Računarska grafika

JavaFX – 2D oblici

Geometrijske 2D primitive

- Osnovna klasa – apstrakcija geom. oblika: `Shape`
- Linije:
  - prava linija (segment, duž), izlomljena linija
- Mnogouglovi:
  - pravougaonik, proizvoljan mnogougao
- Ovali:
  - krug, elipsa, luk
- Krive:
  - kvadratna i kubna Bezjeova
- Napomena:
  - sve primitive osim linija podrazumevano su popunjene

Složeni oblici

- Putanja
  - proizvoljna linijska otvorena ili zatvorena putanja
- SVG putanja
  - putanja definisana standardom SVG
- Kombinovani oblici – skupovne operacije
  - unija
  - presek
  - razlika

Linija

- Linija = pravolinijski segment, duž
- Zadavanje:
  - argumenti konstruktora – koordinate početne i krajnje tačke

```
Line(double pX, double pY,double kX, double kY);
```

  - podrazumevani konstruktor, naknadno svojstva linije

```
Line linija = new Line();
linija.setStartX(pX);
linija.setStartY(pY);
linija.setEndX(kX);
linija.setEndY(kY);
```

Izlomljena linija

- Zadavanje:
  - niz parametara promenljive dužine, smenjuju se X i Y koordinate temana

```
Polyline(double... koordinate)
```

  - dodavanje niza X, Y koordinata na listu prethodnih

```
Polyline polyline = new Polyline();
polyline.getPoints().addAll(new Double[]{
                        x1,y1, x2,y2, x3,y3 });
```

Pravougaonik

- Stranice paralelne osama
- Zadavanje:
  - konstruktor sa zadatim gornjim levim uglom, širinom i visinom

```
Rectangle(double x, double y, double š, double v)
```

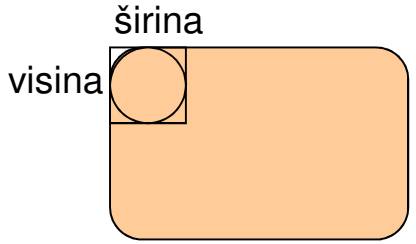
  - podrazumevani konstruktor, naknadno postavljanje svojstava

```
Rectangle pravougaonik = new Rectangle();
pravougaonik.setX(x);
pravougaonik.setY(y);
pravougaonik.setWidth(š);
pravougaonik.setHeight(v);
```

Zaobljeni pravougaonik

- Definiše se pravougaonik, a zatim zaobljenje
- Zaobljenje se definiše pravougaonikom u uglu, opisanim oko elipse koja određuje krivinu
- Luk elipse od 90° se crta umesto ugla pravougaonika
- Metodi kojima se određuje širina i visina elipse:

```
void setArcWidth(double širina)
void setArcHeight(double visina)
```



Mnogougao

- Zatvorena izlomljena linija
- Klasa `Polygon`
- Zadaje se na iste načine kao i izlomljena linija
- Poslednje teme se automatski spaja sa prvim
- Može biti proizvoljan
  - konveksan
  - konkavan
  - samopresecajući

Krug

- Zadavanje:
  - argumenti konstruktora – koordinate centra i poluprečnik

```
Circle(double cX, double cY, double r);
```

  - argumenti konstruktora – samo poluprečnik, naknadno centar

```
Circle krug = new Circle(r);
krug.setCenterX(x);
krug.setCenterY(y);
```

  - podrazumevani konstruktor – naknadno centar i poluprečnik

```
krug.setRadius(r);
```

Elipsa

- Zadavanje:
  - argumenti konstruktora – centar, poluprečnici X i Y

```
Ellipse(double cX, double cY, double rX, double rY);
```

  - argumenti konstruktora – poluprečnici, naknadno centar

```
Ellipse elipsa = new Ellipse(double rX, double rY);
elipsa.setCenterX(x);
elipsa.setCenterY(y);
```

  - podrazumevani konstruktor – naknadno centar i poluprečnici

```
elipsa.setRadiusX(r);
elipsa.setRadiusY(r);
```

Luk

- Deo elipse između dve tačke na njoj
- Zadavanje:
  - argumenti konstruktora – elipsa + početni ugao i ugao luka

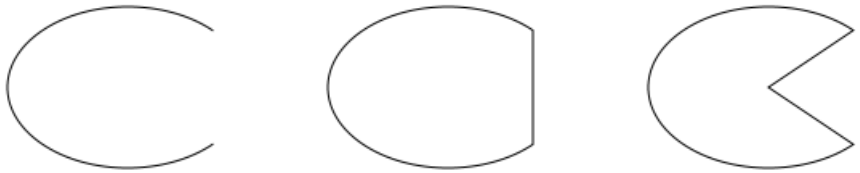
```
Arc(double cX, double cY, double rX, double rY,
    double pU, double uL);
```

