18 Tic-Tac-Toe: GUI

Idee:

- Unbesetze Felder werden durch `Button`-Komponenten repräsentiert.
- Die Knöpfe werden in einem (3×3)-Gitter angeordnet.
- Wird ein Zug ausgeführt, wird der entsprechende Knopf durch eine (bemalte) Canvas-Fläche ersetzt (Kreis oder Kreuz).

GUI: Model – View – Controller

Modell (Model):

Repräsentiert das Spiel, den aktuellen Spielzustand, und die Spiellogik.

Ansicht (View)

Die externe graphische(?) Benutzeroberfläche mit der die Benutzerin interagiert.

Steuerung (Controller)

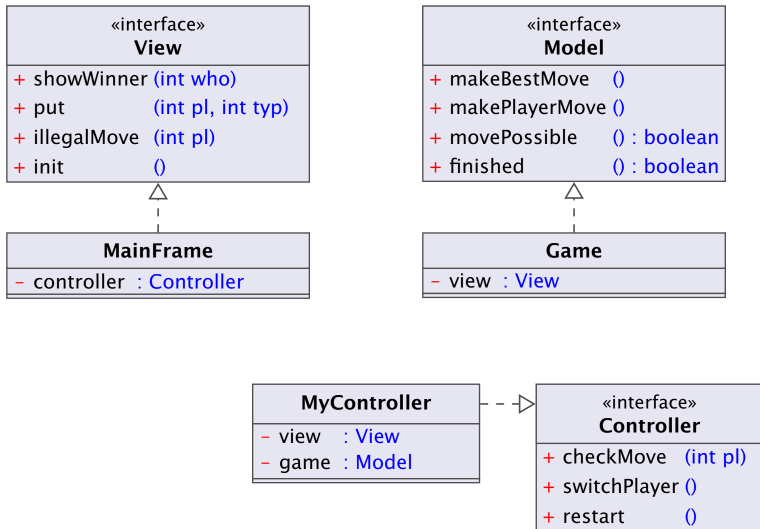
Kontrollschicht, die Aktionen der Nutzerin and die Spiellogik weiterleitet, und Reaktionen sichtbar macht.

Typisch für viele interaktive Systeme. Es gibt viele Varianten (Model-View-Presenter, Model-View-Adapter, etc.).

GUI: Model – View – Controller

- Es gibt viele solcher Standardvorgehensweisen, für das Strukturieren, bzw. Schreiben von großen Programmen (Design Patterns, ↑Softwaretechnik).
- Es gibt auch Anti Patterns, d.h., Dinge, die man normalerweise nicht tun sollte (die aber trotzdem häufig vorkommen).

TicTacToe – GUI



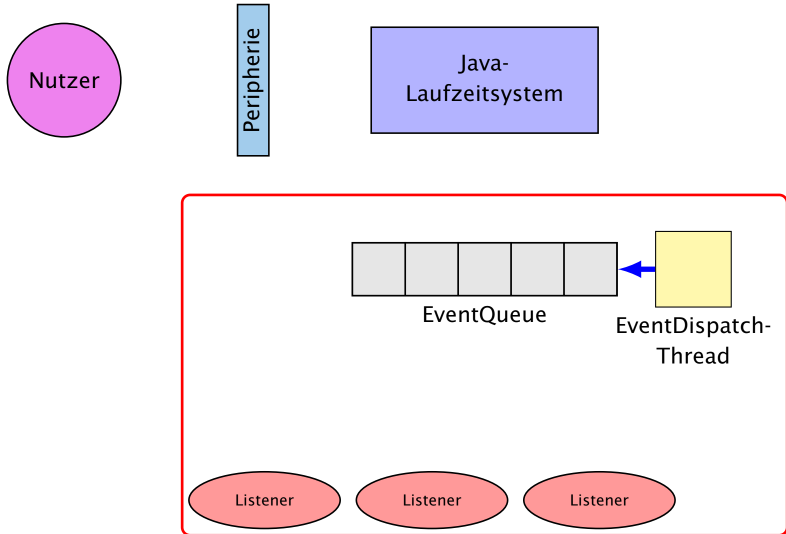
18.1 Hintergrund – GUIs

Eine graphische Benutzer-Oberfläche (GUI) ist i.A. aus mehreren Komponenten zusammen gesetzt, die einen (hoffentlich) intuitiven Dialog mit der Benutzerin ermöglichen sollen.

