

79-82

任意边界自动裁剪技术 及其在 CAD 中的应用

TP391.72

Arbitrary Boundary Automatic Clipping Technology and Its Application in CAD

龙建勋

Long Jianxun

(重庆大学现代设计法研究所, 重庆, 630044, 作者 33 岁, 男, 工程师)

摘要 阐述了任意边界自动裁剪技术的原理, 分析了零件的几何特征, 提出了对凸形和凹形边界隐藏线的判断方法, 并以实例说明其应用。

关键词 计算机辅助设计(CAD) / 参数化绘图; 任意边界自动裁剪技术; 图形拼接

中国图书资料分类法分类号 TP391.72

CAD, 任意边界裁剪

ABSTRACT This paper explains a principle for using arbitrary boundary automatic clipping technology, analyzes the geometric characteristics of parts, and proposes a discretion method for convex and concave boundary hidden curves, and at last gives a example for declaring its application.

KEYWORDS computer-aided design(CAD) / parameterized drawing; arbitrary boundary automatic clipping technology; graphic splice

0 引言

在 2D 参数化绘图中, 为了提高作图效率、减少重复, 常常采用基本图元进行拼合构图的方法绘制产品图。现有 CAD 软件已具有拼合构图功能, 但对拼合图形之间的覆盖重叠部分(如图 1 所示是在进行内燃机配件——翻边瓦进行拼合构图时产生的覆盖重叠情形, 其中虚线部分是需要剪取的), 不能实现自动判别和消隐, 必须人工干预, 这样既影响了生成效率又难于实现全部自动生成工程图样。本文所述任意边界自动裁剪技术就较好地解决了这个问题。

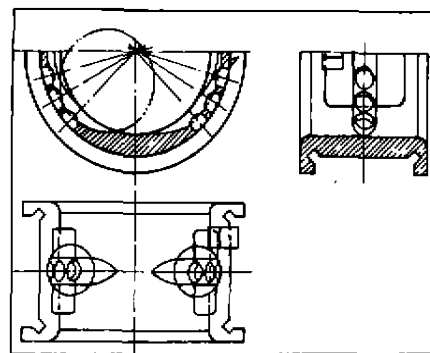


图 1 未经消隐的拼合图

1 任意边界裁剪原理

在对零件进行几何特征结构划分时,除考虑其结构特点之外还有一个重要因素就是视图情况。各几何特征结构在一个视图上一定存在某种连接关系,反映在各视图上可以分为可见视图和隐藏视图。生成设计对象的某个视图时,根据连接关系,严格按照隐藏视图先于可见视图的原则确定其生成顺序^[1]。

如图2所示,A是属于隐藏视图,B是属于可见视图。为自动生成图形,在拼合过程中实现自动剪取和消隐。笔者以可见视图B的最外边界轮廓作为刀具,对与其重叠的隐藏视图A的隐藏线进行剪取(这里讨论的是可见视图和隐藏视图由直线组成的情况,对非直线情况,差别在于求交算法和点的排序方法不同,它们在图形学中已有介绍)。

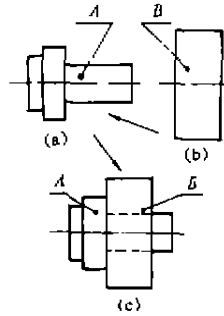


图2 A、B零件拼合图

对于可见视图的最外边界轮廓,不是凸形边界就是凹形边界,下面分别介绍凸形边界和凹形边界下各自进行直线剪取的判别算法。

1.1 凸形边界隐藏线的判别

在这种直线的剪取算法中,需要检查组成隐藏视图的直线(以下简称直线)相对于刀具(以下称窗口)的位置关系。对整个位于窗口内的直线应全部舍弃;对于部分位于窗口内而其余部分位于窗口外的直线,则须计算出该直线与窗口边界的交点作为直线的分段点,保留位于窗口外的部分线段,舍弃其余部分线段^[2]。

对于凸多边形这种情况,任何直线至多只有一段处于其边界以内,亦即在窗口范围内永远不会产生一条直线的两个或更多的不可见部分线段。因此,可根据直线两个端点的位置,来检查该直线相对于窗口的位置关系,并找出直线上不可见部分线段的端点。