  - referentni smer: suprotno od kazaljke, mereno od +X ose
  - podrazumevani konstruktor, naknadno parametri elipse + uglovi

```
Arc luk = new Arc();
// ... kao za elipsu
luk.setStartAngle(pU);
luk.setLength(uL);
```

Tipovi luka

- Tipovi:
  - otvoren (`OPEN`) - podrazumevano,
  - odsečak (`CHORD`),
  - isečak (`ROUND`)

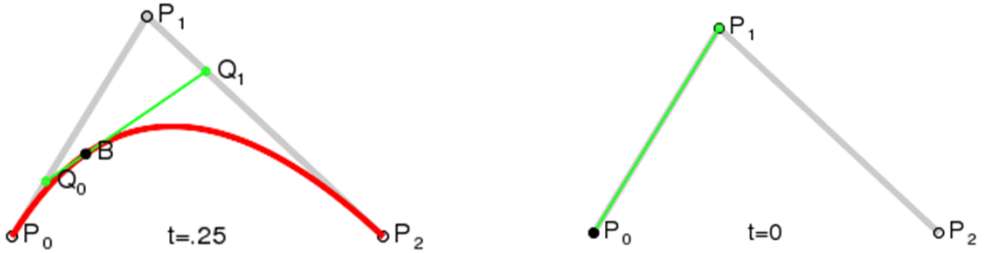


- Zadavanje:

```
luk.setType(ArcType.TIP_LUKA);
```

Kvadratna kriva (1)

- Kvadratna Bezjeova (orig. *Bézier*) kriva
  - određena sa 3 tačke:
    - 2 krajnje i jednom kontrolnom “privlačećom” tačkom
  - prave koje spajaju početnu/krajnju tačku sa kontrolnom su tangente na krivu u početnoj/krajnjoj tački
  - kriva je linearna interpolacija između dve tačke
    - prva je linearna interpolacija između početne i kontrolne tačke
    - druga je linearna interpolacija između kontrolne i krajnje tačke



Kvadratna kriva (2)

- Zadavanje:
  - argumenti konstruktora – koord. početne, kontrolne i krajnje tačke

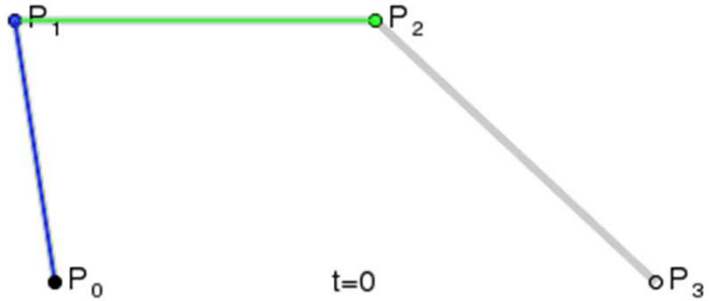
```
QuadCurve(double x1, double y1,
          double xk, double yk,
          double x2, double y2);
```

  - podrazumevani konstruktor, naknadno zadavanje tačaka

```
QuadCurve kriva = new QuadCurve();
kriva.setStartX(x1);          kriva.setStartY(y1);
kriva.setControlX(xk);        kriva.setControlY(yk);
kriva.setEndX(x2);            kriva.setEndY(y2);
```

Kubna kriva

- Kubna Bezjeova kriva – 2 kontrolne privlačeće tačke



- Zadavanje:
  - analogna dva načina kao za kvadratnu krivu
  - metodi za postavlanje kontrolnih tačaka
  - `kriva.setControlX1(xK1);`
  - `kriva.setControlY1(yK1);`
  - `kriva.setControlX2(xK2);`
  - `kriva.setControlY2(yK2);`

Putanja (1)

- Složen linijski oblik koji se sastoji od sekvence
  - elementarnih geometrijskih otvorenih primitiva:
    - linijski segment (proizvoljan, horizontalan, vertikalan), luk, kriva
  - pomeraja u tačku (bez crtanja)
  - zatvaranja putanje pravom linijom

- Koncept sastavljanja putanje
  - izvrši se pomeraj u njenu početnu tačku (postaje tekuća)
  - zatim se elementi dodaju, tako što se odgovarajuća geometrijska primitiva crta od tekuće do zadate tačke

Putanja (2)

- Zadavanje:
  - konstruktor sa proizvoljnim brojem elemenata putanje

    ```
    Path(PathElement... elementi)
    ```
  - podrazumevani konstruktor i naknadno dodavanje elemenata

