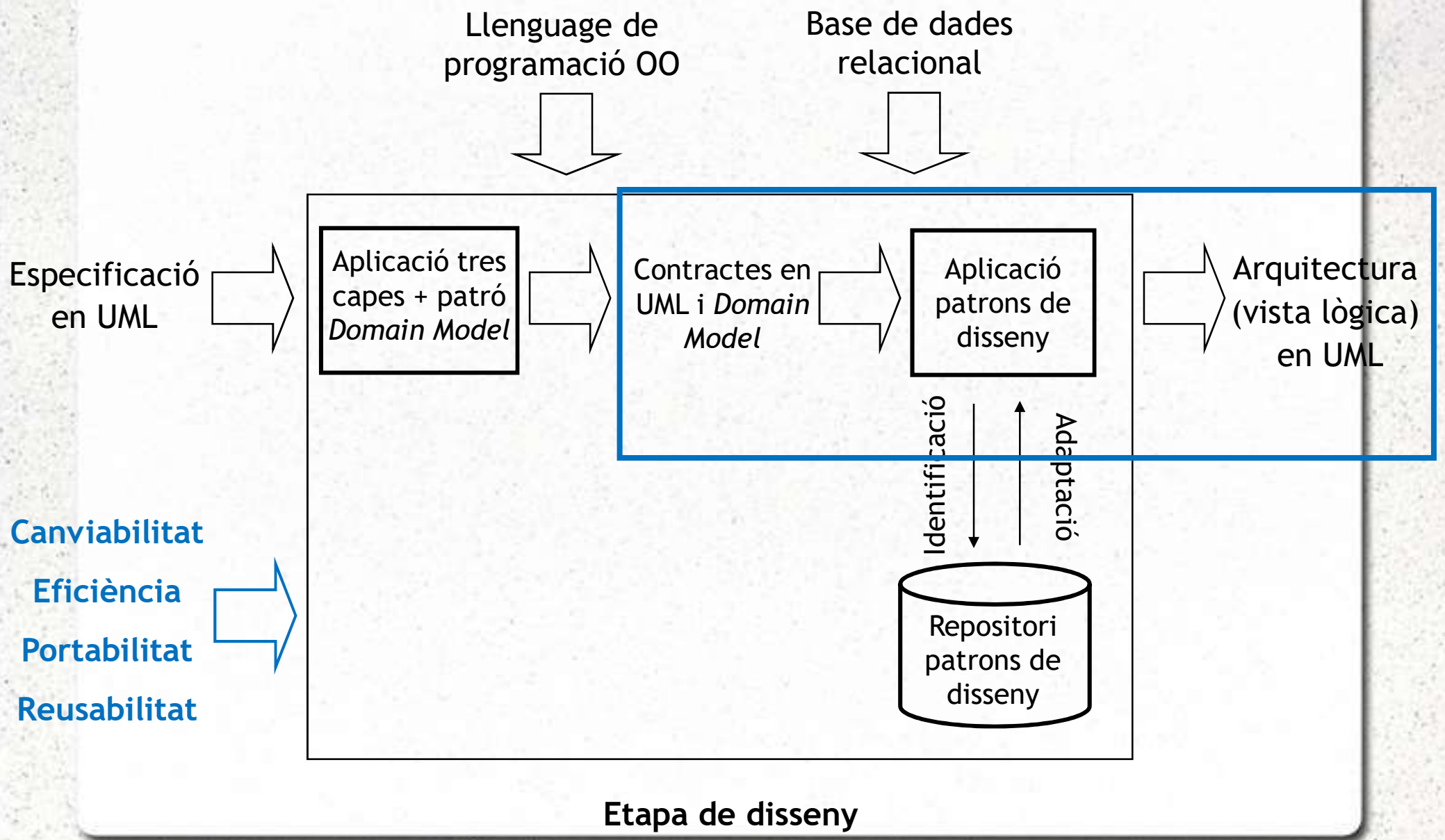
Projecte de Programació

Patrones de Diseño en Java

Etapa de disseny a l'assignatura IES



Concepto de patrón:

"Each pattern describes a problem which occurs over and over again in our environment, and then describes the core of the solution to that problem, in such a way that you can use this solution a million times over, without ever doing it the same way twice"

Christopher Alexander, arquitecto (1977)

- Es difícil encontrar un sistema orientado a objetos que no use al menos un par de patrones; en particular, los grandes sistemas usan muchos de ellos

- Los diseñadores expertos en sistemas orientados a objetos no resuelven cada problema desde cero: reúsan soluciones que han funcionado bien anteriormente -> un diseñador familiarizado con estos patrones puede aplicarlos directamente a problemas de diseño sin necesidad de redescubrirlos

- El uso de patrones vuelve los diseños flexibles, elegantes y reusables

Patrones de Diseño

El catálogo de patrones es enorme y varían en granularidad y nivel de abstracción. Según su **propósito**, se pueden clasificar en:

- Patrones creadores (*creational*): conciernen al proceso de creación de objetos
- Patrones estructurales (*structural*): tratan con la composición de clases u objetos
- Patrones de comportamiento (*behavioral*): caracterizan la forma en que objetos o clases interactúan y distribuyen la responsabilidad

Patrón Singleton

Creational Pattern

Propósito: Asegurarse de que una clase tiene sólo una instancia, y proporcionar un punto de acceso global a ésta

Solución: Hacer a la propia clase responsable de registrar su instancia única. La clase intercepta peticiones para crear nuevas instancias y proporciona una forma de acceder a la instancia en cuestión

Patrón Singleton

Implementación 1

```
package singleton.demo;

public class Singleton {

    // la inicialización podría suprimirse (default)
    private static Singleton instance = null;

    private Singleton() {…}

    public static Singleton getInstance() {

      //inicialización "lazy"
      if (instance == null) {
            instance = new Singleton();
      }
      return instance;
    }
}
```

Patrón Singleton

Implementación 2

```
package singleton.demo;

public class Singleton {

    // inicialización "eager"
    private static Singleton instance = new Singleton();

    // la constructora es privada para prohibir la libre
instanciación
    private Singleton() {…}

    public static Singleton getInstance() {

       return instance;
    }
}
```

Patrón Singleton

Implementación 3

```
package singleton.demo;

public class Singleton {

    // ahora este atributo podría suprimirse
    //private static Singleton instance = null;

    private Singleton() {…}

    private static class SingletonHelper {

      private static final Singleton instance = new Singleton();
    }

    public static Singleton getInstance() {

       return SingletonHelper.instance;
    }
}
```

Patrón Decorador

Structural Pattern

Propósito: Asociar responsabilidades adicionales a un objeto de forma dinámica.

