Računarska grafika
(2OER7O02)

Regioni, metafajlovi, putanje i transformacije

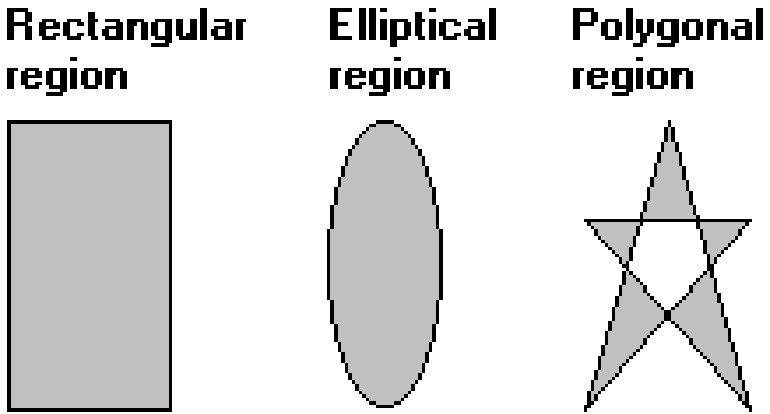
Vežbe

Region

Region je pravougaonik, mnogougao, elipsa ili kombinacija ovih figura i definiše deo klijentske površine prozora koju je moguće obojiti, invertovati, ispuniti, uokviriti ili iskoristiti za detekciju pozicije kursora (*hit test*).

Tipovi regiona su:

- *pravougaoni,*
- *eliptični,*
- *poligonalni i*
- *kombinovani.*



Kreiranje regiona

MFC klasa **CRgn** (Win32 **HRGN**)

- BOOL CreateRectRgn(int *x1*, int *y1*, int *x2*, int *y2*);
- BOOL CreateRectRgnIndirect(LPCRECT *lpRect*);
- BOOL CreateEllipticRgn(int *x1*, int *y1*, int *x2*, int *y2*);
- BOOL CreateEllipticRgnIndirect(LPCRECT *lpRect*);
- BOOL CreatePolygonRgn(LPPOINT *lpPoints*, int *nCount*, int *nMode*);
- BOOL CreatePolyPolygonRgn(LPPOINT *lpPoints*, LPINT *lpPolyCounts*, int *nCount*, int *nPolyFillMode*);
- BOOL CreateRoundRectRgn(int *x1*, int *y1*, int *x2*, int *y2*, int *x3*, int *y3*);
- int CopyRgn(CRgn* *pRgnSrc*);
- BOOL CreateFromPath(CDC* *pDC*);
- BOOL CreateFromData(const XFORM* *lpXForm*, int *nCount*, const RGNDATA* *pRgnData*);

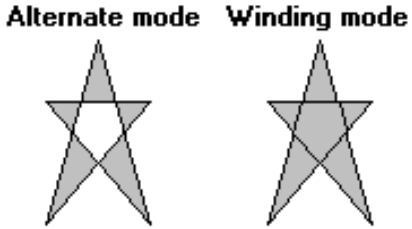
Region oblika mnogougla

- Pravljenje regiona oblika mnogougla

```
BOOL CRgn::CreatePolygonRgn(
        LPPOINT lpPoints,
        int nCount,
        int nMode )
```

- ***lpPoints*** – niz tačaka koje predstavljaju temena mnogougla
  - Tačke se mogu definisati nizom objekata klase **CPoint** ili strukture **POINT**
- ***nCount*** – broj temena mnogougla
- ***nMode*** – način ispune (može biti **ALTERNATE** ili **WINDING**)

Ispuna mnogougla



Alternate Mode

Da bi se utvrdilo koje piksele treba obojti primenom alternate moda, primenjuju se sledeći test:

1. Izabrati piksel u unutrašnjosti regiona.
2. Povući zamišljeni zrak, u smeru X-ose, od tog piksela ka beskonačnosti.
3. Svaki put kada zrak preseče okvirnu liniju, inkrementirati brojač.

Piksel se boji ako je vrednost brojača neparna (ako počinje od 1). Prolazak kroz teme se računa 2x.

Winding Mode

Da bi se utvrdilo koje piksele treba obojti primenom winding moda, primenjuju se sledeći test:

1. Odrediti smer u kome je okvirna linija iscrtana.
2. Izabrati piksel u unutrašnjosti regiona.
3. Povući zamišljeni zrak, u smeru X-ose, od tog piksela ka beskonačnosti.
4. Svaki put kada zrak preseče okvirnu liniju sa pozitivnom y-komponentom inkrementirati brojač.
   Svaki put kada zrak preseče okvirnu liniju sa negativnom y-komponentom dekrementirati brojač.

Piksel se boji ako je vrednost brojača različita od nule.

Kombinovanje regiona

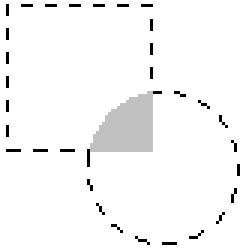
- Pravljenje kombinovanog regiona

  int CRgn::CombineRgn(CRgn* *pRgn1*, CRgn* *pRgn2*, int *nCombineMode*);

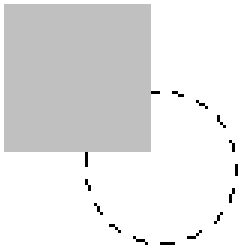
- Kreira region i smešta ga u instancu klase **CRgn** za koju je pozvana ova metoda
  - Instanca klase mora da postoji pre poziva metode i ne sme biti njen parametar
- Rezultat metoda je tip napravljenog regiona, koji može biti:
  - **COMPLEXREGION** – složen
  - **ERROR** – greška (novi region nije kreiran)
  - **NULLREGION** – prazan
  - **SIMPLEREGION** – jednostavan
- Regioni ***pRgn1*** i ***Rgn2*** se kombinuju na osnovu parametra ***nCombineMode***, koji može imati sledeće vrednosti:
  - **RGN_AND**, **RGN_COPY**, **RGN_DIFF**, **RGN_OR** ili **RGN_XOR**

Kombinovanje regiona

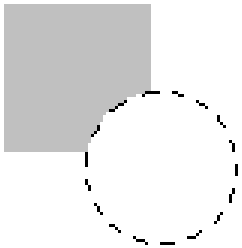
RGN_AND



RGN_COPY

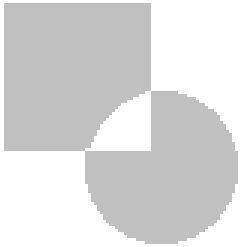


RGN_DIFF



RGN_OR

RGN_XOR



Odsecanje pomoću regiona

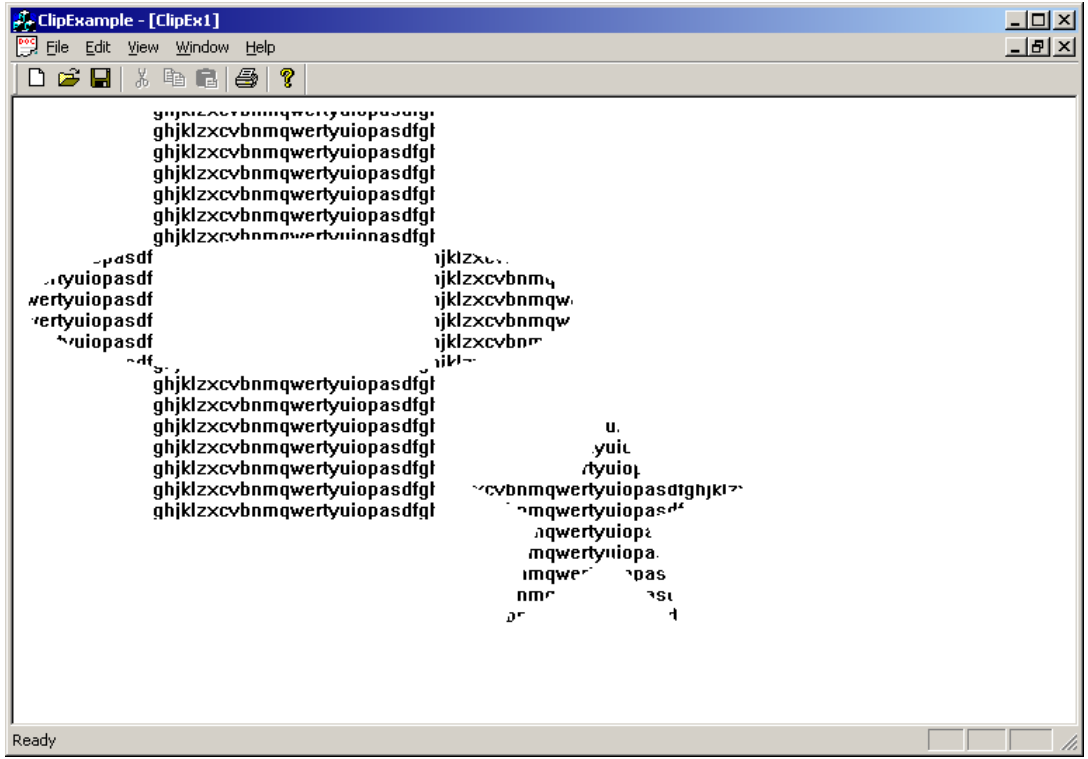
- Selekcija regiona za odsecanje u kontekst uređaja (*Device Context*)

  virtual int CDC::SelectClipRgn(CRgn* *pRgn*);

