

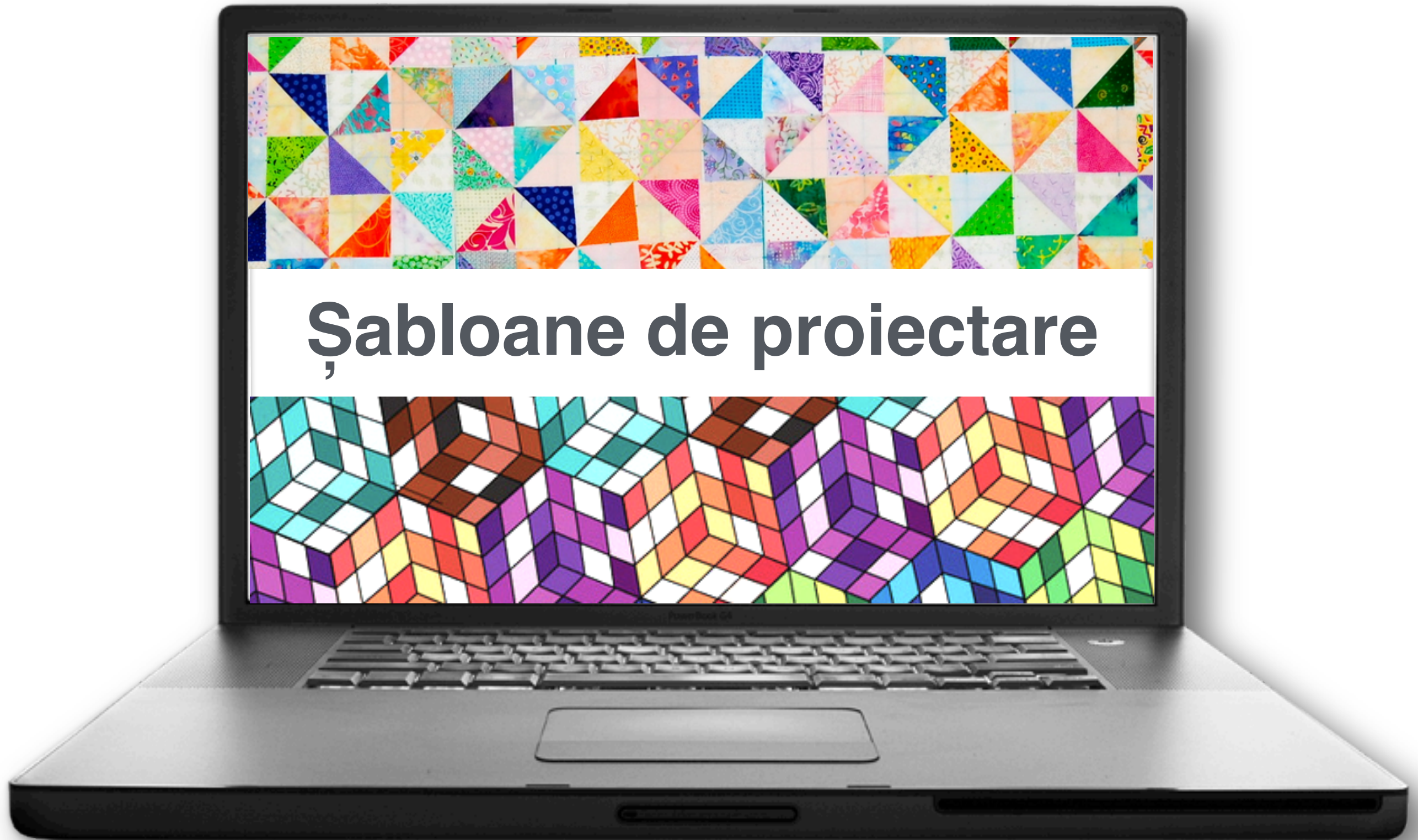


UNIVERSITATEA
DIN BUCUREȘTI

Metode de dezvoltare software

Șabloane de proiectare

30.04.2024



Prezentare bazată pe materiale de Matthias Keil - Univ. of Freiburg și altele

Probleme și soluții... în practică



Șabloane de proiectare - design patterns

- șabloane de proiectare = **soluții** generale reutilizabile la **probleme** care apar frecvent în proiectare (orientată pe obiecte)
- engl. “**design patterns**”

Șabloane de proiectare

- originare în **ingineria construcțiilor și arhitectură**
 - Christopher Alexander, arhitect
 - *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction* (1977)
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Pattern_language
- un **șablon** este **suficient de general** pentru a fi aplicat în mai multe situații, dar **suficient de concret** pentru a fi util în luarea deciziilor

Șabloane software

În ingineria software:

- un **șablon** este o soluție la o problemă într-un context, unde:
 - **contextul**: situațiile recurente în care se aplică șablonul
 - **problema**: scopurile și constrângerile
 - **soluția**: regula de proiectare

Avantaje și dezavantaje

Șabloanele sunt **folositoare** în următoarele feluri:

- ca mod de a învăța practici bune
- aplicarea consistentă a unor principii generale de proiectare
- ca vocabular de calitate de nivel înalt (pentru comunicare)
- ca autoritate la care se poate face apel
- în cazul în care o echipă sau companie adoptă propriile șabloane: un mod de a explicita cum se fac lucrurile acolo

Însă trebuie **folosite cu grijă** deoarece:

- sunt folositoare **doar dacă** există într-adevăr problema pe care ele o rezolvă
- pot crește complexitatea și scădea performanța

Diverse categorii de șabloane

Există diverse tipuri de șabloane software:

■ șabloane arhitecturale

- la nivelul arhitecturii (d.ex. MVC, publish-subscribe, etc.)
- http://en.wikipedia.org/wiki/Architectural_pattern

■ șabloane de proiectare

- la nivelul **claselor**/modulelor
- http://en.wikipedia.org/wiki/Software_design_pattern



în restul cursului

■ idiomuri

- la nivelul limbajului
- http://en.wikipedia.org/wiki/Programming_idiom

Câteva principii de bază

- programare folosind multe interfețe:
 - interfețe și clase abstracte pe lângă clasele concrete
 - framework-uri generice în loc de soluții directe
- se urmărește decuplarea:
 - obiecte cât mai independente
 - obiecte “ajutătoare”
- vezi și principiile SOLID:
 - [http://en.wikipedia.org/wiki/SOLID_\(object-oriented_design\)](http://en.wikipedia.org/wiki/SOLID_(object-oriented_design))

După 25 de ani...

Originile:

- Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides (“Gang of Four”, GoF)
 - “Elements of Reusable Object-Oriented Software” (1994)
- au propus **23 de șabloane** împărțite în **trei clase**
 - șabloane **creaționale**: instanțierea
 - șabloane **structurale**: compunerea
 - șabloane **comportamentale**: comunicarea
- există bineînțeles **multe alte șabloane**, dar cele 23 de mai sus sunt “**clasice**”

Șabloanele

■ Creționale:

