SAPIENZA Università di Roma
Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica e Statistica

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica ed Automatica
Corso di Laurea in Ingegneria dei Sistemi Informatici

Esercitazioni di
PROGETTAZIONE DEL SOFTWARE

A.A. 2010-2011

Model–View–Controller - MVC Design Pattern
e
Struttura delle Applicazioni

Alessandro Russo e Massimo Mecella

Introduzione

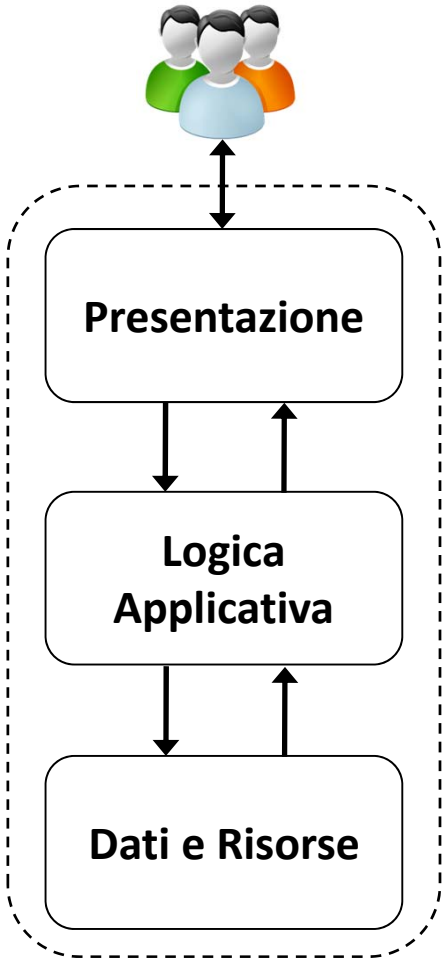
Obiettivo: definire uno schema generale di riferimento (*pattern architetturale*) per la progettazione e strutturazione di applicazioni di tipo interattivo

Pattern Architetturale

- definisce il più alto livello di *astrazione* di un sistema software
- descrive la *struttura* di un sistema software in termini di
  - *sottosistemi* e relative responsabilità
  - linee guida per gestire le *relazioni* e l'*interazione* tra sottosistemi
- la scelta del pattern architetturale è una scelta fondamentale e influenza direttamente le fasi di progettazione e realizzazione

Struttura di una Applicazione Software

La struttura di una applicazione software, e più in generale di un sistema informativo, è caratterizzata da tre livelli



- **Presentazione:** insieme dei componenti che gestiscono l'interazione con l'utente
- **Logica Applicativa:** insieme dei componenti che realizzano la logica applicativa, implementano le funzionalità richieste e gestiscono il flusso dei dati
- **Dati e Risorse:** insieme dei componenti che gestiscono i dati che rappresentano le informazioni utilizzate dall'applicazione secondo il modello concettuale del dominio

Model – View – Controller (MVC)

