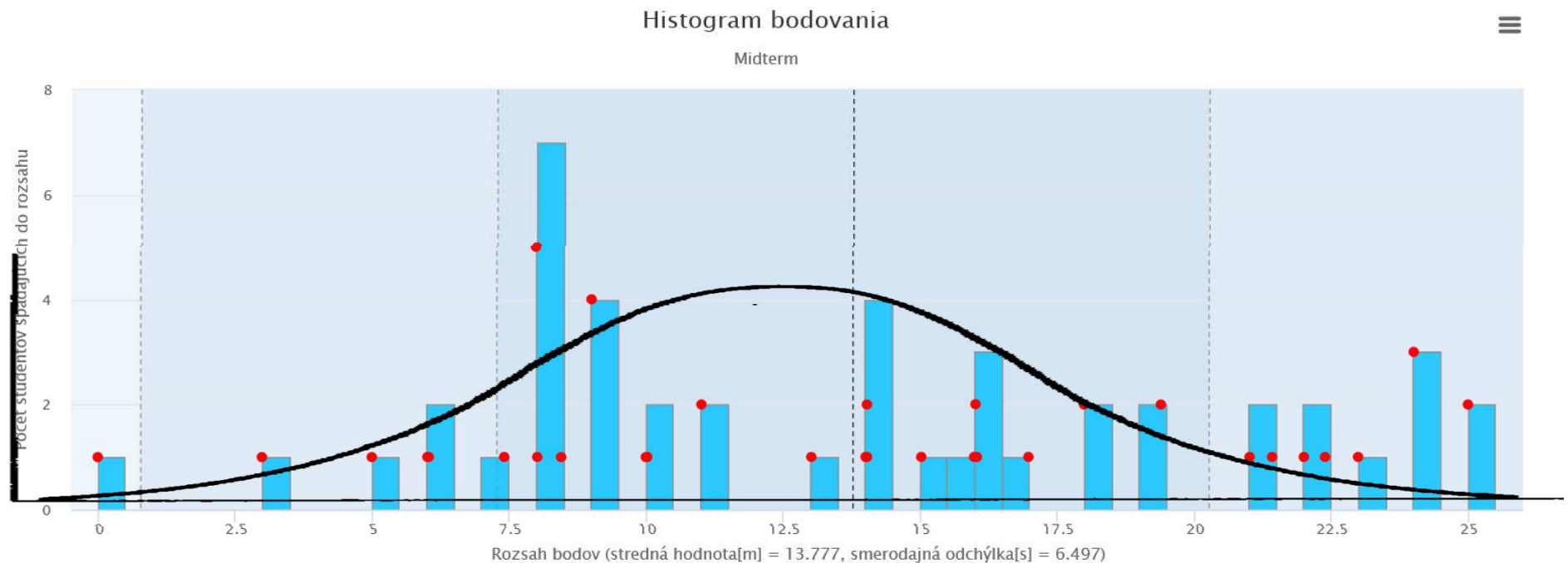


Midterm 2020

The best way to get the right answer on the Internet

- is not to ask a question,
- it's to post the wrong answer

Ward Cunningham – autor wiki



- Priemer: 13.777 / 25
- Počet: 46

Le
TOUR
France

SAGAN / CAVENDISH
STAGE 4



Hall of Fame



Midterm



		25
Filip	Lajčín	25
Filip	Sekerka	24
Tomáš	Kunzo	24
Matej	Komlóssy	24
Erik	Korbel'	23
Mário	Hlavačka	22.4
		22
Martina	Veselá	21.42
Adam	Olšakovský	21
Michal	Slávik	19.4
David	Vachálek	19.4

Prémie



Michal	Slávik	35.05
Jakub	Toma	25
Andrej	Paluch	24.65
Jakub	Žák	20.78
Martin	Krišťák	13.99
Iveta	Kremppaská	13.8
Radovan	Orinčák	13.24
Mário	Hlavačka	12.74
Marek	Đurana	11.785
Ján	Špirka	11.29

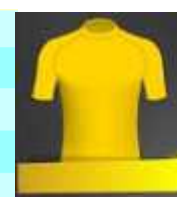
DÚ



Daniel	Trizna	28.9
Matej	Komlóssy	27.6
Filip	Sekerka	27.5
Martina	Veselá	26
Mário	Hlavačka	25.5
Filip	Lajčín	25.37
Tomáš	Kunzo	24.5
František	Kochjar	23.96
Marek	Žitník	23.9
Erik	Korbel'	23.05

Total

Michal	Slávik	101.8
Filip	Sekerka	88.04
Matej	Komlóssy	86.89
Mário	Hlavačka	86.74
Filip	Lajčín	80.76
Daniel	Trizna	77.84
Andrej	Paluch	77.41
Tomáš	Kunzo	76.9
Martina	Veselá	73.56
Erik	Korbel'	73.14



Vlákná a konkurentné výpočty

dnes bude:

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

dnes nebudú (ťažké veci o vláknach):

- 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](#)
- [JavaFX 2.0: Introduction by Example](#)
- [Liang : Introduction to Java Programming !!!!Tenth Edition!!!](#) 😊

Cvičenia:

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



Procesy a vlákna

- každý program v Jave obsahuje aspoň jedno vlákno (main thread)
- okrem užívateľom definovaných vlákien, runtime spúšťa tiež "neviditeľné" vlákna, napríklad pri čistení pamäte (multi-thread GC)
- 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 pítku'* vzniká konkukrentný výpočet miesto skutočne paralelného výpočtu,
- vlákna môžeme chápať ako jednoduchšie procesy (java má aj procesy)
- správu procesov riadi Task scheduler OS, kým vlákna riadi JVM

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()`),

Prvé pokusy o synchronizáciu:

- 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,
- ladenie chybnnej synchronizácie vlákien je náročné, lebo v debuggeri ťažko nasimulujete reálnu situáciu, pri ktorej vám program padá,
 - ak sa vám to podarí, že padne, máte šťastie, lebo aspoň viete, čo ladiť,
- vo všeobecnosti, na konkurentné výpočty nie sme veľmi trénovaní,
 - a celá pravda je, že sa to skoro vôbec neučí...