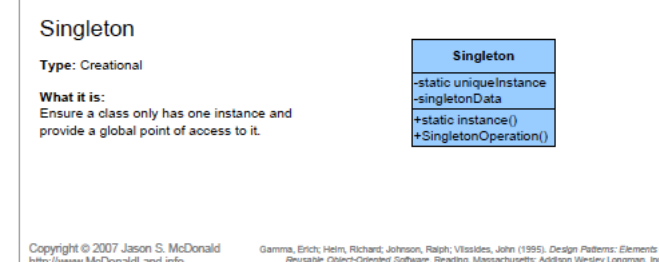
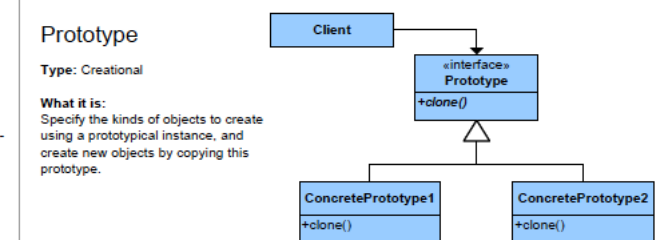
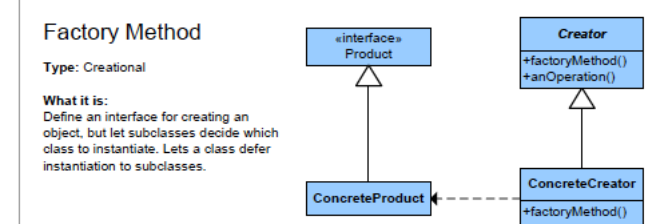
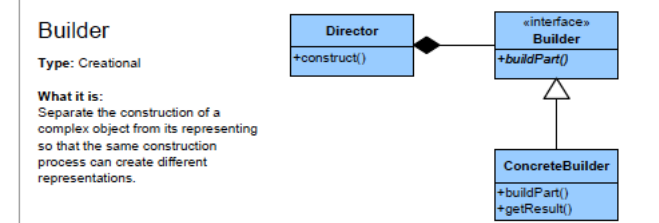
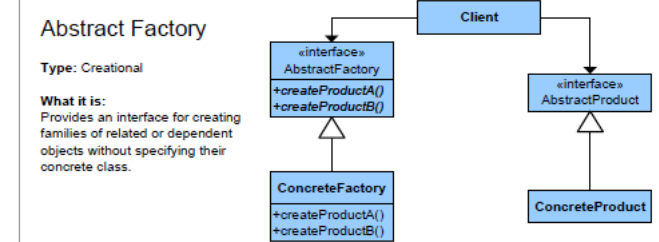
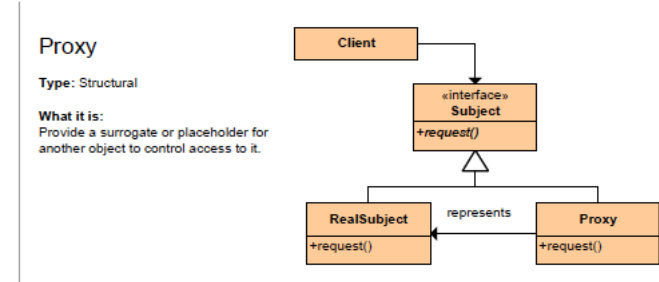
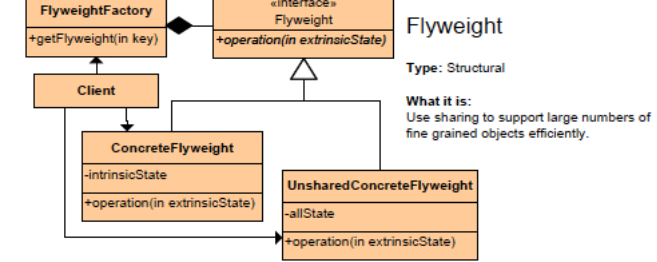
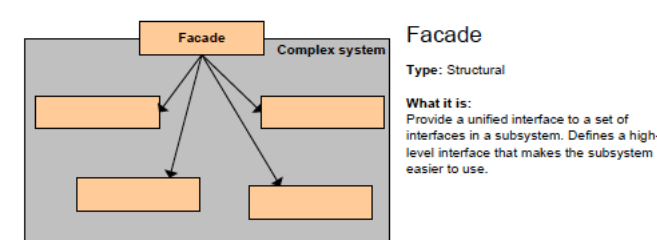
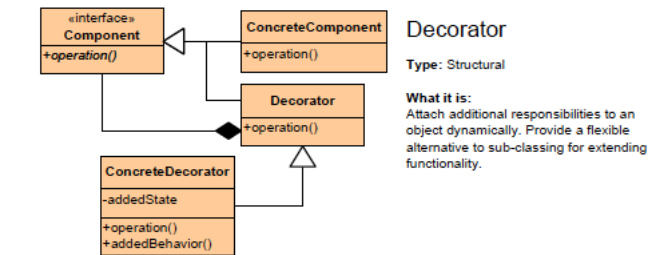
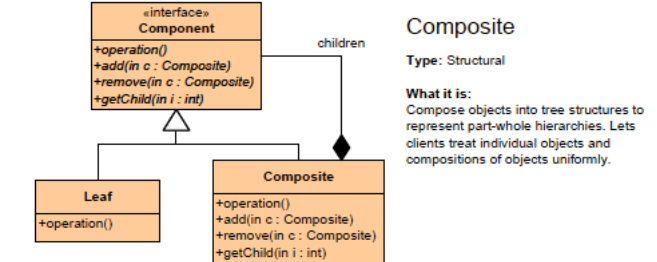
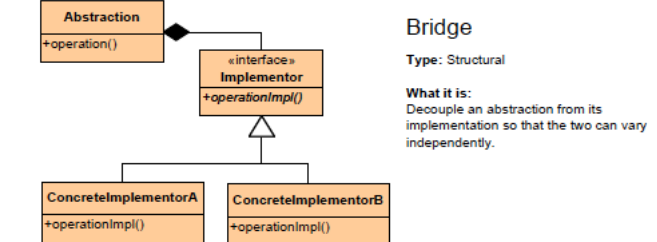
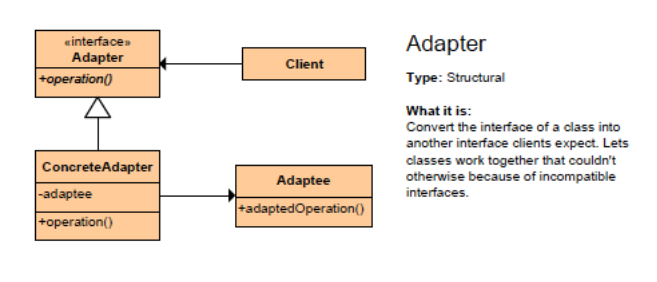
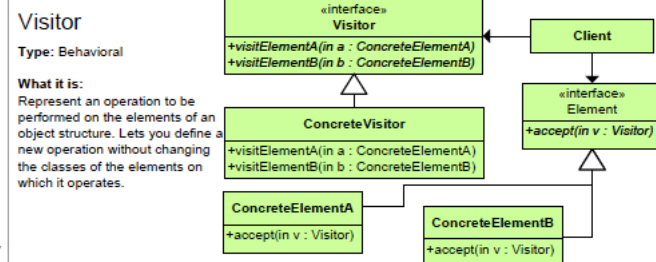
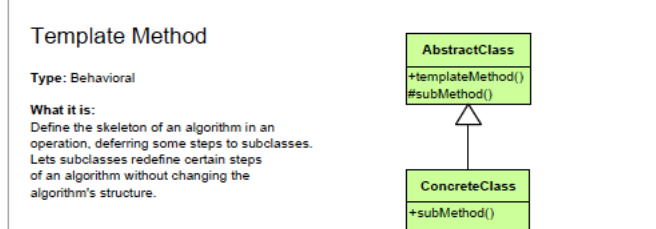
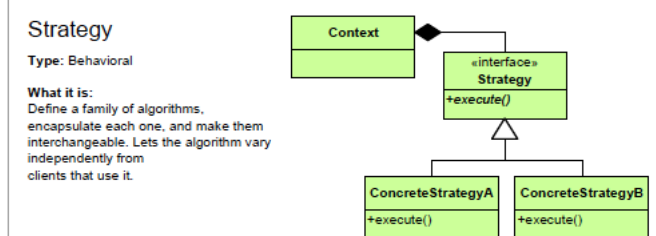
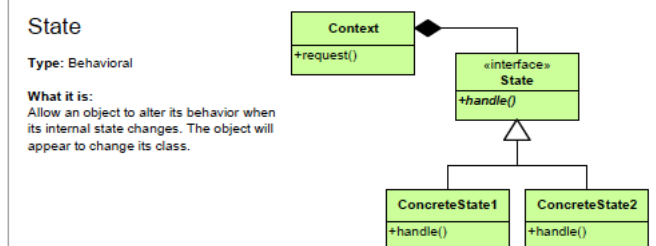
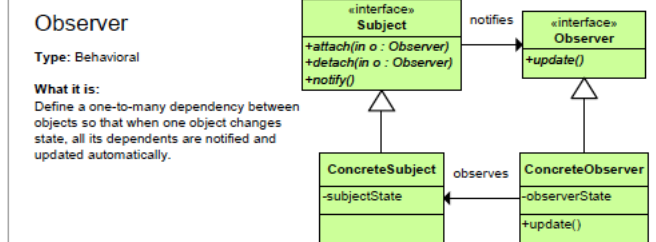
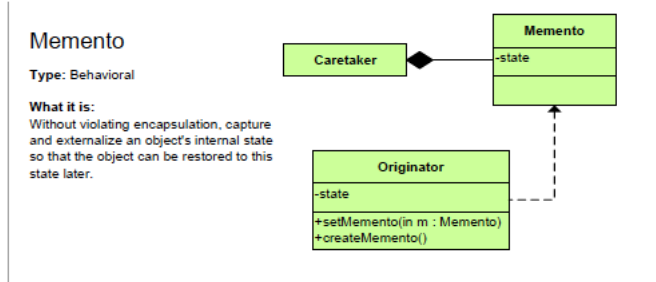
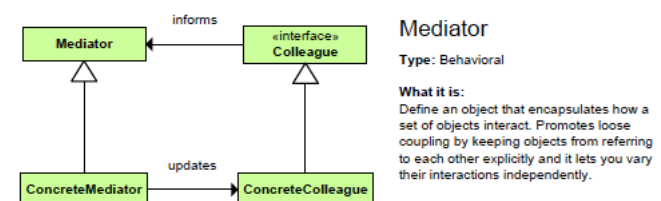
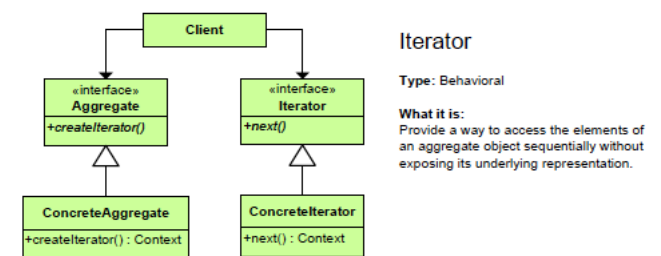
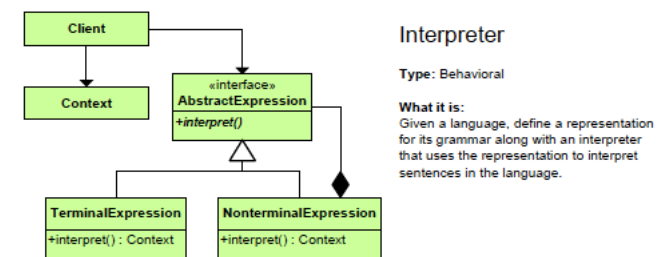
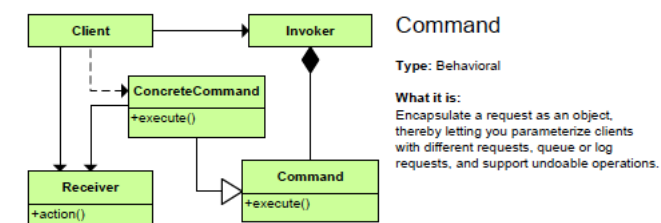
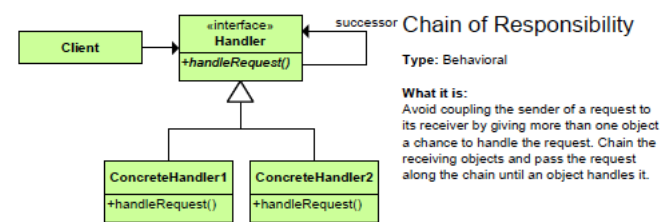
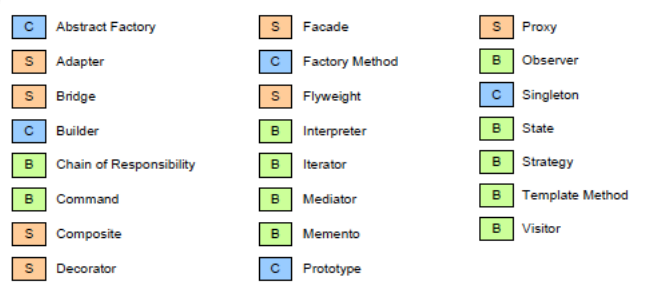
- Abstract Factory
- Builder
- Factory Method
- Prototype
- Singleton