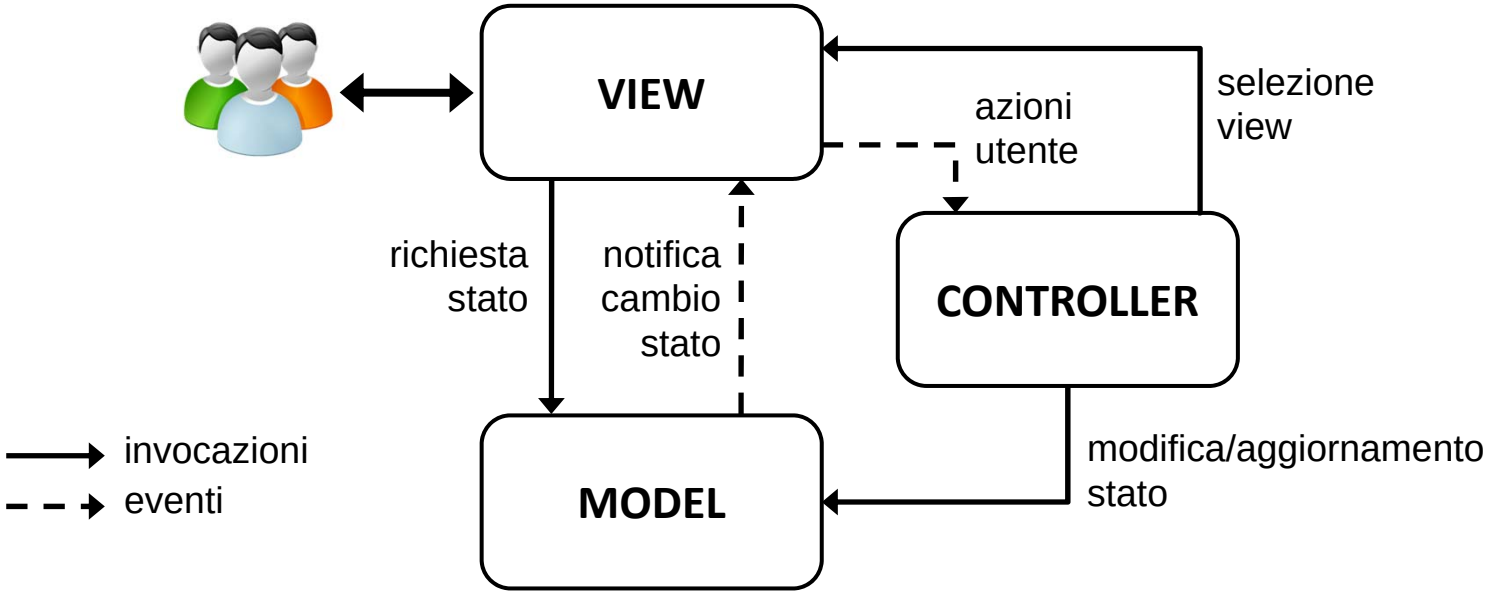
- Pattern architetturale per la progettazione e strutturazione modulare di applicazioni software *interattive*
- Originariamente introdotto da Trygve Reenskaug (sviluppatore Smalltalk presso lo Xerox Palo Alto Reserch Center) nel 1979
- Consente di separare e disaccoppiare il modello dei dati (**model**) e la logica applicativa (**controller**) dalle modalità di visualizzazione e interazione con l'utente (**view**)
  - l'applicazione deve separare i componenti software che implementano il modello delle informazioni, dai componenti che implementano la logica di presentazione e la logica di controllo che gestiscono tali informazioni

MVC: Struttura e Responsabilità (1/2)

Il pattern MVC identifica tre componenti di base

1. Model: rappresenta il modello dei dati di interesse per l'applicazione
   - incapsula lo stato dell'applicazione
   - gestisce l'accesso ai dati
   - fornisce le funzionalità per l'aggiornamento dello stato e l'accesso ai dati
   - notifica al *view* i cambiamenti di stato
2. View: fornisce una rappresentazione grafica ed interattiva del *model*
   - definisce le modalità di presentazione dei dati e dello stato dell'applicazione
   - consente l'interazione con l'utente
   - riceve notifiche dal *model* e aggiorna la visualizzazione
3. Controller: definisce la logica di controllo e le funzionalità applicative
   - gestisce gli eventi ed i comandi generati dall'utente
   - opera sul *model* (modifiche, aggiornamenti, inserimenti) in base agli eventi ed ai comandi ricevuti
   - può selezionare/aggiornare il *view* in base al risultato del processamento o alle scelte dell'utente

MVC: Struttura e Responsabilità (2/2)



- Model
  - notifica cambiamenti di stato/dei dati al view
- View
  - ha riferimento al model e può interrogarlo per ottenere lo stato corrente
  - notifica al controller gli eventi generati dall'interazione con l'utente
- Controller
  - ha riferimento al model e al view

MVC: Interazioni Fondamentali (1/2)

Nella fase di inizializzazione dell'applicazione

1. viene creato il model
2. viene creato il view fornendo un riferimento al model
3. viene creato il controller fornendo riferimenti al model e al view
4. il view si registra come *listener* (o *observer*) del model
   - per ricevere notifiche di aggiornamento dal model (*observable*)
5. il controller si registra come *listener* (o *observer*) del view
   - per ricevere dal view (*observable*) gli eventi generati dall'utente

MVC: Interazioni Fondamentali (2/2)

