Računarska grafika

JavaFX - interakcija

Uvod

- Interakcija u RG
  - komunikacija između korisnika i prikazanih grafičkih objekata
- Doprinos RG u mnogim oblastima primene bio bi mnogo manji bez interakcije
- Interakcija se obavlja preko ulaznih uređaja
  - konvencionalnih, širokog spektra primene
    - tastatura – za unos podataka, sve ređe za unos komandi
    - pokazivački uređaji – za ukazivanje i izbor prikazanog objekta
      - miš (*mouse*), dodirni panel (*touch pad*), dodirni ekran (*touch screen*)
  - konvencionalnih, užeg spektra primene
    - komandna palica (*joystick*), igrački uređaj (*game pad*), grafička ploča (*graphics tablet*), kotrljajuća kugla (*track ball*)
  - specifičnih za virtuelnu realnost i druge primene
    - senzor pokreta (*motion senzor*), pratilac oka (*eye tracker*)
    - HMD (*Head Mounted Display*)

Metafore ulaznih uređaja (1)

- Korišćene metafore određuju način komunikacije sa uređajima,
  - na taj način određuju programsku paradigmu komunikacije
- Pokazivački (lokatorski) uređaji – metafora štapa-pokazivača
  - uređaj služi da bi se dovođenjem kurzora na željeno mesto na ekranu ukazalo na željeni objekat
  - uređaj omogućava i da se ukazani objekat izabere klikom na dugme
  - miš je opremljen
    - nekolicinom dugmadi (*buttons*) – tipično dva do tri
      - služe za komandu klikom (*click*) – pritiskom i otpuštanjem, ili dvoklikom
    - točkićem (*wheel*) – koji je ujedno i dugme
- Pokazivački uređaji – metafora kuke za povlačenje (*drag*) objekta
  - postiže se povlačenjem miša sa pritisnutim dugmetom
  - izabrani objekat prati kurzor i premešta se na mesto na kojem se otpusti dugme miša (*drag-and-drop*, *d&d*)

Metafore ulaznih uređaja (2)

- Točkić za proklizavanje - metafora dugmeta “potenciometra”
  - pomeranjem se upravlja nekim klizačem (*scroll*) na ekranu ili virtuelnom kamerom – približavanje/udaljavanje (*zoom in/out*)
  - upravljanje u trećoj dimenziji
- Tastatura – metafora pisaće mašine
  - služi za unos tekstualnih i numeričkih podataka (i komandi)
  - režim editovanja:
    - aplikacija se obaveštava tek kada se pritisne taster koji označava kraj unosa podatka ili komande (*Enter*/*Return*)
    - eho unošenih znakova preko tastature obezbeđuje grafički sistem, odnosno odgovarajuća komponenta grafičkog korisničkog interfejsa
    - kontrolni znaci nemaju značaja izuzev nekih koji se koriste za editovanje unošenog podatka (*Backspace*, *Delete*, strelice,...)
    - aplikaciji se prenosi unešena niska znakova

Metafore ulaznih uređaja (3)

- Tastatura – metafora komandne table
  - služi za izdavanje komandi jednim tasterom ili kombinacijom tastera
  - sirovi režim (*raw*) – za svaki pritisnuti taster aplikaciji se prenosi podatak
  - može da se prenosi kod pritisnutog znaka
    - slova (`a`, `A`, `Ћ`,…), cifre (`0-9`), specijalni (`#`,`@`,…), kontrolni (`Crtl-C`,…)
  - može da se prenosi kod (identifikacija) tastera
    - na primer: komandni (funkcionalni) tasteri (`F1`, `F2`, ...)
- Interakcija preko dodirnog ekrana – više mogućnosti i metafora
  - izbor objekta na ekranu dodirom prsta ili specijalne olovke (*stylus*)
  - pomeranje sadržaja povlačenjem prsta/olovke u nekom pravcu i smeru
  - simultane akcije pomoću dva ili više prstiju
    - razvlačenje, odnosno sažimanje slike (*zoom in/out*)
    - rotacija slike
  - na mobilnom uređaju – promena orijentacije, brzina pomeranja

Podaci sa ulaznih uređaja

- Pokazivački uređaji
  - koordinate kurzora u ravni
  - statusi pojedinih dugmadi uređaja (pritisnuto/otpušteno)
  - statusi tastera modifikatora na tastaturi
- Tastatura
  - niska unetih znakova
  - kod znaka ili kod tastera
- Dodirni ekran
  - koordinate jedne, dve ili više tačaka
- Grafički tablet
  - vektor koordinata tačaka

