Vlákna a konkurentné výpočty

dnes bude:

- konkurentné vs. paralelné výpočty,
- vlákna (threads) vs. procesy,
- jednoduché simulácie, úvod do Java Fx

dnes nebude:

- komunikácia cez rúry (pipes),
- synchronizácia a kritická sekcia (semafóry),
- deadlock

literatúra:

- Thinking in Java, 3rd Edition, 13.kapitola,
- Concurrency Lesson, resp. Lekcia Súbežnosť,
- Java Threads Tutorial,
- Introduction to Java threads
- Å **JavaFX 2.0: Introduction by Example**
- Å **Liang : Introduction to Java Programming, !!!!Tenth Edition!!!** ☺

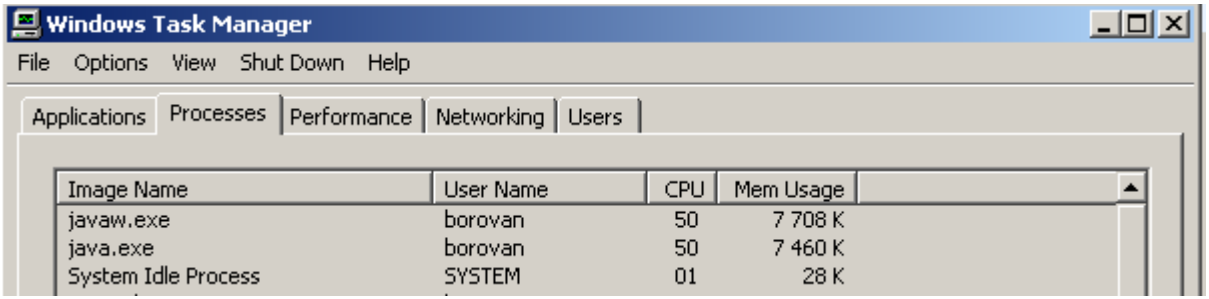
Cvičenia:

- simulácie konzolové či grafické (ak treba, použiť existujúci kód),
- napr. iné triedenie, iné guličky, plavecký bazén, lienky na priamke, ...

Procesy a vlákna

- každý program v Jave obsahuje aspoň jedno vlákno (main),
- okrem užívateľom definovaných vlákien, runtime spúšťa tiež "neviditeľné" vlákna, napríklad pri čistení pamäte,
- pri aplikáciach, ktoré budú obsahovať GUI sa nezaobídeme bez vlákien,
- každý bežný operačný systém podporuje vlákna aj procesy,
- v prípade jedno/dvoj-procesorového systému OS musí zabezpečiť [preemptívne] prerozdelenie času medzi vlákna a procesy,
- nepreemptívne plánovanie vymrelo s Win 3.0 a Win98/16bit,
- na preemptívnom princípe 'každý chvíľku ťahá pílku' vzniká konkukrentný výpočet miesto skutočne paralelného výpočtu,
- vlákna môžeme chápať ako jednoduchšie procesy, (ako jednoduchšie, to uvidíme)...
- správu procesov riadi plánovač OS

Proces



- je nezávislá entita na úrovni aplikácie, má svoj kód, dáta, systémový zásobník, program counter, ... a vôbec nemusí byť v jave....
- procesy môžu komunikovať cez rúry (pipes), súbory, či sokety (zástrčky ☺,
- runtime java vytvorí normálne jeden proces (ale bežne viac vlákien),
- v jave vieme vytvoriť nový proces (trieda *ProcessBuilder*), ale urobíme si len malú ukážku:

```
import java.lang.*; import java.io.*;
public class VytvorProces {
  public static void main(String[] args) throws IOException {
    final ProcessBuilder pb =          // vytvor nový proces/naklonuj sám seba
            new ProcessBuilder("java","VytvorProces","druhy"); // cmdline+args
    if (args[0].equals("prvy"))        // ak si prvý process, tak spusti druhý
      pb.start();                      // ak si druhý process, nepúšťaj nič
    FileWriter fw = new FileWriter(args[0]); // otvor súbor prvy/druhy
    while (true)
      fw.write(args[0]);               // bezhlavo píš do súboru
  }
}
```

```
prvy: prvyprvyprvyprvyprvyprvy
druhy: druhydruhydruhydruhyd
```

Súbor: VytvorProces.java

Čo nás čaká o vláknach

- vlákno je objekt nejakej podtriedy triedy Thread (package java.lang.Thread),
- vlákno vieme vytvoriť (new Thread() , new SubTread()),
- vlákno vieme spustiť (metóda Thread.start()),
- vláknu vieme povedať, čo má robiť (v metóde run() {...}),
- vlákno vieme pozastaviť (Thread.yield()) a dať šancu iným vláknam,
- vláknam vieme rozdať priority (Thread.setPriority()), akými bojujú o čas,
- vlákno vieme uspať na dobu určitú (Thread.sleep()),
- na vlákno vieme počkať, kým dobehne (Thread.join()),
- na vlákno vieme prerušiť (Thread.interrupt()).

Praktický pohľad na vlákna:

- programy s vláknami sa ťažšie ľadia,
- pri dvoch behoch rovnakého programu nemáme zaručené, že dôjde k rovnakej interakcii vlákien, ak však interagujú,
- ľadenie chybnej synchronizácie vlákien je náročné,
- vo všeobecnosti, na konkurentné výpočty nie sme veľmi trénovaní,
- celá pravda je, že sa to vôbec neučí...

Vlákna na príkladoch

Krok za krokom:

- nasledujúci príklad vytvorí a spustí 15 vlákien,
- všetky vlákna sú podtriedou Thread,
- konštruktor SimpleThread volá konštruktor triedy Thread s menom vlákna,
- metóda getName() vráti meno vlákna,
- každé vlákno si v cykle počíta v premennej countDown od 5 po 0 (metóda run()),
- pri prechode cyklu vypíše svoj stav (metóda toString()),
- keď countDown = 0 metóda run() dobehne, život vlákna končí,
- aj keď si to priamo neuvedomujeme, vlákna zdieľajú výstupný stream System.out tým, že do neho „súčasne“ píšu.

