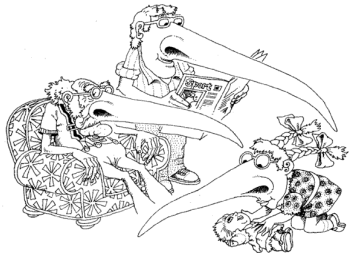
Programare Orientată pe Obiecte

Relația de Moștenire

Dr. Petru Florin Mihancea

V20180924

Moștenirea

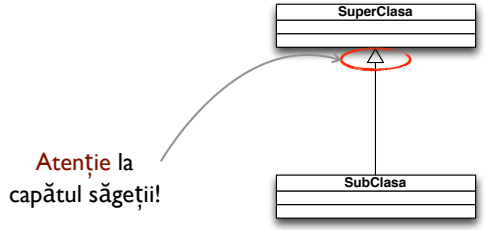


Booch - OO Analysis and Design

... este o relație între clase prin care o clasă (superclasă / clasă de bază) pune la dispoziția altor clase (subclase / clase derivate) structura și comportamentul definite de ea

În cod Java și în UML

```
class SuperClasa {
...
}

class SubClasa extends SuperClasa {
...
}
```



Definiție

Programarea orientată pe obiecte
este o metodă de implementare a programelor
în care acestea sunt organizate ca și
colecții de obiecte ce cooperează între ele [...],
fiecare obiect fiind o instanță a unei clase, și
fiecare clasă fiind membră a unei ierarhii de clase
[clase unite prin relații de moștenire]

Booch - OO Analysis and Design

Semantica - două “arome”

a. Moștenire de clasă / de implementare

b. Moștenire de tip / de interfață

de multe ori același mecanism/construcție de limbaj (ex. extends între clase) le furnizează pe amândouă

1

Moștenirea de clasă / implementare

Problema

```
class Clock {

    private int hour, minute, second;

    public Clock() {
        hour = minute = second = 0;
    }

    public void setTime(int h, int m, int s) {
        hour = (h >= 0) && (h < 24) ? h : 0;
        minute = (m > 0) && ( m < 60) ? m : 0;
        second = (s >= 0) && ( s < 60) ? s : 0;
    }

    public String toString() {
        return "Current time " + hour + ":" +
                minute + ":" + second;
    }
}
```

```
class EnhancedClock {

    private int hour, minute, second, millisecond;

    public EnhancedClock() {
        hour = minute = second = millisecond = 0;
    }

    public void setTime(int h, int m, int s) {
        hour = (h >= 0) && (h < 24) ? h : 0;
        minute = (m > 0) && ( m < 60) ? m : 0;
        second = (s >= 0) && ( s < 60) ? s : 0;
    }

    public void setTime(int h, int m, int s, int ms) {
    setTime(h,m,s);
        millisecond = (ms >= 0) && ( ms < 1000) ? m
    }

    public String toString() {
        return "Curren

    }
}
```

Programarea în stil copy-paste este extrem de dăunătoare (e.g., copiezi și bug-uri, dacă e necesară o modificare trebuie modificat și acolo unde ai dat paste, etc.)

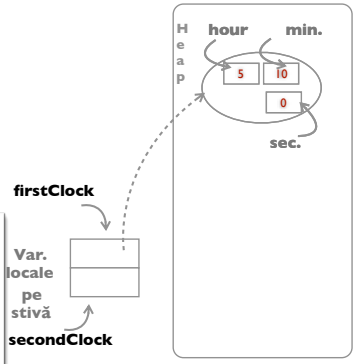
După un timp, vrem să avem și ceasuri care indică milisecunda

