

消除凸平面立体隐线的微机 程序设计

杨 源

(农业工程系)

提 要

本文分析了凸平面立体隐线的性质, 隐线两端点坐标值的计算方法和详细说明了消除隐线的微机程序设计。这种消隐的简便方法已在微机 (IBM—PC) 通过实例证明是可行的, 具有一定的实用价值。

前 言

我们用微机制制单个或几个多面体的组合图象时, 如将全部轮廓线都显示在荧屏上只能看到一幅毫无立体感的图形, 图1表示位于空间的一个六面体和一个三面体的例子。这时有些轮廓线全部或部分被前方平面遮挡而无法可见。那些看不见的线段称为隐线。如能正确地消除隐线可使图形清晰美观, 富于立体感 (图2所示)。人们在绘制工程画时消除隐线 (虚线) 并不困难。但是利用计算机实现消隐却是一件繁难的事。近几年来, 国内外对此已有些论述。按其消隐算法而分不外乎两种 (1) 边与边的比较算法和 (2) 平面法矢算法^{[3][5]}。依据这两种算法亦已导出一些适用于功能较强的交互式计算机绘图系统中作为计算机辅助设计 (CAD) 的软件包^[4]。尽管取得了很大进展, 还应看到离完满地解决消隐问题还有很大距离^[1]。至于在通用微机方面, 提供一个消隐简便方法将会使得开发微机制作三维图象具有广阔的前景, 所以是一项很有意义的研究。本程序的计算方法虽则属于边与边的比较算法, 但算法较为简便, 免去建立三维数组描述物体的数据结构表列^[2], 实践证明, 同样达到消隐效果。

一、研究范围

本文仅研究构成多面体的各面均属凸多边形平面。事实上, 考察一线段被凸多边形平面遮蔽后 (图3) 有三种可能 (1) 全被遮蔽如EF (2) 部分被遮蔽如AB, 被遮部分为P1B (3) 线段CD分成两段可见线段CP1和P2D。称P1和P2为隐点。因此本程序仅限于寻找最多隐点数目为两个。图2说明被遮轮廓线MN与它的前方平面边界线

AB和BC相交产生隐点, 故应消除的隐线为P₁P₂。

二、隐线的计算过程

要找出隐线, 必须对构成多面体 (不论是单个或几个多面体的组合) 的每个平面的边界线逐一进行检查。为此先确定任一平面为测试面, 后选其余任一平面为被测试面来判断被测试面的边界线是否会被测试面遮挡。如被遮挡, 进而计算出它与测试面边界线的交点 (即隐点)。隐点的X, Y坐标值确定了隐线的方位和长度。由于构成多面体的所有面及其上的边界线均要逐一计及, 可按图4主程序流程顺序作多顺次循环计算, 直到检查过的被测试面和测试面总数分别都等于多面体表平面总数时结束。

三、隐点坐标值的计算

凸多边形平面ABCD (图5) 是图1中六面体的一个测试面。MN是三面体被测试面MNGH的一条边界线。从测试面顶点A, B, C, D的X, Y坐标值中找出 $X_{\max}$, $X_{\min}$ 和 $Y_{\max}$, $Y_{\min}$ 。它们构成了一个矩形范围 (图中虚线所示)。如果被测试面边界线位于矩形范围之外, 显然它是不会被测试面遮挡的。只要被测线全部或部分进入了矩形范围内, 才开始计算隐点坐标值。

设A, B, M, N端点坐标分别为:

$$\begin{aligned} A (X_A, Y_A, Z_A), B (X_B, Y_B, Z_B) \\ M (X_M, Y_M, Z_M), N (X_N, Y_N, Z_N) \end{aligned}$$

AB和MN线的斜率分别为:

$$MK = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}, \quad MT = \frac{Y_M - Y_N}{X_M - X_N}$$

AB和MN线在Y轴上的截距分别为:

$$BK = Y_A - MK \cdot X_A, \quad BT = Y_M - MT \cdot X_M$$

两线相交于P₁点, 它在X—O—Y坐标平面的坐标值P₁(XP₁, YP₁)经计算得出:

$$XP_1 = \frac{BT - BK}{MK - MT}; \quad YP_1 = MT \cdot XP_1 + BT$$

实际上AB和MN线是位于空间交错的。只在荧屏上却表现为两线相交。现将两线投影到X—O—Z坐标平面上, 如图6所示。图中S和W是隐点P₁分别在AB和MN线上的对应点。它们的Z坐标ZS和ZW可作如下计算:

从相似△ABK和△AST得出

$$ZS = \frac{XP_1 - X_A}{X_B - X_A} \cdot (Z_B - Z_A) + Z_A$$

同理求出:

$$ZW = \frac{XP_1 - X_M}{X_N - X_M} \cdot (Z_N - Z_M) + Z_M$$

当MN平行于坐标平面Y—O—Z时(图7)则从相似△AFS和△AEB求得

$$ZS = \frac{YP_1 - Y_A}{Y_B - Y_A} \cdot (Z_B - Z_A) + Z_A$$

同理:

$$ZW = \frac{YP_1 - Y_M}{Y_N - Y_M} \cdot (Z_N - Z_M) + Z_M$$

很明显满足隐点条件是 $ZW > ZS$ 。这样P1就是隐线始点。进而再按上述步骤求出隐线终点P2的坐标值。隐线P1P2确定后即调用与荧屏底色相同的色彩抹掉它。

有时交点P1或P2会在被测线的延长线上,这时须选择被测线两端点中最接近交点的端点坐标值替作隐点坐标值,这叫调整隐点位置以免误消隐线。

凡是被测线与测试面边界线为一公共边界线或相互平行的特殊情况下,寻找隐点是没有意义的。

以上计算按图8消除隐线子程序流程图进行。

四、应用实例

三个实例原图均由微机IBM—PC的行印机印出,现因篇幅所限缩小图样。

五、结 论

(一) 本文提供了一种适用在微机上有效地消除凸平面立体隐线的简便计算方法和程序设计。它可用于绘制立体图,地貌模拟图等复杂空间图形。形象逼真,富于立体感。具有实用价值。

(二) 因计算方法基于边与边比较算法,故此处理复杂图形时占机时较长。同时从实例1,2可以看出消隐之后可见轮廓线被分割成若干段。这是因为隐点属可见线上的点而被抹去所引起的。这就影响到图形的美感。实例3是当应用在地貌模拟作图时已克服了这种缺点。

(三) 如果被测面边界线被凹多边形的测试面遮挡,这时隐点多于两个。即会产生多段隐线。故不能直接使用本程序,而应作必要的修改。

参 考 文 献

- [1] 上海交通大学等:《计算机制图》, 167, 高等教育出版社, 1985年。
- [2] 何援军: 消除隐线的直线图形绘制,《工程图学丛刊》, (3) 1981: 1—9。
- [3] 舒明玉, 黄彭龄: 自动绘图中凸平而立体隐藏线的消除,《工程图学丛刊》, (4) 1982: 42—44。
- [4] J.D.Foley and A.V.Dam: (Fundamentals of Interactive Computer Graphics), 20—21, 1983。
- [5] S.Harrington: (Computer Graphics), 248—354, 1983。

A MICROCOMPUTER PROGRAM OF ERASING HIDDEN SEGMENTS OF A SOLID WITH CONVEX SUREACE

Yang Yuan

(Department of Agricultural Engineering)

ABSTRACT

This paper analyses the properties of hidden segments of a solid with convex surface, the method of calculating coordinate values of two endpoints of a hidden segment and explains the computer programing in greater detail, resulting in a simple method for detecting and erasing hidden segments with microcomputer. The examples examined with microcomputer (IBM-PC) show that the program is feasible and practical.