Prihvatanje podataka sa uređaja

- Da bi se ostvarila interakcija potrebno je da:
  - podaci sa ulaznih uređaja stignu do aplikacije
  - aplikacija ih obradi
- Načini prihvatanja podataka sa ulazih uređaja
  - sinhrono – povremenim propitivanjem uređaja (*polling*)
    - drugi naziv – uzorkovanje (*sampling*) uređaja
  - asinhrono - čekanjem na događaj (*event waiting*)
    - danas dominantan način komunikacije sa ulaznim uređajima
- Događaj
  - u opštem slučaju – dešavanje od interesa
  - u programiranju grafičkog korisničkog interfejsa
    - dešavanje izazvano akcijama korisnika preko ulaznih uređaja
    - dešavanje otkucaja sata (tajmera)
    - dešavanja u toku animacije (stizanje do ključne slike, stizanje do kraja)

Obrada događaja

- Obrada događaja predstavlja i osnovu savremene paradigme za programiranje aplikacija sa grafičkim korisničkim interfejsom (GUI)
  - događaji se dešavaju asinhrono u odnosu na tok GUI-niti
  - obrađuju se u posebnim funkcijama – rukovaocima (*event handler*)
  - posao programera grafičke aplikacije – pisanje rukovalaca
  - rukovaoci se automatski pozivaju kao reakcija na zbivanje događaja
  - rukovaoci se izvršavaju u GUI-niti
  - u JavaFX aplikaciji GUI-nit je nit aplikacije
- Paradigma se naziva „programiranje vođeno događajima“ (*event driven programming*)
- U aplikacijama sa GUI veliki deo koda se nalazi u
  - rukovaocima događaja
  - metodima koji se direktno ili indirektno pozivaju iz metoda rukovalaca

Mehanizam obrade događaja

- Na nivou operativnog sistema,
  - uređaji generišu prekide (*interrupt*)
  - prekidne procedure (*int. handler*) preuzimaju podatke iz registara uređaja
  - na osnovu ovih podataka formiraju se poruke (*message*) ili događaji
  - poruke/događaji se smeštaju u red (*message/event queue*)
- Aplikacija sa GUI
  - u GUI-niti čeka da se u redu pojavi poruka/događaj
    - ne troši se procesorsko vreme na čekanje
  - kada se u redu pojavi poruka/događaj, poziva se odgovarajući rukovalac za obradu poruke/događaja (*message/event handler*)
  - čekanje i obrada koja sledi obavljaju se u beskonačnoj petlji za obradu poruka/događaja (*message/event loop*)

Savremena paradigma obrade

- U savremenim tehnologijama za razvoj korisničkih interfejsa
  - red događaja, čekanje na događaj i petlja su u sakriveni od programera
  - programer ima zadatak da
    - obezbedi rukovaoce za odgovarajuće tipove događaja
    - pridruži te rukovaoce odgovarajućim elementima korisničkog interfejsa
- U Java 1.0 – centralizovani model obrade događaja
  - samo jedan rukovalac za obradu svih događaja
  - obrada u razgranatoj strukturi (`switch`, `if-else-if`)
    - nije u duhu OO programiranja

Delegirani model obrade

- Od verzije Java 1.1 – delegirani model obrade događaja
  - interfejsi osluškivača (*listener*) propisuju metode rukovalaca
    - na primer: `ActionListener` – za događaje akcije `ActionEvent`
    - pritisak na ekranski taster izaziva ovakav događaj
    - taster je izvor i meta događaja
  - zadatak programera je da:
    - u klasama osluškivača implementira propisane metode – rukovaoce (npr. `actionPerformed()`)
    - stvori objekte osluškivača
    - registruje objekte osluškivača kod objekata meta događaja
  - objekat događaja se automatski prosleđuje pozvanom rukovaocu
  - decentralizacija je u duhu OO programiranja
  - paketi `awt` i `swing`
- JavaFX – delegirani model obrade događaja, ali nešto drugačiji

JavaFX – mehanizam obrade

- Dva bitna subjekta: izvor događaja i meta događaja
  - objekat izvora predstavlja poreklo (generator) događaja
    - izvor registruje rukovalac za obradu događaja i prosleđuje mu događaj
  - objekat mete predstavlja kraj putanje po kojoj putuje događaj
- Izvori i mete su elementi korisničkih interfejsa
  - pozornica, scena ili čvor na proizvoljnoj dubini grafa scene
- Primer: klikne se dugmetom miša kada je kurzor nad nekim oblikom na proizvoljnoj dubini u grafu scene
  - pokazani objekat je meta događaja
- Da li korisnik želi da se događaj odnosi (samo) na pokazani oblik?
- Možda korisnik želi:
  - da samo meta obradi događaj
  - da roditeljski čvor ili čvor nekog pretka u grafu scene obradi događaj
  - da i meta i neko od predaka u grafu scene reaguju na događaj

