

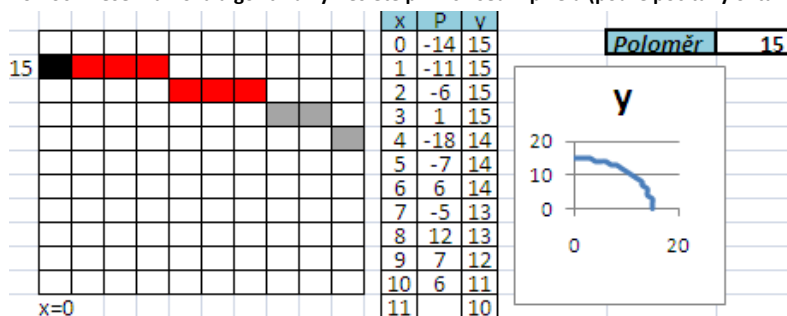
- Napište posloupnost příkazů (Delphi) pro nakreslení trojúhelníku (červený obrys, výplň jednotlivá černá barva) na komponentu (TPaintBox), umístěné na formuláři HlavníForm (TForm). Jeden vrchol trojúhelníku leží uprostřed plochy Kreslení, další dva vrcholy leží v pravém dolním a v levém dolním rohu plochy Kreslení. Nepředpokládejte žádné implicitní nastavení barev a výplně.

```
var Pole:array [0..2] of TPoint;
begin
  pole[0].X:=PB_Kresleni.Width div 2;
  pole[0].Y:=PB_Kresleni.Height div 2;
  pole[1].X:=0;
  pole[1].Y:=PB_Kresleni.Height;
  pole[2].X:=PB_Kresleni.Width;
  pole[2].Y:=PB_Kresleni.Height;
  PB_Kresleni.Canvas.Pen.Color:=clRed;
  PB_Kresleni.Canvas.Pen.Width:=5;
  PB_Kresleni.Canvas.Pen.Style:=psSolid;
  PB_Kresleni.Canvas.Brush.Color:=clBlack;
  PB_Kresleni.Canvas.Brush.Style:=bsSolid;
  PB_Kresleni.Canvas.Polygon(pole);
end;
```

- Dopňte do následující metody FormMouseDown kód tak, aby při každém stisku levého tlačítka myši nad plochou formuláře (TFormHlavní) se na plochu formuláře nakreslila černá úsečka mezi levým horním rohem uživatelské plochy formuláře a pozicí kurzoru myši.

```
procedure TForm1.FormMouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
  begin
    case Button of
      mbLeft : begin
        Canvas.Pen.Color := clBlack;
        Canvas.Pen.Width := 2;
        Canvas.Pen.Style := psSolid;
        Canvas.MoveTo(0,0);
        Canvas.LineTo(X,Y);
      end;
    end;
  end;
```

- Pomocí Bresenhamova algoritmu vykreslete prvních sedm pixelů (pouze počítaný oktant) kružnice o poloměru R=15 a středu [0, 0].



- Napište parametrické vyjádření úsečky AB, pokud A=[5, 0] a B=[1, 3].

$v=B-A=(-4, 3)$ $x=5-4t$ $y=3t$

- Pomocí DDA algoritmu určete pixely (souřadnice), které budou náležet vykreslené úsečce AB, pokud A=[1, 3] a B=[3, 9].

$dy=y_2-y_1$	$x_1=$	1	$x_2=$	3		krok	x	y	$Bod1=[1; 4]$	$Bod2=[2; 5]$	$Bod3=[2; 6]$
$dx=x_2-x_1$	$y_1=$	3	$y_2=$	9		0	1,00	3,00	$Bod4=[2; 7]$	$Bod5=[3; 8]$	$Bod6=[3; 9]$
$počet\ kroků=MAX(Dx , Dy)=$				6		1	1,33	4,00			
						2	1,67	5,00			
A=[1,3]	$Dy=$	6	$Py=Dy/Pk$	1		3	2,00	6,00			
B=[3,9]	$Dx=$	2	$Px=Dx/Pk$	0,33		4	2,33	7,00			
						5	2,67	8,00			
						6	3,00	9,00			

- Jak pomocí vektorového počtu zjistíte, že dvě úsečky jsou navzájem rovnoběžné?

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = 0, \text{ pro použití obecných rovnic; } k_1=k_2 \text{ pro směrnice vyjádření}$$

Příklad: $A1=[2,1]; B1=[10,3] \Rightarrow u=(8, 2) \Rightarrow \text{stejné vektory, rovnoběžné}$
 $A2=[5,5]; B2=[13, 7] \Rightarrow v=(8, 2)$

- Napište výraz (podle konvencí jazyka Pascal, C++ nebo C#), který bude nabývat hodnoty TRUE, pokud při ořezávání Cohen-Sutherlandovým algoritmem leží ořezávaná úsečka mimo ořezávanou oblast (KodP a KodZ jsou hodnoty typu byte a vyjadřují kódy počátečního a koncového bodu úsečky).

```
if ((KodP || KodZ)!=0) { //tento kód ovšem neodhalí všechny případy! (více viz http://cs.wikibooks.org/wiki/O%C5%99ez%C3%A1v%C3%A1n%C3%AD)
  hodnota=1;
}
```

