2 DXF 数据交换接口

#### 2.2.1 AutoCAD 接口技术

AutoCAD 软件系统是美国 Autodesk 公司开发的,目前国内外最流行的一个 PC 级计算机辅助绘图和设计软件包。它本身是一个完整的图形编辑系统,维持着一个十分紧凑的图形数据库,其中有着图形的几何和拓扑信息。由于 AutoCAD 图形文件(DWG)是以压缩的数据格式存储的,用户很难直接读出其图形数据库中的数据并加以利用。

AutoCAD 提供的接口有三种。第一种是通过中性文件实现各种 CAD 软件以及高级语言与 AutoCAD 图形文件之间的转换(如 DXF 文件等);第二种是批处理文件(如 SCR 文件);第三种是直接把高级语言(如 AutoLISP 和 C 语言开发工具等)嵌入在 AutoCAD 内部,进行计算和作图。

DXF 接口是 AutoCAD 与外部联系的主要接口方式之一。实际上,数据接口 DXF 正作为国际通用的图形数据交换标准在应用,许多著名的工作站 CAD 软件,例如 UGII, I—DEAS 等都相继开发了 DXF 的转换接口。

#### 2.2.2 DXF 数据交换接口的结构

DXF 数据交换接口包括以下两部分:

- (1) 描述格式,即 DXF 文件的文本格式:ASCII 码或二进制格式。
- (2) 数据交换和共享实现的具体方式:前置处理器和后置处理器。

DXF(Drawing eXchange Format)图形交换文件,是一种顺序文件。它是在一定的组码符号规定下,包括了实体命令和几何数据信息在内的数据文件。该文件由标题段(HEADER)、表段(TABLES)、块段(BLOCKS)、实体段(ENTITIES)和文件结尾(END OF FILE)五个部分组成,其结构如图 2 所示<sup>[1,2]</sup>。其中:

- 标题段 描述有关图形的一些信息,包括版本号及各种系统变量的设置信息。
- 表段 包括线形表、层表、正文字体表、视图表、用户坐标表、视区配置表、尺寸标注方式表和应用标识表等。

- 块段 用于块定义，描述组成图形的各种块实体。
- 实体段 描述各种图形实体，包括块的引用。

各个段都是由组构成。组是 DXF 文件书写的基本单位，每个组分两行：第一行为组码，代表该组数据的意义，其数据类型规定为整数；第二行为组值，即这种数据的具体数值。

一个 DXF 文件包括图形数据库中所有信息。尽管 DXF 文件的数据很多，内容很长，人工处理显得相当繁琐，但由于 DXF 文件的格式很规范，描述每个段和实体的组码、组值也很有规律，因此便于用高级语言来编写处理程序<sup>[3]</sup>。

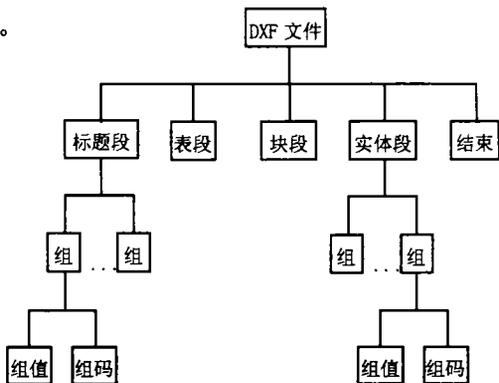


图2 DXF 文件结构

### 3 CAD 软件接口的设计思想及实现

#### 3.1 DXF 数据交换接口的设计思想

现在以白玉兰 CAD 与 AutoCAD 进行数据交换的 DXF 数据转换接口为例来进行说明。在转换过程中，重点是块和实体处理模块，用以解决以下三个方面：

- 基本几何实体 ARC, CIRCLE, ELLIPSE, LINE, LWPLINE, MLINE, PLINE, SOLID, SPLINE, TRACE, VERTEX 等。
- 标注和注释 DIMENSION, HATCH, LEADER, MTEXT, TEXT, TOLERANC 等。
- 块引用 INSERT, BLOCK 等。

