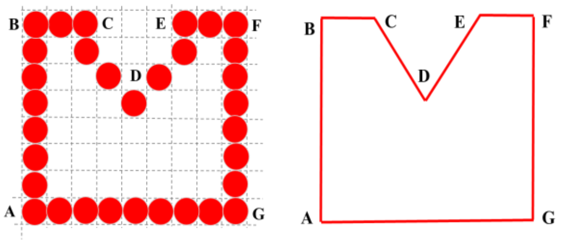
考试科目名称：《计算机图形学》答卷要点

2015-2016 学年第二学期　任课教师：孙正兴　考试方式：闭卷　时间：2016 年 6 月 22 日

院系：________　学号：________　姓名：________　得分：________

本题得分	

1、(本题 15 分) 图 1 示出了多边形 ABCDEFG 的两种表示方法，线条的显示颜色为红色、背景为白色。**(1)**、结合图示，分别描述两种图形表示方法的主要特点，并进行比较；**(2)**、结合图示，分别描述两种图形表示的扫描显示过程，并进行比较；**(3)**、若需去除图形的线段 CD 和 DE 而连接 CE 线段，分析两种图形表示扫描显示过程的变化。



(a)　(b)

图 1 图形的两种表示方法示意

答案要点：

(1). 图 1(a)为点阵表示方法：枚举图形构成的像素集合及其显示颜色和亮度值，色彩丰富；存储文件大，有锯齿状、与分辨率相关。图 1(b)为矢量表示方法：枚举图形构成的几何特性，存储文件小，线条光滑与分辨率无关；色彩单一。

(2). 图 1(a)采用光栅扫描显示方法：逐行访问并设置像素颜色和亮度值，线段像素设置成红色，背景设置成白色；扫描显示过程固定，与图形复杂度无关，图形像素设置成前景色、其它像素设置成背景色；需要帧缓冲器存储屏幕像素。图 1(b)采用随机扫描显示方法：按图形构成定义和线段色彩直接在屏幕上扫描生成，扫描过程与图形构成有关，只需存储图形构成文件。

(3). 光栅扫描显示过程无变化，原 CD 和 DE 所在线段像素设置为背景色，CD 线段像素设置为前景色；随机扫描过程发生变化，A→B→C→D→E→F→G→A 的绘制过程变为 A→B→C→E→F→G→A。

本题得分	

2、(本题 20 分) 图 2 示出了由帧缓冲器、彩色表和显示器等主要部分组成的逐行光栅扫描显示系统结构，其屏幕分辨率为 640×480。试回答下列问题：**(1)**、若该系统屏幕的刷新速率为 60 帧/秒，水平和垂直回扫时间分别是 0.02 微秒和 0.005 微秒，则该屏幕的回扫开销占每帧刷新时间的比例是多少？**(2)**、若帧缓冲器存储单元位长为 24 位，则如何描述该系统颜色显示能力？帧缓冲器存储的是哪种类型的数值？**(3)**、若屏幕的每个像素有 480 个亮度级别，则该系统可表示的亮度级别数是多少？**(4)**、若帧缓冲器容量为 8M，如何设置屏幕显示分辨率和帧缓冲器单元位长，才能使该系统的同屏显示色彩最丰富？**(5)**、若帧缓冲器采用行序编址方式，图形存储初始地址为：addr(0,0)，每个像素存储位长为 n，那么，如何计算帧缓冲器的地址 addr(x,y)和 addr(x+1,y+1)？

