20
Progettazione OO e pattern

Mirko Viroli
mirko.viroli@unibo.it

C.D.L. Ingegneria e Scienze Informatiche
Alma Mater Studiorum—Università di Bologna, Cesena

a.a. 2022/2023

Outline

Goal della lezione

- Illustrare il ciclo di vita del software
- Illustrare il concetto di Design Pattern
- Discutere i dettagli di vari Pattern
- Ripassare vari concetti del corso

Argomenti

- Progettazione architetturale
- La nozione di Pattern
- La lista di Pattern della GoF
- Dettagli su Pattern già visti
- Dettagli su nuovi Pattern

Outline

Macro-fasi del processo di sviluppo

Analisi

Si definisce in modo preciso il problema da risolvere

- i requisiti del problema, ben "ingegnerizzati"
- il modello del dominio (terminologia, entità e relazioni)

Design

Si definisce la struttura del sistema da sviluppare

- progetto architetturale + progetto di dettaglio
- si descrive la soluzione, ad uno specifico livello di dettaglio

Implementazione/codifica

Si realizza il sistema sulla base del progetto, scegliendo le tecnologie adeguate (efficienti, efficaci) – p.e. il linguaggio di programmazione

Post-codifica: Collaudo, Manutenzione, Deployment

Fasi necessarie, che spesso impiegano più del 70% delle risorse complessive

Micro-fasi in analisi e progettazione

Analisi – interazione col committente

I requisiti raccolti dalle interazioni col committente vengono analizzati e formalizzati, diventando una sorta di "contratto" di come il software deve apparire e funzionare (non di come deve essere internamente realizzato). Si potrebbero aggiungere studi di fattibilità per consentire di comprendere la complessità del problema.

Design architetturale – inizio della progettazione

Progettazione "ad alto livello", in cui si definisce solo la struttura complessiva del sistema in termini dei principali moduli (classi, o meglio interfacce) di cui esso è composto e delle relazioni macroscopiche ("uses", "has-a" o "is-a") fra di essi.

Design di dettaglio – progettazione

Progettazione a "più basso livello", che individua una organizzazione molto vicina alla codifica, ovvero che la vincola in maniera sostanziale. Descrive interfacce, classi astratte e concrete che rappresentano la *soluzione* ai principali problemi identificati in analisi

Sul modello di sviluppo

Quale approccio?

- A cascata: le fasi rigorosamente in ordine temporale
- A spirale: le fasi rigorosamente in ordine ma svolte in più "cicli"
- A fontana: si può tornare temporaneamente nella fase precedente/successiva
- Agile: sviluppo iterativo e incrementale

$\Rightarrow$ non esiste il modello "perfetto"

Note e consigli per piccoli progetti (come quello d'esame)

- Conviene darsi 2-3 obbiettivi intermedi incrementali
- Ogni obbiettivo usi un approccio simile a quello in cascata
- La documentazione finale campioni il sistema finale, simulando un modello a cascata: ciò consente una coerente analisi a posteriore del sistema costruito

Outline

Progettazione architetturale

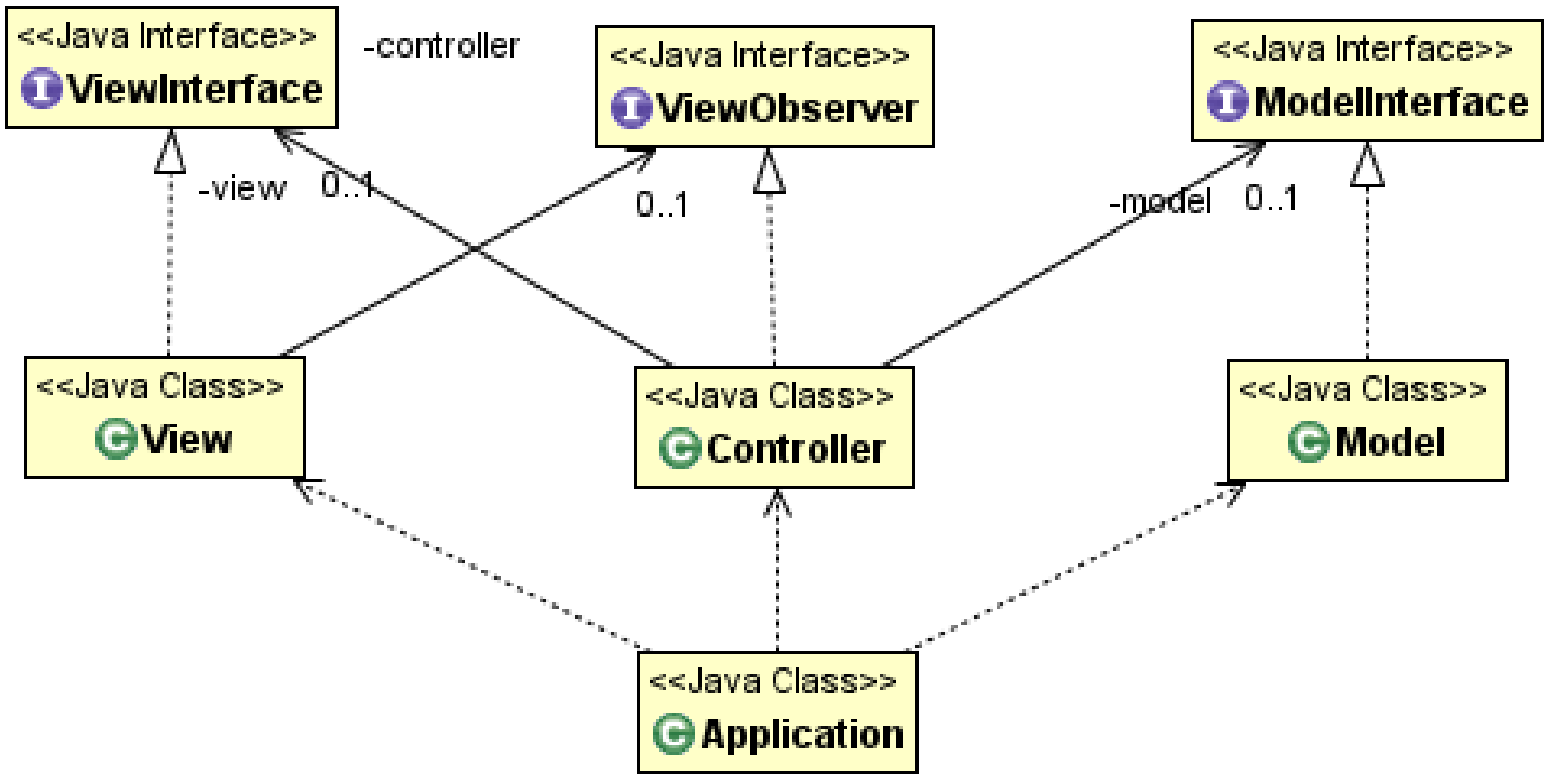
Idee chiave

- Costruire un unico diagramma dei concetti principali (classi/interfacce)
- Idealmente, meglio se fatto di sole interfacce, indicativamente 5-12 in tutto
- Non ci siano classi/interfacce isolate dal resto
- Il sistema va diviso in componenti il più possibile isolati e non dipendenti fra loro
- Una descrizione in prosa indichi il principale ruolo di ogni entità e le relazioni esistenti – questo vale per ogni diagramma UML!
- Meglio se non estratto dal codice, ma scritto "a mano"

Quale "pattern" architetturale?

- MVC è un ottimo punto di partenza
- Non l'unico, ma non ne vedremo altri
- Attenzione a "copiare" architetture/progetti dalla rete!
  - per OOP: meglio partire dal foglio bianco

Il caso di MVC – schema generale (nomi di comodo)



Linee guida per un buon MVC pt.1

Ruoli/responsabilità delle 3 parti

- View: gestire la parte di presentazione e di interazione con l'utente
- Model: gestire i dati e la logica di dominio dell'applicazione
- Control: gestire la "meccanica" dell'applicazione, coordinando View, Model ed eventuali interazioni con altri componenti (SISOP)

Interazioni

- Le interazioni dell'utente in V diventano eventi catturati da C, o metodi `void` chiamati su C
- C osserva / modifica / o interroga M
- Quando necessario C comanda modifiche a V

$\Rightarrow$ non vi sono altre interazioni possibili!

Linee guida per un buon MVC pt.2

Linee guida

- Cambiare la view e la sua tecnologia (Swing, AWT, Console) non deve far toccare M e C
- Il modello gestisce in modo elegante e ben costruito la logica di dominio dell'applicazione
  - In M c'è margine per fare dell'ottima e pulita progettazione OO
  - Qualsiasi comportamento e/o fenomeno possibile è riproducibile da una opportuna sequenza di chiamate di metodo su M fatte da un `main`
  - Di fatto, C sostituisce questo `main`, creando l'applicazione indipendentemente dai dettagli della UI
- Modello e vista espongono interfacce ben progettate (senza dettagli implementativi) attraverso cui C agisce in modo ben disaccoppiato
- Se esistono Thread o accessi al sistema operativo, sono incapsulati in C
- M, V e C potrebbero essere fatti da "sotto-parti" diverse

Outline

Progettazione di dettaglio

Elementi

- Non descrive ogni singola classe/interfaccia del sistema
- Descrive relazioni fra oggetti, quelle ritenute più importanti per capire come il sistema è organizzato
- Quelle che nascondono elementi non banali
- Documentata da più diagrammi UML sempre di 5-10 classi ognuno

Come progettare una buona classe o gruppo di classi?