Dispečerski lanac

- Dispečerski lanac (*event dispatch chain*)
  - čine ga objekti na putanji događaja (*event route*)
    - početak (koren) putanje je pozornica
    - zatim scena na pozornici
    - zatim redom čvorovi u grafu scene počevši od korena prema meti
    - meta je objekat na kraju lanca
- Odgovornost za formiranje ovog lanca je na meti događaja
- Element korisničkog interfejsa na putanji (pozornica, scena, čvor)
  - predstavlja dispečer događaja (*event dispatcher*)
  - obrađuje i prosleđuje događaj sledećem elementu u lancu
- Proces obrade događaja – obilaskom putanje (*route traversal*)
  - za vreme obilaska meta se ne menja
  - izvor događaja se menja u svakom koraku obilaska
    - element putanje do kojeg je događaj stigao i koji ga obrađuje

Faze obilaska lanca

- Obilazak je dvosmeran, odnosno ima dve faze
- U prvoj fazi se napreduje od korena putanje prema meti
  - faza se naziva fazom hvatanja (*capture phase*)
- U drugoj fazi se od mete vraća po putanji prema korenu
  - objekti u lancu se obilaze suprotnim redosledom
  - faza se naziva fazom isplivavanja (*bubbling phase*)
- Svakom elementu putanje mogu da budu pridružene dve vrste rukovalaca za obradu događaja: filter i obrađivač
- Kada proces obrade događaja stigne do nekog elementa u lancu
  - izvršava se odgovarajuća vrsta rukovaoca za dati smer obilaska

Obrada događaja u lancu

- Putovanje događaja kroz lanac je automatizovano
- U fazi hvatanja događaja – izvršavaju se filteri
- U fazi isplivavanja događaja – izvršavaju se obrađivači
- Dispečer događaja – element u dispečerskom lancu
  - u fazi hvatanja filtrira događaj
  - u fazi isplivavanja obrađuje događaj
- Metod događaja `consume()`
  - može da se pozove iz rukovaoca da završi obradu tog događaja (da prekine prosleđivanje datog događaja kroz lanac)
- Na primer, za događaj namenjen sceni, a ne čvoru u njenom grafu
  - filter scene može da pozove metod `consume()`
  - sprečava da događaj putuje dalje po putanji u grafu scene

Događaj

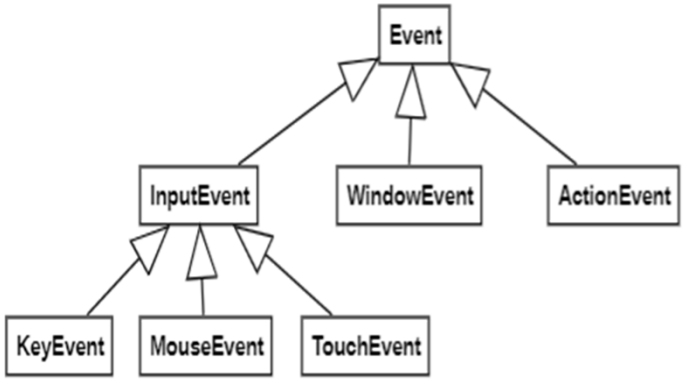
- Koren hijerarhije klasa događaja je klasa `EventObject`
  - iz paketa `java.util`, direktni potomak klase `Object`
  - klasa apstrahuje događaje, bez obzira da li oni potiču iz GUI ili ne
  - sadrži samo informaciju o izvoru događaja
- Događaji koji potiču iz GUI se apstrahuju klasom `Event`
  - iz paketa `javafx.event`
  - sadrži informacije o izvoru (nasleđeno), meti, vrsti događaja i da li je događaj potpuno obrađen, odnosno "konzumiran"
  - konstruktor:

```
Event( Object izvor, EventTarget meta,
       EventType<? extends Event> vrsta)
```

    - izvor događaja može da bude proizvoljan objekat
    - meta događaja – svaki objekat koji implementira interfejs `EventTarget`
    - vrsta događaja je tipa generičke klase `EventType` parametrizovane tipom događaja (klase `Event` ili potomka klase)

Tipovi događaja

- Tip događaja je određen klasom događaja
- Iz klase `Event` su izvedene klase:
  - ulaznog događaja (`InputEvent`)
  - prozorskog događaja (`WindowEvent`)
  - događaja akcije (`ActionEvent`)
  - događaja promene transformacije (`TransformChangedEvent`)
  - ...



Vrste događaja (1)

- Tip događaja je određen njegovom klasom iz prikazane hijerarhije
- Vrsta događaja je generički tip:

```
EventType<T extends Event>
```

  - parametar generika je tipa `Event` ili njegovih podtipova
- Klasa `Event` sadrži polje koje određuje vrstu događaja, kao što i konstruktor ima parametar:

```
EventType<? extends Event> vrsta;
```

- Vrsta događaja bliže određuje njegovu prirodu
- Na primer, događaji miša su tipa `MouseEvent`
  - oni mogu da potiču od različitih akcija korisnika preko miša
  - vrsta događaja je određena konkretnom akcijom:
    - `MouseEvent.MOUSE_PRESSED`, `MouseEvent.MOUSE_RELEASED`, ...
- Specijalna vrednost `EventType` je `ANY`
    - odnosi se na proizvoljnu vrstu događaja datog tipa, npr. `MouseEvent.ANY`