Alternativa

```
class EnhancedClock extends Clock {

   private int millisecond;

   public EnhancedClock() {
      millisecond = 0;
   }

   public void setTime(int h, int m, int s, int ms) {
      setTime(h, m, s);
      millisecond = (ms >= 0) && ( ms < 1000) ? ms : 0;
   }

   public String toString() {
      return super.toString() + ":" + millisecond;
   }

}
```

```java
class Clock {
    private int hour, minute, second;
    public Clock() {
        hour = minute = second = 0;
    }
    public void setTime(int h, int m, int s) {
        hour = (h >= 0) && (h < 24) ? h : 0;
        minute = (m > 0) && ( m < 60) ? m : 0;
        second = (s >= 0) && ( s < 60) ? s : 0;
    }
    public String toString() {
        return "Current time " + hour + ":" +
                minute + ":" + second;
    }
}
```

```java
class Main {
    public static void main(String argv[]) {
        Clock firstClock;
        EnhancedClock secondClock;
        firstClock = new Clock();
        firstClock.setTime(5, 10, 0);
        System.out.println(firstClock);
```

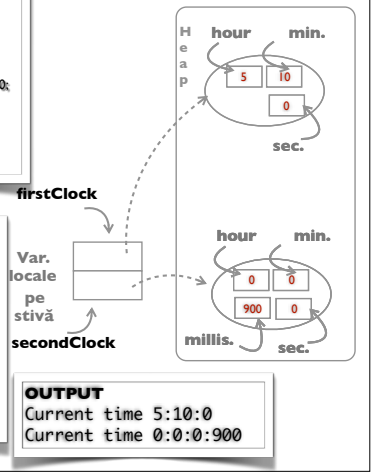


OUTPUT

```
Current time 5:10:0
```

```java
class EnhancedClock extends Clock {
    private int millisecond;
    public EnhancedClock() {
        millisecond = 0;
    }
    public void setTime(int h, int m, int s, int ms) {
        setTime(h, m, s);
        millisecond = (ms >= 0) && ( ms < 1000) ? ms : 0;
    }
    public String toString() {
        return super.toString() + ":" + millisecond;
    }
}
```

```java
class Main {
    public static void main(String argv[]) {
        Clock firstClock;
        EnhancedClock secondClock;
        firstClock = new Clock();
        firstClock.setTime(5, 10, 0);
        System.out.println(firstClock);
        secondClock = new EnhancedClock();
        secondClock.setTime(19, 30, 45);
        secondClock.setTime(0, 0, 0, 900);
        System.out.println(secondClock);
    }
}
```

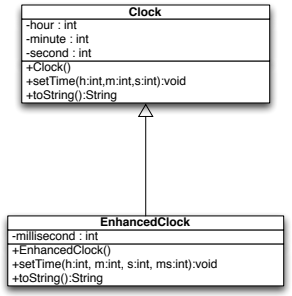


OUTPUT

```
Current time 5:10:0
Current time 0:0:0:900
```

Moștenirea (de clasă)

Un mecanism simplu de reutilizare de cod :)



Nu neapărat cel mai adecvat pt. a rezolva o problemă !

Specificatori de acces, constructori, etc. în contextul moștenirii

Modificatori/Specificatori de acces

private

respectivul membru al clasei (câmp/metodă) poate fi accesat doar în interiorul clasei

public

respectivul membru al clasei (câmp/metodă) poate fi accesat de oriunde

protected

respectivul membru al clasei (câmp/metodă) poate fi accesat din interiorul clasei, din subclasele sale (pe this) sau din același pachet (pe orice obiect)

Vizibilitatea în UML
- private
+ public
# protected

Exemple

```
class SubClasa extends SuperClasa {
    public void metoda(SuperClasa x) {
        super_a = 1;   //Corect
        super_b = 2;   //Eroare de compilare
        super_c = 3;   //Corect
        x.super_a = 1; //Corect
        x.super_b = 2; //Eroare de compilare
        x.super_c = 3; //Corect (daca superclasa/subclasa in celasi pachet)
    }
}
class Client {
   public void metoda() {
       SuperClasa sp = new SuperClasa();
       SubClasa sb = new SubClasa();
       sp.super_a = 1; //Corect
       sp.super_b = 2; //Eroare de compilare
       sp.super_c = 3; //Corect (daca superclasa/subclasa in celasi pachet)
       sb.super_a = 1; //Corect
       sb.super_b = 2; //Eroare de compilare
       sp.super_c = 3; //Corect (daca superclasa/subclasa in celasi pachet)
   }
}
```

```
class SuperClasa {
    public int super_a;
    private int super_b;
    protected int super_c;
}
```

Constructori

Uzual, sunt folosiți pt. a aduce un obiect nou creat în starea inițială (atribuirea unor valori inițiale la variabilele instanță)

În contextul moștenirii, cine ar fi cel mai în măsură să inițializeze câmpurile moștenite de la o clasă de bază ?