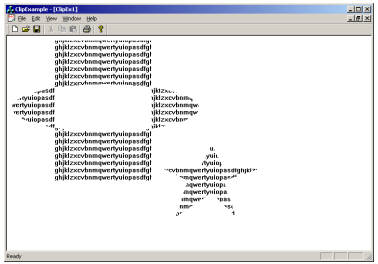
  int CDC::SelectClipRgn(CRgn* *pRgn*, int *nMode*);

- Rezultat metoda je tip seketovanog regiona
  - **COMPLEXREGION**, **ERROR**, **NULLREGION**, **SIMPLEREGION**
- ***pRgn*** – region koji se selektuje
  - Ako se prosledi NULL, cela klijentska oblast prozora se selektuje (u slučaju druge funkcije, ako se prosleđuje NULL, ***nMode*** treba postaviti na **RGN_COPY**)
- ***nMode*** – način kombinovanja dotadašnjeg sa novoselektovanim regionom

Primer odsecanja pomoću regiona



Primer odsecanja pomoću regiona



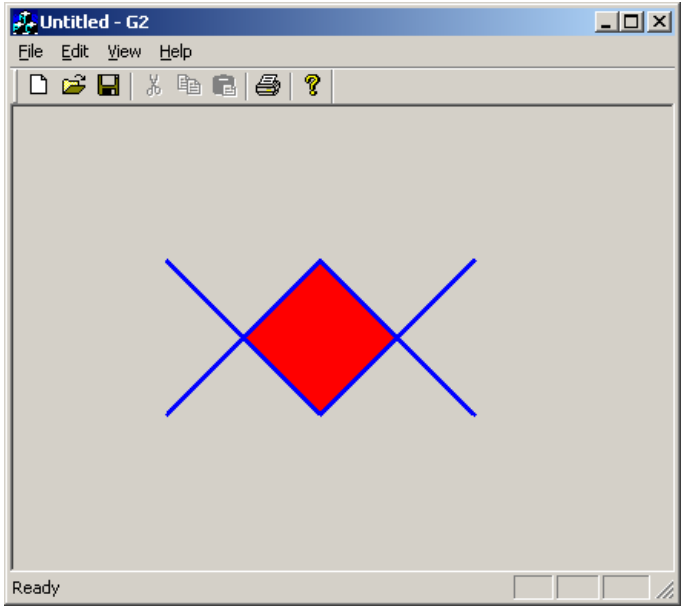
```
CString Text =
        CString("qwertyuiopasdfghjklzxcvbnmqwertyuiopasdfghjklzxcvbn
        mqwertyuiopasdfghjklzxcvbnm");
CRgn tmpRgn, compoundRgn, rectRgn, ellipseRgn, polyRgn, *oldRgn;
rectRgn.CreateRectRgn(100, 10, 300, 300);
ellipseRgn.CreateEllipticRgn(10, 100, 400, 200);
POINT Poly[] = {{425,225},{400,275},{325,275},{375,300},{350,375},
        {425,325},{475,375},{450,300},{525,275},{450,275}};
polyRgn.CreatePolygonRgn(Poly, 10, WINDING);
tmpRgn.CreateRectRgn(0,0,0,0);
compoundRgn.CreateRectRgn(0,0,0,0);
tmpRgn.CombineRgn(&rectRgn, &ellipseRgn, RGN_XOR);
compoundRgn.CombineRgn(&tmpRgn, &polyRgn, RGN_OR);
```

```
CRect rect;
pDC->GetClipBox(&rect);
int rgnType=pDC->SelectClipRgn(&compoundRgn);
pDC->SetTextAlign(TA_LEFT | TA_TOP);
for(i=0; i<400; i+=15)
        pDC->TextOut(0, i, text);
pDC->SelectClipRgn(&rect);
compoundRgn.DeleteObject();
tmpRgn.DeleteObject();
ellipseRgn.DeleteObject();
rectRgn.DeleteObject();
polyRgn.DeleteObject();
```

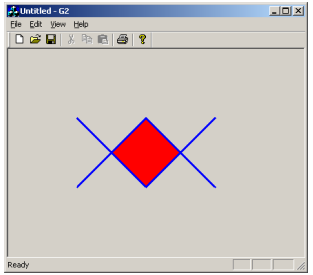
Ispuna proizvoljne oblasti

BOOL CDC::FloodFill(int *x*, int *y*, COLORREF *crColor*);

- Funkcija ispunjava oblast tekućom četkom, počev od tačke (***x,y***), sve dok ne naiđe na piksele čija je boja ***crColor***.



Primer ispune proizvoljne oblasti




```
CBrush rbrush(RGB(255,0,0));
CBrush* pOldBrush = pDC->SelectObject(&rbrush);
CPen bpen(PS_SOLID, 3, RGB(0,0,255));
CPen* pOldPen = pDC->SelectObject(&bpen);
int count =2;
DWORD num[] = {3,3};
POINT pts[] = {{100,200},{200,100},{300,200},
                {100,100},{200,200},{300,100}};
```

```
//pDC->Polyline(&pts[0],3);
//pDC->Polyline(&pts[3],3);
pDC->PolyPolyline(pts, num, count);
pDC->FloodFill( 200, 150,
                RGB(0,0,255));
pDC->SelectObject(pOldBrush);
pDC->SelectObject(pOldPen);
bpen.DeleteObject();
rbrush.DeleteObject();
```

Metafajl

- Metafajl je kolekcija struktura koja čuva vektorsku sliku na način nezavisan od uređaja.
- Vektorska struktura omogućuje veću fleksibilnost od bitmapa (bolje skaliranje), ali se generalno metafajlovi iscrtavaju sporije od bitmapa.
- Standardni (Windows) metafajlovi čuvaju se u datotekama sa ekstenzijom **WMF**, dok unapređeni (Enhanced) format ima ekstenziju **EMF**.

Koraci za kreiranje metafajla

- Kreirati **CMetaFileDC** objekat pozivom konstruktora

  `CMetaFileDC::CMetaFileDC()`

- Pozvati metodu koja pravi Windows Metafile Device Context i dodeljuje ga CMetaFileDC objektu.

  `BOOL CMetaFileDC::Create( LPCTSTR lpszFilename = NULL )`

  - Ako se prosledi ime, kreira se datoteka, u protivnom samo memorijski CMetaFileDC objekat.

- Za napravljeni CMetaFileDC objekat pozivati odgovarajuće metode za crtanje.
  - Standardni metafajlovi ne podržavaju krive, putanje i transformacione funkcije

- Kada se završi sa crtanjem, pozvati metodu, kojom se zatvara CMetaFileDC objekat i vraća handle na formirani metafile.

  `HMETAFILE CMetaFileDC::Close( )`

- Na kraju osloboditi CMetaFileDC objekat.

  `BOOL CDC::DeleteDC()`

  - Ovu funkciju nije neophodno zvati ako se koriste MFC objekti, jer je destruktor automatski poziva.

