GUI v Javě a událostmi řízené programování

Jan Faigl

Katedra počítačů
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze

Přednáška 2

A0B36PR2 – Programování 2

Obsah přednášky

Obsah

Základní prvky grafického rozhraní

- **Komponenty** – tlačítka, textová pole, menu, posuvníky, ...
- **Kontejnery** – komponenty, do kterých lze vkládat komponenty

  Například pro rozdělení plochy a volbu rozmístění
- **Správce rozvržení** (*Layout manager*) – rozmísťuje komponenty v ploše kontejneru
- Interakce s uživatelem dále zpravidla vyžaduje mechanismus událostí a jejich zachytávání

Swing Toolkit

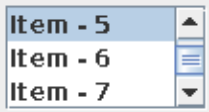
http://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing

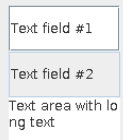
Základní komponenty

- **Komponenty** a dialogové prvky

  javax.swing

  - Tlačítka, text, textová pole, seznamy, přepínače





- **Kontejnery** (v oknech, která zpravidla řeší prostředí OS)

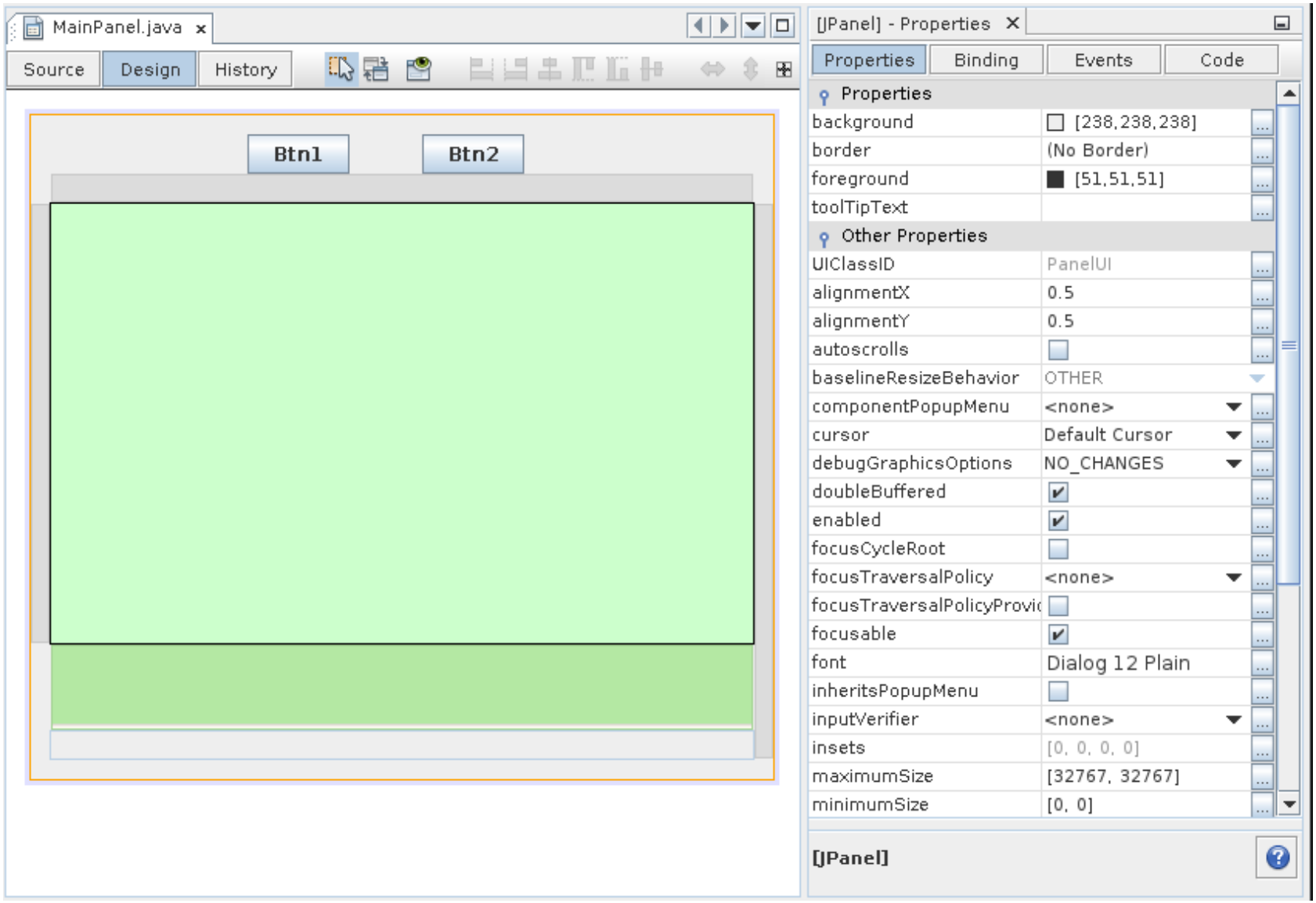
  javax.swing

  - Komponenty obsahují komponenty

    Komponenty musí být umístěny v kontejneru
  - Kontejnery se vkládají do oken
  - **JFrame** – obecný kontejner
  - **JPanel** – kontejner po jednoduché komponenty