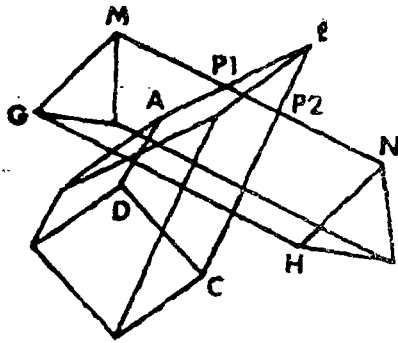


图 1

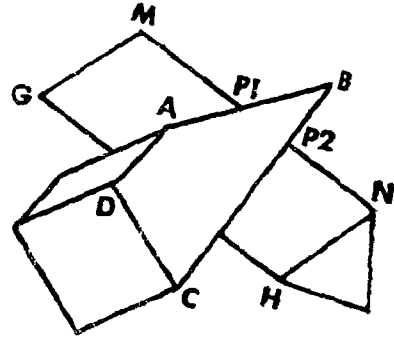


图 2

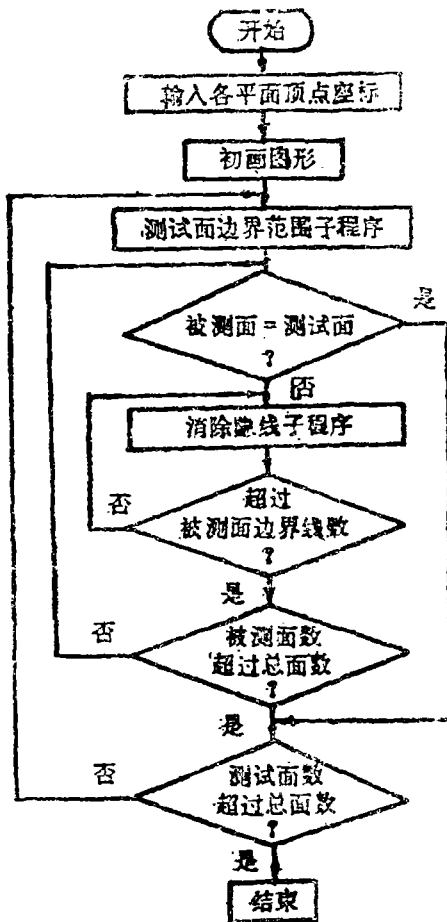


图 4 主程序流程图

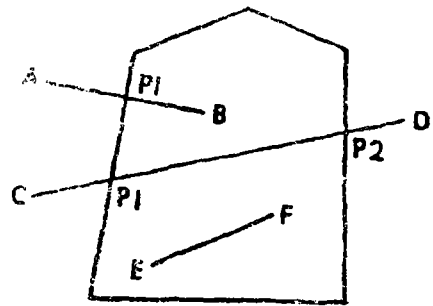


图 3

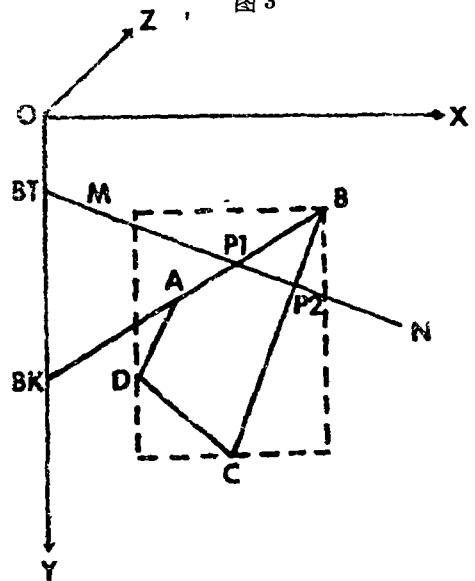


图 5

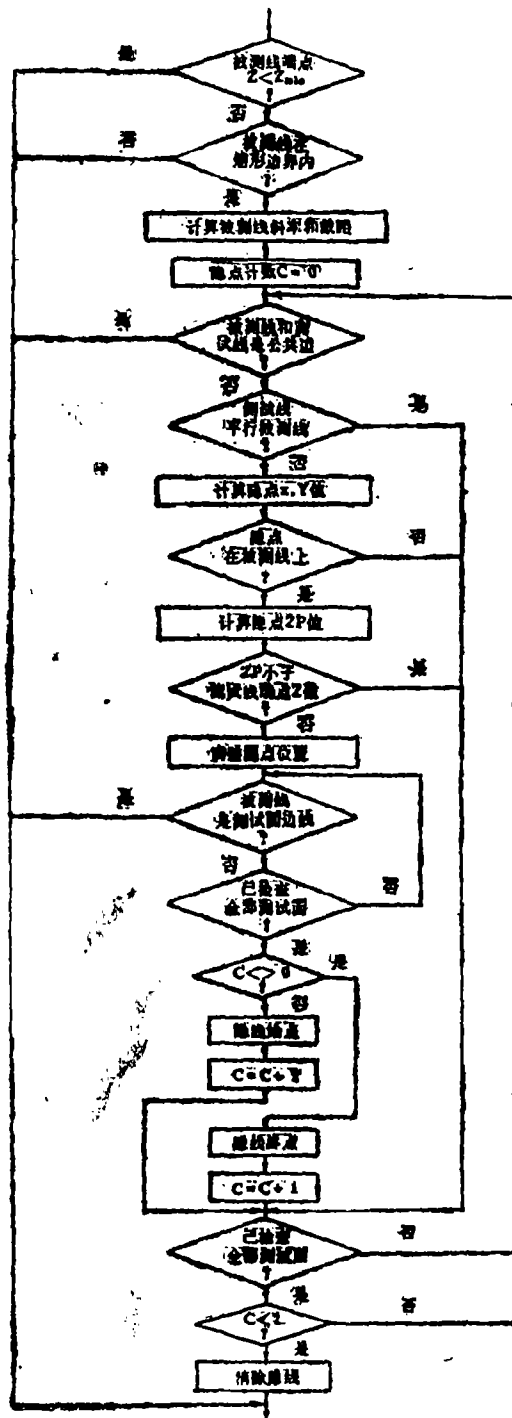