Učitavanje, kopiranje, crtanje i brisanje metafajla

- Učitavanje standardnog metafajla (WMF) iz datoteke ostvaruje se odgovarajućom Win16 funkcijom, kojoj se prosleđuje naziv datoteke

  HMETAFILE GetMetaFile(LPCTSTR *lpszMetaFile*)

- Kopiranje metafajla zadatog pomoću *handle*-a *hmfSrc* u datoteku zadatog naziva i u memorijski metafajl čiji se *handle*-a vraća, vrši se Win16 funkcijom

  HMETAFILE CopyMetaFile(HMETAFILE *hmfSrc*, LPCTSTR *lpszFile*)

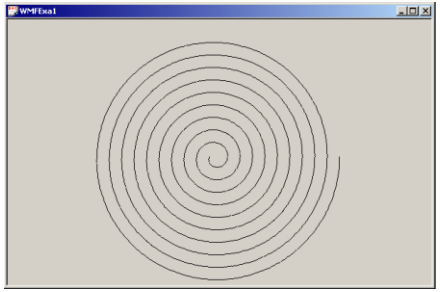
- Crtanje metafajla na uređaju na osnovu *handle*-a metafajla

  BOOL CDC::PlayMetaFile(HMETAFILE *hMF*)

- Po završetku korišćenja, metafajl treba obrisati prosleđivanjem njegovog *handle*-a Win16 funkciji

  BOOL DeleteMetaFile(HMETAFILE *hmf*)

Primer korišćenja metafajla




```
CString WMFname = CString("metafile.wmf");
double pi = 3.14159265358979323846264338327795;
CMetaFileDC MetaDC;
MetaDC.Create("Proba.wmf");
HMETAFILE MF, NewMF;
int x = 300, y = 200;
MetaDC.MoveTo(x, y);
for (double angle = 0; angle <= 10*2*pi; angle += step) {
        double r = 180 * angle / (10*2*pi);
        double step = 3/(r+1);
        x = (int)(300.0+r*cos(angle+step) +0.5);
        y = (int)(200.0-r*sin(angle+step)+0.5);
        MetaDC.LineTo(x, y);
}
```

```
MF = MetaDC.Close();
NewMF =
CopyMetaFile(MF,WMFname.GetBuffer(WMFname.GetLength()));
DeleteMetaFile(MF);
DeleteMetaFile(NewMF);
MetaDC.DeleteDC();

HMETAFILE Meta =
    GetMetaFile(WMFname.GetBuffer(WMFname.GetLength()));
PlayMetaFile(pDC->m_hDC,Meta);
DeleteMetaFile(Meta);
```

Koraci za kreiranje unapređenog metafajla

- Kreirati **CMetaFileDC** objekat pozivom konstruktora

  CMetaFileDC::CMetaFileDC()

- Pozvati metodu koja pravi Windows Metafile Device Context i dodeljuje ga CMetaFileDC objektu.

  BOOL CMetaFileDC::CreateEnhanced(CDC* pDCRef, LPCTSTR lpszFileName,
  LPCRECT lpBounds, LPCTSTR lpszDescription)

  - ***DCRef*** – referentni DC
  - ***lpszFileName*** – naziv datoteke u koju se smešta (može biti NULL)
  - ***lpBounds*** – okvirni pravougaonik u HIMERIC jedinicama (0.01mm je logicka jedinica)
  - ***lpszDescription*** – opis (naziv slike, aplikacija koja je kreirala i sl.)

- Za napravljeni CMetaFileDC objekat pozivati odgovarajuće metode za crtanje.
- Kada se završi sa crtanjem, pozvati metodu kojom se zatvara CMetaFileDC objekat i vraća *handle* na formirani metafile.

  HENHMETAFILE CMetaFileDC::CloseEnhanced( )

- Na kraju osloboditi CMetaFileDC objekat.

  BOOL CDC::DeleteDC()

Učitavanje, kopiranje, crtanje i brisanje unapređenog metafajla

- Učitavanje unapređenog metafajla (EMF) iz datoteke ostvaruje se odgovarajućom Win32 funkcijom, kojoj se kao parametar prosleđuje naziv datoteke

  HMETAFILE GetEnhMetaFile(LPCTSTR *lpszMetaFile*)

- Kopiranje unapređenog metafajla zadatog pomoću *handle*-a *hmfSrc* u datoteku zadatog naziva i u memorijski metafajl čiji se *handle*-a vraća vrši se Win32 funkcijom

  HMETAFILE CopyEnhMetaFile(HENHMETAFILE *hmfSrc*, LPCTSTR *lpszFile*)

- Crtanje unapređenog metafajla na osnovu prosleđenog *handle*-a i okvirnog pravougaonika u kome se iscrtava

  BOOL CDC::PlayMetaFile(HENHMETAFILE hMF, LPCRECT lpBounds)

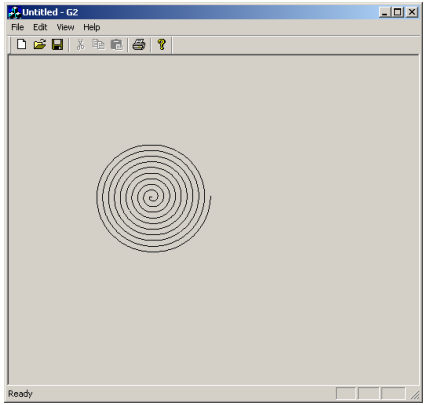
- Po završetku korišćenja, metafajl treba obrisati prosleđivanjem njegovog *handle*-a

  BOOL DeleteEnhMetaFile(HENHMETAFILE *hmf*)

Primer korišćenja unapređenog metafajla

```
CMetaFileDC MetaDC;
BOOL b = MetaDC.CreateEnhanced( pDC, "EhProba.emf",
                CRect(0,0,15000,15000), "AksPaint" );
HENHMETAFILE MF;
int x = 200, y = 200;
MetaDC.MoveTo(x, y);
for (double angle = 0; angle <= 10*2*pi; angle += step) {
                double r = 180 * angle / (10*2*pi);
                double step = 3/(r+1);
                x = (int)(300.0+r*cos(angle+step) +0.5);
                y = (int)(200.0-r*sin(angle+step)+0.5);
                MetaDC.LineTo(x, y);
}
```

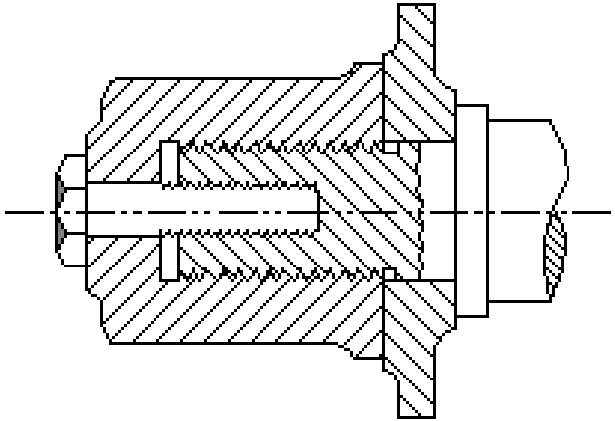
```
MF = MetaDC.CloseEnhanced();
MetaDC.DeleteDC();

ENHMETAHEADER emfHeader;
GetEnhMetaFileHeader(MF, sizeof(ENHMETAHEADER), &emfHeader);
int nWidth  = emfHeader.rclBounds.right - emfHeader.rclBounds.left;
int nHeight = emfHeader.rclBounds.bottom - emfHeader.rclBounds.top;
int factor = 2;
PlayEnhMetaFile(pDC->m_hDC,MF,
                CRect(100, 100, 100+nWidth/factor, 100+nHeight/factor));
DeleteEnhMetaFile(MF);
```



Putanja

Putanju čine jedna ili više figura koje mogu biti:

- ispunjene,
- uokvirene ili
- i ispunjene i uokvirene



Imaju široku primenu jer dozvoljavaju kombinovanje krivih i pravih segmenata, kao i primenu stilova na spojeve linijskih segmenata.