Obsah

„Návrhář formulářů"

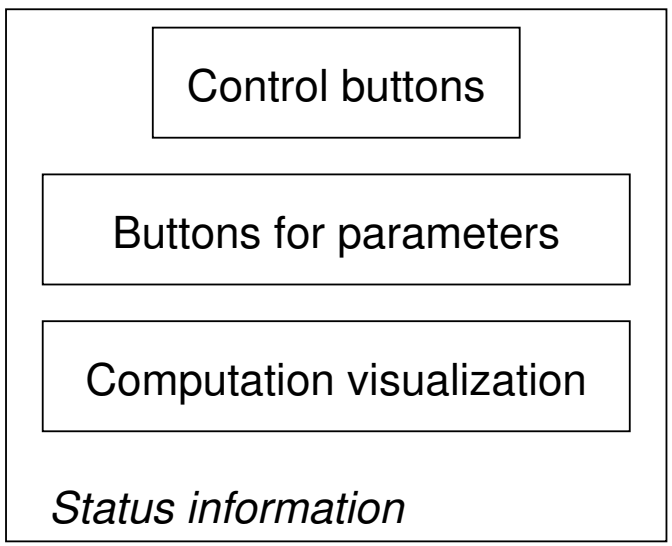


Obsah

Příklad návrhu aplikace – BarComp

Naším cílem je vytvořit jednoduchou aplikace s dvěma sadami tlačítek pro ovládání výpočtu s vizualizací postupu výpočtu a stavu aplikace.

- Aplikace má 4 základní komponenty
  1. Hlavní ovládací tlačítka
  2. Tlačítka pro nastavení
  3. „progress bar”
  4. Stavový řádek

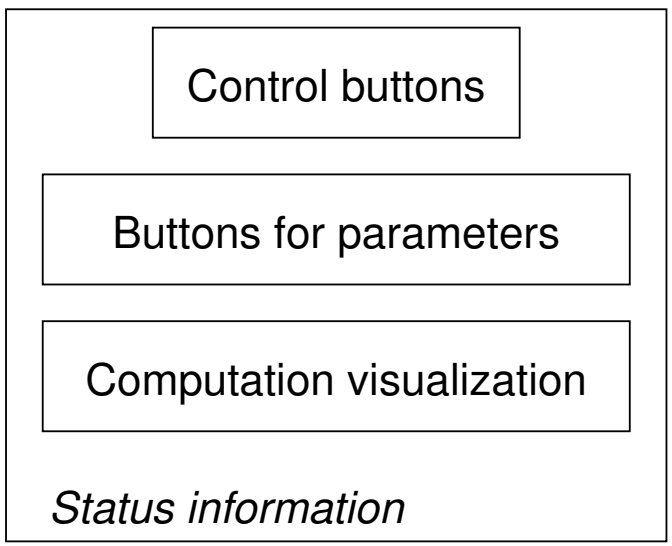


Aplikaci použijeme pro demonstraci zpracování událostí a ukázku dílčích konceptů.

Příklad návrhu aplikace – BarComp

Naším cílem je vytvořit jednoduchou aplikace s dvěma sadami tlačítek pro ovládání výpočtu s vizualizací postupu výpočtu a stavu aplikace.

- Aplikace má 4 základní komponenty
  1. Hlavní ovládací tlačítka
  2. Tlačítka pro nastavení
  3. „progress bar"
  4. Stavový řádek



Aplikaci použijeme pro demonstraci zpracování událostí a ukázku dílčích konceptů.

Struktura aplikace – BarComp

- Aplikace se skládá z výpočetního modelu `Model`, grafických komponent `MyBarPanel` a spouštěcí třídy `DemoBarComp`

```
public class DemoBarComp {

   void start() { ... }

   public static void main(String[] args) {
      DemoBarComp demo = new DemoBarComp();
      demo.start();

   }
}
```

lec04/DemoBarComp

Struktura aplikace – BarComp

- Aplikace se skládá z výpočetního modelu `Model`, grafických komponent `MyBarPanel` a spouštěcí třídy `DemoBarComp`

```
public class DemoBarComp {

   void start() { ... }

   public static void main(String[] args) {
      DemoBarComp demo = new DemoBarComp();
      demo.start();

   }
}
```