Quando un utente interagisce con l'applicazione

1. il view riconosce l'azione dell'utente (es. pressione di un bottone) e notifica il controller registrato come *listener*
2. il controller interagisce con il model per realizzare la funzionalità richiesta ed aggiornare/modificare lo stato o i dati
3. il model notifica al view registrato come *listener* le modifiche e gli aggiornamenti
4. il view aggiorna la visualizzazione sulla base del nuovo stato
   - il nuovo stato e le info aggiornate per modificare la visualizzazione possono essere ottenuti dal view con
     - **approccio push:** il model notifica al view sia il cambiamento di stato che le informazioni aggiornate
     - **approccio pull:** il view riceve dal model la notifica del cambiamento di stato e poi accede al model per ottenere le informazioni aggiornate

MVC: Considerazioni

- Il pattern Model-View-Controller definisce una architettura concettuale di riferimento
  - *indipendente* dal linguaggio di programmazione
  - utile per impostare la *struttura generale* dell'applicazione in fase di progettazione
  - non definisce in maniera univoca schemi realizzativi ed implementazione
    - le modalità implementative possono dipendere dal linguaggio di programmazione e dal contesto applicativo
- In applicazioni interattive complesse l'architettura software è spesso costituita da un insieme di componenti con relazioni di tipo MVC
  - i componenti model incapsulano dati e funzionalità
  - possono esserci più componenti view per uno stesso model
  - ad ogni view può essere associato un componente controller
- Numerosi *framework* per diversi linguaggi di programmazione sono riconducibili al pattern MVC
  - Java Swing
  - Apple Cocoa
  - PureMVC (per C++, Flex, JavaScript, C#, Perl, PHP, Python, Ruby...)
  - .....

MVC e Qualità del Software (1/2)

Una progettazione architetturale che

- si basa sulla separazione dei ruoli dei componenti software
- rende strutturalmente indipendenti moduli con funzionalità differenti

favorisce qualità esterne ed interne del software

Qualità esterne

- ✓ estendibilità
  - semplicità di progetto e decentralizzazione dell'architettura
  - software facilmente estendibile agendo su moduli specifici
- ✓ riusabilità
  - possibilità di estrarre e riutilizzare componenti
- ✓ interoperabilità
  - interazione tra moduli con ruoli differenti
  - possibilità di creare gerarchie tra componenti

MVC e Qualità del Software (2/2)

