

交互绘图软件数据接口的开发和应用

李元奇 刘岩松 李 光 韩杨杨

(机械系) (机械系) (电子系) (89462 班)

摘 要 本文介绍了交互绘图时形成的图形数据接口的开发方法。在两个不同的图形数据结构之间的数据转换方法,即在“MTSCAD 2.0”和“AUTOCAD 10.0”之间的数据转换。图形数据接口在第二次 CAD 软件开发中的应用,如利用来开发机床主轴箱、齿轮减速器和机床夹具的 CAD 系统。

关键词: 图形数据结构,图形数据接口,参数化设计和绘图

1 前 言

近年来,在我们开发自主知识产权的交互绘图软件“MTSCAD 2.0”的过程中,我们对照了微机交互绘图软件“AUTOCAD”的各种功能,同时也对它为用户提供的图形数据接口,即图形交换文件(.DXF)和图形命令文件(.SCR)的数据格式,作了一些了解,并且开发了它们的数据接口。我们在电除尘器、铣床夹具和钻床夹具的参数化设计及绘图中利用了这些接口。在此基础上,我们又在自己研制的交互绘图软件“MTSCAD 2.0”上也开发了图形数据的接口,利用接口,开发了机床主轴箱和齿轮减速器的参数设计和绘图子程序,并建立了子图形库,在交互绘图软件的支持下,成功的画出了零件工作图和复杂的装配图,图形的要求符合制图标准。我们又进一步研究,在“MTSCAD 2.0”和“AUTOCAD”之间,建立图形数据的交换,把在“MTSCAD 2.0”中画的一幅齿轮减速器的装配图所形成的图形数据文件,经过数据接口之间的转换,变成“AUTOCAD”的命令文件(.SCR)的图形数据,在“AUTOCAD”中显示出同样的一幅图形。我们还把在“MTSCAD 2.0”中画的一幅机床主轴箱的轴零件图,通过数据接口的转换,变成“AUTOCAD”的交换文件(.DXF)的图形数据,在“AUTOCAD”中显示出同样的零件图。众所周知,交互绘图的本质是在交互画图的同时形成一定格式的图形数据文件,图形数据文件是图形的体现。因为人们有不同的观点,因而所开发的交互绘图软件的图形数据的格式也不同,我们认为,没有必要对图形数据的格式作统一的规定。“MTSCAD 2.0”的图形数据格式和“AUTOCAD”的尽管不相同,它们的数据接口所包含的数据格式也不相同,但是对数据接口的利用方法

收稿日期:1994-08-20

应当是相同的。本文从开发及应用两个方面来介绍数据接口的有关问题。

2 “AUTOCAD”的两种外部数据接口

从八十年代后期,人们不但应用“AUTOCAD”画图,也需要作产品的参数化设计和绘图,把注意力放在“AUTOCAD”的接口程序的开发上。一般说,编制接口,用 FORTRAN 语言较好,因为 FORTRAN 语言编的子程序可以建立子程序库,调用方便。“AUTOCAD”的图形数据(.DWG)是采用二进制的顺序式数据文件,是内部使用的数据。它的外部形式有两种:即图形交换文件(.DXF)和命令交换文件(.SCR)。因为它们是由 ASCII 码表达的数据文件,使得用户能够参照其数据格式开发接口程序。

