

# Programiranje grafike sa GDI+

---

# Uvod

---

.NET Framework library – objektno orijentirana biblioteka klasa koja definira sučelje (metoda i svojstava) neovisno o odabranom jeziku

Svaka klasa pripada određenom prostoru (namespace) – logičkoj jedinici koja se koristi za odvajanje programskih sučelja (npr. System.Windows.Forms, System.Data...)

GDI+ je sučelje grafičkih uređaja (System.Drawing) kao što su monitori, printeri, datoteke

# Definicija – što je GDI+?

---

GDI+ osigurava sučelje za pisanje GUI desktop i web grafičkih aplikacija koje koriste grafičke uređaje

Npr. za crtanje linije na monitoru program poziva DrawLine metodu

Namespace	Description
<a href="#">System.Drawing</a>	The <a href="#">System.Drawing</a> namespace provides access to GDI+ basic graphics functionality.
<a href="#">System.Drawing.Configuration</a>	The <a href="#">System.Drawing.Configuration</a> namespace contains a class that supports configuration for classes in the <a href="#">System.Drawing</a> namespace.
<a href="#">System.Drawing.Design</a>	The <a href="#">System.Drawing.Design</a> namespace contains classes that extend design-time user interface (UI) logic and drawing.
<a href="#">System.Drawing.Drawing2D</a>	The <a href="#">System.Drawing.Drawing2D</a> namespace provides advanced two-dimensional and vector graphics functionality.
<a href="#">System.Drawing.Imaging</a>	The <a href="#">System.Drawing.Imaging</a> namespace provides advanced GDI+ imaging functionality.
<a href="#">System.Drawing.Printing</a>	The <a href="#">System.Drawing.Printing</a> namespace provides print-related services for Windows Forms applications.
<a href="#">System.Drawing.Text</a>	The <a href="#">System.Drawing.Text</a> namespace provides advanced GDI+ typography functionality.

# System.Drawing namespace

---

Osnovna GDI+ funkcionalnost

Sadrži klasu `Graphics` (ispuna i crtanje grafičkih objekata, primitivi kao što su pravokutnici, točke, kistovi i olovke)

`Brush` se koristi za ispunu grafičkih objekata, elipsi, pravokutnika i poligona određenom bojom i uzorkom

`Pen` se koristi za crtanje linija i krivulja određenom bojom

Uključuje strukture kao što su `CharacterRange`, `Color`, `Point`, `PointF`, `Rectangle`, `RectangleF`, `Size`, `SizeF`

# 2D Vector Graphics Programming

## System.Drawing.Drawing2D namespace

---

Crtanje oblika-primitiva (linija, krivulja, pravokutnika, staza) određenih skupom točaka koordinatnog sustava

Glavne 2D klase su Pen, Pens, Brush, Brushes, Font, Point, Rectangle, Size

Uključuje blending, color blending, graphics paths, custom line caps, hatch, linear gradient brushes, matrices, transformations

Stvaranje naprednih 2D i grafičkih vektorskih aplikacija

# System.Drawing.Imaging namespace

---

Pregledavanje i manipulacija slikama

Klasa Image je bazna klasa Bitmap i Metafile klasa i sadrži članove za učitavanje, stvaranje i spremanje slika

# Typography

## System.Drawing.Text namespace

---

Dizajn i izgled teksta

Klase za stvaranje i upotrebu fontova (Font, FontFamily, FontConverter)

# System.Drawing.Printing namespace

---

Uključuju funkcionalnost ispisa, pristup i upravljanje printerima

# System.Drawing.Design namespace

---

Proširuju logiku korisničkog sučelja za dizajniranje i funkcionalnosti crtanja

Prilagođavanje alata, editiranje i konverzije

# Površina za crtanje

---

Temeljna svojstva:

- Širina i visina određuju veličinu prostora preko broja pixela
- Rezolucija je mjera izlazne kvalitete grafičkih objekata ili slika preko dpi (dots per inch)
- Dubina boja je broj boja koji se koristi za predstavljanje pojedinog pixela

Pixel je najmanji element koji sudjeluje u procesu crtanja grafičkih objekata ili slike na ekranu

Tri vrste površine za crtanje: forms, printers, bitmaps

# Komponente grafičke aplikacije

---

Grafička aplikacija sastoji se od: canvas, brush ili pen i proces

Canvas je prostor na kojem se crtaju objekti (npr. windows form)

Brush ili pen predstavlja teksturu, boju i širinu objekata koji se crtaju

Proces opisuje kako se objekti crtaju, uključuje poziv za crtanje linije ili pravokutnika