Vytvorenie vlákna

```
public class SimpleThread extends Thread {
  private int countDown = 5;
  private static int threadCount = 0;
  public SimpleThread() {
    super("" + (++threadCount));     // meno vlákna je threadCount
    start();                         // naštartovanie vlákna run()
  }
  public String toString() {         // stav vlákna
    return "#" + getName() + ": " + countDown;
  }
  public void run() {                // toto vlákno robí, ak je spustené
     while(true) {
        System.out.println(this);    // odpočítava od countDown
        if(--countDown == 0) return;
     }
  }
  public static void main(String[] args) {
     for(int i = 0; i < 15; i++)
        new SimpleThread();          // vytvorenie vlákna, ešte nebeží
  }
}
```

```
.....
#11: 5
#11: 4
#11: 3
#11: 2
#11: 1
#10: 5
#10: 4
#10: 3
#10: 2
#10: 1
#8: 5
#5: 5
#8: 4
#8: 3
#8: 2
#8: 1
#6: 3
#6: 2
#6: 1
#12: 4
#12: 3
#12: 2
#12: 1
#15: 5
#15: 4
#15: 3
#15: 2
#15: 1
```

Súbor: SimpleThread.java

Zaťaženie vlákna

- v predchádzajúcom príklade sme nemali pocit, že by vlákna bežali súbežne,
- lebo čas pridelený plánovačom k ich behu im postačoval, aby vlákno prebehlo a (skor) skončilo metódu run(),
- preto pridajme im viac roboty, príklad je umelý ale ilustratívny

```
public void run() {
  while(true) {
    System.out.println(this);
    for(int j=0; j<50000000; j++) {          // kým toto zráta
      double gg = 0-Math.PI+j+j-j+Math.PI; // zapotí sa ...
    }
    if(--countDown == 0) return;
  }
 }
```

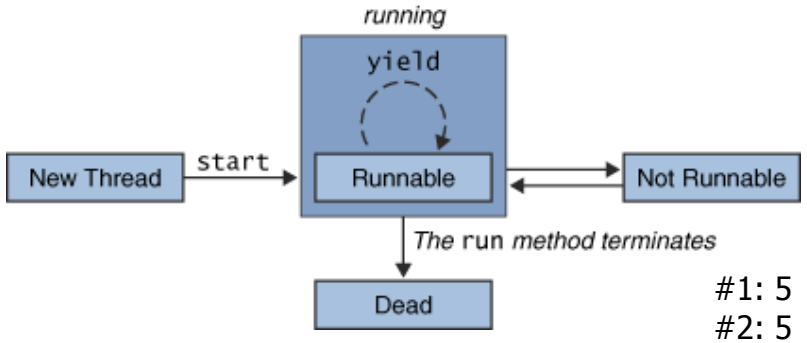
```
#1: 5
#3: 5
#2: 5
#5: 5
#6: 5
#9: 5
#8: 5
#7: 5
#4: 5
#11: 5
#10: 5
#14: 5
#15: 5
#12: 5
#13: 5
#8: 4
#1: 4
#2: 4
#4: 4
#7: 4
#8: 3
#13: 4
#1: 3
#9: 4
#12: 4
#5: 4
```

- toto je jedna možnosť, ako pozdržať/spomaliť výpočet vlákna, ktorá však vyčerpáva procesor (pozrite si CPU load),
- ak chceme, aby sa počas náročného výpočtu vlákna dostali k slovu aj iné vlákna, použijeme metódu **yield()** – „daj šancu iným“, resp. nastavíme rôzne priority vlákien, viď nasledujúce príklady

Súbor: SimpleThread2.java

Pozastavenie/uvoľnenie vlákna

- metóda yield() zistí, či nie sú iné vlákna v stave pripravenom na beh (Runnable),
- ak sú, dá im prednosť.




```
public void run() {
  while(true) {
    System.out.println(this);
    for(int j=0; j<50000000; j++) {          // kým toto zráta
                                             // zapotí sa ...
      double gg = 0-Math.PI+j+j-j+Math.PI;
    }
    yield();                                 // daj šancu iným
    if(--countDown == 0) return;
  }
 }
```

Súbor: YieldingThread.java

```
#1: 5
#2: 5
#3: 5
#4: 5
#5: 5
#8: 5
#11: 5
#6: 5
#10: 5
#13: 5
#9: 5
#14: 5
#15: 5
#12: 5
#7: 5
#3: 4
#11: 4
#8: 4
#4: 4
#2: 4
#10: 4
#9: 4
#3: 3
#12: 4
#5: 4
#15: 4
```

- iná možnosť spočíva v nastavení priorít vlákien,
- pripomeňme si, že vlákna nie sú procesy na úrovni OS,
- plánovač vlákien pozná 10 úrovní priorít z intervalu MAX_PRIORITY(10), MIN_PRIORITY(1), ktoré nastavíme pomocou **setPriority**(int newPriority)

Priority vlákna

```
public class PriorityThread extends Thread {
  private int countDown = 5;
  private volatile double d = 0;         // d je bez optimalizácie
  public PriorityThread (int priority) {
    setPriority(priority);               // nastavenie priority
    start();                             // spustenie behu vlákna
  }
  public void run() {
    while(true) {
      for(int i = 1; i < 100000; i++)
        d = d + (Math.PI + Math.E) / (double)i;
      System.out.println(this);
      if(--countDown == 0) return;
    }
  }
  public static void main(String[] args) {
    new PriorityThread (Thread.MAX_PRIORITY); // #0=10
    for(int i = 0; i < 5; i++)
      new PriorityThread (Thread.MIN_PRIORITY); // #i=1
  }
}
```