我们对这两种接口数据形式都开发了接口程序,建立了接口子程序库,并在机械设计中广泛地应用于零件的参数化设计和绘图。

图形交换文件(.DXF)的数据格式复杂,它有:开始段(HEADER),表段(TABLES),块段(BLOCK),实体段(ENTITIES),结束段(END OF FILE)。表段与线型、图层、字样、视图有关,如果对这些没有特殊的要求,可只设立实体段。交换文件的接口对同一种画的图线所表示的花样不多,例如画圆,只有按圆心(XC,YC)和半径(R)画圆一种,相对而言,命令文件(.SCR)接口子程序数量要多得多。交换数据文件在“AUTOCAD”中显示图形的速度较快。命令数据文件接口可以建立很多内容,数据量不是很大,我们开发了接口子程序库“YSCR.LIB”,是用“MS-FORTRAN3.3”(相当于 FORTRAN 77)编写的,总共有 75 个子程序,例如画圆弧的子程序就有 7 种,画圆的有 4 种,写字符有 5 种,画直线的有 7 种,标各种尺寸线的有 8 种,有常用一千多个汉字作为字形文件供 3 个子程序调用。可在图上写汉字,图形变换和编辑功能的有 7 种,倒角和倒棱的有 4 种,标注形位公差等有 4 种,打剖面线的有 4 种,还有画标题栏等。尽管“AUTOCAD”已有很强的实时绘图功能,一般说,应该尽量少用编程方法绘图,而且单从满足参数设计和绘图的需要来看,接口子程序只要建立十几个就行了,为何开发这么多的接口子程序呢?其原因是为了进一步提高画图的效率,例如利用画标题栏的接口子程序,一下就能画出有多条直线构成的线框,效率比交互绘图还要快。

一般而言,在开发接口子程序时,我们所采用的命名方法为:

1. XSTART(XXXX) 建立数据文件(名称为 XXXX)。
2. XEND 结束。
3. XSLT(N,TC,M,COL,K) 图层的线型和线的颜色。
4. XLINE1(X1,Y1,X2,Y2,K) 过两点画线。
5. XLINE2(X1,Y1,D,A,K) 以点(X1,Y1)为起点,沿角度方向作长度为 D 的直线。
6. XARC1(X1,Y1,XC,YC,X2,Y2,K) 按圆心(XC,YC),起点(X1,Y1)和终点(X2,Y2)三点画圆弧。
7. XCIR1(X,Y,R,K) 按圆心(X,Y)及半径 R 画圆。
8. XTXT1(X,Y,H,A,K) 以(X,Y)为起点,字符高为 H,角度为 A,左对齐写文字。

9. XBLOCK(X1,Y1,X2,Y2,K) 按矩形的两对角画矩形。

其中第一个字“X”表示在磁盘上画图的图形数据,它不能立刻画图,要进入交互绘图下才能显示出图形。因为有几种接口,为了区别,我们对“AUTOCAD”的命令文件接口,第一个字符用“A”代替“X”,如 ASTART,AEND,ALINE1 等。对交换文件的接口,第一个字符用“B”代替“X”,如 BSTART,BEND,BLINE1 等。

在命令文件的接口子程序中,用“WRITE”语句,把“AUTOCAD”的命令加入,例如:

```
WRITE(1,10)
```

```
10 FORMAT('LIMITS')
```

又例如:

```
WRITE(1,20)
```

```
20 FORMAT('PLINE')
```

对于参数值 X,Y 在 WRITE 语句中的数据类型为实型,因为对空格的多少有严格的要求,差一点都不行,为此,要反复地试验才能掌握其中的要领。

当 X 值在 1000 以上,要用 F9.4,在此条件下,当 Y 值在 1000 以上,要用 F9.4,当 Y 值在 100 以上,要用 F9.5,当 Y 值在 10 以上,要用 F9.6,当 Y 值在 1 以上,要用 F8.6,当 Y 值在 0 以上,要用 F7.6。

利用接口子程序编制参数化的程序比较简单,例如:

```
SUBROUTINE SCREW1(X,Y,H1,H2,D1,D2,D3,L1,L2,K)
```

这是画螺栓的子程序,参数为:H1,H2,D1,D2,D3,L1,L2。X,Y 为图形的基准点。

在程序中先按实参计算图形的坐标点,再调用接口中的画线子程序“ALINE1”等。

在开发交换文件的接口子程序时,对于 WRITE 语句的 FORMAT 的空格的要求也是很严格,例如:

```
WRITE(1,10)
```

```
10 FORMAT(' 0'/'LINE'/' 8'/'0')
```

