

Un approccio pratico a Java Swing e MVC

Sommario

Java Swing	3
Wireframe	3
Implementazione passo passo di un wireframe	4
Creare una finestra (<u>JFrame</u>)	4
Aggiungere <u>Component</u> a una finestra (<u>JPanel</u>)	5
Colori, font e sfondo (<u>paintComponent(Graphics g)</u>)	5
Centrare un componente (<u>GridBagLayout</u>)	6
Implementazione	7
Interfacce con Swing senza variabili d'appoggio	8
Modificare font e colori globalmente (<u>UIManager</u>)	9
Chiavi di <u>UIManager</u>	9
Layout Manager	10
<u>BorderLayout</u>	10
Barra delle statistiche e menu di gioco	11
Implementazione	12
Implementazione pt.2	14
Funzionamento del <u>BorderLayout</u>	15
<u>CardLayout</u>	16
Menu, impostazioni e partita (<i>cambiare schermata</i>)	16
L'implementazione più rozza	17
Usando gli enum	17
Singleton + Observer	18
<u>GridLayout</u>	19
Implementazione	19
<u>GridBagLayout</u>	21
Il layout più flessibile	21
Implementazione	22
In conclusione (sui Layout)	24
Pulsanti	25
Immagini	25
Animazioni	25
Graphics	25
Timer	25
MVC	26
Minesweeper (<i>prato fiorito</i>)	27
UML e modello	27
In breve	27
Vincoli del modello	28
Operazioni sul modello	29
Wireframe	29
Codice	30
Model	30
Encapsulation con <u>public final</u>	31
Tipizzazione con <u>enum</u>	31
Il potere di <u>Optional<T></u>	31
switch con steroidi (<i>switch expression</i>)	31
Observer Pattern	31
Gestire il timer	32
Alcuni esempi di <u>Stream</u>	32

Il metodo <code>update(Observable o, Object arg)</code>	33
Controller	34
View	34
git	35
Lavorare in gruppo	35
Merge conflict	35
GitHub Actions	35
Generare la documentazione in automatico	35
Generare l'eseguibile in automatico	35
Tip	36
Formattazione automatica del codice	36
Shortcut per i commenti	36

Java Swing

L'obiettivo di questa sezione è fornire, tramite esempi pratici, gli **strumenti fondamentali** per lo **sviluppo agevole** di interfacce grafiche con **Java Swing**.

Wireframe

Per sviluppare l'interfaccia grafica di un sito web, un'applicazione, un gioco etc... è utile disegnare un **wireframe**.

Un **wireframe** è un diagramma fatto di **rettangoli, testo, icone e frecce** (come in Figura 1) che permette di progettare **rapidamente** un'interfaccia **intuitiva e funzionale**, riducendo il tempo passato a scrivere codice.

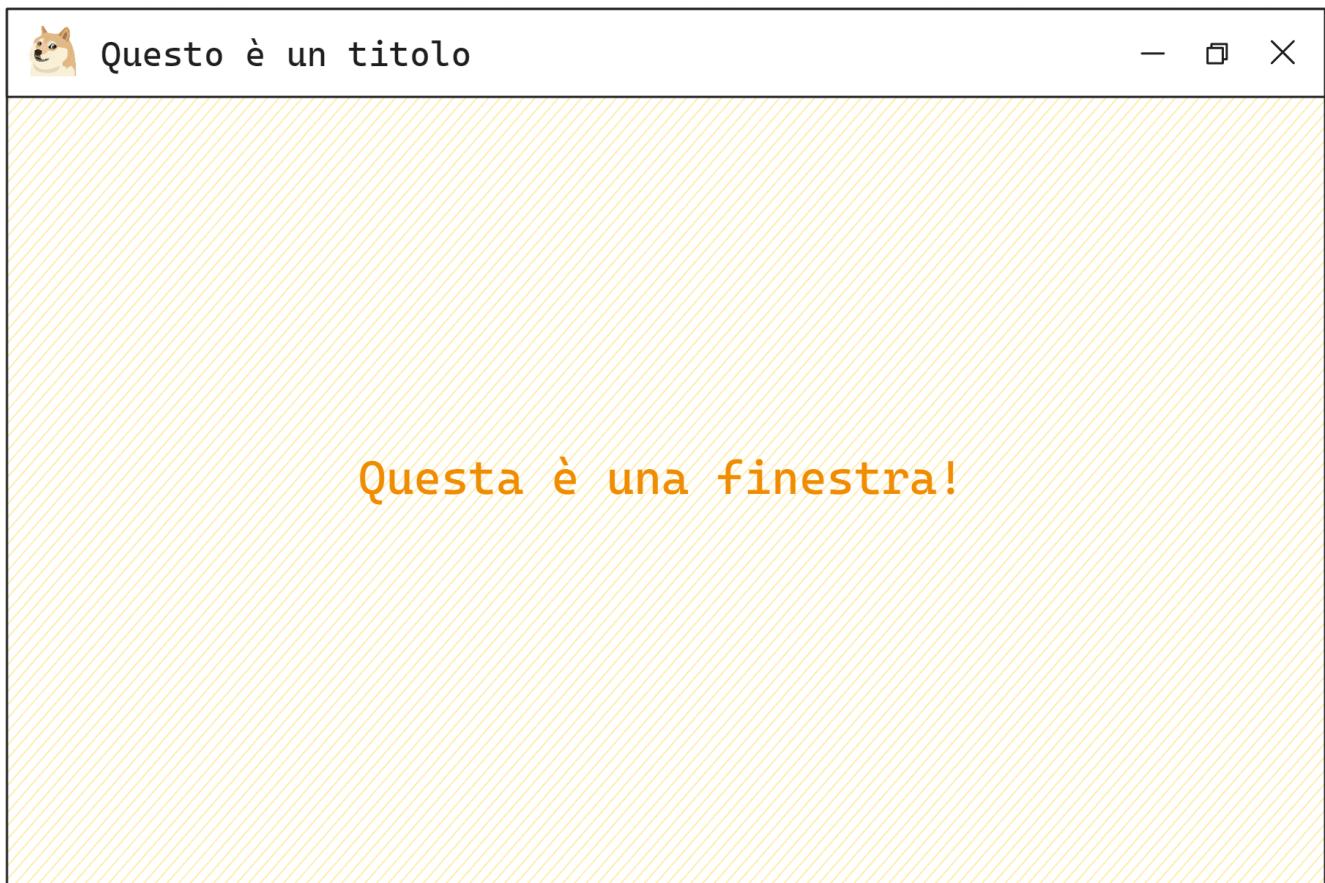


Figura 1: esempio di wireframe disegnato con [excalidraw](#)

Proviamo ad implementare il **wireframe** in Figura 1

Implementazione passo passo di un wireframe

Il codice completo è **in fondo alla spiegazione**

Creare una finestra (JFrame)

```
JFrame frame = new JFrame("Questo \u00e8 un titolo");
frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);

try {
    frame.setIconImage(ImageIO.read(new File("icon.png")));
} catch (IOException e) { }

frame.setSize(600, 400);
frame.setLocationRelativeTo(null);
frame.setVisible(true);
```

Java Swing ha alcuni **default particolari**:

- `new JFrame(...)` istanzia una finestra **invisibile**, per questo si usa `setVisible(true)`
- la finestra, alla chiusura, viene **solo nascosta**, per questo si usa `setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE)` per fare in modo che l'intera applicazione venga terminata
- `setLocationRelativeTo(null)` posiziona la finestra al centro dello schermo

Oltre a `setSize(int width, int height)`, una finestra si può dimensionare anche con il metodo `pack()` che imposta le **dimensioni minime** per disegnare il contenuto della finestra.

i Nota

`pack()` imposta le **dimensioni a 0** se la finestra non ha contenuto, per cui ricordatevi di invocare `pack()` **dopo** aver aggiunto componenti al `JFrame`.

i Nota

Ricordatevi di **cambiare l'icona** di default :)

Aggiungere Component a una finestra (JPanel)

```
JPanel panel = new JPanel();
JLabel label = new JLabel("Questa \u00e8 una finestra!");

panel.add(label);
frame.add(panel);
```

Sia JFrame sia JPanel sono java.awt.Container, quindi dispongono del metodo add(Component comp). Java Swing mette a disposizione vari Component

- JLabel per testo e immagini
- JButton per pulsanti
- JPanel per interfacce più complesse
- JTable, JSlider etc...

i Nota

java.awt.Container è un esempio di Composite Pattern

Colori, font e sfondo (paintComponent(Graphics g))

Ora l'obiettivo è quello di colorare lo sfondo e il testo come in Figura 1

```
JPanel panel = new JPanel() {
    @Override
    protected void paintComponent(Graphics g) {
        super.paintComponent(g);

        int density = 5;
        g.setColor(Color.decode("#ffec99"));
        for (int x = 0; x <= getWidth() + getHeight(); x += density)
            g.drawLine(x, 0, 0, x);
    }
};
panel.setBackground(Color.WHITE);

JLabel label = new JLabel("Questa \u00e8 una finestra!");
label.setForeground(Color.decode("#f08c00"));
label.setFont(new Font("Cascadia Code", Font.PLAIN, 22));

panel.add(label);
frame.add(panel);
```

Il JFrame invoca il metodo paint(Graphics g) del JPanel. A sua volta paint(Graphics g) invoca in ordine:

- paintComponent(Graphics g)
- paintBorder(Graphics g)
- paintChildren(Graphics g)

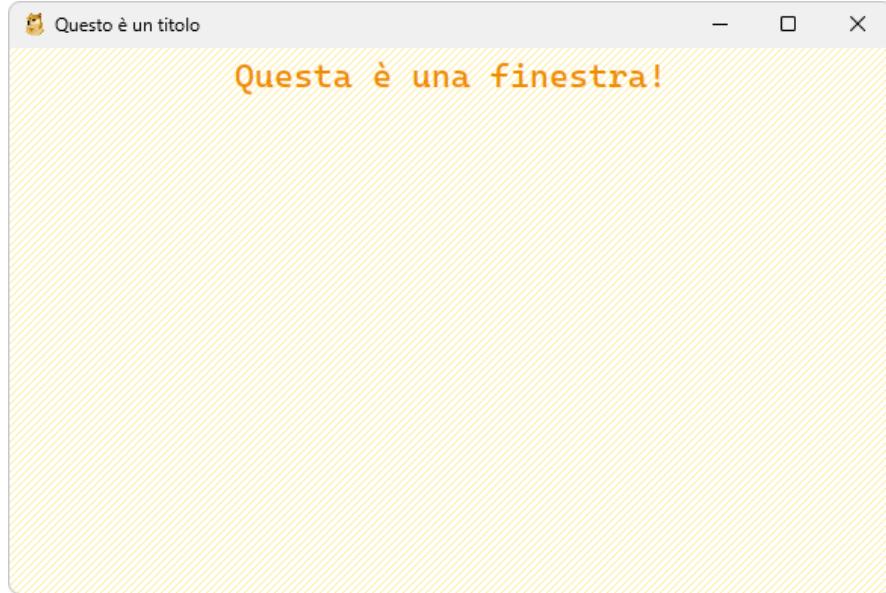
Creando una **classe anonima** possiamo sovrascrivere il comportamento di uno di questi metodi. Nel nostro esempio, sovrascriviamo paintComponent(Graphics g) per disegnare lo sfondo con le linee oblique in Figura 1.