Constructorul acelei superclase!

prima instrucțiune dintr-un constructor e fie apel la alt constructor al aceleiași clase, fie apel la un constructor din superclasa directă

Constructori (II)

```
class Clock {
    ...
   public Clock() {
      hour = minute = second = 0;
   }
      ...
 }
```

?

```
class EnhancedClock extends Clock {
   ...
   public EnhancedClock() {
      millisecond = 0;
   }
   ...
}
```

Dacă în superclasă există un constructor no-arg (default sau nu) compilatorul introduce automat un apel la acel constructor ca primă instrucțiune

Constructori (III)

```
class Clock {
      ...
   public Clock(int h, int m, int s) {
      hour = h;
      minute = m;
      second = s;
   }
      ...
}
```

```
class EnhancedClock extends Clock {
   ...
   public EnhancedClock(int h,
            int m, int s, int ms) {
      super(h,m,s);
      millisecond = ms;
   }
   ...
}
```

Dacă avem numai constructori cu argumenete în clasa de bază, în constructorul subclaselor trebuie apelat explicit un constructor din superclasă

- și dacă singurul rol al constructorului din subclasă e acest apel :)
- nu e o raritate ca argumentele constructorului subclasei să fie necesare ca argumente pt. apelul la constructorul clasei de bază

Ordinea inițializărilor (aprox)

```
class A {

   protected int z = 1;

}
```

se repetă ca pt. subclasă

...

```
class B extends A {
   private int x = z;
   public B() {
      super();
      z = 3;
      x = 2;
   }
   public void print() {
      System.out.println(
   "X=" + x + " Y=" + y + " Z=" + z);
   }
   private int y = x;
}
```

1. apel constructor
2. apel constructor superclasă
   - se repetă procedura și pt. superclasă
3. se realizează inițializările de la variabilele de stare în ordinea textuală
4. se execută corpul constructorului

x = 2
y = 1
z = 3

Oare unde se introduce bytecode-ul inițializărilor variabilelor de stare :) ?

Alte elemente importante

O clasă poate extinde direct cel mult o clasă

NU există moștenire multiplă în Java

(între clase, după extends apare o singură clasă)

Clasa Object

Automat superclasă pt. orice clasă care nu extinde ceva

Implicit, e moștenită (direct ori indirect) de orice clasă Java

Acesta e motivul pt. care metodele equals, toString, etc. (vezi capitol anterior) pot fi apelate pe instanțele oricărei clase :)

B

Redefinirea metodelor

(method overriding)

Redefinirea (overriding)

uneori, implementarea moștenită a unei operații nu e adecvată/suficientă pentru o subclasă

```
class Clock {
    ...
    public String toString() {
        return "Current time " + hour + ":" +
                minute + ":" + second;
    }
}
```

```
class EnhancedClock extends Clock {
    ...
    public String toString() {
        return super.toString() + "." + millisecond;
    }
}
```

într-o subclasă putem redefini (override) o metodă instanță accesibilă

implementarea moștenită se poate accesa apelând metoda cu super în față

modificatorii de acces pot fi schimbați dar trebuie să ofere cel puțin la fel de multă vizibilitate iar tipul returnat poate fi schimbat cu un subtip

În capitolele anterioare, când reimplementam equals, toString ... din clasa Object făceam overriding

Putem controla :)

```
class ClassName {
   final public void doSomething()
{
      ...
   }
}
```

Este o eroare de compilare dacă cineva încearcă să redefinească metoda

```
final class ClassName {
      ...
}
```