■ Structurale:

- Adapter
- Bridge
- Composite
- Decorator
- Façade
- Flyweight
- Proxy

■ Comportamentale:

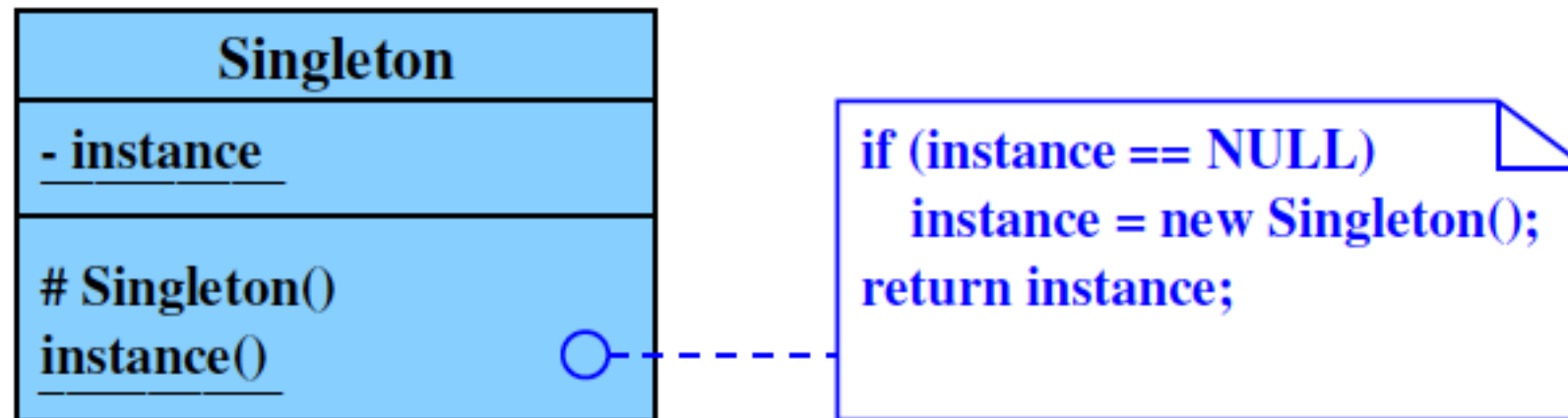
- Chain of responsibility
- Command
- Interpreter
- Iterator
- Mediator
- Memento
- Observer
- State
- Strategy
- Template method
- Visitor



Șablonul creațional: Singleton

- uneori este important de a avea doar **o singură instanță** pentru o clasă.
 - de exemplu, într-un sistem ar trebui să existe un singur manager de ferestre sau doar un sistem de fișiere.
- **Singleton** este un șablon simplu:
 - implică numai o singură clasă
 - ea este responsabilă pentru a se instanția
 - ea asigură că se creează **maxim o instanță**
 - în același timp, oferă un **punct global de acces** la acea instanță
 - în acest caz, aceeași instanță poate fi utilizată de oriunde, fiind imposibil de a invoca direct constructorul de fiecare dată.

Singleton



```
class Singleton
{
    private static Singleton instance;

    protected Singleton()
    {...}

    public static synchronized Singleton instance()
    {
        if (instance == null)
            instance = new Singleton();
        return instance;
    }
    ...
}
```


Singleton

■ aplicabilitate:

- când doar un obiect al unei clase e necesar
- când instanța este accesibilă global
- este folosit în alte șabloane (*factories* și *builders*)

■ consecințe:

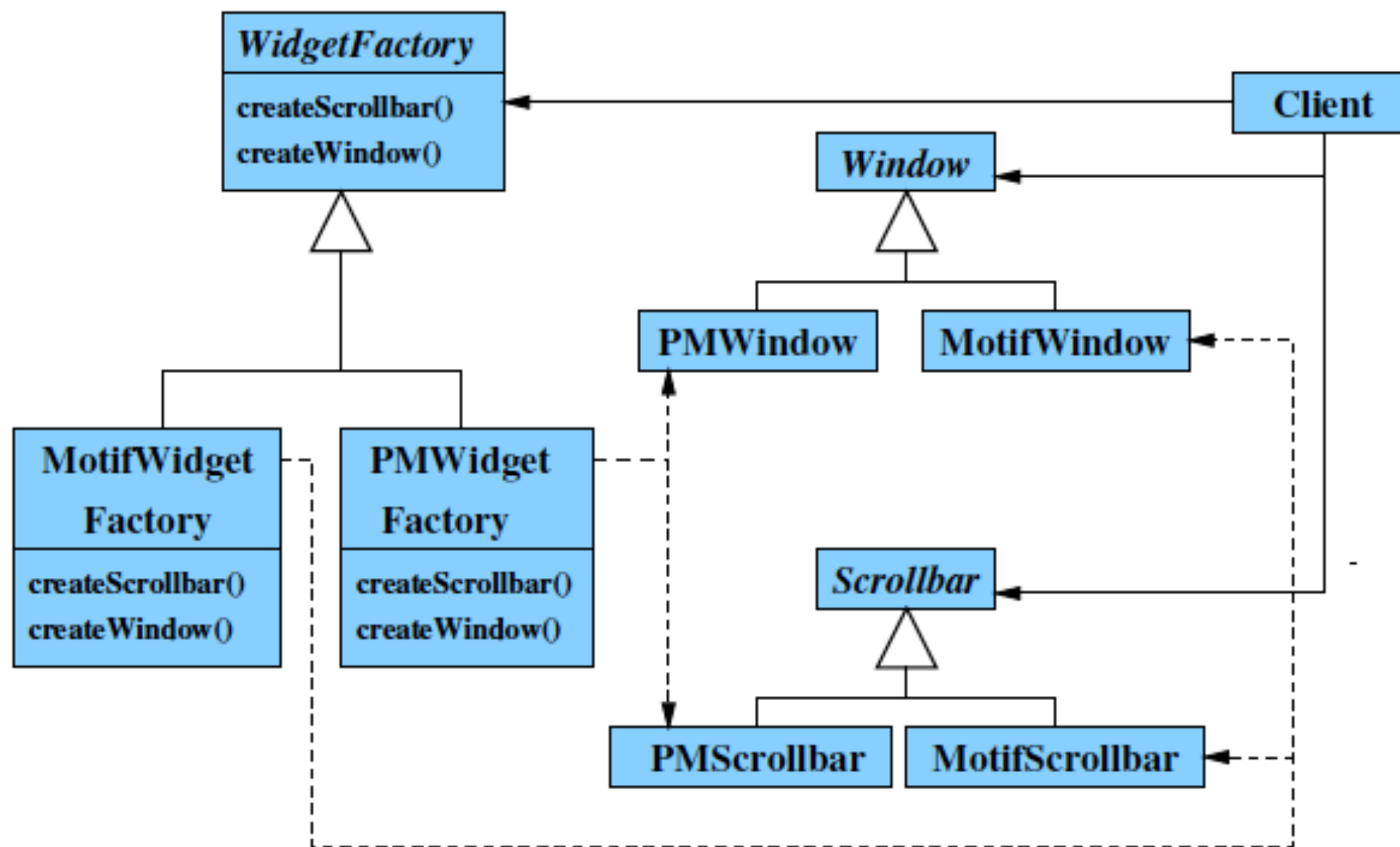
- accesul controlat la instanță
- spațiu de adresare structurat (comparativ cu o variabilă globală)

■ v. și:

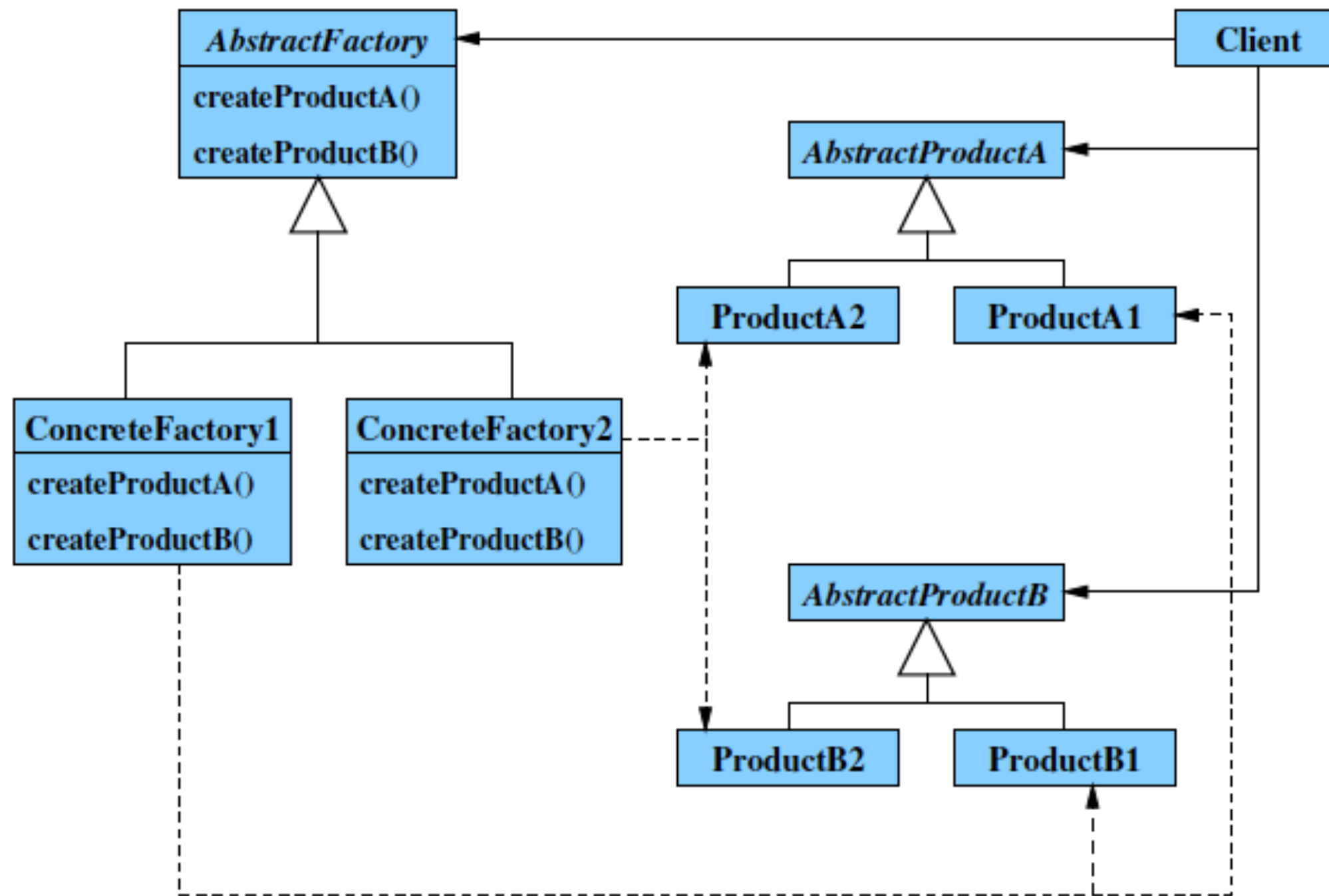
- https://en.wikipedia.org/wiki/Singleton_pattern
- <https://refactoring.guru/design-patterns/singleton>
- <https://www.oodesign.com/singleton-pattern.html>

Șablonul creațional: Abstract Factory

- oferă o interfață pentru crearea de familii de obiecte înrudite sau dependente fără a specifica clasele lor concrete
- exemplu clasic: un set de instrumente GUI (Widgets) care oferă look-and-feel multiplu, să zicem pentru două pachete diferite: Motif și Presentation Manager (PM).



Abstract Factory - diagrama UML



Abstract Factory

```
abstract class AbstractProductA{
    public abstract void
        operationAx();
    public abstract void
        operationAy();
}

class ProductA1 extends
    AbstractProductA{
    ProductA1(String arg){
        System.out.println("Hello "
            +arg);
    } // Implement the code here
    public void operationAx() { };
    public void operationAy() { };
}

class ProductA2 extends
    AbstractProductA{
    ProductA2(String arg){
        System.out.println("Hello "
            +arg);
    } // Implement the code here
    public void operationAx() { };
    public void operationAy() { };
}

abstract class AbstractProductB{
    public abstract void
        operationBx();
    public abstract void
        operationBy();
}

class ProductB1 extends
    AbstractProductB{
    ProductB1(String arg){
        System.out.println("Hello "
            +arg);
    } // Implement the code here
}

class ProductB2 extends
    AbstractProductB{
    ProductB2(String arg){
        System.out.println("Hello "
            +arg);
    } // Implement the code here
}

abstract class AbstractFactory{
    abstract AbstractProductA
        createProductA();
    abstract AbstractProductB
        createProductB();
}

class ConcreteFactory1 extends
    AbstractFactory{
    AbstractProductA
        createProductA(){
            return new
                ProductA1("ProductA1");
        }
    AbstractProductB
        createProductB(){
            return new
                ProductB1("ProductB1");
        }
}

class ConcreteFactory2 extends
    AbstractFactory{
    AbstractProductA
        createProductA(){
            return new
                ProductA2("ProductA2");
        }
    AbstractProductB
        createProductB(){
            return new
                ProductB2("ProductB2");
        }
}

//Factory creator – an indirect way
//of instantiating the factories
class FactoryMaker{
    private static AbstractFactory
        pf=null;

    static AbstractFactory
        getFactory(String choice) {
        if(choice.equals("1")) {
            pf=new ConcreteFactory1();
        } else if(choice.equals("2")){
            pf=new ConcreteFactory2();
        }
        return pf;
    }
}

// Client
public class Client{
    public static void main(String
        args[]){

        AbstractFactory
            pf=FactoryMaker.getFactory("1");

        AbstractProductA
            product=pf.createProductA();

        //more function calls on product
    }
}
```

OUTPUT: Hello ProductA1

Abstract Factory

■ observații

- independent de modul în care produsele sunt create, compuse și reprezentate
- produsele înrudite trebuie să fie utilizate împreună
- pune la dispoziție doar interfața, nu și implementarea

■ consecințe:

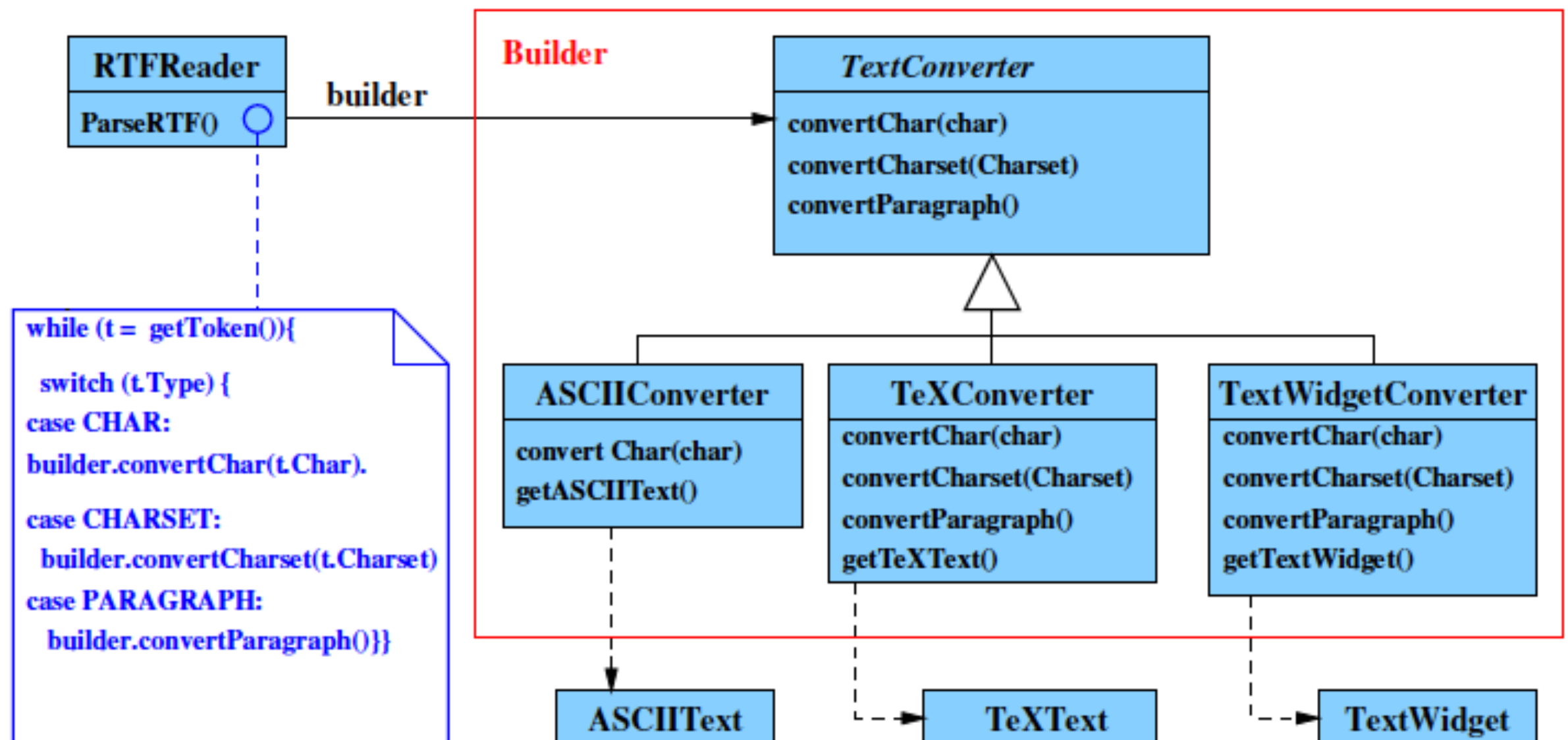
- numele de clase de produse nu apar în cod
- familiile de produse ușor interschimbabile
- cere consistență între produse

■ v. și:

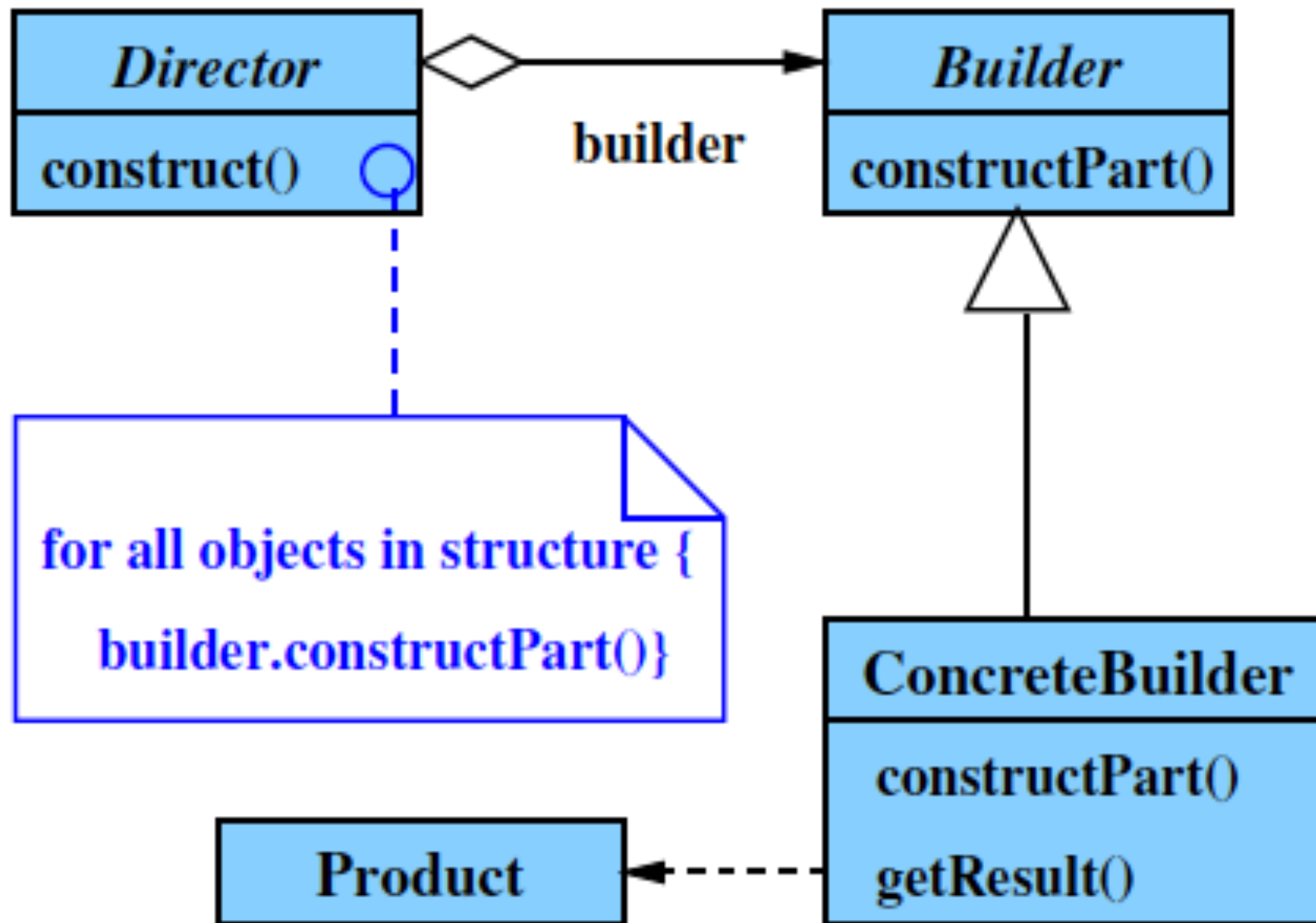
- http://en.wikipedia.org/wiki/Abstract_factory_pattern
- <https://refactoring.guru/design-patterns/abstract-factory>
- <http://www.oodesign.com/abstract-factory-pattern.html>

Șablonul creațional: Builder

- separă construcția unui obiect complex de reprezentarea sa, astfel încât același proces de construcție poate crea reprezentări diferite.
- exemplu clasic: citește RTF (Rich Text Format) și traduce în diferite formate interschimbabile



Builder - diagrama UML



Builder - exemplu (Pizza)

```
/* "Product" */
class Pizza {
    private String dough = "";
    private String sauce = "";
    private String topping = "";

    public void setDough(String
                           dough)
        { this.dough = dough; }
    public void setSauce(String
                          sauce)
        { this.sauce = sauce; }
    public void setTopping(String
                          topping)
        { this.topping = topping; }
}
```

```
/* "Abstract Builder" */
abstract class PizzaBuilder {
    protected Pizza pizza;

    public Pizza getPizza()
        { return pizza; }

    public void
        createNewPizzaProduct()
        { pizza = new Pizza(); }

    public abstract void
        buildDough();
    public abstract void
        buildSauce();
    public abstract void
        buildTopping();
}
```

```
/* "ConcreteBuilder 1" */
class HawaiianPizzaBuilder
    extends PizzaBuilder {
    public void buildDough()
        { pizza.setDough("cross"); }
    public void buildSauce()
        { pizza.setSauce("mild"); }
    public void buildTopping()
        { pizza.setTopping("ham
                           +pineapple"); }
}
```

```
/* "ConcreteBuilder 2" */
class SpicyPizzaBuilder
    extends PizzaBuilder {
    public void buildDough()
        { pizza.setDough("pan baked"); }
    public void buildSauce()
        { pizza.setSauce("hot"); }
    public void buildTopping()
        { pizza.setTopping("pepperoni
                           +salami"); }
}
```

```
/* "Director" */
class Waiter {
    private PizzaBuilder
        pizzaBuilder;

    public void
        setPizzaBuilder(PizzaBuilder pb)
        { pizzaBuilder = pb; }

    public Pizza getPizza()
        { return
          pizzaBuilder.getPizza(); }
}
```

```
public void constructPizza() {
    pizzaBuilder.createNewPizzaPr
        oduct();
    pizzaBuilder.buildDough();
    pizzaBuilder.buildSauce();
    pizzaBuilder.buildTopping();
}

/* A customer/client ordering a
   pizza. */
class BuilderExample {

    public static void
        main(String[] args) {

        Waiter waiter = new
            Waiter();

        PizzaBuilder
            hawaiian_pizzabuilder = new
            HawaiianPizzaBuilder();
        PizzaBuilder
            spicy_pizzabuilder = new
            SpicyPizzaBuilder();

        waiter.setPizzaBuilder( hawai
            ian_pizzabuilder );
        waiter.constructPizza();
        Pizza pizza =
            waiter.getPizza();
    }
}
```

Builder

■ observații

- folosit când algoritmul de creare a unui obiect complex este independent de părțile care compun obiectul și de modul lor de asamblare
- și când procesul de construcție trebuie să permită reprezentări diferite pentru obiectul construit

■ comparație cu *Abstract Factory*:

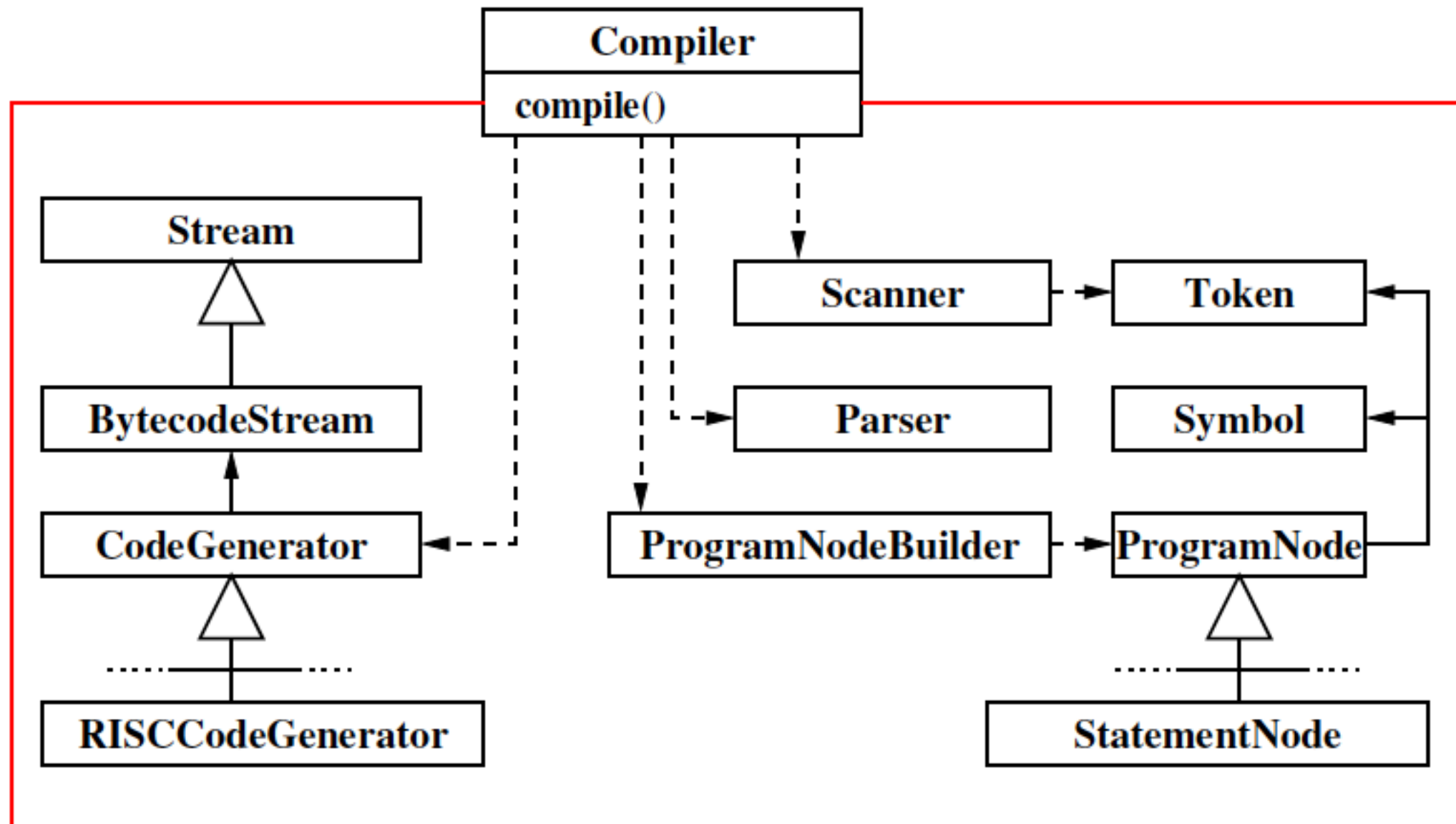
- *Builder* creează un produs complex pas cu pas. *Abstract Factory* creează familii de produse, de fiecare dată produsul fiind complet