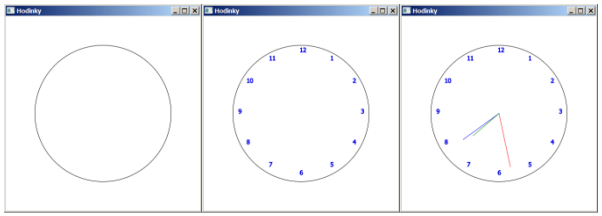
Súbor: PriorityThread.java

```
#1: 5, priority: 1
#10: 5, priority: 10
#6: 5, priority: 6
#7: 5, priority: 7
#9: 5, priority: 9
#3: 5, priority: 3
#4: 5, priority: 4
#8: 5, priority: 8
#1: 4, priority: 1
#6: 4, priority: 6
#10: 4, priority: 10
. . . . . .
#5: 4, priority: 5
#3: 2, priority: 3
#8: 2, priority: 8
#4: 2, priority: 4
#10: 1, priority: 10
done
#6: 1, priority: 6
done
#9: 1, priority: 9
done
#1: 3, priority: 1
#3: 1, priority: 3
done
#7: 1, priority: 7
done
#5: 3, priority: 5
#8: 1, priority: 8
done
#4: 1, priority: 4
done
#2: 5, priority: 2
#1: 2, priority: 1
```

Simulácie

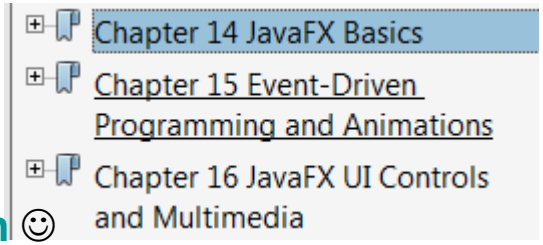
- simulovaŠkonkurentné vlákna pomocou konzolovej aplikácie je prinajmenej málo farbisté a lákavé,
- preto potrebujeme nejaké grafické rozhranie,
- z viacerých moģností (AWT, SWING, ...) sme v minulom roku prepli na JavaFx,
- bezproblémová verzia eclipse (>= 4.4), java 1.8, a **e(fx)clipse** viac info tu: https://www.eclipse.org/efxclipse/install.html

- dnes JavaFx pouģijeme na zobrazenie simulácií, bez detailného úvodu, to príde
- JavaFx cez príklady ï zo zaļ iatku budete dopĎňaŠchýbajúce kúsky kódu do pred-pripraveného projektu.



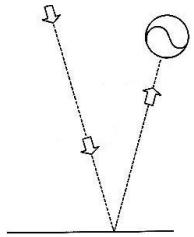
Kde zaļ aŠ

- What Is JavaFX
- **JavaFX 2.0: Introduction by Example**
- **Liang :Introduction to Java Programming, !!!!Tenth Edition**



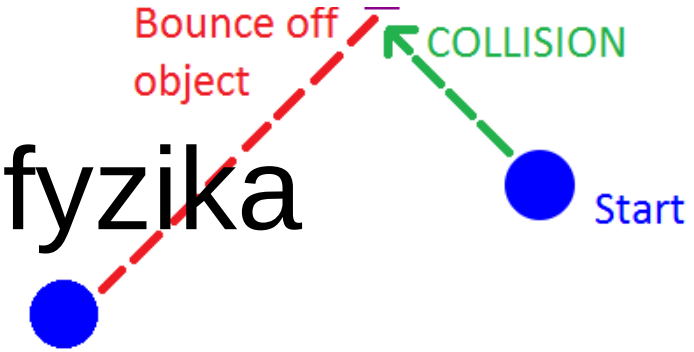
☺

Guličky v krabici



- nasledujúci príklad ilustruje simuláciu dvoch jednoduchých „procesov“,
- v krabici lietajú dve rôznofarebné guličky,
- každá z guličiek je simulovaná jedným vláknom,
- toto vlákno si udržiava lokálny stav simulovaného objektu, t.j.
  - polohu, súradnice [x,y],
  - smer, vektor rýchlosti [dx, dy],
  - farbu, event. rýchlosť, ...
- metóda run() počíta nasledujúci stav (polohu, smer) objektu (guličky),
- treba k tomu trochu “fyziky” (lebo uhol dopadu sa rovná uhlu odrazu),
- keďže strany krabice sú rovnobežne so súradnicami, stačí si uvedomiť, že
  - ak gulička nenarazí, jej nová poloha je [x+dx, y+dy],
  - ak gulička narazí, zmení sa jej smerový vektor na [∓dx, ∓dy],
- po každom kroku simulácie si vlákno vynúti prekreslenie panelu, t.j. vlákno má odkaz na panel Balls,
- hlavný program len:
  - vytvorí obe vlákna a naštartuje ich,
  - vykreslí polohu/stav guličiek (to musí vidieť ich súradnice, ktoré sú vo vláknach)

Vlákno guliļ ky - fyzika




```
class BallThread extends Thread {          // stav guličky
int x, y;                  // súradnice guličky
int dx, dy;                // smerový vektor
int size;                  // polomer guličky
int w, h;                  // veľkosť krabice, to potrebuejem kvôli odrážaniu
BallThreadPanel bp;        //pane zodpovedný za vykreslovanie plochy s guličkami

public BallThread(BallThreadPanel bp, int x, int y, // konštuktor uloží všetko
                  int dx, int dy, int size, int w, int h) { . . . }

public void update(int w, int h) {         // simulácia pohybu guličky
        x += dx;                           // urob krok
        y += dy;
        if (x < size)    dx = -dx;         // odrážanie od stien   ľavá
        if (y < size)    dy = -dy;                                horná
        if (x > w - size) dx = -dx;                               pravá
        if (y > h - size) dy = -dy;                               dolná
}                                  // simulácia má svoje rezervy v rohoch...
```