Questo approccio è molto flessibile, perché con Graphics g possiamo disegnare immagini, testo e figure programmaticamente (quindi eventualmente **animazioni**).

i Nota

Il font "Cascadia Code" non è installato di default, provate anche con altri font

Risultato



Centrare un componente (GridLayout)

```
JPanel panel = new JPanel(new GridLayout());
```

Il costruttore `JPanel(LayoutManager layout)` permette di specificare una **strategia** per **posizionare** e **dimensionare** il contenuto di un `JPanel` in **automatico**:

- non bisogna calcolare a mano x, y, width e height dei componenti, lo fa il `LayoutManager`
- funziona anche quando la finestra viene ridimensionata

i Nota

`LayoutManager` è un esempio di Strategy Pattern

Per **centrare un elemento** in un panel si usa un `GridLayout`



Implementazione

```
import javax.imageio.ImageIO;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JLabel;
import javax.swing.JPanel;

import java.awt.Color;
import java.awt.Font;
import java.awt.Graphics;
import java.awt.GridBagLayout;
import java.io.File;
import java.io.IOException;

public class App {
    public static void main(String[] args) {
        JFrame frame = new JFrame("Questo \u00e8 un titolo");
        frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);

        try {
            frame.setIconImage(ImageIO.read(new File("icon.png")));
        } catch (IOException e) {
        }

        JPanel panel = new JPanel(new GridBagLayout()) {
            @Override
            protected void paintComponent(Graphics g) {
                super.paintComponent(g);

                int density = 5;
                g.setColor(Color.decode("#ffec99"));
                for (int x = 0; x <= getWidth() + getHeight(); x += density)
                    g.drawLine(x, 0, 0, x);
            }
        };
        panel.setBackground(Color.WHITE);

        JLabel label = new JLabel("Questa \u00e8 una finestra!");
        label.setForeground(Color.decode("#f08c00"));
        label.setFont(new Font("Cascadia Code", Font.PLAIN, 22));

        panel.add(label);
        frame.add(panel);

        frame.setSize(600, 400);
        frame.setLocationRelativeTo(null);
        frame.setVisible(true);
    }
}
```

Interfacce con Swing senza variabili d'appoggio

Java mette a disposizione uno strumento che si chiama **instance initialization block**, un blocco di codice che viene eseguito dopo aver invocato il costruttore. È specialmente comodo quando si istanziano **classi anonime**.

```
class Persona {
    String nome;
}

class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Persona rossi = new Persona() {
            {
                nome = "Rossi";
            }
        };
        System.out.println(rossi.nome); // Rossi
    }
}
```

Possiamo sfruttare questa strategia per riscrivere il codice di prima senza variabili.

```
public class App extends JFrame {
    App() {
        super("Questo \u00e8 un titolo");
        setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);

        try { setIconImage(ImageIO.read(new File("icon.png"))); } catch (IOException e) { }

        add(new JPanel(new GridBagLayout()) {
        {
            setBackground(Color.WHITE);
            add(new JLabel("Questa \u00e8 una finestra!")) {
                {
                    setForeground(Color.decode("#f08c00"));
                   setFont(new Font("Cascadia Code", Font.PLAIN, 22));
                }
            });
        }

        @Override
        protected void paintComponent(Graphics g) {
            super.paintComponent(g);

            int density = 5;
            g.setColor(Color.decode("#ffec99"));
            for (int x = 0; x <= getWidth() + getHeight(); x += density)
                g.drawLine(x, 0, 0, x);
        }
    });

    setSize(600, 400);
    setLocationRelativeTo(null);
    setVisible(true);
}

public static void main(String[] args) {
    new App();
}
```

Modificare font e colori globalmente (UIManager)

L'aspetto dei componenti e il loro comportamento in **Java Swing** viene gestito con `javax.swing.LookAndFeel`. È possibile modificare **globalmente** l'aspetto del `LookAndFeel` tramite `javax.swing.UIManager` (sostanzialmente un'HashMap).

Ad esempio, per impostare il `Font` di default di tutti i `JLabel` a "Cascadia Code"

```
UIManager.put("Label.font", new Font("Cascadia Code", Font.PLAIN, 14));
```

i Nota

`UIManager` è un esempio di Singleton Pattern

```
import java.awt.Color;
import java.awt.Font;

import javax.swing.UIManager;

public class App {
    static {
        UIManager.put("Label.font", new Font("Cascadia Code", Font.PLAIN, 14));
        UIManager.put("Label.foreground", Color.DARK_GRAY);
        UIManager.put("Label.background", Color.WHITE);

        UIManager.put("Button.font", new Font("Cascadia Code", Font.PLAIN, 14));
        UIManager.put("Button.foreground", new Color(224, 49, 49));
        UIManager.put("Button.background", new Color(255, 201, 201));

        UIManager.put("Button.highlight", Color.WHITE);
        UIManager.put("Button.select", Color.WHITE);
        UIManager.put("Button.focus", Color.WHITE);

        UIManager.put("Panel.background", new Color(233, 236, 239));
    }
}
```

Chiavi di UIManager

i Nota

Un elenco delle possibili chiavi

Per stampare l'elenco di chiavi disponibili:

```
javax.swing.UIManager.getDefaults().keys().asIterator().forEachRemaining(System.out::println);
```

Layout Manager

Il costruttore `JPanel(LayoutManager layout)` permette di specificare una **strategia** per **posizionare e dimensionare** il contenuto di un `JPanel` in **automatico**:

- non bisogna calcolare a mano x, y, width e height dei componenti, lo fa il `LayoutManager`
- funziona anche quando la **finestra viene ridimensionata**

i Nota

`LayoutManager` è un esempio di Strategy Pattern

BorderLayout

Supponiamo di voler implementare questo wireframe



Figura 2: caso d'uso di un `BorderLayout`

Abbiamo un rettangolo con le statistiche in alto, e il restante spazio è occupato da un rettangolo centrale con un pulsante.

Barra delle statistiche e menu di gioco

```
public class App extends JFrame {
    static { UIManager.put("Panel.background", Color.WHITE); }

    App() {
        super("JGioco");
        setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        try { setIconImage(ImageIO.read(new File("icon.png"))); } catch (IOException e) { }

        add(new JPanel(new BorderLayout(10, 10)) { // Sfondo
        {
            setBorder(BorderFactory.createEmptyBorder(20, 20, 20, 20)); // Spazio dal bordo della finestra

            add(new JPanel() { // Barra in altro
            {
                setBackground(new Color(255, 255, 255, 0)); // Trasparente
                setBorder(BorderFactory.createCompoundBorder(
                    BorderFactory.createLineBorder(Color.decode("#2f9e44")),
                    BorderFactory.createEmptyBorder(10, 10, 10, 10)));
            }
            }, BorderLayout.NORTH); // Posizionata a NORD

            add(new JPanel() { // Blocco centrale
            {
                setBackground(new Color(255, 255, 255, 0)); // Trasparente
                setBorder(BorderFactory.createCompoundBorder(
                    BorderFactory.createLineBorder(Color.decode("#2f9e44")),
                    BorderFactory.createEmptyBorder(10, 10, 10, 10)));
            }
            }, BorderLayout.CENTER); // Posizionato al CENTRO
        }

        @Override
        protected void paintComponent(Graphics g) { // Sfondo linee oblique verdi
            super.paintComponent(g);
            int density = 5;
            g.setColor(Color.decode("#b2f2bb"));
            for (int x = 0; x <= getWidth() + getHeight(); x += density)
                g.drawLine(x, 0, 0, x);
        }
    });

    setSize(600, 400);
    setLocationRelativeTo(null);
    setVisible(true);
}

public static void main(String[] args) { new App(); }
```