Vlákná 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“ píšú.

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
```


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

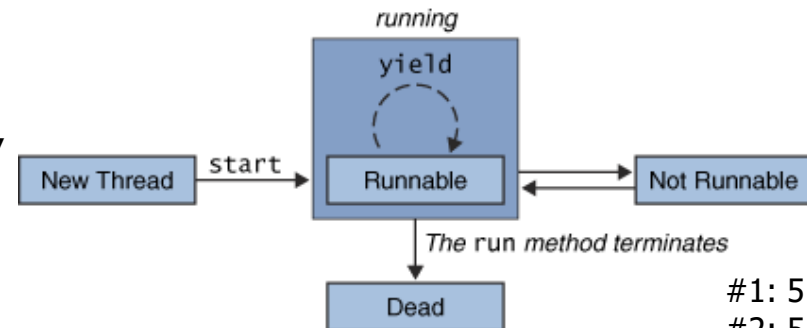
```
public void run() {  
    while(true) {  
        System.out.println(this);  
        for(int j=0; j<50000000; j++) {           // kým toto zráta  
            double gg = 0-Math.PI+j+j-j+Math.PI; // zapotí sa ...  
        }  
        if(--countDown == 0) return;  
    }  
}
```

- 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, vid' nasledujúce príklady

#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

Pozastavenie/uvolnenie 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++) {
            double gg = 0-Math.PI+j+j-j+Math.PI;
        }
        yield();
        if(--countDown == 0) return;
    }
}
  
```

// kým toto zráta
// zapotí sa ...

// daj šancu iným

Súbor: **YieldingThread.java**

- 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)`

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

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
```

Pozastavenie/uspanie vlákna

- zaťaženie vlákna (nezmyselným výpočtom) vyčerpáva procesor, potrebujeme jemnejšiu techniku,
- nasledujúci príklad ukáže, ako uspíme vlákno bez toho aby sme zaťažovali procesor nepotrebným výpočtom,
- vlákno uspíme na čas v milisekundách metódou `Thread.sleep(long millis)` throws `InterruptedException`,
- spánok vlákna môže byť prerušený metódou `Thread.interrupt()`, preto pre `sleep` musíme ošetriť výnimku `InterruptedException`,
- ak chceme počkať, kým výpočet vlákna prirodzene dobehne (umrie), použijeme metódu `Thread.join()`
- ak chceme testovať, či život vlákna bol prerušený, použijeme metódu `boolean isInterrupted()`, resp. `Thread.interrupted()`.

Uspatie vlákna

```
public class SleepingThread extends Thread {  
    private int countDown = 5;  
    private static int threadCount = 0;  
    public SleepingThread() { ... .start(); }  
    public void run() {  
        while(true) {  
            System.out.println(this);  
            if(--countDown == 0) return;  
            try {  
                sleep(100); // uspi na 0.1 sek.  
            } catch (InterruptedException e) { // výnimku musíme ochytiť  
                throw new RuntimeException(e); // spánok bol prerušený  
            }  
        }  
    }  
}  
  
public static void main(String[] args) throws InterruptedException {  
    for(int i = 0; i < 5; i++) {  
        new SleepingThread().join(); // počkaj kým dobehne  
        System.out.println("--");  
    }  
}
```

```
#1: 5  
#1: 4  
#1: 3  
#1: 2  
#1: 1  
--  
#2: 5  
#2: 4  
#2: 3  
#2: 2  
#2: 1  
--  
#3: 5  
#3: 4  
#3: 3  
#3: 2  
#3: 1  
--  
#4: 5  
#4: 4  
#4: 3  
#4: 2  
#4: 1  
--  
#5: 5  
#5: 4  
#5: 3  
#5: 2  
#5: 1  
--
```

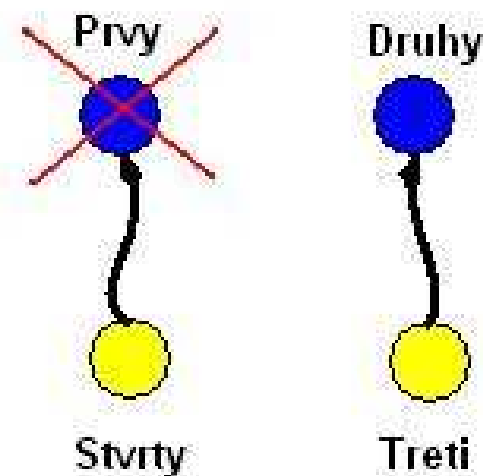
Súbor: [SleepingThread.java](#)

Čakanie na vlákno

- nasledujúci príklad vytvorí 4 vlákna,
- dva modré (Prvy, Druhy) triedy **Sleeper**, ktorý zaspia na 1.5 sek.
- ďalšie dva žlté (Treti, Stvrty) triedy **Joiner**, ktoré sa metódou **join()** pripoja na sleeperov a čakajú, kým dobehnú,
- aby vedelo vlákno triedy **Joiner**, na koho má čakať, konštruktor triedy **Joiner** dostane odkaz na vlákno (sleepera), na ktorého má čakať,
- medzičasom, výpočet vlákna Prvy násilne zastavíme v hlavnom vlákne metódou **interrupt()**.

// hlavný thread:

```
Sleeper prvy = new Sleeper("Prvy", 6000);  
Sleeper druhy = new Sleeper("Druhy", 6000);  
Joiner treti = new Joiner("Treti", druhy);  
Joiner stvrty = new Joiner("Stvrty", prvy);  
Thread.sleep(3000);  
prvy.interrupt();
```

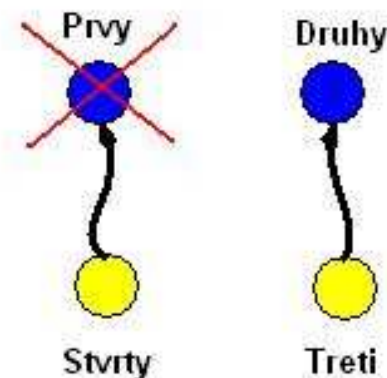


Čakanie na vlákno - Sleeper

```
class Sleeper extends Thread {  
    private int duration;  
    public Sleeper( String name,  
                    int sleepTime) {  
        super(name);  
        duration = sleepTime;  
        start();  
    }  
    public void run() {  
        try {  
            sleep(duration);  
        } catch (InterruptedException e) {  
            System.out.println(getName() + " preruseny");  
            return;  
        }  
        System.out.println(getName() + " vyspaty");  
    }  
}
```

Súbor: **Sleeper.java**

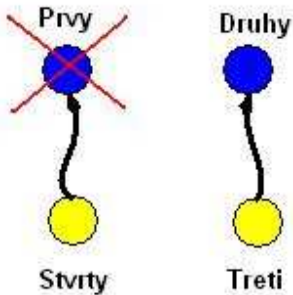
```
class Joiner extends Thread {  
    private Sleeper sleeper;  
    public Joiner(String name, Sleeper sleeper) {  
        super(name);  
        this.sleeper = sleeper;  
        start();  
    }  
    public void run() {  
        try {  
            sleeper.join();  
        } catch (InterruptedException e) {  
            throw new RuntimeException(e);  
        }  
        System.out.println(getName() + "dobehol");  
    }  
}
```



Súbor: [Sleeper.java](#)

Čakanie na vlákno - Joiner

```
class Sleeper extends Thread {  
    private int duration;  
    public Sleeper(String name, int sleepTime) {  
        super(name);  
        duration = sleepTime;  
        start();  
    }  
    public void run() {  
        try {  
            sleep(duration);  
        } catch (InterruptedException e) {  
            System.out.println(getName() + " preruseny");  
            return;  
        }  
        System.out.println(getName() + " vyspaty");  
    }  
}
```

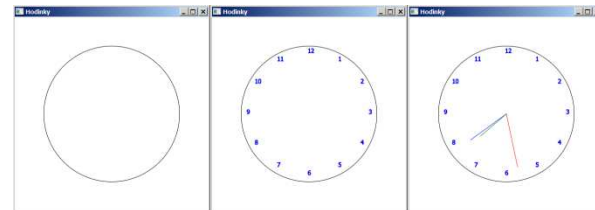


Prvy preruseny
Stvrty dobehol
Druhy vyspaty
Treti dobehol

```
class Joiner extends Thread {  
    private Sleeper sleeper;  
    public Joiner(String name,  
        Sleeper sleeper) {  
        super(name);  
        this.sleeper = sleeper;  
        start();  
    }  
    public void run() {  
        try {  
            sleeper.join();  
        } catch (InterruptedException e) {  
            throw new RuntimeException(e);  
        }  
        System.out.println(getName() + "  
        dobehol");  
    }  
}
```


Simulácie

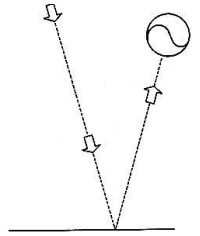
- simulovať konkurentné vlákna pomocou konzolovej aplikácie je prinajmenej málo farbisté a lákavé (aj napriek tomu, 1/2 takéhoto cvičenia si zajtra urobíme),
- preto potrebujeme nejaké grafické rozhranie,
- používame JavaFx,
- dnes JavaFx použijeme na zobrazenie simulácií, bez detailného úvodu, to príde
- JavaFx cez príklady – zo začiatku budete dopĺňať len chýbajúce kúsky kódu do pred-pripraveného projektu.



Kde začať:

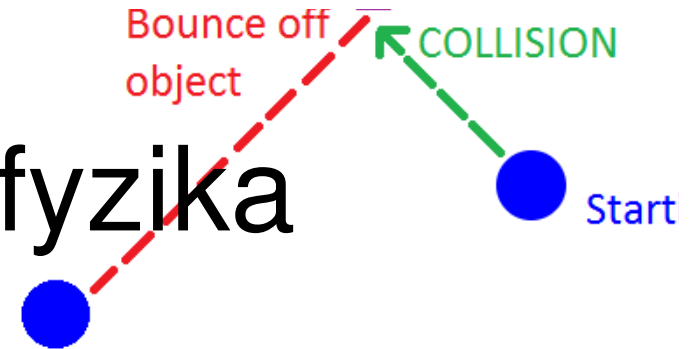
- [What Is JavaFX](#)
- [JavaFX 2.0: Introduction by Example](#)
- <http://www.root.cz/clanky/programovani-v-javafx-uvod-priprava-systemu-a-prostredi/>
- Liang : [Introduction to Java Programming, !!!Tenth Edition](#) ☺

Guličky v krabici



- nasledujúci príklad ilustruje simuláciu dvoch jednoduchých „procesov“,
- v krabici lietajú dve rôznofarebné guličky,
- každá z guľičiek 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 guľička nenarazí, jej nová poloha je $[x+dx, y+dy]$,
 - ak guľička 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 guľičiek (to musí vidieť ich súradnice, ktoré sú vo vláknach)

Vlákno guľičky - fyzika

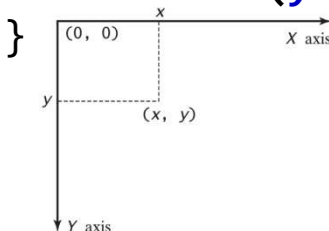