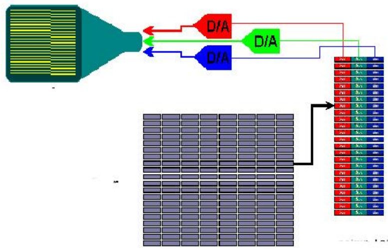


图 2 光栅扫描显示系统结构示意

答案要点：

(1). 回扫开销占每帧刷新时间比例为：[(m-1)×t1+t2]×r =[(640-1)×0.02+0.005]×60；

(2). 同屏显示 2^{24} 种颜色中的 640×480 种颜色；帧缓冲器中存储的是彩色表中某特定颜色的地址；

(3). 可表示为：n×n×(m-1)+1=640×640×479+1 个亮度级别；

(4). 设置为：显示分辨率 1024×768；帧缓冲器单元位长 16 位；

(5). addr(x,y)=addr(0,0)+yn(xmax+1)+nx，addr(x+1,y+1)=addr(x,y)+nxmax+2n；。

本题得分	

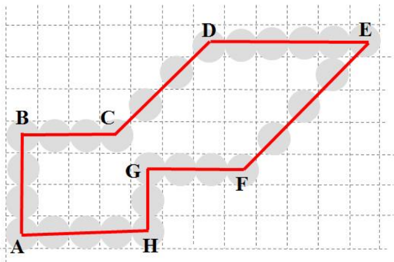


图 3 给定多边形示意图

3、(本题 20 分)给定图 2 所示的多边形 ABCDEFGH，各顶点坐标为：A(0,0)、B(0,10)、C(10,10)、D(20,18)、E(31,18)、F(21,9)、G(11,9)、H(11,0)。**(1)**、若 T 和 T^{-1} 分别表示平移和逆平移、R 和 R^{-1} 分别表示旋转和逆旋转、M 表示相对于坐标轴的对称变换，试给出该多边形相对于任意直线 $y=kx+b$ 的对称变换表达式；**(2)**、采用 Bresenham 算法求出线段 CD 在光栅扫描显示系统屏幕上的像素生成位置，其中：$p_0=2\triangle y-\triangle x$；$p_{k+1}=p_k+2\triangle y-2\triangle x$ ($p_k>0$)；$p_{k+1}=p_k+2\triangle y$ ($p_k<0$)；**(3)**、解释何为直线的连贯性，并据此采用整数增量运算方式求出线段 EF 在屏幕上的像素位置；**(4)**、若需将该多边形转化为填充区域描述方式，请给出区域的内部像素和边界像素的连通性要求，并简要描述该区域的递归填充过程。

答案要点：

(1) 相对于直线对称变换的复合变换表达式为：$P_1=\{T^{-1}\cdot R^{-1}\cdot M\cdot R\cdot T\}\cdot P$；

(2) (20,18) (19,17) (18,16) (17,16) (16,15) (15,14) (14,13) (13,12) (12,12) (11,11) (10,10)；

(3) 某边界与当前扫描线的交点是在该边与前一条扫描线交点基础上增加该边斜率的倒数；

(4) 区域内部像素定义为八连通，区域边界像素定义为四连通；递归填充：从种子点开始，按内部像素连通性递归地逐个像素地检测并扩散到整个区域。算法简单，所需存储空间大。

2

本题得分	

4、(本题 20 分) 二维图形裁剪的核心在于测试裁剪窗口与被裁剪对象间的关系，如图 4 所示。试回答下列问题：**(1)**、若采用梁友栋-*Barsky* 线段裁剪算法对多边形 ABCDEFG 中的 DE 边进行裁剪，D 和 E 在一维数轴上的参数值分别是 $\boldsymbol{u_d}$ 和 $\boldsymbol{u_e}$，且 $\boldsymbol{u_d<u_e}$，诱导窗口在一维数轴上的参数值分别是 $\boldsymbol{u_1}$ 和 $\boldsymbol{u_2}$，且 $\boldsymbol{u_1<u_2}$，那么，DE 在裁剪窗口内至少部分可见的必要条件是什么？可见部分的参数区间是什么？**(2)**、若采用梁友栋-*Barsky* 线段裁剪算法对图 4 中多边形 ABCDEFG 进行裁剪，那么，必须解决哪些问题才能获得正确的裁剪结果？**(3)**、若采用 Sutherland-Hodgman 裁剪算法对图 4 中多边形 ABCDEFG 进行裁剪，试根据该算法特性分析能否得到正确的裁剪结果及其原因？