1. buona conoscenza della programmazione OO e delle linee guida di buona programmazione/progettazione note e discusse
2. utilizzo di cataloghi noti di pattern di progettazione (design pattern)

Design Pattern

I Pattern di progettazione

- Idea: trasmettere esperienze (positive) e ore di lavoro (di identificazione, rifattorizzazione) ad altri per essere usate *tout court*
- Sono elementi riusabili (semplici ed eleganti) di progettazione OO
- Sono stati ottenuti in passato (e tuttora) dall'analisi di soluzioni ricorrenti in progetti diversi
- Alcuni sono particolarmente famosi, come quelli della "Gang of Four" (detti anche Pattern della GoF, o Pattern di Gamma)
  - Testo famosissimo (in C++): "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software" di E.Gamma, R.Helm, R.Johnson,J.Vlissides
  - 23 in tutto. Esempi: Decorator, Singleton, Template Method, Observer
  - (Cit. "SW di grosse dimensioni li usano praticamente tutti")
- Il loro uso migliora molto il codice
  - Ne favorisce la comprensione se li si indicano nella documentazione
  - Rende il codice più flessibile (nascono per questo)
  - Portano più direttamente ad una buona organizzazione

Design Pattern in questa sede

In questa lezione

- Illustreremo il catalogo della GoF
- Verranno approfonditi alcuni Pattern anche con esempi

Nel corso

- Vari Pattern già stati utilizzati (es.: nelle librerie)
- Vanno usati dove opportuno nel progetto d'esame (e nella relazione)
- Possono essere tema dell'esame in laboratorio
- Quelli visti a lezione sono da conoscere tassativamente

Per il vostro futuro

- Noi porremo le basi per uno loro studio in autonomia
- Un ottimo progettista li conosce e usa (ove opportuno) tutti
- Alla magistrale verranno approfonditi

Motivazioni

Rifattorizzazione (refactoring)

- Operazione di modifica del codice che non aggiunge funzionalità
- Ha lo scopo di migliorare programmazione e struttura del SW
- Ha lo scopo di attrezzare il codice a possibili cambiamenti futuri
- Può/deve quindi comportare una riprogettazione di alcune parti

La necessità del refactoring

- Una buona progettazione non la si ottiene al primo "colpo", ma richiede vari refactoring
- Brian Foote identifica tre fasi nello sviluppo di un sistem: prototyping, expansionary, consolidating; nel consolidamento si rifattorizza
- Nell'agile programming, ogni ciclo di sviluppo non parte se non si è rifattorizzato il codice del ciclo precedente (sia in cicli corti che lunghi)

I pattern

- L'esperienza pregressa risulta fondamentale per velocizzare il processo di rifattorizzazione
- I Pattern di progettazione forniscono direttamente "ricette" di buona costruzione o rifattorizzazione del SW

Principi di buona programmazione/progettazione OO

DRY: Don't repeat yourself

Never let two pieces of code be the same or even very similar in your code base

KISS: Keep it simple, stupid

Always favour the simplest solution if adequate, understandability is key!

SRP: Single Responsibility Principle

Each component (class) should have one reason to change

OCP: Open-closed principle

Each component (class) should be closed to change but open to extension

DIP: Dependency-inversion principle

Do not depend on others' implementations, abstract them into interfaces!

Struttura

Un Pattern ha quattro elementi fondamentali

- Un nome. (È un aspetto fondamentale!)
- Un problema che risolve. (La causa che porta al suo uso)
- La soluzione che propone. (Gli elementi del progetto)
- La conseguenza che porta. (Riuso, variabilità, performance,..)

Granularità

- Gruppo ristretto di (1-5) oggetti/classi generali dipendenti fra loro
- Sistemi più specifici o più complessi sono utili, ma non propriamente dei "Pattern"
  - Non singole classi riusabili (liste, hash-table)
  - Non "pattern architetturali" (come MVC)
  - Non framework complessi (gerarchia Swing, Reflection)

Classificazione dei Pattern: categorie

Livello "proposito del Pattern"

- Creazionali: Riguardano la creazione degli oggetti
- Strutturali: Riguardano la composizione di classi/oggetti
- Comportamentali: Riguardano la interazione e distribuzione di responsabilità fra classi/oggetti

Livello "scope"

- Classi: Il Pattern riguarda primariamente le relazioni fra classi (e sottoclassi), e quindi tratta aspetti statici (compile-time)
- Oggetti: Il Pattern riguarda primariamente le relazioni fra oggetti (l'esistenza di riferimenti fra oggetti), e quindi tratta aspetti dinamici (run-time)

I 23 Pattern GoF

Creazionali

- A livello di classe: Factory Method
- A livello di oggetto: Abstract Factory, Builder, Prototype, Singleton

Strutturali

- A livello di classe: Adapter
- A livello di oggetto: Adapter, Bridge, Composite, Decorator, Facade, Proxy

Comportamentali

- A livello di classe: Interpreter, Template Method
- A livello di oggetto: Chain of Responsibility, Command, Iterator, Mediator, Memento, Flyweight, Observer, State, Strategy, Visitor

"Design for change"

Problemi nel cercare di realizzare modifiche ad un sistema..

- Dipendenza dal nome di classe concreta
  - Abstract Factory, Factory Method, Prototype
- Dipendenza da operazioni (metodi) specifici
  - Chain of Responsibility, Command
- Dipendenza dalla interfaccia/implementazione di un oggetto
  - Abstract Factory, Bridge, Memento, Proxy
- Dipendenza da un algoritmo specifico
  - Builder, Iterator, Strategy, Template Method, Visitor
- Dipendenza stretta fra due classi
  - Abstract Factory, Bridge, Chain of Responsibility, Command, Facade, Mediator, Observer
- Estendere funzionalità via subclassing non è pratico
  - Bridge, Chain of Responsibility, Composite, Decorator, Observer, Strategy

Schema di descrizione per ogni pattern

Aderiremo al seguente schema, che è una semplificazione di quello proposto alla GoF

Ingredienti

1. Descrizione in prosa (nome, motivazione, esempi, soluzione)
2. Rappresentazione grafica (diagramma delle classi generale)
3. Esempio (già visto/nuovo)

Pattern già incontrati, alcuni da approfondire

Singleton, Template Method, Strategy, Observer, Iterator, Decorator

Nuovi

Factory Method, Abstract Factory

I pattern nel corso OOP

Esame laboratorio

- Qualche esercizio potrebbe riguardare il loro uso

Esami di progetto

- Identificarne/usarne "pochi" è considerato poco soddisfacente
- Scegliere di usarli non è arbitario, ma è indice di buona progettazione e/o di buona rifattorizzazione
- Gli argomenti: "in questo progetto non servivano" e "non c'è stato tempo" sono pessimi
- Argomento di probabile discussione all'esame

Di conseguenza

- I pattern qui presentati vanno conosciuti
- Gli altri pattern sono facoltativi, e importanti per il vostro futuro

Outline

Proxy: strutturale, su classi

Intento/motivazione

Fornire un surrogato (o placeholder) per un altro oggetto, per contrallarne l'accesso.

Esempi

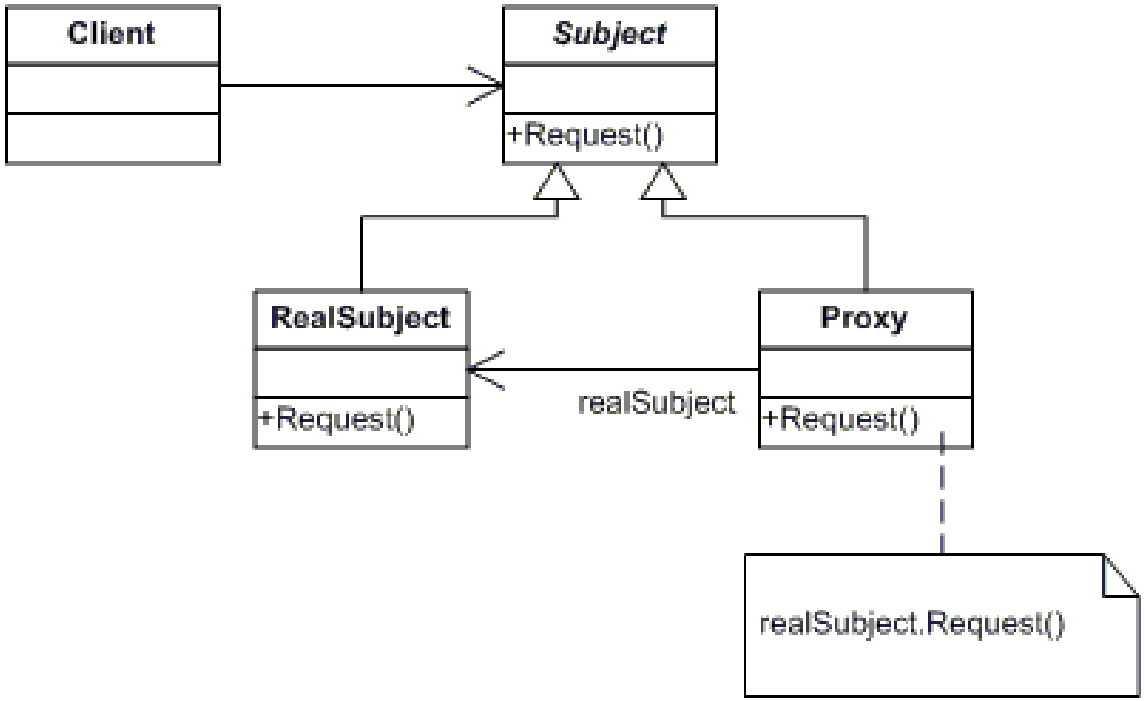
Controllare l'accesso ad un oggetto per:

- ottimizzare il costo della sua inizializzazione/use
- fornire accesso trasparente alla rete
- fornire limitazioni alla sua funzionalità (p.e., solo lettura)

Soluzione

- Si crei un wrapper che delega l'oggetto da controllare, con medesima interfaccia e quindi da usare in modo del tutto trasparente

Proxy: UML


Client
Subject
+Request()
RealSubject
+Request()
Proxy
realSubject
+Request()
realSubject.Request()

Esempio: algoritmi come metodi statici

```java
public class Factorial {

  // Problem: add caching for input -> output, checking input

  public static int factorial(int i) {
    return i==0 ? 1 : i*factorial(i-1);
  }
}
```

```java
public class UseFactorial {

  public static void main(String[] args) {
    int[] vals = new int[] {5,3,7,5,2,3,4,1,0};
    for (int val: vals) {
      int fact = Factorial.factorial(val);
      System.out.println("Fact: " + val + "\t->\t" + fact);
    }
  }

}
```

Soluzione inadeguata (viola SRP + OCP)

La gestione del caching è incastrata insieme a quella degli algoritmi, ed è statica

```
1  public class Factorial {
2
3    private final static Map<Integer, Integer> factCache = new HashMap<>();
4
5    public static int factorial(int i) {
6      if (!factCache.containsKey(i)) {
7        factCache.put(i, factorial2(i));
8      }
9      return factCache.get(i);
10   }
11
12   private static int factorial2(int i) {
13     return i == 0 ? 1 : i * factorial2(i - 1);
14   }
15 }
```

Idea wrapper/proxy, con interfaccia unificante

```java
public interface Factorial {

  int factorial(int i);
}
```

```java
public class FactorialImpl implements Factorial {

  public int factorial(int i) {
    return i == 0 ? 1 : i * factorial(i - 1);
  }
}
```

Gestore del caching

```
1  public class FactorialWithCache implements Factorial {
2
3    private final Factorial base = new FactorialImpl();
4
5    private final Map<Integer,Integer> map = new HashMap<>();
6
7    public int factorial(int i) {
8      return this.map.computeIfAbsent(i, base::factorial);
9    }
10 }
```

Proxy: conseguenze

Effetti benefici

- Separa e incapsula la logica d'accesso
- Non sporca la classe che ralizza la funzionalità base
- Può essere reso trasparente al cliente
- Vari stadi di proxying possono essere usati in cascata e in alternativa

I principi salvaguardati da Proxy

- SRP: una classe responsabile dell'algoritmo, una del caching
- OCP: l'aggiunta del caching è fatta con una nuova classe, non modificando l'algoritmo, e una nuova tecnica di caching è aggiungibile separatmente
- DIP: il client dipende dall'interfaccia, non dalla classe, e questo consente l'uso trasparente del proxy

I metodi statici nella programmazione OOP

Approccio del programmatore che non ha capito la OOP

- svariate classi con campi e metodi statici, in pratica programmando in C

Approccio comunemente usato, ma sconsigliabile

- usati quando il metodo non usa informazioni del receiver

Approccio più pulito, consigliato

- usati solo in classi con algoritmi di utilità, che hanno solo metodi statici

Approccio moderno

- anche le classi di utilità abbiano interfaccia e implementazione

E i campi statici?