Una forma de añadir responsabilidades es la herencia, pero no es flexible, ya que obliga a añadirlas de forma estática (se añaden a la clase entera). Los decoradores ofrecen una alternativa flexible a las subclases para extender la funcionalidad.

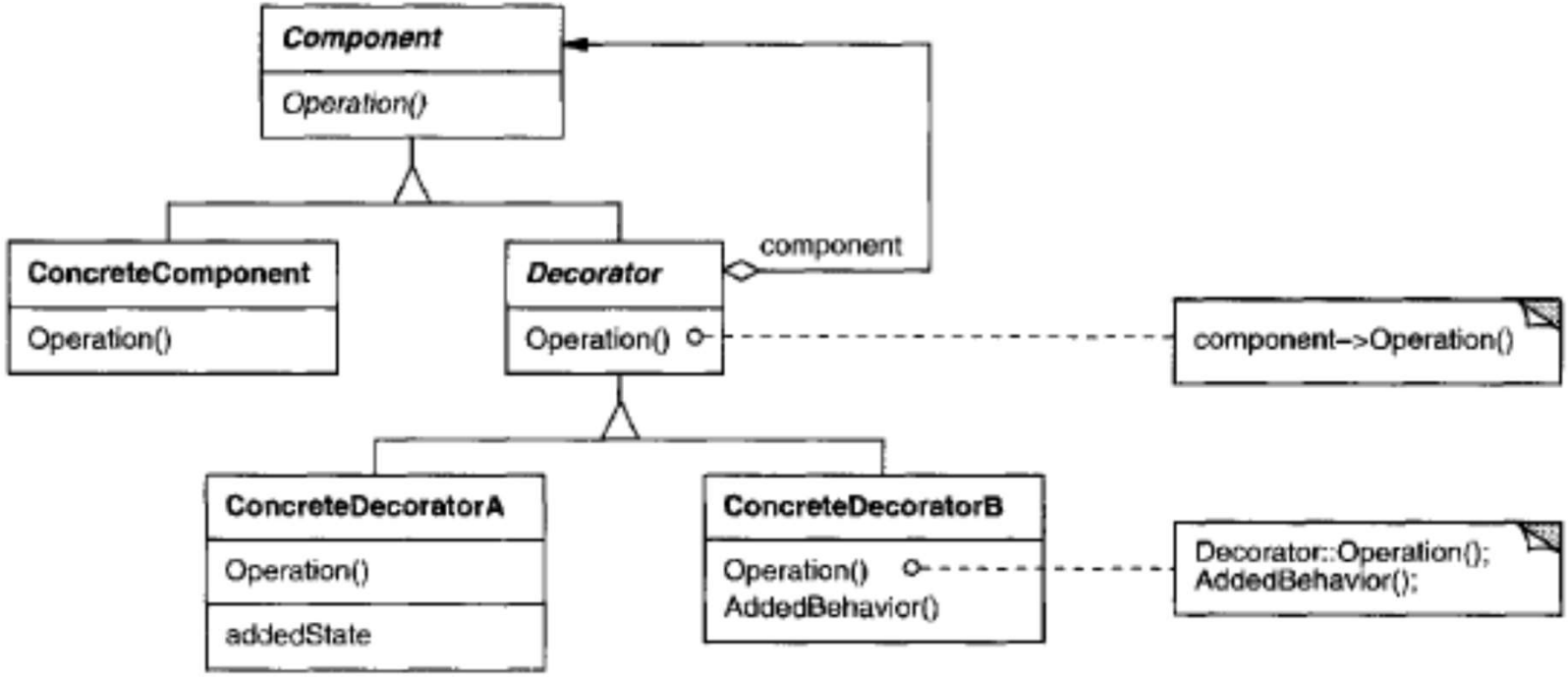
Patrón Decorador

Ejemplo: Una interfaz gráfica debería permitir añadir propiedades (p.ej. bordes) y/o comportamientos (p.ej. *scrolling*) a cada uno de sus componentes de forma flexible.

Solución: Envolver el componente en otro objeto que añada la propiedad/comportamiento, el Decorador.

- El decorador se ajusta a la interficie del componente -> la presencia del decorador es transparente a los clientes del componente
- El decorador reenvía las peticiones al componente (eventualmente ejecutando acciones adicionales antes o después)
- La transparencia permite anidar decoradores recursivamente -> número ilimitado de responsabilidades añadidas