Súbor: BallThreadFx.java

Vlákno guliļky - prekreslovanie

Hlavný cyklus vlákna guličky v nekonečnom cykle volá update, prekreslí plochu a pozastaví sa. Problém je, že GUI aplikácie beží v jednom vlákne, do ktorého iné vlákna **nesmú** zasahovať.

```
@Override
public void run() {                 // run pre Thread
        while (true) {              // nekonečná simulácia
                update(w, h);       // vypočítame novú polohu jednej guličky
                try {               // try-catch kvôli Thread.sleep
                        Thread.sleep(10); // lebo aj sleep môže zlyhať, ??
                        Platform.runLater(new Runnable() { // jedine takto
                                @Override     // môžeme meniť GUI aplikácie
                                public void run() {// malý/krátky kúsok kódu
                                        bp.paintBallPane(); // neblokuje GUI
                                }
                        });
                } catch (InterruptedException e) {// try-catch kvôli sleep
                        e.printStackTrace();
                }
        }
}
```

Súbor: BallThreadFx.java

Panel guliļ iek ï vytvorenie a spustenie vlákien

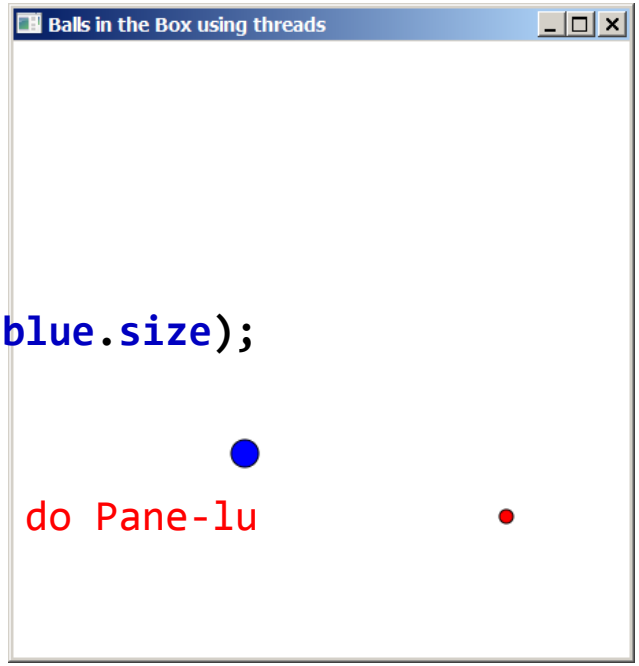
```
class BallThreadPanel extends Pane {      // Pane-l je základný Fx komponent
   private int w = 450, h = 450;           // veľkosť panelu
   private BallThread red;                 // červená gulička
   private BallThread blue;                // modrá gulička

   public BallThreadPanel() {              // konštruktor Pane-lu
        Random rnd = new Random(); // náhodne x=[0,w],y=[0,h],dx,dy=[-1,0,1]
        red = new BallThread(this, rnd.nextInt(w), rnd.nextInt(h),
                        rnd.nextInt(3) - 1, rnd.nextInt(3) - 1, 5, w, h);
        blue = new BallThread(this, rnd.nextInt(w), rnd.nextInt(h),
                        rnd.nextInt(3) - 1, rnd.nextInt(3) - 1, 10, w, h);
        red.start();     // naštartovanie simulácie, de-facto sa
        blue.start();    // vytvorí vlákno a v ňom sa spustí metóda run()
}
        // tragédia a občasná chyba, ak miesto .start() zavoláte .run()
        // syntakticky správne, ale NEvytvorí vlákno a spustí sa metóda run.
```

Súbor: BallThreadFx.java

Panel guliļ iek ï kreslenie do panelu

```
class BallThreadPanel extends Pane {
...
protected void paintBallPane() {
   getChildren().clear();  // kreslenie do Pane-lu
   if (blue != null) { // ak modrá už existuje
        Circle blueR = new Circle(blue.x, blue.y, blue.size);
        blueR.setFill(Color.BLUE); // plnka
        blueR.setStroke(Color.BLACK); // čiara
        getChildren().add(blueR); // pridanie Nodu do Pane-lu
   }
   if (red != null) {
        Circle redR = new Circle(red.x, red.y, red.size);
        redR.setFill(Color.RED);
        redR.setStroke(Color.BLACK);
        getChildren().addAll(redR);
   }
}
```

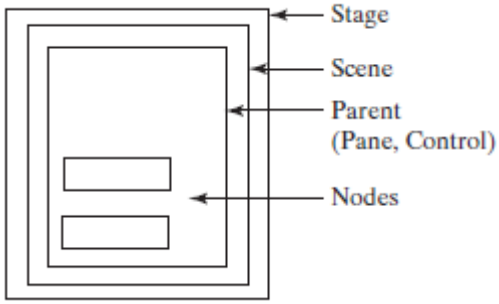


Súbor: BallThreadFx.java

Hlavná scéna

```
import javafx.application.Application;
import javafx.application.Platform;
import javafx.scene.Scene;
import javafx.scene.layout.Pane;
import javafx.scene.paint.Color;
import javafx.scene.shape.Circle;
import javafx.stage.Stage;
public class BallThreadFx extends Application {
@Override
public void start(Stage primaryStage) {
    BallThreadPanel balls = new BallThreadPanel();
    Scene scene = new Scene(balls, 450, 450);

    primaryStage.setTitle("Balls in the Box using threads");
    primaryStage.setScene(scene);
    primaryStage.show();
}
public static void main(String[] args) {
    launch(args);          // zavolá metódu start
}
```



Súbor: BallThreadFx.java

Animácia pomocou Timeline

(iná možnosť)

