

WSTĘP DO GRAFIKI KOMPUTEROWEJ

Miłosz Michalski

Institute of Physics
Nicolaus Copernicus University

Październik 2015

- Światło, kolor, zmysł wzroku.
- Obraz: fotografia, grafika cyfrowa, poligrafia
- Grafika rastrowa: typowe narzędzia i techniki
- **Grafika wektorowa: elementy i techniki**
- Elementy grafiki 3D

Grafika wektorowa — reprezentacja obiektów

Grafika wektorowa — reprezentacja obiektów

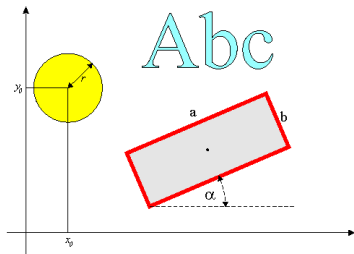
- Obraz opisany analitycznie w wirtualnym układzie współrz.

Koło($x_0, y_0, r, g_l, k_l, k_w, \dots$)

Prostokąt($x_0, y_0, a, b, \alpha, g_l, k_l, k_w, \dots$)

Napis($x_0, y_0, \text{"Abc"}, 35\text{pt}, \alpha, g_l, k_l, k_w, \dots$)

...



Grafika wektorowa — reprezentacja obiektów

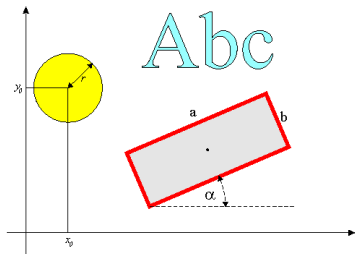
- Obraz opisany analitycznie w wirtualnym układzie współrz.

Koło($x_0, y_0, r, g_l, k_l, k_w, \dots$)

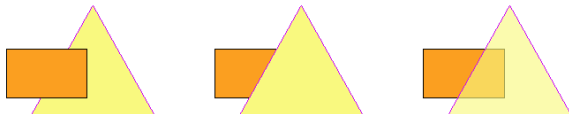
Prostokąt($x_0, y_0, a, b, \alpha, g_l, k_l, k_w, \dots$)

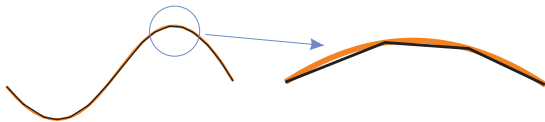
Napis($x_0, y_0, \text{"Abc"}, 35\text{pt}, \alpha, g_l, k_l, k_w, \dots$)

...



- Możliwość zmiany kolejności ("wysokości") obiektów lub ich przezroczystości

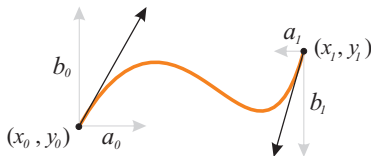




- Przybliżanie przez liniowe segmenty (łamane) — słabe własności skalowania



- Przybliżanie przez liniowe segmenty (łamana) — słabe własności skalowania
- Segmenty paraboliczne są nadal zbyt “sztywne”: nie można wymusić gładkości połączeń na obu końcach jednocześnie.



- Przybliżanie przez liniowe segmenty (łamane) — słabe własności skalowania
- Segmenty paraboliczne są nadal zbyt “sztywne”: nie można wymusić gładkości połączeń na obu końcach jednocześnie.
- Minimalna liczba parametrów kontrolnych — 8:
po 2 na współrzędne punktów końcowych i po 2 na składowe wektorów kierunkowych

- Łuki elementarne 3 stopnia:

$$\begin{cases} x(t) = At^3 + Bt^2 + Ct + D, \\ y(t) = Et^3 + Ft^2 + Gt + H, \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 1$$

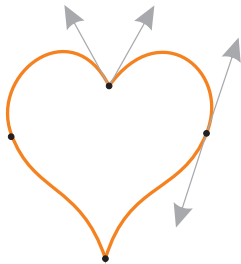
(bardziej systematyczna konstrukcja — **krzywe Béziera**)

- Łuki elementarne 3 stopnia:

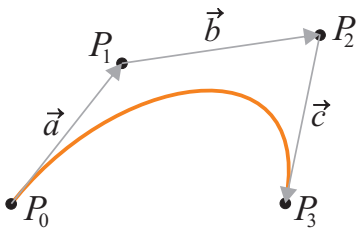
$$\begin{cases} x(t) = At^3 + Bt^2 + Ct + D, \\ y(t) = Et^3 + Ft^2 + Gt + H, \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 1$$

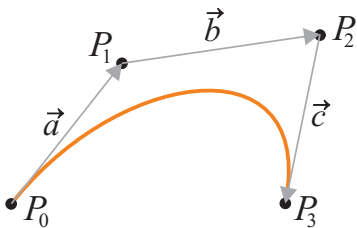
(bardziej systematyczna konstrukcja — **krzywe Béziera**)

- Krzywe — sekwencje łuków elementarnych połączonych (lub nie) węzłami “gładkimi” lub “ostrymi”

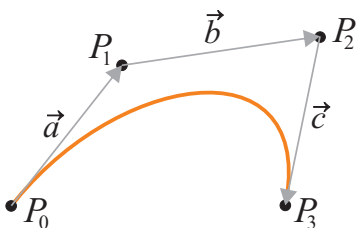


Grafika wektorowa — krzywe Béziera



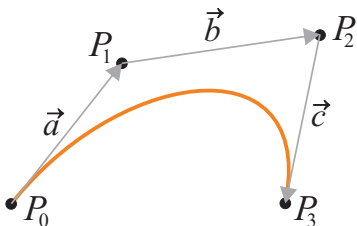


$$B(t) = (1-t)^3 P_0 + 3t(1-t)^2 P_1 + 3t^2(1-t) P_2 + t^3 P_3, \quad 0 \leq t \leq 1$$



$$B(t) = (1-t)^3 P_0 + 3t(1-t)^2 P_1 + 3t^2(1-t) P_2 + t^3 P_3, \quad 0 \leq t \leq 1$$

$$B'(t) = 3(1-t)^2(P_1 - P_0) + 6t(1-t)(P_2 - P_1) + 3t^2(P_3 - P_2)$$



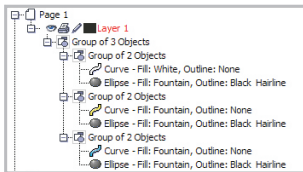
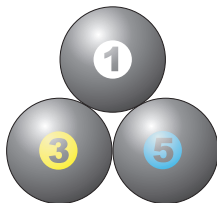
$$B(t) = (1-t)^3 P_0 + 3t(1-t)^2 P_1 + 3t^2(1-t) P_2 + t^3 P_3, \quad 0 \leq t \leq 1$$

$$B'(t) = 3(1-t)^2(P_1 - P_0) + 6t(1-t)(P_2 - P_1) + 3t^2(P_3 - P_2)$$

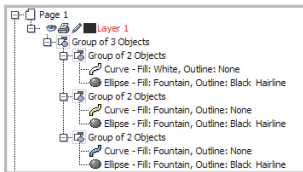
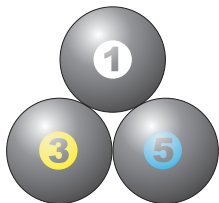
$$B'(0) = 3\vec{a} = 3(P_1 - P_0), \quad B'(1) = 3\vec{c} = 3(P_3 - P_2)$$

Wielomiany bazowe Bernsteina: $b_{kn}(t) = \binom{n}{k} t^k (1-t)^{n-k}$

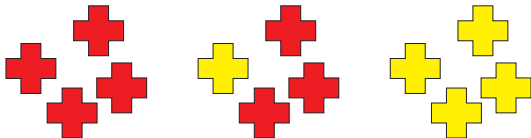
- Obiekty złożone, hierarchizacja



- Obiekty złożone, hierarchizacja



- Kopie i klony obiektów



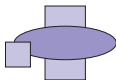
- Kontur i wypełnienie (płaskie, gradientowe, tekstura)



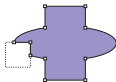
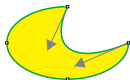
- Kontur i wypełnienie (płaskie, gradientowe, tekstura)



- Konwersja obiektów na krzywe (nieograniczona edycja)