- da usare solo per costanti: non abbiano mai side-effect

Metodi statici frequentemente usati nei pattern

- Singleton: sempre meglio evitare di usarlo, è considerato anti-pattern
- Static factory: molto usato nelle librerie, sarebbe meglio usare Factory Method

Singleton: creazionale, su oggetti

Intento/motivazione

Garantire che una classe abbia una unica istanza, accessibile globalmente e facilmente a molteplici classi, senza doversi preoccupare di fornirne il riferimento a chi lo richiede (ad esempio passandolo al costruttore)

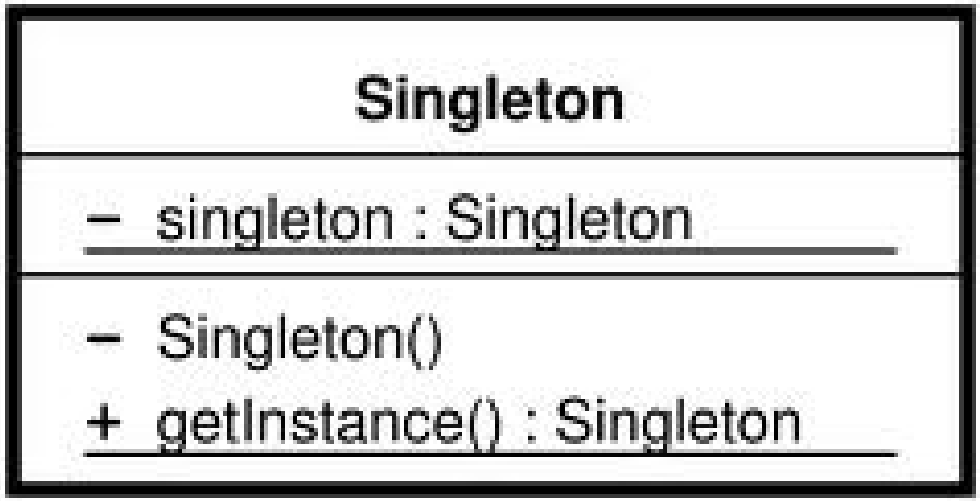
Esempi

- Un unico gestore di stampanti in un sistema
- Un unico gestore del "log"
- `java.lang.Runtime`

Soluzione

- La classe sia responsabile di tenere traccia di tale unica istanza
- La classe impedisca la creazione di altri oggetti
- La classe fornisca l'accesso a tale oggetto staticamente
- Attenzione: singleton accoppia clienti e implementazione

Singleton: UML



Singleton: Il caso di java.lang.Runtime

```java
public class UseRuntime {
  public static void main(String[] s){

    // r punta l'unico oggetto di Runtime
    final Runtime r = Runtime.getRuntime();
    System.out.println(r.availableProcessors());
    System.out.println(r.freeMemory());

    // Accessibile anche senza depositare in r
    System.out.println(Runtime.getRuntime().maxMemory());

    /*
     *  Questa soluzione è migliore rispetto a utility class con
     *  solo metodi statici, specialmente quando l'implementazione
     *  potrebbe fornire istanze di tipo diverso a seconda
     *  del contesto di esecuzione specifico.
     *  Quindi è ok che java.lang.Math sia una utility class
     */
  }
}
```

Singleton: Il caso di una classe Log

```java
public class Log {
  // si potrebbe cambiare assegnando una specializzazione
  private static final Log SINGLETON = new Log();
  // rendo invisibile da fuori il costruttore (o protected)
  private Log(){};
  // torno il singleton
  public static Log getLog(){
    return SINGLETON;
  }
  // da qui seguono i metodi istanza
  // unico metodo di questo singleton
  public void add(String s){
    System.err.println(s);
  }
}
```

```java
public class UseLog {
  public static void main(String[] s){
    Log.getLog().add("Prova 1");
    Log.getLog().add("Prova 2");
  }
}
```

Singleton: conseguenze

Effetti benefici

- C'è un controllo "incapsulato" di chi vi accede
- Evita di dover portare i riferimenti all'oggetto nei campi di tutti le classi che lo usano
- È facile raffinare l'implementazione del singleton (via subclassing)
- Può gestire la creazione by-need (detta anche *lazy*) dell'oggetto
- Più flessibile dei metodi statici (che non hanno overriding)

Critiche

- Il Singleton può essere problematico col multi-threading
- Crea dipendenze nascoste, gli user dipendono dal nome della classe
- Difficile tornare indietro dalla scelta di usare il singleton
- Incapsula due responsabilità distinte (creazione + aspetti interni)
- Rende meno estendibile il codice della classe (è meno "OOP")

$\Rightarrow$ Da usare solo quando: (i) è cruciale che ci sia un solo oggetto di quella classe, e (ii) far arrivare il riferimento all'oggetto a tutte le classi che ne necessitano sarebbe troppo complesso

Singleton con "lazy initialization" (non thread-safe)

```
1  public class LogLazy {
2
3    private static LogLazy SINGLETON = null;
4
5    private LogLazy(){};
6
7    // Creo il SINGLETON alla prima chiamata
8    public static LogLazy getLog(){
9      if (SINGLETON == null){
10       SINGLETON = new LogLazy();
11     }
12     return SINGLETON;
13   }
14   // metodo del singleton
15   public void add(String s){
16     System.err.println(s);
17   }
18 }
```

Singleton con “lazy initialization” e “thread-safe”

```
1  public class LogLazyTS {
2
3      // inner static classes are initialised at first use
4    private static class LazyHolder {
5        private static final LogLazyTS SINGLETON = new LogLazyTS();
6    }
7
8    private LogLazyTS(){};
9
10   // Creo il SINGLETON alla prima chiamata
11   public static LogLazyTS getLog(){
12       return LazyHolder.SINGLETON;
13   }
14   // metodo del singleton
15   public void add(String s){
16     System.err.println(s);
17   }
18 }
```

Template Method: comportamentale, su classi

Intento/motivazione

Definisce lo scheletro (template) di un algoritmo (o comportamento), lasciando l'indicazione di alcuni suoi aspetti alle sottoclassi.

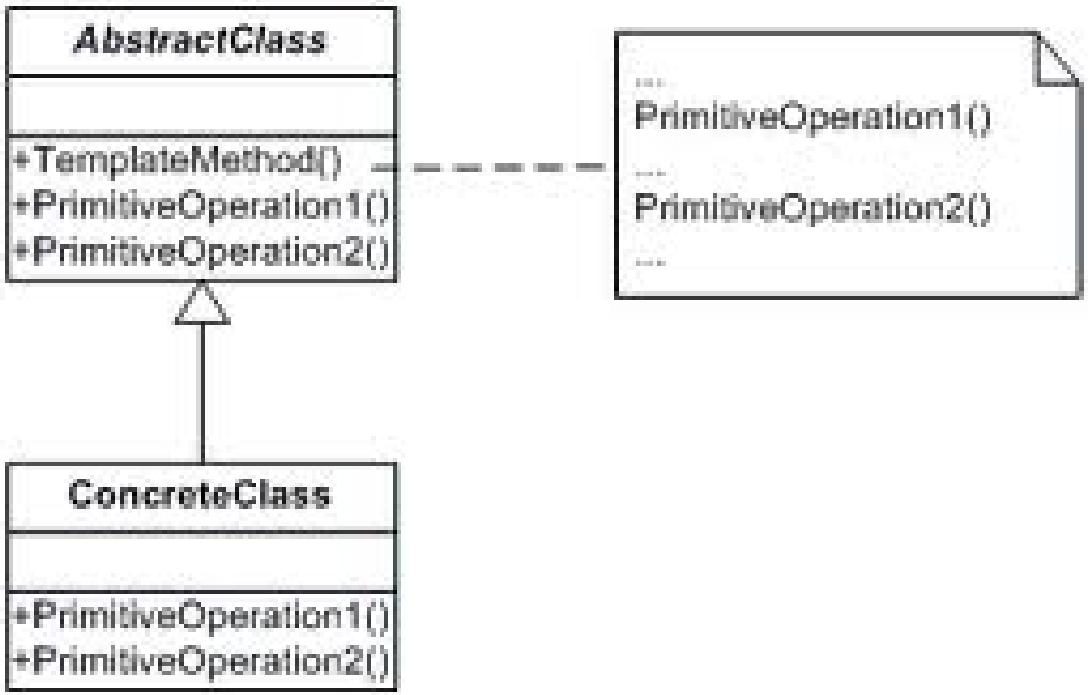
Esempi

- In un input stream (`InputStream`), i vari metodi di lettura sono dei Template Method: dipendono dall'implementazione del solo concetto di lettura di un `int`
- Le interfacce funzionali con metodi di default che chiamano l'astratto

Soluzione

- L'algoritmo è realizzato attraverso un metodo non astratto (il template method) di una classe astratta
- Questo realizza l'algoritmo, chiamando metodi astratti quando servono gli aspetti non noti a priori
- Una sottoclasse fornisce l'implementazione dei metodi astratti