8. Jak získáte (bez použití funkce GetValue) z proměnné Barva (longint) hodnotu zeleného kanálu (v modelu RGB)? Napište vztah v konvencích Pascalu nebo C++/C#.
ZelenyKanal := (Barva and \$00FF00) shr 8;
9. Kolikrát se kopíruje každý pixel elipsy, vypočítaný pomocí Bresenhamova algoritmu?
Výpočet stačí provést pouze pro jeden kvadrant, tudíž kopírujeme 3x.
10. Napište vztah pro určení minimální vzdálenosti dvou kružnic (k1 o poloměru R1 a středu S1[s1x, s1y], k2 o poloměru R2 a středu S2[s2x, s2y]). Pokud mají kružnice alespoň jeden společný bod, jejich minimální vzdálenost je D.
mají vnější dotyk, pokud |S1S2| = R1 + R2
11. Metoda Liang-Barsky se používá k ořezání:
 a) **úsečky pravouhelníkem, který má strany rovnoběžné s osami SS*
 b) úsečky libovolnou pravouhlou oblastí
 c) úsečky libovolným konvexním n-úhelníkem
 d) úsečky libovolným n-úhelníkem
 e) libovolného n-úhelníku pravouhelníkem, který má strany rovnoběžné s osami SS
 f) žádná z předchozích variant není správná
12. Je definován NEKONVEXNÍ n-úhelník pomocí souřadnic svých vrcholů A1...An. Vrcholy n-úhelníku jsou zadány PROTI směru hodinových ručiček. Je dán bod B[x, y], jehož poloha je vůči všem hraničním úsečkám (A1 A2, A2A3, ... , AnA1) daného n-úhelníku VLEVO. Na základě výše uvedených skutečností platí:
 a) bod B leží uvnitř daného n-úhelníku
 b) bod B leží mimo daný n-úhelník
 c) **nelze jednoznačně určit, zda bod B leží uvnitř nebo vně daného n-úhelníku*
13. Napište transformační matici posunu bodu B[Bx, By, Bz] v 3D o vektor p(px, py, pz) pokud platí vztahy:

$$\begin{matrix} Bx' = Bx + px \\ By' = By + py \\ Bz' = Bz + pz \end{matrix} \quad \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ px & py & pz & 1 \end{vmatrix}$$
14. Co platí při záplavovém vyplňování pro bod ležící uvnitř oblasti? Bod leží uvnitř, pokud:
má stejnou barvu jako původní semínko.
15. Mějme rastrový obrázek v 256 odstínech šedé (0-černá..255-bílá). Provádíme převod do dvou barev (0-černá, 255-bílá) s použitím některé z rozptylovacích metod s distribucí chyby. Jakou hodnotu jasové chyby budeme rozpočítávat mezi sousední pixely při úpravě s původním jasnem 150? Uveďte konkrétní hodnotu.
255-150=105
16. Uveďte zásadní rozdíl mezi interpolační a aproximační křivkou.
Interpolační – úlohou je nalézt takovou křivku, která prochází určujícími (opěrnými body)
Aproximační – úlohou je nalézt vhodnou aproximační fci, která nemusí procházet určujícími body, ale při tom co nejlépe vystihuje (nahrazuje) existující funkční závislost
17. Na kolik úrovní je rozdělen modrý kanál při tvorbě jednotlivých barev palety 3-3-2?
V RGB: Blue – 2bity (4 úrovně)
 Red a Green – 3bity (8 úrovní)
18. Napište posloupnost příkazů (Delphi) pro nakreslení čtyřúhelníku (modrý obrys, bez výplně) na komponentu PB (TpaintBox) na formuláři HlavníForm (TForm). Každý z vrcholů čtyřúhelníku leží uprostřed jedné strany komponenty PB. Nepředpokládejte žádné implicitní nastavení barev a výplně.
PB_Kresleni.Canvas.Pen.Color:=clBlue;
PB_Kresleni.Canvas.Pen.Width:=5;
PB_Kresleni.Canvas.Pen.Style:=psSolid;
PB_Kresleni.Canvas.MoveTo(0,PB_Kresleni.Height div 2);
PB_Kresleni.Canvas.LineTo(PB_Kresleni.Width div 2,0);
PB_Kresleni.Canvas.LineTo(PB_Kresleni.Width,PB_Kresleni.Height div 2);
PB_Kresleni.Canvas.LineTo(PB_Kresleni.Width div 2,PB_Kresleni.Height);
PB_Kresleni.Canvas.LineTo(0,PB_Kresleni.Height div 2);
19. Doplňte do následující metody FormMouseMove kódy tak, aby při každém pohybu myši nad plochou formuláře HlavníForm (ThlavniForm) se v popisku Vzdálenost (Tlabel, ležící na formuláři) zobrazila vzdálenost mezi pozicí kurzoru a středem uživatelské plochy formuláře.
 procedure TForm1.FormMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
var v : double;
 begin
Canvas.Pixels[Form1.Width div 2,Form1.Height div 2]:=clRed;
v := sqrt(sqr(X-Form1.Width div 2)+sqr(Y-Form1.Height div 2));
Label1.Caption := floattostr(v);
 end;
20. Napište transformační matici otáčení bodu B[Bx, By] okolo počátku SS v 2D o úhel beta, pokud platí vztahy:

$$\begin{matrix} Bx' = Bx \cdot \cos(\beta) - By \cdot \sin(\beta) \\ By' = Bx \cdot \sin(\beta) + By \cdot \cos(\beta) \end{matrix} \quad A_R = \begin{vmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 \\ \sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

- Směrnice $k_1 = -1/k_2$ nebo skalární součin vektorů je roven nule.**

- Pomůcka:** Pokud $\text{kód}(Z) \cup \text{kód}(K) = 0 \Rightarrow$ úsečka je celá uvnitř

Pokud kód(Z) průnik kód(K) $\neq 0 \Rightarrow$ úsečka je celá mimo

Pokud kód(Z) průnik kód(K) = 0 => úsečka prochází více oblastmi a je třeba ji oříznout

```
if ((kodP && kodZ)==0)
```

hodnota=1;

- ```
ModryKanal := (Barva AND $FF0000) shr 16;
```

- Neprochází žádným z bodů P0 až P3, prochází svými krajními body Q0 a Q1.**

**Vysvětlení: P0 a P3 – pomocí nichž je křivka definována – nejsou krajními body křivky, svými krajními pochopitelně prochází.**