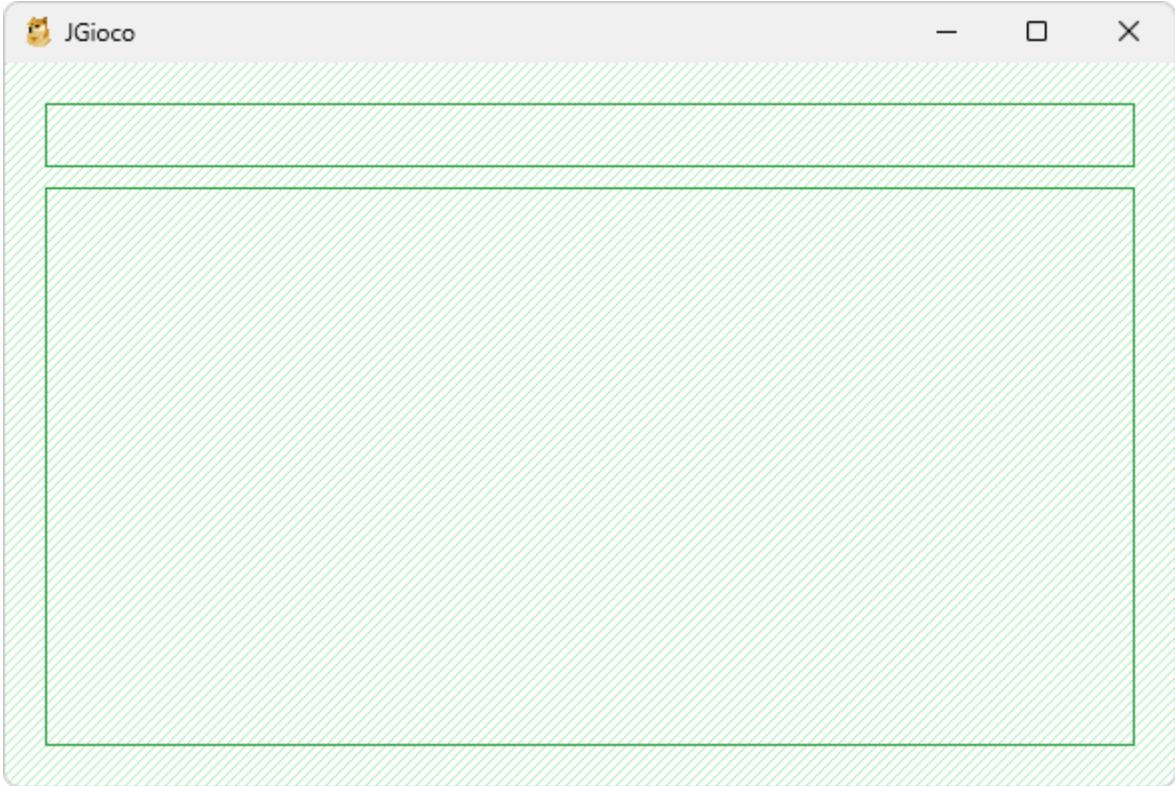
- `BorderLayout(int vgap, int hgap)` imposta uno “spazio” verticale e orizzontale fra due componenti.
- con `setBorder(BorderFactory.createEmptyBorder(20, 20, 20, 20))` impostiamo un bordo trasparente (per lasciare uno spazio dal bordo della finestra)

Quando aggiungo un elemento ad un container, posso specificare come deve essere trattato tramite il metodo `add(Component comp, Object constraints)`: in base al layout del container, `Object constraints` avrà un significato diverso.

i Nota

`BorderFactory` è un esempio di Factory Pattern

Risultato



Implementazione

i Nota

di default, lo sfondo di un `JLabel` è trasparente, per renderlo visibile bisogna usare `setOpaque(true)`

```
public class App extends JFrame {  
  
    static {  
        UIManager.put("Label.font", new Font("Cascadia Code", Font.PLAIN, 17));  
        UIManager.put("Label.foreground", Color.decode("#2f9e44"));  
        UIManager.put("Label.background", Color.WHITE);  
  
        UIManager.put("Button.font", new Font("Cascadia Code", Font.PLAIN, 17));  
        UIManager.put("Button.foreground", Color.decode("#2f9e44"));  
        UIManager.put("Button.background", Color.WHITE);  
        UIManager.put("Button.border", BorderFactory.createCompoundBorder(  
            BorderFactory.createLineBorder(Color.decode("#2f9e44")),  
            BorderFactory.createEmptyBorder(5, 10, 5, 10)));  
        UIManager.put("Button.highlight", Color.decode("#b2f2bb"));  
        UIManager.put("Button.select", Color.decode("#b2f2bb"));  
        UIManager.put("Button.focus", Color.WHITE);  
  
        UIManager.put("Panel.background", Color.WHITE);  
    }  
}
```

```

App() {
    add(new JPanel(new BorderLayout(10, 10)) {
        {
            // ...
        }

        add(new JPanel() {
            {
                // ...

                String[] labels = { "Pincopallino", "partite: 10", "vittorie: 2" };
                for (String label : labels)
                    add(new JLabel(label) {
                        {
                            setOpaque(true);
                            setBorder(BorderFactory.createCompoundBorder(
                                BorderFactory.createLineBorder(Color.decode("#2f9e44")),
                                BorderFactory.createEmptyBorder(5, 10, 5, 10)));
                        }
                    });
            }
        }, BorderLayout.NORTH);

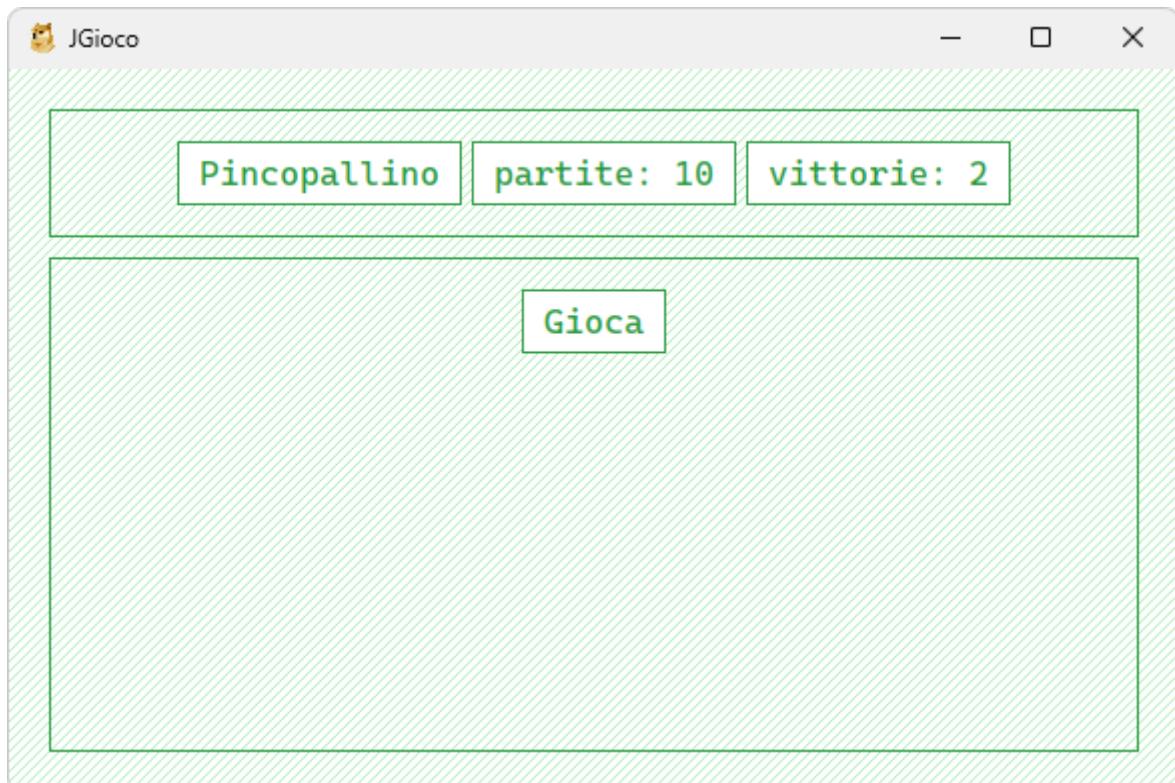
        add(new JPanel() { { ...; add(new JButton("Gioca")); } }, BorderLayout.CENTER);
    }

    @Override
    protected void paintComponent(Graphics g) { ... }
});

// ...
}

public static void main(String[] args) { new App(); }
}

```



Implementazione pt.2

```
public class App extends JFrame {
    static { /* Usate il blocco alla pagina 12 */ }

    Border simpleBorder(int horizontal, int vertical) {
        return BorderFactory.createCompoundBorder(
            BorderFactory.createLineBorder(Color.decode("#2f9e44")),
            BorderFactory.createEmptyBorder(horizontal, vertical, horizontal, vertical));
    }

    App() {
        super("JGioco");
        setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        setSize(600, 400);
        try { setIconImage(ImageIO.read(new File("icon.png"))); } catch (IOException e) { }

        add(new JPanel(new BorderLayout(10, 10)) {
        {
            setBorder(BorderFactory.createEmptyBorder(20, 20, 20, 20));
            add(new JPanel() {
            {
                setBackground(new Color(255, 255, 255, 0)); // Il quarto valore indica l'opacità

                setBorder(simpleBorder(10, 10));
                Stream.of(new String[] { "Pincopallino", "partite: 10", "vittorie: 2" })
                    .map(label -> new JLabel(label) {
                    {
                        setOpaque(true);
                        setBorder(simpleBorder(5, 10));
                    }
                }).forEach(this::add);
            }
        }, BorderLayout.NORTH);

        add(new JPanel() {
        {
            setBackground(new Color(255, 255, 255, 0)); // Il quarto valore indica l'opacità
            setBorder(simpleBorder(10, 10));
            add(new JButton("Gioca"));
        }
        }, BorderLayout.CENTER);
    }

    @Override
    protected void paintComponent(Graphics g) {
        super.paintComponent(g);
        int density = 5;
        g.setColor(Color.decode("#b2f2bb"));
        for (int x = 0; x <= getWidth() + getHeight(); x += density)
            g.drawLine(x, 0, 0, x);
    }
});

    setLocationRelativeTo(null);
    setVisible(true);
}

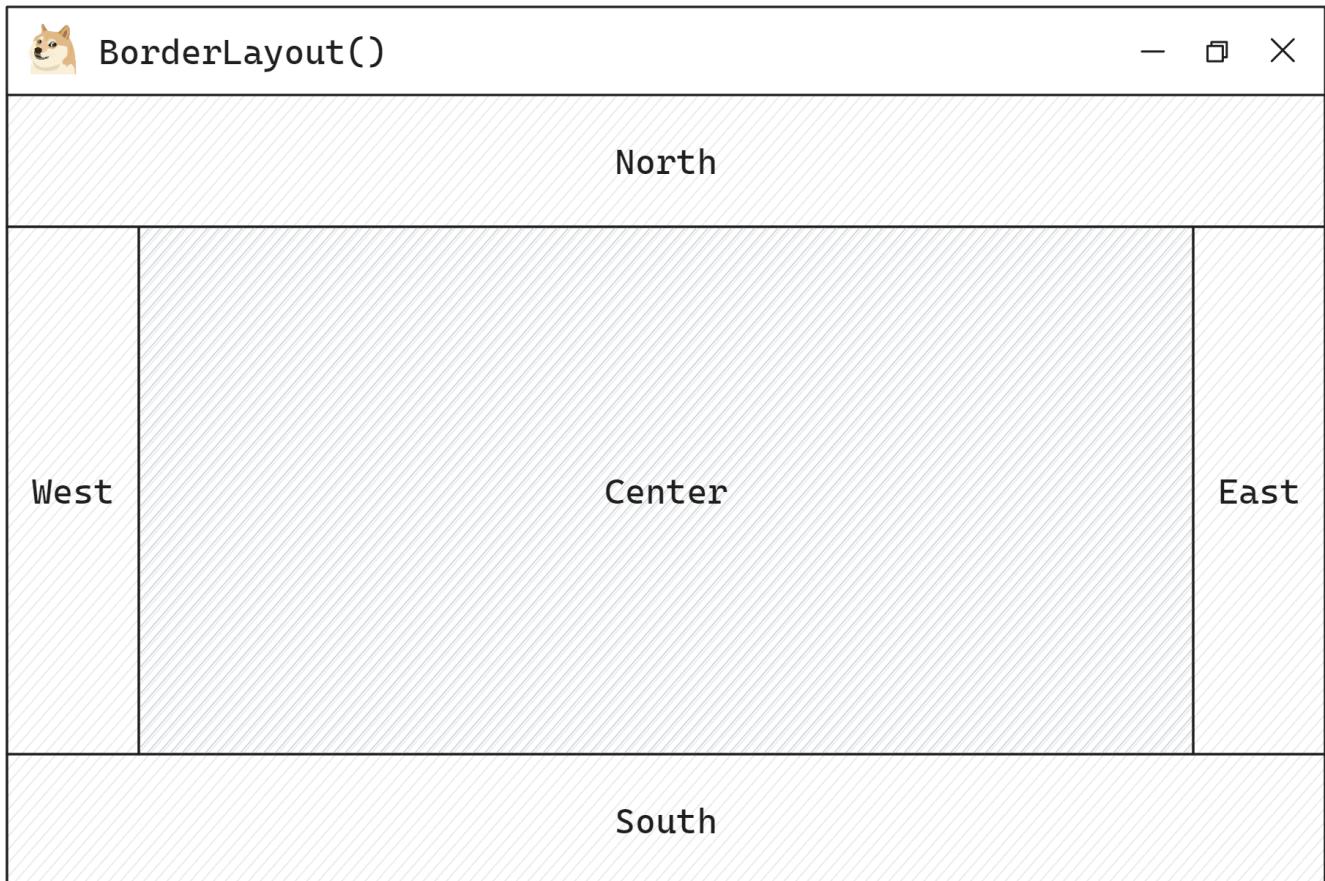
public static void main(String[] args) { new App(); }
}
```