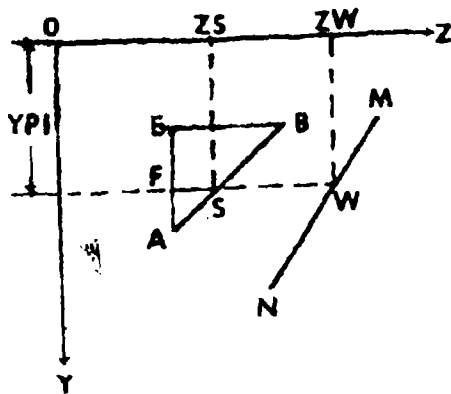
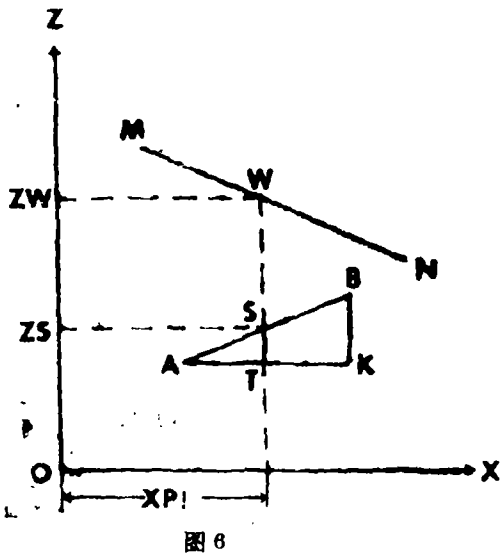
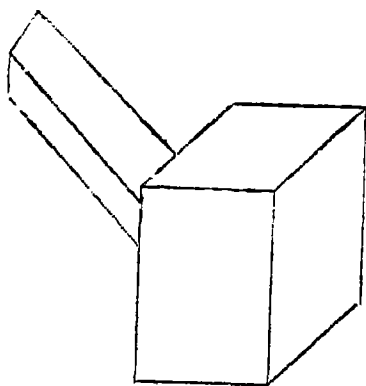
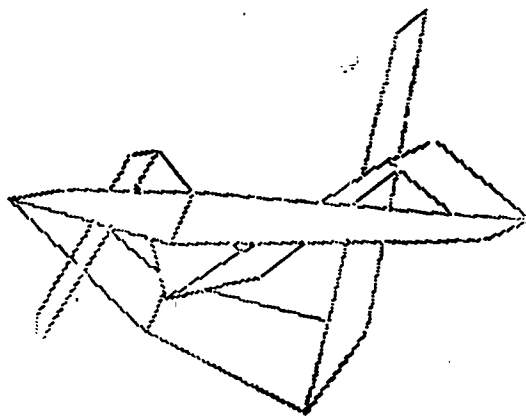


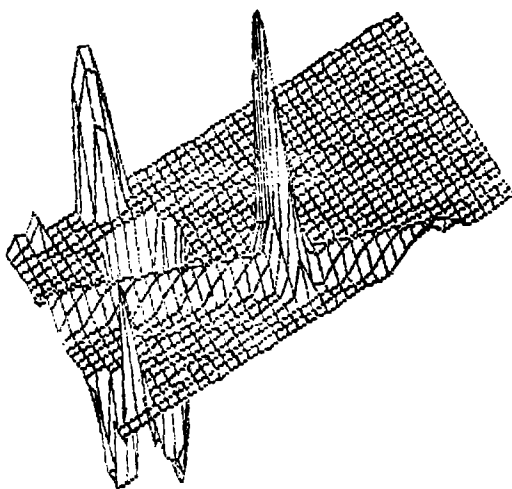
图 8 消除隐线子程序流程图



实例 1 两个长方体合组



实例 2 空间扭带



实例 3 地貌模拟图