Template Method: UML



Template Method: Una estensione di InputStream

```
1  import java.io.*;
2  import java.util.*;
3
4  public class UseRandomInputStream {
5
6    public static void main(String[] args) throws IOException {
7
8      // Il metodo InputStream.read(byte[]) è un Template Method
9      // Dipende dall'implementazione (non nota) di InputStream.read()
10
11     // Creo una sottoclasse in cui concretizzo read()
12     InputStream input = new InputStream(){ // Uno stream ad-hoc
13       int ct = 0;
14       public int read() throws IOException {
15         return ct++;
16       }
17     };
18
19     // Ora provo InputStream.read(byte[]) e lo trovo concretizzato
20     final byte[] b = new byte[100];
21     input.read(b);
22     System.out.println(Arrays.toString(b));
23     // [0,1,2,3,4,5,6,..]
24   }
25 }
```

Template Method: esempio BankAccount

```
1  public abstract class BankAccount {
2    private int amount;
3
4    public BankAccount(int amount){
5      this.amount = amount;
6    }
7
8    public abstract int operationFee(); // costo bancario operazione
9
10   public int getAmount(){
11     return this.amount;
12   }
13
14   public void withdraw(int n){  // template method
15     this.amount = this.amount - n - this.operationFee();
16   }
17   // main di prova
18   public static void main(String[] args){
19     final BankAccount b = new BankAccount(100){
20       public int operationFee(){ return 1; }
21     };
22     b.withdraw(20);
23     System.out.println(b.getAmount());// 79
24   }
25 }
```

Template Method: esempio con i metodi default

```java
public interface SimpleIterator<X> {

  X getNext();

  // a template method: i.e., it calls abstract getNext()
  default List<X> getListOfNext(int n){
    final List<X> l = new LinkedList<>();
    for (int i = 0; i < n; i++){
      l.add(getNext());
    }
    return l;
  }

}
```

```java
public class UseSimpleIterator {

  public static void main(String[] args){
    final Counter c = new Counter();
    final SimpleIterator<Integer> si =
        () -> {c.inc(); return c.getValue();};

    System.out.println(si.getNext());
    System.out.println(si.getListOfNext(20));
  }

}
```

Strategy: comportamentale, su oggetti

Intento/motivazione

Definisce una famiglia di algoritmi, e li rende interscambiabili, ossia usabili in modo trasparente dai loro clienti

Esempi

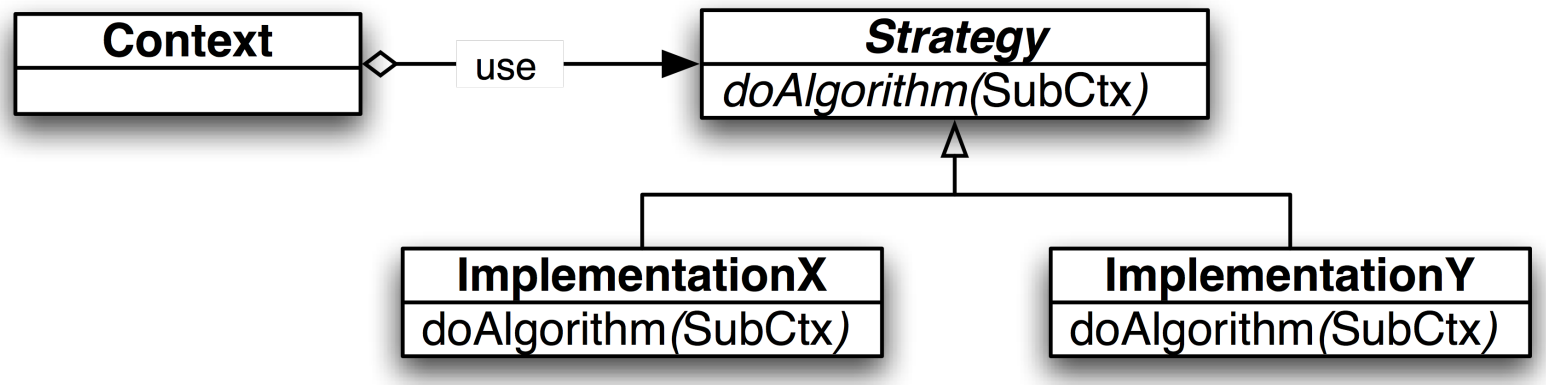
- Strategia di disposizione di componenti in una GUI (`LayoutManager`)
- Strategie di confronto fra due elementi per sorting (`Comparable`)
- Strategie di `map`, `filter`, etc.. negli `Stream`

Soluzione

- Gli algoritmi sono realizzati tramite specializzazioni di una classe/interfaccia base
- Ai clienti passo un oggetto (di una specializzazione) della classe base
- Se la strategia è funzionale si usano facilmente le lambda (e viceversa)

$\Rightarrow$ È probabilmente uno dei pattern più importanti (assieme al Factory Methods)

Strategy: UML



Strategy: Sorting con comparatori

```java
public class UseComparator {

  public static void main(String[] args){
    final List<Integer> list = Arrays.asList(200,31,142,65,35);
    System.out.println(list);
    // Creo tre strategie di comparazione diverse
    final Comparator<Integer> c1 = new Comparator<Integer>(){
      public int compare(Integer o1, Integer o2) {
        return o1 - o2;
      }
    };
    final Comparator<Integer> c2 = new Comparator<Integer>(){
      public int compare(Integer o1, Integer o2) {
        return o2 - o1;
      }
    };
    final Comparator<Integer> c3 = (o1,o2) -> o1%10 - o2%10;
    // Uso le tre strategie
    Collections.sort(list,c1);
    System.out.println("cres: "+list);
    Collections.sort(list,c2);
    System.out.println("decr: "+list);
    Collections.sort(list,c3);
    System.out.println("unità: "+list);
  }
}
```

Strategy: Caso del BankAccount

```java
@FunctionalInterface
public interface BankOperationFees {

  int fee(int operationAmount);
}
```

```java
public class StandardBankOperationFees implements BankOperationFees {

  public int fee(int operationAmount){
    return operationAmount < 1000 ? 1 : 2;
  }
}
```

Strategy: Caso del BankAccount

```java
public class BankAccount {

  private final BankOperationFees fees;
  private int amount;

  public BankAccount(BankOperationFees fees, int amount) {
    this.fees = fees;
    this.amount = amount;
  }

  public int getAmount() {
    return this.amount;
  }

  public void withdraw(int n) {
    this.amount = this.amount - n - this.fees.fee(n);
  }

  // main di prova
  public static void main(String[] args) {
    final BankOperationFees f = new StandardBankOperationFees();
    final BankAccount b = new BankAccount(f, 100);
    //final BankAccount b = new BankAccount(f, a -> a < 1000 ? 1 : 2);
    b.withdraw(20);
    System.out.println(b.getAmount());// 79
  }
}
```

Strategy vs Template Method

In comune

- Entrambi li si ottengono dall'esigenza di scorporare da una classe la gestione di una strategia o specializzazione
- Entrambi richiedono un behaviour aggiuntivo da realizzare

Differenze

- Strategy è più flessibile, perché gli oggetti che rappresentano la specializzazione sono liberi dal dover estendere una certa classe, e quindi sono più facilmente riusabili (p.e. un `Comparator` è usabile con collection diverse)
- Template Method si integra con il subtyping, e quindi va usato quando a strategie specializzate devono corrispondere classi specializzate

Altre note

- Negli `InputStream` le limitazioni del Template Method sono mitigate dal Decorator
- Con le lambda, l'approccio a Strategy diventa più naturale
- Valutare di usare il Template Method insieme a Strategy, ossia per definire gerarchie di strategie

Decorator: strutturale, su oggetti

Intento/motivazione

Aggiunge ad un oggetto ulteriori responsabilità, dinamicamente, e in modo più flessibile (e componibile) rispetto all'ereditarietà.

Esempi

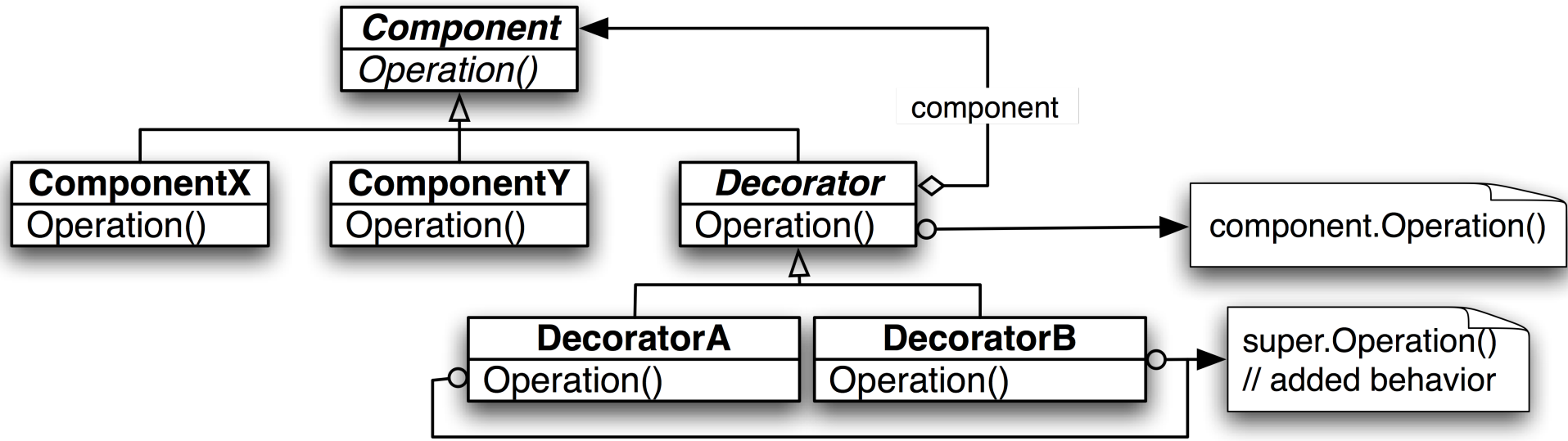
- Aggiungere (in modo componibile) la gestione "buffered" ad uno stream
- Aggiungere una barra di scorrimento ad un pannello
- Ottenere uno stream ordered da uno unordered