- **Teraz IdealBall nie je vlákno, vlákno skrýva objekt triedy Timeline**

```
class IdealBall {
   int x, y, dx, dy, size;
   public IdealBall(int x, int y, int dx, int dy, int size) { ... }
   public void update(int w, int h) { ... } // analogicky ako predtým
```

- **do BallPane pridáme update**

```
class BallPane extends Pane {
   public void update() { // guličky nie sú viac dva úplne nezávislé
        red.update(w, h); // vlákna, ale jedno vlákno bude v každom kroku
        blue.update(w, h); // updatovať krok červenej a krok modrej guličky
   }    // de-facto, to nie je to isté, aj keď vizuálny zážitok bude podobný
```

- **Animácia v start(Stage primaryStage):**

```
Timeline animation = new Timeline(new KeyFrame(Duration.millis(10), // 10ms.
   e -> {                          // λ funkcia – ide len v Java 1.8
        balls.update();            // každých 10ms. sa toto vykoná
        balls.paintBallPane();
   }));
animation.setCycleCount(Timeline.INDEFINITE);      // a to do nekonečna
animation.play();        // štart animácie
```

Súbor: BallFx.java

λ-funkcia podrobnejšie

```
EventHandler<ActionEvent> evHandler = e -> {      // λ-funkcia ï ide len v Java 1.8
   balls.update();                  // v tomto jednoduchom príklade hodnotu parametra e
   balls.paintBallPane();           // nikde vo funkcii nepotrebujeme...
};
Timeline animation = new Timeline(new KeyFrame(Duration.millis(10),evHandler));
//-----------------------
EventHandler<ActionEvent> evHandler = new EventHandler<ActionEvent>() {
   @Override                                  // ide aj v < Java 1.8
   public void handle(ActionEvent e) {    // nešikovnejší ale rovnocenný zápis
        balls.update();
        balls.paintBallPane();
   }
};
Timeline animation = new Timeline(new KeyFrame(Duration.millis(10),evHandler));
//-----------------------
animation.setCycleCount(Timeline.INDEFINITE);
animation.play();        // štart animácie
```

Súbor: BallFx.java

AnimationTimer

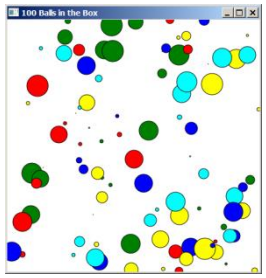
```
AnimationTimer at = new AnimationTimer() {
    @Override
    public void handle(long now) { // v nanosekundach, 10^9, mili,micro,nano
        if (now > lasttimeNano + 1000000000) { // ak uplynie sekunda,
                System.out.println(frameCnt + " fps"); // tak vypis fps
                frameCnt = 0;
                lasttimeNano = now;
        }
        balls.update();
        balls.paintBallPane();
        frameCnt++;
    }
};
at.start();
```

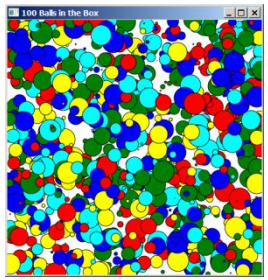
```
60 fps
61 fps
61 fps
61 fps
61 fps
60 fps
61 fps
61 fps
```

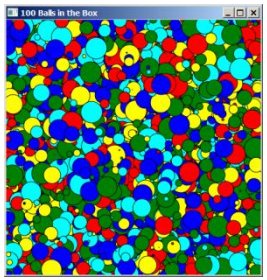
Súbor: BallAnimationTimerFx.java

100, 1000, 10000 Balls

```
class BallPane2 extends Pane {
private ArrayList<IdealBall2> balls = new ArrayList<IdealBall2>();
final int SIZE = 100; // SIZE = 1000; SIZE = 10000;
Color[] cols = { Color.RED,Color.BLUE,Color.GREEN,Color.CYAN,Color.YELLOW };
public BallPane2() {
    Random rnd = new Random();
    for (int i = 0; i < SIZE; i++)
          balls.add(new IdealBall2(rnd.nextInt(w), rnd.nextInt(h),          // x,y
                    rnd.nextInt(3) - 1, rnd.nextInt(3) - 1,                 // dx, dy
                    rnd.nextInt(20),                                        // size
                    cols[rnd.nextInt(cols.length)]));                       // color
}
public void update() {
    for (IdealBall2 b : balls) b.update(w, h);
}
protected void paintBallPane() {
    getChildren().clear();
    for (IdealBall2 b : balls) {
          Circle ci = new Circle(b.x, b.y, b.size);
          ci.setFill(b.c);
          ci.setStroke(Color.BLACK);
          getChildren().add(ci);
} }
```







Súbor: ManyBallsAnimationTimerFx.java

Hra Bomba-Ġtít

Hraje N ľudí, každý má určený jedného hráča ako **štít**, jedného ako **bombu**, pričom sa snaží postaviť tak, aby ho štít chránil pred bombou (t.j. boli v priamke)