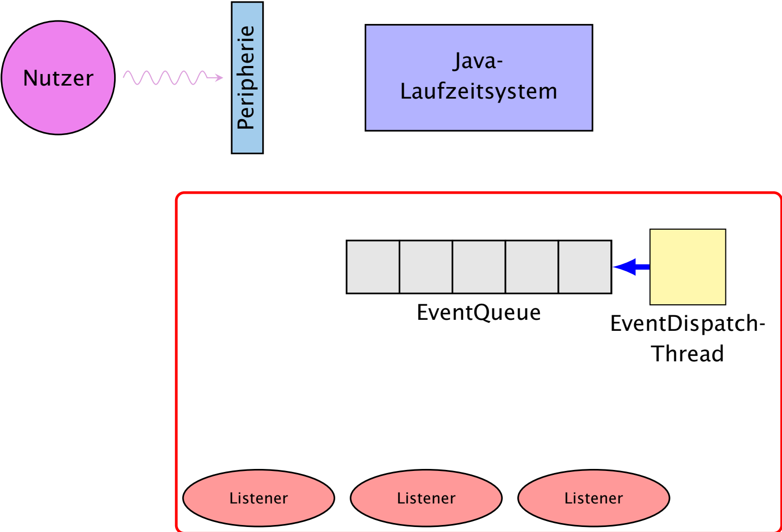
Idee:

- Einzelne Komponenten bieten der Benutzerin Aktionen an.
- Ausführen der Aktionen erzeugt Ereignisse.
- Ereignisse werden an die dafür zuständigen Listener-Objekte weiter gereicht Ereignis-basiertes Programmieren.