- Změna řídících os probíhá v bodě, kde je směrnice tečny = -1 (45°).**

- 

- a) Liang-Barsky
- b) Cohen-Sutherland
- c) **\*Cyrus-Beck**
- d) Libovolnou z uvedených

- Interpolační křivka prochází všemi body.**

- U pŕltónování dochází ke zvýšení rozlišení. Pŕvodní pixel nahradíme více pixely s použitím například jen dvou barev.***

***U rozptylování nedochází ke změně rozlišení. Pixel je buď 1 nebo 0 podle vztahu  $ivst > irand \Rightarrow$  v tomto případě 1.***

- a) \*Bod B leží uvnitř daného  $n$ -úhelníku

- b) Bod B leží mimo daný n-úhelník**

- c) Nelze jednoznačně určit, zda bod B leží uvnitř nebo vně daného  $n$ -úhelníku.

- $$255-196=59$$

- Pro RGB: 3bitv => 8 úrovní**

- $$v = AB = B - A = (-3, -4)$$

$$x = 4 - 3t$$
$$y = 4 - 4t$$

- |                                |        |    |              |       |      |       |       |              |              |               |
|--------------------------------|--------|----|--------------|-------|------|-------|-------|--------------|--------------|---------------|
| $dy=y_2-y_1$                   | $x_1=$ | 1  | $x_2=$       | -3    | krok | x     | y     | Bod1=[0; 4]  | Bod2=[0; 3]  | Bod3=[-1; 2]  |
| $dx=x_2-x_1$                   | $y_1=$ | 5  | $y_2=$       | -1    | 0    | 1,00  | 5,00  | Bod4=[-2; 1] | Bod5=[-2; 0] | Bod6=[-3; -1] |
| $počet\ kroků=MAX( Dx , Dy )=$ |        |    |              |       | 6    |       |       |              |              |               |
|                                |        |    |              |       | 1    | 0,33  | 4,00  |              |              |               |
|                                |        |    |              |       | 2    | -0,33 | 3,00  |              |              |               |
| A=[1,3]                        | $Dy=$  | -6 | $P_y=Dy/P_k$ | -1    | 3    | -1,00 | 2,00  |              |              |               |
| B=[3,9]                        | $Dx=$  | -4 | $P_x=Dx/P_k$ | -0,67 | 4    | -1,67 | 1,00  |              |              |               |
|                                |        |    |              |       | 5    | -2,33 | 0,00  |              |              |               |
|                                |        |    |              |       | 6    | -3,00 | -1,00 |              |              |               |

35. Na formuláři HlavníForm (TForm) jsou vedle sebe dvě stejně velké komponenty BP\_Original a PB\_Kopie (TpaintBox). Napište posloupnost příkazů v jazyce Object Pascal, pomocí nichž překopírujete obsah prvního řádku pixelů z BP\_Original do PB\_Kopie.

```
for i := 0 to PB_Original.Width do begin
 PB_Kopie.Canvas.Pixels[0, i] := PB_Original.Canvas.Pixels[0, i];
end;
```

36. Vysvětlete pojem Voxel. Kdy se používá?

Je vlastně trojrozměrný pixel. Používá se pro modelování 3D objektů

37. Jak určíme viditelnost hran při řešení viditelnosti jednoho konvexního tělesa? Hrana je viditelná, pokud...

38. Co lze obecně prohlásit o dvou úsečkách, jejichž směrnice jsou totožné?

Jsou rovnoběžné nebo splývají.

39. Na fromuláři HlavníForm (TForm) je umístěn PaintBox1 (TpaintBox). Nakreslete modrou barvou (R=0; G=0; B=255) na daném paintboxu čáry z levého horního rohu do pravého dolního rohu a z pravého horního rohu do levého dolního rohu.

```
Canvas.Pen.Color:=clBlue;
Canvas.Pen.Style:=psSolid;
Canvas.Pen.Width:=2;
Canvas.MoveTo(0,0);
Canvas.LineTo(PaintBox1.Width, PaintBox1.Height);
Canvas.MoveTo(0,PaintBox1.Height);
Canvas.LineTo(PaintBox1.Width,0);
```

40. Pixel má barvu RGB \$FF003F, (R kanál je uložen v nejméně významném bajtu). Jakou barvu RGB dostaneme po převodu původní barvy pixelu do odstínu šedé. Výslednou barvu vyjádřete jako tříbajtovou hodnotu RGB (pro jednoduchost v takové soustavě) nebo po jednotlivých složkách – konstanty v převodním vztahu jsou R: 0,269; G: 0,697; B: 0,144.

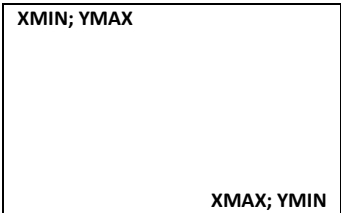
```
R = 63 ; G = 0 ; B = 255
I = 63*0,269 + 0*0,697 + 255*0,144 = 54 (přibližně)
Odstín šedé : [54,54,54]
```

41. Jakým způsobem se určí barva nevypočítaných pixelů (tzv. děr) vznikajících při dopředném způsobu otáčení rastrového obrázku o libovolný úhel?

Při dopředném otáčení vznikají díry, které je potřeba nalézt a určit jejich barvu z vyplněných sousedů.