##### 3.1.1 前置处理器

一个符合 DXF 标准的前置处理器应该生成符合 DXF 标准的数据文件，从而方便、通畅地与其他 CAD 系统信息集成。其工作流程的主要思想如下：

- (1) OpenDWG 初始化，同时打开 BYLCAD 系统生成的数据文件；
- (2) 提取数据信息，对它们进行处理，使之与所需的数据类型和结构形成映射关系；
- (3) 转换成.DWG 或标准 DXF 格式；
- (4) 以.DWG 或 DXF 格式输出，同时关闭用户 CAD 系统生成的数据文件。

其中，用户 CAD 系统的图形数据直接可以从系统内部或调用系统的输入输出模块获得，关键在于对该 CAD 系统数据信息的处理，将其转换成标准 DXF 数据格式。

##### 3.1.2 后置处理器

一个后置处理器应该可以读或进一步转换任何符合标准的数据文件。当数据文件包含一些没有实现变换的特征或元素信息，该处理器不应死机或退出。

DXF 后置处理器的工作流程的主要思想如下：

- (1) 通过 OpenDWG 打开 DXF 文件，用以获取 AutoCAD 数据信息，同时打开 BYLCAD，为数据信息送入 BYLCAD 做准备。
- (2) 转换格式：不同 CAD 系统的实体类型和数据结构不尽相同，所以对提取的图形数据进行分析 and 处理，使 AutoCAD 和 BYLCAD 两个系统的数据结构相匹配。
- (3) 生成 BYLCAD 系统允许的数据结构。

(4) 图形数据通过该系统应用接口送入系统内部, 经过系统处理, 以用户所要求的形式输出, 同时关闭.DXF (或.DWG) 文件和.DRW 文件。

DXF 后置处理器的设计是困难和关键的。在匹配过程中, 常常涉及到变换和映射运算等, 为转换带来了一定的难度。

### 3.2 DXF 数据交换接口的具体实现

#### 3.2.1 白玉兰 CAD

白玉兰 CAD(BYLCAD)是上海市 CAD 应用工程推出的具有自主知识产权的 CAD 支撑软件。它选择 DXF 文件作为图形交换文件, 其交互系统通过 DXF 双向接口与其它 CAD 系统进行集成。BYLCAD 与 AutoCAD 之间的 DXF 数据交换接口是借助于 OpenDWG Toolkit 工具来完成的。开发过程中, 采用 VC++5.0 平台。BYLCAD 的文件格式如图 3 所示<sup>[4]</sup>。

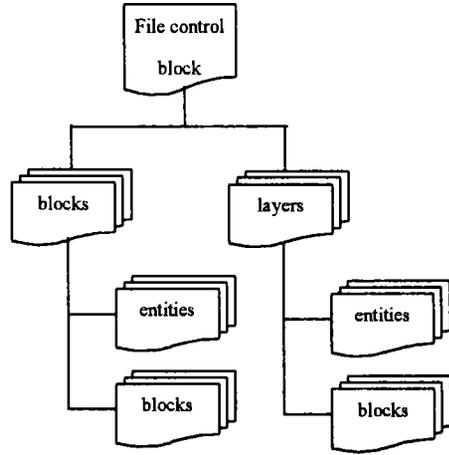


图 3 白玉兰 CAD 的文件格式

#### 3.2.2 OpenDWG Toolkit

OpenDWG Toolkit 是由 The OpenDWG Alliance 开发的一组与 AutoCAD 相关的工具, 它使得在脱离 Autodesk 公司的 AutoCAD 环境的环境下, 可以利用 C/C++ 语言进行 Dxf 和 Dwg (AutoCAD 输出文件) 文件的读写。它为利用以 Dxf 和 Dwg 格式存储的数据文件提供了极大的方便。其数据结构存储如图 4 所示<sup>[5]</sup>。