Karakteristike putanje

- Putanja je jedan od tipova GDI objekata koji se može selektovati u DC.
- Za razliku od nekih drugih tipova GDI objekata (olovaka, četki i fontova), koji se formiraju zajedno sa svakim novim DC-jem (podrazumevani objekti), ne postoji podrazumevana putanja.
- Da bi se kreirala putanja i selektovala u DC, najpre je potrebno pozvati primitive (funkcije) koje je čine. One se navode u delu koda između poziva funkcija **BeginPath** i **EndPath**.
- Putanja ne može postojati nezavisno od DC i postoji samo jedna putanja
  - Poziv **BeginPath** odbacuje prethodnu putanju iz DC-a
  - Poziv **EndPath** selektuje putanju u DC
- Dozvoljene primitive (funkcije) za pravljanje putanje su:
  - AngleArc, LineTo, Polyline, Arc, MoveToEx, PolylineTo, ArcTo, Pie, PolyPolygon, Chord, PolyBezier, PolyPolyline, CloseFigure, PolyBezierTo, Rectangle, Ellipse, PolyDraw, RoundRect, ExtTextOut, Polygon, TextOut

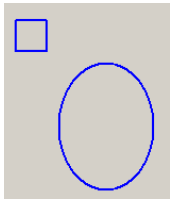
Karakteristike putanje

- Definisanje putanje
  - početak: **BOOL CDC::BeginPath( )**
  - crtanje primitiva: **Arc**, **LineTo**, **Pie**, ...
  - završetak: **BOOL CDC::EndPath( )**;
- Iscrtavanje
  - okvirom: **BOOL CDC::StrokePath( )**
  - ispunom: **BOOL CDC::FillPath( )**
  - okvirom i ispunom: **BOOL CDC::StrokeAndFillPath( )**

Primer korišćenja putanje

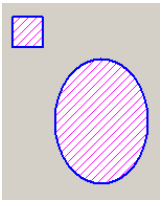
```
pDC->BeginPath();
        pDC->Rectangle(20,20,50,50);
        pDC->Ellipse(CRect(60,60,150,180));
pDC->EndPath();

CPen pen;
pen.CreatePen(PS_SOLID, 2, RGB(0,0,255));
CPen* pOldPen = pDC->SelectObject(&pen);
CBrush brush;
brush.CreateHatchBrush(HS_BDIAGONAL,RGB(255,0,255));
CBrush* pOldBrush = pDC->SelectObject(&brush);
```

```
// pDC->StrokePath();
// pDC->FillPath();
pDC->StrokeAndFillPath();

pDC->SelectObject(pOldBrush);
pDC->SelectObject(pOldPen);
```



StrokePath

FillPath



StrokeAndFillPath

Odsecanje pomoću putanja

- Postavljanje trenutno selektovane putanje u DC

  BOOL CDC::SelectClipPath(int *nMode*)

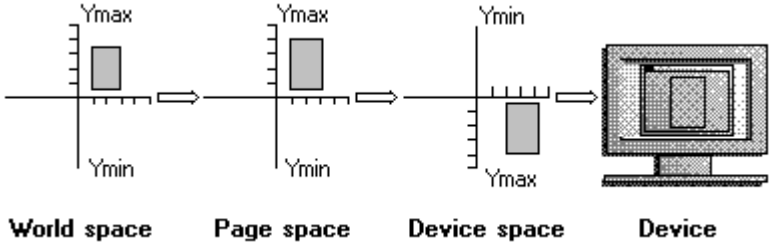
- ***nMode*** – definiše način kombinovanja trenutnog selektovanog regiona i trenutnog selektovane putanje:
  - **RGN_AND, RGN_COPY, RGN_DIFF, RGN_OR, RGN_XOR**

Koordinatni prostori i transformacije

- Koordinatni prostori i transformacije koriste se za skaliranje, rotaciju, translaciju, ...
- Koordinatni prostor je ravan prostor u kome se koristi Dekartov koordinatni sistem.
- Postoje 4 koordinatna prostora:
  - **world**
  - **page**
  - **device** i
  - **physical device**
- Transformacija je algoritam po kome se menja veličina, orijentacija, položaj i oblik objekata.

Transformacija prostora

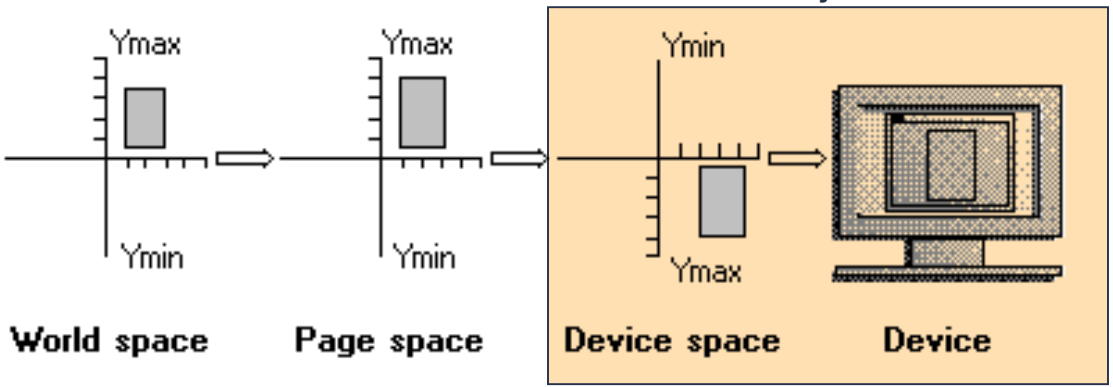
- Koordinatni prostor predstavlja sredstvo da se specificira lokacija svake tačke u ravni. Koriste se:
  - World – dimenzija 2^{32} x 2^{32}
  - Page – dimenzija 2^{32} x 2^{32}
  - Device – dimenzija 2^{27} x 2^{27}
  - Physical device – dimenzije zavise od uređaja (ekran, deo prozora, papir štampača i sl.)



- Transformacija određuje način preslikavanja piksela iz jednog prostora u drugi.

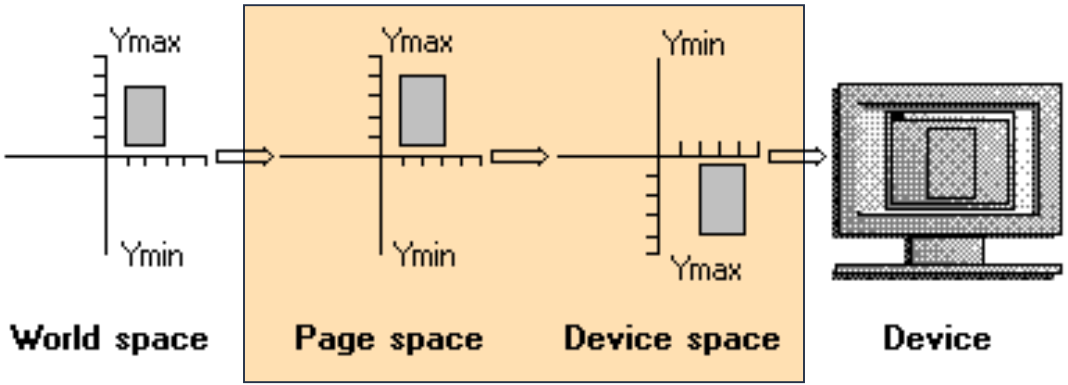
Preslikavanje *Device* u *Physical Device* prostor

- Izvršava se samo translacija
- Ovom transformacijom upravlja USER komponenta Windows-a za upravljanje prozorima
- Jedina uloga ove transformacije je da se početak *device* prostora mapira na početak (tj. odgovarajući piksel) *physical device* prostora
- Programski se ne može uticati na ovu transformaciju



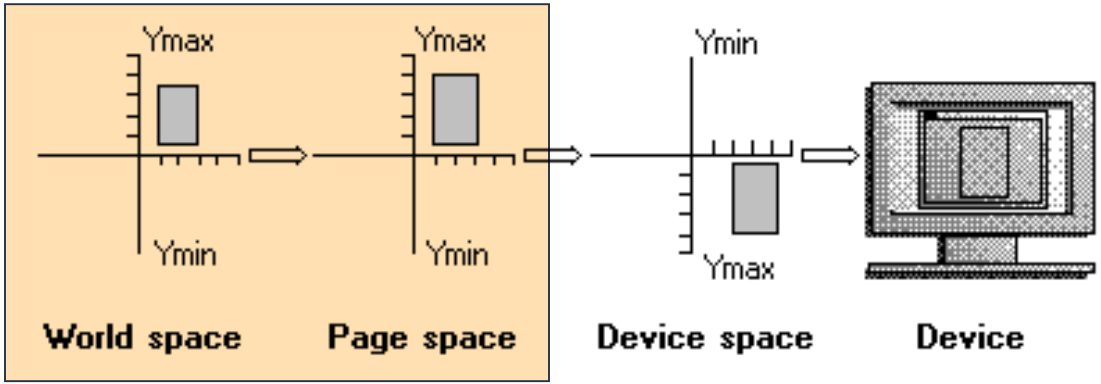
Preslikavanje *Page* prostora u *Device* prostor