42. Napište příkaz (posloupnost příkazů), pomocí nichž nakreslete v:

- a) BP7: žlutý (barva 14) bod (pixel) v levém dolním rohu obrazovky  
PutPixel (0, GetMaxY, Yellow);
- b) Delphi: červený (RGB=255,0,0) bod (pixel) v polovině pravého okraje uživatelské plochy formuláře  
Canvas.Pixels[Form.Width, Form.Height div 2]:=clRed;
- c) BP7: na střed obrazovky pravoúhelník (může být i pomocí úseček) o ploše odpovídající ¼ plochy obrazovky, s poměrem stran shodným s poměrem stran obrazovky  
x8 := GetMaxX div 8; PB\_Kresleni.Canvas.Pen.Color:=clGreen;  
y8:= GetMaxY div 8; PB\_Kresleni.Canvas.Pen.Width:=5;  
x2 := GetMaxX div 2; PB\_Kresleni.Canvas.Pen.Style:=psSolid;  
y2 := GetMaxY div 2; PB\_Kresleni.Canvas.MoveTo(Round(x2-x8),Round(y2-y8));  
MoveTo(Round(x2-x8),Round(y2-y8)); PB\_Kresleni.Canvas.LineTo(Round(x2+x8),Round(y2-y8));  
LineTo(Round(x2+x8),Round(y2-y8)); PB\_Kresleni.Canvas.LineTo(Round(x2+x8),Round(y2+y8));  
LineTo(Round(x2+x8),Round(y2+y8)); PB\_Kresleni.Canvas.LineTo(Round(x2-x8),Round(y2+y8));  
LineTo(Round(x2-x8),Round(y2+y8)); PB\_Kresleni.Canvas.LineTo(Round(x2-x8),Round(y2-y8));
- d) Delphi na uživatelskou plochu formuláře bílou barvou osy karteziánského SS, pokud uživatelská plocha okna představuje výřez USS, s hranicemi dle obrázku  
XMIN < 0 < XMAX; YMIN < 0 < YMAX?



```
Form1.Canvas.MoteTo(UssToSszX(XMin),UssToSszY(0));
Form1.Canvas.LineTo(UssToSszX(XMax),UssToSszY(0));
Form1.Canvas.MoteTo(UssToSszX(0),UssToSszY(YMin));
Form1.Canvas.LineTo(UssToSszX(0),UssToSszY(YMax));
```

43. Napište směrnice tvar rovnice přímky procházející body A[1, 2] a B[6, 0].

|                 |   |   |                               |                                         |  |
|-----------------|---|---|-------------------------------|-----------------------------------------|--|
|                 | x | y |                               |                                         |  |
| bod A=          | 1 | 2 | $k = \frac{by - ay}{bx - ax}$ | $q = \frac{bx * ay - ax * by}{bx - ax}$ |  |
| bod B=          | 6 | 0 |                               |                                         |  |
| směrnice tvar:  |   |   | $k = -0,40$                   | nebo $k = -a/b = -0,40$                 |  |
| $y=kx+q$        |   |   | $q = 2,40$                    | nebo $q = -c/b = 2,40$                  |  |
| obecná rovnice: |   |   |                               |                                         |  |
| $ax+by+c=0$     |   |   | $v = (5, -2)$                 |                                         |  |
| $2x+5y+c=0$     |   |   | $2*1+5*2+c=0 \Rightarrow$     | $2x+5y-12=0$                            |  |

směrnice tvar:  
 $y = kx + q$   
 $y = -0,4x + 2,4$

44. Pomocí DDA algoritmu určete souřadnice všech bodů, které vyznačíte při kreslení úsečky AB určené body A[1, 2] a B[6, 4].

|                                 |        |   |              |      |             |          |          |                                           |
|---------------------------------|--------|---|--------------|------|-------------|----------|----------|-------------------------------------------|
| $dy=y_2-y_1$                    | $x_1=$ | 1 | $x_2=$       | 6    | <b>krok</b> | <b>x</b> | <b>y</b> | [1, 2] [2, 2] [3, 3] [4, 3] [5, 4] [6, 4] |
| $dx=x_2-x_1$                    | $y_1=$ | 2 | $y_2=$       | 4    | 0           | 1,00     | 2,00     |                                           |
| $počet\ kroků=MAX( Dx ,  Dy )=$ |        |   |              |      | 1           | 2,00     | 2,40     |                                           |
|                                 |        |   |              |      | 2           | 3,00     | 2,80     |                                           |
| A=[1,2]                         | $Dy=$  | 2 | $P_y=Dy/P_k$ | 0,40 | 3           | 4,00     | 3,20     |                                           |
| B=[6,4]                         | $Dx=$  | 5 | $P_x=Dx/P_k$ | 1,00 | 4           | 5,00     | 3,60     |                                           |
|                                 |        |   |              |      | 5           | 6,00     | 4,00     |                                           |

45. Vysvětlete stručně výhody Bresenhamových algoritmů.

Celočíselná matematika, POZOR množné číslo! Pro kružnici stačí provést výpočet pouze pro jeden oktant a pro elipsu pouze pro jeden kvadrant a zbytek pomocí symetrie dodělat, u rozhodovacího čísla  $Ed = (D1-D2)$  stačí testovat pouze znaménko.

46. Jakou část elipsy (v poloze, kdy osy elipsy jsou rovnoběžné s osami SS) musíte při kreslení pomocí Bresenhamova algoritmu vypočítat a kolikrát můžete takto vypočítanou část přenést pomocí symetrie?

Vypočítat 1. Kvadrant tedy ¼ a na zbývající ¾ použít symetrii.

47. Napište a odvoďte (např. pomocí použití polárních souřadnic) vztahy pro 2D otočení bodu okolo počátku.

Pro otočení okolo počátku je bod v polárních souřadnicích definován jako  $A[X, \theta]$  kde  $X$  je vzdálenost od počátku a velikost úhlu  $\theta$  je od osy  $x$  k tomuto bodu. Mějme úhel otočení  $\gamma$ . Vztah pro otočení bodu bude jednoduchý  $\Rightarrow A'[X, \theta + \gamma]$ . Kladný úhel je proti směru hodinových ručiček.