# Boje

---

Struktura Color predstavlja boju

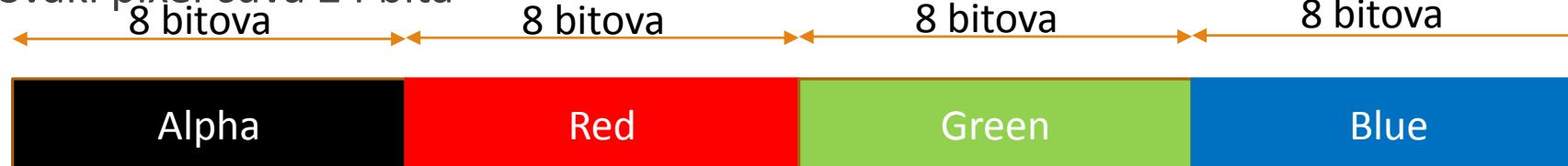
Ima 4 komponente: alpha, red, green, blue (RGB)

svaka komponenta ima 256 ( $2^8$ ) kombinacija, 24-bitni sustav boja,

ukupno je moguće 256x256x256 boja

alpha komponenta određuje transparentnost boje

Svaki pixel čuva 24 bita



# Koordinatni sustav

---

Kartezijev koordinatni sustav sa dvije osi x i y dvodimenzionalnu ravninu dijeli u četiri kvadranta

Uređeni par pozicije x i y definira svaku točku u ravnini

Ishodište ravnine je točka sa vrijednostima koordinata  $x=0, y=0$

Podrazumijevani GDI+ koordinatni sustav započinje s ishodištem u gornjem lijevom kutu, x os pokazuje desno, a y os dolje tako da se radi samo sa pozitivnim vrijednostima koordinata, objekti sa negativnim koordinatama nisu vidljivi na ekranu

# Primjeri

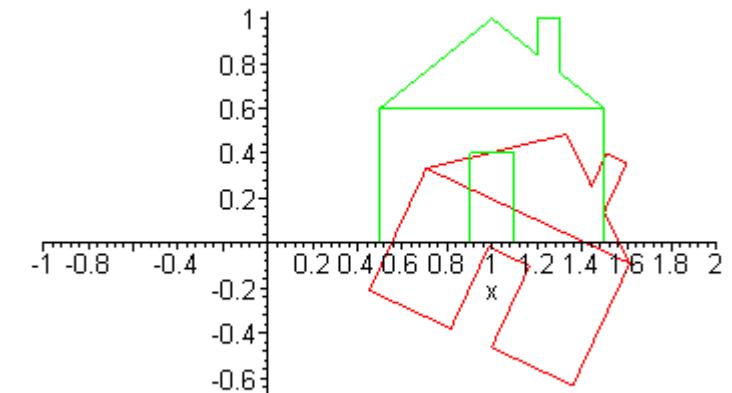
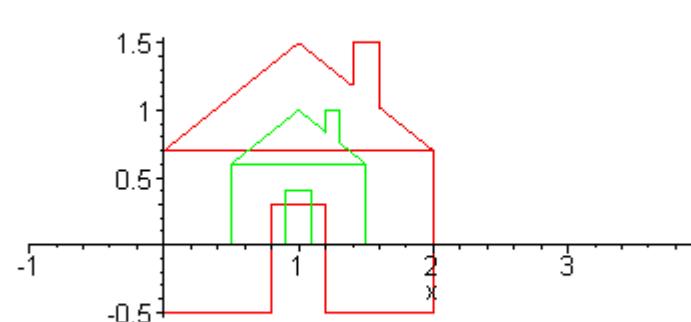
---

# Transformiranje lika

---

Grafičke objekte se u Kartezijevom koordinatnom sustavu definira određivanjem koordinata njihovih vrhova (točaka koje povezuju linije koje čine objekt).

Da bi se transformirao oblik, mora se određena vrsta formule primijeniti na svaki vrh. Nakon toga se lik iscrtava pomoću novih vrhova. **Transformiraju se samo vrhovi lika, a ne linije.**



<http://www.pling.org.uk/cs/cgv.html>

<http://www.willamette.edu/~gorr/classes/GeneralGraphics/Transforms/transforms2d.htm>

# Transformacije lika

---

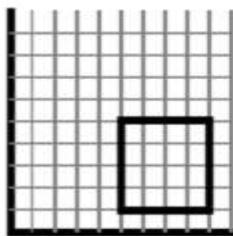
**Translacija**

**Skaliranje**

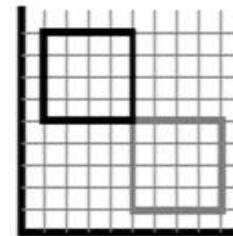
**Rotacija**

Kad se translatira lik, on se pomiče na nove Kartezijeve koordinate prije iscrtavanja na ekranu.  
Kod skaliranja lika, mijenja se njegova veličina, a prilikom rotacije lika, on se postavlja u novi kut.

