

【题型】填空题

- 1、三维图形的几何变换有平移、比例、对称、错切、旋转、投影、透视变换等变换。
- 2 几何图形的布尔运算主要是两个图形对象的联合/Union、交集/Intersection、差集/Subtraction 三种运算。
- 3 交互式绘图系统的基本交互任务包括：定位、选择、文本输入和数值输入。
- 4 减少或克服图形失真的技术叫做反走样。
- 5 在绘制物体图形时消除被遮挡的不可见的线或面，称为消隐。
- 6 灭点可以看作是无限远处的一点在投影面上的投影。
- 7 深度缓冲器算法最简单常用的面向应用的用户接口形式：子程序库、专用语言和交互命令。
- 8 在计算机图形学中，被裁剪的对象可以是线段、多边形和字符三种形式。
- 9 图形用户界面的基本元素有窗口、图标、菜单、指点装置。
- 10 双线性法向插值法（Phong Shading）的优点是高光域准确。
- 11 表现三维形体的模型有线框模型、表面模型和实体模型。
- 12 三视图投影包括正投影、水平投影、侧投影。
- 13 计算机中字符由一个数字编码（编码）唯一标识。
- 14 区域可分为 4 向连通区域和8 向连通区域。
- 15 计算机字库分为矢量型和点阵型两种。
- 16 光栅图形显示器具有闪烁和锯齿现象。
- 17 裁剪的目的是为了使位于窗口外的图形不显示出来。
- 18 目前常用的 PC 图形显示子系统主要由 3 个部件组成：帧缓冲存储器、显示控制器、ROM BIOS。
- 19 计算机图形学以计算几何为理论基础。
- 20 在图形文件系统中，点、线、圆等图形元素通常都用其几何特征参数来描述。
- 21 投影线从视点出发，主灭点最多有3个，任何一束不平行于投影面的平行线的透视投影将汇成一点。
- 22 在处理图形时常常涉及的坐标有模型坐标系、观察坐标系、世界坐标系和设备坐标系。
- 23 屏幕上最小的发光单元叫做像素点。
- 24 扫描线的连贯性是多边形区域连贯性在一条扫描线上的反映。
- 25 计算机图形学是研究怎样用数字计算机生成、处理和显示图形的一门学科。
- 26 在彩色图形显示器中，使用RGB颜色模型。
- 27 实体模型和曲面造型是 CAD 系统中常用的主要造型方法。
- 28 画圆弧的算法有角度 DDA 法、逐点比较法、终点判断法、Bresenham 画圆法四种。
- 29 简单光反射模型，又称为 Phong 模型，它模拟物体表面对光的反射作用。
- 30 任何一束不平行于投影平面的平行线的透视投影将汇聚成一点称为灭点。
- 31 计算机生成图形的方法有哪些？

【答案】

计算机生成图形的方法有两种：矢量法和描点法。

①矢量法：在显示屏上先给定一系列坐标点，然后控制电子束在屏幕上按一定的顺序扫描，逐个“点亮”临近两点间的短矢量，从而得到一条近似的曲线。尽管显示器产生的只是一些短直线的线段，但当直线段很短时，连成的曲线看起来还是光滑的。

②描点法：把显示屏幕分成有限个可发亮的离散点，每个离散点叫做一个像素，屏幕上由

像素点组成的阵列称为光栅，曲线的绘制过程就是将该曲线在光栅上经过的那些像素点串接起来，使它们发亮，所显示的每一曲线都是由一定大小的像素点组成的。当像素点具有多种颜色或多种灰度等级时，就可以显示彩色图形或具有不同灰度的图形。

32、GKS 有哪三种坐标系？它们有什么不同？试写出它们之间对应关系？

答：GKS 有 3 种不同的坐标系。第一种是供应用程序使用的实际世界坐标系统（World Coordinate System，简称 WC）；第二种是 GKS 内部使用的规范设备坐标系（Normalized Device Coordinate，简称 NDC），它的取值范围为 $[0, 1]$ ，这是一种既与设备无关也与应用无关的坐标系；第三种是各工作站物理设备使用的设备坐标系（Device Coordinate System，简称 DC）。GKS 只支持二维对象的图形处理，因此上述 3 个坐标系都是二维坐标系。详见课本图 3.28 的描述。