- Definiše mod mapiranja za sve grafičke primitive određenog DC-ja
- Podržane su sledeće transformacije: translacija, skaliranje i refleksija (promena orijentacije osa)
- Definiše se postavljanjem odgovarajućeg moda mapiranja i koordinatnog početka (videti slajdove sa prvog termina)

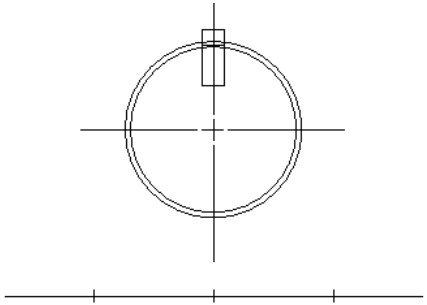


Preslikavanje *World* prostora u *Page* prostor

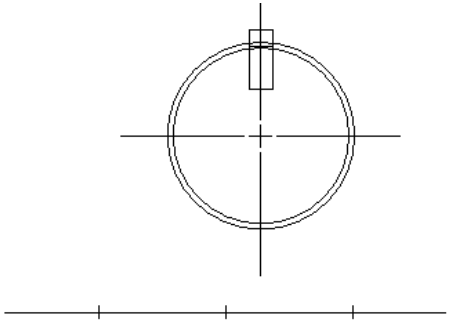
- Omogućava ono što se u drugim API-jima naziva preslikavanje lokalnih u svetske koordinate
- Omogućuje sledeće transformacije:
  - translaciju, skaliranje, rotaciju, smicanje, refleksiju



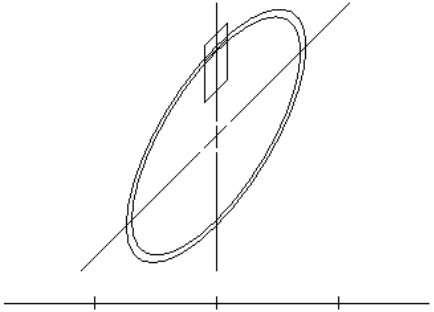
Osnovne transformacije



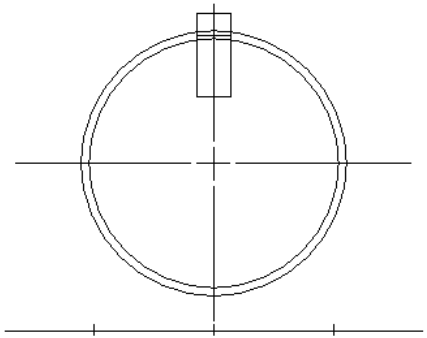
Original View



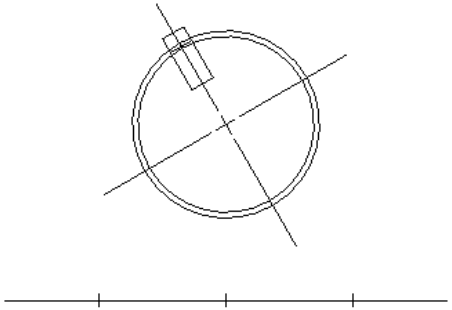
Translated View



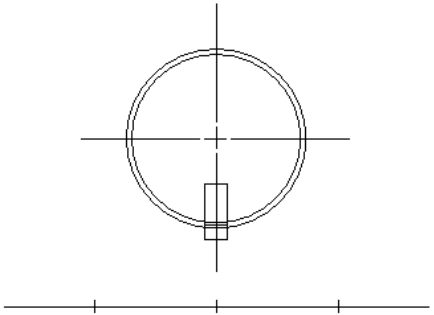
Sheared View



Scaled View

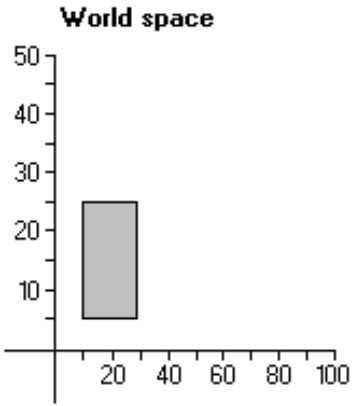


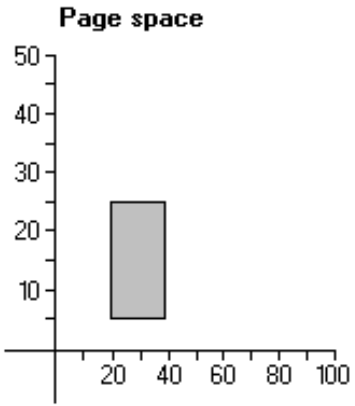
Rotated View



Reflection

Translacija



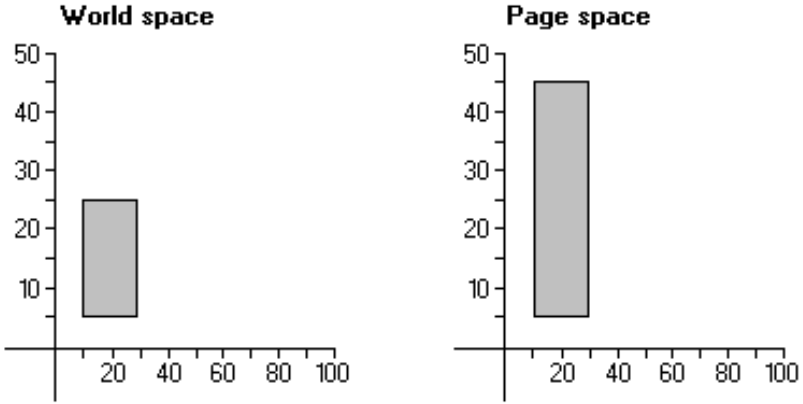


$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & Dx \\ 0 & 1 & Dy \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$x' = x + Dx$$

$$y' = y + Dy$$

Skaliranje

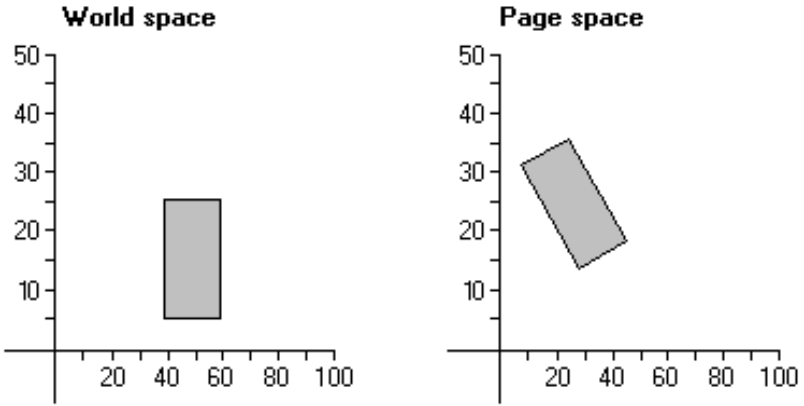


$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Sx & 0 & 0 \\ 0 & Sy & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$x' = Sx \cdot x$$

$$y' = Sy \cdot y$$

Rotacija

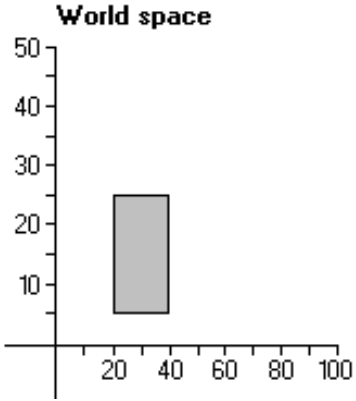


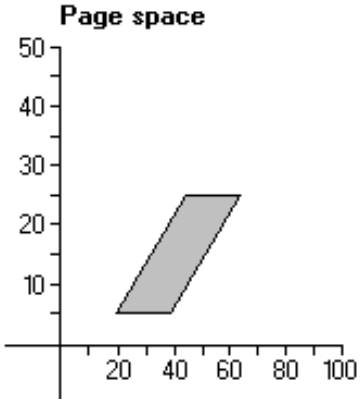
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) & 0 \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$x' = \cos(\alpha)\cdot x - \sin(\alpha)\cdot y$$