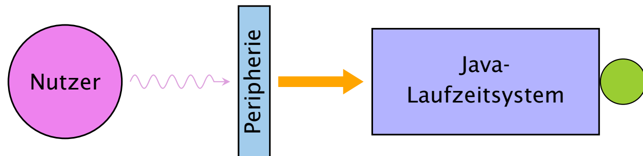
Überblick – Events

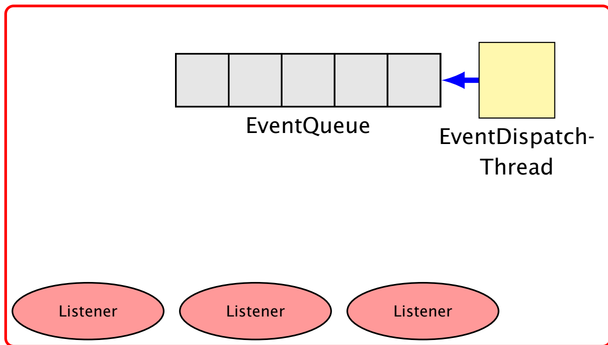


Überblick – Events

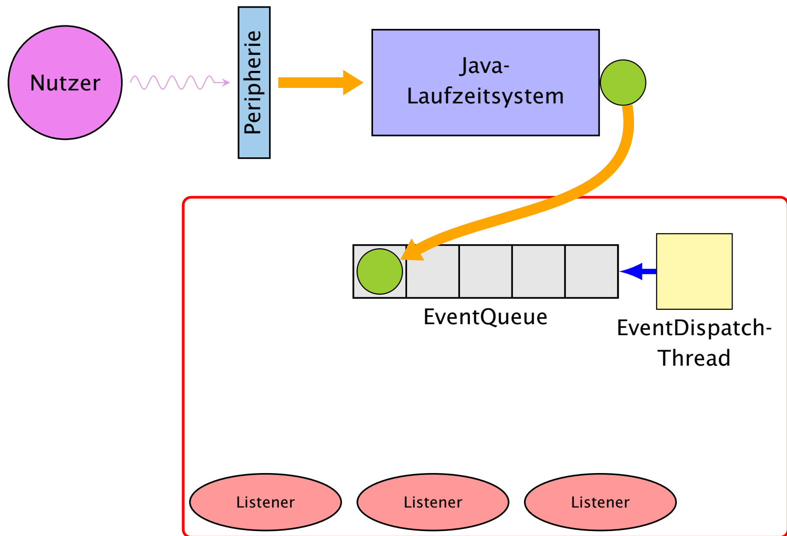


Überblick – Events

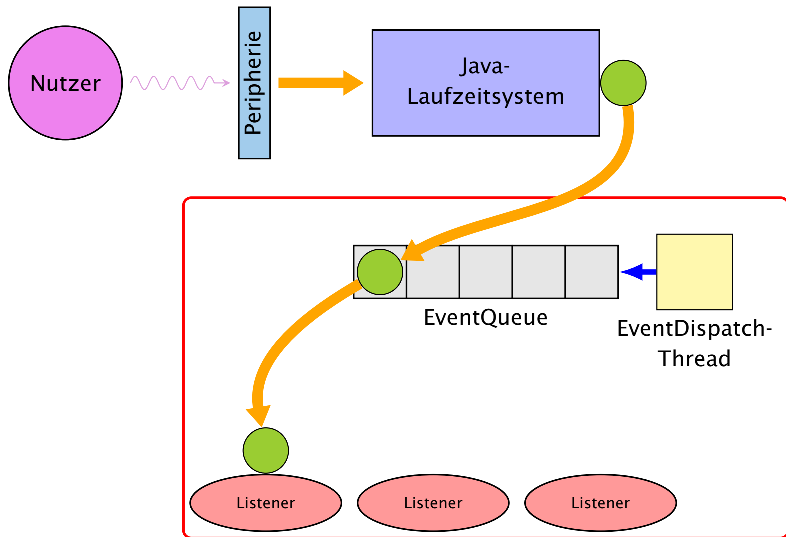




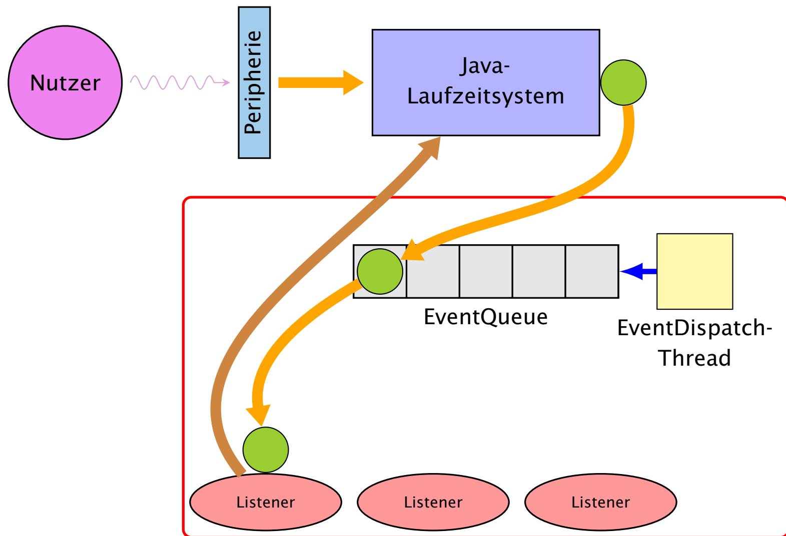
Überblick – Events



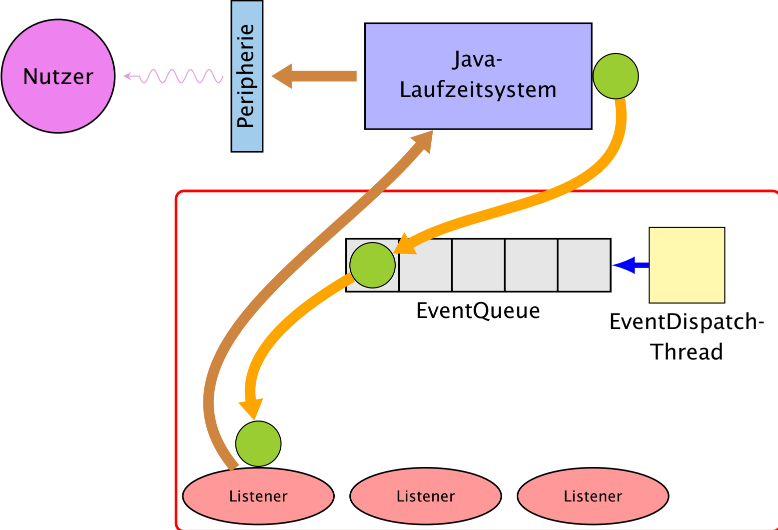
Überblick – Events



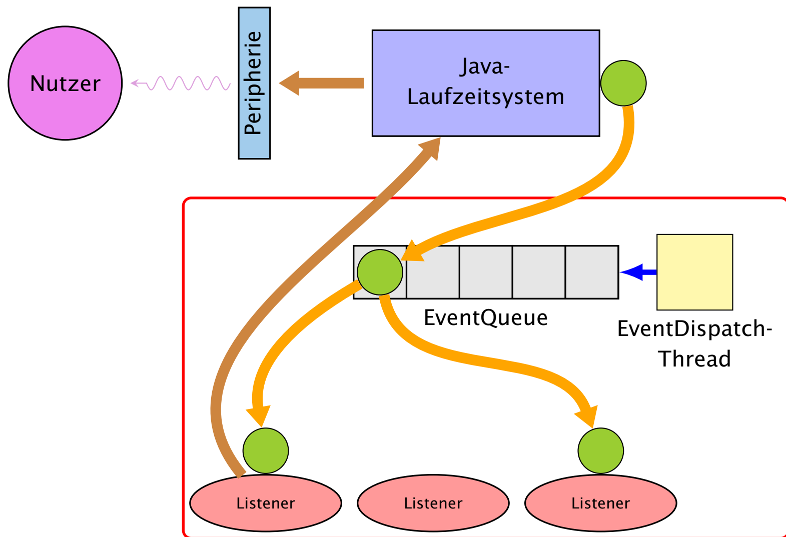
Überblick – Events



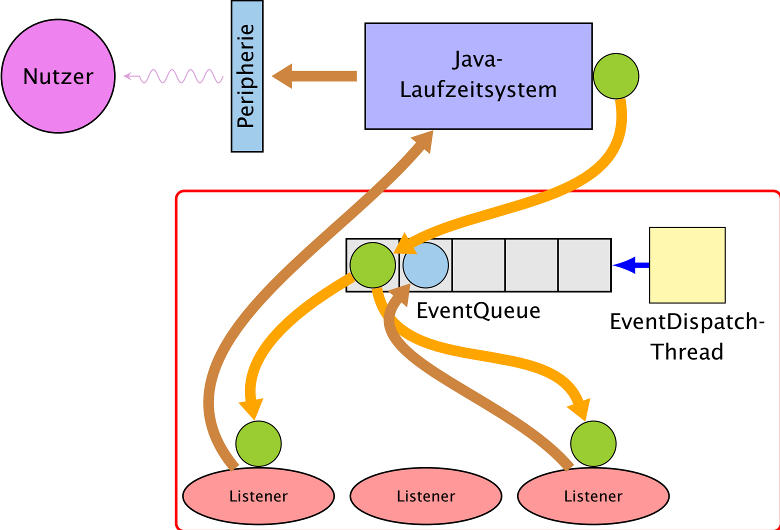
Überblick – Events



Überblick – Events



Überblick – Events



Ereignisse

- Maus-Bewegungen und -Klicks, Tastatureingaben etc. werden von der Peripherie registriert und an das ↑Betriebssystem weitergeleitet.
- Das Java-Laufzeitsystem nimmt die Signale vom Betriebssystem entgegen und erzeugt dafür AWTEvent-Objekte.
- Diese Objekte werden in eine AWTEventQueue eingetragen Producer!
- Die Ereignisschlange verwaltet die Ereignisse in der Reihenfolge, in der sie entstanden sind, kann aber auch mehrere ähnliche Ereignisse zusammenfassen. . .
- Der AWTEvent-Dispatcher ist ein weiterer Thread, der die Ereignis-Schlange abarbeitet Consumer!

Ereignisse

- Abarbeiten eines Ereignisses bedeutet:
  1. Weiterleiten des `AWTEvent`-Objekts an das Listener-Objekt, das vorher zur Bearbeitung solcher Ereignisse angemeldet wurde;