lec04/DemoBarComp

Struktura aplikace – DemoBarComp – start

```
void start() {
    JFrame frame = new JFrame("PR2 - lec04 - Demo
     Progress Bar of the Computation");
    frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.
     EXIT_ON_CLOSE);
    frame.setMinimumSize(new Dimension(480, 240));

    MyBarPanel myBarPanel = new MyBarPanel();

    frame.getContentPane().add(myBarPanel);
    frame.pack();
    frame.setVisible(true);

    myBarPanel.setComputation(new Model());
}
```

lec04/DemoBarComp

MyBarPanel – start

```
public class MyBarPanel extends JPanel {
    JTextField status;
    JProgressBar bar;

    Model computation;

    public MyBarPanel() {
        computation = null;
        createComponents();
    }
    public void setComputation(Model computation) {
        this.computation = computation;
    }
    private void createComponents() { ... }
}
```

lec04/MyBarPanel

MyBarPanel – createComponents

```
private void createComponents() {
    // 1st row of the control buttons
    JPanel controlButtonsPanel = new JPanel();
    createControlButtons(controlButtonsPanel);

    // 2nd row of the buttons
    JPanel buttonsPanel = new JPanel();
    createButtons(buttonsPanel);

    // 3rd row with the progress bar
    bar = new JProgressBar(0, 100); // 0-100%
    JPanel progressPanel = new JPanel();
    createProgress(progressPanel, bar);

    // 4th row with the status bar
    status = createStatusBar("Waiting for your commands");

    // Set layout and add the rows
    setLayout(new BoxLayout(this, BoxLayout.Y_AXIS));
    add(controlButtonsPanel);
    add(buttonsPanel);
    add(progressPanel);
    add(status);
}
```

lec04/MyBarPanel

MyBarPanel – createControlButtons

```
private JPanel createControlButtons(JPanel panel) {
    JButton btnCompute = new JButton("Compute");
    JButton btnStop = new JButton("Stop");
    JButton btnQuit = new JButton("Quit");

    panel.add(btnCompute);
    panel.add(btnStop);
    panel.add(btnQuit);
    return panel;
}
```

lec04/MyBarPanel

MyBarPanel – createButtons

```
private JPanel createControlButtons(JPanel panel) {
    JButton btnCompute = new JButton("Compute");
    JButton btnStop = new JButton("Stop");
    JButton btnQuit = new JButton("Quit");

    btnQuit.addActionListener(new ActionListener() {
        @Override
        public void actionPerformed(ActionEvent e) {
            System.out.println("Force quit");
            System.exit(0);
        }
    });
    panel.add(btnCompute);
    panel.add(btnStop);
    panel.add(btnQuit);
    return panel;
}
```

lec04/MyBarPanel

MyBarPanel – createProgress

```
private JPanel createProgress(JPanel panel,
    JProgressBar progress) {
  TitledBorder border = BorderFactory.
    createTitledBorder("Computations");
  panel.setBorder(border);
  panel.add(progress);
  return panel;
}
```

lec04/MyBarPanel

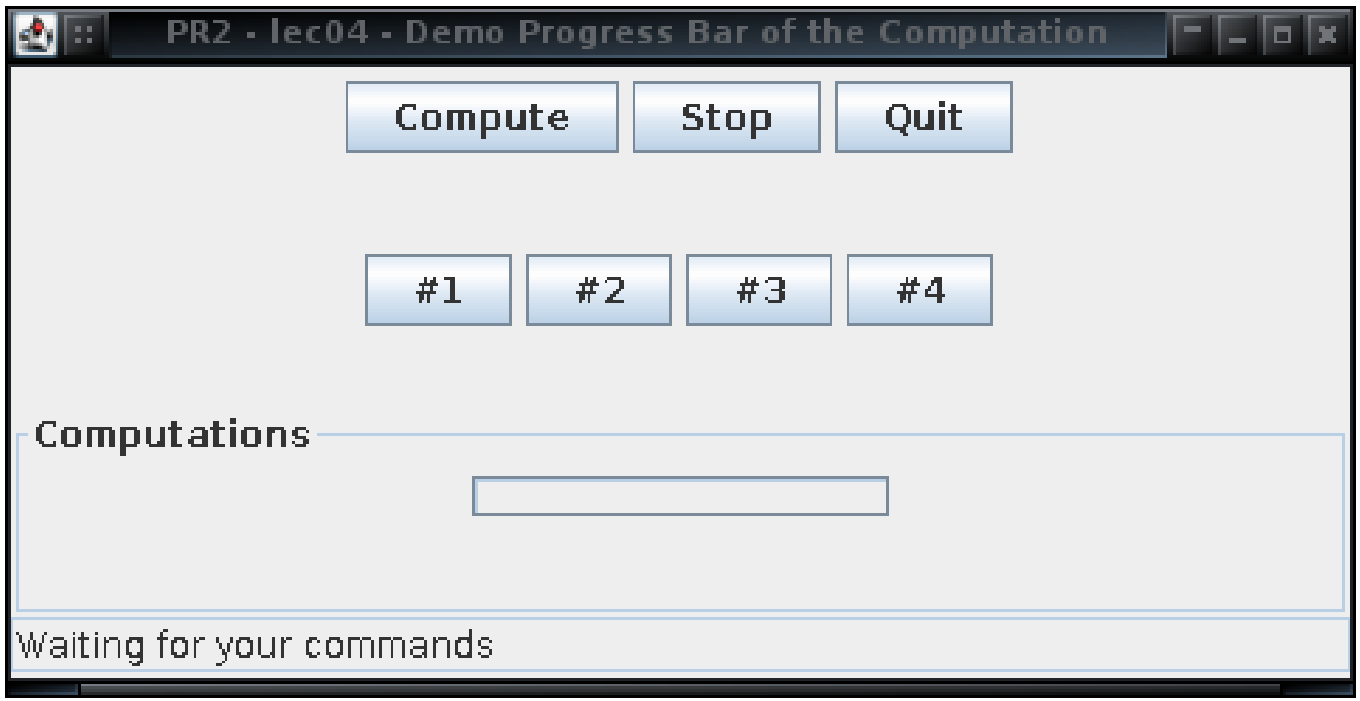
MyBarPanel – createStatusBar

```
private JTextField createStatusBar(String initMessage
    ) {
    JTextField statusBar = new JTextField();
    statusBar.setEditable(false);
    statusBar.setText(initMessage);
    statusBar.setHorizontalAlignment(JTextField.LEFT);
    statusBar.setMaximumSize(
            new Dimension(
                Integer.MAX_VALUE,
                statusBar.getPreferredSize().height
                ));

    return statusBar;
}
```