#### 3.2.3 实现

现在以后置处理器为例详细说明 DXF 数据接口的实现。

OpenDWG Toolkit 读出图形数据后, 把它们送入虚拟内存 (虚拟内存指, 当没有足够的物理内存可用时, 系统自动地将一些程序页或数据页写入硬盘, 形成交换文件; 需要时又将其移回到物理内存)。除了 BLOCK 本身以 BLOCK 实体开始, 以 ENDBLK 实体结束, 其它实体均定义在两个特殊的块 (\*MSPACE—BLOCK 和 \*PSPACE—BLOCK) 中<sup>[5]</sup>。我们把 OpenDWG Toolkit 提取的数据信息转换成 BYLCAD 的数据

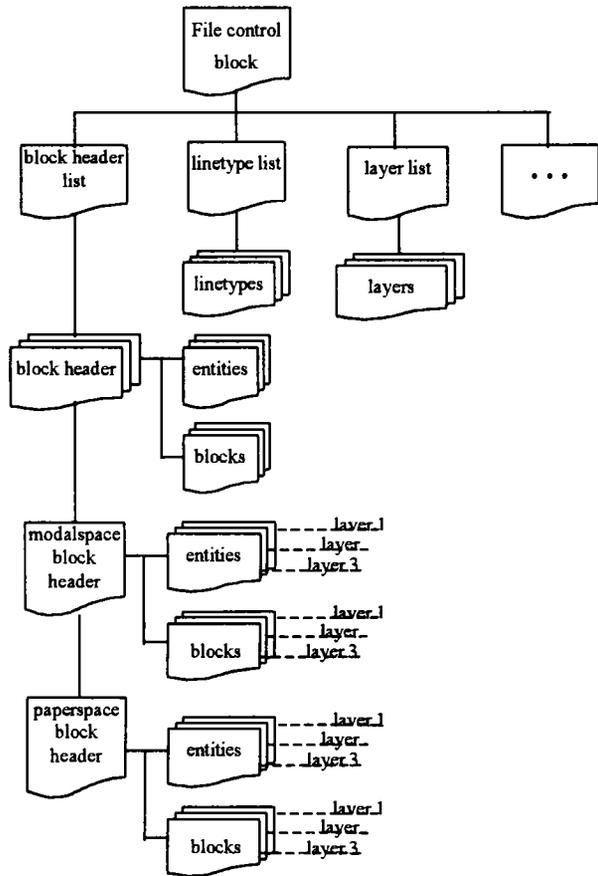


图 4 OpenDwg 中的数据存储格式

结构，最终以 BYLCAD 的 \*.Drw 图形文件表示出来。

首先，通过 OpenDWG 的实体调用函数 adGetEntity 获得各个 AutoCAD 实体信息。

其次，由于 BYLCAD 系统的实体类型与 AutoCAD 中的不完全相同，有着不同的数据结构，所以需要提取的图形数据进行分析处理，使之与 BYLCAD 系统的数据结构相匹配。例如，AutoCAD 中尺寸标注类型，以系统自动生成的无名块 (\*D...) 表示，在获取该尺寸信息之后，必须将数据提取归类，转换成相应的 BYLCAD 尺寸结构，以方便用户在 BYLCAD 环境下编辑。

最后，图形数据通过 BYLCAD 应用接口送入系统内部，经过系统处理，以用户所要求的形式输出。

每一个具有相同属性和操作的事物都可以归结为一个类<sup>[6]</sup>。在该 DXF 数据交换接口的开发过程中，不论是 AutoCAD，还是 BYLCAD，最基本元素是实体，所以给每一个实体定义一个类。在转换过程中，通过 OpenDWG 得到的 AutoCAD 实体存放数据和 BYLCAD 的数据结构是不同的。为了使程序的结构清晰，每一个实体类具有两套数据结构，一套存放 AutoCAD 中读出的数据，一套存放转换后 BYLCAD 的数据。此外，根据后置处理器的设计思想和其应该实现的功能，为每个实体类定义了 3 个主要的成员函数 Init (...), Transform () 及 Draw ()，用以完成图形数据的读取、转换和输出功能。在该 DXF 数据转换接口中，一个实体类就是一个封装的模块，如图 5 所示。