Soluzione

- La classe base viene estesa con una nuova classe che è anche wrapper di un oggetto della classe base
- Uno o più metodi potrebbero delegare semplicemente all'oggetto wrappato, altri modificare opportunamente, altri essere aggiuntivi

$\Rightarrow$ può essere visto come variante dello strategy (in cui la strategia è la realizzazione base del comportamento), e potrebbe includere dei template method

Decorator: UML



Esempio di problema

Data la seguente interfaccia `Pizza`..

```
1 public interface Pizza {
2
3   int getCost(); // prezzo in centesimi di euro
4
5   String getIngredients(); // lista di ingredienti a menù
6
7 }
```

Realizzare le seguenti astrazioni

- Margherita (6.50 euro, ingredienti: pomodoro + mozzarella)
- Aggiunta Salsiccia (1.50 euro), anche doppia o tripla eccetera
- Aggiunta Funghi (1 euro), anche doppia o tripla eccetera
- Pizza senza glutine (+10% costo)

Forniamo la soluzione col decoratore (tipica del concetto di "ingrediente")

- Class concreta `Margherita`
- Decoratore astratto `IngredientDecorator`
- Specializzazioni `Salsiccia`, `Funghi` e `GlutenFree`

Funzionalità di testing

```
1  public class Test {
2
3    // Completare l'assegnamento di p1,p2,p3,p4 opportunamente
4    @org.junit.Test
5    public void test(){
6      Pizza p1 = null; // funghi + salsiccia su base margherita
7      Pizza p2 = null; // margherita
8      Pizza p3 = null; // doppia salsiccia su base margherita
9      Pizza p4 = null; // come p3 ma stesa
10     // stampe di comodo
11     System.out.println(p1.getCost()+" "+p1.getIngredients());
12     System.out.println(p2.getCost()+" "+p2.getIngredients());
13     System.out.println(p3.getCost()+" "+p3.getIngredients());
14     System.out.println(p4.getCost()+" "+p4.getIngredients());
15     // test correttezza di costi e stringhe
16     assertEquals(p1.getCost(),900); // 6.50 + 1.00 + 1.50
17     assertEquals(p2.getCost(),650);
18     assertEquals(p3.getCost(),950); // 6.50 + 1.50 + 1.50
19     assertEquals(p4.getCost(),1045);// (6.50 + 1.50 + 1.50) + 10%
20     assertEquals(p1.getIngredients(),"Pomodoro, Mozzarella, Salsiccia,
       AbstractIngredient");
21     assertEquals(p2.getIngredients(),"Pomodoro, Mozzarella");
22     assertEquals(p3.getIngredients(),"Pomodoro, Mozzarella, Salsiccia,
       Salsiccia");
23     assertEquals(p4.getIngredients(),"[GF] Pomodoro, Mozzarella, Salsiccia,
       Salsiccia");
24
25   }
```

Classe Margherita

```java
/*
 * This is the basic Pizza of all
 */


public class Margherita implements Pizza {

  public int getCost(){
    return 650;
  }

  public String getIngredients(){
    return "Pomodoro, Mozzarella";
  }

}
```

Classe IngredientDecorator

```
1  public abstract class IngredientDecorator implements Pizza {
2
3    protected final Pizza decorated;
4
5    protected IngredientDecorator(Pizza decorated){
6      this.decorated = decorated;
7    }
8
9    public int getCost(){
10     return this.decorated.getCost();
11   }
12
13   public String getIngredients(){
14     return this.decorated.getIngredients();
15   }
16
17 }
```

Classi per gli ingredienti..

```java
public class Salsiccia extends BasicIngredient {

  public Salsiccia(Pizza p){
    super("Salsiccia",150,p);
  }
}
```

```java
public class Funghi extends BasicIngredient {

  public Funghi(Pizza p){
    super("AbstractIngredient",100,p);
  }
}
```

```java
public class GlutFree extends IngredientDecorator {

  public GlutFree(Pizza p){
    super(p);
  }

  public int getCost(){
    return (int)(super.getCost() * 1.1);
  }

  public String getIngredients(){
    return "[GF] "+super.getIngredients();
  }
```

Iterator: strutturale, su oggetti

Intento/motivazione

Fornisce un modo per accedere agli elementi di un aggregato, sequenzialmente, senza esporne la rappresentazione interna.

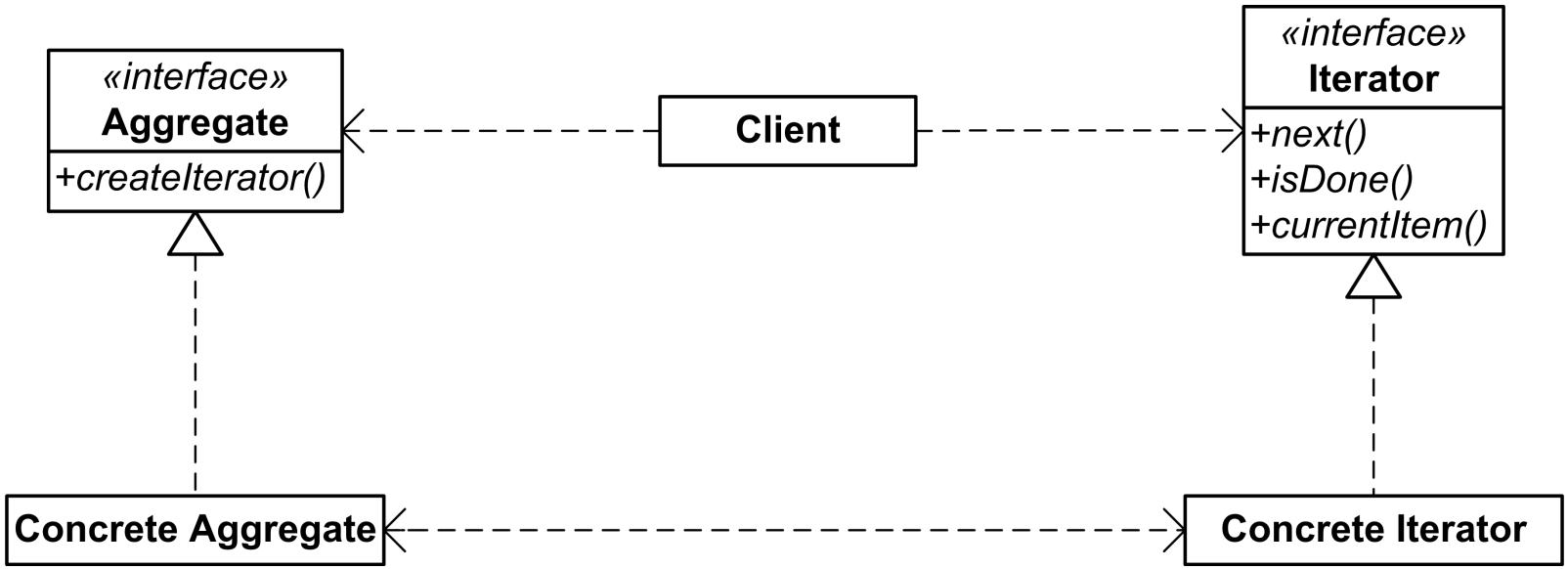
Esempi

- Gli iteratori delle collezioni di Java
- Un iteratore sui componenti di una GUI
- Variante `Spliterator` negli `stream`, e `ListIterator`

Soluzione

- La classe iterabile (collezione, stream) di partenza fornisce un metodo per creare un iteratore
- L'iteratore ha metodi per accedere sequenzialmente agli elementi dell'iterabile
- (Con multiple specializzazioni, se ne nascondono i dettagli interni)

Iterator: UML



Observer: comportamentale, su oggetti

Intento/motivazione

Definisce una dipendenza dinamica uno-molti: quando uno cambia, molti vengono notificati/aggiornati

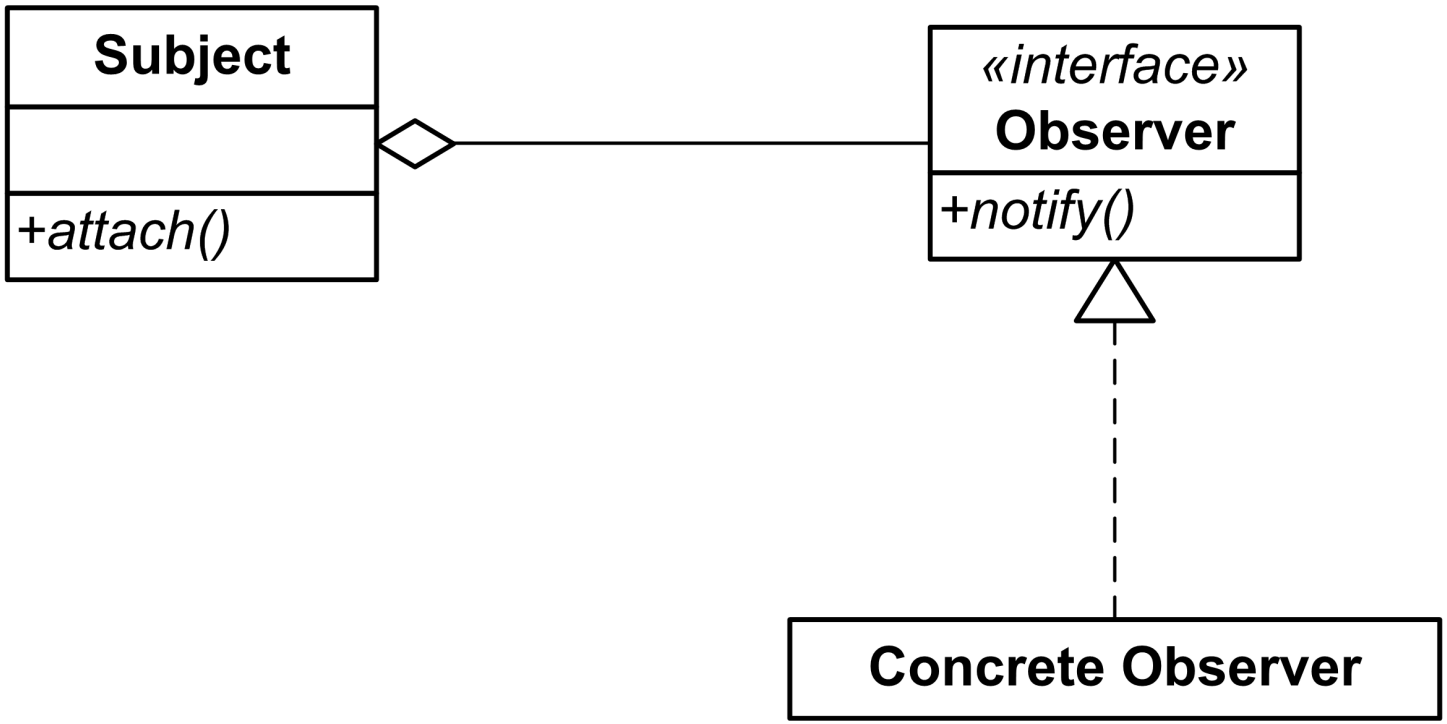
Esempi

- Un componente grafico potrebbe avere agganciati vari osservatori
- Qualunque dispositivo del S.O. potrebbe essere agganciato a vari osservatori

