

《计算机图形学》样卷

一、判断题

1. 计算机图形学是利用计算机研究图形的表示、计算、处理及显示的学科。(T)
2. 多边形可由顶点或点阵表示，两者都保留了多边形的几何信息。(F)
3. OpenGL 是专业、功能强大的 3D 图形接口，但仅限于 Windows 平台。(F)
4. 字符的图形表示有矢量、点阵两种形式，将点阵字符旋转或放大时，显示效果通常会变差，而矢量字符对这些变换保持了较好的显示效果。(T)
5. 在 Z-Buffer 消隐算法中，像素的深度值和颜色值都存储在 Z 缓冲器中。(F)
6. 无论网格多么细，三角网格模型也不能精确地表达解析曲面。(T)
7. 光经过理想镜面反射后，向各个方向均匀地传播。(F)
9. Bezier 曲线具有许多很好的性质，例如局部性：移动某个控制点只会对该点附近的曲线形状有作用，而对较远的曲线部分不会产生任何影响。(F)
10. 一个向量的齐次坐标表示是唯一的。(F)

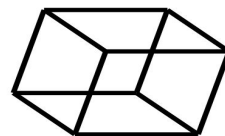
二、单选题

1. 在光栅图形学中，用离散量表示连续量引起的失真现象称为走样，用于减少或消除这种现象的技术称为 (C)

A、扫描转换 B、裁剪
C、反走样 D、消隐

2. 右图中所示图形具有歧义，消除这种歧义的方法是进行 (D)

A、反走样 B、裁剪
C、扫描转换 D、消隐

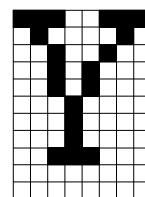


3. 在下面形体表示方法中，最适合表达真实世界中如茶壶、动物这类物体的是 (D)

A、实体模型 B、Bezier 曲线或曲面
C、B 样条曲线或曲面 D、三角网格

4. 对英文字符进行点阵表示，某位为 1 表示字符笔划经过对应位图，0 表示不经过。如图所示 Y 字符，第 1 行对应十六进制数为 0xe7 (即二进制 11100111)，则以下描述正确的是 (B)。

A、第 2 行为 0x22 B、第 4 行为 0x28
C、第 3 行为 0x28 D、第 6 行为 0x1f



5. 已知窗口左下角坐标为 (20, 20)、右上角坐标为 (60, 60)，给定线段的端点坐标为 P (40, 10)，Q (100, 80)，根据 Cohen-Sutherland 裁剪算法对 P 和 Q 进行编码，假设 4 位编码的顺序为上 C 下 C 右 C 左，则 P、Q 的编码为： (B)

A、0001、0010 B、0100、1010 C、0100、1000 D、0101、1010

1001	1000	1010
0001	0000 窗口	0010
0101	0100	0110

6. 下列因素中，非真实感图形学重点关注的是 (D)

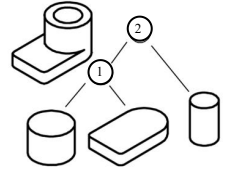
- A、透视投影和消隐
B、物体的质量和重心
C、光照模型
D、物体表面的色彩和纹理

7. 对 $0 \leq t \leq 1$, 都有 $\sum_{i=0}^n B_{i,n}(t) = 1$, 其中 $B_{i,n}(t)$ 为 Bernstein 基函数, 该特性称为 (D)

- A、递推性
B、正性
C、对称性
D、权性

8. 右图是由构造实体几何 (CSG) 方法构造得到的实体模型, 其中①、②所代表的操作分别为 (C)

- A、并、交
B、交、并
C、并、差
D、交、差



9. 以下颜色模型中, 面向用户的是 (D)

- A、RGB
B、YUV
C、CMY
D、HSV

10. 在透视投影中, 主灭点的最多个数是 (C)

- A、1
B、2
C、3
D、4

11. 左图为不进行任何增量式光照明模型的处理, 右图为进行双线性光强插值 (Gouraud 明暗处理) 生成茶壶模型, 左图中的光强有突变现象, 该现象被称为 (C)

- A、棱边现象
B、光现象
C、马赫带现象
D、以上均不是



12. 在简单光照明模型中, 最确切的表述是 (D)。

- A、只考虑物体对直接光照的反射作用, 不考虑物体之间的光反射作用
B、只考虑物体间的光反射作用, 不考虑物体对直接光照的反射作用
C、都考虑, 且两者的关注程度无明显差别
D、主要考虑物体对直接光照的反射作用, 物体间的光反射作用采用环境光统一表示