Este o eroare de compilare dacă cineva extinde clasa ClassName

overriding vs. overloading

```
class Clock {
    private int hour, minute, second;
    public Clock() { hour = minute = second = 0; }
    public void setTime(int h, int m, int s) {
        hour = (h >= 0) && (h < 24) ? h : 0;
        minute = (m >= 0) && ( m < 60) ? m : 0
        second = (s >= 0) && ( s < 60) ? s : 0;
    }
    public String toString() {
        return "Current time " + hour + ":" + minute + ":" + second;
    }
}
```

```
class EnhancedClock extends Clock {
    private int millisecond;
    public EnhancedClock() { millisecond = 0; }
    public void setTime(int h, int m, int s, int ms) {
        setTime(h, m, s);
        millisecond = (ms >= 0) && ( ms < 1000) ? ms : 0;
    }
    public String toString() {
        return super.toString() + "." + millisecond;
    }
}
```

suprascriere / redefinire / overriding
același nume, aceeași semnătură

?

supraîncărcare (overloading)
același nume, semnăruri diferite

Ascunderea (hiding) variabilelor instanță

Ascunderea var. instanță

într-o subclasă putem avea variabile instanță cu același nume ca și alte variabile instanță vizibile dar declarate în superclase

```
class Point {
   protected int x = 2;
}

class MyPoint extends Point {

     protected double x = 4.7;

     public void printBoth() {
        System.out.println(x + " " + super.x);
   }

     public static void main(String[] args) {
     MyPoint ex = new MyPoint();
     ex.printBoth();
        System.out.println(ex.x + " " + ((Point)ex).x);
   }
}
```

se spune că declarația lui x din MyPoint ascunde declarația lui x din Point

Important deoarece trebuie să fim atenți la ce accesăm :)

Din subclasă, folosind super la accesul variabilei instanță

Se poate și așa dar atenție (să nu umbăm la date din afara claselor implicate)

Există și alte “ascunderi”

ascunderea metodelor statice cu alte metode statice

ascunderea câmpurilor statice cu alte câmpuri statice

Hiding vs. Overriding în Java

Metode cu aceeasi semnătură	Metodă instanță superclasă	Metodă statică superclasă
Metodă instanță subclasă	Overriding / Redefinire	Eroare compilare
Metodă statică subclasă	Eroare compilare	Hiding / Ascundere

Metodele instanță pot fi doar redefinite !!!

Cele statice doar ascunse (NU pot fi redefinite și implicit mecanismele bazate pe overriding NU merg la metodele statice)

D

Când folosim ?

Moștenirea de clasă vs. compunerea obiectelor

(compunerea - object composition)

Euristică Importantă a Programării Orientate pe Obiecte

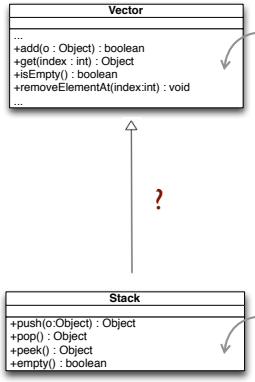
Nu folosiți moștenirea doar pentru a reutiliza codul unei superclase

(Nu folosiți moștenirea exclusiv ca moștenire de clasă; folosiți-o numai când e folosită și ca moștenire de tip)

Favorizează compunerea obiectelor în locul moștenirii de clasă

GOF

Studiu de caz

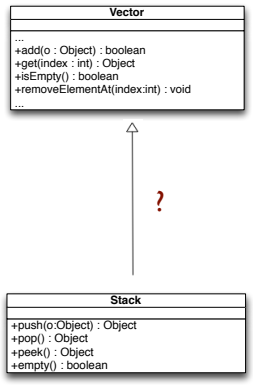


"Simulează" un tablou a cărui capacitate se poate modifica după necesitățile execuției. Presupunem că e deja implementat.

```
class Stack extends Vector {
    public Object push(Object o) {
        this.add(o);
        return o;
    }
    public Object pop() {
        Object r = this.get(this.size() - 1);
        this.removeElementAt(this.size() - 1);
        return r;
    }
    ...
}
```

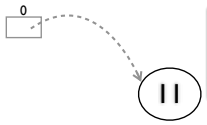
Structură de date LIFO (Last-In-First-Out) cu operațiile uzuale
push - adăugare în vârful stivei
pop - scoaterea elementului din vârful stivei.
Presupunem că trebuie implementată.