Soluzione

- Un *subject* ha un metodo per collegargli un nuovo ascoltatore
- Quando una determinata condizione vale nel *subject*, in tutti gli ascoltatori viene chiamato un certo metodo (`notify` o `update`)
- Molto usato nei sistemi embedded, in OOP spesso solo per le GUI

Observer: UML



Observer: Classi generiche per osservazioni

```java
import java.util.*;

public class ESource<T> {

  private final Set<EObserver<? super T>> set = new HashSet<>();

  public void addEObserver(EObserver<? super T> obs){
    this.set.add(obs);
  }

  public void notifyEObservers(T arg){
    for (final EObserver<? super T> obs : this.set){
      obs.update(this, arg);
    }
  }

}
```

```java
public interface EObserver<T> {

  public void update(ESource<? extends T> s, T arg);

}
```

Observer: Una collezione emettitrice di eventi

```
1  import java.util.*;
2
3  public class SetWithEvents<T> extends ESource<Integer>{
4
5    // Incapsula un Set
6    private final Set<T> set = new HashSet<>();
7
8    // Ad ogni aggiunta notifica la nuova dimensione
9    public void add(T t){
10     this.set.add(t);
11     this.notifyEObservers(set.size());
12   }
13
14   public Set<T> getCopy(){
15     return Collections.unmodifiableSet(this.set);
16   }
17 }
```

Observer: Uso della collezione

```
1  import javax.swing.*;
2
3  public class UseSetWithEvents{
4
5    public static void main(String[] args){
6      final SetWithEvents<String> set = new SetWithEvents<>();
7      set.addEObserver((s,arg)->System.out.println("Nuova dim. elenco: "+arg))
       ;
8      // Aggangio un osservatore che stampa a video
9      set.addEObserver((s,arg)-> {
10       if (arg > 4){
11         SwingUtilities.invokeLater(
12           ()->JOptionPane.showMessageDialog(null, "Dim. critica"));
13       }
14     });
15     // Aggangio un osservatore che mostra un OptionPane se > 4
16     set.add("1");
17     set.add("2");
18     set.add("3");
19     set.add("4");
20     set.add("5");
21     set.add("6");
22     System.out.println(set.getCopy());
23   }
24 }
```

Adapter: strutturale, su classi/oggetti

Intento/motivazione

Consente ad una classe di adattarsi all'interfaccia (diversa) richiesta da un cliente

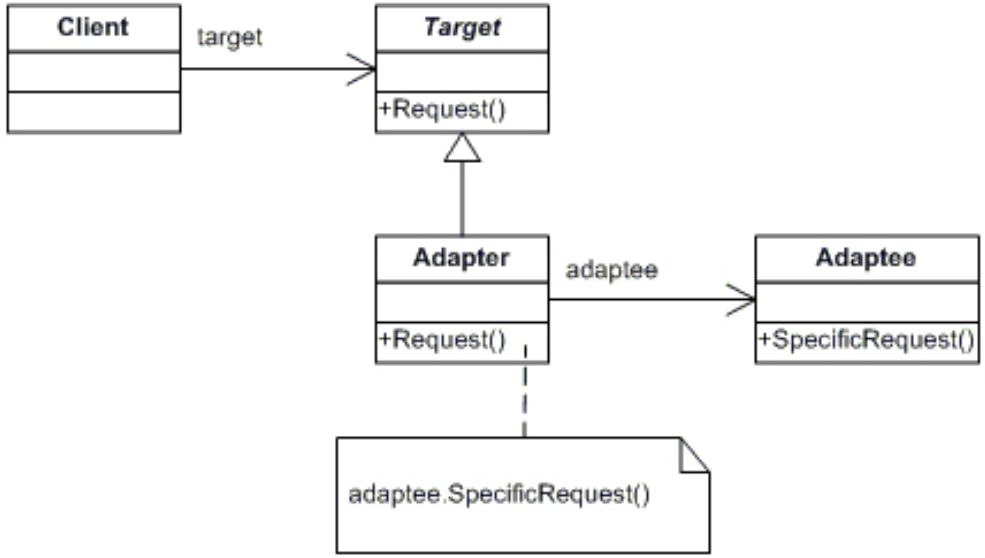
Esempi

- Il metodo `Arrays.asList` (adatta un array ad una lista)
- La classe `InputStreamReader` (adatta un `InputStream` ad un `Reader`)

Soluzione

- Si crea una nuova classe (adapter) che implementa l'interfaccia richiesta e wrappa l'oggetto di partenza (adaptee)
- L'adapter redirige opportunamente le chiamata all'adaptee (o via inheritance o via delegazione)

Adapter: UML



Varianti

- In Java addirittura l'`Adapter` può essere una inner class (istanza) per `Adaptee`
  - E' considerato uno degli utilizzi più rilevanti per le inner class (istanza)
  - Consente un incapsulamento ottimale dell'`Adapter`
- `Adapter` potrebbe estendere l'`Adaptee` invece che averne un riferimento

Esempio: handler d'eventi locale in una GUI

```
1  public class GUI extends JFrame{
2
3    private static final long serialVersionUID = 2298666777798069846L;
4
5    public GUI(){
6      this.setSize(320,200);
7      final JButton jb = new JButton("Action!");
8      this.getContentPane().setLayout(new FlowLayout());
9      this.getContentPane().add(jb);
10     jb.addActionListener(new HandlerAdapter());
11     this.setVisible(true);
12   }
13
14   // metodo in GUI da adattare a ActionListener
15   private void handlingButtonAction(){
16     System.exit(0);
17   }
18
19   private class HandlerAdapter implements ActionListener{
20     @Override
21     public void actionPerformed(ActionEvent e) {
22       GUI.this.handlingButtonAction();
23     }
24   }
25
26   public static void main(String[] args){
27     new GUI();
28   }
```

Outline

Pattern creazionali

Pattern creazionali

- Singleton, Factory Method, Abstract Factory, Builder, Prototype

Motivazioni generali

- Costruire correttamente oggetti o famiglie di oggetti è una responsabilità non sempre banale, e pertanto può essere meglio scorporarla dalle classi stesse
- La costruzione di un oggetto è tipicamente fuori dalla sua interfaccia d'uso, e questo quindi non consente un buon disaccoppiamento e riuso

Una nota

- Sebbene esista una differenza tecnica chiara fra questi, è possibile ottenere soluzioni ibride: anche in rete/letteratura non c'è assoluta coerenza nella loro interpretazione

Factories (ossia "fabbriche" di oggetti)

Static Factory

- Una classe ha un metodo statico per generare istanze di sue (o altre) specializzazioni
- Es.: l'interfaccia `Stream`, il Singleton è un caso particolare..

Simple Factory

- Come Static Factory, ma il metodo è non statico e in una classe separata (factory)

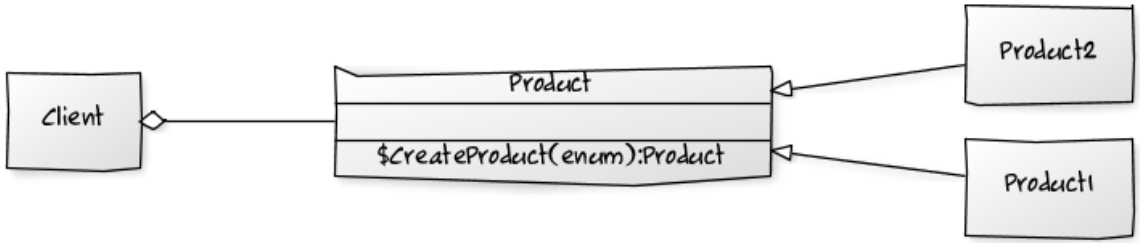
Factory Method

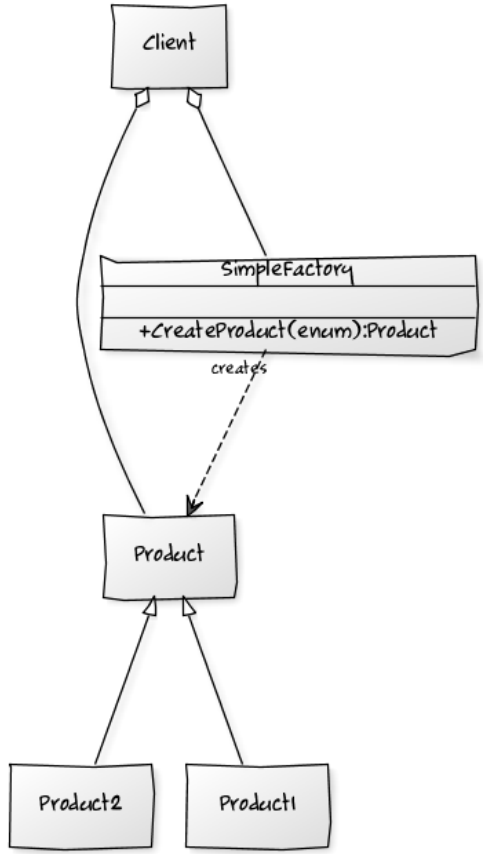
- Come Simple Factory, ma la costruzione avviene in sottoclassi della factory, che è un interfaccia