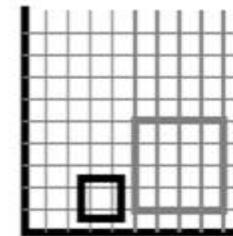
original



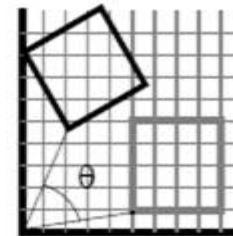
translation



scaling



rotation



$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_x \\ d_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 \\ 0 & s_y \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

# Matrice

---

Prednost matrica u grafičkom programiranju je da se može **predstaviti bilo koji broj transformacija sa jednom jedinom matricom** (može uključivati sve vrijednosti potrebne da se istovremeno translatira, skalira i rotira lik). Da bi se to izvelo, matrica se napuni odgovarajućim vrijednostima i pomnoži sa svim vrhovima likova. Dakle treba znati koje vrijednosti staviti u matricu i kako množiti matrice.

$$\text{translation in 2D: } \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & d_x \\ 0 & 1 & d_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{scaling in 2D: } \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{rotation in 2D: } \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

# Osnovne matrice transformacija u 2D

---

Matrica postavljena za translaciju lika:

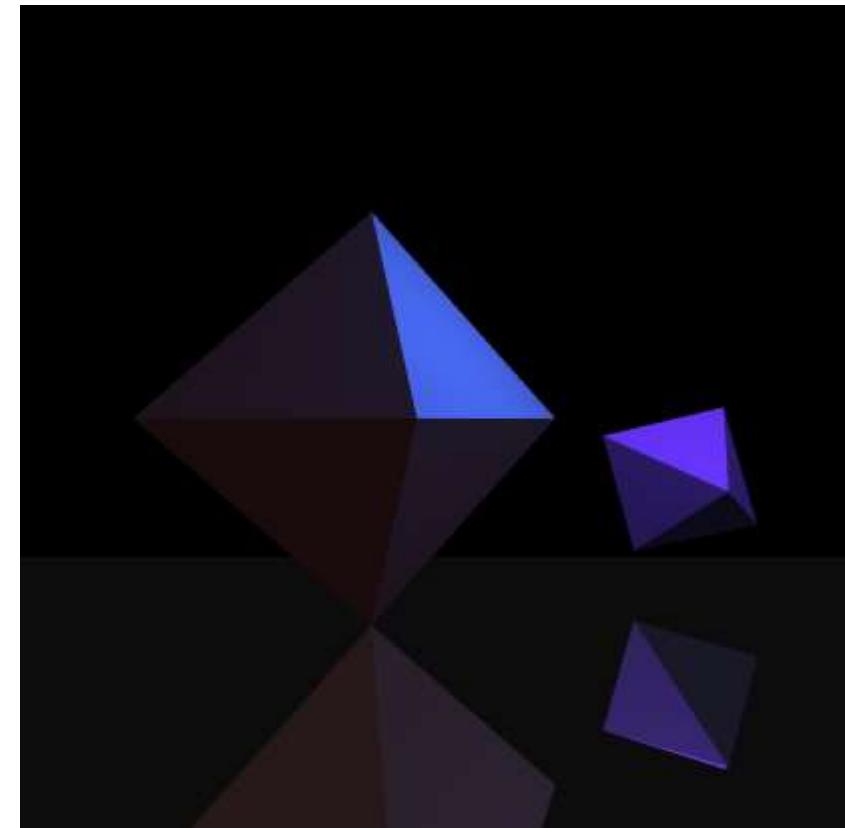
$$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \text{xPom} & \text{yPom} & 1 \end{matrix}$$

Matrica za skaliranje lika:

$$\begin{matrix} \text{xScF} & 0 & 0 \\ 0 & \text{yScF} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

Matrica za rotaciju lika (varijabla r je kut rotacije u radijanima):

$$\begin{matrix} \cos(r) & \sin(r) & 0 \\ -\sin(r) & \cos(r) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$



# Kompozicija transformacija

---

**Kompozicija transformacija je način kombiniranja matrica translacije, skaliranja i rotacije u jednu glavnu matricu transformacije.**

**Da bi se komponirale dvije transformacije, potrebno je pomnožiti njihove matrice.** Kompozicija matrica može se ponavljati po potrebi i posljednja dobivena matrica množi se sa vektorima (vrhova) lika kako bi se dobilo potpuno transformirani lik.