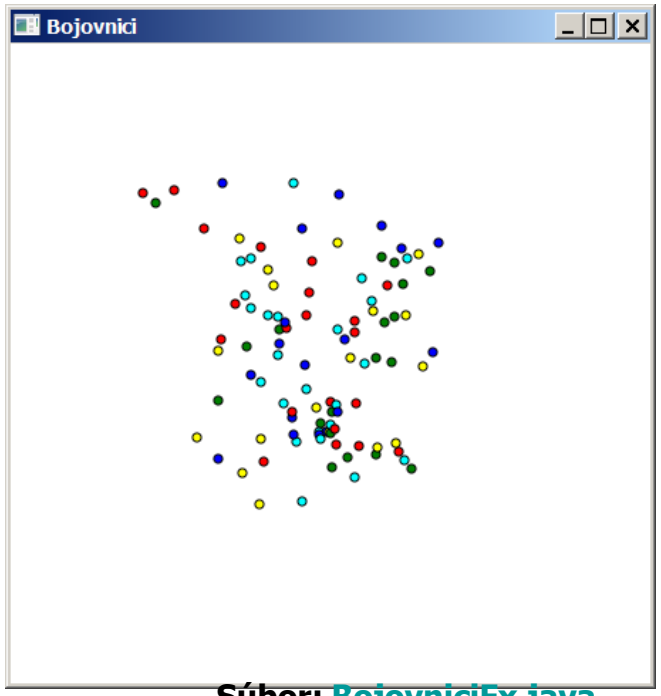
```
class Playground extends Pane {   // hlavný zobrazovaný pane-l
final static int N = 100;
BojovnikFx[] bojovnik;            // pole všetkých bojovníkov
Color[] cols = {Color.RED, Color.BLUE, Color.GREEN, Color.CYAN, Color.YELLOW};

public Playground() {
    Random rnd = new Random();
    bojovnik = new BojovnikFx[N];
    for(int i=0; i<N; i++)                          // vytvorenie bojovníkov
        bojovnik[i] = new BojovnikFx(this,          // čo bojovník  to vlákno
                rnd.nextInt(w),rnd.nextInt(h), // náhodná pozícia na začiatok
                cols[rnd.nextInt(cols.length)]); // farba bojovníka pre efekt
    for(int i=0; i<N; i++) {                  // priradenie zabijáka a štítu
        bojovnik[i].zabijak(bojovnik[(i+1)%N]);// nasledujúci je bomba-killer
        bojovnik[i].stit(bojovnik[(i>0)?i-1:N-1]); // predchádzajúci je štít-
    }                                                  // -defender
    for(int i=0; i<N; i++)                          // spustenie všetkých vlákien
        bojovnik[i].start();
}
```

Súbor: BojovniciFx.java

Vykreslenie bojovníkov

```
class Playground extends Pane {
...
protected void paintPlayground() {          // kreslenie
    getChildren().clear();                  // zmaž všetky nody
    for(int i=0; i<N; i++) {
          Circle c = new Circle((int)Math.round(bojovnik[i].x),
                                (int)Math.round(bojovnik[i].y),3);
          c.setFill(bojovnik[i].col);
          c.setStroke(Color.BLACK);
          getChildren().add(c);    // pridaj
    }
}
```



Súbor: BojovniciFx.java

Správanie bojovníka

```
class BojovnikFx extends Thread {          // lokálny stav bojovníka
public double  x,y;                        // jeho súradnice
public Color col;                          // keho farba
BojovnikFx killer, defender;               // kto je jeho bomba a štít
Playground ap;                             // pointer na nadradený panel
public BojovnikFx(Playground ap, int x, int y, Color col) {...} // konštruktor
public void zabijak(BojovnikFx killer) { this.killer = killer; } // set killer
public void stit(BojovnikFx defender) { this.defender=defender;}// set defender
public void run() {        // súradnice bodu, kam sa treba teoreticky postaviť, aby
  while (true) {           // defender bol v strede medzi mnou a killerom
   double xx = 2*defender.x - killer.x;
   double yy = 2*defender.y - killer.y;
   double laziness = 0.1;          // rovnica priamky, nič viac...
   x = (xx-x)*laziness+x;          y = (yy-y)*laziness+y; // parameter lenivosti (0-1)
   Platform.runLater(new Runnable() {                    // ako rýchlo smerujem do xx,yy
        @Override                                        // nové súradnice bojovníka
        public void run() { ap.paintPlayground(); } // prekreslenie
   });
  try { sleep(100); } catch(Exception e) {}        // pozastavenie
}  }
```