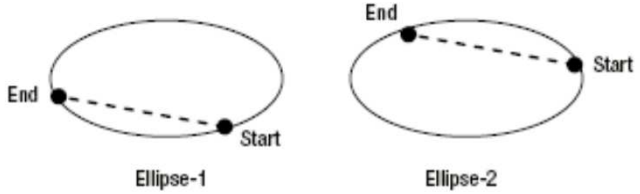
    ```
    Path putanja = new Path();
    putanja.getElements().addAll(pomeraj,linija,luk,
                                 kriva, ..., zatvaranje);
    ```

Elementi putanje

- `MoveTo` (pomeranje u tačku)
- `LineTo` (segment sa proizvoljnim nagibom)
- `HLineTo` (horizontalni segment)
- `VLineTo` (vertikalni segment)
- `ArcTo` (luk)
- `QuadCurveTo` (kvadratna Bezjeova kriva)
- `CubicCurveTo` (kubna Bezjeova kriva)
- `ClosePath` (zatvaranje putanje)

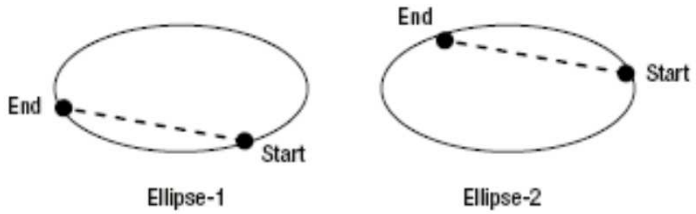
Luk – element putanje (1)

- Problem:
  - kroz tekuću i zadatu tačku moguće je provući 4 luka elipse



  - svaka od dve elipse sa slike ima po dva moguća luka
- Rešenje – dva parametra koja će odrediti:
  - da li se uzima kraći ili duži luk
  - da li je smer luka od tekuće do zadate tačke
    - smer kazaljke na časovniku (eng. *clockwise*) – `true`
    - obrnut (eng. *counterclockwise*) – `false`

Luk – element putanje (2)



Tip luka	Elipsa	`veliki`	`smer`
veliki	elipsa1	`true`	`false`
veliki	elipsa2	`true`	`true`
mali	elipsa1	`false`	`true`
mali	elipsa2	`false`	`false`

- Moguća i rotacija X-ose elipse luka

SVG putanja

- Standardna notacija SVG (*Scalable Vector Graphics*)
  - standard propisuje format XML fajla za vektorski i mešani vektorsko-rasterski opis 2D grafičkih oblika
  - održava konzorcijum W3C, dokumentacija: http://www.w3.org/TR/SVG/
- SVG putanja se definiše kao niska znakova
  - specificira geometrijske primitive koje ulaze u putanju
- Klasa `SVGPath` je izvedena iz klase `Shape`
- Zadavanje:
  - podrazumevanim konstruktorom `SVGPath()`, zatim se metodom `setContent()` postavlja SVG niska znakova

SVG komande i parametri

Kom	Parametri	Opis	JavaFX klasa
M	(x,y)+	pomeranje u tačku (x,y)	MoveTo
L	(x,y)+	linija do tačke (x,y)	LineTo
H	x+	horizontalna linija do x	HLineTo
V	y+	vertikalna linija do y	VLineTo
A	(rx,ry,rotacija, veliki,smer,x,y)+	luk elipse	ArcTo
Q	(x1,y1,x,y)+	kvadratna Bezjeova kriva	QuadCurveTo
T	(x,y)+	glatko nadovezana kv. kriva	
C	(x1,y1,x2,y2,x,y)+	kubna Bezjeova kriva	CubicCurveTo
S	(x2,y2,x,y)+	glatko nadovezana ku. kriva	
Z	-	zatvaranje putnje	ClosePath

Kombinovani oblik

- Kombinacije dva geometrijska oblika
- Skupovne operacije: unija, presek i razlika
- Operacije se primenjuju na skupove piksela koji pripadaju zadatim oblicima
- Oblici se kombinuju statičkim metodima klase `Shape`
  - unija: `Shape.union(oblik1, oblik2)`
  - presek: `Shape.intersect(oblik1, oblik2)`
  - razlika: `Shape.subtract(oblik1, oblik2) //oblik1-oblik2`

Kombinovanje oblika - primer

```
Circle krug1 = new Circle(25.0, 25.0, 20.0);
Circle krug2 = new Circle(35.0, 25.0, 20.0);
Circle krug3 = new Circle(80.0, 25.0, 20.0);
Circle krug4 = new Circle(95.0, 25.0, 20.0);
Circle krug5 = new Circle(135.0, 25.0, 20.0);
Circle krug6 = new Circle(145.0, 25.0, 20.0);
Shape unija = Shape.union(krug1, krug2);
Shape presek = Shape.intersect(krug3, krug4);
Shape razlika = Shape.subtract(krug5, krug6);
```