Kapitel 10

Event Handling

10.1 MVC

Erinnerung:

Model - View - Controler (Smalltalk-80): Schema zum Implementieren graphischer Benutzeroberflächen

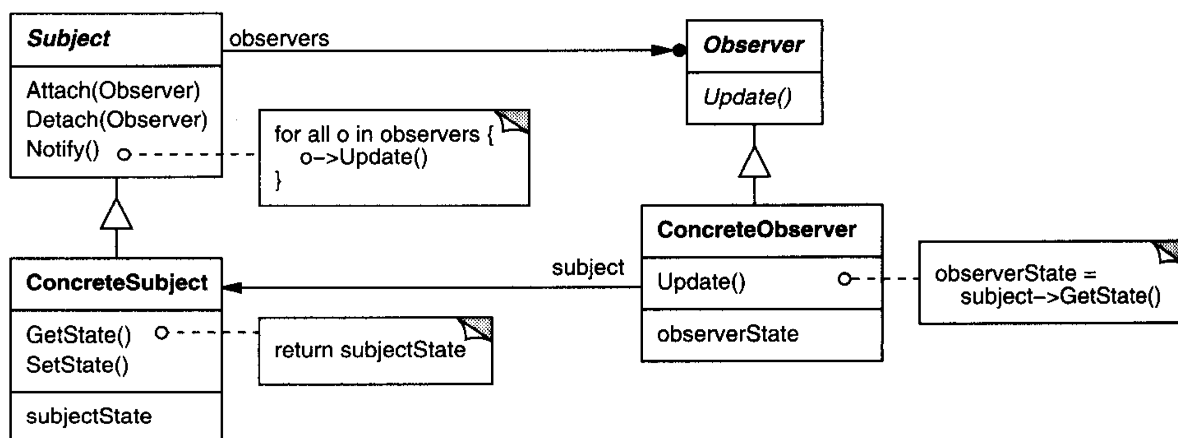
- Model: Klasse, die das funktionale Verhalten der Anwendung realisiert
- View: Klasse, die den aktuellen Zustand des Models anzeigt (kann anwendungsspezifisch verfeinert werden)
- Controler: Klasse, die Reaktionen auf Benutzereingaben definiert

Vorteil: schwache Kopplung, mehrfache Views zum gleichen Model

Realisierung im wesentlichen durch drei Design Patterns:

- *Observer*: realisiert Kopplung internes Modell – externe Darstellung
- *Composite*: beschreibt Struktur zusammengesetzter, heterogener Objekte (zB Fenster)
- *Strategy*: realisiert Reaktion auf Events

Observer-Pattern:



10.2 Observer in C++

Beispiel Thermometer mit 2 Anzeigen (F° / C°)
und 2 GUI-Events

Standardimplementierung des Observer-Patterns mit Iteratoren (jedoch nur Textausgabe)

```
#include <list>
#include <iostream>
using namespace std;

class Observer {
public:
   virtual void update() = 0;
};

class Observed {
private:
  list<Observer *> observers;
      // all objects which observe this subject
protected:
  void notify() const { // tell all observers
  // that the subject has changed
    for(list<Observer*>::const_iterator o =
        observers.begin(); o!=observers.end(); ++o)
      (*o)->update();
  }
```

```
public:
  void add_observer(Observer *observer) {
    observers.push_back(observer);
  }
  void remove_observer(Observer *observer);
};

class Thermometer : public Observed {
private:
   float temperature; /* stored in kelvin */
public:
   Thermometer():temperature(0) {}
   void set_temperature(float new_temperature) {
      temperature=new_temperature;
      notify(); // call update() for all observers
   }
   inline float Thermometer::get_temperature() const {
      return temperature;
   }
};



class ThermometerView : public Observer {
protected:
   Thermometer const &thermometer;

public:
   ThermometerView(Thermometer const &t)
     :thermometer(t) {}
};
```