三、多选题

1. 在以下有关连通域的描述中, 正确的是 (ABD)。

- A、四连通区域是八连通区域
B、四连通区域的边界是八连通区域
C、八连通区域是四连通区域
D、八连通区域的边界是四连通区域

2. 用参数方程形式描述曲线曲面有什么优点? (ABCD)。

- A、可以满足几何不变性的要求。
B、便于处理斜率为无穷大的情形, 不会因此而中断计算。
C、易于用矢量和矩阵表示几何分量, 便于几何变换。
D、规格化的参数变量 $t \in [0, 1]$, 使其相应的几何分量是有界的, 而不必用另外的参数去定义边界。

3. 关于光照明模型, 下面正确的表述有 (ABCD)。

- A、简单光照明模型仅处理光源直接照射物体表面的光强计算。
B、整体光照明模型除了处理光源直接照射物体表面的光强计算外, 还处理物体之间的相互光照。
C、简单光照明模型是一种局部光照明模型。

D、在简单光照模型中，物体之间的相互光照用环境光统一表示。

4. Phong 光照模型综合考虑了 (ABC)

A、漫反射光

B、镜面反射光

C、环境光

D、透射光

1. 给定一组有序的数据点 $P_i (i=0, 1, \dots, n)$ ，构造一条曲线顺序通过这些数据点，称为对这些数据点进行 (A)。

A. 插值 B. 拟合 C. 逼近 D. 光滑

2. 对 $0 \leq t \leq 1$ ，都有 $\sum_{i=0}^n B_{i,n}(t) \equiv 1$ ，其中 $B_{i,n}(t)$ 为 Bernstein 基函数，该特性称为 (D)

A、递推性

B、正性

C、对称性

D、权性

3. 图中所示是由构造实体几何 (CSG) 方法构造得到的实体模型，其中 1、2 所代表的操作分别为 (C)。

A. 并、交

B. 交、并

C. 并、差

D. 交、差

5. 齐次坐标表示法是 (C)。

A. 用 n 维向量表示 $n+1$ 维向量

B. 用 n 维向量表示 n 维向量

C. 用 $n+1$ 维向量表示 n 维向量

D. 用 $n+1$ 维向量表示 $n+1$ 维向量

6. 在多边形裁剪算法中，如果某边的起点和终点都在不可见一侧，则 (D)

A、仅输出 S 点

B、仅输出 P 点

C、输出 SP 点

D、不输出任何点

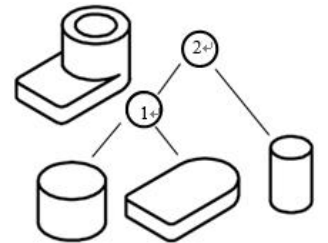
7. 在透视投影中，主灭点的最多个数是 (C)

A. 1

B. 2

C. 3

D. 4



二、多选题

1. 用多边形表示物体表面模型的主要优点：(ABCE)

A 表示简单 B 可以表示具有任意拓扑的物体

C 可以表示具有丰富细节的物体

D 具有清晰的解析表达式，几何属性计算容易

E 大部分图形硬件支持多边形物体的加速绘制

2. 以下关于曲线性质描述正确的是 (BCD)。

A. Bezier 曲线具有许多很好的性质，例如局部修改性：移动某个控制点只会对该点附近的曲线形状有作用，而对较远的曲线部分不会产生任何影响。

B. Bézier 曲线位于控制多边形的凸包内。

C. Bezier 曲线的起点和终点处的切线方向和特征多边形的第一条边及最后一条边的走向一致。

D. B 样条曲线具有局部修改性。

3. 用参数方程形式描述曲线曲面有什么优点？(ABCD)

A. 可以满足几何不变性的要求。

B. 便于处理斜率为无穷大的情形，不会因此而中断计算。

C. 易于用矢量和矩阵表示几何分量，便于几何变换。

D. 规格化的参数变量 $t \in [0, 1]$ ，使其相应的几何分量是有界的，而不必用另外的参数去定义边界。

4. 下列有关投影变换的叙述语句中，正确的论述是（ DEF ）。
- A. 透视投影与平行投影相比，视觉效果更有真实感，而且能真实地反映物体的精确的尺寸和形状。
 - B. 透视投影变换中，一组平行线投影在与之平行的投影面上，可以产生灭点。
 - C. 在三维空间中的物体进行透视投影变换，可能产生三个或者更多的主灭点。
 - D. 与画面相交的直线，其透视趋近于灭点。
 - E. 垂直画面的所有直线，其透视汇聚于灭点。
 - F. 过视点直线透视为平行于 z 轴直线。