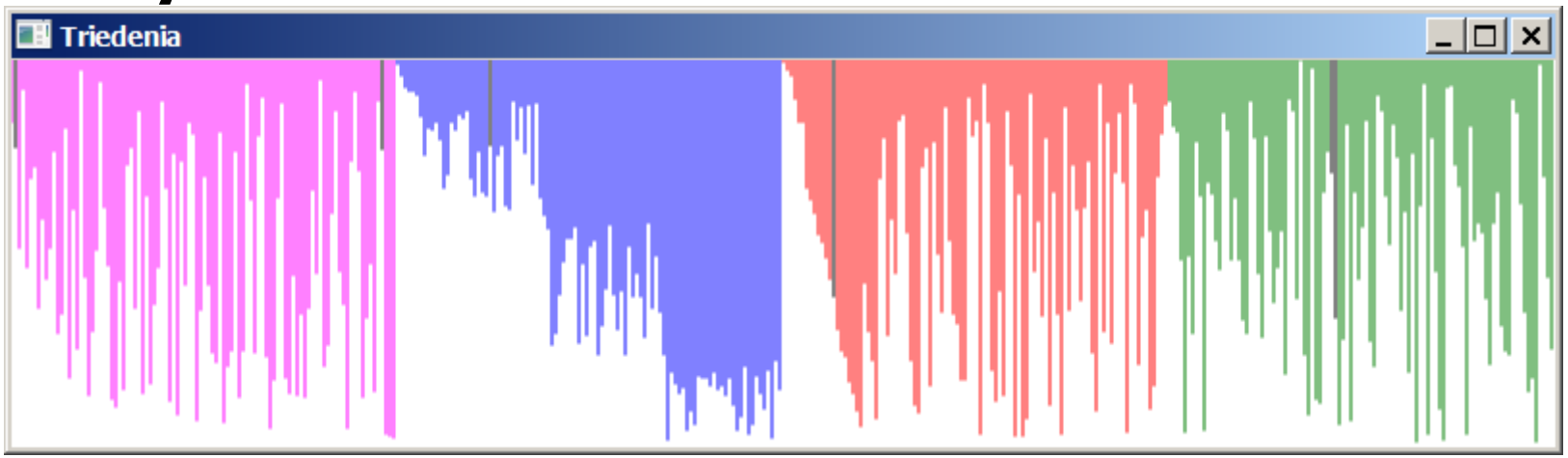
Súbor: BojovniciFx.java

Preteky v triedení

- ďalší príklad je pretekom 4 triediacích algoritmov v jave,
- hlavný panel je rozdelený na 4 panely (SortPanelFx extends Pane),
- každý SortPanelFx
  - náhodne vygeneruje (iné) pole na triedenie,
  - vytvorí vlákno triedy SortThreadFx a spustí,
  - poskytuje pre vlákno SortThreadFx metódu swap(i,j) – prvky i, j sa vymenili
  - vymenené paličky (hi, lo) znázorní čierno,
  - zabezpečuje vykreslovanie paličiek,
- SortThreadFx triedi vygenerované pole daným algoritmom (parameter ”buble”),
- Random sort je jediný (len mne) známy algo triedenia horší ako bublesort ☺

```
i = random(); j = random();
if (i<j && a[i] > a[j]) { int pom = a[i]; a[i] = a[j]; a[j] = pom; }
```

Sorty

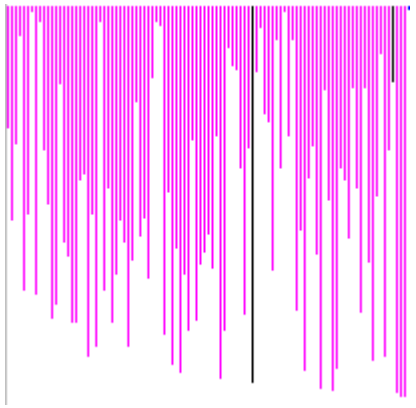



```
public void start(Stage primaryStage) {
    buble = new SortPanelFx("Buble", Color.MAGENTA);
    quick = new SortPanelFx("Quick", Color.BLUE);
    merge = new SortPanelFx("Merge", Color.RED);
    random = new SortPanelFx("Random", Color.GREEN);
    FlowPane flowpane = new FlowPane(buble, quick, merge, random); // vedľa seba

Scene scene = new Scene(flowpane, 800, 200);      // vytvor scenu 4x200x200
```

Súbor: SortyFx.java

SortPanel



```
class SortPanelFx extends Pane {
private int[] a;     // triedené pole
private int lo, hi; // vymieňané prvky
private Color c;     // farba algo

public SortPanelFx(String algo, Color col) {// konštruktor
  this.c = col;      // zapamätá farbu
  setPrefSize(200, 200); // nastaví veľkosť
  a = new int[100];      // generuje pole
  for (int i = 0; i < a.length; i++)
    a[i] = (int) (200 * Math.random());
  SortThreadFx thread =  // vytvorí vlákno
    new SortThreadFx(this, algo, a);
  thread.start();        // naštartuje ho
}
// public, poskytuje pre triediace algo
public void swap(int i, int j) {
  lo = i; // zapamätá, ktoré paličky sme
  hi = j; // práve vymieňali
}
```

```
// kreslenie paličiek
public void paintSortPanel() {
  getChildren().clear();
  for (int i=0;i<a.length;i++) {
    Line li =
      new Line(2*i,a[i],2*i,0);
    li.setStroke(
        (i==lo || i==hi) ?
          Color.BLACK : c);
    getChildren().add(li);
  }
}
```

Súbor: SortyFx.java

```
class SortThreadFx extends Thread {
SortPanelFx sPane;        // kto vie prekresliť Pane-l
String algo;              // meno algo
int[] a;
public void run() {       // toto spustí .start()
  if (algo.equals("Buble")) bubleSort(a);
  . . .
  else randomSort(a);
}
void swap(int i, int j) {// ak vymieňame paličky, tak treba prekresliť Pane-l
  sPane.swap(i, j);
  Platform.runLater(new Runnable() {      // prístup do GUI vlákna
     @Override
     public void run() { sPane.paintSortPanel(); } });
  try { sleep(10); } catch (Exception e) { }      // spomalenie animácie
}
void randomSort(int a[]) {                // samotný triediaci algoritmus
  while (true) {
    int i = (int) ((a.length - 1) * Math.random());
    int j = i + 1;
    swap(i, j);                    // tu znázorňejeme, ktoré prvky porovnávame
    if (i < j && a[i] > a[j]) {
      int pom = a[i];
      a[i] = a[j];
      a[j] = pom;
    }
} }
```

RandomS☺rt

SortThreadFx

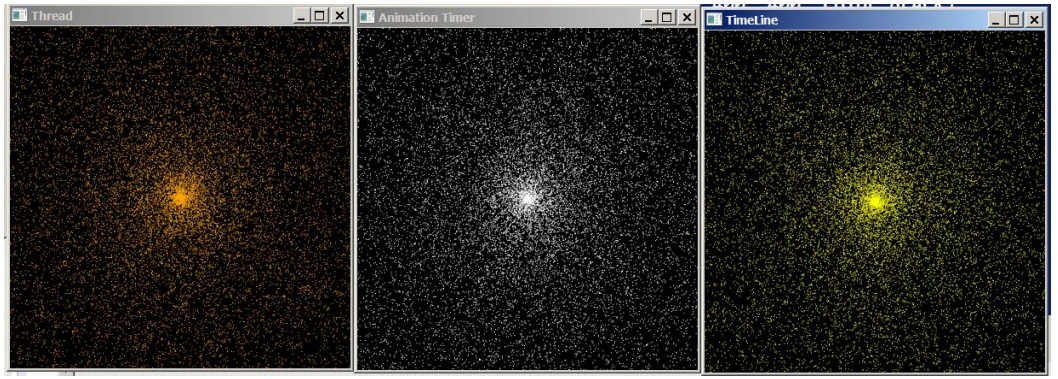
Súbor: SortyFx.java

MultiStage aplikácia

```
public void start(final Stage primaryStage) {
    final Scene scene = new Scene(getAnimationPanel(), 400, 400, Color.BLACK);
    primaryStage.setTitle("Animation Timer");
    primaryStage.setScene(scene);
    primaryStage.show();


    Stage stage = new Stage();
    stage.setTitle("TimeLine");
    stage.setScene(new Scene(getTimeLinePanel(), 400, 400, Color.BLACK));
    stage.show();

    Stage thstage = new Stage();
    thstage.setTitle("Thread");
    thstage.setScene(new Scene(getThreadPanel(), 400, 400, Color.BLACK));
    thstage.show();
}
```