$$y' = \sin(\alpha)\cdot x + \cos(\alpha)\cdot y$$

Smicanje





$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & Sx & 0 \\ Sy & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$x' = x + Sx \cdot y$$

$$y' = Sy \cdot x + y$$

Refleksija

Horizontalna refleksija

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$x' = -x$$

$$y' = y$$

Vertikalna refleksija

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$x' = x$$

$$y' = -y$$

Struktura matrice transformacije

- XFORM struktura
- Definiše transformaciju iz *world* prostora u *page* prostor

```
typedef struct _XFORM {
        FLOAT eM11;
        FLOAT eM12;
        FLOAT eM21;
        FLOAT eM22;
        FLOAT eDx;
        FLOAT eDy;
} XFORM;
```

XFORM atributi

operacija	eM11	eM12	eM21	eM22
rotacija	cos	sin	-sin	cos
skaliranje	horizontalno skaliranje	0	0	vertikalno skaliranje
iskišenje	1	**horizontalna konstanta proporcionalnosti**	**vertikalna konstanta proporcionalnosti**	1
refleksija	**horizontalna refleksiona komponenta**	0	0	**vertikalna refleksiona komponenta**

- **eDx – horizontalna komponenta translacije**
- **eDy – vertikalna komponenta translacije**

Metoda SetWorldTransform

- Postavljanje transformacije

  BOOL SetWorldTransform(HDC *hdc*, CONST XFORM **lpXform*)

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x & y & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} eM11 & eM12 & 0 \\ eM21 & eM22 & 0 \\ eDx & eDy & 1 \end{pmatrix}$$

$$x' = x * eM11 + y * eM21 + eDx$$

$$y' = x * eM12 + y * eM22 + eDy$$

- Pre poziva ove funkcije treba postaviti grafički mod na **GM_ADVANCED**

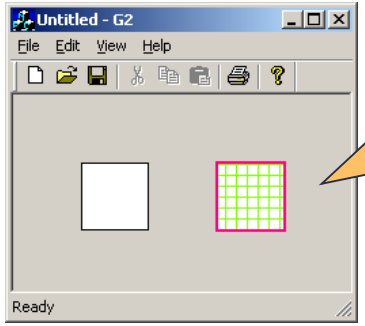
  SetGraphicsMode(pDC->m_hDC, GM_ADVANCED)

Primer postavljanja transformacije

```
int prevMode = SetGraphicsMode( pDC->m_hDC, GM_ADVANCED);
DWORD dw = GetLastError();

XFORM Xform, XformOld;
BOOL b = GetWorldTransform(pDC->m_hDC, &XformOld);

b = SetWorldTransform(pDC->m_hDC,&Xform);
dw = GetLastError();
// Iscrtavanje
b = SetWorldTransform(pDC->m_hDC, &XformOld);
SetGraphicsMode(pDC->m_hDC, prevMode);
```

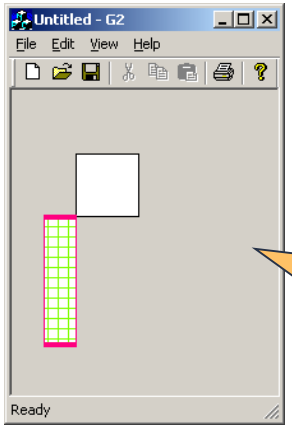
```
Xform.eM11 = (FLOAT) 1.0;
Xform.eM12 = (FLOAT) 0.0;
Xform.eM21 = (FLOAT) 0.0;
Xform.eM22 = (FLOAT) 1.0;
Xform.eDx  = (FLOAT) 50.0;
Xform.eDy  = (FLOAT) 0.0;
```

Primer translacije i skaliranja



Translacija

Xform.eM11 = 1.0;
Xform.eM12 = 0.0;
Xform.eM21 = 0.0;
Xform.eM22 = 1.0;
Xform.eDx = **100.0**;
Xform.eDy = 0.0;

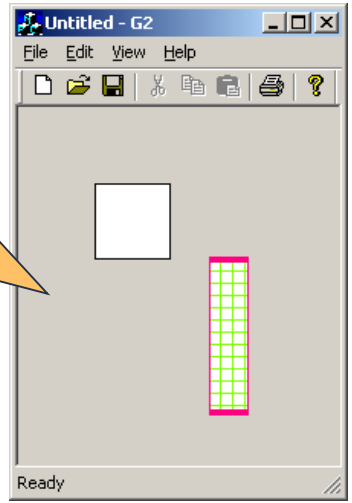


Skaliranje

Xform.eM11 = **0.5**;
Xform.eM12 = 0.0;
Xform.eM21 = 0.0;
Xform.eM22 = **2.0**;
Xform.eDx = 0.0;
Xform.eDy = 0.0;

Skaliranje i Translacija

Xform.eM11 = **0.5**;
Xform.eM12 = 0.0;
Xform.eM21 = 0.0;
Xform.eM22 = **2.0**;
Xform.eDx = **100.0**;
Xform.eDy = 0.0;

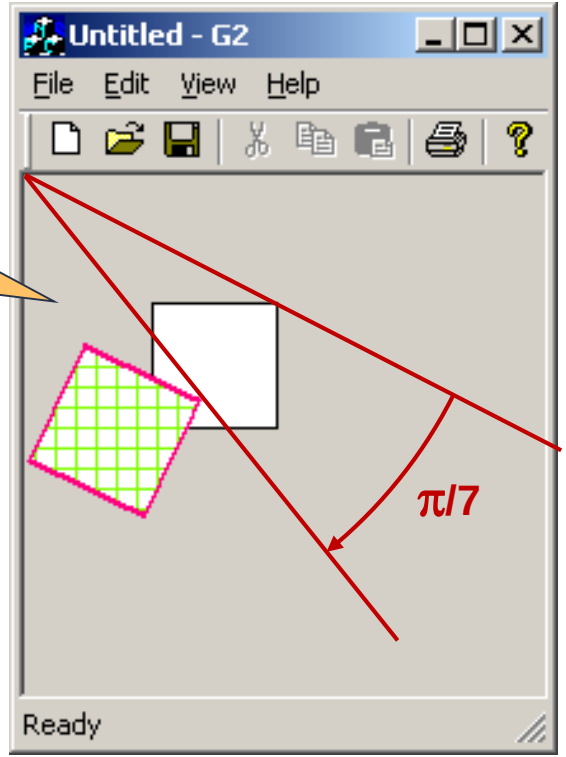


pDC->Rectangle(50,50,100,100);

Primer rotacije

Rotacija

Xform.eM11 = **cos(pi/7.0)**;
Xform.eM12 = **sin(pi/7.0)**;
Xform.eM21 = **-sin(pi/7.0)**;
Xform.eM22 = **cos(pi/7.0)**;
Xform.eDx = 0.0;
Xform.eDy = 0.0;



pDC->Rectangle(50,50,100,100);

Kombinovanje transformacije

- Metod za izmenu trenutne transformacije DC-a

  BOOL ModifyWorldTransform(HDC *hdc*,

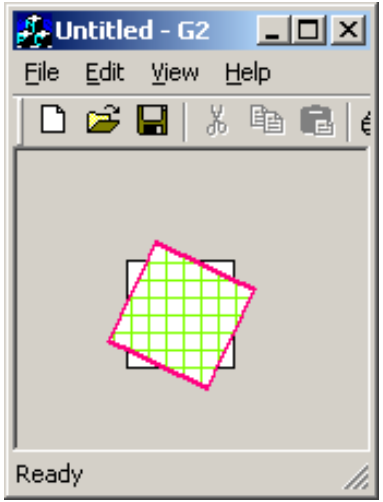
  CONST XFORM **lpXform*, DWORD *iMode*);