```

class BallThread extends Thread {           // stav guľičky
int x, y;                                   // súradnice guľičky
int dx, dy;                                // smerový vektor
int size;                                  // polomer guľičky
int w, h;                                  // veľkosť krabice, to potrebujem kvôli odrážaniu
BallThreadPanel bp;                        //pane zodpovedný za vykresľovanie plochy s guľičkami

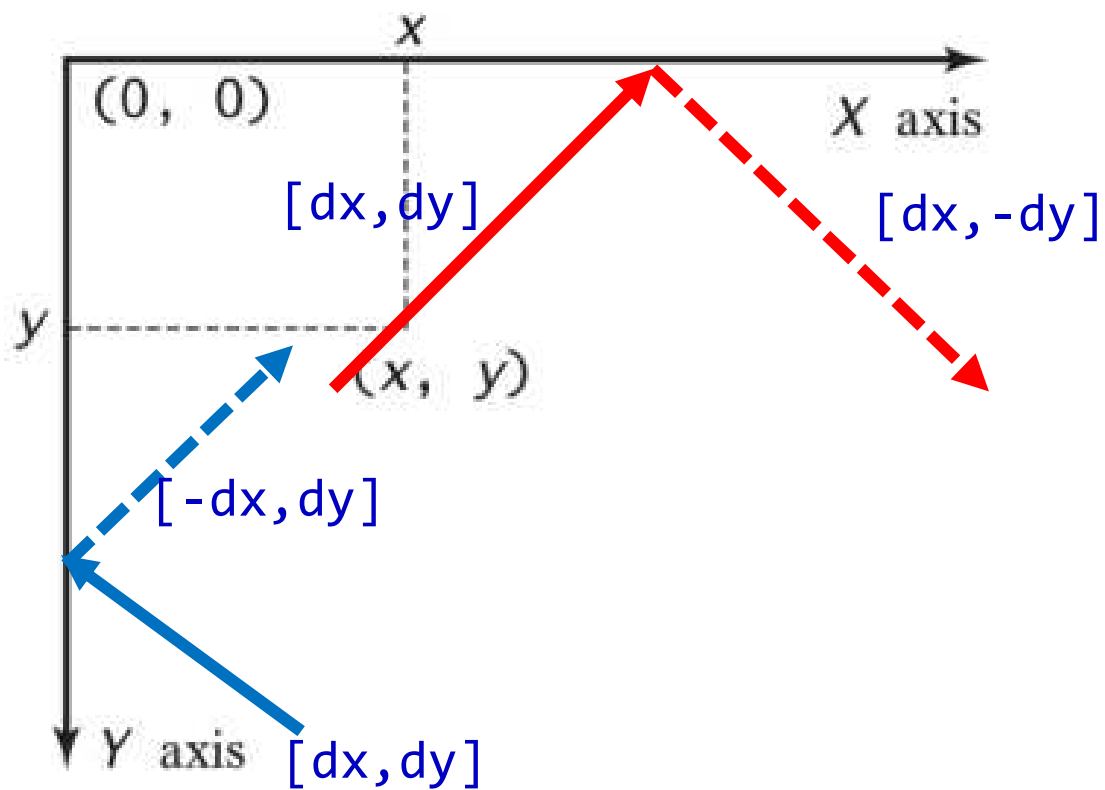
public BallThread(BallThreadPanel bp, int x, int y, // konštruktor uloží všetko
int dx, int dy, int size, int w, int h) { . . . }

public void update(int w, int h) {           // simulácia pohybu guľičky
    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](#)

“fyzika”



Vlákno guľičky - prekreslovanie

Hlavný cyklus vlákna guľičky 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 guľičky
        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
                }
            });
            Platform.runLater(() -> bp.paintBallPane() ); // JDK 8
        } catch (InterruptedException e) { // try-catch kvôli sleep
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

Súbor: [BallThreadFx.java](#)

Panel guľičiek – vytvorenie a spustenie vlákien

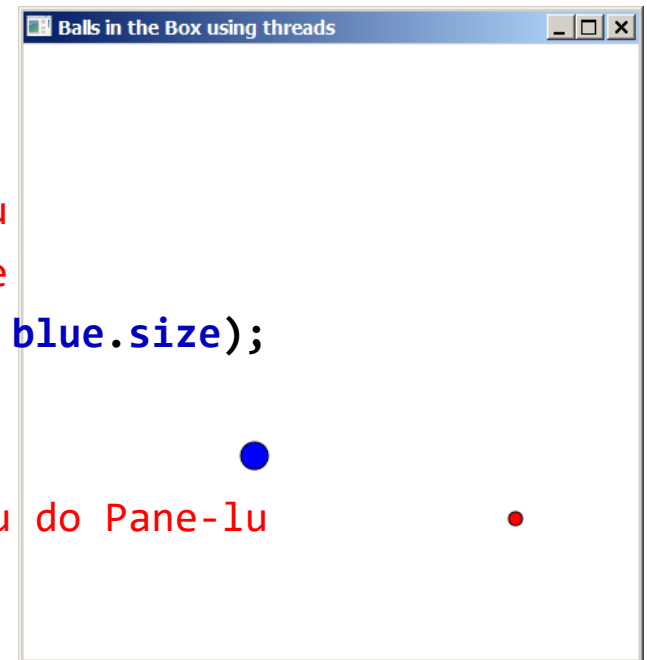
```
class BallThreadPanel extends Pane {           // Pane-1 je základný Fx komponent
    private int w = 450, h = 450;              // veľkosť panelu
    private BallThread red;                    // červená guľička
    private BallThread blue;                   // modrá guľička

    public BallThreadPanel() {                  // konštruktor Pane-1u
        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.
```