33、说明单个凸多面体消隐的基本方法。

【答案】

为了决定一个凸形多面体的不可见面，需要对每一个面进行以下工作：

①求平面的法向量 n ；

②求平面的视线向量 v ；

③计算 $v \cdot n$ ；

④根据 $v \cdot n$ 符号判别该面是否可见。（大于 0 表示表面可见）

34、如果线段端点坐标值不是整数，采用 DDA 算法产生的直线和将端点坐标值先取整后再用 Bresenham 算法产生的直线是否完全相同？为什么？

【答案】

不相同。因为 DDA 算法总是选择 Δx 或者 Δy 中的较大者作为步进的方向，不失一般性，假设选择 x 方向，则 x 方向每前进一个像素点， y 方向前进的像素点个数应该在 $[0, 1]$ 区间，但是由于采用了（向上或者向下或者四舍五入）取整运算，必然会导致某些像素点偏在了真实直线的一侧。而 Bresenham 算法每一步都会根据实际直线与网格的距离来决定下一个像素点的选择，因此所选像素点更加贴近于真实的直线。

35、计算机图形系统有哪几种？各有什么特点？

【答案】

一种分类方法：交互式图形系统允许操作者以某种方式（对话方式或命令方式）来控制和操作图形生成过程，使得图形可以边生成、边显示、边修改，直至符合要求为止。而被动式绘图系统，图形在生成过程中，操作者无法对图形进行实时操作和控制，不具备交互功能，只提供各种图形命令或图形程序库，通过编程获得所需图形。

另一种分类方法：分为脱机绘图系统、联机绘图系统和交互式绘图系统。

36、向量图形和点阵图形之间的区别有哪些？

【答案】

通过矢量法产生的图形称为矢量图形或者向量图形，用描点法产生的图形称为点阵图形。向量图形区别点阵图形的特点在于描述图形几何形状的数学模型及依据此模型生成几何图形的计算机命令。向量图形由各个基本图形构成，这就要求各个基本图形有各自独立的信息。如果用点阵图形来表示一个向量图形，构成向量图形的某个基本图形（如直线段、圆弧等）的所有点应有一个信息。因此，在描述一个基本图形时，同时要描述其相应的信息。向量图形最基本的优点是它本身是由精确的数据给出，所以可以充分利用各种输出图形设备的分辨率尽可能精确地输出图形。也正因为如此，向量图形的尺寸可以任意变化而不损失图形显示的质量。但是向量图形仅适合于描绘简单

图形，而点阵图形可以描绘绚烂多彩的复杂图形。

【题型】名词解释

37、模式识别

是指计算机对图形信息进行识别和分析描述，是从图形到描述的表达过程。

38、窗口

世界坐标的范围是无限大的。为了使规格化设备坐标上所显示的世界坐标系中的物体有一个合适的范围与大小，必须首先对世界坐标系指定显示范围，它通常是一个矩形，这个矩形被称为窗口。

39、用户坐标系

用户为处理自己的图形时所采用的坐标系，单位由用户自己决定。

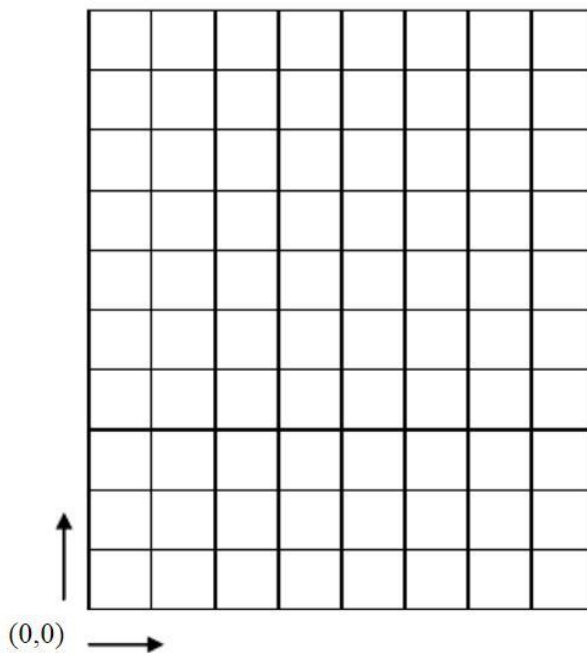
40、线消隐

消隐对象是物体上的边，消除的是物体上不可见的边。它用于线框图。

41、已知一直线段起点（1，10），终点（8，1），利用中点 Bresenham 算法生成此直线段，写出生成过程中坐标点及误差 d 的变化情况。并在下面的方格中，标出直线上各点。