首先,循环求出隐藏线与边界各组成线段之间的交点,然后根据交点情况对隐藏线作如下处理:

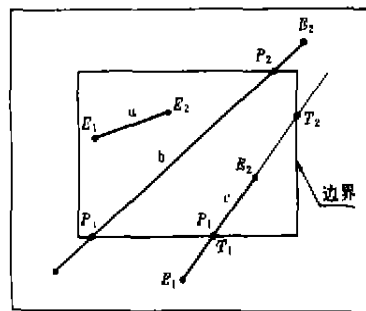


图3 凸形边界下隐藏子线段的确定

- 1) 当没有任何有效交点时,如图3中a所示,直线 E_1E_2 全部在窗口内,此时舍弃整条隐藏线;
- 2) 当有两个有效交点时,如图3中b所示,此时舍弃隐藏线两有效交点 P_1P_2 之间的子线段;
- 3) 当只有一个有效交点 P_1 时,如图3中c所示,沿隐藏线两个方向延长,生成一条具有足够长度的临时线穿越边界,循环求出临时线与边界各组成线段之间的两个虚拟交点,即 T_1 和 T_2 。下面判断此种情况下应舍弃的隐藏线子线段:确定隐藏线的两个端点中哪一个在

T_1 和 T_2 之间,将找到的端点赋予 BETP,从而可以获得应舍弃的隐藏线子线段是: P_1 到 BETP 之间的子线段。同时删除临时线。

1.2 凹形边界隐藏线的判别

与凸形边界不同,对于任意凹形边界来说,任何直线可能有一段以上的子线段处于其边界以内,会产生一条直线的两个或更多的隐藏部分子线段。因此在判断隐藏线段的取舍方法上与凸形边界也有所不同^[5]。

首先,循环求隐藏线与边界各组成线段之间的有效交点,利用它们形成有效交点集,根据计算交点的结果进行如下处理:

1) 当有效交点集为空,即没有任何有效交点时,如图 4 中 a 所示,直线 E_1E_2 全部在窗口内,此时舍弃整条隐藏线;

2) 当有效交点集非空,即有一个以上的有效交点时,将隐藏线的两个端点加入有效交点集得到有效点集。如图 4 中 b 所示粗线代表隐藏线, E' 表示隐藏线端点, P' 表示有

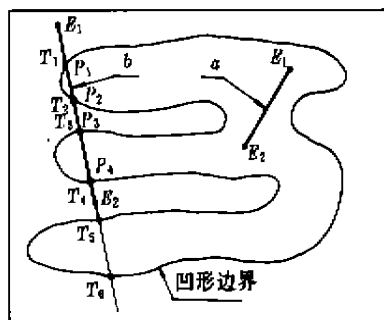


图 4 凹形边界下隐藏子线段的确定

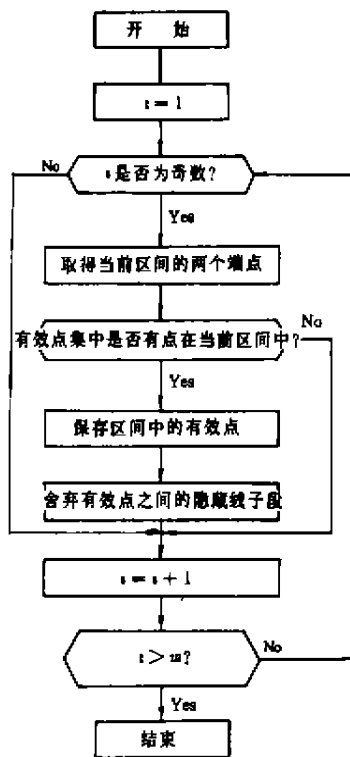
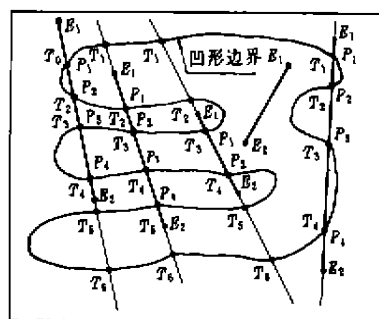
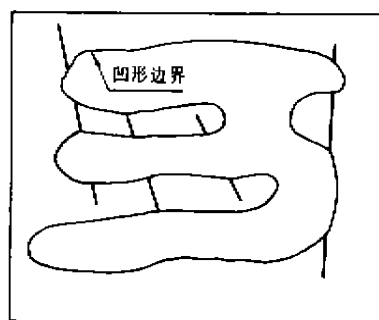


