

经纬仪动态位置信息的计算机 三维模拟实时显示

汤建华

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 结合工程实际设计了经纬仪动态位置信息的三维实时显示的两个数学模型及模拟显示的实现方法, 该方法用C语言在80486/33Hz机器上处理时间约为3ms。

关键词: 经纬仪, 模拟, 显示

1 引言

经纬仪的动态位置信息这里指经纬仪的高低角和方位角两项, 一般在控制室内是通过这两个角度的数字信息来了解经纬仪的动态空间位置的, 缺乏直观性, 而象经纬仪跟踪目标的脱靶量等信息可从跟踪图像中直观显示出来, 为此本文设计了两个数字模型来模拟经纬仪的动态位置。利用其高低角和方位角信息将经纬仪在计算机屏幕上三维直观地动态显示出来, 便于控制室内直观了解经纬仪的运动情况。

2 经纬仪三维显示数学模型的建立

2.1 三维显示方式设计

建立经纬仪三维动态显示数学模型的方法是以图1所示半径为 a 的半球作为经纬仪三维运行空间显示模型的, 其中:

半球圆心 O ——作为三维显示数学模型的相对坐标原点, 相对于计算机屏幕的左上角(原点)座标为 (x_0, y_0) , 半球的显示位置由圆心坐标和半径 a 唯一决定;

基座面 α ——半球的底面, 代表经纬仪的底座, 为 xy 平面上的一静态椭圆, 其 x 轴方向长为 a , y 方向轴长为 b , 方程由公式(1)确定;

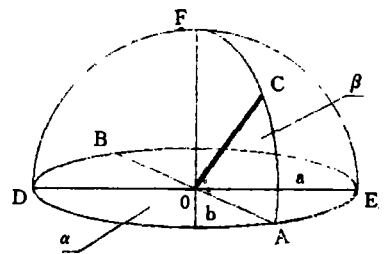


图1 显示模型

Fig. 1 display model

$$\left. \begin{aligned} -90^\circ < A_p \leq 90^\circ \quad R_p = A_p - \frac{E_p}{90^\circ} (90^\circ + A_p) \\ 90^\circ < A_p \leq 270^\circ \quad R_p = A_p + \frac{E_p}{90^\circ} (90^\circ - A_p) \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

C 点坐标与 R_p 角的关系由式(12)确定,由式(12)和(7)可解得 C 点坐标 (x_c, y_c) 为式(13)和(14)。

$$(y_c - y_o) = (x_c - x_o) \operatorname{tg} R_p \quad (12)$$

$$x_c = x_o \pm \frac{a |x_a - x_o|}{\sqrt{a^2 + (x_a - x_o)^2} \operatorname{tg}^2 R_p} \quad (13)$$

$$y_c = y_o \pm \frac{a |x_a - x_o|}{\sqrt{a^2 + (x_a - x_o)^2} \operatorname{tg}^2 R_p} \operatorname{tg} R_p \quad (14)$$

3 三维模拟实时显示的实现

上面建立的经纬仪三维显示数学模型用 C 语言实现时包括如下一些技术细节。

3.1 直角数学坐标与屏幕显示坐标的转换

计算机显示屏幕的坐标是左上角为原点 $(0,0)$, 右下角的最大像素值; y 轴向下为正, x 轴向右为正; 方位角 A_p 逆时针增大, 四个象限也按顺时针反转; 当将前面图示的 y 轴表示成向下为正时, 前面方程所求的解与屏幕显示坐标系下的解一致。

由于显示屏幕坐标是像素值, 只能是正整数, 所以应将求得的点坐标值进行取整处理, 转换成屏幕显示坐标。

3.2 点坐标的符号确定

前面数学模型中解椭圆方程求得的 K, C, A 点的坐标(分为式(3)和(4), (5)和(6), (9)和(10), (13)和(14))中均含正负号, 即从椭圆方程中一次解得两个对称点的坐标, 需对符号进一步确定, 解出真实的点坐标值, 可由方位角 A_p 的值进一步确定, 即当 A_p 在 I、IV 象限 $(-90^\circ < A_p \leq 90^\circ)$ 时, 式中取正号, 当 A_p 在 II、III 象限 $(90^\circ < A_p \leq 270^\circ)$ 时, 式中取负号。

3.3 方位角 A_p 应转换成 $[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}]$ 间的等值正切角