Funzionamento del BorderLayout

Il `BorderLayout` permette di specificare come posizionare gli elementi:

- l'elemento `CENTER` occuperà tutto lo spazio possibile
- gli elementi `NORTH` e `SOUTH` avranno larghezza massima (indipendentemente dalla larghezza impostata) e avranno altezza minima, o, se impostata, l'altezza impostata
- gli elementi `WEST` e `EAST` avranno altezza massima (indipendentemente dall'altezza impostata) e avranno larghezza minima, o, se impostata, la larghezza impostata

Il costruttore `BorderLayout(int vgap, int hgap)` imposta uno “spazio” verticale e orizzontale fra due componenti.



```
class DecoratedPanel { ... }

public class App extends JFrame {
    App() {
        //...

        add(new JPanel(new BorderLayout())) {
            {
                add(new DecoratedPanel("Nord"), BorderLayout.NORTH);
                add(new DecoratedPanel("Sud"), BorderLayout.SOUTH);
                add(new DecoratedPanel("West") {
                    { setPreferredSize(new Dimension(120, 0)); } // Larghezza custom
                }, BorderLayout.WEST);
                add(new DecoratedPanel("East"), BorderLayout.EAST);
                add(new DecoratedPanel("Center"), BorderLayout.CENTER);
            }
        });
    }

    public static void main(String[] args) { new App(); }
}
```

CardLayout

Menu, impostazioni e partita (*cambiare schermata*)

Il `CardLayout` è molto utile quando abbiamo più schermate (menu principale, impostazioni, partita etc...)

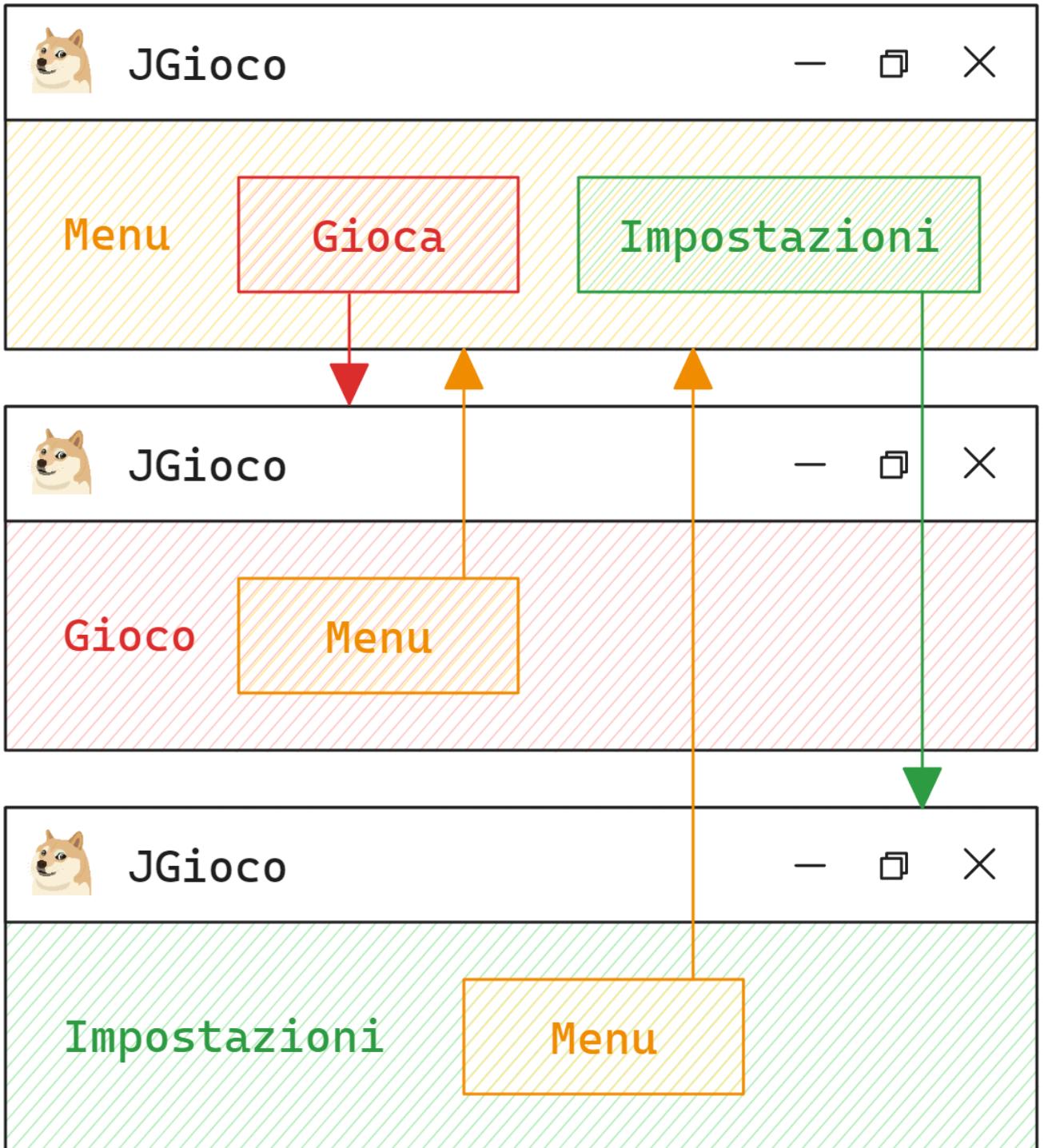


Figura 3: caso d'uso di un `CardLayout` e frecce nel `wireframe` per le transizioni

L'implementazione più rozza

```
public class App extends JFrame {
    App() {
        super("JGioco");
        // ...
        JPanel panel;
        add(panel = new JPanel(new CardLayout()));
        {
            add(new MenuPanel(), "Menu");
            add(new SettingsPanel(), "Settings");
            add(new GamePanel(), "Game");
        }
    });
    ((CardLayout) panel.getLayout()).show(panel, "Menu");
    // ...
}
public static void main(String[] args) { new App(); }
```

Ad ogni schermata bisogna associare un **nome** quando viene aggiunta al `JPanel` con il `CardLayout`. Per visualizzare la schermata che vogliamo basta usare il metodo

- `show(Container parent, String name)` del `CardLayout`

```
((CardLayout) panel.getLayout()).show(panel, "Menu");
```

Questo approccio ha 2 problemi:

- è facile sbagliare il nome della schermata, essendo una stringa
- non c'è un elenco esplicito delle schermate disponibili

Usando gli enum

Per ovviare a questi problemi, si può usare un `enum`

```
enum Screen { Menu, Settings, Game }

public class App extends JFrame {
    App() {
        super("JGioco"); // ...
        JPanel panel;
        add(panel = new JPanel(new CardLayout()));
        {
            add(new MenuPanel(), Screen.Menu.name());
            add(new SettingsPanel(), Screen.Settings.name());
            add(new GamePanel(), Screen.Game.name());
        }
    });
    ((CardLayout) panel.getLayout()).show(panel, Screen.Game.name());
}

public static void main(String[] args) { new App(); }
```

Il problema è che per poter **cambiare schermata**, bisogna passare ai vari componenti l'istanza di `App` di cui vogliamo cambiare la schermata, creando un groviglio di **spaghetti code**. Ma c'è una soluzione per ovviare anche a questo problema.