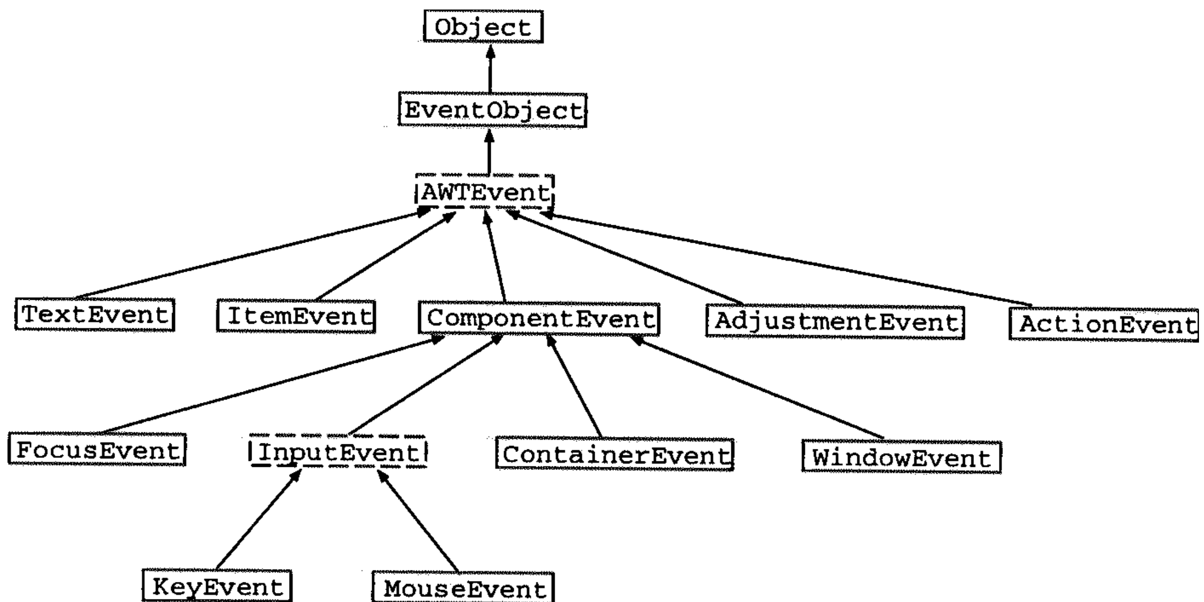
```
class CelsiusView : public ThermometerView {
public:
   CelsiusView(Thermometer const &t)
     :ThermometerView(t) {}
   void update() {
      cout << thermometer.get_temperature()-273.3
           << "C" << endl;
   }
};

class FahrenheitView : public ThermometerView {
public:
   FahrenheitView(Thermometer const &t)
      :ThermometerView(t) {}
   void update() {
      cout
      << (thermometer.get_temperature()-273.3)*9/5 +32
      << "F" << endl;
   }
};


class TemperatureSlider { /* Event-Handler 1 */
private:
   Thermometer &thermometer;
public:
   TemperatureSlider(Thermometer &t):thermometer(t) {}
   float get_value(); // read value from gui element
   void value_changed() {
     // called if slider in gui is moved
     thermometer.set_temperature(get_value());
   }
};
```

```
class ResetButton { /* Event-Handler 2 */
private:
   Thermometer &thermometer;
public:
   ResetButton(Thermometer &t):thermometer(t) {}
   void button_pressed() {
     // called if gui button is pressed
     thermometer.set_temperature(0);
   }
};
```

```
main() {
  // create one thermometer, two views, and two controls
  Thermometer t;
  CelsiusView cv(t);
  t.add_observer(&cv);
  FahrenheitView fv(t);
  t.add_observer(&fv);
  TemperatureSlider s(t);
  ResetButton r(t);
  // initialise temperature, create giu events
  t.set_temperature(25);
  r.button_pressed();
}
```