Motiv odtiaľto: http://blog.netopyr.com/2012/06/14/using-the-javafx-animationtimer/

Súbor: SandBoxFx.java

ThreadPanel

runLater

```
public Pane getThreadPanel() {                    // vyrobí a vráti Pane-l
      Rectangle[] nodes = new Rectangle[STAR_COUNT];
      double[] angles = new double[STAR_COUNT];
      long[] start = new long[STAR_COUNT];
      Pane p = new Pane();
      p.setPrefSize(w, h);
      for (int i = 0; i < STAR_COUNT; i++) {
                nodes[i] = new Rectangle(1, 1, Color.ORANGE);
                angles[i] = 2.0 * Math.PI * random.nextDouble();
                start[i] = random.nextInt(2000000000);
                p.getChildren().add(i, nodes[i]);
      }
      Thread th = new Thread() {                  // ktorý vyrobí a spustí vlákno
        public void run() {                       // ktorý musí mať metódu run()
             while (true) {
                        final double centerW = 0.5 * w;
                        final double centerH = 0.5 * h;
                        final double radius = Math.sqrt(2) * Math.max(centerW, centerH);
                        Platform.runLater(new Runnable() { // ktorá, ak chce niečo do GUI
                                  @Override
                                  public void run() {  // tak musí zaradiť „malú“ rutinku Runable
                                            for (int i = 0; i < STAR_COUNT; i++) { // do event-dispatch fronty pomocou
                                            final Node node = nodes[i];          // Platform.runLater()
                                            final double angle = angles[i];
                                            SandBoxFx.thnow -= 400;
                                            final long t = (thnow - start[i]) % 2000000000;
                                            final double d = t * radius / 2000000000.0;
                                            node.setTranslateX(Math.cos(angle) * d + centerW);
                                            node.setTranslateY(Math.sin(angle) * d + centerH);
                                  }}});
                        try { Thread.sleep(10);} catch (InterruptedException e) { ... }
             }
      }};
      th.start();
```

Súbor: SandBoxFx.java

Timeline

```
public Pane getTimeLinePanel() {                    // vyrobí a vráti Pane-l
     Rectangle[] nodes = new Rectangle[STAR_COUNT];
     double[] angles = new double[STAR_COUNT];
     long[] start = new long[STAR_COUNT];
     Pane p = new Pane();
     p.setPrefSize(w, h);
     for (int i = 0; i < STAR_COUNT; i++) {
              nodes[i] = new Rectangle(1, 1, Color.YELLOW);
              angles[i] = 2.0 * Math.PI * random.nextDouble();
              start[i] = random.nextInt(2000000000);
              p.getChildren().add(i, nodes[i]);
     }                                              // ktorý vytvorí objekt Timeline
     Timeline tl = new Timeline(new KeyFrame(Duration.millis(40), e -> {
              final double centerW = 0.5 * w;       // naprogramujeme EventHandler, napríklad ako λ funkciu
              final double centerH = 0.5 * h;
              final double radius = Math.sqrt(2) * Math.max(centerW, centerH);
              for (int i = 0; i < STAR_COUNT; i++) {
                        final Node node = nodes[i];
                        final double angle = angles[i];
                        SandBoxFx.now -= 400;
                        final long t = (now - start[i]) % 2000000000;
                        final double d = t * radius / 2000000000.0;
                        node.setTranslateX(Math.cos(angle) * d + centerW);
                        node.setTranslateY(Math.sin(angle) * d + centerH);
              }
     } ));
     tl.setCycleCount(Timeline.INDEFINITE);
     tl.play();                                     // timeline nezabudneme pustiť
     return p;
}
```

Súbor: SandBoxFx.java

AnimationTimer

```
public Pane getAnimationPanel() {           // vyrobí a vráti Pane-l
    Rectangle[] nodes = new Rectangle[STAR_COUNT];
    double[] angles = new double[STAR_COUNT];
    long[] start = new long[STAR_COUNT];
    Pane p = new Pane();
    p.setPrefSize(w, h);
    for (int i = 0; i < STAR_COUNT; i++) {
            nodes[i] = new Rectangle(1, 1, Color.WHITE);
            angles[i] = 2.0 * Math.PI * random.nextDouble();
            start[i] = random.nextInt(2000000000);
            p.getChildren().add(i, nodes[i]);
    }
    AnimationTimer at = new AnimationTimer() {          // ktorý vytvorí objekt AnimationTimer
            @Override
            public void handle(long now) {              // naprogramujeme metódu handle
                    final double centerW = 0.5 * w;
                    final double centerH = 0.5 * h;
                    final double radius = Math.sqrt(2) * Math.max(centerW, centerH);
                    for (int i = 0; i < STAR_COUNT; i++) {
                            final Node node = nodes[i];
                            final double angle = angles[i];
                            final long t = (now - start[i]) % 2000000000;
                            final double d = t * radius / 2000000000.0;
                            node.setTranslateX(Math.cos(angle) * d + centerW);
                            node.setTranslateY(Math.sin(angle) * d + centerH);
                    }
            }
    };
    at.start();                                 // a tiež ho treba pustiť
    return p;
}
```

Súbor: SandBoxFx.java