图 5 凹形边界下隐藏子线段的处理流程



(a)



(b)

图 6 凹形边界的裁剪一例

效交点, T' 表示虚拟交点。沿隐藏线两个方向延长,生成一条具有足够长度的临时线(细实线)穿越边界。循环求出临时线与边界各组成线段之间的所有虚拟交点,形成虚拟交点集,然后对求得的虚拟交点集排序。下面判断此种情况下应舍弃的子段,根据虚拟交点集顺序生成

临时线的各个分段子区间,若该交点集中有 n 个交点,那么就可以组成 m 个区间,而 $m = n - 1$,而在这些区间中只能是奇数号区间是隐藏的,如图 5 所示是判断凹形边界下隐藏子线段的具体步骤。图 5 中 i 表示区间号, m 表示区间总数。图 6 是使用上述判别方法实现凹形边界下消隐的一例,图 6(a)代表凹形边界下消隐前的图形,图 6(b)代表使用上述判别方法对图 6(a)进行消隐后的结果。

在上述直线的剪取判别中,所提到的直线均是指从隐藏视图中获取的需要剪取的直线,而对于窗口可以是矩形,也可以是其它凸、凹多边形,可以将其转变成由许多线段组成。

在程序的处理上,可以应用上面的方法结合 AutoCAD 提供的编辑和绘图命令(如 Line、Break 等),用 AutoLISP 或 ADS 编写一个功能子程序,用于完成图形拼合过程中的自动剪取和消隐。

2 任意边界切割技术的应用

笔者在为船舶总公司下属某厂开发内燃机配件 CAD 系统过程中,采用任何边界裁剪技术成功地实现了半圆瓦、翻边瓦及衬套这样一些有三个或两个视图图形零件的参数化绘图。在这个 CAD 系统中,有大量覆盖图形,若采用人工方式处理将花大量时间,通过采用基本图元的自动拼接,同时结合任意边界裁剪技术,较大地提高了作图速度,充分体现了参数化绘图的优越性。图 7 所示是对图 1 采用文中所述技术生成的翻边瓦三视图(包括轴瓦体、垃圾槽、油槽及油孔等),对重叠部分实现了自动消隐。

3 结束语

文中介绍的任意边界裁剪技术除能处理直线边界外,同样能实现由圆弧及其它任意曲线组成的边界的切割。且可用于各行业有类似拼合构图的情形。

- 1) 通过使用任意边界裁剪技术既可用于机械行业的参数化绘图(如装配图、零件图),又可以用于解决其它行业需要自动图形拼合构图时的自动消隐问题;
- 2) 使用文中所述技术可以充分体现二维参数化绘图的优越性;
- 3) 可以较大地提高作图速度。

参 考 文 献

- 1 龙建勋. 系列化产品 CAD/CAPP 系统的研究,[学位论文]. 重庆:重庆大学资环学院,1994
- 2 张锡安. 计算机辅助设计基础教程. 北京:兵器工业出版社,1991. 214~225
- 3 孙家广,杨长贵编著. 计算机图形学(新版). 北京:清华大学出版社,1995. 459~467

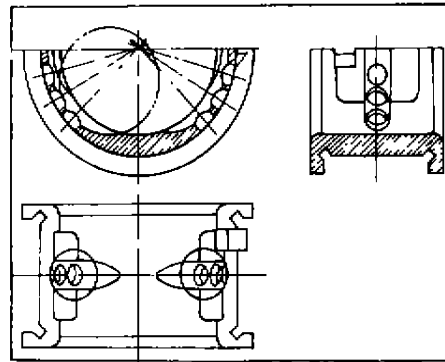


图 7 翻边瓦部分图形