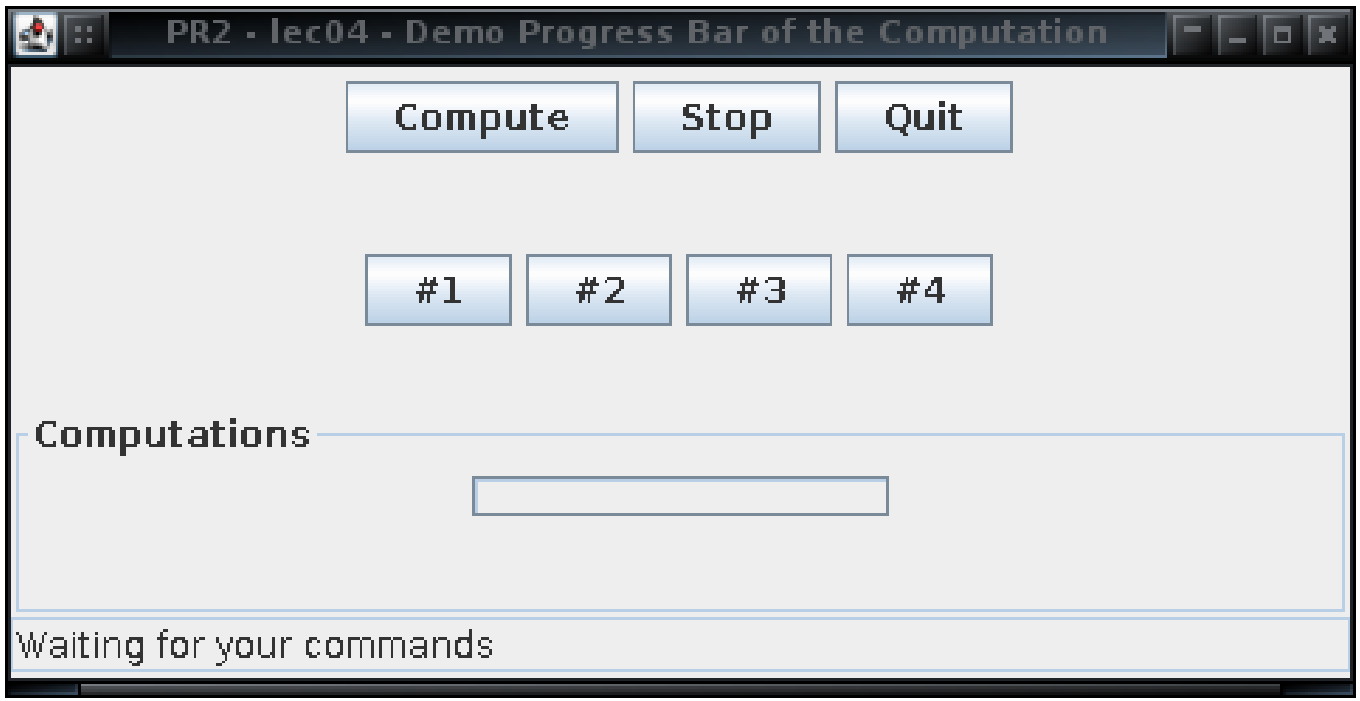
lec04/MyBarPanel

MyBarPanel – grafické rozhraní



Pro „oživení" tlačítek musíme vytvořit reakce na události a propojit grafické rozhraní s modelem.