Abstract Factory

- Come Factory Method, ma consente di costruire più oggetti tra loro correlati

Static e Simple Factory

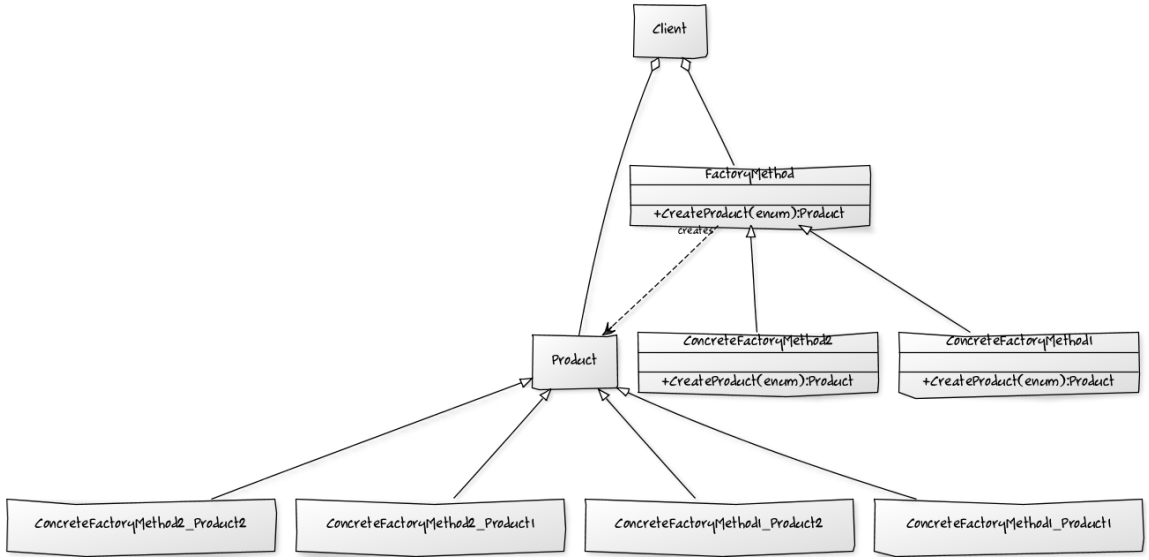


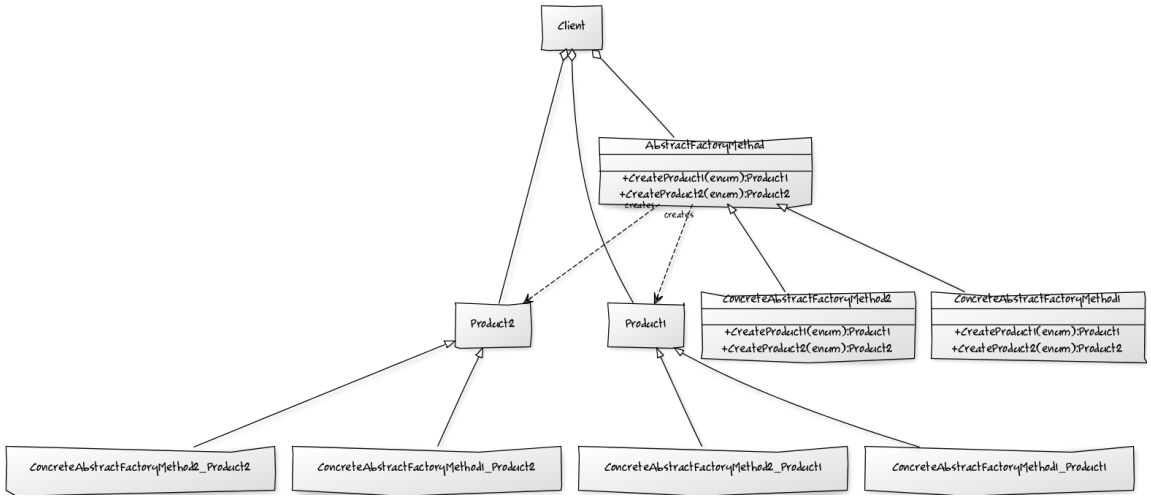


Static Factory: Esempio Persona

```java
public class Persona {

  private String nome;
  private String cognome;

  private Persona(){}

  public static Persona createPersona(String nome,String cognome){
    final Persona p = new Persona(); // in futuro: new SpecificPersona()..
    p.nome = nome;
    p.cognome = cognome;
    return p;
  }


  public static void main(String[] args) {
    final Persona p = Persona.createPersona("mario", "rossi");

  }

}
```

Factory Method e Abstract Factory





Factory Method: creazionale, su oggetti

Intento/motivazione

Definisce una interfaccia per creare oggetti, lasciando alle sottoclassi il compito di decidere quale classe istanziare e come

Esempi

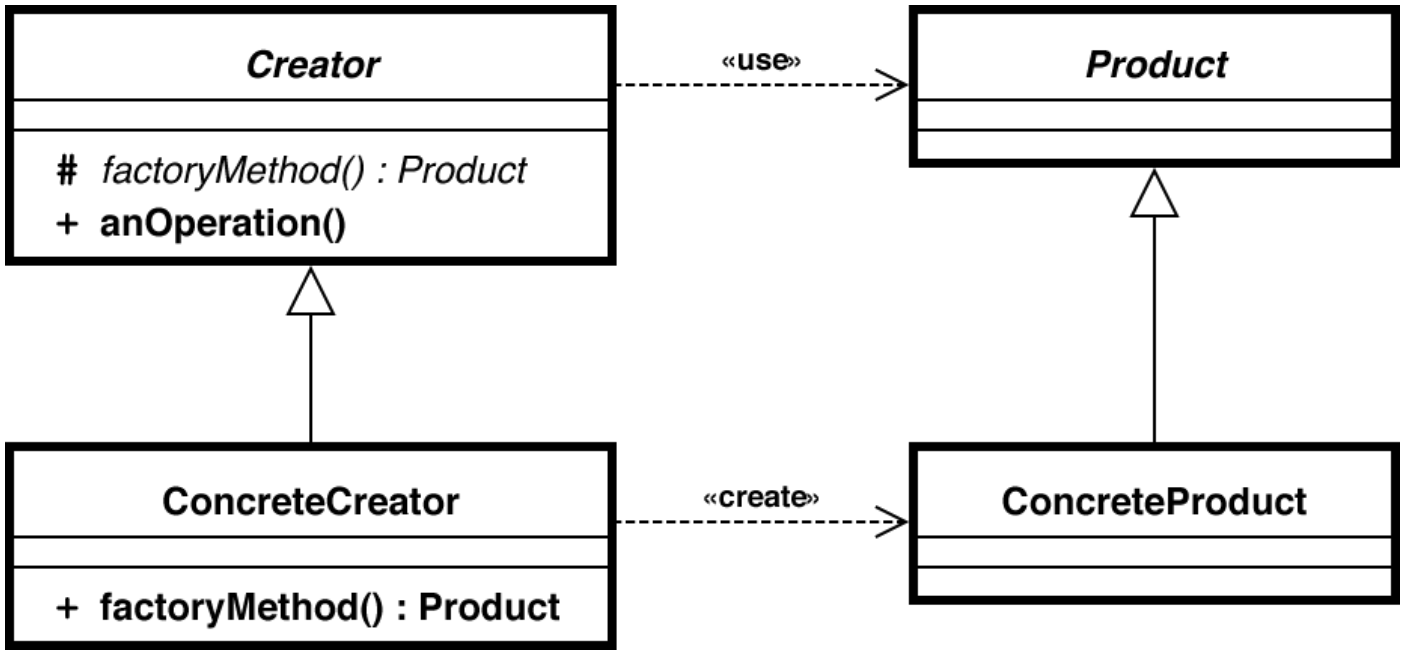
- Un framework deve creare oggetti, ma sue specializzazioni devono crearne versioni specializzate

Soluzione

- Una interfaccia creatrice fornisce il metodo factory col compito di creare e ritornare l'oggetto
- Tale interfaccia viene poi specializzata, e incapsula la logica di creazione dell'oggetto

$\Rightarrow$ ..spesso frainteso con static o simple factory

Factory Method: UML



Factory Method: Esempio Persona e FactoryPersona

```java
import java.util.Optional;

public interface Person {

    String getName();

    String getSurname();

    Optional<String> getCity();

    int getYear();

}
```

```java
public interface PersonFactory {

    Person createBasic(String name, String surname);

    Person createAdvanced(String name, String surname, String city);

}
```

Abstract Factory: creazionale, su oggetti

Intento/motivazione

Definisce una interfaccia per creare famiglie di oggetti tra loro correlati o dipendenti, lasciando alle sottoclassi il compito di decidere quali classe istanziare e come