四、简答题

1. CRT 显示器的工作原理是什么？

高速的电子束由电子枪发出，经过聚焦系统、加速系统和磁偏转系统就会到达荧光屏的特定位置。由于荧光物质在高速电子的轰击下会发生电子跃迁，即电子吸收到能量从低能态变为高能态。由于高能态很不稳定，在很短的时间内荧光物质的电子会从高能态重新回到低能态，这时将发出荧光，屏幕上的那一点就会亮了
要保持显示一幅稳定的画面，必须不断地发射电子束

2. “扫描转换”是计算机图形学中常用的术语，其实际含义是什么？

将基本图元的描述信息扫描转化为像素组合 p40

3. 在二维光栅图形中为什么会出现“走样”现象？有哪些常用的反走样方法？简述对直线段采用“非加权区域采样方法”反走样的基本思想。p64

当对图形进行光栅化是，用离散量表示连续直线和区域边界引起的失真现象称之为走样(aliasing)

超采样方法，线段反走样技术，多边形反走样算法

“非加权区域采样方法”问题源由

假设:像素是数学上抽象的点，面积为 0，亮度由覆盖该点图形的亮度所决定
直线段是数学上抽象直线段，宽度为 0

实际:像素面积不为 0

直线段宽度至少为 1 个像素

解决方法:改变直线段生成，由此产生算法，将直线段看作具有一定宽度的狭长矩形

当直线段与某像素有交时，求出两者相交区域的面积，然后根据相交区域面积的大小确定该像素的亮度值。

4. 解释“插值”、“拟合”、“逼近”概念，并说明“插值”与“拟合”的主要区别。

插值:在给定离散数据点的基础上补插连续函数，该函数全部通过给定数据点

逼近:为复杂函数寻找近似的更加简单的替代函数，部分或全部控制点不在所生成的曲线上。

拟合:在插值问题中考虑给定数据点的误差，构造一条曲线使之在某种意义下最接近给定的数据点（不需要一定通过给定数据点，只需要整体靠近）

光顺:无论插值还是逼近，曲线的拐点不能太多。

插值和逼近主要区别:插值全部通过给定数据点;逼近部分或全部控制点不在所生成的曲

线上。

2. 自由曲线的表示通常有哪几种？请比较它们的优缺点。

B 样条, Bezier 曲线, 样条参数曲线等

Bezier 曲线是参数多项式曲线, 它由一组控制多边形的顶点(即控制点)唯一地定义; 缺乏灵活性, 控制性较差, 不能局部修改; 但能较直观的表现条件与曲线形状的关系, 使用户可以方便的通过修改参数来改变曲线的形状及阶次, 算法较简单。

B 样条在保持了 Bezier 曲线的只关心和凸包性等优点的基础上, 可以局部修改, 更趋近于特征多边形, 可以连续光滑拼接, 曲线阶次与顶点无关。

3. 设有控制顶点为 $P_0(0, 0)$ 、 $P_1(2, 2)$ 、 $P_2(2, -1)$ 、 $P_3(4, 0)$, 请完成以下各要求:

(1) 若这些控制顶点表示的是三次 Bezier 曲线, 请用 Bezier 曲线的定义和 de Casteljau 算法分别计算 $P(0.3)$ 的 (x, y) 坐标。

(2) 若这些控制顶点表示的是三次均匀 B 样条曲线, 请计算 $P(0.3)$ 的 (x, y) 坐标。

$$P(t) = \sum_{i=0}^3 P_i B_{i,3}(t) = (1-t)^3 P_0 + 3t(1-t)^2 P_1 + 3t^2(1-t) P_2 + t^3 P_3$$

$$P(0.3) = 0.343 [0, 0] + 0.49 \times 0.7 [2, 2] + 0.27 \times 0.7 [2, -1] + 0.027 [4, 0]$$