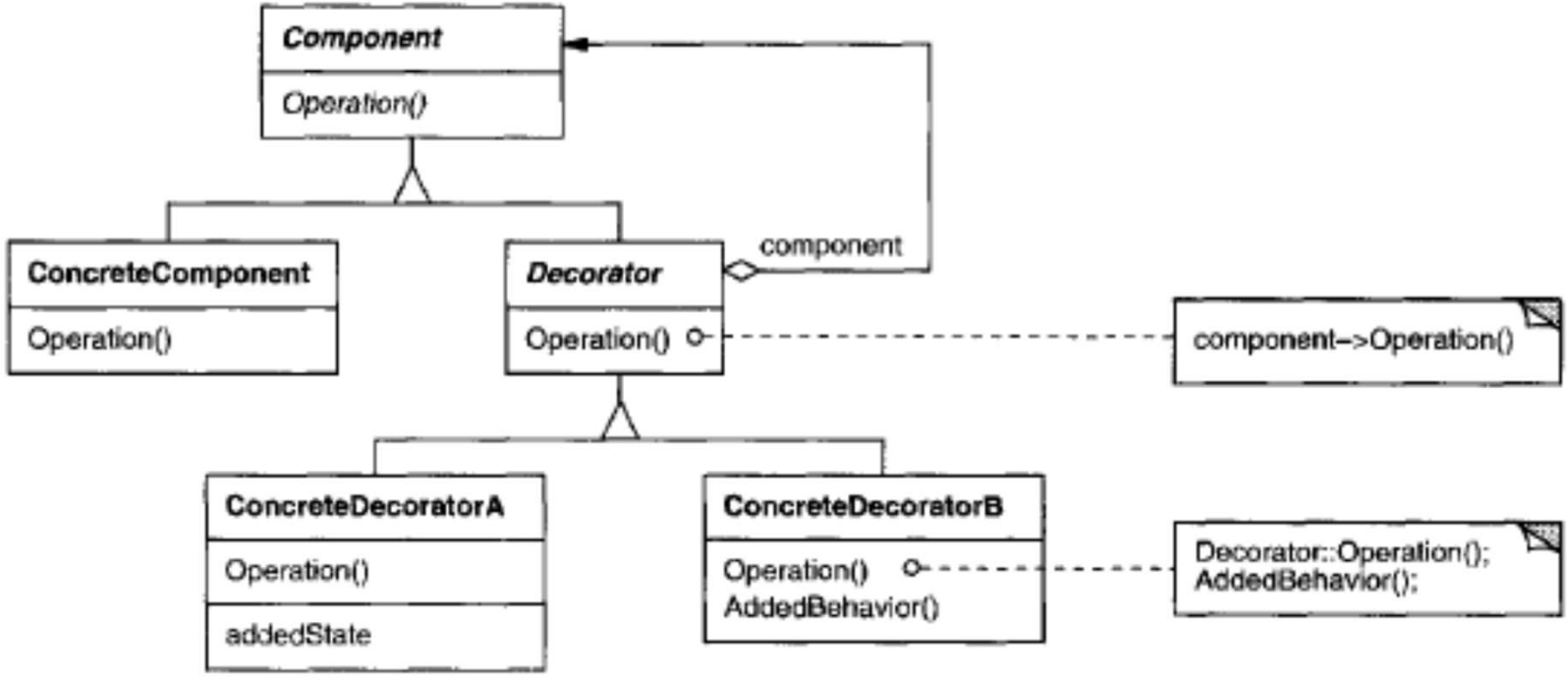
Patrón Decorador



- **Componente**: define la interficie de aquellos objetos a los que se puede añadir responsabilidades de forma dinámica

- **ComponenteConcreto**: define un objeto al que se le pueden asociar responsabilidades adicionales

Patrón Decorador

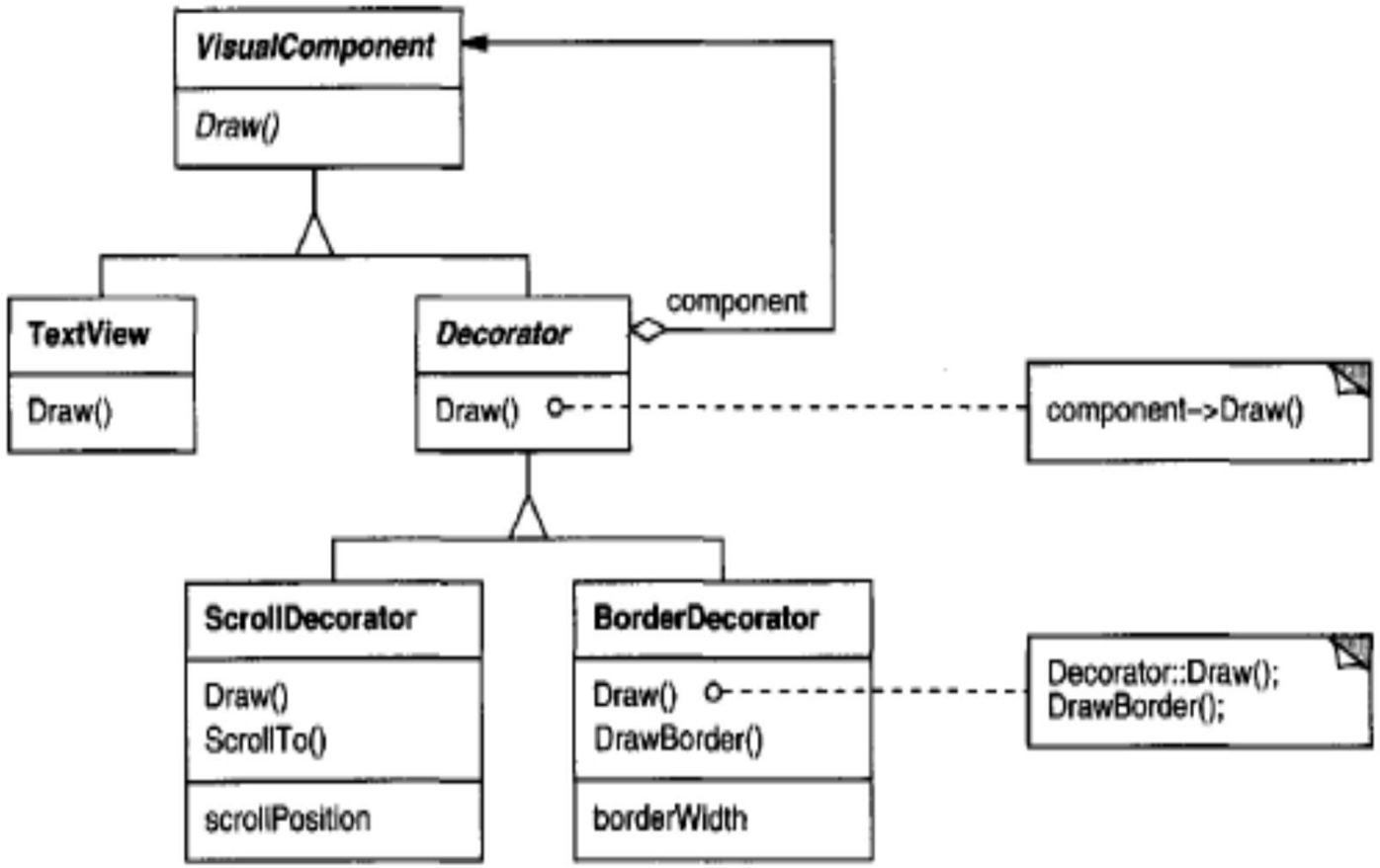


- **Decorador**: mantiene una referencia un objeto Componente y define una interficie que se ajusta a la del Componente

- **DecoradorConcreto**: añade responsabilidades al Componente

Patrón Decorador

Ejemplo: Una interfaz gráfica quiere permitir añadir propiedades (bordes) y comportamientos (*scrolling*) a sus ventanas de texto de forma flexible



Patrón Decorador

Implementación

```
// Si sólo tuviera operaciones diferidas, podría ser una interface
abstract class VisualComponent {

    public abstract void Draw();
    public abstract void Resize();
    …
}

// TextComponent: closed for modification, open for extension
class TextComponent extends VisualComponent {

    public void Draw() {…}

    public void Resize() {…}

    …
}
```

Patrón Decorador

Implementación

```
abstract class Decorator extends VisualComponent {

    // alternativas: private, protected final
    protected VisualComponent component;

    public Decorator(VisualComponent c) {
        component = c;
    }

    //implementación por defecto
    public void Draw() {
        component.Draw();
    }

    //implementación por defecto
    public void Resize() {
        component.Resize();
    }
    …
}
```

Patrón Decorador

Implementación

```
class BorderDecorator extends Decorator {

    private int width;

    public BorderDecorator(VisualComponent c, int borderWidth) {
        super(c);
        width = borderWidth;
    }

    public void Draw() {
        super.Draw();
        DrawBorder(width);
    }

    private void DrawBorder (int w) {…}

    …
}
```