Vrste događaja (2)

- U odgovarajućim klasama tipova događaja definisani su nepromenljivi objekti koji određuju moguće vrste
  - reference su `static final` na objekte tipa `EventType<`*`tipDogađaja`*`>`
  - na primer: `MouseEvent.MOUSE_PRESSED` je definisan na način:
    `public static final EventType<MouseEvent> MOUSE_PRESSED`

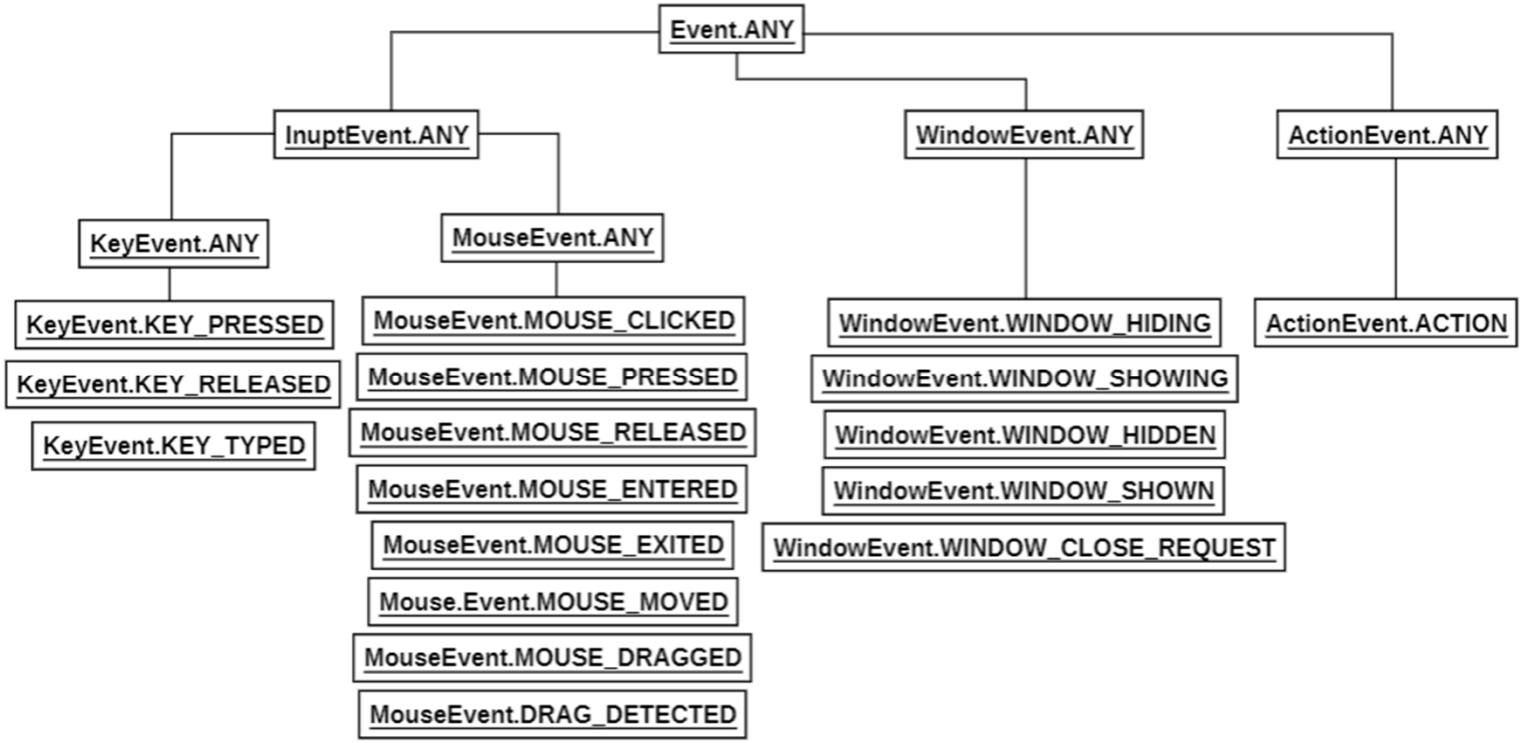
- Konstruktor klase `EventType`: kojim se stvara objekat vrste događaja:

```
public EventType(EventType<? super T> nadVrsta,
                 String ime)
```

  - vrsta događaja je povezana sa svojom nadvrstom
- Vrste događaja formiraju hijerarhiju (stablo)
  - ova hijerarhija nije klasna, već objektna hijerarhija