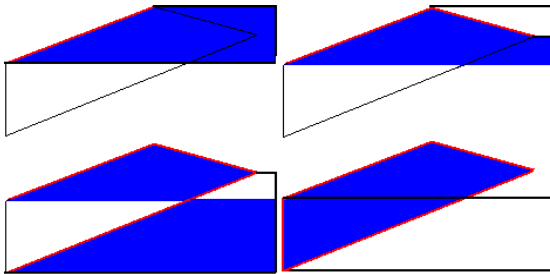
Z přednášky:  $X' = X \cos \theta - Y \sin \theta$

$Y' = X \sin \theta + Y \cos \theta$

maticové vyjádření:

$$Ar = \begin{vmatrix} \cos \beta & \sin \beta & 0 \\ -\sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad Ar^{-1} = \begin{vmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 \\ \sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

48. Nakreslete čtyři fáze (pro každou hranu jeden obrázek) postupného inverzního vyplňování naznačeného čtyřúhelníku.



49. Při ořezávání úsečky pomocí metody Sutherland je každému konci úsečky přiřazen jistý kód. Napište vztah, který vyjadřuje, že úsečka leží celá uvnitř ořezávané oblasti.  
 $kód(Z) \cup kód(K) = 0 \Rightarrow$  úsečka je celá uvnitř

50. Jakým způsobem lze určit, zda daný bod leží uvnitř nebo vně nekonvexního mnohoúhelníku, zadaného geometricky pomocí posloupnosti navazujících úseček?

Při ořezávání nekonvexním mnohoúhelníkem je třeba vyhodnotit počet průsečíků polopřímky vedené z vyšetřovaného bodu  $P$  s hranami mnohoúhelníku.

Postupujeme zleva po souřadnici  $x$ : Sudý počet průsečíků  $\Rightarrow$  bod leží vně

Lichý počet průsečíků  $\Rightarrow$  bod leží uvnitř

51. Jakým způsobem lze pomocí vektorového počtu určit, zda jsou 2 úsečky (určené koncovými body) navzájem kolmé?

Kolmé:  $k_1 = -1 / k_2$   $a_1 \cdot a_2 + b_1 \cdot b_2 = 0$  skalární součin  $u \cdot v = 0$

52. Určete vzdálenost bodu  $A(A_x, A_y)$  od kružnice  $(S_x, S_y, r)$ .

Vypočteme vzdálenost středu kružnice  $S$  od bodu  $A$  a odečteme poloměr kružnice  $r$ .

$$v = |\vec{AS}| = \sqrt{(A_x - S_x)^2 + (A_y - S_y)^2} - r$$

53. Vysvětlete pojem CSG modelování.

Konstruktivní geometrie těles (Constructive Solid Geometry). Reprezentace těles pomocí stromu složeného z CSG primitiv (kvádr, koule, válec, kužel, poloprostor, toroid), z množinových operací (sjednocení, rozdíl, průnik) a transformací. Snadné napodobení obráběcích operací.

54. Co je to kubika?

Interpolační křivky jsou vyjádřeny polynomem 3. stupně. Pro každý interval tvoříme polynom.

$$s_i(x) = a_i + b_i(x - x_{i-1}) + c_i(x - x_{i-1})^2 + d_i(x - x_{i-1})^3 \quad \text{substituce } t = x - x_{i-1}$$

$$s_i(x) = a_i + b_i t + c_i t^2 + d_i t^3$$

55. Jaký je rozdíl mezi histogramem barevného obrázku a obrázku v odstínech šedé?

U obrázku s odstíny šedé má jeden rozměr, u barevných obrazů má 3 rozměry.

56. Jaký je základní princip rozptylovací metody s distribucí chyby?

Lepší zohlednění vznikající chyby při převodu, chyba se přenáší na sousední dosud nezpracované pixely.

57. Na kolik barev je rozdělen barevný prostor v barevné paletě 3-3-2? Kolik odstínů (úrovní) je vyhrazeno pro základní barevné kanály RGB?

červená -  $R - 3\text{bity} - 8\text{ úrovní}$

zelená -  $G - 3\text{bity} - 8\text{ úrovní}$

modrá -  $B - 2\text{bity} - 4\text{ úrovně}$

58. Jaký je zásadní rozdíl mezi standardní paletou 3-3-2 a (adaptivní) paletou?  
*Adaptivní vychází s histogramu obr., vytváří se přímo k barvám zastoupených v obr. Pro každý obrázek je vlastní paleta.*

59. Které jsou základní barvy v barevném systému CMYK?  
*azurovou (Cyan); purpurovou (Magenta); žlutou (Yellow); černou (black), označovanou také jako klíčovou (Key)*

60. Uveďte postup pro vytvoření efektu embosovaného vzoru (stačí výraz pro výpočet barvy jednoho obrazového bodu).  
*Postup: vytvoření negativu, posunutí, sečtení, dělení 2*  
*dodatek:  $B[i,j] = (A[i,j] + (1 - A[i+2, j-2])) / 2$*

61. Jakou barvu představuje v modelu RGB hexadecimální hodnota \$C0C0C0\$?  
*Odstín šedé barvy.*

62. Pomocí technické axonometrie nakreslete v levotočivém SS (kdy osa X směřuje dopředu) krychli o délce hrany 1 jednotka. Kreslete pouze viditelné hrany. Vyznačte jednotky na jednotlivých osách a důležité úhly, které jste použili při kreslení?  
*Jy=Jz=1 a úhel α=45 stupňů a β=0 stupňů.*

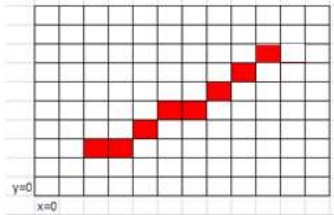
63. Napište vztahy pro přepočtení reálných souřadnic USS do pixelových souřadnic SSZ. Výřez USS, který je definovaný konstantami XRMin, YRMax (levý horní roh), XRMax a YRMin (pravý dolní roh). Obrazovkové okno je definováno konstantami XWMin, YWMin (levý horní roh), XWMax a YWMax (pravý dolní roh).