Idem clase ScrollDecorator…

Patrón Decorador

Implementación

Un ejemplo de uso:

```
class DecoratorPatternEx {

    public static void main (String[] args) {

        TextComponent c = new TextComponent();

        // "decoro" la ventana con un scroll
        ScrollDecorator sd = new ScrollDecorator(c);
        sd.Draw();

        // "decoro" la ventana con scroll con un borde
        BorderDecorator bd = new BorderDecorator(sd, 5);
        bd.Draw();

        // asumiendo que la clase Window tiene una operación SetContents
        // para poner un VisualComponent en un objeto Window
        window = new Window();
        window.SetContents(bd);

        …
    }
}
```

Patrón Decorador

Cuándo aplicarlo:

- Para asociar responsabilidades a objetos individuales de forma dinámica y transparente (sin afectar a otros objetos)

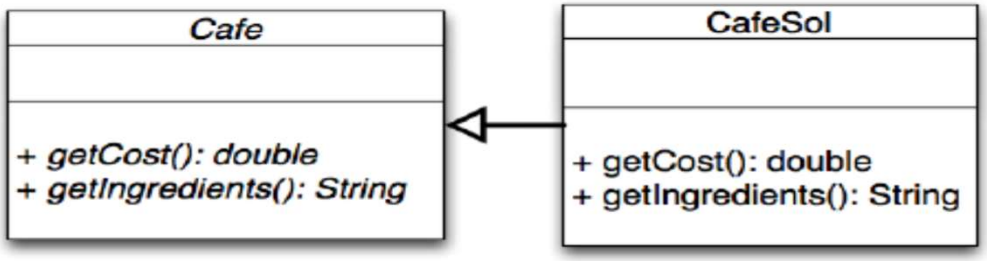
- Para responsabilidades que puedan ser retiradas

- Para casos en que usar subclases no es posible:
  - Gran número de posibles extensiones independientes-> explosión de subclases para soportar cada combinación

  - No es posible extender la clase (por definición de ésta, por herencia múltiple, ...)

Patrón Decorador - Ejercicio

Tenim les següents classes:



on `Cafe` és una classe abstracta amb un parell de mètodes abstractes (`getCost()` i `getIngredients()`). Volem ampliar aquest domini amb més classes (per exemple, les classes `Llet`, `Crema`, `Xocolata` i d'altres) de manera que sigui senzill afegir ingredients al café. La intenció és fer servir el sistema de manera que un programa com aquest:

```
public class Main {
 public static void main(String[] args) {
  Cafe c = new CafeSol();
  System.out.println("Cost: " + c.getCost() +
                     "; Ingredients: " + c.getIngredients());
  c = new Llet(c);
  System.out.println("Cost: " + c.getCost() +
                     "; Ingredients: " + c.getIngredients());
  c = new Xocolata(c);
  System.out.println("Cost: " + c.getCost() +
                     "; Ingredients: " + c.getIngredients());
  c = new Crema(c);
  System.out.println("Cost: " + c.getCost() +
                     "; Ingredients: " + c.getIngredients());
  c = new Xocolata(c);
  System.out.println("Cost: " + c.getCost() +
                     "; Ingredients: " + c.getIngredients());
 }
}
```

Patrón Decorador - Ejercicio

hauria de generar la següent sortida:

```
Cost: 1.0; Ingredients: Cafe
Cost: 1.5; Ingredients: Cafe, Llet
Cost: 1.7; Ingredients: Cafe, Llet, Xocolata
Cost: 2.4; Ingredients: Cafe, Llet, Xocolata, Crema
Cost: 2.6; Ingredients: Cafe, Llet, Xocolata, Crema, Xocolata
```

Es valorarà molt positivament que el codi es reutilitzi al màxim.

1.1 (1 punt).- Implementa les classes **`Cafe`** i **`CafeSol`**.

1.2 (3 punts).- Afegeix al diagrama les classes **`Llet`**, **`Crema`** i **`Xocolata`**. Fes-ho pensant que la redundància en el codi ha de ser mínima. Si penses que fan falta, fes servir classes auxiliars. Cal ser precís en l'especificació de les relacions entre les classes (poseu-les totes).

1.3 (3 punts).- Implementa les classes afegides, és a dir, les classes **`Llet`**, **`Crema`** i **`Xocolata`** i les classes auxiliars que hagis utilitzat.

Patrón Estado

Behavioral Pattern

Propósito: Permitir a un objeto alterar su comportamiento cuando su estado interno cambie. Parecerá que el objeto cambie de clase (sin hacerlo).

La tecnología actual no permite que un objeto cambie dinámicamente de subclase, y las estructuras condicionales para tratar el comportamiento en función del estado no son deseables pues añaden complejidad y/o duplican el código

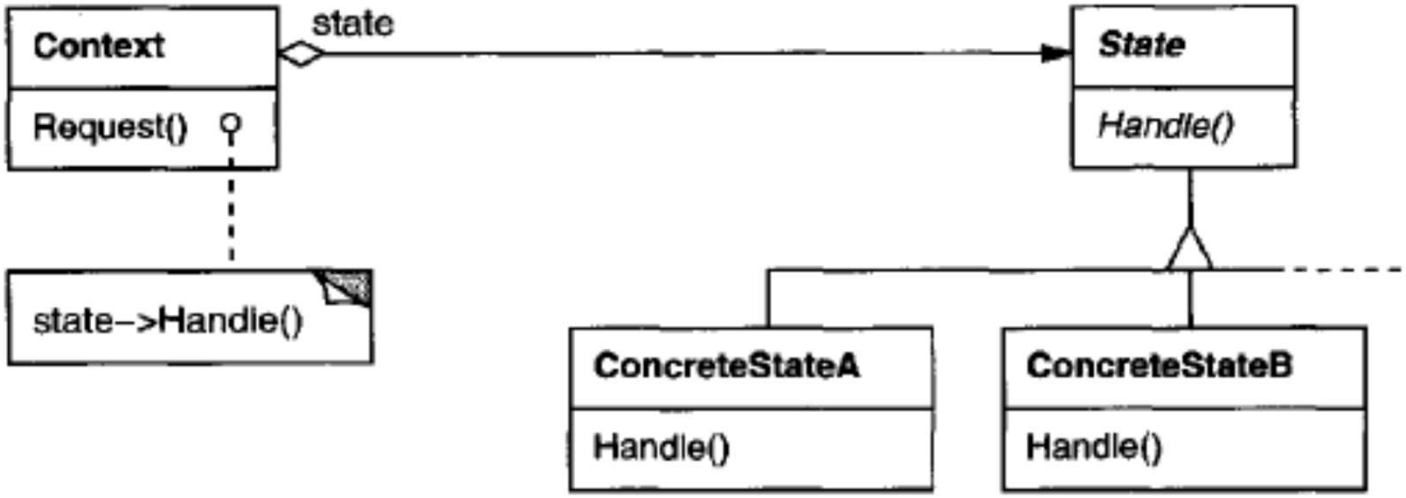
Patrón Estado

Ejemplo: Una conexión de red puede estar en 3 estados (establecida, escuchando o cerrada). Cuando recibe una petición, debería responder de forma diferente según su estado actual.