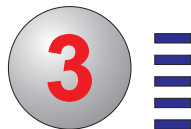
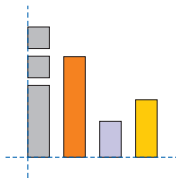
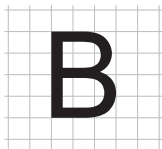
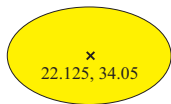


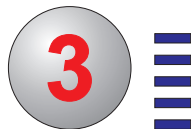
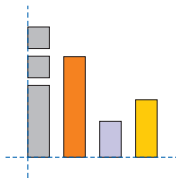
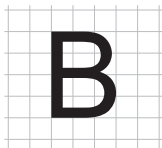
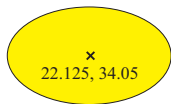
ABC



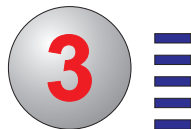
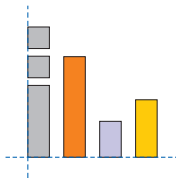
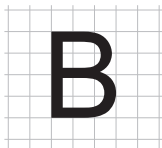
ABC

Pozycjonowanie obiektów

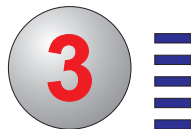
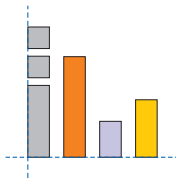
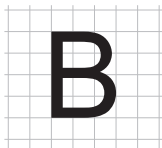




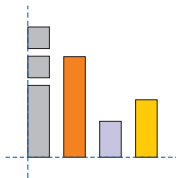
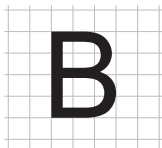
- Bezwzględne (układ współrzędnych)



- Bezwzględne (układ współrzędnych)
- Siatka



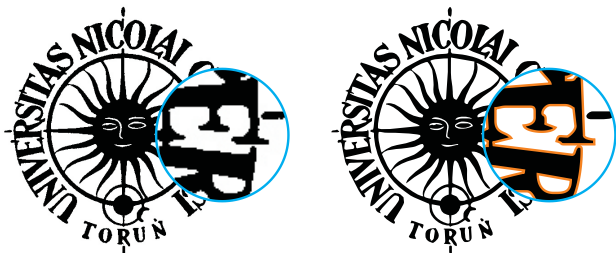
- Bezwzględne (układ współrzędnych)
- Siatka
- Prowadnice



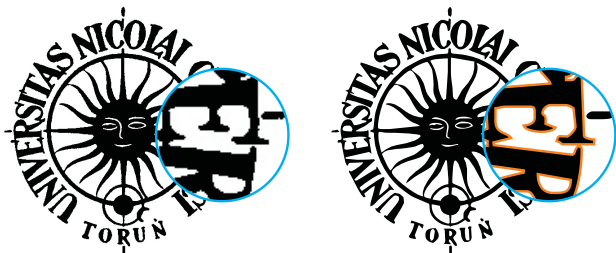
- Bezwzględne (układ współrzędnych)
- Siatka
- Prowadnice
- Względne (krawędzie obiektów, środek, odstępy itp.)

Konwersja na postać wektorową — trasowanie

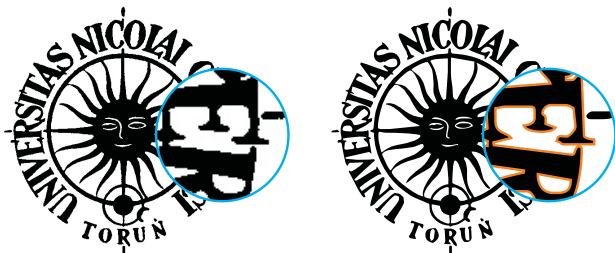




- Regulacja dokładności procesu trasowania (liczba węzłów)