  2. Aufrufen einer speziellen Methode des Listener-Objekts.
- Die Objekt-Methode des Listener-Objekts hat für die Reaktion des GUI zu sorgen.

Abarbeitung von Events erfolgt sequentiell.

Ein Button

```java
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;
import javax.swing.border.*;

public class MyButton extends JButton {
   private int number;
   public MyButton(int i) {
       number = i;
       setBackground(Color.WHITE);
       setBorder(new LineBorder(Color.WHITE, 0));
   }
   public int getNumber() { return number; }
}
```

- `MyButton` erweitert die Klasse `JButton` um die Objektvariable `int number`
- `number` wird vom Konstruktor gesetzt und mit `int getNumber();` abgefragt.

Der View

```java
8  public class MainFrame extends JFrame implements
9                                          PlayConstants,View {
10     private Controller controller;
11     private JDialog dia;
12     private Container c;
13
14     public MainFrame(Controller con) {
15         controller = con;
16         c = getContentPane();
17         setVisible(true);
18         init();
19     }
```

- Wenn man ein Objekt dieser Klasse anlegt öffnet sich ein Fenster, da die Klasse von `JFrame` abgeleitet ist.
- `c` ist der Hauptcontainer für graphische Elemente.
- `init` initialisiert die graphischen Komponenten für ein (neues) Spiel.