Solución: Introducir una clase abstracta que represente los estados de la conexión, Estado.

- Estado declara una interficie común a todas las clases que representan diferentes estados concretos
- Las subclases de Estado implementan el comportamiento dependiente de cada estado concreto
- La clase contexto (la conexión) mantiene un objeto Estado, que será una instancia de una de sus subclases, y delega todas las peticiones dependientes del estado a este objeto
- Cuando el contexto cambia de estado, reemplaza el contenido del objeto Estado por la subclase correspondiente al nuevo

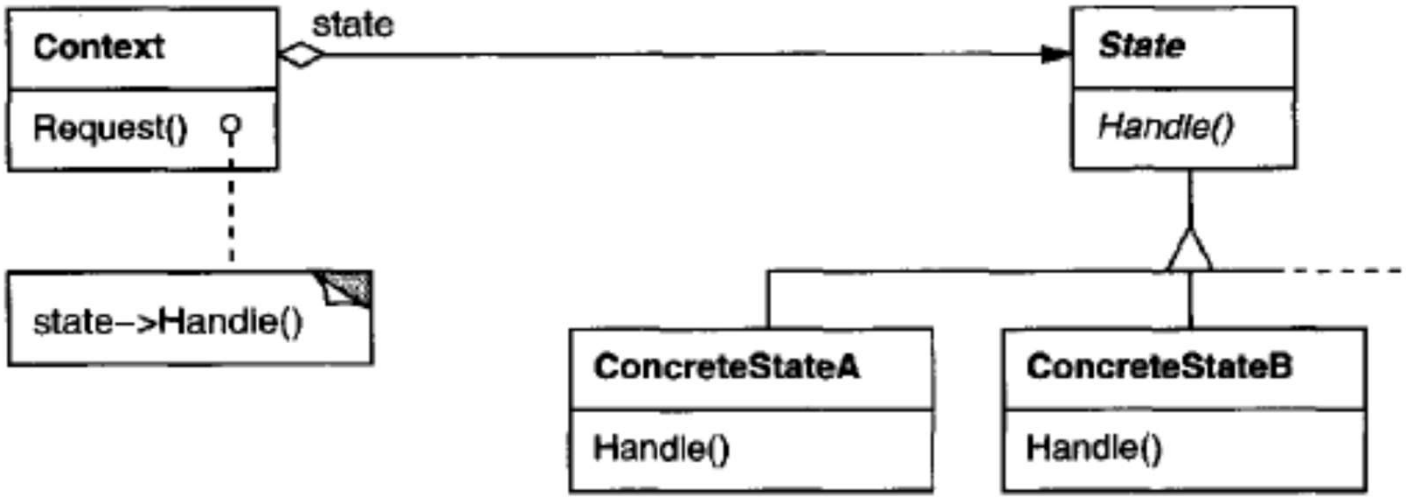
Patrón Estado



- **Contexto**: define la interficie que usarán los clientes y mantiene una instancia de un Estado Concreto que define el estado actual. Podría pasarse a sí mismo como parámetro al Estado para que éste acceda al Contexto si se necesita.

- **Estado**: define una interficie que encapsula el comportamiento asociado con un estado particular del Contexto