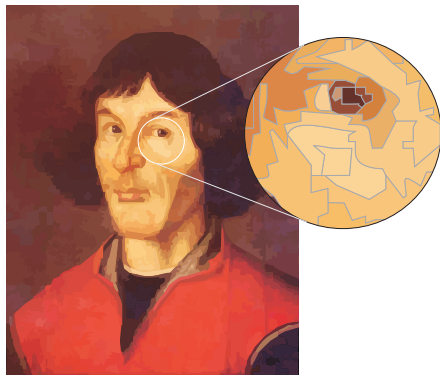
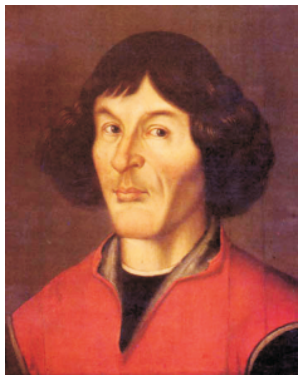


- Regulacja dokładności procesu trasowania (liczba węzłów)
- Regulacja stopnia wygładzenia krzywych

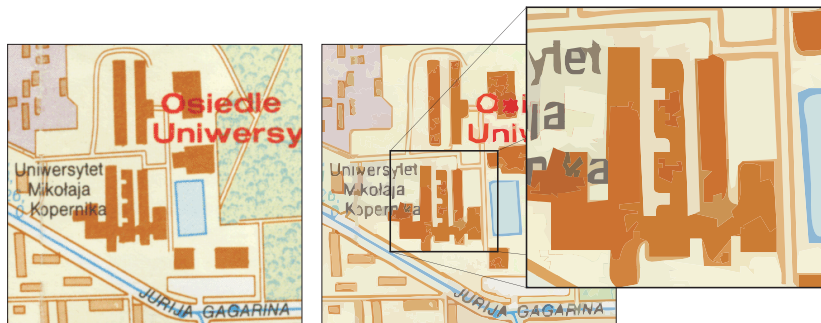


- Regulacja dokładności procesu trasowania (liczba węzłów)
- Regulacja stopnia wygładzenia krzywych
- Kontrola liczby kolorów

Trasowanie obrazów "fotograficznych"



Trasowanie map i planów



Automatyczna wektoryzacja map jest zadaniem skomplikowanym

- Płatne: Corel Draw, Adobe Illustrator, Xara Designer

- Płatne: Corel Draw, Adobe Illustrator, Xara Designer
- Bezpłatne: Inkscape, Open Office Draw

- Płatne: Corel Draw, Adobe Illustrator, Xara Designer
- Bezpłatne: Inkscape, Open Office Draw
- Format SVG (WWW Consortium, 1999): bazujący na XML, dobrze integruje się z dokumentami HTML, interpretowany przez przeglądarki internetowe (także mobilne)

- Płatne: Corel Draw, Adobe Illustrator, Xara Designer
- Bezpłatne: Inkscape, Open Office Draw
- Format SVG (WWW Consortium, 1999): bazujący na XML, dobrze integruje się z dokumentami HTML, interpretowany przez przeglądarki internetowe (także mobilne)
- PostScript (Adobe, 1982): język programowania (podobny do języka poleceń sterujących plotera), interpretowany przez tzw. maszyny postscriptowe (p. drukarki PS) o architekturze wykorzystującej pamięć stosową i odwrotną notację polską

- Płatne: Corel Draw, Adobe Illustrator, Xara Designer
- Bezpłatne: Inkscape, Open Office Draw
- Format SVG (WWW Consortium, 1999): bazujący na XML, dobrze integruje się z dokumentami HTML, interpretowany przez przeglądarki internetowe (także mobilne)
- PostScript (Adobe, 1982): język programowania (podobny do języka poleceń sterujących plotera), interpretowany przez tzw. maszyny postscriptowe (p. drukarki PS) o architekturze wykorzystującej pamięć stosową i odwrotną notację polską
- Portable Document Format (Adobe, 1993):
“półskompilowana” postać PostScriptu, wyposażona w mechanizmy hipertekstowe

- Płatne: Corel Draw, Adobe Illustrator, Xara Designer
- Bezpłatne: Inkscape, Open Office Draw
- Format SVG (WWW Consortium, 1999): bazujący na XML, dobrze integruje się z dokumentami HTML, interpretowany przez przeglądarki internetowe (także mobilne)
- PostScript (Adobe, 1982): język programowania (podobny do języka poleceń sterujących plotera), interpretowany przez tzw. maszyny postscriptowe (p. drukarki PS) o architekturze wykorzystującej pamięć stosową i odwrotną notację polską
- Portable Document Format (Adobe, 1993):
“półskompilowana” postać PostScriptu, wyposażona w mechanizmy hipertekstowe
- Formaty “natywne”: CDR, AI, XAR

