

工程 CAD 系统中的实时图形处理算法和技术

殷佩生

(河海大学交通与海洋工程学院,江苏 南京 210098)

摘要 针对工程 CAD 软件开发中经常遇到的图形相关或图形干涉问题,如复杂图形构形、变异、遮挡、相交、布局等,借鉴 AutoCAD 交互图形处理技术,提出了采用实时图形生成技术解决工程图样中复杂图形处理的思路,以提高工程图样生成系统的模块化和开发效率.给出了适用于工程 CAD 软件开发实时图形处理的算法和技术,以及解决不确定图元相关及重叠的自动搜索算法和图形布局的交互生成算法两个实例,可以有效地解决图形处理中的一些复杂问题.

关键词 实时图形 构形 图形干涉 交互

中图分类号 TP391.72

文献标识码 A

文章编号 1000-1980(2002)04-0049-04

工程图样是工程设计的重要成果,因此,工程 CAD 软件设计工作中,工程图样的自动生成是整个系统中一个重要的不可缺少的部分.在三维造型技术尚未成熟的许多行业,CAD 系统的后处理仍以二维图形处理为主,其开发工作量大,编程繁琐,然而图样生成的自动化程度和使用方便程度往往决定了整个 CAD 系统的运行效率和系统的工作性能.

工程图样的自动生成处理中经常会遇到图形相关和干涉的问题,即图形的相互重叠或相交以及图形元素间的距离确定等问题.这些在手工绘制或交互绘制图样中显而易见并可以随意圆满处理的细节,在图样自动处理中变得非常困难而使编程工作繁杂,因为这需要开发者对生成图形的每一条线的状态以及相应的变化情况具有预见性,并在编程中考虑进去.这种要求对于程序员来说是相当苛刻的,致使编程效率降低,程序冗长,系统性能下降.如果把这些相关和干涉问题按照需要进行分类,编制专门的程序模块对其进行实时处理,开发者无须对图形处理中的各个细节进行预见,只要按照图形特征和要求来调用相应模块,那么开发者的精力就可集中在对图形整体的思路,从而大幅度地提高 CAD 系统的开发效率和质量.

1 AutoCAD 的实时图形功能和技术

1.1 实时图形功能

现有的许多商业交互式绘图软件中,一般都具有一些实时的图形处理功能,正是有了这些实时功能,才使用户在构图时省去了在许多细节(诸如两个图元的相交、平行、垂直等难点)上的注意力,可以专心地致力于图样构形的思维,而不是专注于作图过程.这些处理技术既是二次开发的借鉴,也是使用这些开发平台的可用资源. AutoCAD 绘图软件中,具有的实时图形功能主要有 图元特征点、橡皮筋线、面域的布尔运算、图元的修改功能等.

图元的特征点捕捉功能,提供了用户在对已有图元的参数未知的情况下,建立起当前图元与已绘图元的相关关系.

橡皮筋线指示了当前光标点与上一点的相互关系、距离及平面角.

面域及其交、并、差运算提供了由简单图形经布尔运算自动拼合成复杂图形的途径.

各种图元修改功能,可对未知参数的图元进行各种编辑,并实时地显示出来.

1.2 实时图形技术

实时图形的功能是通过以下过程完成的:

- a. 搜索图元(由光标位置确定),并记录图元的句柄;
- b. 由句柄在图形数据库中搜索该图元的参数;
- c. 按要求计算当前图元参数或修改原图元的图形数据库参数;
- d. 显示运算结果.

这一过程都是由系统自动完成的,它依据一个完整的、严密的图形数据库,用于管理更新各个图元参数,并快速地查找各图元数据,以满足实时图形处理的需要.

2 二次开发的实时图形处理

2.1 图样中图元的相关和干涉问题

工程图样中图元的相关和干涉主要有:

- a. 复杂图形以及由于构件类型变换或结构要求引起的图形变异的构图;
- b. 图形处理顺序引起的不可避免的图形遮挡;
- c. 与不确定图元的相关;
- d. 图元重叠及排列要求;
- e. 图面布局.

这些相关及干涉问题就交互绘图来说,利用商用交互软件中的实时图形功能极易解决,但是对于一个不需人工干预的 CAD 系统来说,协调好这些图形处理细节往往需要花费相当大的精力.