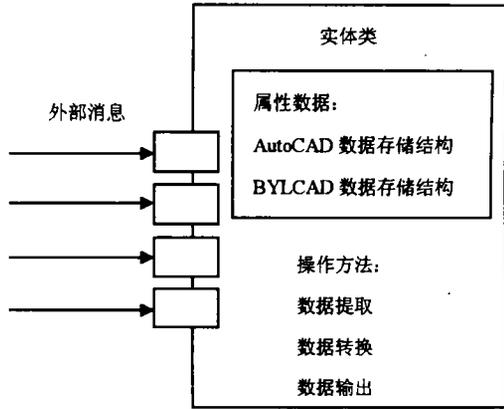


图 5 实体类结构图

下面是一个类声明的大体框架。

```

class 实体类{
public:
    void Init(...);        //把从 AutoCAD 读出的数据存放到相应的实体类中
    void Transform();     //存放在类中 AutoCAD 存储结构的数据信息，经过一定的转换，
                        //送入 BYLCAD 存储数据结构中
    void Draw();         //根据存放在 BYLCAD 存储结构中的数据信息，画出实体（即输出
                        //到 DRW 文件中）

private:
    acad_info;          //该实体在 AutoCAD 中的存储结构
    byl_info;           //该实体在 BYLCAD 中的存储结构
};

```

这样做的好处在于，对外界来说，每一个类实际上实现了一个操作接口，这个操作接口

的函数只有 3 个, `Init()`, `Transform()` 和 `Draw()`。对于使用类的人来说, 方法的实现是不可见的, 只要知道有这样一个操作接口使用这些现成类来进行数据转换就行了。下面是直线转换时类的使用举例:

```
CLine *line=new CLine;
line->Init(...);
line->Transform();
line->Draw();
```

通过 `CLine` 类三个成员函数的顺序执行, 其结果把 AutoCAD 的数据信息, 最终以 BYLCAD 的\*.DRW 图形文件表示出来。

## 4 结 束 语

随着 CAD 软件的广泛应用, 数据交换标准接口为不同的 CAD 系统之间搭起了一座桥梁, 从而为信息集成带来了便利。

### 参 考 文 献

- 1 Kay D C, Levine J R. Graphics file formats. Berkeley: Windcrest/McGraw-Hill Inc, 1992. 157~174
- 2 范玉清, 冯秀娟, 周建华. CAD 软件设计. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1996. 212~233
- 3 邱 刚. AutoCAD 基础应用与开发指南. 北京: 中央广播电视大学出版社, 1993. 335~367
- 4 何援军, 王慧强, 赵冬梅, 等. CAD 图形开发工具. 上海: 上海科学技术出版社, 1997. 81~150
- 5 OpenDWG Toolkit Reference Version 1.0. The OpenDWG Alliance, 1998
- 6 张国峰. 面向对象的程序设计与 C++教程. 北京: 电子工业出版社, 1995. 13~320

## THE ANALYSES AND THE REALIZATION FOR THE INTERFACE TECHNIQUE OF CAD SYSTEM

Luo Yishu Qin Pengfei

Department of Mechanical Engineering, East China University

He Yuanjun

Department of Computer Science, Shanghai Jiaotong University

### ABSTRACT

The theory of CAD software interface is presented and the DXF data exchange interface is introduced. Based on BYLCAD system, a method is put forward for exchanging the drawing data and the interface problems among different CAD systems can be settled well.

**Key words** CAD, interface, data exchange, DXF