$$= 0.441 [2, 2] + 0.189 [2, -1] + 0.027 [4, 0]$$

$$= [1.368, 0.693]$$

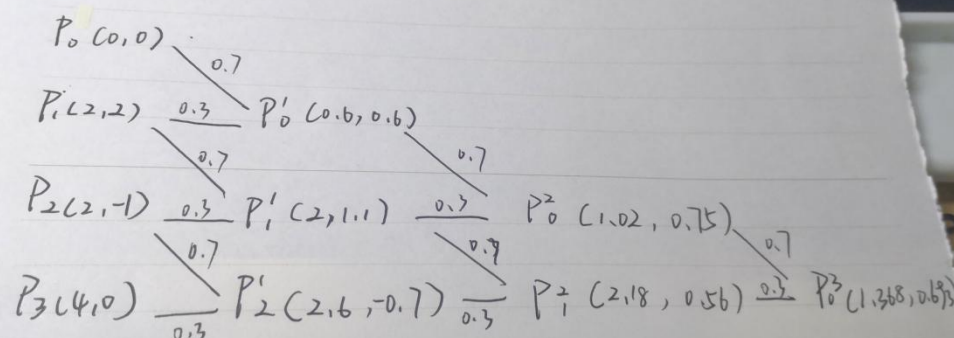


Diagram illustrating the de Casteljau algorithm for a cubic Bezier curve. The control points are $P_0(0, 0)$, $P_1(2, 2)$, $P_2(2, -1)$, and $P_3(4, 0)$. The algorithm uses linear interpolation with weights 0.3 and 0.7 to find intermediate points P'_0, P'_1, P'_2, P'_3 and finally the point $P_3(1.368, 0.693)$.

$$Q(t) = \sum_{i=0}^3 P_i F_{i,3} = \frac{1}{6} (-t^3 + 3t^2 - 3t + 1) P_0 + \frac{1}{6} (3t^3 - 6t^2 + 4) P_1$$

$$+ \frac{1}{6} (-3t^3 + 3t^2 + 3t + 1) P_2 + \frac{1}{6} t^3 P_3$$

$$= 0.59 [2, 2] + 0.258 [2, -1] + 0.0045 [4, 0]$$

$$= [1.714, 0.922]$$

4. 根据三次均匀 B 样条曲线的定义计算以 $P_0(6, 3)$ 、 $P_1(8, 4)$ 、 $P_2(20, 16)$ 、 $P_3(16, 8)$ 为控制顶点的 B 样条曲线在 $t=1/2$ 处的曲线上点的坐标。

$$\begin{aligned}
 Q(t) &= \sum_{i=0}^3 P_i P_{i,3} = \frac{1}{6}(-t^3 + 3t^2 - 3t + 1) [6, 3] + \frac{1}{6}(3t^3 - 6t^2 + 4) [8, 4] \\
 &\quad + \frac{1}{6}(-3t^3 + 3t^2 + 3t + 1) P_2 + \frac{1}{6}t^3 P_3 \\
 &= 0.0208 [6, 3] + 0.475 [8, 4] + 0.479 [20, 16] + 0.021 [90, 86] \\
 t &= \frac{1}{3} \\
 &= [13.84, 9.794]
 \end{aligned}$$

5. 投影模式分类有哪些？请比较各自优缺点和适用的场合。

a. 平行投影：又分为正投影和斜投影，正投影又可以进一步分为三视图和正轴测投影；斜投影可以分斜二测和斜三测。平行投影保持对象的有关比例不变，场景中的平行线在平行投影中显示成平行的，可以准确的反应对象的几何信息。

b. 透视投影：不保持对象的相关比例，当场景透视投影真实感较好，符合人眼成像的规律。

五、综合题

1. 用 Bezier 定义或 de Casteljau 算法计算以 $P_0(6, 3)$ 、 $P_1(8, 4)$ 、 $P_2(20, 16)$ 、 $P_3(90, 86)$ 为控制顶点的 Bezier 曲线在 $t=1/3$ 处的值。

答：

(1) 根据定义计算：P191

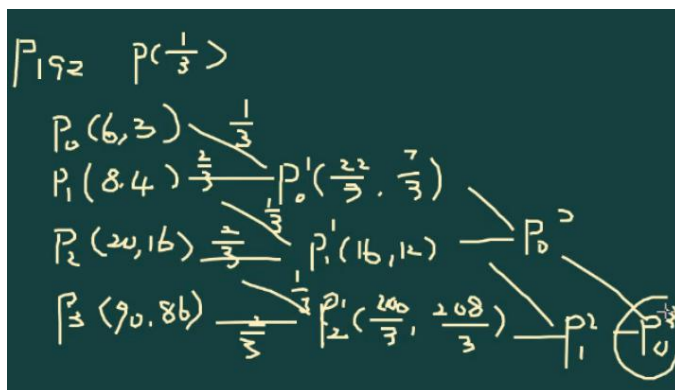
$$x(t) = x_0 * t^3 + 3x_1 t^2(1-t) + 3x_2 t(1-t)^2 + x_3(1-t)^3$$