MyBarPanel – grafické rozhraní

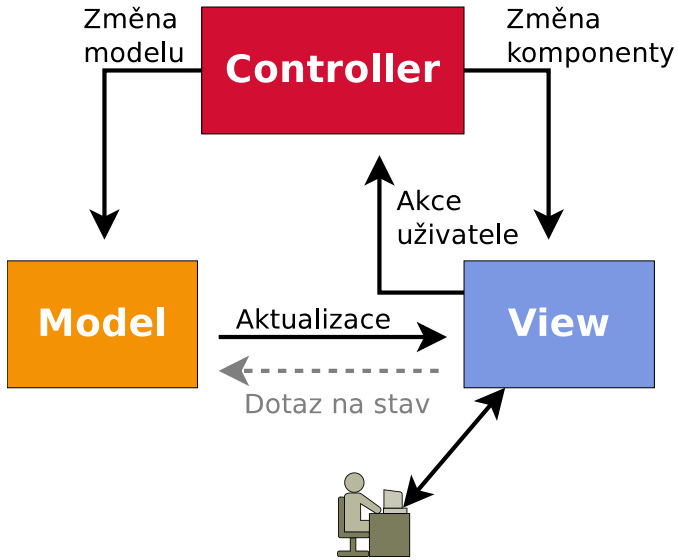


Pro „oživení" tlačítek musíme vytvořit reakce na události a propojit grafické rozhraní s modelem.

Obsah

Model-View-Controller (MVC)

- Architektura pro návrh aplikace s uživatelským rozhraním
- Rozděluje aplikaci na tři základní **nezávislé** komponenty
  - Datový model aplikace
  - Uživatelské rozhraní
  - Řídicí logika



- `Nezávislé` – ve smyslu, že změna některé komponenty má minimální vliv na komponenty ostatní

http://www.oracle.com/technetwork/articles/javase/index-142890.html

youtube – Elementary Model View Controller (MVC) by Example

https://www.youtube.com/watch?v=LiBdzE_DJn4

MVC – Obecný princip

- **Model** – datová reprezentace, se kterou aplikace pracuje
- **View** (pohled)– zajišťuje vizualizace dat do podoby vhodné k prezentaci
- **Controller** (řadič) – zajišťuje změny dat nebo vizualizace na základě událostí (typicky od uživatele)

Oddělení modelu od vizualizace je klíčové

Umožňuje sdílení kódu a jeho snadnou údržbu

MVC – Příklad průběhu

1. Uživatel stiskne tlačítko v GUI
2. Řadič (controller) je informován o události
3. Řadič provede příslušnou akci a přistoupí k modelu, který modifikuje
4. Model zpracuje požadavek od řadiče
5. Pohled (view) provede zobrazení aktualizovaného modelu

   *Např. použitím návrhového vzoru **Observer** nebo notifikací od řadiče.*
6. Uživatelské rozhraní čeká na další akci uživatele

Obsah

Zpracování událostí

- Událost je **objekt**, který vznikne změnou stavu zdroje
  - Důsledek interakce uživatele s řídicími elementy GUI
- Událost vznikne
  - kliknutím na tlačítko
  - stiskem klávesy
  - posunem kurzoru (myši)
- Události jsou produkovány tzv. **producenty** což jsou
  - tlačítka, rámy, grafické prvky
- Na události reagují posluchači událostí což jsou metody schopné zpracovat událost