Hijerarhija vrsta događaja

- Objektni dijagram ne prikazuje sve vrste događaja



Programiranje obrade događaja

- Programiranje obrade događaja se svodi na:
  - definisanje objekta rukovaoca
  - pridruživanje tog rukovaoca meti,
    ili nekom od objekata u dispečerskom lancu
  - objekat se pridružuje kao filter ili obrađivač
- Elementi GUI izvedeni iz klasa `Window`, `Scene` i `Node` mogu da budu mete
- Objekti klasa iz biblioteke JavaFX mogu da budu mete jer:
  - implementiraju interfejs `javafx.event.EventTarget`
  - imaju implementiran metod za formiranje dispečerskog lanca na putanji događaja
- Ukoliko bi meta trebalo da bude neke klase koja nije potomak navedenih
  - klasa bi trebalo da implementira interfejs `EventTarget`
- Za korisničke klase koje implementiraju interfejs `EventTarget`
  - programer mora da obezbedi metod za formiranje lanca:

```
EventDispatchChain
  buildEventDispatchChain(EventDispatchChain rep)
```

Definisanje rukovaoca

- Za obe vrste rukovalaca, filtere i obrađivače
  - odgovarajuće klase se definišu na isti način
- Piše se anonimna klasa koja implementira generički funkcijski interfejs `(EventHandler<T extends Event>)`
  - tip događaja `T` može da bude klasa `Event` i neka od potklasa klase `Event`
  - metod interfejsa je: `void handle(T događaj);`
- Primer za događaj miša tipa `MouseEvent`:
  - objekat rukovaoca koji samo ispisuje poruku na standardnom izlazu

```
EventHandler<MouseEvent> ruk =
  new EventHandler<MouseEvent> (){
    void handle(MouseEvent događaj){
      System.out.println("Miš.");
    }
  }
```

- Elegantnije – isti objekat može da se definiše korišćenjem lambda izraza:

```
EventHandler<MouseEvent> ruk =
          događaj -> System.out.println("Miš.");
```

Povezivanje rukovalaca

- Rukovaoci filtera i obrađivača se definišu na isti način
- Koriste se različiti metodi za njihovu registraciju
  - pridruživanje dispečeru (elementu dispečerskog lanca)
  - registrovanje filtera: `addEventFiltar()`
  - registrovanje obrađivača: `addEventHandler()`
- Prilikom povezivanja rukovaoca sa dispečerom potrebno je navesti i vrstu događaja koji će se filtrirati/obrađivati navedenim rukovaocem
- Na primer, za prethodno definisani rukovalac
  - filtriranje/obrađivanje događaja klika miša od strane dispečera `element`

```
element.addEventFilter(MouseEvent.MOUSE_CLICKED, ruk);
element.addEventHandler(MouseEvent.MOUSE_CLICKED, ruk);
```

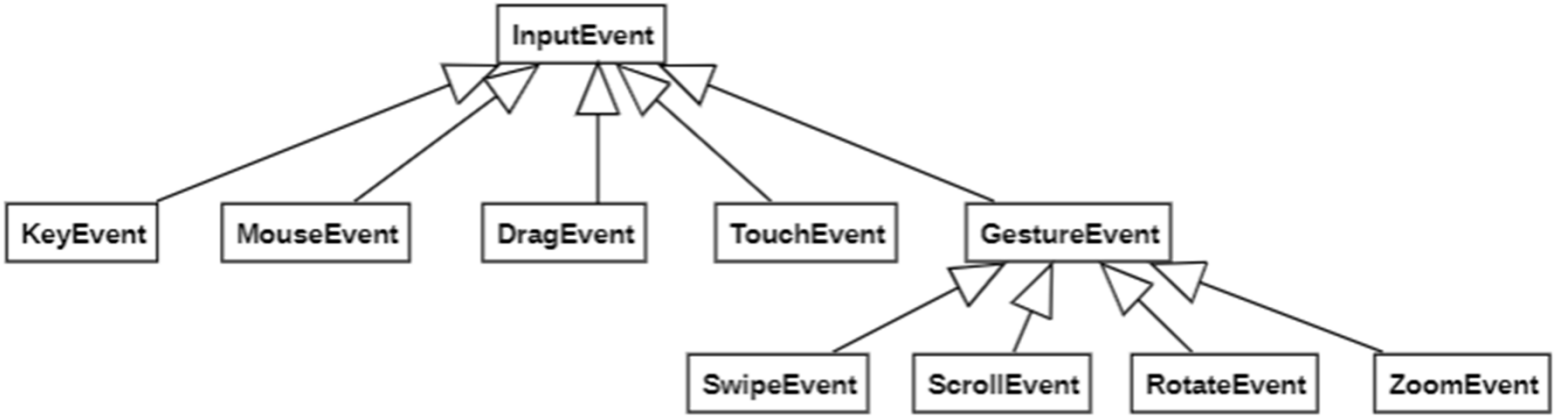
- Drugi način povezivanja – samo za obrađivače tipičnih vrsta događaja:
  - pozivanje `setOnXYZ(rukovalac)` metoda (`XYZ` – kodira vrstu događaja)
  - na primer, povezivanje: `element.setOnMouseClicked(ruk);`
  - razvezivanje: `element.setOnMouseClicked(null);`
  - ne može za filtere i ne može za više obrađivača pridruženih elementu