64. Jaké 3 základní stavební kameny (prvky) jsou použity k popisu těles při CSG konstrukci?  
*Primitiva (kvádr, koule, válec), množinové operace (násobení, rozdíl, průnik), transformace.*

65. Jaký typ promítání se používá pro realistické zobrazení větších objektů?  
*Středové promítání.*

66. Co platí pro vzájemnou polohu bodů určujících dvě navazující Bazierovy křivky, aby bylo dosaženo prvního stupně C spojitosti?  
*Mají stejné tečné vektory.*

67. Pomocí Bresenhamova algoritmu vykreslete všechny body úsečky AB, kde A=[2,2], B=[10,7].



*Delta Y = 5      Bod1=[3,3]  
Delta X = 8      Bod2=[4,3]  
Bod3=[5,4]  
Bod4=[6,5]  
Bod5=[7,5]  
Bod6=[8,6]      Bod7=[9,6]*

| x     | p     | y    | A[x, y]= | 2,00  | 2,00 | a= | 0,75 |
|-------|-------|------|----------|-------|------|----|------|
| 2,00  | 2,00  | 2,00 | B[x, y]= | 10,00 | 7,00 |    |      |
| 3,00  | -4,00 | 3,00 |          |       |      |    |      |
| 4,00  | 6,00  | 3,00 |          |       |      |    |      |
| 5,00  | 0,00  | 4,00 |          |       |      |    |      |
| 6,00  | -6,00 | 5,00 |          |       |      |    |      |
| 7,00  | 4,00  | 5,00 |          |       |      |    |      |
| 8,00  | -2,00 | 6,00 |          |       |      |    |      |
| 9,00  | 8,00  | 6,00 |          |       |      |    |      |
| 10,00 | 2,00  | 7,00 |          |       |      |    |      |

Dx=

8,00

Dy=

5,00

10,00

5,00

0,00

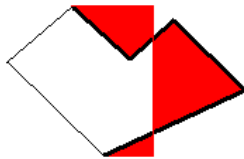
0,00

10,00

$p_i = \Delta d \Delta x = 2 \Delta y x_i - 2 y_i \Delta x + 2 \Delta y + \Delta x (2c - 1) \dots$  konstanta  
pokud ( $p_i \leq 0$ ) .....  $y_{i+1} = y_i$        $p_{i+1} = p_i + 2 \Delta y$   
pokud ( $p_i > 0$ ) .....  $y_{i+1} = y_i + 1$        $p_{i+1} = p_i + 2 \Delta y - 2 \Delta x$

68. Jakou směrnici má přímka kolmá k přímce definované pomocí vektoru  $v = (3, 5)$ ?  
 *$v = (-5, 3)$  nebo  $(5, -3)$ ,  $k = -3/5$*

69. Jak bude vypadat obrazovka po provedení plotového inverzního vyplňování tohoto n-úhelníku po provedení části algoritmu odpovídající prvním čtyřem (tučně vyznačeným) hranám? Plot je určen červenou svislicí procházející obrázkem.

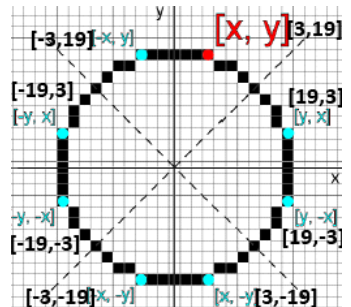


70. Na obrázku je situace při ořezávání Cohen-Sutherlandovým algoritmem. Nakreslená úsečka (tlustou čarou) se při prvním průchodu algoritmem jeví jako:

- a) Celá uvnitř ořezávané oblasti (nakreslím ji)
- b) Celá mimo ořezávanou oblast (mohu ji ignorovat a nakreslit)
- c) *\*Nelze rozhodnout, je třeba ji ořezat a postup zopakovat*

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1010 | 0010 | 0110 |
| 1000 | 0000 | 0100 |
| 1001 | 0001 | 0101 |

71. Pomocí Bresenhamova algoritmu při kreslení kružnice s počátkem v [0, 0] byl vypočítán bod se souřadnicemi [3, 19]. Které další body (na základě tohoto jednoho vypočítaného) vykreslíte?  
*[-3, 19]; [-19, 3]; [-19, -3]; [-3, -19]; [3, -19]; [19, -3]; [19, 3]*



72. Napište výraz, který bude nabývat hodnoty TRUE, pokud bod A [Ax,Ay] leží uvnitř pravouhlé oblasti, jejíž strany jsou rovnoběžné s osami souřadnicového systému a levý horní roh má souřadnice [MinX, MinY] a pravý dolní roh má souřadnice [MaxX, MaxY]. Všechny hodnoty jsou v pixelech SS obrazovky.

*If ( Ax<MaxX && Ax>MinX && Ay<MaxY && Ay>MinY)*

73. Jakou barvu má pixel s barevnou hodnotou SAFAFAP (vyjádřeno v šestnáctkové soustavě)?

*Šedá (světlý odstín šedi).*

74. Na základě Lagrangeova polynomu napište konkrétní vztah pro výpočet jednotlivých bodů křivky druhého řádu určené body B0=[2, 3]; B1=[7, 8]; B2=[10, 12].