Posluchači se registrují u producentů pro odběr zpráv

Java obsahuje promyšlený a konzistentní koncept vzniku a zpracování události

Sekvenční vs událostmi řízené programování

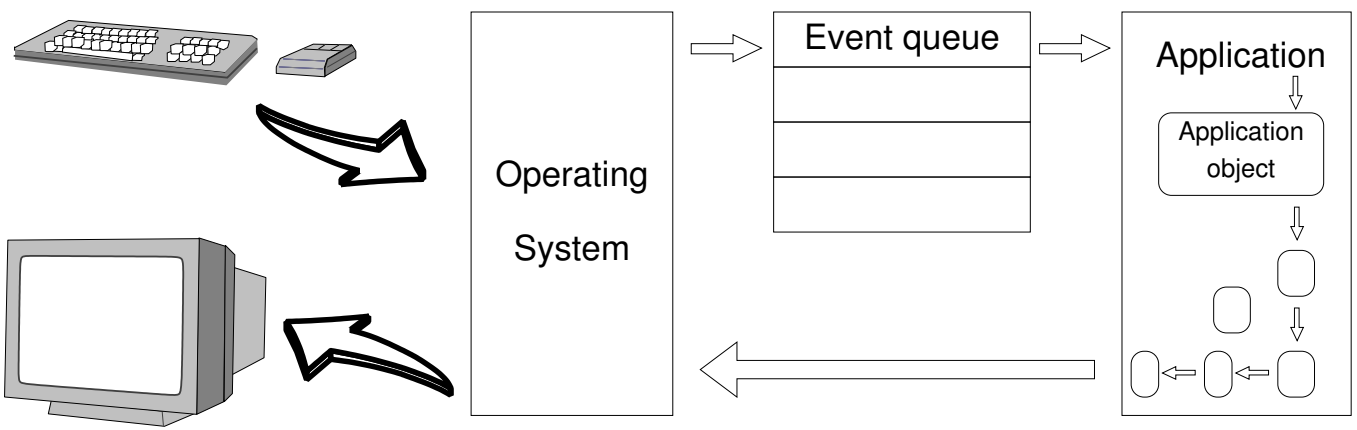
- **Sekvenční** programování – kód je vykonáván postupně dle zadaného pořadí
  - Program začíná voláním `main` a pokračuje sekvenčně podle větvení v řídicích strukturách (if,while,...).
  - Uživatelský vstup blokuje aplikaci dokud není zadán.
  - Neumožňuje čekat na vstup z více zdrojů (např. klávesnice a myši)
- **Událostmi řízené programování** (`Event-driven programming`) – kód je vykonáván na základě aktivace nějakou událostí
  - Systém čeká na akci uživatele
  - Událost spouští odpovídající akci
  - Událostmi řízené programování řeší
    - Jak současně čekat na události z více zdrojů
    - Co dělat pro konkrétní událost

Event-driven programming – základní koncept

- Základní koncept je postaven na frontě zpráv
- Operační systém spolu se správcem oken zpracovává vstupní události z připojených zařízení

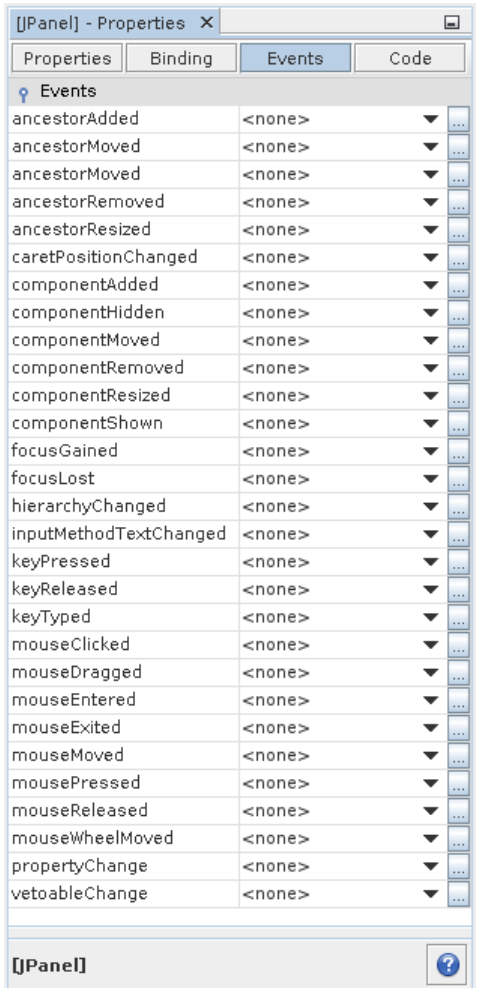
  Pohyb myší, stisk klávesy
- Správce oken identifikuje příslušné okno a aplikace, které patří událost a přepošle ji do aplikace

  Aplikace (Swing) používá podobný mechanismus pro identifikaci, která komponenta obdrží příslušnou zprávu