Format SVG

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<!-- Generator: Adobe Illustrator 16.0.0, SVG Export Plug-In .
     SVG Version: 6.00 Build 0) -->
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 1.1//EN"
     "http://www.w3.org/Graphics/SVG/1.1/DTD/svg11.dtd">
<svg version="1.1" id="Capa_1" x="0px" y="0px"
     width="441.344px" height="441.344px" viewBox="0 0
     441.344 441.344" style="enable-background:new 0 0
     441.344 441.344;" xml:space="preserve">
<g>
<path d="M314.016,17.679c-36.879,0-70.09,16.419-
     93.344,42.648c-23.252-26.229-56.465-42.648-93.344-
     42.648C57.008,17.679,0,77.354,0,150.969c0,19.779,
     3.338,38.813,9.184,56.989c0,0,5.301,16.4,9.997,
     25.428,17.679z"/>
</g>
</svg>
```

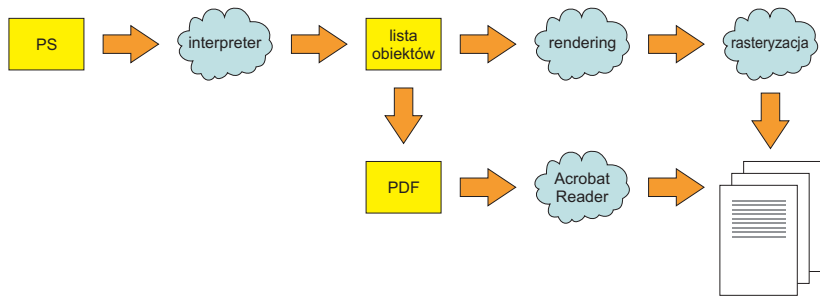


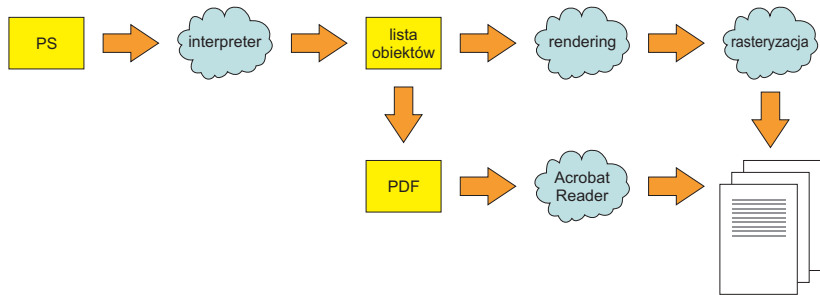
Format PS

```
%!PS-Adobe-3.0
/cm {29.39 mul} def
newpath
8 cm 6 cm 3 cm 0 180 arc
closepath
gsave
0.65 setgray
fill
grestore
0.1 cm setlinewidth
stroke
showpage
%%EOF
```

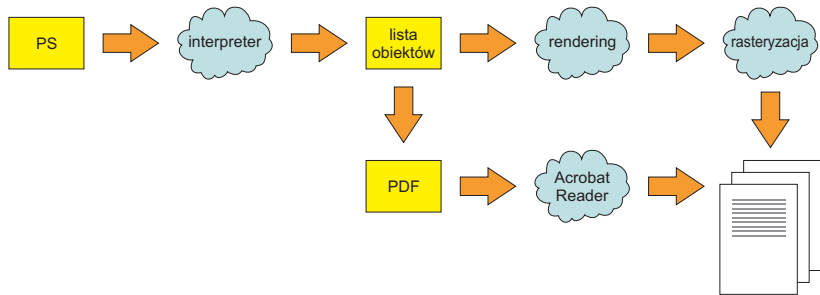


PS vs PDF





- Kod postscriptowy zwykle jest generowany maszynowo (przez aplikacje), można jednak edytować go ręcznie



- Kod postscriptowy zwykle jest generowany maszynowo (przez aplikacje), można jednak edytować go ręcznie
- PDF jest zasadniczo nieedytowalny (możliwe manipulowanie na poziomie stron dokumentów)