又例如:

```
WRITE(1,40)
```

```
40 FORMAT(' 20')
```

我们只开发了十几个接口子程序,用于编写夹具和电除尘器的参数化设计及绘图,一般情况下是够用了。

3 “MTSCAD 2.0”的图形数据接口

3.1 交互机械绘图软件的封闭性和开放性

我们在开发“MTSCAD 2.0”软件的过程中,曾经加入了很多的机械子图形,建立了相应的子图形库。为了能够胜任多种机械的绘画任务,例如机床主轴箱的装配图、齿轮减速器的装配图等,因为机械零件类型众多,使得开发的子图形库很庞大,而原来的交互绘图程序的基本内容就占很大的子节数,因而链接后的执行程序占有更多的字节数,因而在有限的微机 DOS 内存中运行发生很大的困难。后来我们开发了“MTACAD 2.0”的图形数据接口,利用它去开发机械产品的子图形程序,它所形成的图形数据文件在“MTSCAD

2.0”的支持下能够显示出图形,而且还能作进一步的图形补充和修改,成为完善的图形。这些程序构成的图形库是独立的,我们编一个调用它们的程序,程序运行的结果构成了“MTSCAD 2.0”能够接受的图形数据文件(.DAT),等进入交互绘图状态下,才显示出图形。这就形成了两个系统,互相独立又互相依赖,上述的问题就解决了。

在这样的条件下,我们就大力精简“MTSCAD 2.0”的内容,只保留了基本的交互绘图内容,使它成为一个封闭的图形系统。建立封闭的图形系统的优点很多,第一,交互绘图系统的规模缩减了,能正常的运行。第二,系统的保密性加强了,只需向用户提供执行文件和图形数据接口及其使用说明书。第三,在版本提高时只需针对“MTSCAD 2.0”本身作一些改进。所谓的开放性,就是为用户提供图形数据的接口,它是一个子程序库,只是目标代码,用户根据使用说明书就可以调用它们,但要用 FORTRAN 语言(MS-FORTRAN 5.0)调用,以实现参数设计和参数绘图进一步,还可以开发机械产品的 CAD 系统,每个系统都是独立的,各自平行的发展,而且都要以“MTSCAD 2.0”为后盾。其关系如图 1 所示:

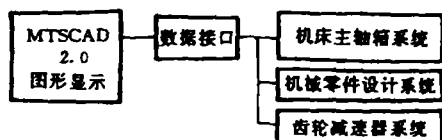


图 1

用户自己开发的 CAD 系统的规模与“MTACAD 2.0”的规模无关,只有一点,即图形数据的规模不可太大(占的记录数不能超过预定的数字)。利用外部图形数据接口,可以开发机械产品的 CAD 系统有很多,例如:机械加工夹具设计系统,齿轮减速器设计系统,机械加工刀具设计系统,机床主轴箱设计系统等。实际上,这种划分还是太粗,因为就机械加工用的夹具而言,就应分车床、铣床、钻床、刨床、镗床、磨床用的夹具,典型的夹紧机构有多种,紧固件的国家标准有多种,二次开发的工作量还是很大的,正因为开发的软件包规模很大,利用接口开发,形成独立于交互绘图软件以外的 CAD 系统就更为重要。因为有功能强大的交互绘图软件的支持,我们建议采用简化的方法去编写开发的子图形程序,图形程序应尽可能的简化,软件包的规模才能缩减,以适应在微机上运行的需要。