10.3 Events in Java

Event: Ereignis (zB Mausklick auf Button, Keyboardeingabe). Eventhierarchie:



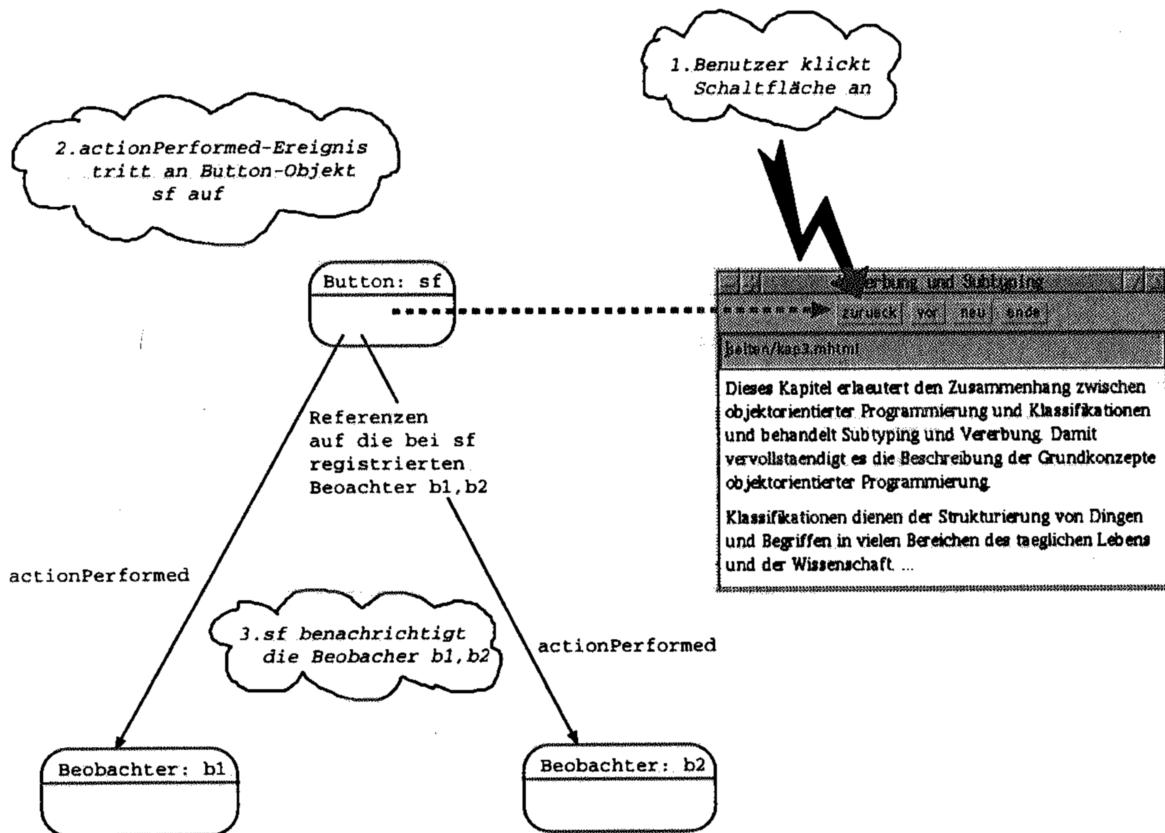
Events:

- ComponentEvents: componentMoved, componentHidden, componentResized, componentShown
- FocusEvents: focusgained, focusLost
- KeyEvents: keyPressed, keyreelased, keyTyped
- MouseEvents: mousePressed, mouseReleased, mouseClicked, mouseEntered, mouseExited, mouseDragged, mouseMoved
- ContainedEvents: componentAdded, componentRemoved
- WindowEvents: windowOpened, windowClosing, windowClose windowIconified, windowDeiconified, windowActivated, windowDeactivated
- ActionEvents: actionPerformed (Kombination von pressed/re sehr beliebt)
- AdjustmentEvents: adjustmentvalueChanged für Scrollbars
- ItemEvents: itemStateChanged für Auswahlkomponenten

falls Ereignis stattfindet, wird *Event-Objekt* der entsprechenden Klasse erzeugt, das Eventart (s.o.) sowie Verweis auf Komponente etc enthält