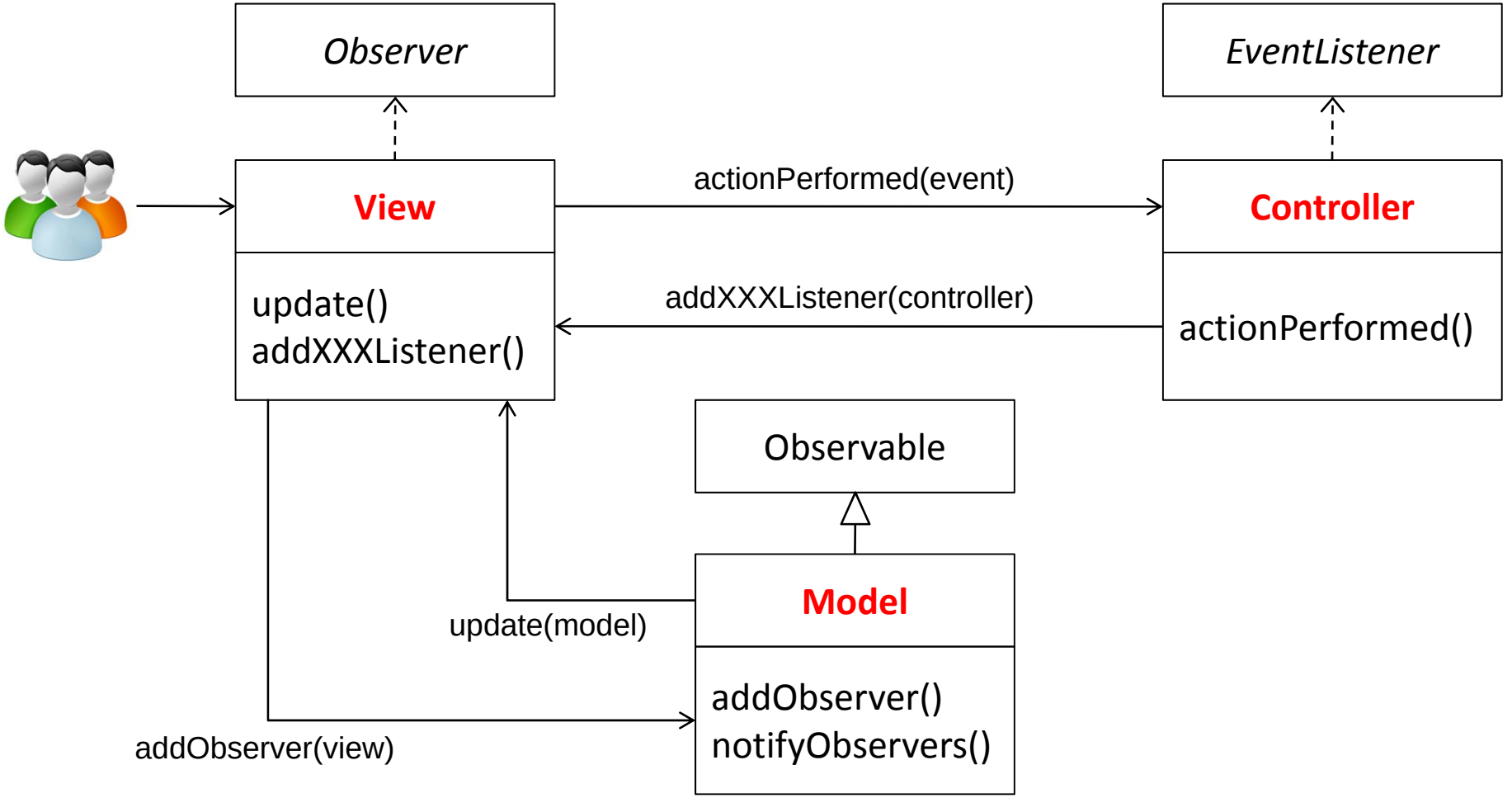
Qualità interne

- ✓ strutturazione
  - struttura del software riflette le caratteristiche del dominio applicativo (dati + controllo + interazione e visualizzazione)
- ✓ modularità
  - organizzazione del software in componenti con funzionalità definite
- ✓ comprensibilità
  - ruoli e funzioni dei componenti sono facilmente identificabili
- ✓ manutenibilità
  - possibilità di intervenire su componenti specifici con effetti nulli o limitati su altri componenti

MVC ed Eventi in Java (1/2)

- Nel paradigma MVC l'interazione tra componenti è basata su meccanismi di propagazione e gestione di eventi
  - componenti view notificano le azioni dell'utente ai componenti controller
  - componenti model notificano cambiamenti di stato ai componenti view
- In Java si ha che
  - l'interazione tra view e controller avviene in base al meccanismo di propagazione e gestione eventi Swing/AWT
    - i componenti controller sono **`EventListener`** (es. **`ActionListener`**, **`MouseListener`**...) associati ai componenti grafici view (es. **`JButton`**)
  - l'interazione tra model e view avviene secondo il pattern Observer-Observable
    - i componenti model estendono la classe **`Observable`**
    - i componenti view implementano l'interfaccia **`Observer`** e si registrano presso i componenti model (**`model.addObserver(view)`**)
    - i componenti model notificano i cambiamenti ai componenti view registrati come *observers* (**`notifyObservers()`**)
    - i componenti view ricevono le notifiche (**`update(model)`**) e aggiornano la visualizzazione