Singleton + Observer

```
enum Screen { Menu, Settings, Game }

@SuppressWarnings("deprecation")
class Navigator extends Observable {
    private static Navigator instance;

    private Navigator() { }

    public static Navigator getInstance() {
        if (instance == null)
            instance = new Navigator();
        return instance;
    }

    public void navigate(Screen screen) {
        setChanged();
        notifyObservers(screen);
    }
}

@SuppressWarnings("deprecation")
public class App extends JFrame implements Observer {
    JPanel panel;

    App() {
        // ...

        Navigator.getInstance().addObserver(this);

        add(panel = new JPanel(new CardLayout())) {
            {
                add(new MenuPanel(), Screen.Menu.name());
                add(new SettingsPanel(), Screen.Settings.name());
                add(new GamePanel(), Screen.Game.name());
            }
        });
    }

    // ...
}

@Override
public void update(Observable o, Object arg) {
    if (o instanceof Navigator && arg instanceof Screen)
        ((CardLayout) panel.getLayout()).show(panel, ((Screen) arg).name());
}

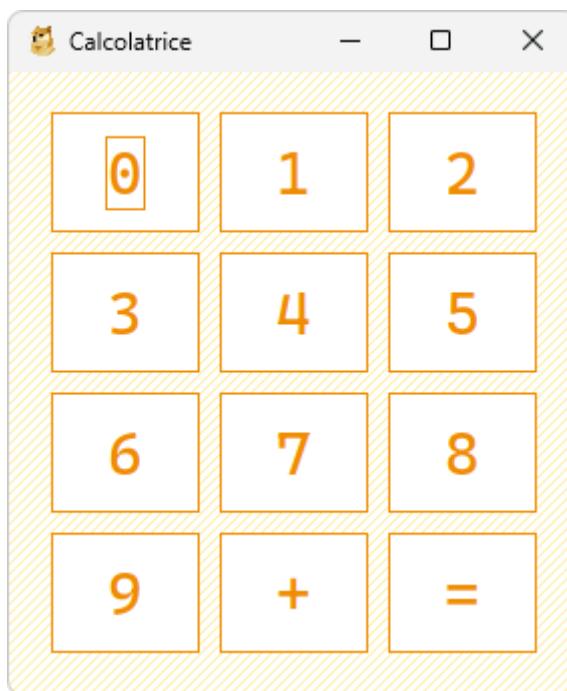
public static void main(String[] args) {
    new App();
    Navigator.getInstance().navigate(Screen.Settings);
}
}
```

- **Navigator** è la classe che permette di cambiare schermata
 - usa il pattern **Singleton** perché deve avere una sola istanza globale
 - usa il pattern **Observer** per notificare i componenti quando cambia schermata
 - per cambiare schermata, da *qualsiasi parte del codice*, basta usare `Navigator.getInstance().navigate(Screen.Schermata);`
- **App**
 - è un **Observer** perché deve essere notificato quando cambia la schermata
 - usa `Navigator.getInstance().addObserver(this);` per osservare l'unica istanza di **Navigator**
 - nel metodo `update(Observable o, Object arg)` cambia la schermata usando `CardLayout::show`

GridLayout

Non è un layout particolarmente complesso: permette di specificare il numero di righe, il numero di colonne, e lo spazio fra le righe e le colonne.

```
frame.add(new JPanel(new GridLayout(4, 3, 10, 10)) {  
    setBorder(BorderFactory.createEmptyBorder(20, 20, 20, 20));  
  
    for (int digit = 0; digit <= 9; digit++)  
        add(new JButton(String.valueOf(digit)));  
    add(new JButton("+"));  
    add(new JButton("="));  
}  
});
```



Implementazione

```
public class App extends JFrame {  
  
    static {  
        Color YELLOW = Color.decode("#f08c00");  
  
        UIManager.put("Button.font", new Font("Cascadia Code", Font.PLAIN, 30));  
  
        UIManager.put("Button.foreground", YELLOW);  
        UIManager.put("Button.background", Color.WHITE);  
  
        UIManager.put("Button.border", BorderFactory.createCompoundBorder(  
            BorderFactory.createLineBorder(YELLOW),  
            BorderFactory.createEmptyBorder(10, 15, 10, 15)));  
  
        UIManager.put("Button.highlight", Color.decode("#ffec99"));  
        UIManager.put("Button.select", Color.decode("#ffec99"));  
        UIManager.put("Button.focus", YELLOW);  
  
        UIManager.put("Panel.background", Color.WHITE);  
    }
```

```
App() {
    super("Calcolatrice");
    setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);

    try {
        setIconImage(ImageIO.read(new File("icon.png")));
    } catch (IOException e) {
    }

    add(new JPanel(new GridLayout(4, 3, 10, 10)) {
    {
        setBorder(BorderFactory.createEmptyBorder(20, 20, 20, 20));
        for (int digit = 0; digit <= 9; digit++)
            add(new JButton(String.valueOf(digit)));
        add(new JButton("+"));
        add(new JButton "=");
    }

    @Override
    protected void paintComponent(Graphics g) {
        super.paintComponent(g);

        int density = 5;
        g.setColor(Color.decode("#ffec99"));
        for (int x = 0; x <= getWidth() + getHeight(); x += density)
            g.drawLine(x, 0, 0, x);
    }
});

setSize(300, 350);
setLocationRelativeTo(null);
setVisible(true);
}

public static void main(String[] args) { new App(); }
}
```

GridLayout

Il layout più flessibile

Il `GridLayout` permette di dividere il panel in una griglia (nell'esempio, le celle della griglia sono 3, e sono divise dalla linea gialla) in maniera molto flessibile:

- una cella può essere **posizionata** in qualunque x e y della griglia
- la **dimensione** di una cella può essere definita in diversi modi
 - numero di righe e numero di colonne
 - può essere specificato che deve occupare “tutto lo **spazio rimanente**”
 - in larghezza
 - in altezza
 - in entrambe le dimensioni

La particolarità (rispetto agli altri layout) è che gli elementi **non vengono ridimensionati** per occupare tutto lo spazio di una cella, ma vengono posizionati all'interno della cella rispettando le loro dimensioni (nella cella a sinistra, si può vedere che il label "testo" è posizionato a `NORTH_EAST`)