Panel guľičiek – 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);
```

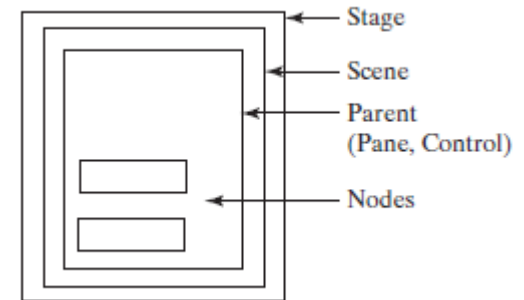
```
    primaryStage.show();
```

```
}
```

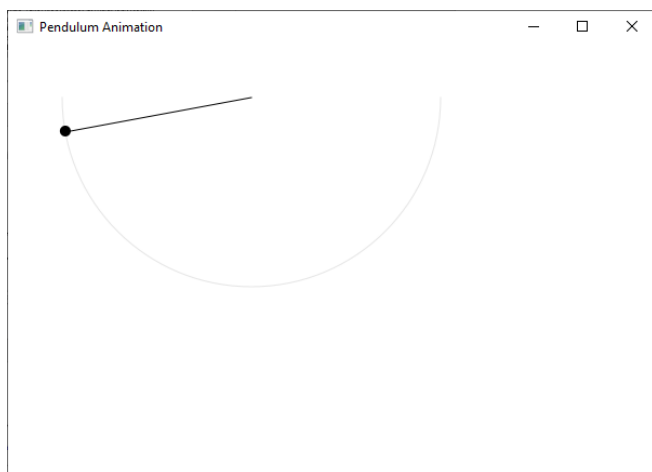
```
public static void main(String[] args) {
```

```
    launch(args);           // zavolá metódu start, sem nič nedopisujte
```

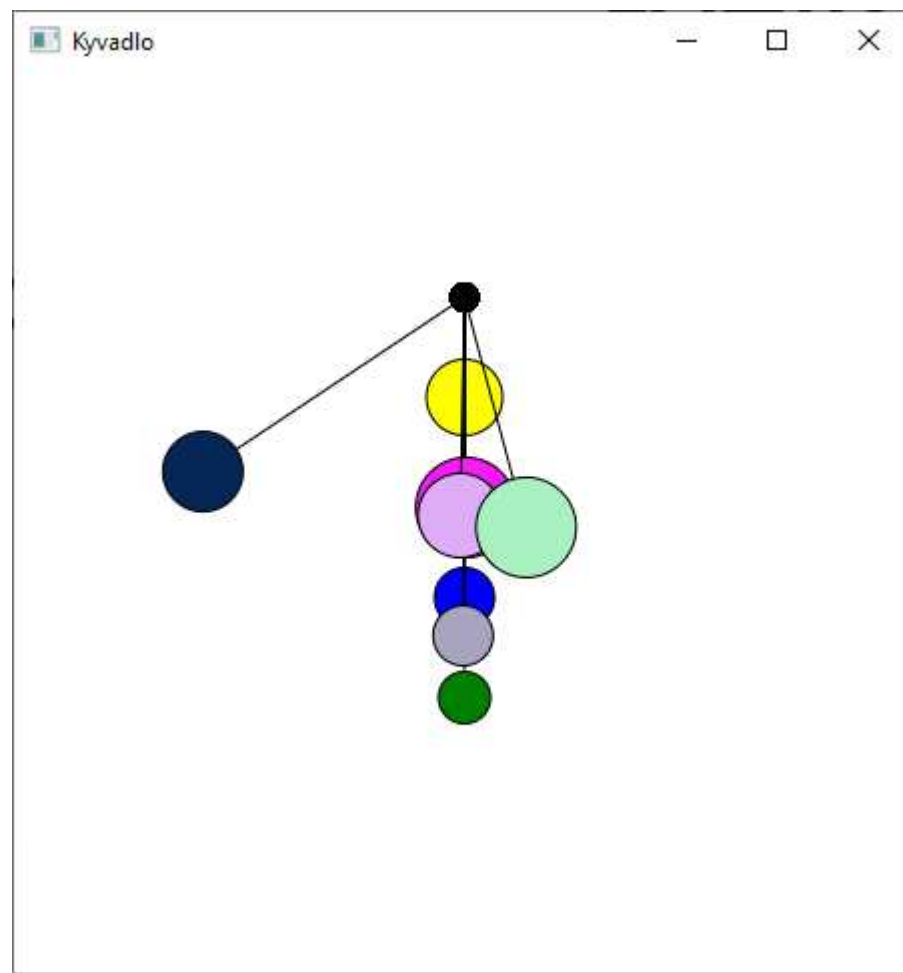
```
}
```



“fyzika”

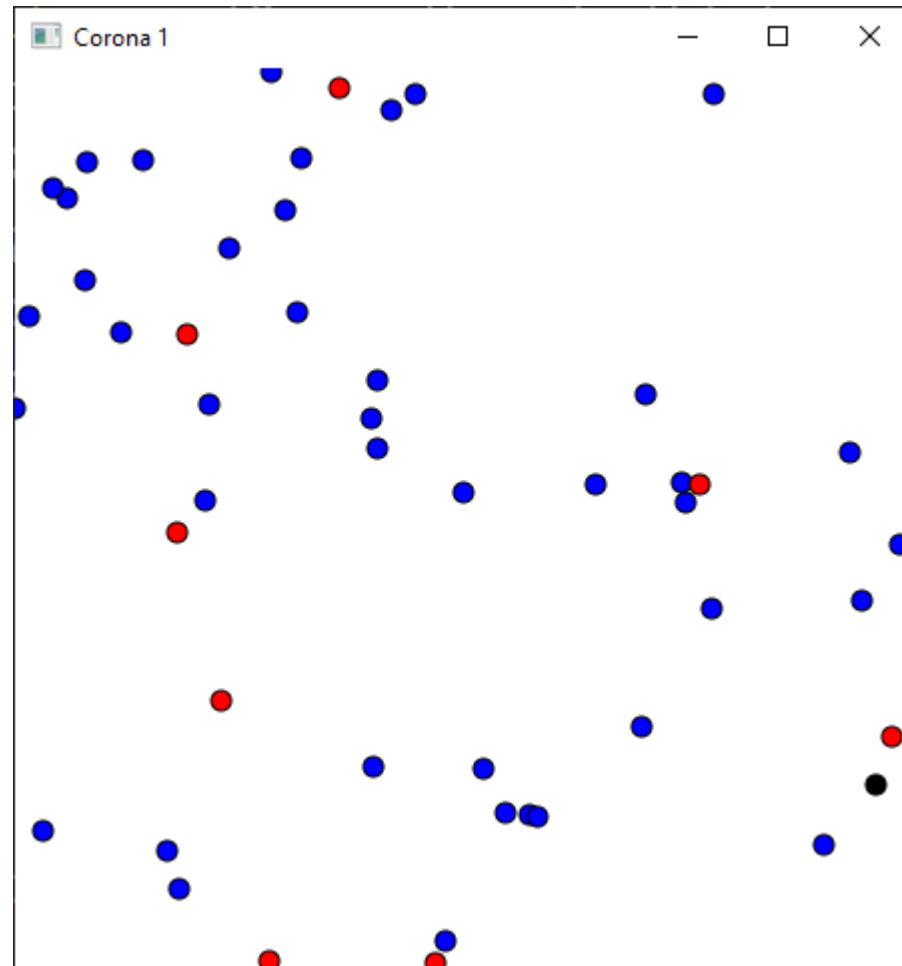


Súbor: Pendulum.java



Súbor: PendulumFx.java

Synchronizácia a GUI update



Súbor: CoronaFx.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();  
    }));  
Timeline animation = new Timeline(new KeyFrame(  
    '_' should not be used as an identifier, since it is a reserved keyword from source level 1.8 on
```

```
animation.setCycleCount(Timeline.INDEFINITE); // a to do nekonečna
```

```
animation.play(); // štart animácie
```