Studiu de caz




```
class Main {
  public static void main(String args[]) {
    Stack stk = new Stack();
    stk.push(new Integer(5));
    stk.push(new Integer(10));
    Object p = stk.pop();
    System.out.println(p);

    stk.add(new Integer(11));
    // cu add (?) ce operație e asta pt. noțiunea de stivă ?
    stk.removeElementAt(0);
    // adică cum (????) că într-o stivă trebuie să pot
    // accesa doar ultimul element introdus
    ...
  }
}
```

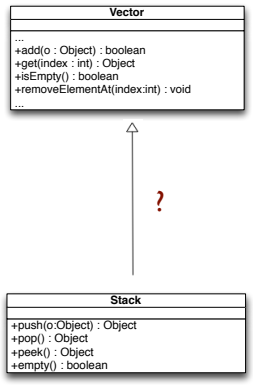
În obiectul stivă (vârful e cea mai din dreapta intrare)



OUTPUT

```
10
```

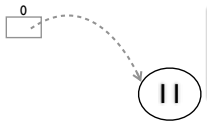
Studiu de caz




```
class Main {
  public static void main(String args[]) {
    Stack stk = new Stack();
    stk.push(new Integer(5));
    stk.push(new Integer(10));
    Object p = stk.pop();
    System.out.
    ...
    // ... (!!!!) că într-o stivă trebuie să pot
    // accesa doar ultimul element introdus
    ...
  }
}
```

Operații care nu caracterizează noțiunea de stivă pot fi folosite pe o stivă ?!

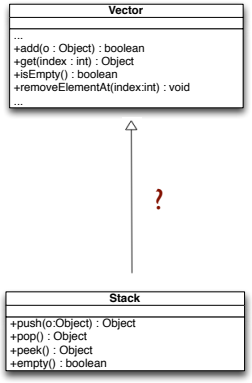
În obiectul stivă (vârful e cea mai din dreapta intrare)



OUTPUT

```
10
```

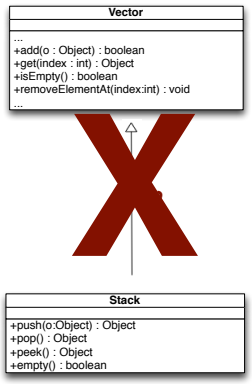
Asta NU e soluția ...




```
class Stack extends Vector {
    public Object push(Object o) {
        this.add(o);
        return o;
    }
    public Object pop() {
        Object r = this.get(this.size() - 1);
        this.removeElementAt(this.size() - 1);
        return r;
    }
    public void removeElementAt(int index) {
        //Overriding
        System.out.println("O stiva nu stie asta!");
    }
    ...
}
```

```
class Main {
  public static void main(String args[]) {
    Stack stk = new Stack();
     ...
     stk.removeElementAt(0); //pot apela dar nu va face nimic ?!
     ...
  }
}
```

Asta NU e soluția ...




```
class Stack extends Vector {
    public Object push(Object o) {
        this.add(o);
        return o;
    }
    public Object pop() {
        Object r = this.get(this.size() - 1);
        this.removeElementAt(this.size() - 1);
        return r;
    }
    public void removeElementAt(int index) {
        //Overriding
        System.out.println("O stiva nu stie asta!");
    }
    ...
}
```

```
class Main {
  public static void
    S
    ?!
  }
}
```

Un obiect/clasă pune împreună datele și operațiile ce operează pe acele date ... iar metoda noastră nu face nimic deci ce caută în interfața obiectului ?

Compunerea obiectelor

În esență, amplasarea de referințe la obiecte ca variabile instanță într-o clasă
(inclusiv când referințele sunt într-un tablou variabilă instanță)

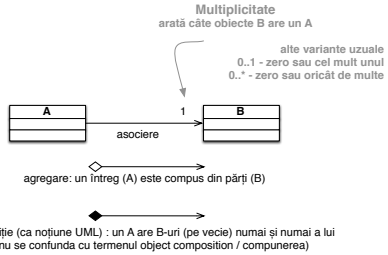
```
class Car {
    private Engine engine;
    public Car(Engine e) {
        engine = e;
    }
    public void accelerate() {
        engine.increaseFuelFlow();
    ...
    }
}
```

```
class Engine {
    public void increaseFuelFlow() {
        ...
    }
}
```