Redosled izvršenja

- U prvoj fazi "hvatanja" događaja:
  - od pozornice, preko scene i njenog grafa,
    u smeru od predaka prema potomcima, do čvora mete
- U drugoj fazi "isplivavanja" događaja:
  - u suprotnom smeru od smera u fazi hvatanja
- Ako se iz nekog rukovaoca pozove metod događaja `consume()`
  - tok obrade događaja se prekida
- Ako je više filtera ili obrađivača vezano za isti element lanca
  - prvo će se izvršiti rukovaoci specifičnijih vrsta događaja
  - na kraju rukovalac vrste događaja `ANY`
- Ako su neki rukovaoci pridruženi čvoru metodom `addEventFilter()` / `addEventHandler()`
  - oni će se izvršiti pre rukovaoca pridruženog metodom `setOnXYZ()` za datu vrstu događaja `XYZ`

Ulazni događaji

- Događaj ulaznog uređaja (ulazni događaj)
  - apstrahovan klasom `InputEvent`
  - klasa `InputEvent` je izvedena iz klase `Event`
  - koren hijerarhije ulaznih događaja
  - cela hijerarhija klasa ulaznih događaja
    - u paketu `javafx.scene.input`



Primer

- Obrada proizvoljnog ulaznog događaja (proizvoljan tip i vrsta):

```
Circle krug = new Circle(110.0, 25.0, 20.0);
krug.setFocusTraversable(true);

EventHandler<InputEvent> r = dog -> {
   System.out.println("Događaj.");
   System.out.println("Vrsta:  " +
            dog.getEventType().getName());
   System.out.println("Izvor: " +
            dog.getSource().getClass().getSimpleName());
   System.out.println("Cilj:" +
            dog.getTarget().getClass().getSimpleName());
};
krug.addEventHandler(InputEvent.ANY, r);
```

Događaji miša

- Klasa `MouseEvent` apstrahuje događaje miša
  - izvedena iz klase `InputEvent`
- Miš generiše razne vrste događaja kao što su:
  - pomeranje miša
    - kada se mišem pomeri kurzor, a da pri tome nije bilo pritisnuto dugme miša
  - vučenje miša
    - kada se mišem pomeri kurzor uz pritisnuto dugme miša
  - pritisak na dugme miša
  - otpuštanje dugmeta miša
  - klik na dugme miša
  - ulazak miša
    - kada kurzor pomeran mišem naiđe na čvor
  - izlazak miša
    - kada kurzor pomeran mišem napušta čvor

Vrste događaja miša (1)

- Vrste su definisane vrednostima tipa `EventType<MouseEvent>`:
- `ANY`: nadvrsta svih vrsta događaja miša
  - njegova nadvrsta je `InputEvent.ANY`
- `MOUSE_PRESSED`: pritisak na dugme miša
  - metod `getButton()` klase `MouseEvent` vraća konstantu tipa `MouseButton`
  - konstanta određuje koje je dugme pritisnuto
  - konstante su: `NONE`, `PRIMARY`, `MIDDLE` i `SECONDARY`
- `MOUSE_RELEASED`: otpuštanje dugmeta miša
  - meta događaja – čvor nad kojim je bio kurzor u trenutku pritiskanja dugmeta bez obzira nad kojim čvorom se nalazio kurzor u trenutku otpuštanja dugmeta
- `MOUSE_CLICKED`: klik dugmetom miša dok je kurzor iznad nekog čvora
  - meta – čvor nad kojim je dugme pritisnuto i otpušteno
  - ako pritisak i otpuštanje nisu bili nad istim čvorom meta je roditelj (na primer, grupa ili scena) koji obuhvata oba čvora

Vrste događaja miša (2)