*(polynom je zadáný, máte vypočítat vztah)*

$$P(x) = \sum_{k=0}^n y_k \frac{\prod_{j=0, j \neq k}^n (x - x_j)}{\prod_{j=0, j \neq k}^n (x_k - x_j)}$$

75. Jaký je základní rozdíl mezi rovnoběžným a středovým promítáním?

*rovnoběžné – všechny paprsky jsou rovnoběžné (axonometrie, perspektiva, izometrie)*

*středové - paprsky vychází z jednoho bodu (realistické promítání větších objektů)*

76. V řádkové variantě semínkového vyplňování bylo ze zásobníku vybráno semínko zobrazené černě (s naznačenými směry). Označte v obrázku křížkem body, které budou během vyplňování aktuálního řádku vloženy jako nová semínka do zásobníku, doplňte šipkami a směry.

77. Na základě uvedených transformačních matic Ax pro posun o vektor p=(Xp, Yp) a otočení okolo středu SS o úhel alfa, napište výslednou transformační matici pro

otočení bodu B=[Bx, By] o úhel alfa okolo bodu [Sx, Sy].

$$Ax = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ X_p & Y_p & 1 \end{bmatrix} \quad Ax = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_{\omega} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -x_s & -y_s & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ x_s & y_s & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_{\omega} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ x_s - x_s \cos \alpha + y_s \sin \alpha & y_s - x_s \sin \alpha - y_s \cos \alpha & 1 \end{bmatrix}$$

78. Souměrnost je zvláštní případ transformace změny měřítka, kterou lze provést pomocí transformační matice As. Jaké hodnoty koeficientů Sx a Sy je třeba nastavit pro realizaci středové souměrnosti?

$$As = \begin{bmatrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{*středová souměrnost – } S_x \text{ a } S_y = -1 \\ \text{souměrnost podle osy } x - S_x = 1; S_y = -1 \\ \text{souměrnost podle osy } y - S_x = -1; S_y = 1 \end{array}$$

79. Pomocí jaké matematické operace (operátoru) se při vyplňování vzorem získá z matice vzoru barva pro právě vyplňovaný pixel?

*Operace mod.*

80. Jaké jsou podmínky pro kritéria spojitosti C0, C1 a C2?

*C0=koncový bod první a počáteční druhé křivky jsou shodné*

*C1=tečné vektory obou křivek jsou si rovny*

*C2=první derivace vektorů jsou si rovny*

81. Co platí při hraničním vyplňování pro bod ležící uvnitř oblasti? Bod leží uvnitř...

*Pokud má jinou barvu než hranice.*

82. Napiš příkazy pomocí nichž nakreslíš:

- a) BP: náhodnou barvou bod (pixel) v levém dolním rohu obrazovky.

*Randomize;*

*PutPixel(0, GetMaxY, random(15));*

- b) BP: na střed obrazovky nakreslete pravouhelník (může být pomocí úseček) o ploše odpovídající ¼ plochy obrazovky s poměrem stran shodným s poměrem stran obrazovky.

*x8:=GetMaxX div 8;*

*y8:=GetMaxY div 8;*

*x2:=GetMaxX div 2;*

*y2:=GetMaxY div 2;*

*MoteTo(Round(x2-x8), Round(y2+y8));*

*LineTo(Round(x2+x8), Round(y2+y8));*

*LineTo(Round(x2+x8), Round(y2-y8));*

*LineTo(Round(x2-x8), Round(y2-y8));*

83. Pomocí Bresenhamova algoritmu nakresli prvních pět bodů kružnice o poloměru R=20 se středem S[0, 0], pokud platí:

$$P_i < 0 \dots P_{i+1} = P_i + 2X_i + 3$$

$$P_i > 0 \dots P_{i+1} = P_i + 2X_i + 5 - 2Y_i$$

Pixel0 [0, 20]

Pixel1 [1, 20]

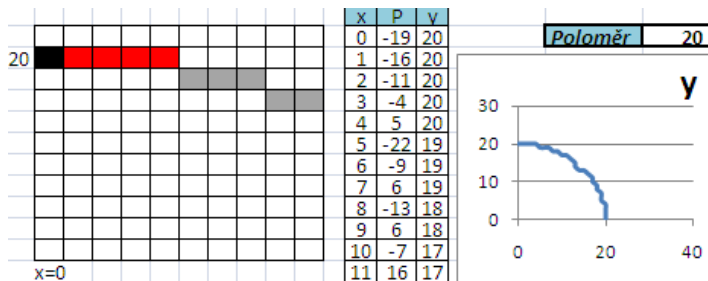
Pixel2 [2, 20]

Pixel3 [3, 20]

Pixel4 [4, 20]

Pixel5 [5, 19]

Pixel6 [6, 19]



84. Napiš matici otáčení v 3D, pokud platí vztahy:

$$X' = X \cdot \cos \alpha - Y \cdot \sin \alpha$$

$$Y' = X \cdot \sin \alpha + Y \cdot \cos \alpha$$

$$Z' = Z$$

$$Ar = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

85. Odvoď vztah pro otočení bodu kolem počátku SS v rovině.

$$X = r \cdot \cos(\alpha)$$

$$Y = r \cdot \sin(\alpha)$$

$$X' = r \cdot \cos(\alpha + b)$$

$$Y' = r \cdot \sin(\alpha + b)$$

$$\sin(\alpha + b) = \sin(\alpha) \cos(b) + \cos(\alpha) \sin(b)$$

$$\cos(\alpha + b) = \cos(\alpha) \cos(b) - \sin(\alpha) \sin(b)$$

$$X' = r \cdot \cos \alpha \cos b - r \cdot \sin \alpha \sin b$$

$$Y' = r \cdot \sin \alpha \cos b + r \cdot \cos \alpha \sin b$$

$$X' = X \cos b - Y \sin b$$

$$Y' = Y \cos b + X \sin b$$

$$A_\alpha = \begin{bmatrix} \cos \beta & \sin \beta & 0 \\ -\sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad A_\alpha^{-1} = \begin{bmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 \\ \sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

86. Kolika body je definovánan křivka 3. řádu?

4 body (n+1)

87. Jaký je vztah pro kolmé promítání půdorysu (rovina XY)?

$$z=0; \quad X'=Y; \quad Y'=-X$$

88. Shrň nevýhody Lagrangerových polynomů.

Při větším počtu bodů (vyšší stupeň polynomu) je nevýhodou značné "rozkmítání" křivky u krajních bodů.