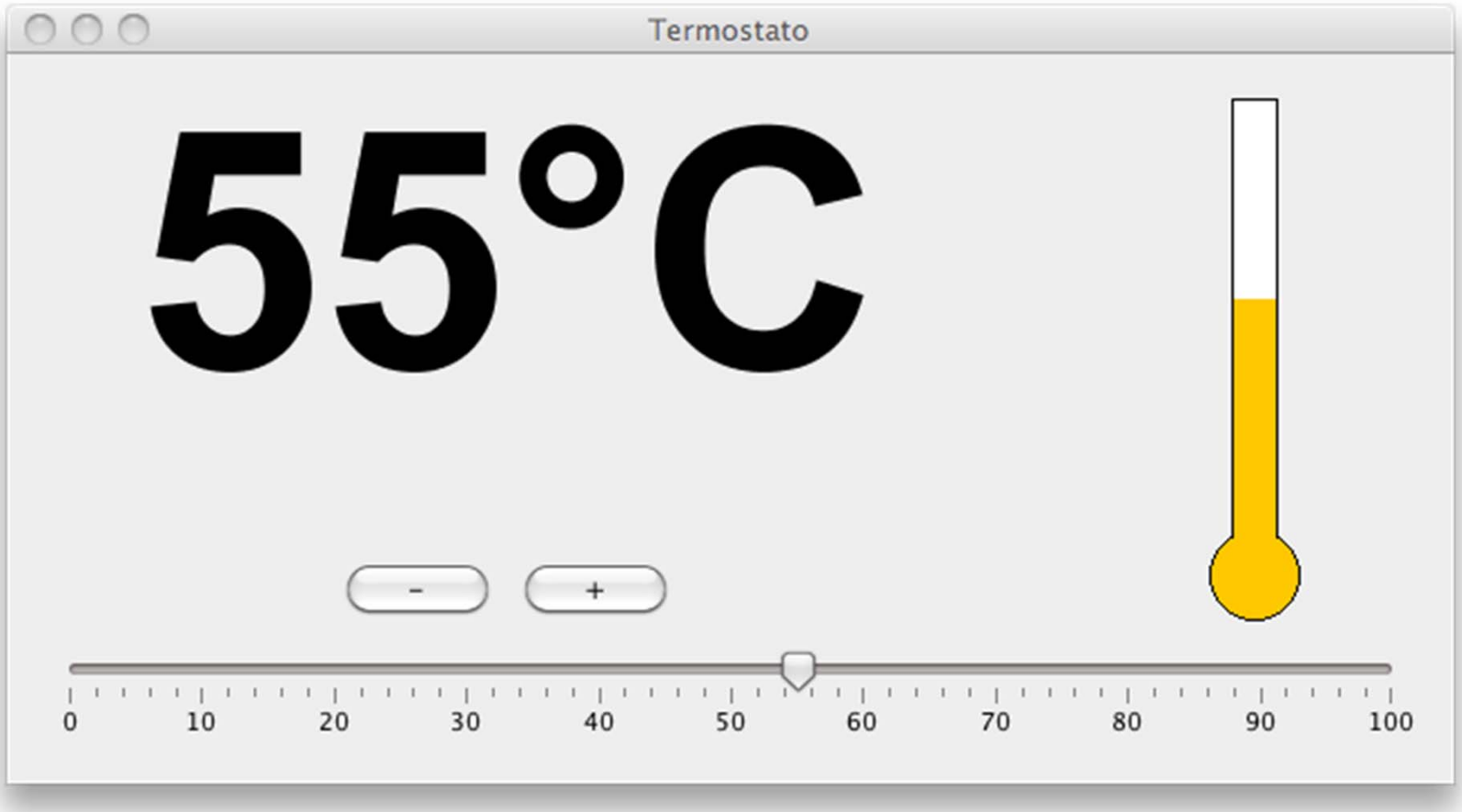
MVC ed Eventi in Java (2/2)



Esempio: Termostato (1/2)

- Si vuole realizzare un'applicazione interattiva che consente di impostare la temperatura tramite un termostato
  - model: rappresenta lo stato del termostato con il valore di temperatura impostato
  - view: consente all'utente di selezionare il valore di temperatura e visualizza con modalità differenti il valore che viene impostato
  - controller: riceve i comandi dall'utente per impostare la temperatura e aggiorna il model di conseguenza

Esempio: Termostato (2/2)