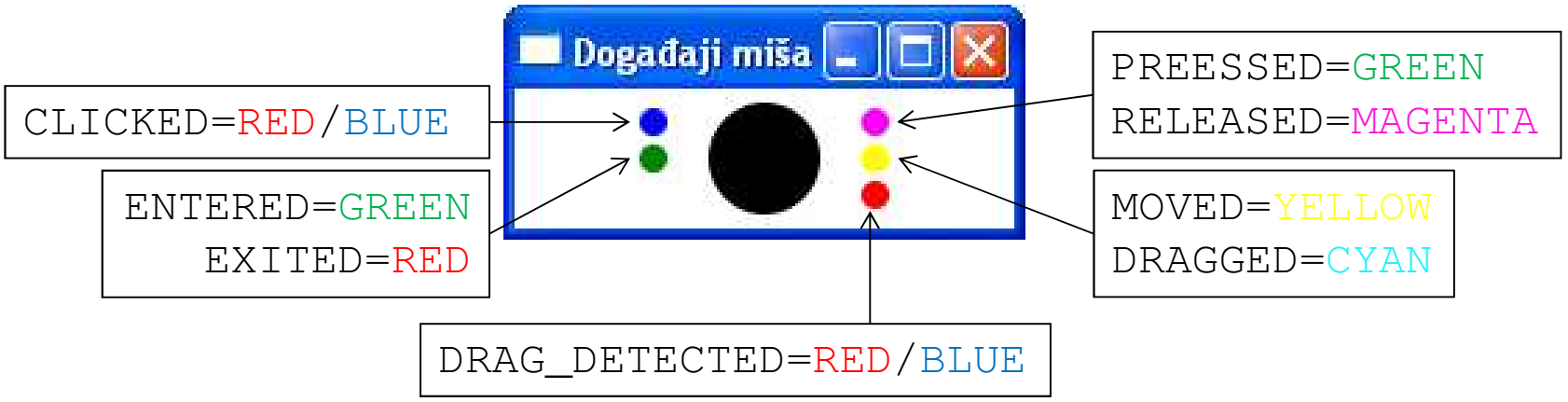
- `MOUSE_MOVED`: pomeranje miša bez pritisnutog dugmeta
- `MOUSE_ENTERED`: kad kurzor vođen mišem ulazi u prostor čvora
  - roditelj čvora se ne obaveštava o događaju ni u fazi hvatanja ni u fazi isplivavanja događaja
- `MOUSE_ENTERED_TARGET`: generiše ga roditelj kad kurzor nailazi na čvor deteta
  - `MOUSE_ENTERED` se transformiše u `MOUSE_ENTERED_TARGET` čiji je izvor roditelj
  - takav događaj prolazi na uobičajen način kroz faze hvatanja i isplivavanja događaja
- `MOUSE_EXITED`: kad kurzor vođen mišem izlazi iz prostora čvora
  - roditelj se ne obaveštava o događaju ni u fazi hvatanja ni u fazi isplivavanja događaja
- `MOUSE_EXITED_TARGET`: generiše ga roditelj kad kurzor napušta čvora deteta
  - `MOUSE_EXITED` se transformiše u `MOUSE_EXITED_TARGET` čiji je izvor roditelj
- `DRAG_DETECTED`: kad je dugme miša pritisnuto i kurzor prevučen preko čvora
  - sa pragom rastojanja od čvora koji je zavisan od platforme
  - događaj može da se spreči metodom `setDragDetect(boolean)` klase `MouseEvent`
    - metod može da se pozove iz rukovaoca kojim se obrađuje `MOUSE_PRESSED` / `MOUSE_DRAGGED`
- `MOUSE_DRAGGED`: kad se pomera miš sa pritisnutim dugmetom
  - bez obzira na položaj kurzora, događaj se isporučuje čvoru nad kojim je pritisnuto dugme

Primer (1)

```
Circle krug = new Circle(90.0, 25.0, 20.0);
Circle indK = new Circle(50, 12, 5.0);   // klik
Circle indUI = new Circle(50, 25, 5.0);  // ulaz/izlaz
Circle indPO = new Circle(130, 12, 5.0); // pritisak/puštanje
Circle indPV = new Circle(130, 25, 5.0); // pomeranje/vučenje
Circle indDV = new Circle(130, 38, 5.0); // detekcija vučenja
EventHandler<MouseEvent> r0 = dog -> {
  if (!indK.getFill().equals(Color.RED)) indK.setFill(Color.RED);
  else indK.setFill(Color.BLUE); };
EventHandler<MouseEvent> r1 = dog -> indUI.setFill(Color.GREEN);
EventHandler<MouseEvent> r2 = dog -> indUI.setFill(Color.RED);
EventHandler<MouseEvent> r3 = dog -> indPO.setFill(Color.GREEN);
EventHandler<MouseEvent> r4 = dog -> indPO.setFill(Color.MAGENTA);
EventHandler<MouseEvent> r5 = dog -> indPV.setFill(Color.YELLOW);
EventHandler<MouseEvent> r6 = dog -> indPV.setFill(Color.CYAN);
EventHandler<MouseEvent> r7 = dog -> {
  if (!indDV.getFill().equals(Color.RED)) indDV.setFill(Color.RED);
  else indDV.setFill(Color.BLUE);
};
```

Primer (2)

```
krug.addEventHandler(MouseEvent.MOUSE_CLICKED, r0);
krug.addEventHandler(MouseEvent.MOUSE_ENTERED, r1);
krug.addEventHandler(MouseEvent.MOUSE_EXITED, r2);
krug.addEventHandler(MouseEvent.MOUSE_PRESSED, r3);
krug.addEventHandler(MouseEvent.MOUSE_RELEASED, r4);
krug.addEventHandler(MouseEvent.MOUSE_MOVED, r5);
krug.addEventHandler(MouseEvent.MOUSE_DRAGGED, r6);
krug.addEventHandler(MouseEvent.DRAG_DETECTED, r7);
```