Súbor: [BallFx.java](#)

λ-funkcia podrobnejšie

```
EventHandler<ActionEvent> evHandler = e -> {           // λ funkcia – 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
```

AnimationTimer

```
AnimationTimer at = new AnimationTimer() {
    @Override
    public void handle(long now) { // v nanosekundach, 10^9, mili,micro,nano
        if (now > lasttimeNano + 1_000_000_000) { // ak uplynie sekunda,
            System.out.println(frameCnt + " fps"); // tak vypis fps
            frameCnt = 0;
            lasttimeNano = now;
        }
        balls.update();
        balls.paintBallPane();
        frameCnt++;
    }
};
at.start();
```

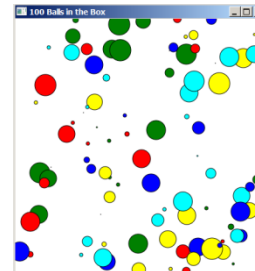
60 fps
61 fps
61 fps
61 fps
61 fps
60 fps
61 fps
61 fps

Súbor: [ManyBallsAnimationTimerFx.java](#)

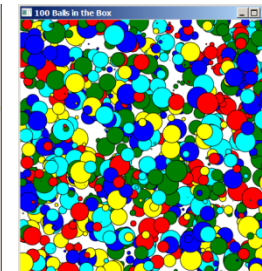
100, 1000, 10000 Balls

```
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),
            rnd.nextInt(3) - 1, rnd.nextInt(3) - 1,
            rnd.nextInt(20),
            cols[rnd.nextInt(cols.length)]));
}
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);
    }
}
```

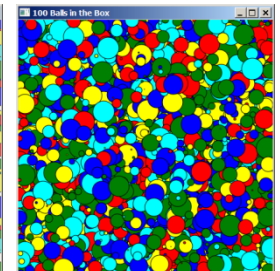
```
// x,y
// dx, dy
// size
// color
```



59 fps
61 fps
61 fps
60 fps
61 fps
61 fps



52 fps
61 fps
61 fps
61 fps
61 fps
61 fps



9 fps
18 fps
20 fps
20 fps
20 fps

Súbor: [ManyBallsAnimationTimerFx.java](#)