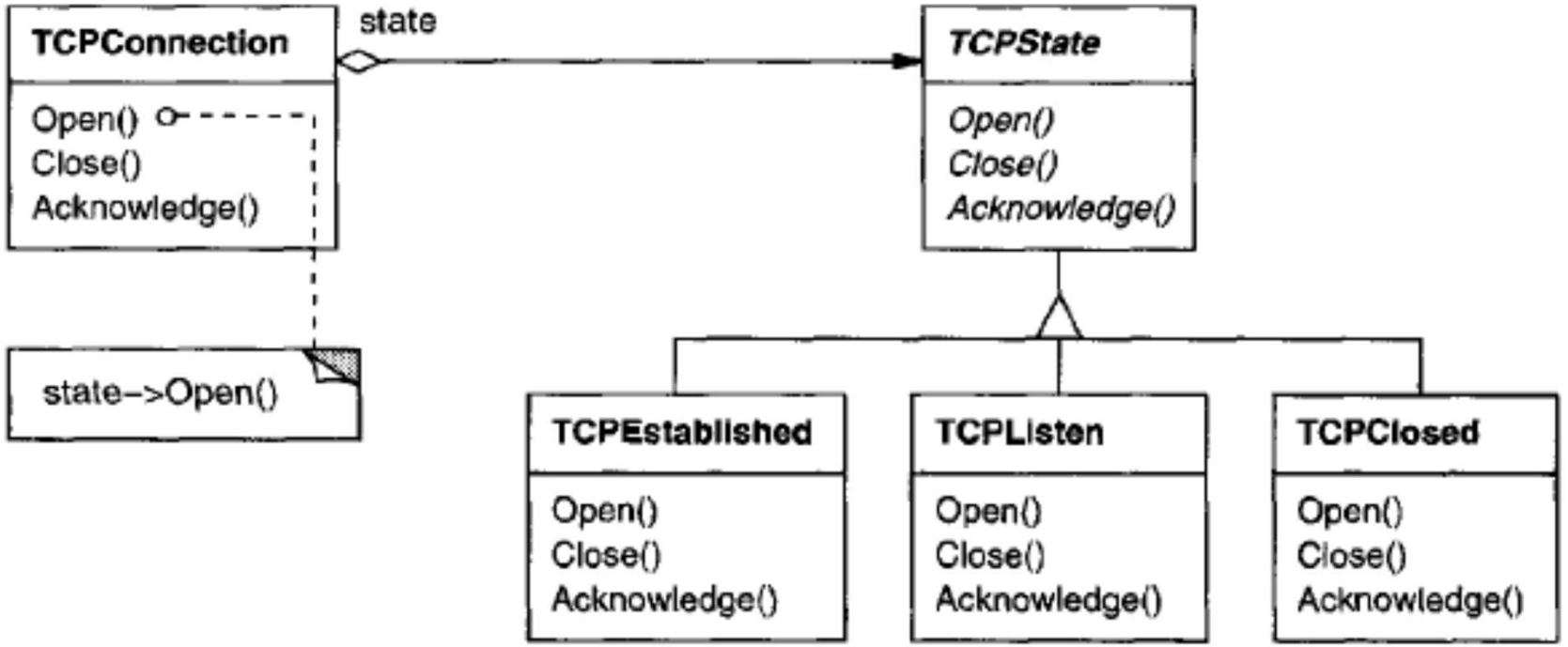
Patrón Estado



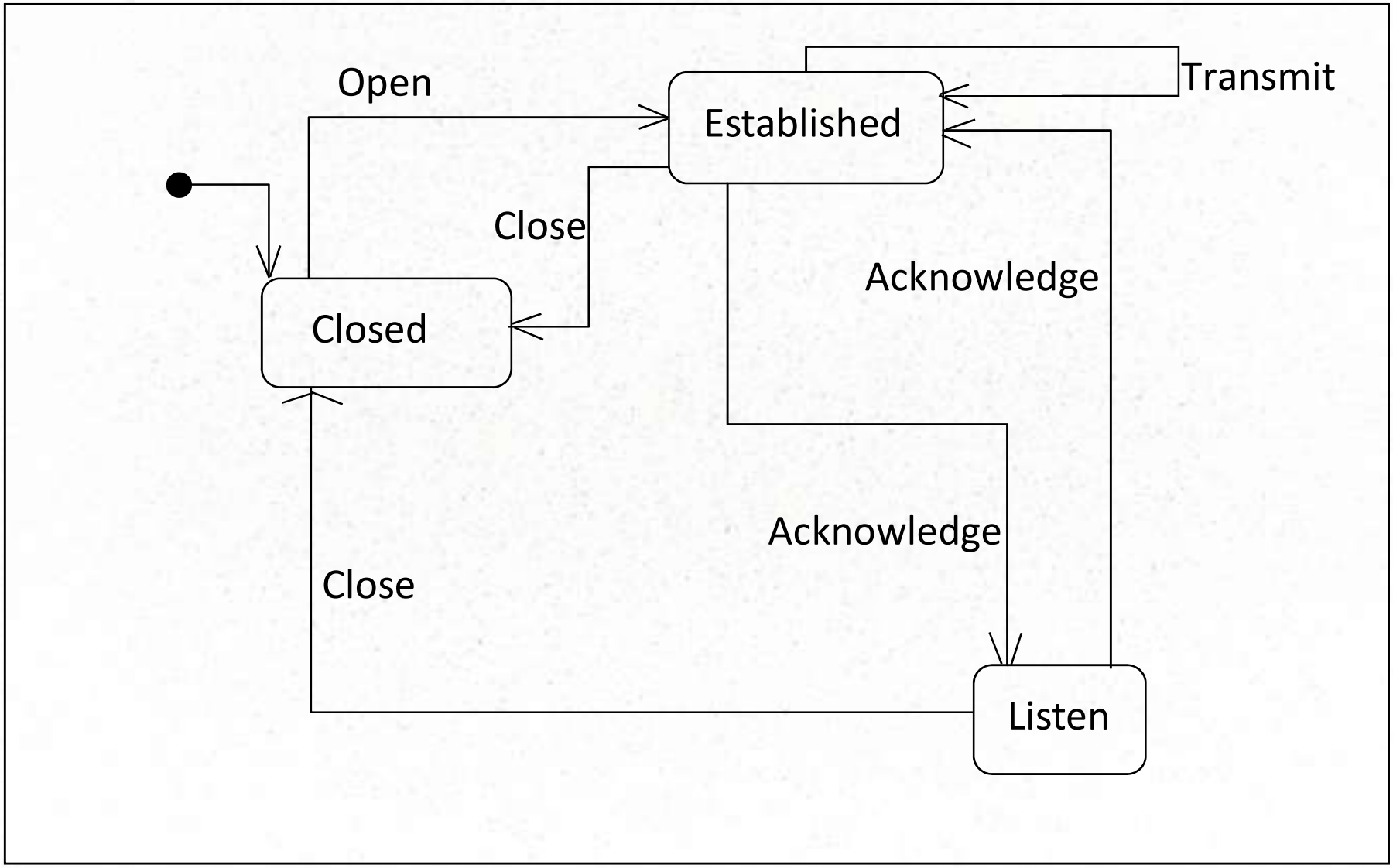
- **Estados Concretos**: cada subclase implementa el comportamiento asociado a un estado del Contexto. Tanto el Contexto como los Estados Concretos pueden decidir qué estado sucede a otro y bajo qué circunstancias -> para añadir nuevos estados y transiciones, basta con definir nuevas subclases de Estados Concretos

Patrón Estado

Ejemplo: Una conexión de red puede estar en 3 estados (establecida, escuchando o cerrada). Cuando recibe una petición, debería responder de forma diferente según su estado actual.



Patrón Estado



Patrón Estado
Implementación

```
class TCPConnection {

    private TCPState state;

    public TCPConnection() {
       state = new TCPClosed();
    }

    public void Open() throws Exception {
       state.Open(this);
    }

    public void Close() throws Exception {
       state.Close(this);
    }

    public void Acknowledge() throws Exception {
       state.Acknowledge(this);
    }

    public void Transmit() throws Exception {
       state.Transmit(this);
    }

    public void ChangeState(TCPState s) {
       this.state = s;
    }
}
```

Patrón Estado

Implementación

```
abstract class TCPState {

    public void Open(TCPConnection c) throws Exception {
       throw new Exception("Transition Error");
    }

    public void Close(TCPConnection c) throws Exception {
       throw new Exception("Transition Error");
    }

    public void Acknowledge(TCPConnection c) throws Exception {
       throw new Exception("Transition Error");
    }

    public void Transmit(TCPConnection c) throws Exception {
       throw new Exception("Transition Error");
    }

    protected void ChangeState(TCPConnection c, TCPState s) {
       c.ChangeState(s);
    }
}
```

Patrón Estado

Implementación

```
class TCPClosed extends TCPState {

    public void Open(TCPConnection c) {
        // acciones que se hayan de ejecutar antes de establecer la
conexión
        …
        ChangeState(c, new TCPEstablished());
    }
}
```

ALTERNATIVA: eliminar la operación ChangeState de TCPState:

```
class TCPClosed extends TCPState {

    public void Open(TCPConnection c) {
        …
        c.ChangeState(new TCPEstablished());
    }
}
```

Patrón Estado

Implementación

```
class TCPEstablished extends TCPState {

    public void Close(TCPConnection c) {
        // acciones que se han de ejecutar antes de cerrar la
conexión
        …
        ChangeState(c,new TCPClosed());
    }

    public void Acknowledge(TCPConnection c) {
         // acciones que se han de ejecutar antes de realizar la
confirmación
        …
        ChangeState(c,new TCPListen());
    }

    public void Transmit(TCPConnection c) {
         // acciones que se han de ejecutar para transmitir
        …
        ChangeState(c,this);
    }
}
```