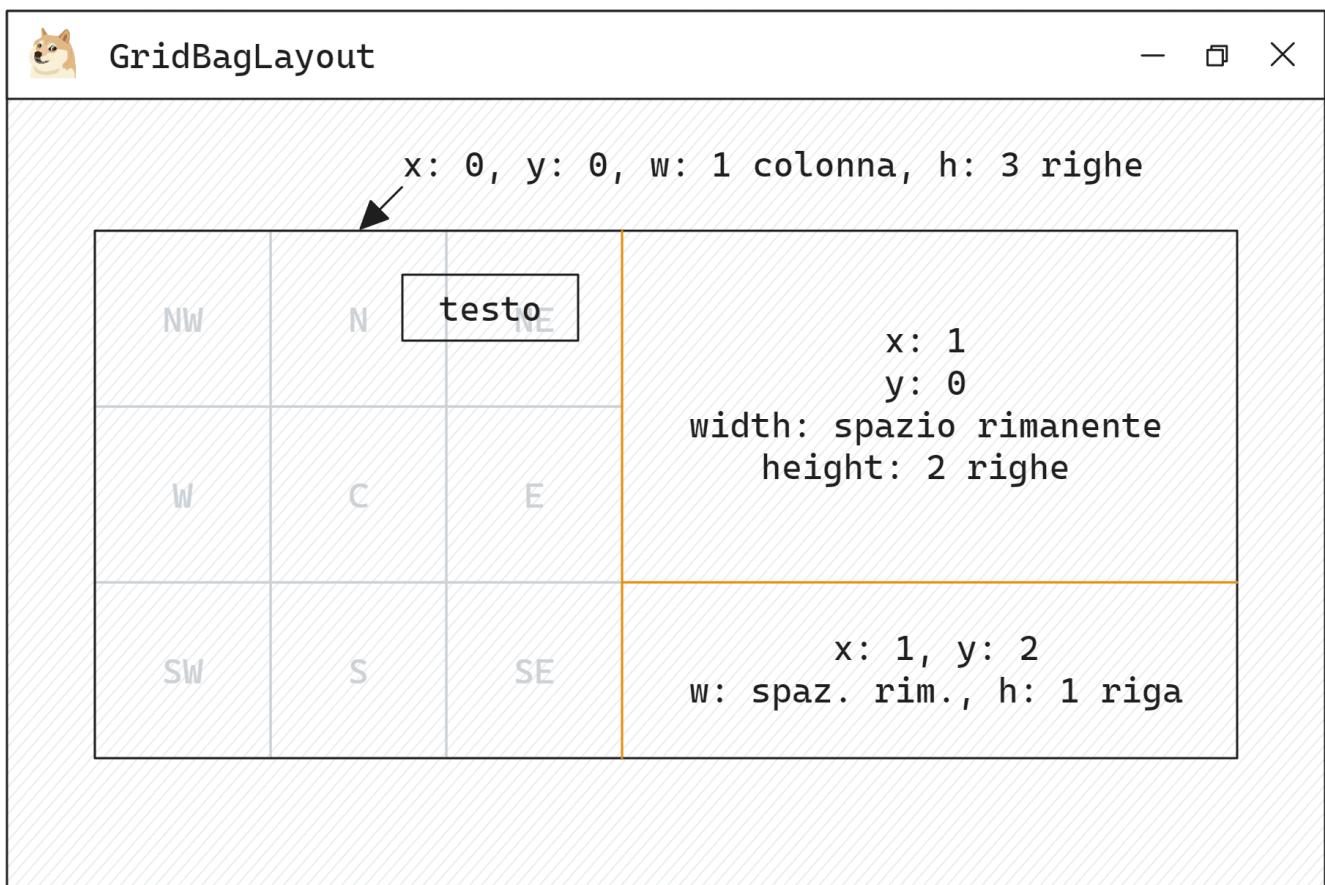


Figura 4: caso d'uso di un `GridLayout`

Implementazione

```
public class App extends JFrame {
    static Color TRANSPARENT = new Color(0, 0, 0, 0);

    static {
        UIManager.put("Label.font", new Font("Cascadia Code", Font.PLAIN, 14));
        UIManager.put("Panel.background", Color.WHITE);
    }

    App() {
        super("JGioco");
        setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);

        try {
            setIconImage(ImageIO.read(new File("icon.png")));
        } catch (IOException e) {
        }

        JFrame frame = this;
        setSize(600, 400);

        add(new JPanel(new GridLayout(1, 1)) {
            {
                setBorder(BorderFactory.createEmptyBorder(50, 30, 50, 30));

                add(new JPanel(new GridBagLayout()) {
                    {
                        setBackground(TRANSPARENT);

                        setBorder(BorderFactory.createCompoundBorder(BorderFactory.createLineBorder(Color.DARK_GRAY),
                            BorderFactory.createEmptyBorder(30, 30, 30, 30)));

                        GridBagConstraints constraints = new GridBagConstraints();

                        constraints.weightx = 1;
                        constraints.weighty = 1;

                        constraints.anchor = GridBagConstraints.NORTHEAST;
                        constraints.gridx = 0;
                        constraints.gridy = 0;
                        constraints.gridwidth = 1;
                        constraints.gridheight = 3;

                        add(new JLabel("testo"), constraints);

                        constraints.anchor = GridBagConstraints.CENTER;
                        constraints.gridx = 1;
                        constraints.gridy = 0;
                        constraints.gridwidth = GridBagConstraints.REMAINDER;
                        constraints.gridheight = 2;

                        add(new JLabel("x: 1,\n y: 0, w: spaz. rim., h: 2 righe"), constraints);

                        constraints.gridx = 1;
                        constraints.gridy = 2;
                        constraints.gridwidth = GridBagConstraints.REMAINDER;
                        constraints.gridheight = 1;

                        add(new JLabel("x: 1, y: 0, w: spaz. rim., h: 1 riga"), constraints);
                    }
                });
            }
        });
    }

    @Override
    protected void paintComponent(Graphics g) {
        setPreferredSize(new Dimension(frame.getWidth() - 80, frame.getHeight() - 80));
    }
}
```

```

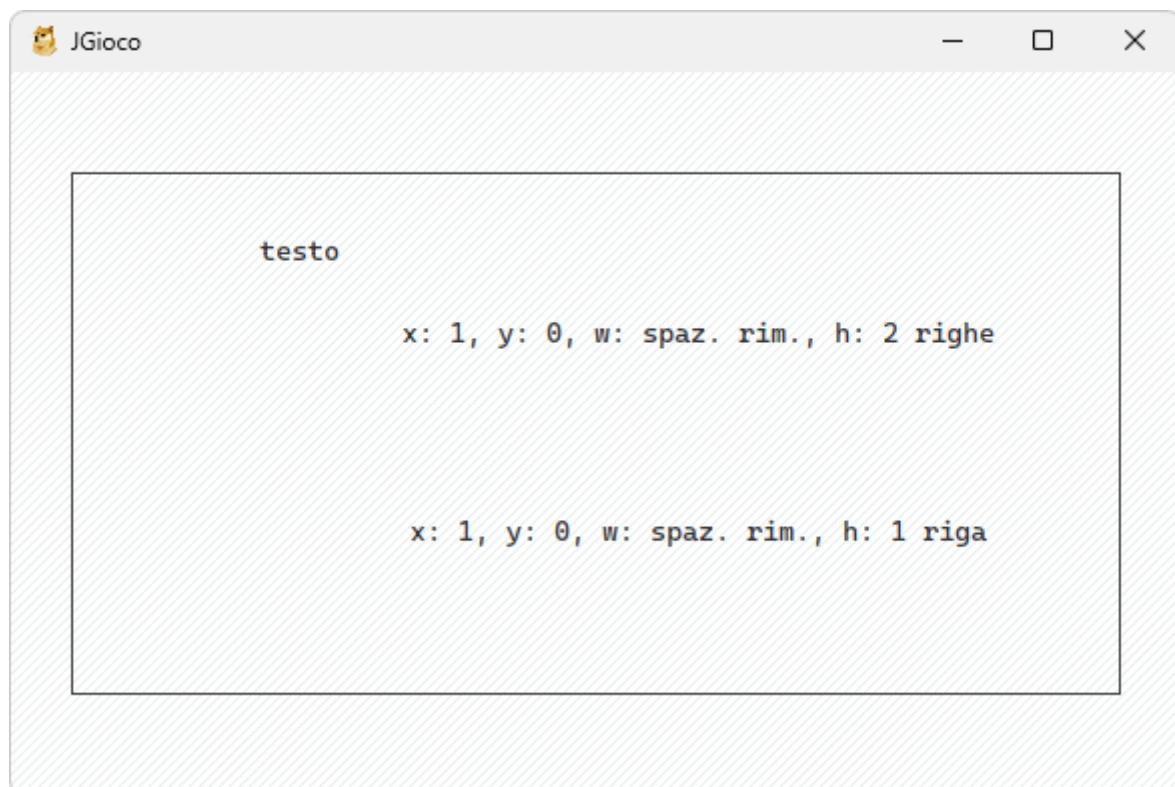
        super.paintComponent(g);
    }
});

@Override
protected void paintComponent(Graphics g) {
    super.paintComponent(g);
    int density = 5;
    g.setColor(Color.decode("#e9ecef"));
    for (int x = 0; x <= getWidth() + getHeight(); x += density)
        g.drawLine(x, 0, 0, x);
}
});

setLocationRelativeTo(null);
setVisible(true);
}

public static void main(String[] args) { new App(); }
}

```



`GridBagConstraints` ha anche **altri attributi** estremamente utili come `ipadx`, `ipady` e `insets` che sono discussi nella [guida ufficiale](#)

In conclusione (sui Layout)

Dato un **wireframe** ora dovreste avere gli strumenti per implementare il layout

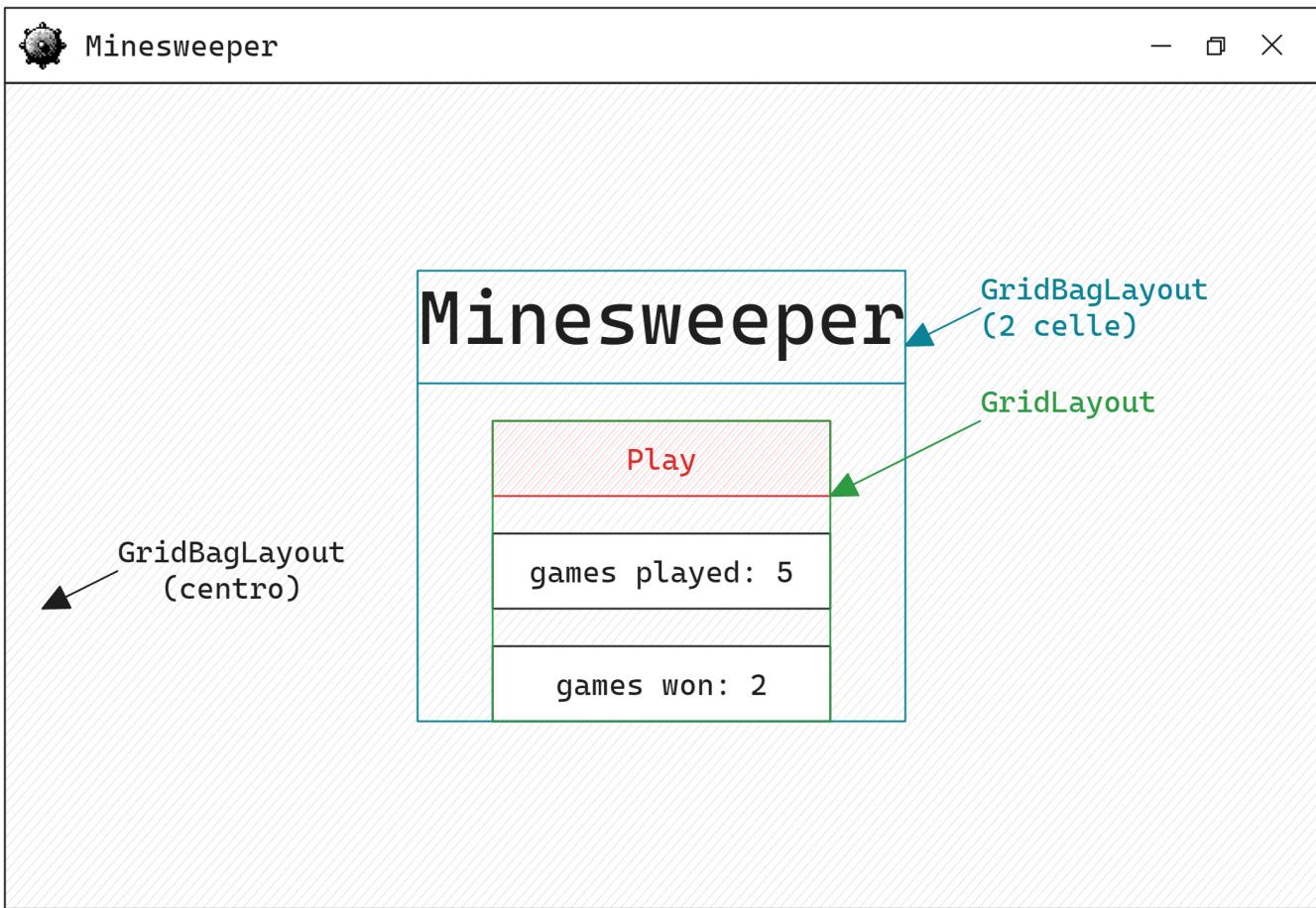


Figura 5: esempio di wireframe per il gioco “Minesweeper”

I layout visti in questa guida non sono gli unici (e non sono state coperte tutte le loro funzionalità), ma, capiti i concetti chiave, si può passare alla documentazione.