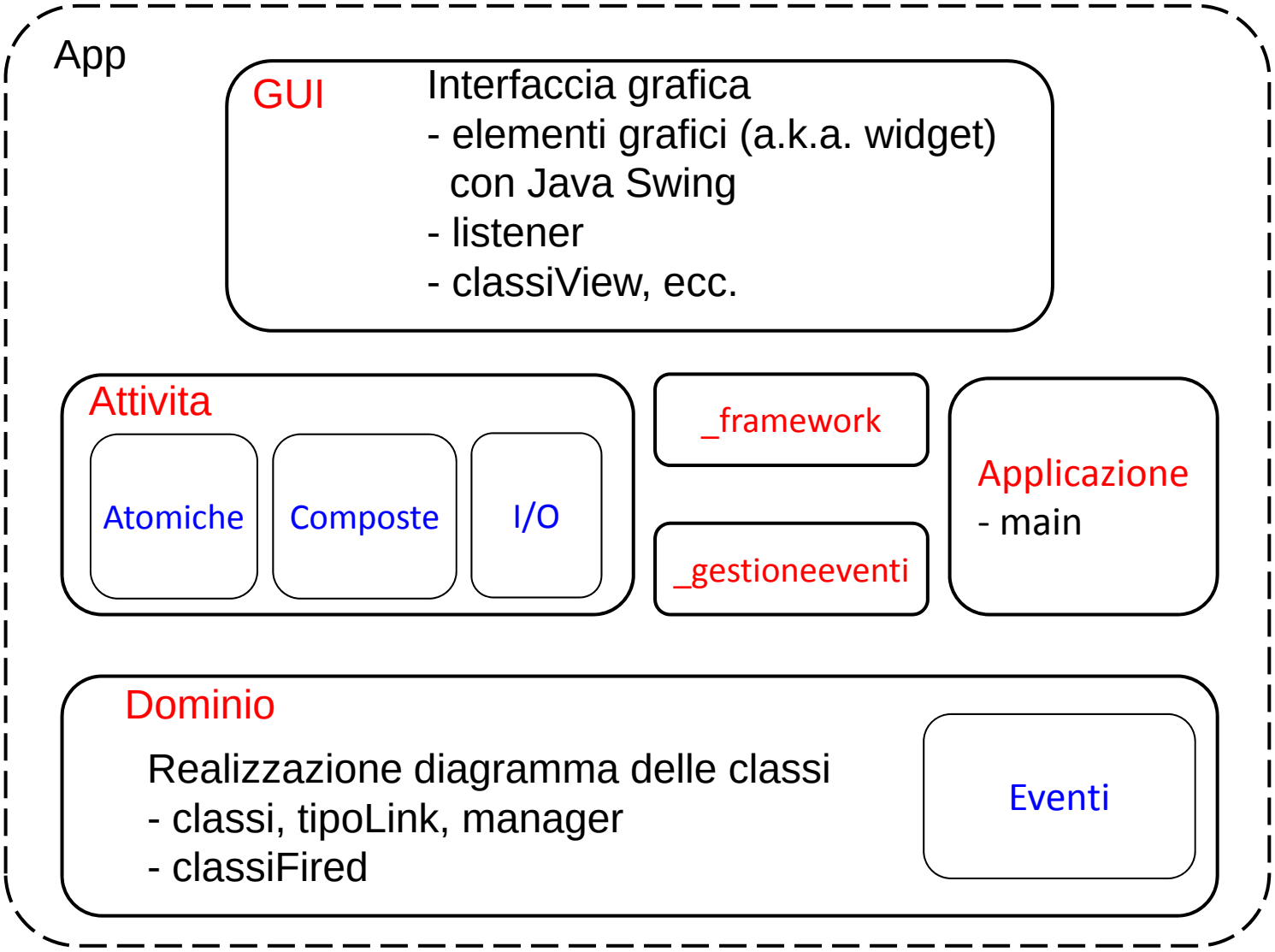
- 1 model
- 3 diverse view
- 2 controller

- Codice disponibile sul sito del corso

Applicazioni e Livelli

- Gli argomenti e la metodologie di progettazione e realizzazione presentati in questo corso possono essere ricondotti ad una struttura a tre livelli
  1. il diagramma delle classi (e corrispondente realizzazione) rappresenta il dominio applicativo di interesse
     - lo stato dell'applicazione è definito dalle istanze delle classi, dai link presenti tra di esse e dallo stato degli oggetti reattivi (secondo il diagramma stati e transizioni associato)
  2. il diagramma delle attività (e corrispondente realizzazione) descrive il comportamento dell'applicazione e definisce la logica di controllo
     - l'esecuzione delle attività opera sullo stato e produce modifiche (creazione nuove istanze e link, rimozione link, transizioni di stato, etc.)
     - l'esecuzione di attività può determinare l'interazione con l'utente (attività I/O grafiche) e la visualizzazione di schermate specifiche
  3. un'interfaccia grafica (realizzata con Java Swing) consente la visualizzazione dello stato dell'applicazione e l'interazione con l'utente
     - consente all'utente di interagire con l'applicazione per attivare e guidare la logica applicativa e di controllo
     - deve riflettere le modifiche e gli aggiornamenti che avvengono sullo stato (nuovi oggetti, eliminazioni oggetti, transizioni di stato, etc.)