Java bietet direkte Implementierung des Observer-Patterns: Listener

(selbsterzeugte) Objekte können sich bei Widgets als Listener registrieren lassen. Tritt ein Event am Widget auf, werden alle registrierten Listener benachrichtigt:



Programmcode:

```
class MeinBeobachter implements ActionListener {
  public void actionPerformed(ActionEvent e) {
    System.out.println("Knopf gedrueckt");
  }
}

Button sf = new Button();
MeinBeobachter b = new MeinBeobachter();
sf.addActionListener(b);
```

bei Ereignis `actionPerformed` wird selbstdefinierte Methode actionPerformed aufgerufen (Callback), die Event übergeben bekommt

zu jeder Eventklasse gibt es entsprechendes Listener-Interface. Dieses muss vom Benutzer implementiert werden (Callback-Realisierung). Registrierung von Observern mit `add...Listener`

Korrespondenz zwischen Observern und Widgets kann $n : m$ sein; Widgets können selbst Observer sein

⇒ Interaktion diverser, schwach gekoppelter Objekte, die Aufgaben delegieren indem sie Methoden aufrufen („Nachrichten verschicken")

Nachteil dieses Konzeptes:
Eventhandler-Methode (`actionPerformed`) ist statisch festgelegt!

10.4 Callbacks in C++

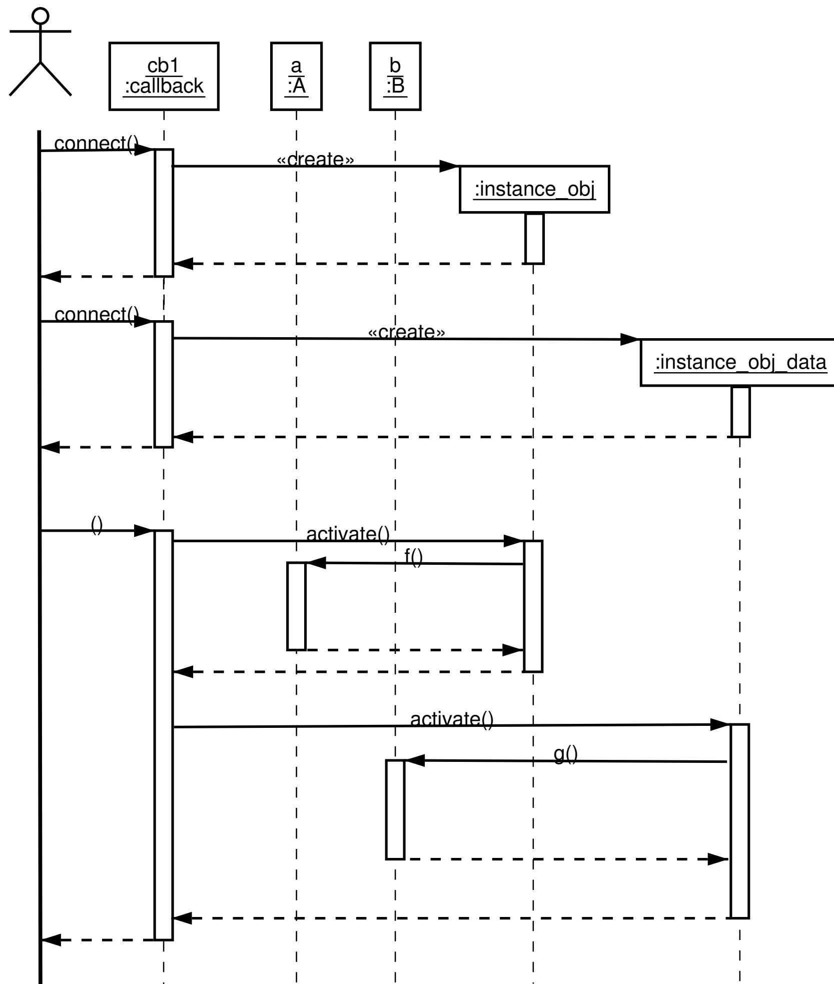
- Verwendung von Function Pointern ermöglicht dynamische Konfiguration der Callback-Funktionen
- jedes Widget hat Callback-Objekt; dieses verwaltet Liste der aufzurufenden Callback-Funktionen nebst Bezugsobjekten
- völlige Unabhängigkeit vom Klienten (i.e. Model + View) durch *Function Pointer* (schwache Kopplung); Flexibilität durch generische Klassen
- generische Klassen und Function Pointer sind in C++ typsicher!

```
template<class Param1, class Param2> class callback {
private:
  class instance { /* generic instance, private inner class */
    public:
      virtual void activate(Param1,Param2) = 0;
  };
  /* instance for method call */
  template<class O> class instance_obj : public instance {
  private:
    O *obj;
    void (O::*func)(Param1,Param2);
  public:
    instance_obj(O *xobj,void (O::*xfunc)(Param1,Param2))
      :obj(xobj),func(xfunc) {}