Pulsanti

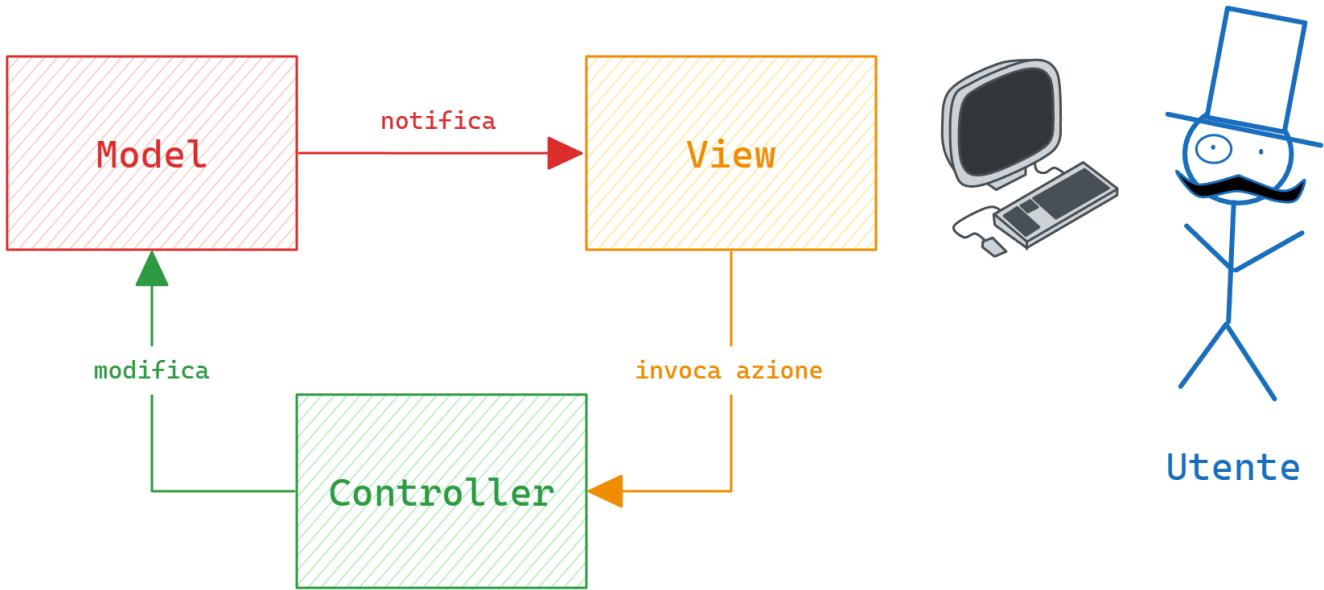
Immagini

Animazioni

Graphics

Timer

MVC



MVC è un **pattern architettonicale** per sviluppare diversi tipi di applicazioni: servizi web, programmi GUI, programmi per terminale etc...

L'idea è quella di **separare la logica del programma dall'interfaccia**. In questo modo:

- la logica e i dati sono **definiti in modo chiaro e pulito**
- la logica è **riusabile** (più interfacce diverse possono condividere la logica)

Ad esempio, posso definire la logica del gioco **Solitario** una volta sola, e usarla per costruire un sito web, un'applicazione per Windows, un'API REST, una TUI (terminal user interface) etc... Il **Model** è condiviso da più **View**.

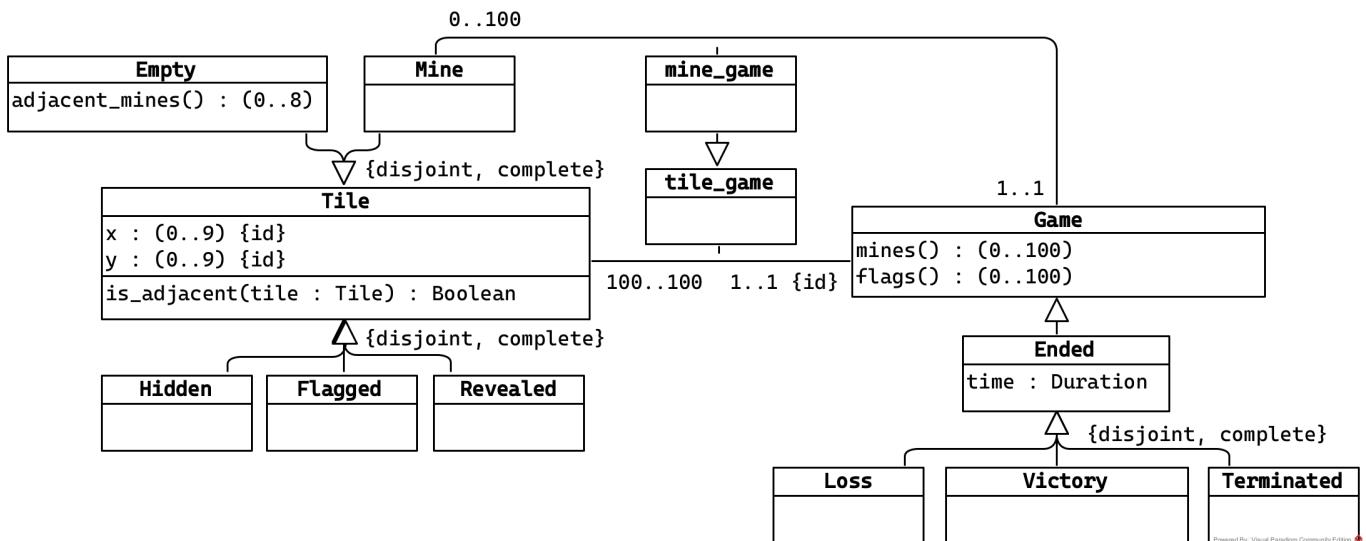
Fin'ora abbiamo discusso solo della **View**, ora l'obiettivo è quello di **progettare una semplice applicazione** e mostrare un possibile modo di strutturare il codice.

Minesweeper (*prato fiorito*)

Trovate il codice completo del progetto [su GitHub](#)

UML e modello

Iniziamo definendo il modello



i Nota

Attenzione! Questo NON è il tipo di UML che avete visto a lezione.

È definito tramite la logica di primo ordine ed è **agnosticico**. Si vede in corsi come **Basi di dati 2** e **Ingegneria del software**. Lo uso per brevità e semplicità.

In breve

- vogliamo gestire le partite (Game)
 - ogni partita ha 100 caselle (Tile)
 - sono disposte in una griglia 10x10
 - c'è un numero variabile di mine da 0 a 100
 - una partita può essere finita (Ended)
 - caso in cui va segnata la durata
 - può avere uno di tre esiti
 - sconfitta (Loss)
 - vittoria (Victory)
 - terminata dall'utente (Terminated)
 - di ogni partita si devono poter calcolare
 - il numero di mine
 - il numero di bandiere
- ogni casella (Tile)
 - può essere di uno dei due tipi
 - vuota (Empty)
 - con una mina (Mine)
 - può trovarsi in uno dei tre stati
 - nascosta (Hidden)
 - con una bandiera (Flagged)
 - scoperta (Revealed)
 - di ogni casella si devono poter calcolare le caselle adiacenti
 - di ogni casella vuota si deve conoscere il numero di mine vicine

Vincoli del modello

Il modello che abbiamo definito è **incompleto**: permette **alcuni stati che non vogliamo**

- una partita potrebbe essere una vittoria anche con una mina scoperta
- una partita potrebbe essere una vittoria con tutte le caselle nascoste

Servono dei vincoli (qui scritti in *logica di primo ordine*) per **limitare i possibili stati del modello**.

i Nota

Di seguito sono riportati alcuni vincoli, [qui trovate il documento completo](#)

Una partita è una vittoria in uno di due casi

- tutte le mine hanno una bandiera e tutte le caselle vuote sono senza bandiera
- tutte le caselle vuote sono scoperte

[V.Game.victory_condition]

```
∀ game
  Victory(game) ⇔
    ∀ tile mine_game(tile, game) ⇒ Flagged(tile) ∧
    ¬ ∃ tile tile_game(tile, game) ∧ Empty(tile) ∧ Flagged(tile)
    ∨
    ∀ tile (tile_game(tile, game) ∧ Empty(tile) ⇒ Revealed(tile))
```

Una partita è una sconfitta se e solo se c'è una mina scoperta

[V.Game.loss_condition]

```
∀ game
  Loss(game) ⇔
    ∃ mine mine_game(mine, game) ∧ Revealed(mine)
```

i Nota

Vedremo che in Java questi vincoli sono comodi da scrivere con gli [Stream](#)