Patrón Estado

Implementación

```
class TCPListen extends TCPState {

    public void Close(TCPConnection c) {
        // acciones que se han de ejecutar antes de cerrar la
conexión
        …
        ChangeState(c,new TCPClosed());
    }

    public void Acknowledge(TCPConnection c) {
         // acciones que se han de ejecutar antes de efectuar la
confirmación
        …
        ChangeState(c,new TCPEstablished());
    }

}
```

Patrón Estado

Implementación

Un ejemplo de uso:

```
class StatePatternEx {

    public static void main (String[] args) {
      TCPConnection c = new TCPConnection();
      try {
          // El estado inicial de la conexión c es Closed
          c.Open();
          // El estado de c cambia a Established
          c.Transmit();
          // El estado de c sigue Established
          c.Transmit();
          // El estado de c sigue Established
          c.Acknowledge();
          //El estado de c cambia a Listen
          c.Close();
          // El estado de c cambia a Closed
      }
      catch (Exception e) {...}
    }
}
```

Patrón Estado

Cuándo aplicarlo:

- Cuando el comportamiento de un objeto depende de su estado, y éste ha de cambiar en tiempo de ejecución

- Cuando las operaciones de la clase tienen múltiples instrucciones condicionales que dependen del estado del objeto. Frecuentemente, la misma estructura condicional se repetirá en varias operaciones -> el patrón estado pone cada rama del condicional en una clase individual

Patrón Estado - Ejercicio

Volem programar el funcionament d'una màquina de vending que admet monedes de 5 cèntims i 10 cèntims i proporciona llaunes, que valen 15 cèntims. Aquest programa simula el funcionament de la màquina:

```
public static void main (String[] args) {
      Scanner in = new Scanner(System.in);
      MaquinaVending m = new MaquinaVending();

      while (true) {
          if (m.get_llauna()) {
                System.out.println("UNA LLAUNA");
          }
          System.out.println("Saldo: " + m.get_saldo());
          System.out.println("Introdueix moneda: ");
          int num = in.nextInt();
          if (num == 5) {
                m.add_5_saldo();
          } else if (num == 10) {
                m.add_10_saldo();
          }
      }
}
```

Patrón Estado - Ejercicio

la interacció amb el programa té una sortida similar a:

```
Saldo: 0
Introdueix moneda: 5
Saldo: 5
Introdueix moneda: 10
UNA LLAUNA
Saldo: 0
Introdueix moneda: 10
Saldo: 10
Introdueix moneda: 10
UNA LLAUNA
Saldo: 5
Introdueix moneda: ...(interrumpim manualment el bucle amb ^C)
```

Si us fixeu, la màquina deixa anar una llauna *de seguida* que té 15 cèntims (o més), no s'espera a que se li reclami la llauna. Cal que *dissenyeu* i *implementeu* la classe **`MaquinaVending`**, més totes les classes que penseu que us poden fer falta. La resposta hauria de ser *un diagrama de classes* i *la implementació d'aquest diagrama*. Hi ha, però una restricció MOLT important: **No podeu fer servir cap mena d'estructura condicional en el vostre codi** (no **`if`**'s, no **`switch`**, etc)

Patrón Observador

Behavioral Pattern

Propósito: Definir una dependencia uno-a-muchos entre objetos de forma que cuando un objeto cambie su estado interno, todos sus dependientes sean notificados y actualizados automáticamente.

Un típico efecto lateral de particionar un sistema en conjuntos de clases que cooperan entre sí es la necesidad de mantener la consistencia entre los objetos relacionados. Si lo hacemos vía acoplamiento, se reducirá la reusabilidad de las clases.

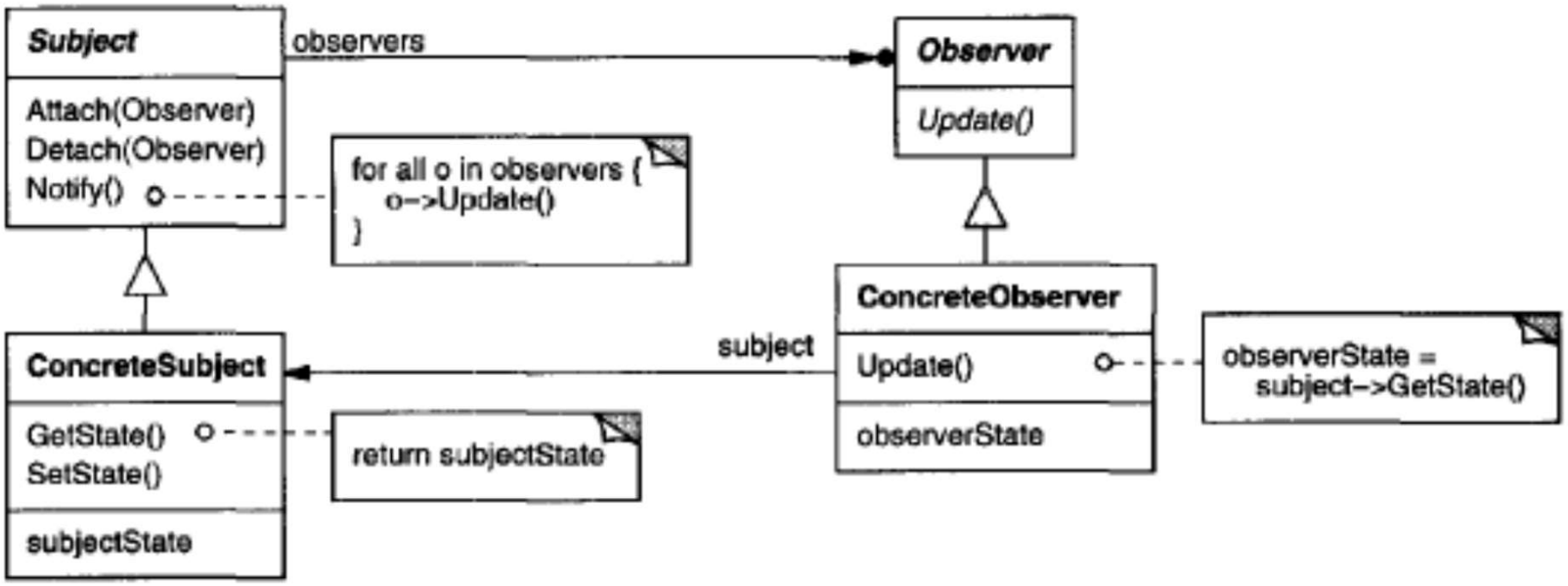
Patrón Observador

Ejemplo: Una interfaz de usuario puede estar conectada a la lógica de la aplicación, de forma que cuando un usuario hace una consulta, el resultado se refleja en la interfaz. Si los datos de la aplicación sufrieran un cambio, se tendría que notificar a la interfaz para que actualice su pantalla de acuerdo con el cambio.