误差计算公式：

$$\begin{cases} d_1 = 2\Delta x - \Delta y & \text{初值} \\ d_{i+1} = d_i + 2\Delta x - 2\Delta y & d_i \geq 0 \\ d_{i+1} = d_i + 2\Delta x & d_i < 0 \end{cases}$$



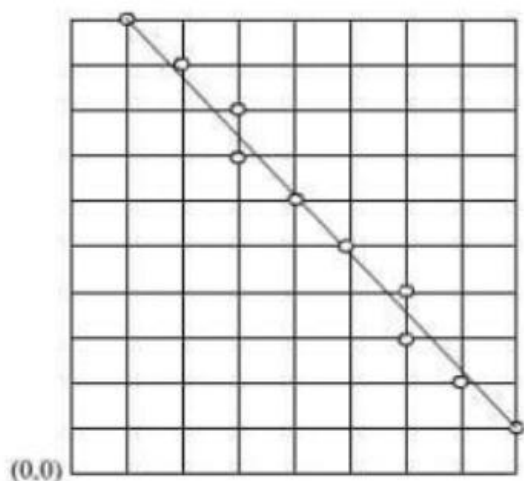
【答案】

$$k = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{|1-10|}{|8-1|} = \frac{9}{7} > 1,$$

Y 是最大位移方向，以 Y 方向计长，走步数 C=10。

递推公式：

$$\begin{cases} y_{i+1} = y_i - 1 \\ x_{i+1} = \begin{cases} x_i + 1 & d_{i+1} \geq 0 \\ x_i & d_{i+1} < 0 \end{cases} \end{cases}$$



C=10 $x_0 = 1$, $y_0 = 10$, 取点(1, 10)

C=9 $d_1 = 2\Delta X - \Delta Y = 14 - 9 = 5 > 0$ $x_1 = x_0 + 1 = 2$, $y_1 = y_0 - 1 = 9$ 取点(2, 9)

C=8 $d_2 = d_1 + 2\Delta X - 2\Delta Y = 5 + 14 - 18 = 1 > 0$ $x_2 = x_1 + 1 = 3$, $y_2 = y_1 - 1 = 8$ 取点(3, 8)

C=7 $d_3 = d_2 + 2\Delta X - 2\Delta Y = 1 + 14 - 18 = -3 < 0$ $x_3 = x_2 = 3$, $y_3 = y_2 - 1 = 7$ 取点(3, 7)

C=6 $d_4 = d_3 + 2\Delta X = -3 + 14 = 11 > 0$ $x_4 = x_3 + 1 = 4$, $y_4 = y_3 - 1 = 6$ 取点(4, 6)

C=5 $d_5 = d_4 + 2\Delta X - 2\Delta Y = 11 + 14 - 18 = 7 > 0$ $x_5 = x_4 + 1 = 5$, $y_5 = y_4 - 1 = 5$ 取点(5, 5)

C=4 $d_6 = d_5 + 2\Delta X - 2\Delta Y = 7 + 14 - 18 = 3 > 0$ $x_6 = x_5 + 1 = 6$, $y_6 = y_5 - 1 = 4$ 取点(6, 4)

C=3 $d_7 = d_6 + 2\Delta X - 2\Delta Y = 3 + 14 - 18 = -1 < 0$ $x_7 = x_6 = 6$, $y_7 = y_6 - 1 = 3$ 取点(6, 3)

C=2 $d_8 = d_7 + 2\Delta X = -1 + 14 = 13 > 0$ $x_8 = x_7 + 1 = 7$, $y_8 = y_7 - 1 = 2$ 取点(7, 2)

C=1 $d_9 = d_8 + 2\Delta X - 2\Delta Y = 13 + 14 - 18 = 9 > 0$ $x_9 = x_8 + 1 = 8$, $y_9 = y_8 - 1 = 1$ 取点(8, 1)