    void activate(Param1 p1, Param2 p2) {
      (obj->*func)(p1,p2);
    }
  }; /* instance_obj */
```

```
  // instance for method call + additional data
  template<class O, class D>
    class instance_obj_data : public instance {
  private:
    O *obj; D data;
    void (O::*func)(Param1,Param2,D);
  public:
    instance_obj_data(O *xobj,
      void (O::*xfunc)(Param1,Param2,D), D xdata)
      :obj(xobj),func(xfunc),data(xdata) {}
    void activate(Param1 p1, Param2 p2) {
      (obj->*func)(p1,p2,data);
    }
  };/* instance_obj_data */
  /* list of instances registered for this callback */
  vector<instance *> instances;
public:
  /* connect method */
  template<class O>
  void connect(O *obj, void (O::*func)(Param1,Param2)) {
    instances.push_back(new instance_obj<O>(obj,func));
  }
  /* connect method which takes additionally data */
  template<class O, class D>
  void connect(O *obj, void (O::*func)(Param1,Param2,D),
               D data) {
    instances.push_back(new instance_obj_data<O,D>
                          (obj,func,data));
  }
  /* activate callback */
  void operator ()(Param1 p1, Param2 p2) {
    for(vector<instance *>::iterator c=instances.begin();
        c!=instances.end();++c)
      (*c)->activate(p1,p2);
  }
};
```

```
class A {  /*Klient 1, "Model"*/
public:
   void f(int i, string s) {
      cout<<"A::f()"<<i<<" "<<s<<endl;
   }
};

class B { /*Klient 2, "Model"*/
public:
   void g(int i, string s, char const *a) {
      cout<<"B::g() "<<i<<" "<<s<<" "<<a<<endl;
   }
};


void widgetfragment(void) {
   A a; B b;
   callback<int,string> cb;
   cb.connect(&a,&A::f);
   cb.connect(&b,&B::g,"foo");
   cb.connect(&b,&B::g,"bar");
   cb(4,"hello");/* activate callbacks*/
}
```

Sequenzdiagramm: (UML)



Vorteile: 1. Callback-Funktionen können nicht wg Parameter-Typfehler abstürzen (Typsicherheit der Templates und Function Pointer)
2. Ohne Function Pointer müsste Reaktions-Methode des Eventhandlers fest codiert sein (wie in Java); Function Pointer erlauben flexible Controler-Konfiguration und flexible Handler-Reaktionen (totale Entkopplung!)