Hra Bomba-Štít

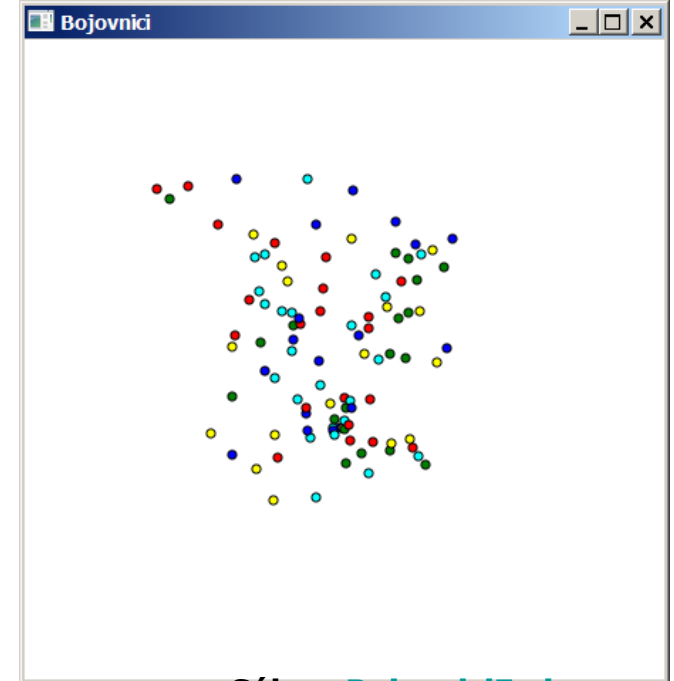
Hraje N ľudí, každý má určený jedného hráča ako **štít**, jedného ako **bombu**, pričom sa snaží postaviť tak, aby ho štít chránil pred bombou (t.j. boli v priamke)

```
class Playground extends Pane { // hlavný zobrazovaný pane-1
    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();
    }
}
```

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 BojovníkFx extends Thread { // lokálny stav bojovníka
    public double x,y; // jeho súradnice
    public Color col; // keho farba
    BojovníkFx killer, defender; // kto je jeho bomba a štít
    Playground ap; // pointer na nadradený panel
    public BojovníkFx(Playground ap, int x, int y, Color col) {...} // konštruktor
    public void zabijak(BojovníkFx killer) { this.killer = killer; } // set killer
    public void stit(BojovníkFx 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
    } }
```

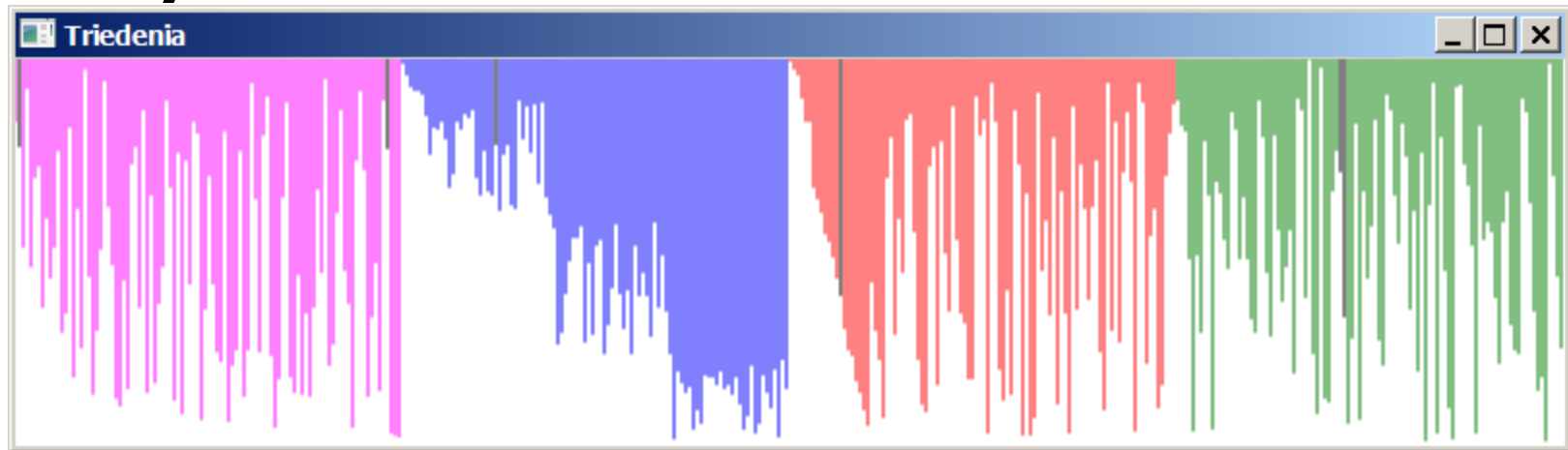
Súbor: [BojovníciFx.java](#)

Preteky v triedení

- ďalší príklad je pretekom 4 triediacích algoritmov v java,
- 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 vykresľovanie paličiek,
- SortThreadFx triedi vygenerované pole daným algoritmom (parameter "buble"),
- Random sort je jediný (len mne) známy algo triedenia horši ako bubblesort ☺

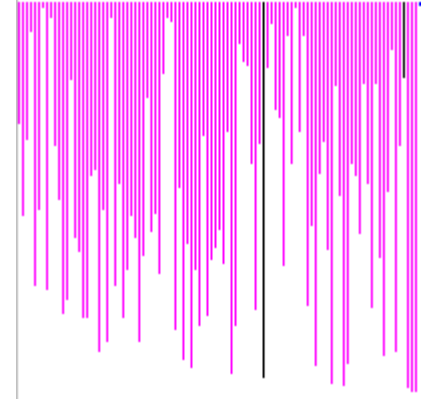
```
i = random(); j = random();  
if (i < j && a[i] > a[j]) { int pom = a[i]; a[i] = a[j]; a[j] = pom; }
```

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
```