$$y(t) = y_0 * t^3 + 3y_1 t^2(1-t) + 3y_2 t(1-t)^2 + y_3(1-t)^3$$

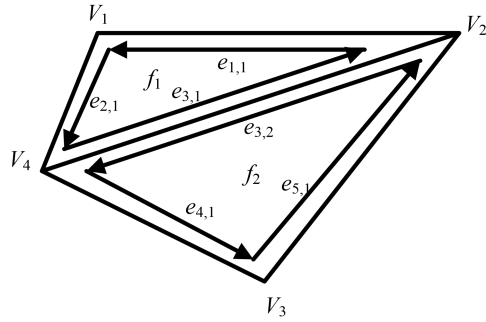
$$x\left(\frac{1}{3}\right) = 6 * \left(\frac{1}{3}\right)^3 + 3 * 8 * \frac{1}{3} * \frac{2}{3} + 3 * 20 * \frac{1}{3} * \left(\frac{2}{3}\right)^2 + 90 * \left(\frac{2}{3}\right)^3$$

$$y\left(\frac{1}{3}\right) = 3 * \left(\frac{1}{3}\right)^3 + 3 * 4 * \frac{1}{3} * \frac{2}{3} + 3 * 16 * \frac{1}{3} * \left(\frac{2}{3}\right)^2 + 86 * \left(\frac{2}{3}\right)^3$$

(2) de Casteljau 算法



2. 请完善以下图形的半边表示。



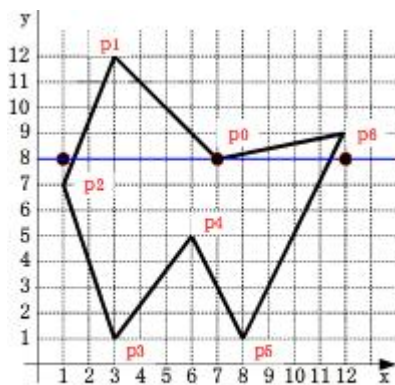
顶点	坐标	以此为起点的半边
V_1	(x_1, y_1, z_1)	$e_{2,1}$
V_2	(x_2, y_2, z_2)	① $e_{3,2}$ 或 $e_{1,1}$
V_3	(x_3, y_3, z_3)	$e_{5,1}$
V_4	(x_4, y_4, z_4)	$e_{4,1}$

面	半边
f_1	$e_{1,1}$
f_2	② $e_{3,2}$ 或 $e_{5,1}$ 或 $e_{4,1}$

半边	起点	相邻半边	面	下条半边	前条半边
...					
$e_{3,1}$	V_4	$e_{3,2}$	f_1	$e_{1,1}$	$e_{2,1}$
$e_{3,2}$	③ V_2	④ $e_{3,1}$	f_2	⑤ $e_{4,1}$	$e_{5,1}$
...					

3、对下图所示多边形，其顶点序列为 $P_0(7, 8)$ 、 $P_1(3, 12)$ 、 $P_2(1, 7)$ 、 $P_3(3, 1)$ 、 $P_4(6, 5)$ 、 $P_5(8, 1)$ 、 $P_6(12, 9)$ 。请对其进行扫描转换，要求：

- (1) 画出边表(ET)。
- (2) 画出当 $y=1$ 、 2 、 8 时的活化边表。



多边形 $P_0P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_0$

注：边结点数据结构为

下端点 x 值	斜率倒数	上端点 y 值	$next$ 指针
-----------	------	-----------	-----------

OpenGL 几何变换相关函数

`glMatrixMode(GLenum mode);` // 设置当前矩阵类型

`glLoadMatrix{fd}(TYPE *m);` // 装入变换矩阵: $M = m$

```
glLoadIdentity(void); //装入单位矩阵:  $M = I$   
glMultMatrix{fd}(TYPE *m); //矩阵相乘:  $M = Mm$   
glTranslate{fd}(TYPE x, TYPE y, TYPE z);  
glRotate{fd}(TYPE angle, TYPE x, TYPE y, TYPE z);  
glScale{fd}(TYPE x, TYPE y, TYPE z);
```