3.2 关于简化零件的参数设计与参数绘图程序的编写

机械零件的设计过程应包括计算和绘图两个部分,机械零件形状和大小与设计参数有关,有的与结构参数有关,故称为参数设计和参数绘图。作为商品的交互绘图软件,最好通过图形数据的接口去实现参数设计和绘图。在“MTSCAD 2.0”中,经过精简后,我们只提供一部分常见的机械零件要素的参数设计和绘图内容,如:V 型三角带槽形、平键、矩形花键孔及轴、轴承略图、六角螺丝及螺帽、圆柱齿轮等。采用了图形菜单,经用户选择后,屏幕上就显示出该零件要素的示范图形,还显示人机交互的提示语句“请输入参数 A,B,C,D,E...”,当用户键入实参数后,屏幕就显示与实参数一致的图形,接着屏幕上又提示“SATISFIED Y/N?”,如不满意时还可以重新键入实参数,图形也随着改变。画出的图形有的是比较完整的图形,包括剖面线等,有的是简化的。接着屏幕上又提示“请指出基准”,和“请指出图形的位置”,这时可利用图形平移的功能把图形移动指定位置上,以实现零件

的拼装形成机械装配图。也可以把图形再加工,如增加尺寸线,和标注公差值等,形成零件工作图。

利用图形数据接口开发机械零件的参数设计与绘图程序的方法则应采用简化的方法,应当用 MS-FORTRAN 5.0 编写程序,因为它有一个字节的整型变量。这里,我们再强调一下,即因为有了“MTSCAD 2.0”的强力支持,交互画图的功能很强,因此,没有必要在编写程序上花费精力,只需画出与参数有关的图形外形。等进入“MTSCAD 2.0”后,再去完善图形,例如打剖面线和标尺寸线等内容。我们作了一个比较,以齿轮减速器的装配图的参数化设计为例,如采取简化的方法,程序设计量可以减少一半以上,大大地加快了二次开发的工作速度。

3.3 关于“MTSCAD 2.0”的图形数据结构和接口程序的设计

作为商品的交互绘图软件,它的图形数据结构往往是保密的,它向用户提供的图形数据接口,一般也只是目标代码,使用户能用而不能见,一般来说,图形数据结构采取的数据为混合类型,由 INT, CHAR, REAL 的复杂数据构成。C 语言可以定义它为一个数据结构,“MTSCAD 2.0”的图形数据结构大体上包括:

- 图线的类型(直线,圆,圆弧,矩形,字符等),
- 线型(实线,虚线,点划线,中心线),
- 剖面线号(同一组的图线为一个剖面线号,以区别图线是否与剖面线有关),
- 删除标志,
- 保留项(以备扩充用),
- 参数项若干项。

每一个图形数据结构体包含的字节数量是相等的。

按照已知的图形数据结构,就可以设计它的数据接口程序。

例如:

1. FSTART 建立磁盘数据文件
2. FEND 结束
3. FLINE(X1,Y1,X2,Y2) 画直线
4. FCIRCLE(XC,YC,R) 画圆
5. FBLOCK(X1,Y1,X2,Y2) 画矩形
6. FARC(XC,YC,R,S,E) 画圆弧

还有写字符,标尺寸及尺寸线,标形状及位置公差等内容大致有 20 多个接口子程序,不一一详述了。

每一个画图线的子程序只能构成图形数据文件的一个数据记录。就是说一个零件的图形是由若干个图形记录组成,这样的数据,才能作图形的修改例如要删去某些线条等。

3.4 两个交互绘图软件之间的数据交换

现在,在我国已经公开作为商品交互绘图软件的“PICAD 2.0”等都已经建立了与“AUTUCAD 10.0”的图形数据交换接口,我们开发的“MTSCAD 2.0”也不例外。为何要在不同的软件之间搞数据接口呢?我们认为它有两上方面的意义,第一,利用“AUTOCAD”对多种图形设备有较强的适应性,我们称这种方法为“借东风”,以弥补自己软件不

能适应多种图形设备的缺点,因为我们不可能搜集齐全世界各国的图形设备的有关资料. 尽管开发与物理设备接口的工作不难. 第二,利用已有的图形成果,通过图形数据的接口把它移植到用户的交互绘图环境下.