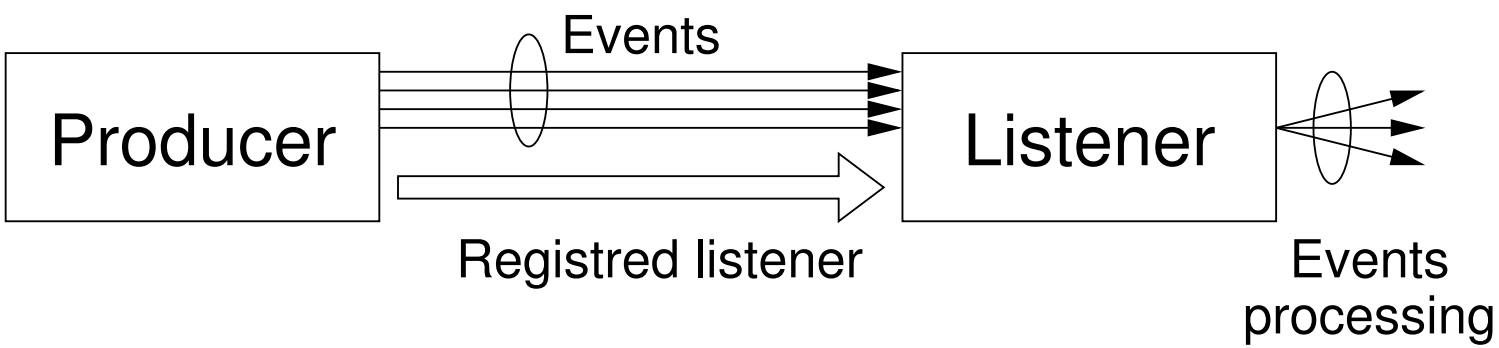
Zpracování událostí – koncepce

- Informace o události (zdroj události, poloha kurzoru, atd.) jsou shromážděny v objektu jehož třída určuje charakter události:
  - `ActionEvent` – událost generovaná tlačítkem
  - `WindowEvent` – událost generovaná oknem
  - `MouseEvent` – událost generovaná myší
- Všechny třídy událostí jsou následovníky třídy ActionEvent a jsou umístěny v balíku **java.awt.event.**



Základní princip zpracování události

- Události jsou **generovány zdroji** událostí
  - Jsou to **objekty** nesoucí informaci o události
- Události jsou **přijímány** ke zpracování **posluchači** událostí
  - **Objekty** tříd s metodami schopnými událost zpracovat
- Zdroj události rozhoduje o tom, který posluchač má reagovat
  - Registruje si svého posluchače



Model šíření událostí

- Události jsou předávány posluchačům, které **nejprve musí producent zaregistrovat**
  - Například `addActionListener()`, `addWindowListener()`, `addMouseListener()`
  - Producent vysílá událost **jen těm posluchačům, které si sám zaregistroval**
- Posluchač musí implementovat některé z **rozhraní** posluchačů (tj. schopnost naslouchat)
  - `ActionListener`, `WindowListener`, `MouseListener`
- Zatímco událost **producenta** je typicky objekt některé knihovní třídy (např. tlačítka), **posluchač** je objekt, jehož třída je deklarována v aplikaci
  - Registrace metodou `add*?Listener()`
  - Registrovaná třída musí implementovat rozhraní `*?Listener`

Příklad posluchače

- Registrujeme obsluhu události tlačítka #3
- Využijeme k tomu anonymní vnitřní třídu (odvozenou od `ActionListener`)
- Třídu (objekt) posluchače registrujeme metodou `addActionListener`

```
btn3.addActionListener(new ActionListener() {
    @Override
    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
        btn3.setText("clicked");
    }
});
```

Musíme implementovat všechny metody abstraktní třídy. S výhodou můžeme využít automatického generování vývojového prostředí.

Příklad posluchače jako vnitřní třídy

```
public class MyBarPanel extends JPanel {
    ...
    private class SimpleButtonListener implements
     ActionListener {
        final String msg;

        public SimpleButtonListener(String msg) {
            this.msg = msg;
        }
        @Override
        public void actionPerformed(ActionEvent e) {
            status.setText(msg);
        }
    }
    ...
}
```

Příklad – Třídu posluchače můžeme instancovat vícekrát

```
private JPanel createButtons(JPanel panel) {
    ...
    btn1.addActionListener(new SimpleButtonListener(
     "Button #1 pressed"));
    btn2.addActionListener(new SimpleButtonListener(
     "Button #2"));
    ...
}
```

Implementace modelu událostí

- Posluchač události musí implementovat příslušné rozhraní
  - Implementovat příslušné **abstraktní metody** rozhraní
- Pro **každý druh události je definována abstraktní metoda handler**, která událost ošetřuje
  - `actionPerformed`, `mouseClicked`, `windowClosing`, ...
- *Handlery* jsou deklarovány v rozhraní – posluchači
  - `ActionListener`, `MouseListener`, `WindowListener`, ...
- Předání události posluchači ve skutečnosti znamená vyvolání činnosti handleru,
  - Objekt události je předán jako skutečný parametr handleru

Registrace posluchače

- Producent registruje posluchače zavoláním registrační metody:
  - `addActionListener`, `addMouseListener`, `addWindowListener`, ...
- Vazba mezi producentem a posluchačem je vztah N:M
  - Jeden posluchač může být registrován u více producentů
  - U jednoho producenta může být registrováno více posluchačů
- Událost se předá všem posluchačům, avšak pořadí zpracování není zaručeno

Příklad – Posluchač může mít svůj vlastní stav

```
private class ToggleButtonListener implements
    ActionListener {
   final String msg;
   boolean state;
   public ToggleButtonListener(String msg) {
      this.msg = msg;
      state = false;
   }
   @Override
   public void actionPerformed(ActionEvent e) {
      state = !state;
      status.setText(
            msg + " " + (state ? "On" : "Off")
            );
   }
}
```

MVC?