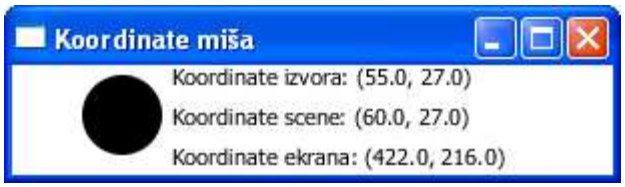
Kordinate miša

- Miš je 2D pokazivački uređaj kojem mogu da se pročitaju *x* i *y* koordinate
  - koordinate miša mogu da se pročitaju iz događaja miša
  - podaci predstavljaju koordinate kurzora u odgovarajućem koordinatnom sistemu
- Koordinate mogu da budu u koordinatnom sistemu:
  - izvora događaja, scene, ekrana
- Metodi:

```
double getX() // x-koordinata u sistemu izvora događaja
double getY() // y-koordinata u sistemu izvora događaja
double getSceneX() // x-koordinata u sistemu scene
double getSceneY() // y-koordinata u sistemu scene
double getScreenX() // x-koordinata u sistemu ekrana
double getScreenY() // y-koordinata u sistemu ekrana
```

Primer

```
void piši(Text tekst, String niska){ tekst.setText(niska); }
…
Circle krug = new Circle(50.0, 25.0, 20.0); krug.setTranslateX(5);
Text tekstIzvor = new Text(80, 10,"Koordinate izvora: ");
Text tekstScena = new Text(80, 30,"Koordinate scene: ");
Text tekstEkran = new Text(80, 50,"Koordinate ekrana: ");
EventHandler<MouseEvent> r = dog -> {
   double x0=dog.getX(),y0=dog.getY();
   double x1=dog.getSceneX(),y1=dog.getSceneY();
   double x2=dog.getScreenX(),y2=dog.getScreenY();
   piši(tekstIzvor, "Koordinate izvora: ("+x0+", "+y0+ ")");
   piši(tekstScena, "Koordinate scene: ("+x1+", "+y1+ ")");
   piši(tekstEkran, "Koordinate ekrana: ("+x2+", "+y2+ ")");
};
krug.addEventHandler(
        MouseEvent.MOUSE_MOVED, r);
```



Dugmad miša

- Miš je pokazivački uređaj koji ima nekoliko pridruženih dugmadi
  - najčešće tri dugmeta: primarno, srednje i sekundarno
- Primarno/ sekundarno – podešava se u operativnom sistemu
  - primarno dugme je ono koje se pritiska kažiprstom
  - za dešnjake je primarno levo dugme miša, a za levoruke desno dugme
- Tip nabrajanja `MouseButton` definiše konstante:
  - `PRIMARY`, `SECONDARY`, `MIDDLE`
  - `NONE` ako nije ni jedno od navedenih dugmadi
- Kada se desi događaj miša
  - dohvati se pritisnuto dugme metodom: `MouseButton getButton()` klase `MouseEvent`
  - ispita se dugme poređenjem sa konstantama tipa `MouseButton`
  - drugi način - uslužni metodi klase `MouseEvent`:

```
boolean isPrimaryButtonDown()
boolean isMiddleButtonDown()
boolean isSecondaryButtonDown()
```

Metodi klase `MouseEvent`

- Da li pritisnuto dugme miša predstavlja okidač za iskačući meni?
- Odgovor – metod klase `MouseEvent`:

```
boolean isPopupTrigger()
```

- Poseban tip događaja `ContextMenuEvent` – dešava se kada se pritisne
  - odgovarajuće dugme okidača iskačućeg menija
  - kombinacija tastera na datoj platformi koja okida pojavljivanje iskačućeg menija
- Informacija o broju klikova na dugme miša – metod klase `MouseEvent`:

```
int getClickCount()
```

- Da li se za vreme događaja kurzor nalazio u "histerezisnoj" okolini mesta gde se dogodio poslednji događaj vrste `MOUSE_PRESSED`?
- Odgovor – metod klase `MouseEvent`:

```
boolean isStillSincePress()
```

Modifikatori

- Za vreme događaja miša koji uključuje neko pritisnuto dugme miša, moguće je da je pritisnut i neki specijalni taster na tastaturi
  - takvi tasteri se nazivaju modifikatorima
- Metodi klase `MouseEvent` omogućavaju proveru pritisnutog modifikatora:

```
boolean isAltDown()
boolean isControlDown()
boolean isShiftDown()
boolean isMetaDown()
boolean isShortcutDown()
```

- Na *Microsoft Windows* platformi
  - Taster [*Ctrl*]: aktivira modifikatore `Shortcut` i `Control`
  - Taster [*Windows*] aktivira modifikator `Meta`
  - Taster [*AltGr*] (desni [*Alt*]) aktivira modifikatore `Alt`, `Control` i `Shortcut`
- Na *Apple Mac* platformi
  - `Shortcut` je isto što i `Meta`