■ v. și:

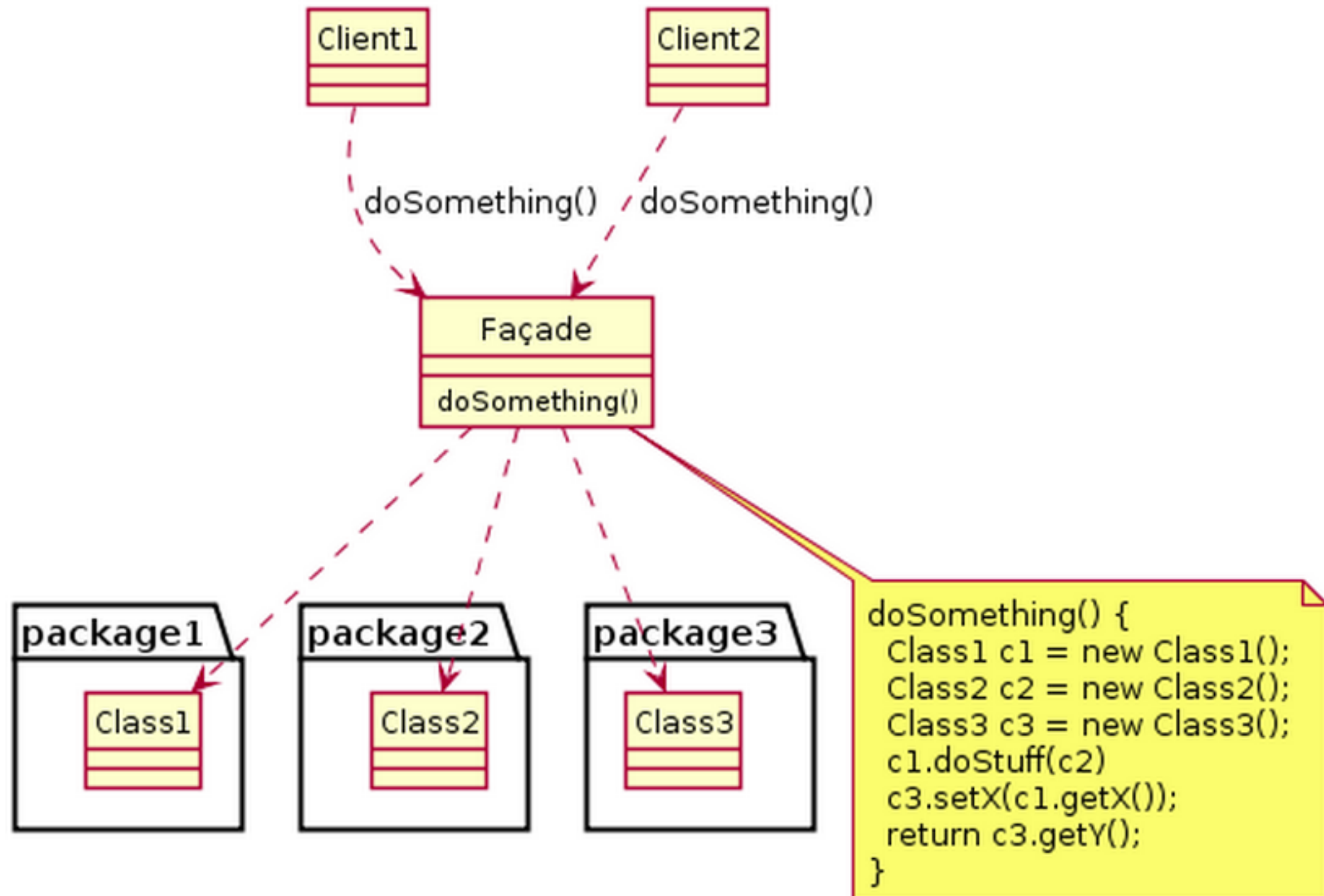
- http://en.wikipedia.org/wiki/Builder_pattern
- <https://refactoring.guru/design-patterns/builder>
- <http://www.oodesign.com/builder-pattern.html>

Șablonul structural: Facade

- oferă o interfață unificată pentru un set de interfețe într-un subsistem
- exemplu: un subsistem de tip compilator care conține scanner, parser, generator de cod etc. Șablonul *Facade* combină interfețele și oferă o nouă operație de tip *compile()*



Facade - diagramă UML



Facade - exemplu

/* Complex parts */

```
class CPU {
    public void freeze() { ... }
    public void jump(long position)
                    { ... }
    public void execute() { ... }
}

class Memory {
    public void load(long position,
                    byte[] data) { ... }
}

class HardDrive {
    public byte[] read(long lba,
                    int size) { ... }
}
```

/* Facade */

```
class ComputerFacade {
    private CPU processor;
    private Memory ram;
    private HardDrive hd;
```

```
    public ComputerFacade() {
        this.processor = new CPU();
        this.ram = new Memory();
        this.hd = new HardDrive();
    }

    public void start() {
        processor.freeze();
        ram.load(BOOT_ADDRESS,
                hd.read(BOOT_SECTOR,
                        SECTOR_SIZE));
        processor.jump(BOOT_ADDRESS);
        processor.execute();
    }
}
```

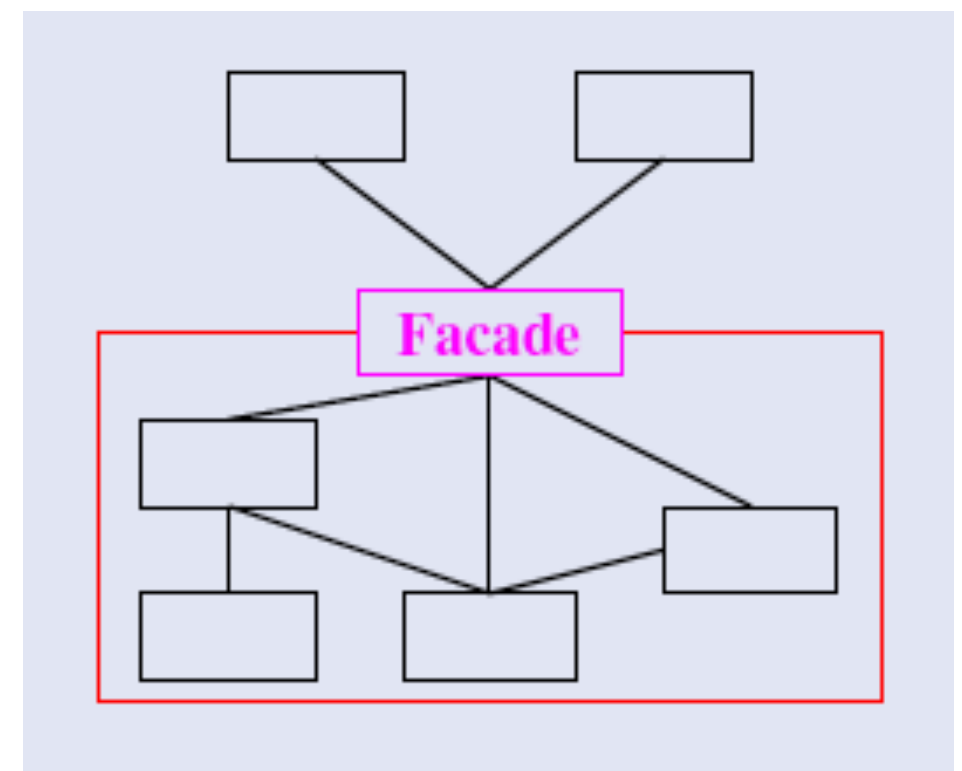
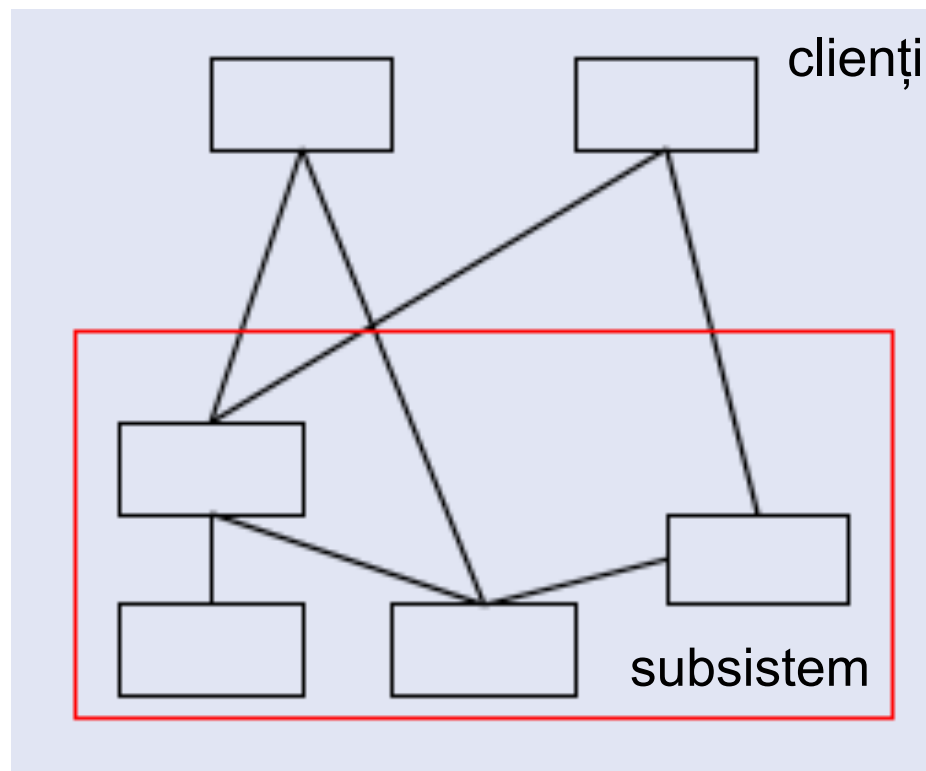
/* Client */

```
class You {
    public static void main(String[]
        args) {
        ComputerFacade computer = new
            ComputerFacade();
        computer.start();
    }
}
```