在前面的数学模型中方位角 A_p 仅参与正切运算, 而 C 语言的正切函数要求角度在 $[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}]$ 之间。应做如下变换

$$90^\circ < A_p \leq 270^\circ \quad A_p = A_p - 180^\circ$$

$$270^\circ < A_p \leq 360^\circ \quad A_p = A_p - 360^\circ$$

3.4 三维显示画面的进一步加工处理

3.4.1 旋转面 β 的显示处理

对模型 1 的旋转面 β 的显示可有三种边缘方式: (1) 利用公式(3)和(4)解得的 ACF 上的一组离散点, 采用画点函数逐点显示, 画出 β 的也像轨迹; (2) 离散点之间用画线函数光滑连接, 生成轨迹 ACF ; (3) 将各离散点与中心点 O 间画线, 使得旋转面 β 显示为彩色平面。

对模型 2 可利用前面求得的 G, H, A, F 四点坐标, 用画弧函数画出旋转面 β 的边缘 ACF 来。以 O 为中心, 连接 A, F 两点, 落在矩形 $GIHJ$ 内的弧线可有两条, 取决于弧线的起点选 A

还是 F 。按照我们的三维模拟显示目标,当方位角在 I、IV 象限时 ($-90^\circ < A_p \leq 90^\circ$) 起点应选 A , 当方位角在 II、III 象限时 ($90^\circ < A_p \leq 270^\circ$), 起点应选 F 。

利用画弧函数的填充功能,可使弧线 ACF 与直线 OA 和 OF 间形成一彩色扇面,从而画出彩色的旋转面 β 来。

3.4.2 主镜轴线的显示处理

主镜轴线 OC 可用特殊颜色显示,也可进行加粗处理,增强显示效果,即选 C 点附近的两点与中心点 O 连线。

3.4.3 三维动态画面异或处理

随着经纬仪的动态运行,旋转面 β 和主镜轴线 OC 也在动态变化,应进行相应的异或处理,形成动画效果,可有两种方式:(1)每次动态显示时分三步处理,即清屏 \rightarrow 画静态背景图 \rightarrow 画当前旋转面及主镜轴线;(2)先用背景色画前次旋转面及主镜轴线,消除前次动态画面,再用当前色画出当前位置的旋转面和主镜轴线。完成画面实时动态异或处理。

3.5 实时显示处理

(1)对模型 1 可采用跳点求值,即增大圆心 y 轴坐标的变化间隔,减少解椭圆方程的次数,使计算量降低;

(2)将画面的异或处理过程按系统处理帧频进行分时处理,保证三维模拟显示的实时性;

(3)三维显示的处理时间与模拟的显示画面尺寸成正比,本文构造的两个显示模型用 C 语言在 80486/33Hz 机器上完成的三维动态模拟显示的处理时间如下表所示(单位 ms)。

Table 1. The processing time of two display models

a : b	50:25	100:50	150:70	200:100	250:120
The processing time of model 1	8.32	15.08	23.35	30.39	35.29
The processing time of model 2	2.52	4.55	6.91	9.07	12.53

3.6 三维模拟显示程序框图(略)

4 结 论

本文在充分考虑系统工作实时性的要求下,设计了上面的两个显示数学模型,将经纬仪的动态位置信息在计算机屏幕上三维模拟实时显示出来。其中模型 2 由于旋转面 β 所在的椭圆的 x 方向轴长是近似得到的,使得画出的弧线 ACF 的端点 A 并不与计算出的 A 点坐标完全重合,当 $A_p = 0^\circ$ 时误差为 0,当 A_p 接近 90° 时误差最大,因此模型 2 是一近似模型。但这一误差对经纬仪三维动态模拟显示的效果影响并不大,而实时性比模型 1 好。

这两个三维动态显示数学模型也可用来模拟其它在 2π 立体角内运行的系统的动态位置,模型 1 显示效果好,模型 2 处理时间短,实时性好。对实时性要求不高的系统,可在该模型的基础上,模拟出更近似于实物的显示效果。

参考文献

[1]Microsoft C5.0 技术丛书(上册).北京:联想计算机集团公司,1990

3-dimension Simulation Real-time Display for The Dynamic Position Message of The Theodolite

Tang Jianhua

*(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun, 130022)*

Abstract

According to the engineering practice, we design two mathematical model of 3-dimension real-time display for the simulation of theodolite dynamic position message, and introduce its realizing method. In 80486/33Hz computer this method processing time is about three millisecond with C language.

Key words: Theodolite; simulation Display

汤建华 男,工学硕士,1989年毕业于哈尔滨工业大学模式识别与智能控制专业。现从事计算机控制及工程软件总体设计工作。