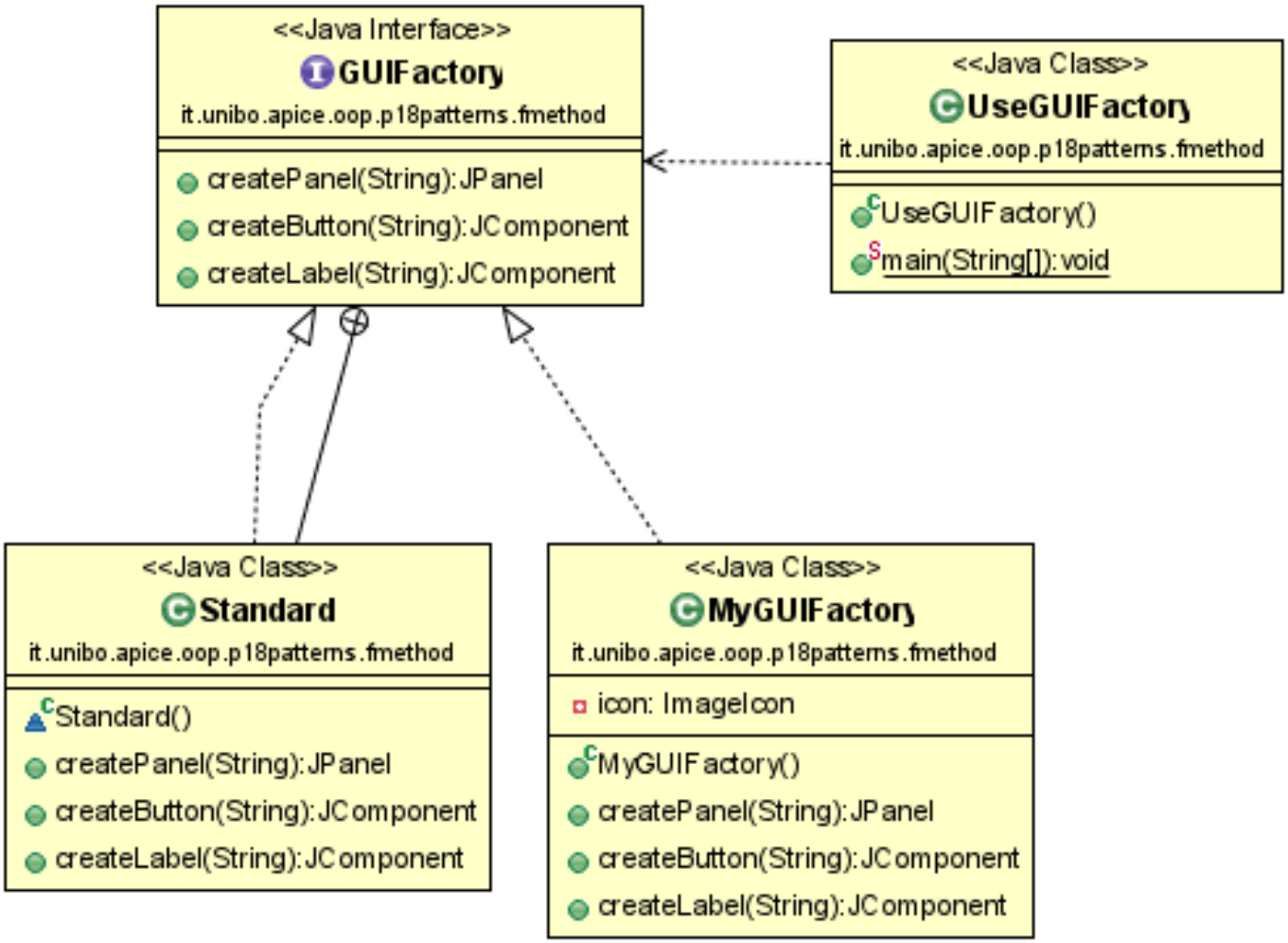
Esempi

- Un framework deve creare una famiglia di oggetti, ma sue specializzazioni devono crearne versioni specializzate

Soluzione

- Una interfaccia creatrice fornisce i metodi factory col compito di creare e ritornare gli oggetti
- Tale interfaccia viene poi specializzata, e incapsula la logica di creazione degli oggetti

Abstract Factory: An example



Abstract Factory: Esempio GUIFactory

```
1  import javax.swing.*;
2
3  public interface GUIFactory {
4    // 3 factory methods
5    JPanel createPanel(String text);
6
7    JComponent createButton(String text);
8
9    JComponent createLabel(String text);
10 }
```

Abstract Factory: Specializzazione MyGUIFactory

```
1  import javax.swing.*;
2
3  public class MyGUIFactory implements GUIFactory{
4
5    private static final Font MY_FONT = new Font("Garuda",Font.BOLD,12);
6    private static final Color MY_COLOR = new Color(255,255,0);
7
8    @Override
9    public JPanel createPanel(String text) {
10     final JPanel p = new JPanel();
11     p.setBorder(new javax.swing.border.TitledBorder(text));
12     return p;
13   }
14
15   @Override
16   public JComponent createButton(String text) {;
17       final JButton b = new JButton(text);
18       b.setFont(MY_FONT);
19       b.setBackground (MY_COLOR);
20       return b;
21   }
22
23   @Override
24   public JComponent createLabel(String text) {
25     final JLabel j = new JLabel(text);
26     j.setFont(MY_FONT);
27     return j;
28   }
```

Abstract Factory: Uso di GUIFactory

```
1  import java.util.*;
2
3  public class UseGUIFactory {
4
5    public static void main(String[] args) {
6
7      //System.out.println(Arrays.toString(GraphicsEnvironment.
       getLocalGraphicsEnvironment().getAllFonts()));
8      //final GUIFactory factory = new MyGUIFactory();
9      final GUIFactory factory = new Standard();
10
11     final JFrame frame = new JFrame("Testing GUIFactory");
12     frame.setSize(640,480);
13     frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
14
15     final JPanel panel = factory.createPanel("main");
16     panel.add(factory.createLabel("Label.."));
17     panel.add(factory.createButton("Button.."));
18     frame.getContentPane().add(panel);
19     frame.setVisible(true);
20   }
21
22 }
```

Variante dell'interfaccia con defaults

```
1  public interface GUIFactory {
2
3    // 3 factory methods, in questo caso con implementazione di default
4    default JPanel createPanel(String text){
5      return new JPanel();
6    }
7    default JComponent createButton(String text){
8      return new JButton(text);
9    }
10   default JComponent createLabel(String text){
11     return new JLabel(text);
12   }
13
14   // Torna una implementazione di default
15   public static GUIFactory createStandard(){
16     return new GUIFactory(){};
17   }
18
19 }
```

Builder: creazionale, su oggetti

Intento/motivazione

Definisce una strategia separata per la creazione step-by-step di un oggetto

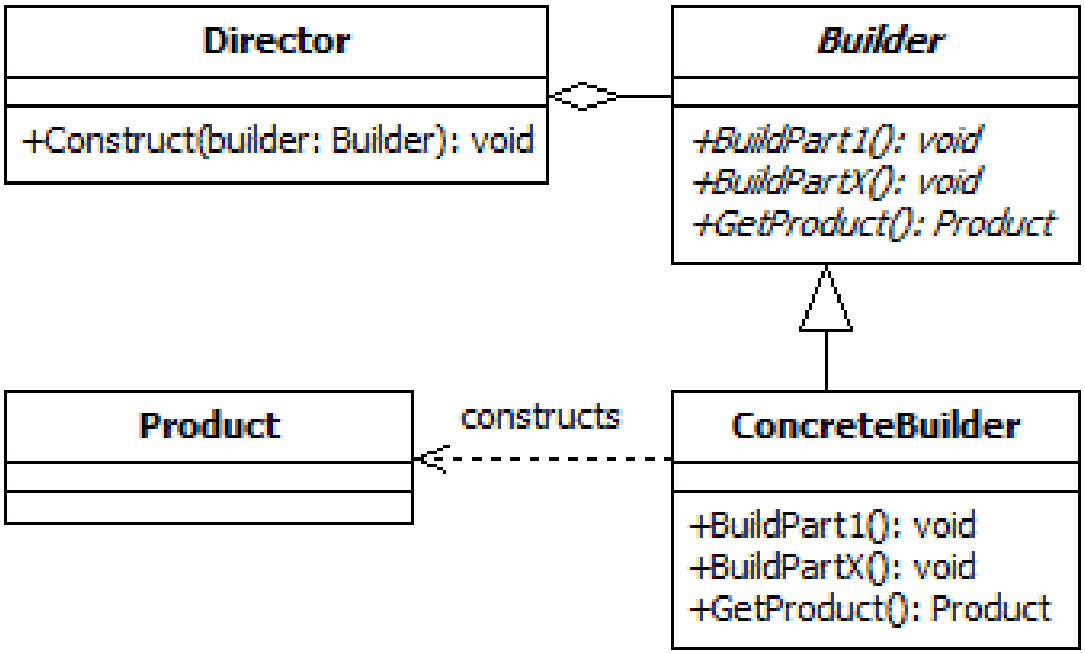
Esempi

- `Stream.Builder`, `StringBuilder`, `StringBuffer`
- Una pipeline per gli stream assomiglia ad un builder per un iteratore

Soluzione

- Una classe separata ha i metodi per settare le varie proprietà dell'oggetto da costruire, e quando tutto è pronto si chiama un metodo di building
- Spesso è comodo usare una interfaccia "fluent", ossia dove i setter tornano `this`
- Comodo per evitare le proliferazione di costruttori in una classe
- Comodo per costruire oggetti immutabili complessi
- Dove possibile/utile, lasciare i pochi parametri obbligatori nel costruttore del builder

Builder: UML


Director
+Construct(builder: Builder): void
Builder
+BuildPart1(): void
+BuildPartX(): void
+GetProduct(): Product
Product
constructs
ConcreteBuilder
+BuildPart1(): void
+BuildPartX(): void
+GetProduct(): Product

Esempio: StringBuilder

```java
/*
 * StringBuilder is an optimised builder of (immutable) strings
 * StringBuffer is to be used if thread safety is needed
 */

public class UseStringBuilder {

    public static void main(String[] args) {

        List<Integer> l = Arrays.asList(10,20,30,40,50,60);
        String s = "[";
        for (int i: l){
            s = s + i + ";";
        }
        s = s + "]";
        System.out.println(s);


        final StringBuilder sb = new StringBuilder();
        sb.append("Costruzione di stringa :");
        sb.append(10);
        sb.append(20);
        sb.append(30);
        sb.append(40);
        sb.append(50);
        String s2 = sb.toString();
        System.out.println(s2);
    }
```

Esempio: un builder per persone (1/2)

```
1  import java.util.Optional;
2
3  public class Person {
4
5      final private String name;
6      final private String surname;
7      final private Optional<String> city;
8      final private int year;
9
10     private Person(String name, String surname, Optional<String> city, int year) {
11         super();
12         this.name = name;
13         this.surname = surname;
14         this.city = city;
15         this.year = year;
16     }
17
18
```

Esempio: un builder per persone (2/2)

```
1   public static class Builder{
2
3       private String name;
4       private String surname;
5       private Optional<String> city = Optional.empty();
6       private Optional<Integer> year = Optional.empty();
7
8       public Builder(String name, String surname){
9           this.name = name;
10          this.surname = surname;
11      }
12
13      public Builder city(String s){
14          this.city = Optional.ofNullable(s);
15          return this;
16      }
17
18      public Builder year(int i){
19          this.year = Optional.of(i).filter(k->k>=1900 || k<=2015);
20          return this;
21      }
22
23      public Person build() throws IllegalStateException{
24          if (this.name == null || this.surname == null || !this.year.isPresent()){
25              throw new IllegalStateException("");
26          }
27          return new Person(this.name,this.surname,this.city,this.year.get());
28      }
29
30
31  }
32
```

Esempio: UsePersonBuilder

```java
/*
 * Builder implementato come member class e stile "fluent"
 */

public class UsePersonBuilder {

    public static void main(String[] args) {

        final Person p = new Person.Builder("Mirko", "Viroli")
                                   .city("Cesena")
                                   .year(1973)
                                   .build();

        // Creazione errata, intercettata dalla logica del Builder
        final Person p2 = new Person.Builder("Gino","Bianchi")
                                    //.year(2016)
                                    .build();

    }
}
```

Altri pattern

Riferimenti

- Composite: meccanismo di composizione ad albero di componenti
- Memento: per consentire forme di Undo/Redo di modifiche
- Lightweight: per gestire un pool di oggetti per ottimizzare performance
- Visitor: per incapsulare la logica di visita di un albero
- Command: per rappresentare in un argomento il tipo di comando da eseguire