Facade

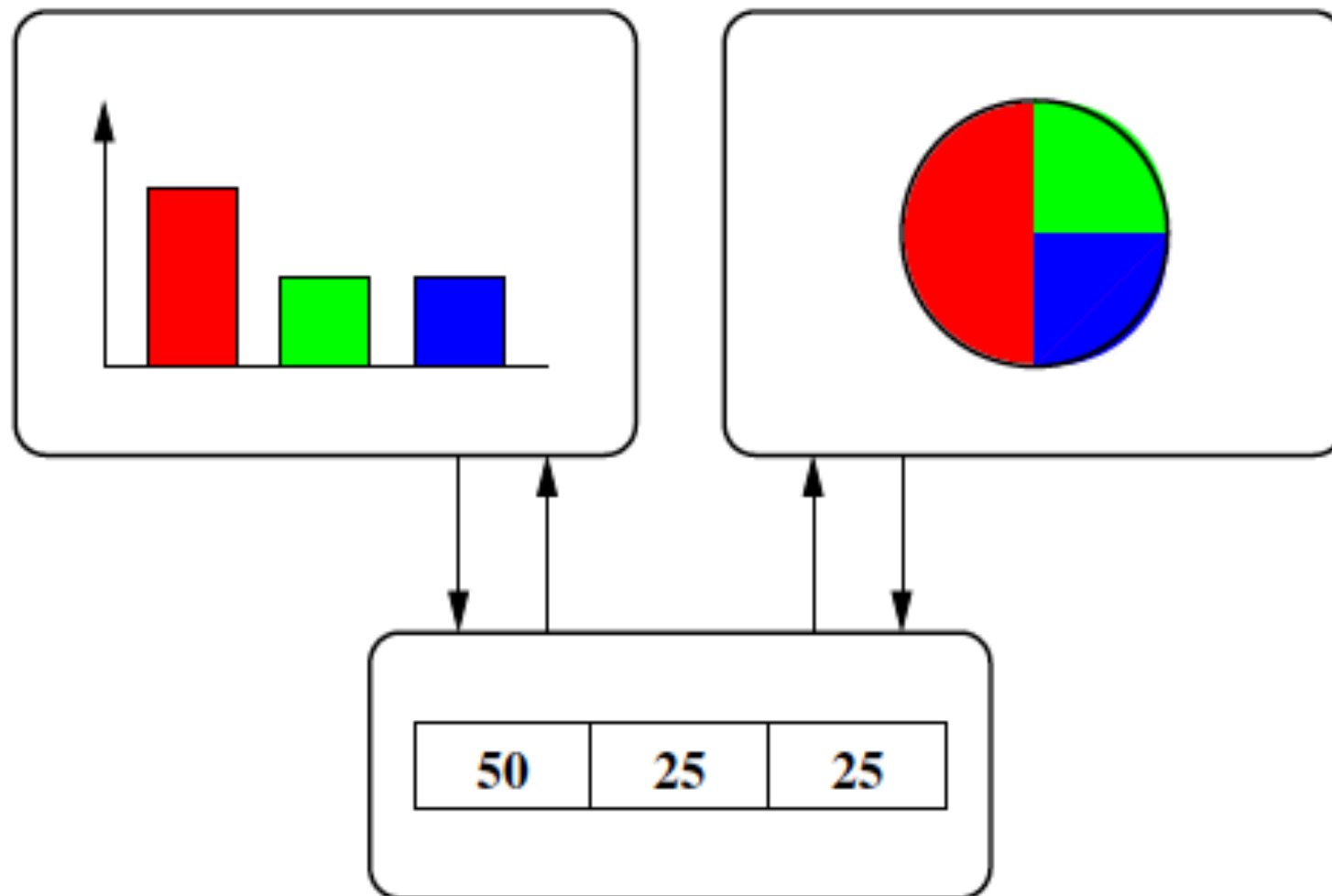
■ observații

- o interfață simplă la un subsistem complex
- când sunt multe dependențe între clienți și subsistem, este redusă cuplarea

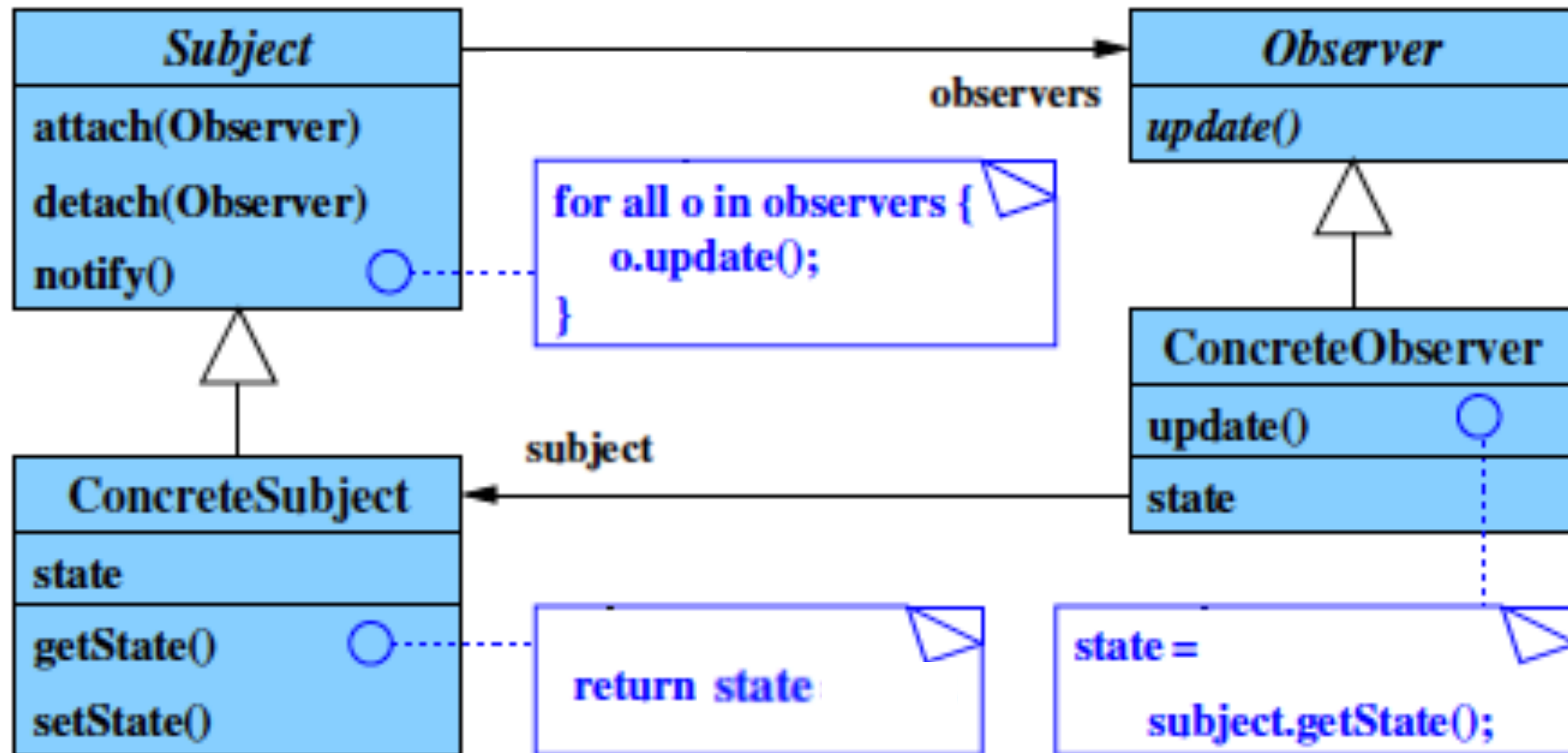


Șablonul comportamental: Observer

- presupunem o dependență de **1:n** între obiecte
- când se schimbă starea unui obiect, toate obiectele dependente sunt înștiințate
- de exemplu: poate menține consistența între perspectiva internă și cea externă