La Struttura delle nostre Applicazioni



La Struttura dei Package

```
app
 |
 +-- dominio
 |    |-- NomeClasse.java
 |    |-- NomeClasseFired.java
 |    |-- TipoLinkNomeLink.java
 |    |-- ManagerNomeLink.java
 |    |-- EccezioneCardMinMax.java
 |    |-- EccezionePrecondizioni.java
 |    |-- ...
 |    \-- eventi
 |         |-- NomeEvento.java
 |         \-- ...
 +-- attivita
 |    |-- AttivitaIO.java
 |    +-- atomiche
 |    |    |-- NomeAttivita.java
 |    |    \--...
 |    +-- complesse
 |         |-- AttivitaPrincipale.java
 |         |--
NomeAttivitaComplessa.java
 |         \-- ...
 |
 |
 +-- _framework
 |    |-- Executor
 |    \-- Task
 +-- _gestioneeventi
 |    |-- Environment
 |    \-- ...
 +-- applicazione
 |    \-- Main.java
 |
 \-- gui
      |-- ClasseGraficaSwing.java
      |-- XXXListener.java
      |-- NomeClasseView.java
      |-- ErrorNotifier.java
      \-- ...
```

Note

- Nel package **`applicazione`** è presente la classe **`Main.java`**
  - definisce ed implementa il metodo **`main`**
  - si occupa di inizializzare e avviare l'applicazione
- Nel package **`gui`** è presente la classe **`ErrorNotifier.java`**
  - definisce ed implementa il metodo

    ```
    public static void notifyError(String message)
    ```

  - consente di mostrare all'utente un messaggio di errore al verificarsi di una eccezione
  - se in una porzione qualsiasi del codice si verifica una eccezione
    - l'eccezione viene catturata e gestita localmente
    - se è necessario visualizzare un messaggio di errore viene invocato il metodo **`ErrorNotifier.notifyError`** specificando il messaggio da visualizzare
  - la specifica modalità di visualizzazione del messaggio di errore può dipendere dalla applicazione (es. output su console, finestra, etc.) ed è definita nell'implementazione del metodo

MVC per Classi di Dominio e Widget (1/2)

- Durante la fase di progettazione vengono identificati i concetti e le entità che costituiscono il dominio applicativo
  - si definisce il diagramma delle classi
  - si identificano gli oggetti reattivi ai quali associare un diagramma degli stati e transizioni
- La logica applicativa e di controllo viene descritta tramite il diagramma delle attività
- In un'applicazione interattiva, un'opportuna interfaccia grafica consente all'utente di visualizzare lo stato ed i dati
- Durante l'esecuzione delle attività è spesso necessario aggiornare e modificare le informazioni visualizzate a causa di
  - creazione oggetti, link tra oggetti, etc.
  - transizioni di stato di oggetti reattivi

MVC per Classi di Dominio e Widget (2/2)

- Affinché l'interfaccia grafica rifletta i cambiamenti degli oggetti del dominio è necessario
  - identificare gli oggetti del dominio (model) cui corrisponde un elemento di visualizzazione grafica (view)
  - definire uno o più componenti grafici (*widget*) utilizzati per la rappresentazione e visualizzazione degli oggetti di dominio
  - stabilire una relazione Model-View (cioè observable-observer) tra gli oggetti del dominio e i corrispondenti componenti grafici
- Da un punto di vista realizzativo, per ogni classe **`NomeClasse`** del dominio cui è associata una visualizzazione
  - definire nel package **`gui`** una classe **`NomeClasseView`** che rappresenta il componente grafico (*widget*) associato all'oggetto di dominio **`NomeClasse`** (es. un pannello, una finestra, etc.)
  - registrare **`NomeClasseView`** come *observer* del corrispondente oggetto **`NomeClasse`** (secondo il pattern observer-observable)
  - identificare i cambiamenti di stato (es. inserimento nuovo link, aggiornamento variabile istanza, transizione stato) cui deve corrispondere un aggiornamento del componente **`NomeClasseView`** e notificare l'avvenuto cambiamento di stato (tramite **`notifyObservers()`**) affinché venga aggiornata la visualizzazione
- I dettagli realizzativi dipendono dalla logica applicativa e di controllo della specifica applicazione (si vedano esercitazioni/esercizi di esame)