- *lpXform* – struktura sa transformacionom matricom kojom treba izmeniti trenutnu transformaciju DC-a
- *iMode* – način na koji treba treba izmeniti trenutnu transformaciju DC-a
  - **MWT_IDENTITY** – resetuje transformaciju (učitava se jedinična matrica i ignoriše se prosleđena transformaciona matrica)
  - **MWT_LEFTMULTIPLY** – množi trenutnu transformacionu matricu sa prosleđenom sa leve strane (prosleđena matrica je levi operand u množenju)
  - **MWT_RIGHTMULTIPLY** – množi trenutnu transformacionu matricu sa prosleđenom sa desne strane (prosleđena matrica je desni operand u množenju)

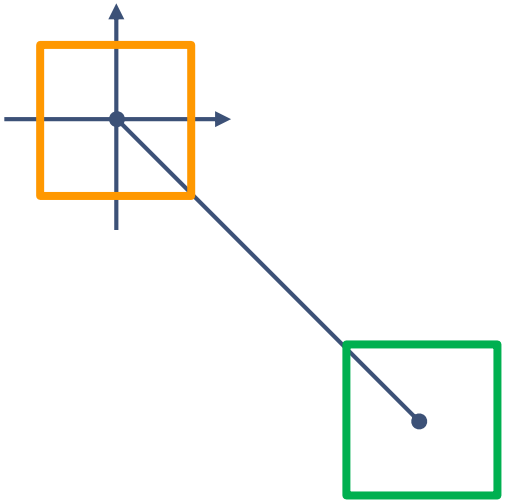
Primer kombinovanja transformacija

```
Xform.eM11 = 1.0;
Xform.eM12 = 0.0;
Xform.eM21 = 0.0;
Xform.eM22 = 1.0;
Xform.eDx  = -75.0;
Xform.eDy  = -75.0;

b = SetWorldTransform(pDC->m_hDC,
&Xform);
```

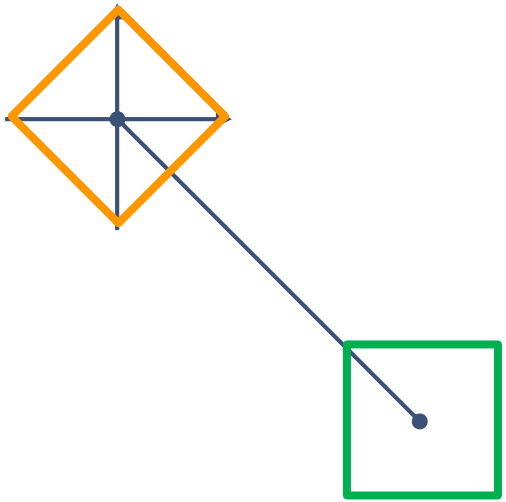
```
Xform.eM11 = cos (pi/7.0);
Xform.eM12 = sin (pi/7.0);
Xform.eM21 =-sin (pi/7.0);
Xform.eM22 = cos (pi/7.0);
Xform.eDx  = 75.0;
Xform.eDy  = 75.0;

b = ModifyWorldTransform(pDC->m_hDC,
&Xform, MWT_RIGHTMULTIPLY);

pDC->Rectangle(50,50,100,100);
```



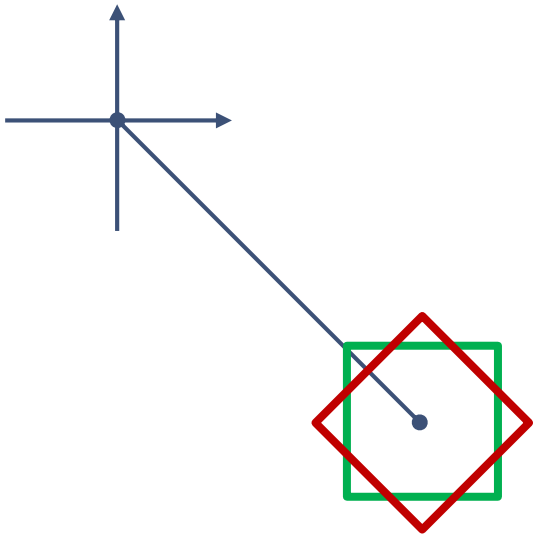
Primer izmene transformacija



Translate(-75, -75)



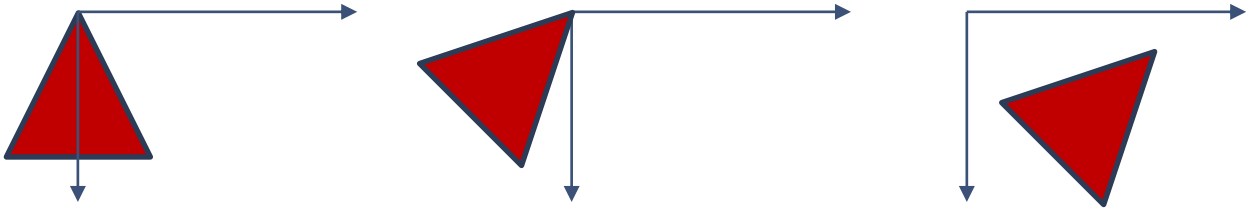
Rotate(pi/7)



Translate(75, 75)

Primer nadovezivanja transformacija

I pristup posmatranja: globalni koordinatni sistem



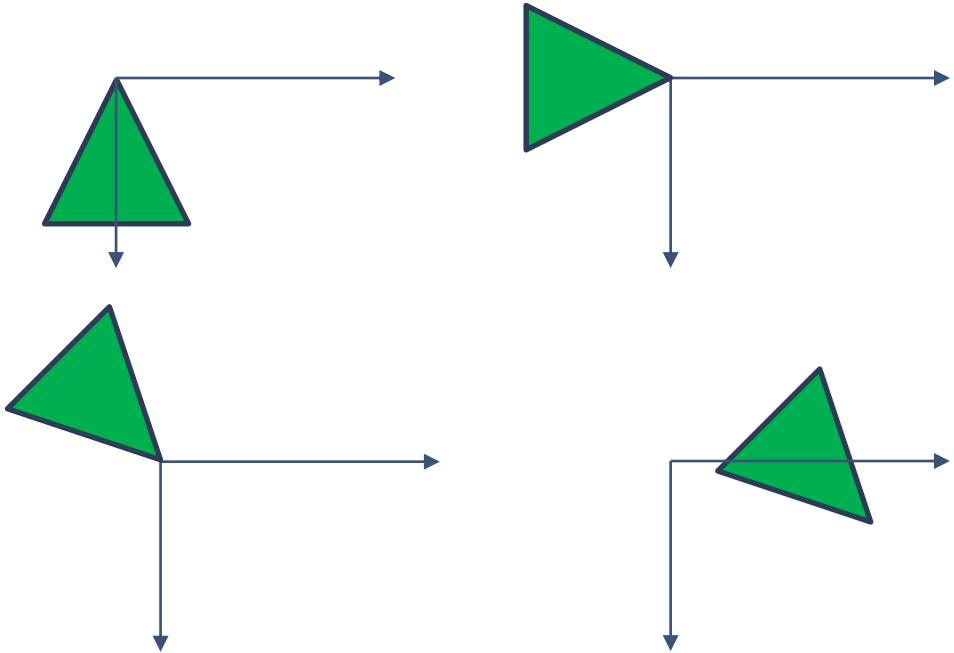
Translate(50, 10, left)

Rotate(pi/4, left)

// Rotate(pi/2, left)

Primer nadovezivanja transformacija

I pristup posmatranja: globalni koordinatni sistem



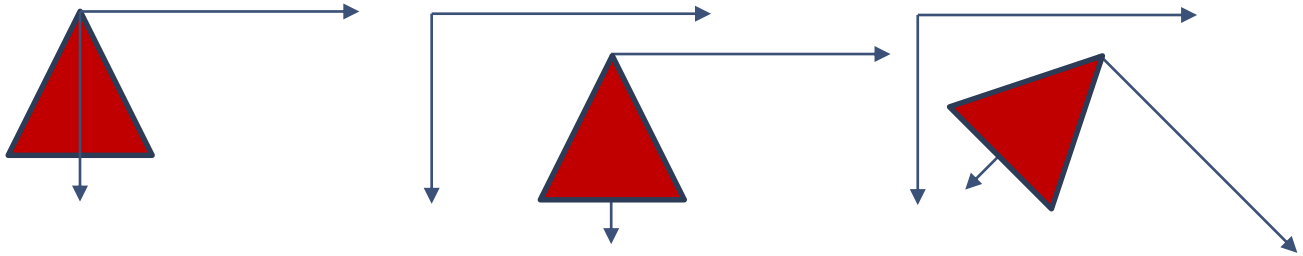
Translate(50, 10, left)