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);  
        }  
    }
```

```

class SortThreadFx extends Thread {
SortPanelFx sPane;           // kto vie prekresliť Pane-1
String algo;                 // meno algo
int[] a;
public void run() {          // toto spustí .start()
    if (algo.equals("Buble")) bubbleSort(a);
    . . .
    else randomSort(a);
}
void swap(int i, int j) { // ak vymieňame paličky, tak treba prekresliť Pane-1
    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 znázorňujeme, ktoré prvky porovnávame
        if (i < j && a[i] > a[j]) {
            int pom = a[i];
            a[i] = a[j];
            a[j] = pom;
        }
    }
}
}

```

RandomSmileSort

SortThreadFx

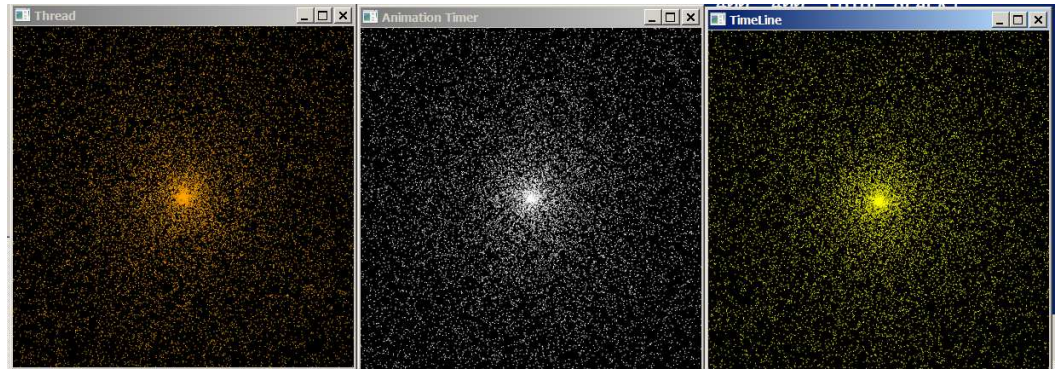
MultiStage aplikácia

```
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();
```

```
}
```



ThreadPanel

runLater

```
public Pane getThreadPanel() {
    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() {
        public void 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(() -> { // ktorá, ak chce niečo do GUI
                    // tak musí zaradiť „malú“ rutinku Runnable
                    for (int i = 0; i < STAR_COUNT; i++) { // do event-dispatch fronty pomocou
                        // Platform.runLater()
                        final Node node = nodes[i];
                        final double angle = angles[i];
                        SandboxF.tnow -= 400;
                        final long t = (tnow - 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();
    return p;
}
```

Súbor: [SandboxFx.java](#)

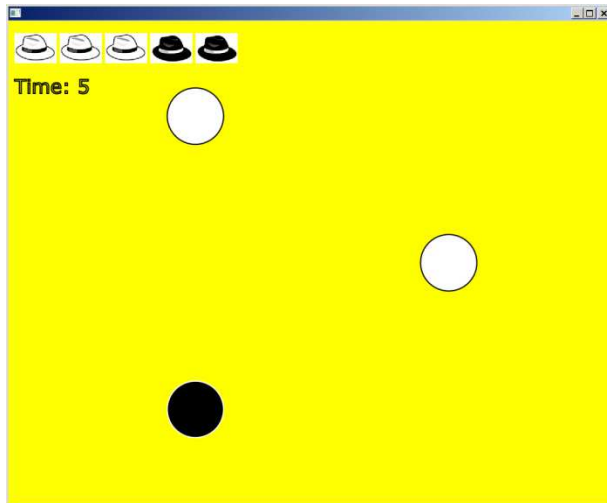
Timeline

```
public Pane getTimeLinePanel() {                                // vyrobí a vráti Pane-1
    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;
}
```


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](#)



Klobúky

(čo to má s programovaním)



- 3 biele a 2 čierne
- A, B, C si navzájom vidia farby klobúkov
- nesmú komunikovať, ale (aj tak) sú inteligentní 😊
- vyhrávajú, ak **všetci** uhádnu farbu svojho klobúka
- resp. ak sa jeden pomýli, prehrali všetci.

Hint: A,B,C sú spoluhráči, preto predpokladaj, že sú chytrí a myslí aj za nich

Hint: úloha nie je o šťastí=hádaní správneho riešenia

DU-9, 10, ...,Projekt

Odteraz až do konca semestra

odovzdávajúte vždy CELÉ zozipované projekty v

IntelliJ tak, aby pri opravovaní stačilo naimportovať vaše riešenie (event. s obrázkami), skompilovať a pustiť. Žiadne ďalšie úpravy vášho projektu (presúvanie, dopĺňanie a hľadanie chýbajúcich častí projektu) od opravovateľa neočakávajúte.

Nebudeme vám dohľadávať obrázky a lepit' projekt z *.java, lebo

- nie vždy sa to podarí uhádnuť,
- je to extrémne časovo náročné

30.apríla po cvičení, 14:40 budú zverejnené projekty,
bude možnosť získať RP za JAVA Projekt (zmena ako dôsledok žiadosti garanta)

pred ich odovzdávaním si preštudujte pravidlá a podmienky na projekt.

http://dai.fmph.uniba.sk/courses/JAVA/projekt_pravidla.html

Späť ku concurrency

hodnotí sa najrýchlejšia odpoveď v chate

- jedna matka porodí dieťa za 9 mesiacov, za koľko dieťa porodí 9 matiek
- vojak vykrváca za 2 hodiny, za koľko hodín vykrváca čata 30 tich vojakov
- 3 mačky zjedia 3 myši za 3 hodiny, za koľko hodín zje 100 mačiek 100 myší