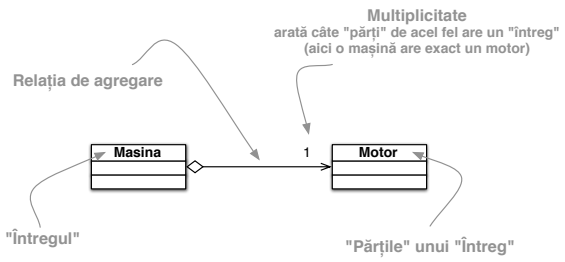
Uzual spune că o mașină are un motor. Compunerea este o relație de tip has-a

Reprezentarea în diagrame UML de clase

```
class A {
    private B b;
    ...
}
```



Reprezentarea în diagrame UML de clase (II)



De ce compunerea ?

... folosită de exemplu când dorim ca feature-ul unei clase să fie folosit într-o clasă pe care o implementăm dar NU și în interfața obiectelor definite de noua clasă

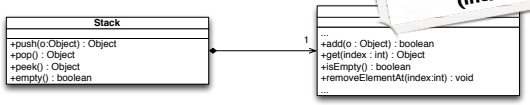
Prin urmare e un alt mod de reutilizare de cod

Stiva corectată ...

```
class Stack {
    private Vector v = new Vector();
    public Object push(Object o) {
        v.add(o);
        return o;
    }
    public Object pop() {
        Object r = v.get(v.size() - 1);
        v.removeElementAt(v.size() - 1);
        return r;
    }
}
```

```
class Main {
    public static void main(String args[]) {
        Stack stk = new Stack();
        stk.push(new Integer(5));
        stk.push(new Integer(10));
        Object p = stk.pop();
        System.out.println(p);

        stk.add(new Integer(11)); // eroare compilare
        stk.removeElementAt(0); // eroare compil
        ...
    }
}
```

... în plus putem schimba Vectorul cu altceva fără să afectăm clienții stivei (inclusiv la rulare)



o stivă are un vector (numai și numai al ei)

Compunere vs. Moștenire

Compunerea este o relație has-a

- o mașină are un motor
- o stivă are un vector în care își ține elementele
- dă naștere unei ierarhii de obiecte

Moștenirea este o relație is-a

- un EnhancedClock este un fel de Clock
- un Triunghi este un fel de FigurăGeometrică
- o Pisică este un fel de Felină
- dă naștere unei ierarhii de clase

B is-a A : B se și comportă ca un A

```java
class Clock {
    private int hour, minute, second;
    public Clock() {
        hour = minute = second = 0;
    }
    public void setTime(int h, int m, int s) {
        hour = (h >= 0) && (h < 24) ? h : 0;
        minute = (m > 0) && ( m < 60) ? m : 0;
        second = (s >= 0) && ( s < 60) ? s : 0;
    }
    public String toString() {
        return "Current time " + hour + ":" +
                minute + ":" + second;
    }
}
```

comportamental știe să:
1) își seteze ora, minutul, secunda
2) se reprezinte ca șir de caractere

```java
class EnhancedClock extends Clock {
    private int millisecond;
    public EnhancedClock() {
        millisecond = 0;
    }
    public void setTime(int h, int m, int s, int ms) {
        setTime(h, m, s);
        millisecond = (ms >= 0) && ( ms < 1000) ? ms : 0;
    }
    public String toString() {
        return super.toString() + ":" + millisecond;
    }
}
```

comportamental știe să:
1) își seteze ora, minutul, secunda
2) se reprezinte ca șir de caractere
3) își seteze ora, minutul, secunda, milisecunda

M-ar deranja dacă eu v-aș cere un Clock și voi mi-ați da un EnhancedClock ?

Nu, pt. că pot face cu un EnhancedClock tot ce mi-am propus cu un ceas normal.

Invers nu e adevărat !