2.2 相关和干涉的实时解决思路

采用实时图形生成技术来处理这些图元的相关和干涉问题,对工程 CAD 系统的开发可起到事半功倍的效果.解决思路是:充分利用绘图系统提供的图元搜索功能和已有的图形数据库,实时搜索与当前相关和干涉问题有关的图元(而不是预先设想好这些图元会出现的各种相关和干涉,依此来计算生成图形的各种参数或坐标点),并从图形数据库中提取该图元的参数为计算所用^[1].这需要针对不同的相关和干涉类型,采用不同的处理方法,在此分别简述如下:

a. 复杂图形构形、图形变异、图形遮挡等可采用若干简单图形的布尔运算拼合,也可编制专门的图形裁剪算法程序对已有图形进行实时裁剪,裁出的部分图元按构图要求删去、隐藏或改换线型^[2].

b. 要求与不确定图元相关时,可采用累加步长搜索图元的方法,搜索与当前图元相关的图元,然后按需要计算其相关参数.

c. 为了避免图元重叠,可设置搜索窗口,按约定方式或路径逐步搜索,寻找足以容纳所绘图元大小的空隙位置,避开已有图元.

d. 满足排列要求和图面布局的最好方法是实时(交互)布置方式.当然,这需要编制友好的实时(交互)布置环境,这类问题一般在一个系统中出现的机会不多(但是每个系统都会有这样的需要),而且通常可安排在图形处理的开始或结束进行,不会影响系统的工作效率.

2.3 自动搜索算法

自动搜索算法可以很好地解决与不确定图元相关及图元重叠等问题,以下是避免图元重叠的程序算法.

首先设置一种搜索路径,如上下、左右、斜线方向或任意可描述的曲线,并按实际情况确定搜索窗口的形状和大小.以矩形窗口为宜,大小能容纳所绘图元,然后按以下步骤进行.

step1 计算搜索窗口的起点位置;

(setq pni (polar p0 angl dlen))

初始时,p0(搜索始点)到当前点的距离 dlen 为零.

step2 搜索当前窗口内的图元;

(setq se (ssget "cp" (list pni ...)))

用选择集函数搜索 pni 等角点定义的窗口中的图元.

step3 若图元数不为零,则按搜索路径累加一步长,计算下一搜索窗口的位置;

```
(if (and se (> (sslength se) 0)) (progn
  (setq dlen (+ dlen ddl) pnn pni)
  (setq pni (polar p0 angl dlen))
))
```

ddl(步长)的大小,应根据搜索要求调整和确定.

- step4 重复 step2 ~ step3,直到图元数为零,即为新图元的位置;
 - step5 若到终点,则搜索结束.
- 这一算法可编制成程序模块,使用时只需给出搜索始点、窗口、路径就可.图 1 是在斜坡线上自动搜索坡度及图案标注位置的示意图.

2.4 交互生成算法

交互生成图形的方法对于处理图面布局和图形排列是行之有效的,由人工干预来解决图形位置的确定,省缺了编程中许多复杂情况的罗列,其功能与一般商用软件提供的交互环境相类似.但是为了提高交互效率,便于交互操作,这一功能必须作为系统子模块集成在图形生成模块中,具有当前图形生成最便利的操作途径和环境,而不能是简单的原有交互功能的引用.

交互生成图形需要提供友好的交互环境,如指示坐标位置的光标、当前图形大小的区域窗口或对准位置的指示线、与上一图形或位置点相关的橡皮筋线以及当前图形交互操作的约束等,这些显示元素一般以虚拟图元出现,以免出现系统运行意外时作为图元存入图样中^[3].

以下是随意排列图样中轴线编号的交互程序算法,图 2 为该算法的一个工程图样处理示例.