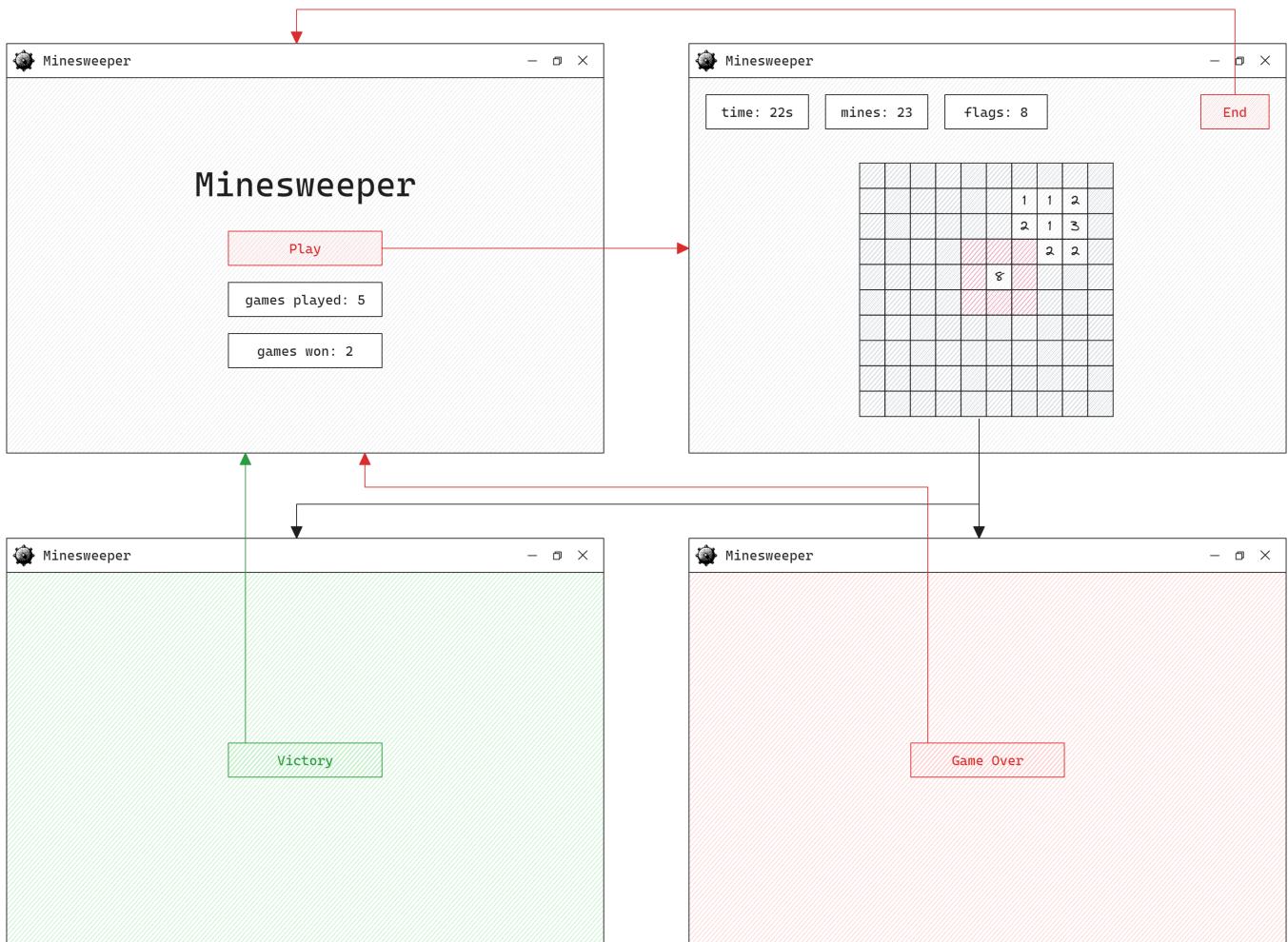
Operazioni sul modello

Bisogna definire un insieme di **operazioni** che un **utente** deve poter effettuare sul modello. Queste operazioni verranno tradotte in metodi del controller.

```
start_game(): Game
terminate_game(game: Game): Terminated
reveal(tile: Hidden): Revealed
flag(tile: Hidden): Flagged
remove_flag(tile: Flagged): Hidden
games_played(): Integer ≥ 0
games_won(): Integer ≥ 0
time(): Duration
mines(): (0..100)
flags(): (0..100)
```

Wireframe

Ora dobbiamo solo progettare l'interfaccia dell'applicazione con un **wireframe** (garantendo le operazioni definite prima)



Codice

Nel codice del progetto ho deciso di creare un **package** principale chiamato **minesweeper** e di suddividerlo a sua volta in 3 **package** per **model**, **view** e **controller**. Il progetto è piccolo, quindi bastano questi tre. I **package** sono lo strumento più importante per l'**encapsulation**.

Model

Il **model** ha solo due **classi**: **model.Tile** e **model.Game**. Di seguito **model.Tile** con alcune particolarità degne di nota.

```
package minesweeper.model;

import static minesweeper.model.Tile.Visibility.*;
import java.util.Observable;
import java.util.Optional;

@SuppressWarnings("deprecation")
public class Tile extends Observable {

    public enum Kind { Mine, Empty }

    public enum Visibility { Hidden, Flagged, Revealed }

    public final int x, y;
    public final Kind kind;
    private Visibility visibility = Visibility.Hidden;
    Optional<Integer> adjacentMines = Optional.empty();

    Tile(int x, int y, Kind kind) {
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.kind = kind;
    }

    public Visibility visibility() { return visibility; }

    public Optional<Integer> adjacentMines() { return adjacentMines; }

    public void flag() {
        visibility = switch (visibility) {
            case Hidden -> { setChanged(); yield Flagged; }
            case Flagged -> { setChanged(); yield Hidden; }
            case Revealed -> Revealed;
        };
        notifyObservers(visibility);
    }

    public void reveal() {
        if (visibility != Hidden)
            return;

        visibility = Revealed;
        setChanged();
        notifyObservers(Revealed);
    }
}
```

Encapsulation con `public final`

Una modo alternativo per ottenere **encapsulation** è quello di segnare un **attributo** come `public final`, e di lasciare al **costruttore** la **visibilità di default**. In questo modo:

- `model.Tile` può essere istanziata solo con valori validi all'interno del package
- questi valori possono essere letti ma non modificati

Tipizzazione con `enum`

Le tipologie di `Tile` (`Mine`, `Empty`) e le visibilità (`Hidden`, `Flagged` e `Revealed`) sono definite con `enum`: usare l'**ereditarietà** in questo caso sarebbe stato inutilmente **verboso**.

I tipi `enum Kind` e `enum Visibility` sono definiti **internamente** alla `class Tile` per poter usare la notazione `Tile.Kind` e `Tile.Visibility` che trovo più leggibile. Inoltre non serve creare altri due file per questi `enum`, facilitando la navigazione del codice.

Il potere di `Optional<T>`

In alcuni casi ha **senso** ed è **utile** avere attributi che possono essere `null`. Il problema di usare `null` è che chi usa la libreria deve sapere in qualche modo (tramite la documentazione) che quell'attributo potrebbe essere `null`.

Per risolvere il problema, basta rendere l'attributo `Optional<T>`, in questo modo stiamo **esplicitamente dichiarando nel codice** che quell'attributo potrebbe non avere un valore impostato (`Optional.empty()`), e chi usa l'attributo deve gestire il caso in cui il valore non c'è.

`switch` con steroidi (`switch expression`)

In Java 14 sono state ufficializzate le `switch` expression che possono restituire un valore e non necessitano l'utilizzo di `break`; (vedere il metodo `flag()`).

Observer Pattern

Per la casella ho deciso di usare l'**Observer** per due motivi:

- notificare la `View` (per ridisegnare la casella)
- notificare le altre classi del `model` (la classe `Game` deve sapere quando una `Tile` cambia stato, per decidere se terminare la partita o scoprire le caselle adiacenti)

```

@SuppressWarnings("deprecation")
public class Game extends Observable implements Observer {

    // ...

    final Tile[] tiles = new Tile[100];
    public final int mines;
    int flags = 0;
    Duration time = Duration.ofSeconds(0);

    public Game() {
        Random random = new Random();

        for (int y = 0; y < 10; y++)
            for (int x = 0; x < 10; x++)
                tiles[y * 10 + x] = new Tile(x, y, random.nextInt(100) >= 15 ? Empty : Mine);

        for (Tile tile : tiles) {
            tile.addObserver(this);

            int adjacentMines = (int) adjacent(tile.x, tile.y)
                .filter(t -> t.kind == Mine)
                .count();

            if (tile.kind == Empty && adjacentMines > 0)
                tile.adjacentMines = Optional.of(adjacentMines);
        }
    }

    mines = (int) Stream.of(tiles)
        .filter(t -> t.kind == Mine)
        .count();
}

public void updateTime() {
    time = time.plusSeconds(1);
    setChanged();
    notifyObservers(Message.Timer);
}

// ...

```

Un errore che ho visto è quello di creare un attributo per ogni variabile. Ad esempio: alcuni hanno creato un attributo `Random random` per la classe `Game`, nonostante questo venga usato solo nel costruttore. **NON c'è bisogno di creare un attributo per ogni variabile**.

Gestire il timer

Il **Model** non dovrebbe gestire l'eventuale **timer**, quello è un compito del **Controller**. Mettendo il **timer** fuori dal **Model** diventa più facile mettere in pausa il gioco.

Il **Model** dovrebbe semplicemente avere un metodo `update()` (nel mio caso `updateTime()`) che deve essere invocato dal **Controller** quando scatta il **timer**.

Alcuni esempi di `Stream`

Nella classe `model.Game` ci sono alcuni esempi di `Stream` oltre a quelli sopra.

Il metodo `update(Observable o, Object arg)`

```
@Override
public void update(Observable o, Object arg) {
    switch (o) {
        case Tile tile -> {
            switch (arg) {
                case Tile.Visibility visibility -> {
                    switch (visibility) {
                        case Flagged -> flags++;
                        case Hidden -> flags--;
                        case Revealed -> {
                            if (tile.kind == Mine) {
                                setChanged();
                                notifyObservers(Result.Loss);
                                deleteObservers();
                                return;
                            }
                            if (tile.adjacentMines().isEmpty())
                                adjacent(tile.x, tile.y).forEach(Tile::reveal);

                            boolean allEmptyRevealed = Stream.of(tiles)
                                .allMatch(t -> t.visibility() == Revealed || t.kind == Mine);

                            boolean allMinesFlagged = Stream.of(tiles)
                                .allMatch(t -> (t.kind == Mine && t.visibility() == Flagged)
                                    || (t.kind == Empty && t.visibility() != Flagged));

                            if (allEmptyRevealed || allMinesFlagged) {
                                setChanged();
                                notifyObservers(Result.Victory);
                                deleteObservers();
                            }
                        }
                    }
                }
            }
        default -> {
        }
    }
    default -> {
    }
}
```

Per assicurarci che `Observable o` sia effettivamente un'istanza di `Tile` e per castare l'istanza a `Tile` usiamo la sintassi `case Tile tile -> {}` di Java 21.

A questo punto, sappiamo che il metodo è stato invocato da una `Tile`, e possiamo usare uno `switch` per determinare il valore effettivo di `Object arg`. Preferisco questa strategia perché in questo modo posso distinguere diversi tipi di messaggi, e comportarmi adeguatamente in base al tipo di messaggio, ad esempio:

`mode.Game` può inviare due tipi di messaggi:

- `model.Game.Result` (con le varianti `Loss`, `Victory`, `Terminated`), caso in cui devo cambiare schermata nella view
- `model.Game.Message` (con la variante `Timer`) caso in cui devo solo aggiornare il `JLabel` con il tempo nella view

Questo approccio in cui “event driven” ha una serie di vantaggi:

- se aggiungo un `Observer` alle `Tile` non rompo il comportamento attuale
- se aggiungo una `PowerUp` che agisce sulle `Tile` preservo il comportamento attuale

Controller

View

git

Lavorare in gruppo

Merge conflict

GitHub Actions

Generare la documentazione in automatico

Generare l'eseguibile in automatico

Tip

Formattazione automatica del codice

Shortcut per i commenti