Příklad – Zdroj může mít více posluchačů

```
...
btn1.addActionListener(new SimpleButtonListener(
    "Button #1 pressed"));
btn2.addActionListener(new ToggleButtonListener(
    "Button #2"));

ButtonListener buttonListener = new ButtonListener();

btn1.addActionListener(buttonListener);
btn4.addActionListener(buttonListener);
...
```

- Událost se předá všem posluchačům, pořadí však není zaručeno

Příklad – Více zdrojů téže události a jeden posluchač

```
private class ButtonListener implements ActionListener {
    int count = 0;
    @Override
    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
        count += 1;
        JButton btn = (JButton) e.getSource();
        System.out.println("BtnLst: event: " + e);
        System.out.println("BtnLst e.getSource: "
                + e.getSource());

        System.out.println("ActionCommand: " +
                e.getActionCommand());

        status.setText("BtnLst: received new event " +
     count + " from " + btn.getText());
    }
}
...
ButtonListener buttonListener = new ButtonListener();
btn1.addActionListener(buttonListener);
btn4.addActionListener(buttonListener);
...
```

Zdroj události můžeme rozlišit podle textu nebo podle objektu (přetypování). Výhodnější je však vytvořit individuální posluchače.

Události myši

```
progress.addMouseListener(new MouseListener() {
    @Override
    public void mouseEntered(MouseEvent e) {
        border.setTitle("Mouse entred to the bar area");
        panel.repaint(); // force update titledborder
    }
    @Override
    public void mouseExited(MouseEvent e) {
        border.setTitle("Computations");
        panel.repaint(); // force update titledborder
    }
    @Override
    public void mouseClicked(MouseEvent e) { }
    @Override
    public void mousePressed(MouseEvent e) { }
    @Override
    public void mouseReleased(MouseEvent e) { }
});
```

- Události pohybu myši lze naslouchat prostřednictvím rozhraní `MouseMotionListener` s vlastnostmi
  - `mouseDragged` a `mouseMoved`

Obsah

Vnitřní třídy

- Logické seskupení třídy, které se používají jen v jednom konkrétním místě
  - Třídy posluchačů jsou využitelné pro producenty v GUI
  - Efektivita kódu
  - Princip „pomocné" třídy
- Princip zapouzdření (třída B je vnitřní třídou vnější třídy A)
  Situace:
  - Třída B má přístup ke všem členům třídy A, které však mají být nepřístupné jiným třídám (jsou deklarovány jako `private`)

    Je-li B vnitřní třídou A, pak členy private třídy jsou přístupné i třídě B.
  - Třída B je skryta mimo třídu A
  - Metody třídy A nemají přístup k proměnným a metodám třídy B
- Zvýšení čitelnosti kódu a zlepšení údržby kódu

http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/javaOO/nested.html

Příklad vnitřní třídy

```
public class OutClass {
    ...

    private class InnerClass {

        final String msg;

        public InnerClass(String msg) {
            this.msg = msg;
        }

    }

    ...
}
```

Vnitřní třídy

- Prvkem třídy může být jiná třída – **vnořená/vnitřní třída**
  - Třída, která obsahuje vnořenou třídu – **vnější třída**

Vnitřní třída

- Statická vnořená třída – **static**
  - Nemůže přímo přistupovat k instančním členům vnější třídy, musí vytvořit její instanci, přes ni má pak přístup
  - V podstatě se chová jako běžná statická třída, jen přístup je k ním přes jméno vnější třídy
- Vnitřní třída (bez static)
  - Má přístup ke všem členům vnější třídy včetně prvků `private`
    - Má své vlastní proměnné a metody
    - Nemá statické členy
- Vnější třída může do vnitřní jen přes její instanci
- Vnitřní třída není přístupná vně definice vnější třídy, jen v rámci vnější třídy

Pokud nepotřebujeme jméno vnitřní třídy, můžeme použít anonymní vnitřní třídu.

Příklad anonymní vnitřní třídy

```
btn3.addActionListener(new ActionListener() {
    @Override
    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
        btn3.setText("clicked");
    }
});
```

Shrnutí přednášky

Diskutovaná témata

- GUI v Javě – „návrhář" a programově definované grafické rozhraní
- Model-View-Controller

Model-Pohled-Řadič

- Event-Driven Programming

Událostmi řízené programování

- Události v Javě (Swing)
- Vnitřní třída a anonymní třída

- Příště: Vlákna

Diskutovaná témata

- GUI v Javě – „návrhář" a programově definované grafické rozhraní
- Model-View-Controller

Model-Pohled-Řadič

- Event-Driven Programming

Událostmi řízené programování

- Události v Javě (Swing)
- Vnitřní třída a anonymní třída

- Příště: Vlákna