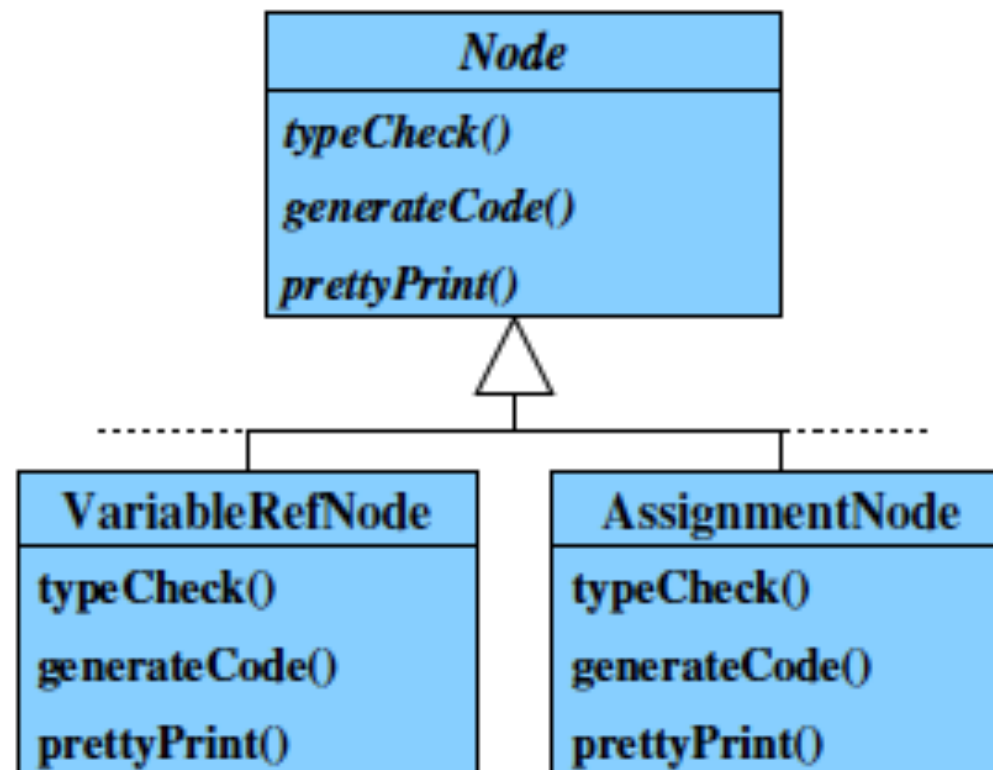
Observer - diagrama UML



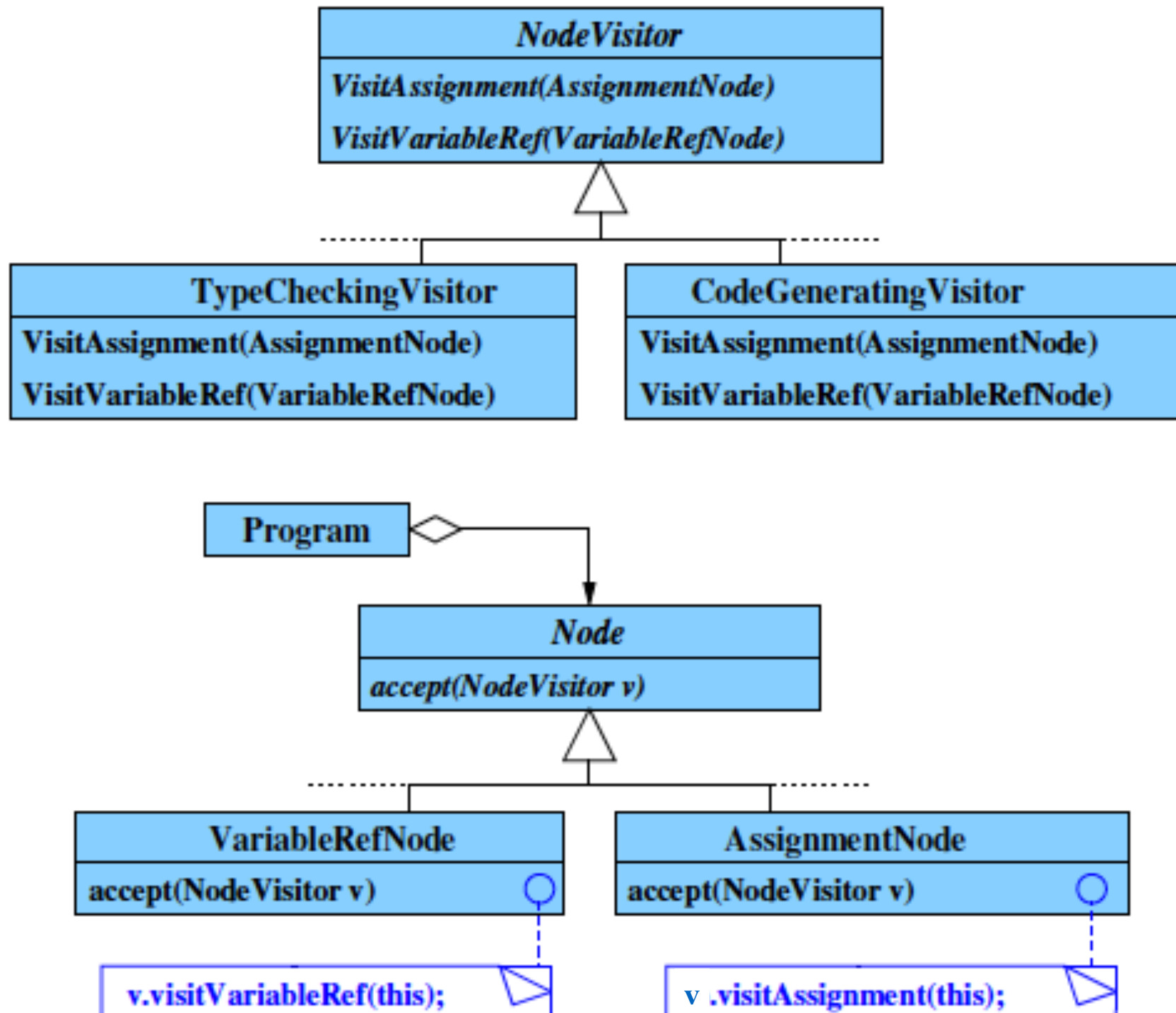
- propagarea schimbării stării / comunicare de tip broadcast
- notificare anonimă
- *Subject* și *Observer* sunt independenți (cuplare abstractă)
- observatorii sunt configurabili în mod dinamic

Șablonul comportamental: Visitor

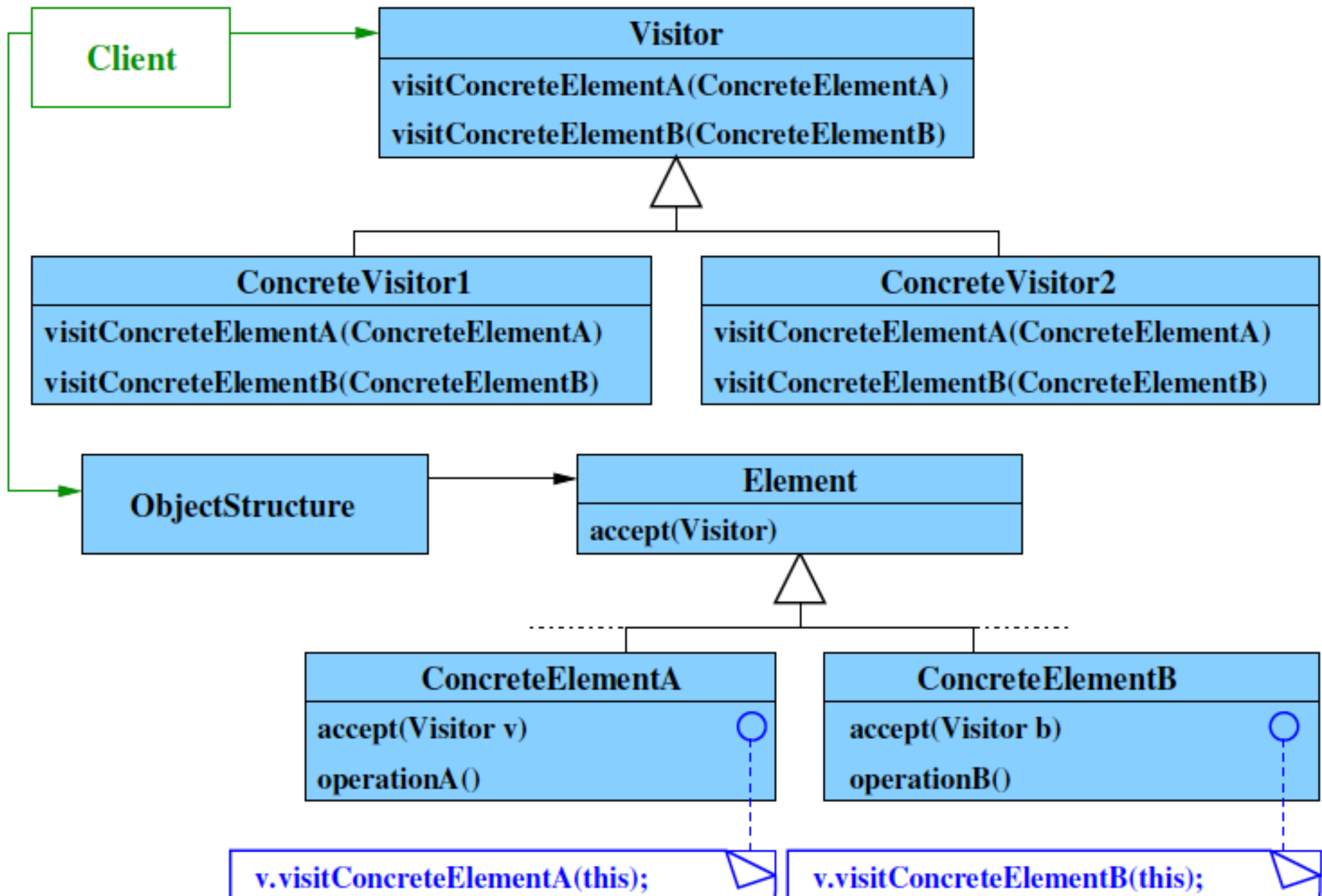
- reprezintă operații pe o structură de obiect
- adaugă noi operații, fără a modifica însă clasele
- de exemplu: procesarea arborelui sintactic într-un compilator (type checking, generare de cod, pretty print)
 - o primă versiune (neoptimă): operațiile sunt puse în clasele de tip nod



Soluția cu Visitor



Visitor - diagrama UML



Bibliografie și legături

- “Dive into Design Patterns” (2019)
 - explicații și surse: <https://refactoring.guru/design-patterns>
- “Head First Design Patterns”
 - codul sursă al exemplelor din carte: <https://github.com/bethrobson/Head-First-Design-Patterns/archive/master.zip>
- <http://www.oodesign.com>
- <https://github.com/kamranahmedse/design-patterns-for-humans>
- Wikipedia, cartea GoF citată la început etc.



Anti-şabloane



Exemple de anti-șabloane (anti-patterns)

- abstraction inversion
- input kludge
- interface bloat
- magic pushbutton
- race hazard
- stovepipe system
- BaseBean
- God object
- circle-ellipse problem
- yo-yo problem
- poltergeists
- etc.

http://en.wikipedia.org/wiki/Anti-pattern#Software_engineering