Solución: Definir una clase Sujeto que puede tener cualquier número de clases dependientes, los Observadores.

- Los observadores se registran como interesados en "seguir" al sujeto
- Los observadores se desasocian del sujeto cuando pierden interés en él
- Cuando se produce un cambio de estado en el sujeto, éste notifica a todos sus observadores cuál es el cambio que se ha producido

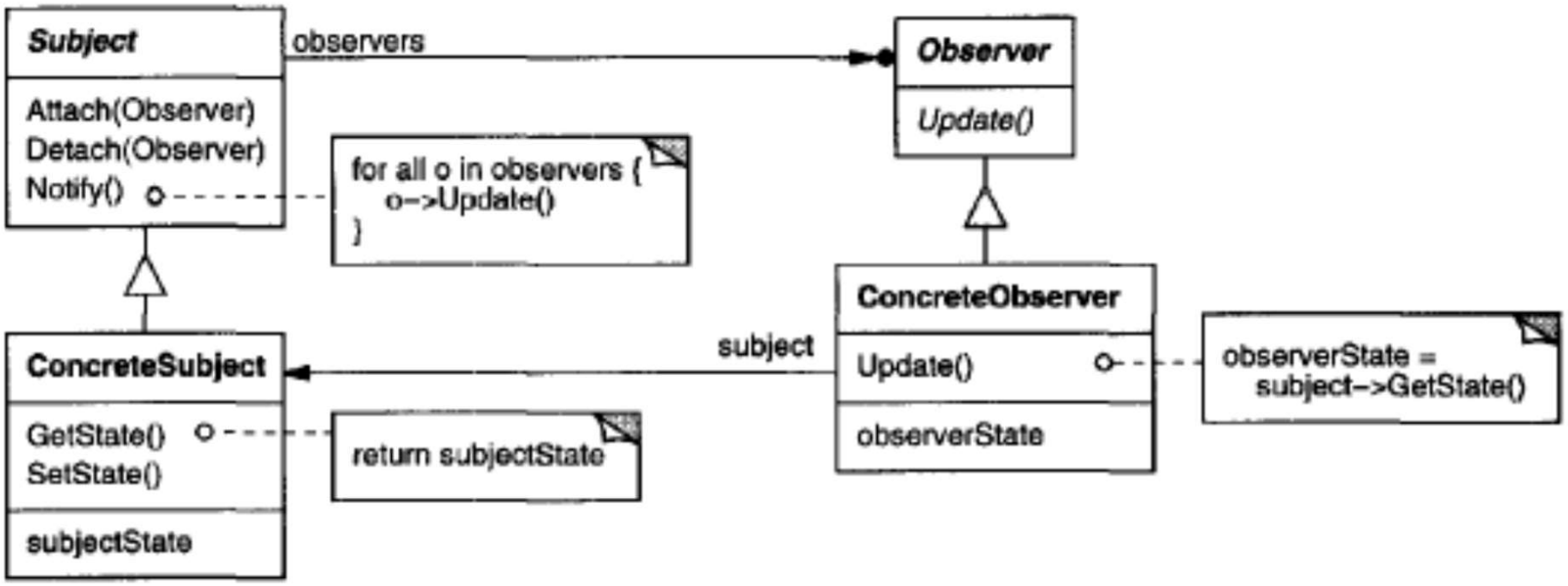
Patrón Observador



- **Sujeto**: conoce a sus observadores. Define una interficie que permite asociar y desasociar objetos Observador (puede haber cualquier número de éstos).

- **Observador**: define una interficie para actualizar los objetos que deberían ser notificados de cambios en el Sujeto.

Patrón Observador



- **Sujeto Concreto**: guarda el estado de interés para sus Observadores Concretos y envía una notificación a éstos cuando este estado cambia.

- **Observador Concreto**: guarda un estado consistente con el del Sujeto Concreto (podría mantener una referencia a éste) e implementa la interficie actualizadora del Observador para mantener su estado consistente con el del Sujeto Concreto.

Patrón Observador

Implementación

```
abstract class Subject {

    private List<Observer> observersList = new ArrayList<Observer>();

    void Attach(Observer o) {
        observersList.add(o);
    }

    void Detach(Observer o) {
        observersList.remove(o);
    }

    void Notify() {
        for (Observer obs : observersList) {
           obs.Update(this);
        }
    }

}
```

Patrón Observador

Implementación

```
// Ejemplo de ConcreteSubject: clase que mantiene y actualiza la
hora actual
class ClockTimer extends Subject {

    //estado del sujeto concreto:
    private int hour;
    private int minute;
    private int second;

    int GetHour() {return hour;}
    int GetMinute() {return minute;};
    int GetSecond() {return second};

    // operación llamada por un timer interno del sistema
    void Tick() {
        // se actualiza el estado interno del timer
        …
        Notify();
    }

    …
}
```

Patrón Observador

Implementación

```
// podría haber sido una clase abstracta
interface Observer {

    //actualiza el estado del observador concreto de acuerdo con el del sujeto
    void Update(Subject s);
}

// Ejemplo de ConcreteObserver: reloj digital que muestra la hora
// eventualmente heredaría de algún componente gráfico de una GUI
class DigitalClock implements Observer {

    DigitalClock(ClockTimer ct) {
       ct.attach(this);
    }

    // muestra el reloj
    private void Draw(int h, int m, int s) {… }

    public void Update(Subject ct) {
       int hour = ((ClockTimer)ct).getHour();
       int minute = ((ClockTimer)ct).getMinute();
       int second = ((ClockTimer)ct).getSecond();
       Draw(hour, minute, second);
    }
    …
}
```

Patrón Observador

Cuándo aplicarlo:

- Cuando un cambio en un objeto requiere cambiar otros, y no sabemos cuántos objetos se necesita cambiar

- Cuando un objeto debería ser capaz de notificar a otros sin hacer suposiciones sobre quiénes son estos otros objetos (no queremos crear acoplamientos)

El patrón observador permite cambiar sujetos y objetos independientemente. Se puede reusar sujetos sin reusar observadores, y viceversa. Permite añadir observadores sin modificar el sujeto ni otros observadores. Permite que sujetos y observadores estén en capas diferentes, pues su acoplamiento es abstracto y mínimo

Bibliografía:

Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software
Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J.
Addison-Wesley 2009

Java Design Patterns
Vaskaran Sarcar
Apress 2016