“MTSCAD 2.0”对“AUTOCAD 10.0”的图形数据转换方法如图 2 所示:

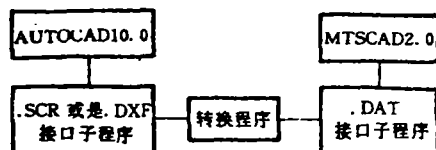


图 2

在两个交互绘图软件之间,我们都已建立了各自的数据接口,我们开发了以 .SCR (或是 .DXF) 方式的“AUTOCAD 10.0”的接口,又已开发了“MTSCAD 2.0”的接口,从“MTSCAD 2.0”到“AUTOCAD 10.0”,要编一个转换程序,它先读出“MTACAD 2.0”的图形数据,一条一条的按图线的类型(如:直线,圆,圆弧,矩形,字符等)及有关参数再转换为对方命令文件或交换文件所对应的图线类型和参数。

我们已经成功的把利用“MTSCAD 2.0”的接口画出的齿轮减速器的装配图的一个视图经过转换程序变为“AUTOCAD 10.0”命令文件接口的数据,在进入“AUTOCAD 10.0”的图形方式下显示出相同的装配图形。

3.5 建立工具性质的图形数据文件的操作文件

图形数据操作文件是一种辅助工具,它包括图形数据文件的建立,读取,修改,合并,截取和转换(由 .DAT——).TXT,由 .TXT——).DAT)。

交互绘图形成了二进制的数据文件(.DAT),它不可读,只能用。有时会发生一些数据的错误,因数据量大而不容易查清错误,如利用数据的转换,把它转换为可读的 ASCII 码文件 .TXT,再利用编辑工具 EDIT.EXE 或 QC.EXE 查阅这种文件,修改就很容易。修改后的 .TXT 文件经过转换,变换为 .DAT 文件后就能正确地绘图。

如按照“MTSCAD 2.0”的图形数据结构,从键盘输入有关的数据形成 .DAT 的文件后,一样能在“MTSCAD 2.0”下显示图形。

一个数据文件代表一幅图形,两上数据文件的合并形成新的一个文件,则代表合并的一幅图形。

在一幅很复杂的图形中,它的数据文件也很大,如果通过截取操作,把取出的一部分数据形成新的数据文件,则它代表其中的一部分图形。

以上的数据操作,是交互绘图的辅助手段,通过实践,证明它们很有用。

数据文件的操作如图 3 所示:

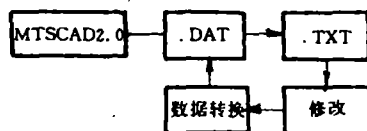


图 3

4 结束语

在当前我国即将复关之际,保护知识产权,发展具有特色的国产化软件的意义是很重要的。在某一种交互绘图软件的支持下,利用它的图形数据接口去开发机械产品的 CAD 系统,去开发工艺装备的 CAD 系统,特别在微机条件下,是值得提倡的。

我们在 1993 年曾到日本考察软件事业,看到他们正在开发微机用的二维机械绘图软件“M-DRAF 2.0”,据他们介绍,大概半年左右更新一次版本。这是具有日本特色的软件,主要用于机械绘图。我们开发的“MTSCAD 2.0”则是符合我国机械制图要求,具有本国的特色的交互绘图软件,更实用。

参加本项研究的人员有:韩杨杨,张先明,杨志军,龚玉滔,李鸣,赵松威,徐晓鹏,罗景锋,孔芳等。

The Developing of the Data Interface of the Interactive Drawing and It's Application

Li Yuanqi Liu Yansong Li guang Han Yangyang

Abstract

This paper presents the developing methods of the graphics data interface formed by the interactive drawing. The translation method of different graphics data: “MTSCAD 2.0” and “AUTOCAD 10.0”. The application of the data interface such as the second developing of the CAD software of the machine tool spindle box, the CAD software of the gear reducer, the CAD software of the machine tool jigs and fixture, etc.

Key words: The structure of graphics data, The data interface of graphics, Parametric design and drawing