确定计长方向及走步数：2 分

算出误差值，正确取点：11 分

在方格图中正确标出各点：2 分

【题型】计算题

42、已知三角形 ABC 各顶点的坐标 A (1, 4)、B (3, 4)、C (4, 1)，相对 A 点逆时针旋转 300，各顶点分别到达 A'、B'、C'。

试计算 A'、B'、C' 的坐标值。(要求用齐次坐标表示，并列出各步变换矩阵。)

【答案】

1. 将A点平移到坐标系原点

$$T_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & -4 & 1 \end{bmatrix}$$

2. $\triangle ABC$ 绕坐标系原点逆时针旋转 30°

$$T_2 = \begin{bmatrix} \cos 30^\circ & \sin 30^\circ & 0 \\ -\sin 30^\circ & \cos 30^\circ & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

3. 坐标再平移回原处

$$T_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{变换矩阵: } T = T_1 T_2 T_3 = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 \\ 3 - \frac{\sqrt{3}}{2} & 3\frac{1}{2} - 2\sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}$$

$$[X'_A \ Y'_A \ 1] = [1 \ 4 \ 1] T = [1 \ 4 \ 1]$$

$$X'_A = 1, \ Y'_A = 4$$

$$[X'_B \ Y'_B \ 1] = [3 \ 4 \ 1] T = [1 + \sqrt{3} \ 5 \ 1] = [2.732 \ 5 \ 1]$$

$$X'_B = 2.732, \ Y'_B = 5$$

$$[X'_C \ Y'_C \ 1] = [4 \ 1 \ 1] T = \left[\frac{5+3\sqrt{3}}{2} \ \frac{11-3\sqrt{3}}{2} \ 1 \right] = [5.098 \ 2.902 \ 1]$$

$$X'_C = 5.098, \ Y'_C = 2.902$$

【题型】名词解释

43、投影变换

把三维物体变为二维图形表示的变换称为投影变换。有两类基本的投影变换：平行投影和透视投影。

44、图像

指计算机内以位图(Bitmap)形式存在的灰度信息。

45、几何造型

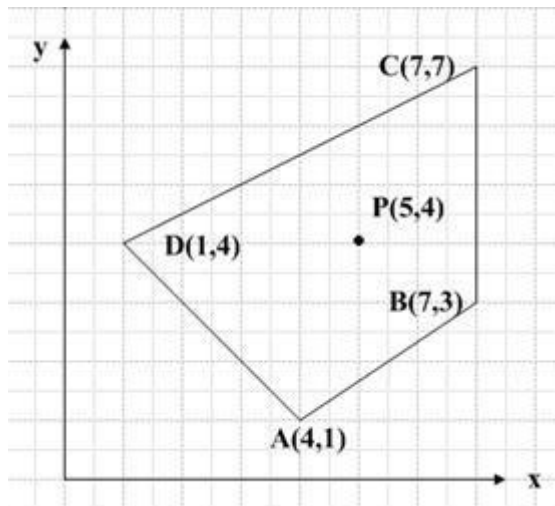
是一项研究在计算机中如何表达物体模型形状的技术。

46 计算机图形学

用计算机建立、存储、处理某个对象的模型，并根据模型产生该对象图形输出的有关理论、方法与技术，称为计算机图形学。

【题型】作图题

47、如下图所示四边形 ABCD，求绕 P(5, 4) 点逆时针旋转 90 度的变换矩阵，并求出各端点坐标，画出变换后的图形。



【答案】

变换后各点坐标分别为 (8, 3)、(6, 6)、(2, 6)、(5, 0)，根据坐标画图即可。

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -5 & -4 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos 90^\circ & \sin 90^\circ & 0 \\ -\sin 90^\circ & \cos 90^\circ & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 5 & 4 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 9 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 4 & 1 & 1 \\ 7 & 3 & 1 \\ 7 & 7 & 1 \\ 1 & 4 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 9 & -1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 & 3 & 1 \\ 6 & 6 & 1 \\ 2 & 6 & 1 \\ 5 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

【题型】计算题

48、已知三角形 ABC 各顶点的坐标 A (1, 4)、B (3, 4)、C (4, 1)，相对直线 P1P2 (坐标分别为：P1 (2, -1)、P2 (8, 5)) 做对称变换后到达 A'、B'、C'。

试计算 A'、B'、C' 的坐标值。(要求用齐次坐标表示，列出各步变换矩阵及计算结果)