Der View

```
20    public void init() { invokeLater(()->{
21        c.removeAll();
22        c.setBackground(Color.BLACK);
23        c.setLayout(new GridLayout(3,3,3,3));
24        c.setPreferredSize(new Dimension(600,600));
25        for (int i=0; i<9;i++) {
26            MyButton b = new MyButton(i);
27            b.addActionListener( this::buttonAction );
28            c.add(b); }
29        pack();  });}
```

- Die Funktion `void invokeLater(Runnable r)` speichert ein Objekt `r` in der `EventQueue`, das später vom EventDispatchThread ausgeführt wird.
- Jede Operation, die die GUI verändert, muß vom EventDispatchThread ausgeführt werden.

Der View

- `removeAll()` entfernt alle graphischen Elemente des Containers;
- Wir wählen `GridLayout` als Layout-Manager.
- `GridLayout(int row, int col, int cs, int rs);` konstruiert ein Gridlayout-Objekt mit `row` Zeilen, `col` Spalten sowie Abständen `cs` und `rs` zwischen Spalten bzw. Zeilen.
- Wir fügen 9 durchnummerierte `MyButton`-Elemente ein.

Lambda-Ausdrücke

Ein funktionales Interface ist ein Interface, das **genau** eine Methode enthält.

```
interface Runnable {
   void run();
}
```

Ein Lambda-Ausdruck ist das Literal eines Objektes, das ein funktionales Interface implementiert. Z.B.:

Syntax:

- allgemein
  `(%Parameterliste) -> {...}`
- nur `return`-statement/eine Anweisung (bei `void`-Funktion)
  `(%Parameterliste) -> %Ausdruck`
- nur genau ein Parameter
  `a -> {...}`

Beispiele

```
Runnable r = () -> {System.out.println("Hello!");};
```

ist (im Prinzip) äquivalent zu

```
class Foo implements Runnable {
    void run() {
        System.out.println("Hello!");
    }
}
Runnable r = new Foo();
```

Methodenreferenzen

An der Stelle, an der ein Lambda-Ausdruck möglich ist, kann man auch eine Methodenreferenz einer passenden Methode angeben.

Beispiel:

- Klasse `ClassA` verfügt über statische Methode `boolean less(int a, int b)`.
- Das Funktionsinterface `Iface` verlangt die Implementierung einer Funktion, die zwei `int`s nach `boolean` abbildet.
- Außerdem existiert Funktion `sort(int[] a, Iface x)`.
- Dann sortiert der Aufruf:

```
int[] arr = {5,8,7,2,11};
sort(arr, ClassA::less);
```

gemäß der durch `less` vorgegebenen Ordnung.

Button – Events

- Wenn ein Knopf gedrückt wird, wird ein ActionEvent ausgelöst, d.h., ein Objekt dieser Klasse in die Queue eingefügt.
- Ein Objekt, dass auf solch ein Ereignis reagieren soll muss das Interface ActionListener implementieren.

```
interface ActionListener {
    void actionPerformed(ActionEvent e);
}
```

- Die Methode actionPerformed() erhält das Objekt zu dem auslösenden Ereignis als Parameter.
- Wir konstruieren das Listenerobjekt über eine Methodenreferenz.

Button – Events

```
54     public void buttonAction(ActionEvent e) {
55         MyButton button = (MyButton) e.getSource();
56         int place = button.getNumber();
57         controller.checkMove(place);
58     }
```

- Falls ein Knopf gedrückt wird, überprüft der `controller` ob der entsprechende Zug möglich ist.
- Die Spiellogik (überprüfen des Zuges) ist von der Visualisierung bzw. der Userinteraktion getrennt.

View – Interfacemethoden

```
30    public void put(int place, int type) {
31        invokeLater(()->{
32            JPanel canvas;
33            if (type == MIN) canvas = new Cross();
34            else canvas = new Circle();
35            c.remove(place);
36            c.add(canvas, place);
37            revalidate();
38            repaint();
39        });
40    }
41    public void illegalMove(int place) {
42        System.out.println("Illegal move: "+place);
43    }
```

"MainFrame.java"

View – Interfacemethoden

```
44    public void showWinner(int who) {
45        String str = "";
46        switch(who) {
47        case -1: str = "Kreuz gewinnt!"; break;
48        case  0: str = "Unentschieden!"; break;
49        case  1: str = "Kreis gewinnt!"; break;
50        }
51        final String s = str;
52        invokeLater(()->dia = new MyDialog(this,s));
53    }
```

- Lokale, innere Klassen dürfen auf Parameter der umgebenden Funktion zugreifen, aber nur wenn diese effectively final sind.
- Durch den Lambdaausdruck wird implizit eine lokale, innere Klasse erzeugt.