89. Jakým vztahem jde přepočítat barva definovaná jako jeden byte na typ longint použitelná pro Delphi?

90. Jak funguje a k čemu slouží kreslicí režim pmXor (Delphi) / XorPut(BP)?

Slouží k inverznímu vyplňování. Výsledný pixel je kombinací podkladu a kresleného obrazu. Opakovaným nakreslením stejného motivu vznikne původní podklad.

91. Při zkosení ve směru roviny Yz je definována transformační matice A. Napište explicitní vztahy pro výpočet X', Y'.

$$Ash = \begin{bmatrix} 1 & SH_y & 0 \\ SH_x & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} X' &= X + SH_x \cdot Y \\ Y' &= Y + SH_y \cdot X \end{aligned}$$

92. Definujte kritérium nejmenších čtverců

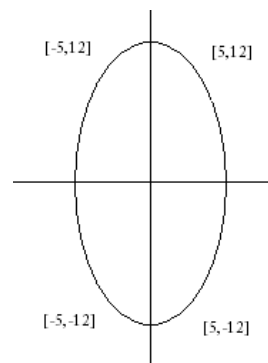
$$C = \sum_{i=1}^n [F(x_i) - y_i]^2$$

93. Jakým vztahem jde přepočítat barva definovaná jako jeden byte na typ longint použitelná pro Delphi

$$\text{LongBarva} := \text{Barva} * 11111111$$

94. Pomocí Bresenhamova algoritmu při kreslení elipsy s počátkem v [0, 0] byl vypočítán bod se souřadnicemi [5, 12]. Které další body (na základě tohoto jednoho vypočítaného) pomocí symetrie vykreslíte?

[5, 12]; [-5, 12]; [-5, -12]; [5, -12]



95. Určete souřadnici (v pixelech) bodu, ležícího v 1/3 úsečky AB (blíže k bodu A). Úsečka AB je dána parametrickým vztahem: (modré je zadáno)

$$x = 1 + 4t$$

$$y = 12 - 12t$$

$$t \text{ náleží } <0, 1>$$

$$A[1, 12] \quad B[5, 0]$$

$$BOD[1 + 4 \cdot (1/3), 12 - 12 \cdot (1/3)] \rightarrow BOD[1 + 4/3, 12 - 4] \rightarrow BOD[7/3, 8]$$

96. Co platí pro jednotlivé pixely 4-spojité a 8-spojité oblasti?

Čtyřspojitá se nesmí napojovat rohem (překrývají se vždy alespoň jedním pixelem) (směry vodorovně, svisle)

Osmispojité se může napojovat rohem (úhlopříčkou) (vodorovně, svisle a diagonálně)



97. Vypočítejte ořezávací parametry  $u_1$  a  $u_2$  při ořezávání úsečky AB obdélníkem CDEF pomocí Liang-Barskeho metody.  
 $A=[150, 50]$ ;  $B=[500, 350]$ ;  $C=[200, 150]$ ;  $D=[400, 150]$ ;  $F=[200, 300]$

98. Napište posloupnost příkazů v jazyce Object Pascal nebo C++/C#, pomocí nichž na komponentu PB (TpaintBox) nakreslíte pravoúhelník (obrys černá barva, bez výplně, nepředpokládejte žádné implicitní nastavení). Střed pravoúhelníku leží ve středu PB. Plocha pravoúhelníku odpovídá  $\frac{1}{4}$  plochy PB. Poměr délek stran pravoúhelníku je shodný s poměrem délek stran komponenty PB.

```
x2:=PB.Width div 2; PB.Canvas.MoveTo(Round(x2-x8),Round(y2-y8))
y2:=PB.Height div 2; PB.Canvas.LineTo(Round(x2+x8),Round(y2+y8));
x8:=PB.Width div 8; PB.Canvas.LineTo(Round(x2+x8),Round(y2+y8));
y8:=PB.Height div 8; PB.Canvas.LineTo(Round(x2-x8),Round(y2+y8));
PB.Canvas.Pen.Color:=clBlack; PB.Canvas.LineTo(Round(x2-x8),Round(y2-y8));
PB.Canvas.Pen.Width:=5;
PB.Canvas.Pen.Style:=psSolid;
```

99. Napište posloupnost příkazů v jazyce Object Pascal nebo C++/C#, pomocí nichž uložíte do proměnné Pocet (longint) počet bílých pixelů v obrázku (RGB, True Color), zobrazeném v komponentě obraz (Timage), která je uložena na formuláři HlavníForm (TForm).

```
var i,j, pocet:integer;
begin
 Pocet:=0;
 for i:= 0 to HlavníForm.obraz.Width do begin
 for j:= 0 to HlavníForm.obraz.Height do begin
 if HlavníForm.obraz.Canvas.Pixels[i,j] = clWhite then begin
 inc(Pocet);
 end;
 end;
 end;
end;
```

100. Jak slovně popíšete barvu pixelu, který má RGB barevnou hodnotu  $\$4F4F4F$  (vyjádřeno v šestnáctkové soustavě)?  
*Jedná se o odstín (tmavě) šedé barvy.*

101. Při algoritmu řádkového vyplňování geometricky určené oblasti se z dalšího zpracování vyloučí

- a) Svislé hrany
- b) \*Vodorovné hrany**
- c) Vodorovné a svislé hrany
- d) Hrany, které i po zkrácení o jeden pixel jsou stále vzájemně propojeny
- e) Hrany, pro něž nelze určit směrnici ( $\infty$ )
- f) Hrany se směrnici = 1
- g) Diagonální hrany