【答案】

$$\theta = \arctg \frac{-1-5}{2-8} = \arctg 1 = 45^\circ$$

(1) P1P2 与 X 轴的夹角为：

(2) 将 P1 (2, -1) 点平移至坐标系原点

$$T_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -2 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

(3) 将 P2 绕原点转 $-\theta$ 角使直线 P1P2 与 X 轴重合

$$T_2 = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{2}}{2} & -\frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(4) 以 X 轴作对称变换

$$T_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(5) P2 再绕原点转 θ 角

$$T_4 = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ -\frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(6) 将直线 P1P2 平移回原处

$$T_5 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 2 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(7) \text{ 变换矩阵: } T = T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4 \times T_5 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 3 & -3 & 1 \end{bmatrix}$$

(8) 求变换后的三角形 ABC 各顶点的坐标 A'、B'、C'

$$A' : [X'_A \quad Y'_A \quad 1] = [1 \quad 4 \quad 1] \times T = [7 \quad -2 \quad 1]$$

$$B' : [X'_B \quad Y'_B \quad 1] = [3 \quad 4 \quad 1] \times T = [7 \quad 0 \quad 1]$$

$$C' : [X'_C \quad Y'_C \quad 1] = [4 \quad 1 \quad 1] \times T = [4 \quad 1 \quad 1]$$

【题型】名词解释

49、环境光

环境光是在物体和周围环境之间多次反射后，最终达到平衡时的一种光。用于模拟周围环境中散射到物体表面、然后再反射出来的光。

50 四连通区域

区域是四连通的，区域内每一个像素可通过四个方向，即上、下、左、右移动到达相邻像素。

51 多边形的裁剪

多边形裁剪的裁剪区域是一个矩形窗口。多边形裁剪就是去除矩形裁剪窗口以外的部分，保留或显示其位于矩形裁剪窗口之内的部分。

52 透视投影

【答案】

透视投影是沿着相交于视点（即：投影参考点 Projection Reference Point）的投影进行投影。透视投影能够生成真实视图，但是不保持相关的比例。透视投影又分为一点透视，二点透视和三点透视，其灭点的个数由主轴与投影平面的交点个数决定。

【题型】计算题

53、一个由顶点(10, 20)，(20, 20)，(15, 30)所定义的三角形，让它相对于点 Q(5, 25) 正向旋转 30°，求其变换后的三角形。

【答案】

第一步平移：

$$T_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -5 & -25 & 1 \end{bmatrix};$$

第二步旋转：

$$T_2 = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & 0.5 & 0 \\ -0.5 & \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

第三步反平移：

$$T_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 5 & 25 & 1 \end{bmatrix} \text{ 则: } \begin{bmatrix} x'_1 & y'_1 & 1 \\ x'_2 & y'_2 & 1 \\ x'_3 & y'_3 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{bmatrix} T_1 T_2 T_3 = \begin{bmatrix} 11.23 & 23.17 & 1 \\ 20.49 & 27.17 & 1 \\ 11.16 & 34.33 & 1 \end{bmatrix}$$

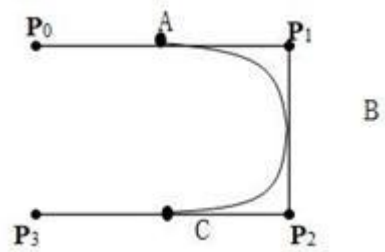
【题型】作图题

【题干】

54、给定四个顶点 P0 (10, 110)，P1 (110, 110)，P2 (110, 10)，P3 (10, 10)，用其作为特征多边形来绘制一条 2 次 Bezier 曲线的形状示意图并写出此 2 次样条的表达式。

要求：简要说明作图过程，保留作图辅助线，作出（或文字说明）曲线上各特征点的切线矢量。

【答案】



A, B, C 分别是 P_0P_1 , P_1P_2 , P_2P_3 的中点, AP_1 是曲线在 A 点的切方向, BP_2 是曲线在 B 点的切方向, CP_3 是曲线在 C 点的切方向. 此 2 次 B 样条共有 2 段, 其表达式分别为:

$$B_i(t) = F_{0,2}(t)P_i + F_{1,2}(t)P_{i+1} + F_{0,2}(t)P_{i+2} \quad (i=0, 1)$$