Ein Dialog

```
1  public class MyDialog extends JDialog {
2      JButton   repeat, kill;
3      public MyDialog(MainFrame frame, String str) {
4          setSize(300,70);
5
6          setLayout(new FlowLayout());
7          add(new JLabel(str));
8          repeat = new JButton("new");
9          repeat.addActionListener(frame::dialogAction);
10         add(repeat);
11         kill = new JButton("kill");
12         kill.addActionListener(frame::dialogAction);
13         add(kill);
14         setVisible(true);
15     }
16 }
```

ActionListener des Dialogs

```
59     public void dialogAction(ActionEvent e) {
60         JButton b = (JButton) e.getSource();
61         if (e.getActionCommand().equals("kill")) {
62             System.exit(0);
63         } else {
64             controller.restart();
65             dia.dispose();
66         }
67     }
```

"MainFrame.java"

- getActionCommand() gibt per default den Text des zugehörigen JButtons zurück.
- dispose() löscht das Dialogfenster.

Controller – Attributes

```java
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;

public class MyController implements PlayConstants,
                                      Controller {
    private Model  game;
    private View   view;
    public void setup(Model m, View v) {
        game = m; view = v;
    }
```

"MyController.java"

Controller – Methoden

```
11      public void checkMove(int place) {
12          if (game.movePossible(place)) {
13              game.makePlayerMove(place);
14          }
15          else view.illegalMove(place);
16      }
17      public void switchPlayer() {
18          if (game.finished()) return;
19          game.makeBestMove();
20      }
21      public void restart() {
22          view.init();
23          game = new Game(view);
24  }   }
```

"MyController.java"

Main

```
68      public static void main(String[] args) {
69          invokeLater(()->{
70              Controller c = new MyController();
71              View  v = new MainFrame(c);
72              Model m = new Game(v);
73              c.setup(m,v);
74          });
75      }
```

"MainFrame.java"

Diskussion

Was ist hier falsch?

Was passiert wenn wir einen sehr grossen Spielbaum berechnen?

Diskussion

Was ist hier falsch?

Was passiert wenn wir einen sehr grossen Spielbaum berechnen?

Main

```
16      private void initTree() {
17          try {Thread.sleep(4000);}
18          catch(InterruptedException e) {}
19          g.nodeCount = 0;
20          g = new GameTreeNode(p);
21          System.out.println("generate tree... (" +
22                                      g.nodeCount + " nodes)");
23      }
```

"GameWithDelay.java"

Die GUI reagiert nicht mehr, da wir die gesamte Berechnung im Event Dispatch Thread ausführen.

View – ActionListener

```java
54     public void buttonAction(ActionEvent e) {
55         MyButton button = (MyButton) e.getSource();
56         int place = button.getNumber();
57         ctrl.exec(()->ctrl.checkMove(place));
58     }
59     public void dialogAction(ActionEvent e) {
60         JButton b = (JButton) e.getSource();
61         if (e.getActionCommand().equals("kill")) {
62             System.exit(0);
63         } else {
64             ctrl.exec(()->ctrl.restart());
65             dia.dispose();
66         }
67     }
```

"MainFrameNew.java"

Controller – Attributes

```java
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.util.concurrent.locks.*;

public class MyController
                          extends Thread
                          implements PlayConstants,
                                     Controller {
    private Model  game;
    private View   view;
    final Lock      lock = new ReentrantLock();
    final Condition cond = lock.newCondition();
```

"MyControllerNew.java"

Controller – Methoden

```
14     Runnable r = null;
15     public void exec(Runnable r) {
16         if (lock.tryLock()) {
17             if (r != null) this.r = r;
18             cond.signal();
19             lock.unlock();
20     }  }
21     public void run() {
22         lock.lock(); try {
23         while (true) {
24             while (r == null)
25                 cond.await();
26             r.run();
27             r = null;
28         }}
29         catch (InterruptedException e) {}
30         finally { lock.unlock(); }
31     }
```

Controller – Methoden

```
32     public void setup(Model m, View v) {
33         game = m; view = v;
34         start();
35     }
```