B is-a A : B se și comportă ca un A

```
class Clock {
    private int hour, minute, second;
    public Clock() {
        hour = minute = second = 0;
    }
    public void setTime(int h, int m, int s) {
        hour = (h >= 0) && (
        minute = (m > 0) &
        second = (s >= 0) &
    }
    public String toString() {
        return "Current time
                minute + ":"
    }
}
```

```
class EnhancedClock extends Clock {
    private int millisecond;
    public EnhancedClock() {
        millisec 0;
    int h, int m, int s, int ms) {
    >= 0) && ( ms < 1000) ? ms : 0;
    {
    g() + ":" + millisecond;
```

Se spune că EnhancedClock este un subtip de-al lui Clock și deci moștenirea e folosită aici nu numai ca moștenire de clasă. Hai să vedem moștenirea de tip :)

comportamental știe să:
1) își seteze ora, minutul, secunda
2) se reprezinte ca șir de caractere

comportamental știe să:
1) își seteze ora, minutul, secunda
2) se reprezinte ca șir de caractere
3) își seteze ora, minutul, secunda, milisecunda

M-ar deranja dacă eu v-aș cere un Clock și voi mi-ați da un EnhancedClock ?

Nu, pt. că pot face cu un EnhancedClock tot ce mi-am propus cu un ceas normal.

Invers nu e adevărat !

2

Moștenirea de de tip / interfață și polimorfismul

(de subtip)

Noțiunea de tip

Un tip de date (abstract) definește o mulțime de valori / ”obiecte” (abstracte) complet caracterizate de operațiile disponibile peste ele

Barbara Liskov

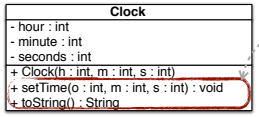
Similare sunt și tipurile de date primitive
- **ne interesează cum creem “obiecte” ex. int într-un program și care sunt operațiile prin care le putem prelucra**

Moștenirea de tip

Se referă la o relație între tipuri în sensul că ...

... un tip (subtip) moștenește operațiile unui alt tip (supertip)

Tipuri vs. Clase



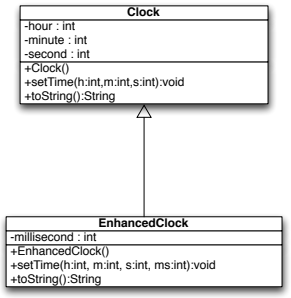
interfața obiectului reprezintă setul de operații ce se pot efectua pe un obiect și deci denotă tipul acelui obiect

Conceptual clasa diferă de noțiunea de tip

- **o clasă reprezintă de fapt implementarea unui tip**
- **tipul e dat doar de declarațiile operațiilor publice din clasă**

... dar des folosite ca sinonime, deoarece o clasă specifică și operațiile publice, deci și interfața și deci și tipul

extends



între clase exprimă **și** moștenirea tipului

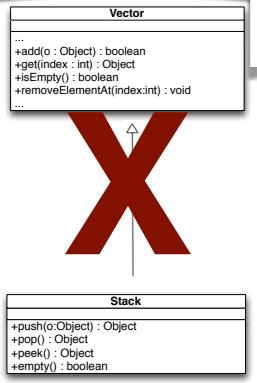
```
class Main {
    public static void main(String argv[]) {
        Clock firstClock;
        EnhancedClock secondClock;
        firstClock = new Clock();
        //Operațiile supertipului
        firstClock.setTime(5, 10, 0);
        System.out.println(firstClock.toString());
        secondClock = new EnhancedClock();
        //Operațiile supertipului sunt disponibile și în
        //EnhancedClock (moștenesc supertipul)
        secondClock.setTime(19, 30, 45);
        System.out.println(secondClock.toString());
        //Operație specifică subtipului
        secondClock.setTime(0, 0, 0, 900);
    }
}
```

În alte limbaje se poate controla mai fin semantica lui extends

Nu folosiți moștenirea doar pentru a reutiliza codul unei superclase. Favorizează compunerea obiectelor în locul moștenirii de clasă.

Să ne amintim ...