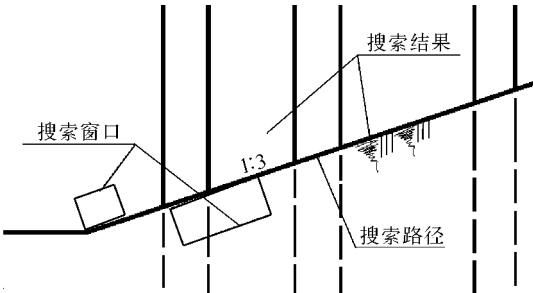


图 1 自动搜索位置示意图

Fig.1 Schematic diagram of automatic search for mark location

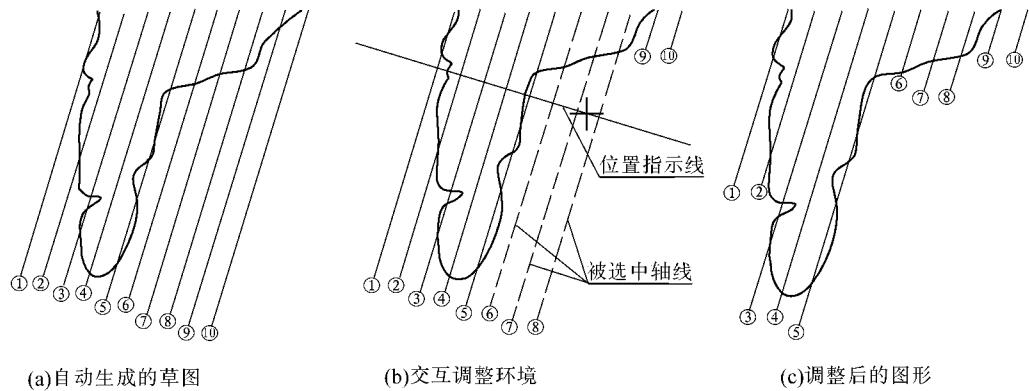


图 2 交互调整编号位置

Fig.2 Interactive adjustment of serial number location

- step1 绘制轴线编号(按常规排列),并把绘图数据存入图元表;
(command "line" p0 (polar p0 direcang length) "")
(setq sslect (cons (entlast) sslect))
.....
绘制图元后把图元名按序存入图元表 sslect 中,以备查询.
- step2 交互选择要重新排列的轴线,选若干条轴线为一组;
(command "osnap" "near")
(setq pp (getpoint "\ n 点取要调整的轴线[按 Enter 键结束选择]:"))
- step3 交互操作作为这一组轴线编号确定新位置;
(setq sp1 (gread t 12 1))
- step4 从图元表中搜索已选轴线编号的绘图数据;

```

    (setq sna (ssname (ssget pp) 0) oldse (car sselect))
    (while oldse
      (if (ssmemb sna (ssadd oldse)) (progn
        .....
      ))
    )
  )

```

step5 计算轴线编号的新位置并绘图；

step6 删去该组旧图，并更新图元表；

```

    (command "line" sp1 (polar p0 direcang length) "")
    (setq sselect (subst (entlast) oldse sselect)
    .....

```

step7 重复 step2 ~ step6,直至退出排列。

3 结 束 语

有选择地采用实时(交互)图形处理技术绘制二维工程图样,不仅可以解决图形生成中许多繁杂的,甚至自动生成无法实现的问题,而且可以有效地缩短 CAD 系统的开发周期和促进 CAD 系统的模块化,分门别类的实时(交互)程序模块可以简单地装配到各个 CAD 系统的图形处理模块中,免去了许多重复开发工作。笔者在开发码头结构、船闸结构及航道工程设计整治等 CAD 系统中采用了这一开发技术,受益匪浅。

参考文献：

- [1] 王钰. 用 VBA 开发 AutoCAD2000 应用程序[M]. 北京:人民邮电出版社,1999. 49 ~ 94.
- [2] 罗杰斯 D F 著. 计算机图形学的算法基础[M]. 梁友栋,石教英,彭群生译. 北京:科学出版社,1987. 119 ~ 210.
- [3] 郭剑锋. 用 Visual LISP 开发 AutoCAD2000 应用程序[M]. 北京:人民邮电出版社,2000. 191 ~ 241.

Real-time graphic processing algorithm and technology in engineering CAD system

YIN Pei-sheng

(College of Traffic and Ocean Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract : In view of the problems of graphic correlation and graphic interference which are often met in the development of engineering CAD softwares, such as complicated configuration, variability, covering, overlap, layout, and so on, a train of thought of complicated graphic processing with real-time graphic generating technology is proposed to improve the efficiency of development and modularization of the graphic generating system. Besides, some algorithms and techniques are given for real-time graphic processing and for the development of engineering CAD softwares. Two calculating examples are presented, including the automatic searching algorithm for undetermined graphic correlation and overlap and the interactive generating algorithm for graphic layout. The method proposed can effectively solve some complicated problems in graphic processing.

Key words : real time graph ; configuration ; graphic interference ; interaction