Rotate(pi/4, left)

Rotate(pi/2, left)

Primer nadovezivanja transformacija

II pristup posmatranja: lokalni koordinatni sistem



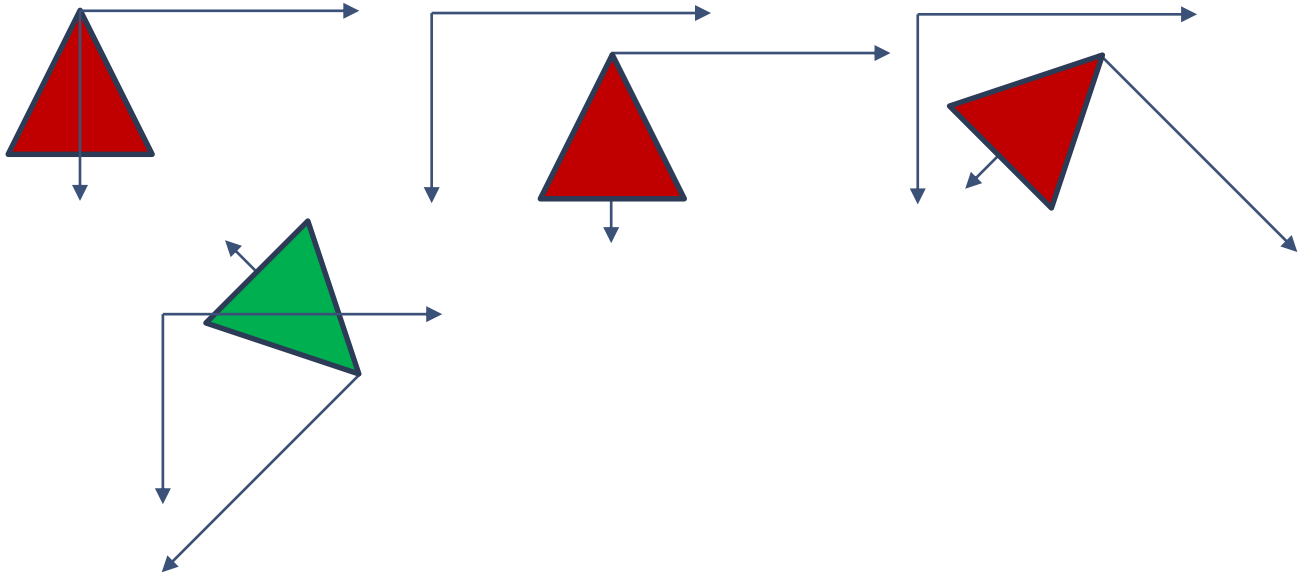
Translate(50, 10, left)

Rotate(pi/4, left)

// Rotate(pi/2, left)

Primer nadovezivanja transformacija

II pristup posmatranja: lokalni koordinatni sistem



Translate(50, 10, left)

Rotate(pi/4, left)

Rotate(pi/2, left)

Kombinovanje transformacija 2

- Metod za kombinovanje matrica transformacije u rezultujuću matricu

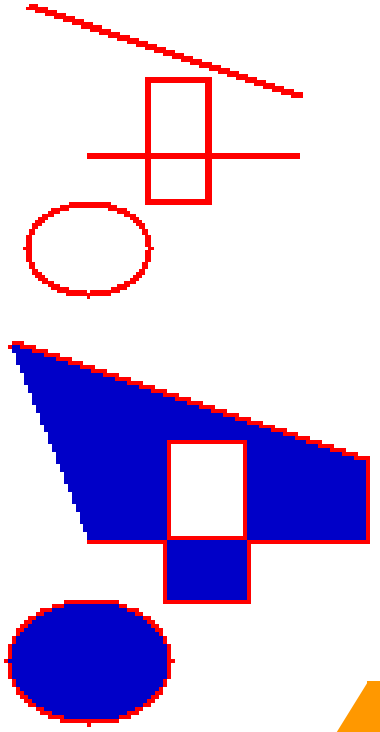
```
BOOL CombineTransform( LPXFORM lpxformResult,
                       CONST XFORM *lpxform1,
                       CONST XFORM *lpxform2 )
```

- *lpxformResult* – pokazivač na XFORM strukturu koja prihvata kombinovanu transformaciju (rezultujuća matrica)
- *lpxform1* – pokazivač na XFORM strukturu prve transformacije (leva matrica)
- *lpxform2* – pokazivač na XFORM strukturu druge transformacije (desna matrica)

GDI+

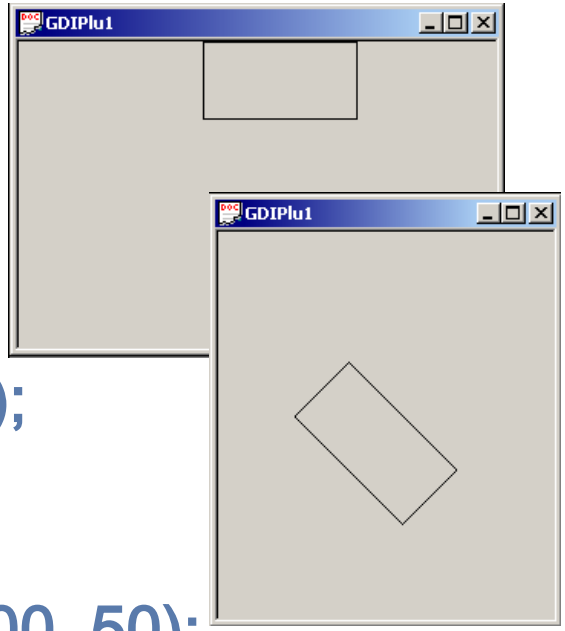
Putanja

```
GraphicsPath path;
Pen pen(Color(255, 255, 0, 0), 2);
SolidBrush brush(Color(255, 0, 0, 200));
path.AddLine(10, 10, 100, 40);
path.AddLine(100, 60, 30, 60);
path.AddRectangle(Rect(50, 35, 20, 40));
path.AddEllipse(10, 75, 40, 30);
graphics.DrawPath(&pen, &path);
graphics.FillPath(&brush, &path);
```



Svetska transformacija *Graphics* objekta

```
Matrix transformMatrix;
transformMatrix.Rotate(45.0f);
graphics.SetTransform(&transformMatrix);
Pen pen(Color(255, 0, 0, 0));
graphics.DrawRectangle(&pen, 120, 0, 100, 50);
```

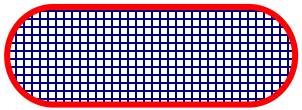


Kompozitna transformacija

```
Matrix matrix;
matrix.Reset(); // LoadIdentity
matrix.Translate(-X, -Y, MatrixOrderAppend);
// MatrixOrderAppend, MatrixOrderPrepend
matrix.Rotate(alpha, MatrixOrderAppend);
matrix.Translate(X, Y, MatrixOrderAppend);
graphics.SetTransform(&matrix);
```

Zadaci za vežbu

- Nacrtati proizvoljan simbol (npr. simbol PTT-a, treba da sadrži i neki tekst) i snimiti ga kao unapređeni metafajl (EMF).
- Učitati EMF nacrtan u prethodnoj tački, kao i proizvoljan EMF nacrtan u CorelDraw-u, odrediti njihove aspekte (odnos visine i širine) i iscrtati ih proporcionalno, sa visinom od 50 piksela i zarotirane za 450.
- Napraviti clip-region dobijen kao unija elipse i kvadrata koji se delimično preklapaju i ispuniti ga uniformnom žutom bojom.
- Nacrtati putanju prikazanu na slici (sastavljenu od dva luka i dva prava linijska segmenta) i ispuniti ga proizvoljnom šrafurom.



Pitanja