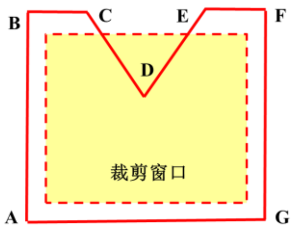


图 4 线段与多边形裁剪示意

答案要点：

(1). 充要条件：$\max(u_d, u_1) \leqslant \min(u_e, u_2)$，可见部分的参数区间为：【$\max(u_d, u_1)$，$\min(u_e, u_2)$】

(2). 线段裁剪算法对多边形进行裁剪所要考虑的问题：多边形的定义，即：多边形各组成边的关系

凸多边形：用线段裁剪处理的凸多边形边界显示为一系列不连接的直线段；即：多边形的边被裁剪后一般不再封闭，需要用窗口边界的适当部分来封闭它。如何确定这部分边界？

凹多边形：可能被裁剪成几个小多边形。如何确定这些小多边形的边界？

(3) Sutherland-Hodgman 裁剪算法对凹多边形进行裁剪可能出现多余的线;这种情况在裁剪结果多边形有两个或多个分离部分时会出现。

成因：只有一个输出顶点表；且结果多边形的最后一个顶点总是与其第一个顶点相连。

本题得分	

5、(本题 25 分) 给定控制顶点集$\left(P_0,P_1,P_2,P_3,P_4,P_5,P_6,P_7,P_8\right)$。试回答下列问题：**(1)**、若采用 B 样条方法将该控制顶点集拟合生成一条三次 B 样条曲线，给出生成该曲线的 B 样条基函数阶数、节点矢量 U、参数定义域及无重节点下的段落数；并分别分析移动控制顶点 P_3 和 P_7 对所生成 B 样条曲线形状的影响；**(2)**、若需将该控制顶点集拟合生成曲线端点具有三次 Bézier 曲线的端点性质，并确保曲线段间在连接点处至少具有一阶参数连续性，那么，应如何设置控制顶点(或节点)间的关系？应采用的基函数类型及次数？所构造生成的 Bézier 曲线有哪些相关显著特性？

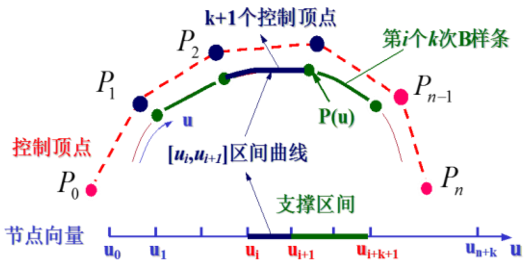


图 5 B 样条曲线定义示意

答案要点：

①采用4阶B样条基函数；(1 分)，节点矢量：U=$\left\{u_0,u_1,u_2,\cdots,u_{12}\right\}$；(2分)

参数定义域$u\in\left[u_3,u_9\right]$，(2分)，曲线段数是6段；(1分)

移动控制顶点 P_3 和 P_7 对生成B样条曲线的影响分别是：$u\in\left[u_3,u_7\right]$(2分)；$u\in\left[u_7,u_9\right]$(2分)

②方案1：控制顶点分为两组：$\left(P_0,P_1,P_2,\left(P_3,P_4\right)\right)$和$\left(P_5,P_6,P_7,P_8\right)$；(2分)

控制顶点 P_3 P_4 P_5 重合；$P_2,\left(P_3,P_4,P_5\right),P_6$ 共线且有相同间隔。(4分)

采用3次Bernstein基函数(1 分)

方案2：采用①中构造的B样条曲线设置重节点方式，采用控制顶点不分组方式

端节点k+1 重，相邻内部节点k 重：

U=$\left\{\left(u_0,u_1,u_2,u_3\right),\left(u_4,u_5,u_6\right),\left(u_7,u_7,u_8\right),\left(u_9,u_{10},u_{11},u_{12}\right)\right\}$；(6分)

采用3次B样条基函数(1分)

两段Bézier 曲线，端点位置为分别：P_0 和 $P_3\left(P_4\right)$及 P_5 和 P_8；(4分，各2分)

端点切矢量分别为：$\left(P_1\text{-}P_0\right),\left(P_3\text{-}P_2\right)$；$\left(P_6\text{-}P_5\right),\left(P_8\text{-}P_7\right)$。(4 分，各 2 分)