Tipul Stivă nu e caracterizat de operațiile tipului Vector, deci nu e subtip de-al lui Vector !




```
class Main {
    stk.add(new Integer(1 1));
    // cu add (?) ce operație e asta pt. noțiunea de stivă ?
    stk.removeElementAt(0);
    // adică cum (????) că într-o stivă trebuie să pot
    // accesa doar ultimul element introdus
    ...
  }
}
```

punând extends am folosi doar o "aromă" a lui (adică moștenirea de clasă) iar moștenirea de tip nu, încălcând prima euristică :(

Clase și metode abstracte

(ce, de ce și pentru ce ?)

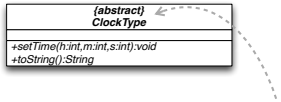
Cum “declarăm” un tip ?

... fără niciun fel de detaliu de implementare

```
abstract class ClockType {

    public abstract void setTime(int h, int m, int s);

    public abstract String toString();
}
```

Metodă instanță abstractă

- NU are corp de instrucțiuni
- rămâne ca o subclasă să-i dea o implementare prin overriding
- clasa în care apare trebuie declarată abstractă



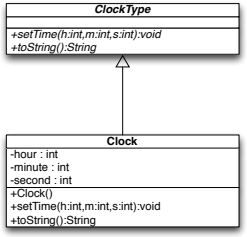
numele clasei/metoda se scrie italic (se adaugă {abstract} când sunt scrise de mână)

```
class Main {
    public static void main(String argv[]) {
        //Putem declara referințe
        ClockType aClock;
        ...
        //Este o eroare de compilare dacă încercăm
        //să instanțiem o clasă abstractă (ex.mai jos)
        aClock = new ClockType(); // oare de ce ?
    }
}
```

Cum implementăm tipul ?

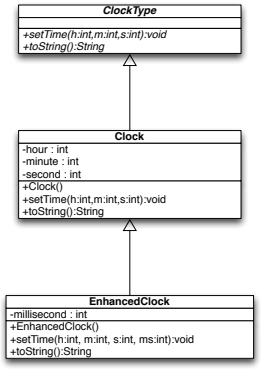
```
abstract class ClockType {

    public abstract void setTime(int h, int n, int s);

    public abstract String toString();

}
```

```
class Clock extends ClockType {
    private int hour, minute, second;
    public Clock() {
        hour = minute = second = 0;
    }
    public void setTime(int h, int m, int s) {
        hour = (h >= 0) && (h < 24) ? h : 0;
        minute = (m > 0) && ( m < 60) ? m : 0;
        second = (s >= 0) && ( s < 60) ? s : 0;
    }
    public String toString() {
        return "Current time " + hour + ":" +
                minute + ":" + second;
    }
}
```



Notă - dacă într-o clasă nu dăm implementare pt. o metodă abstractă dintr-o superclasă, clasa trebuie declarată abstractă (altfel eroare de compilare)

Exemplul cu ceasurile ...



Varianta I (însă ...)

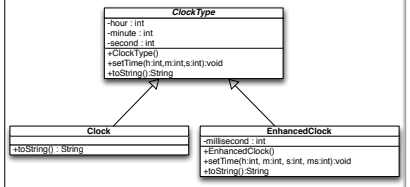
Toate clasele de bază ar trebui să fie abstracte

Riel 5.7

Schimbăm puțin : toString pune în fața stringu-ului returnat și felul ceasului (în general ceva specific felului de ceas)

Cumva EnhancedClock să moștenească direct ClockType (normal din moment ce e o altă implementare a tipului ClockType) dar nici să nu duplicăm ce e comun. Oare cum facem ?

Exemplul cu ceasurile ... (II)



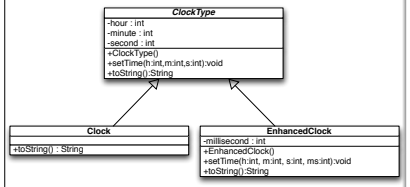
Varianta 2 (mai bună)

```
class Clock extends ClockType {
    public String toString() {
        return "Normal clock - " + super.toString();
    }
}
```

```
abstract class ClockType {
    private int hour, minute, second;
    public ClockType() {
        hour = minute = second = 0;
    }
    public void setTime(int h, int m, int s) {
        hour = (h >= 0) && (h < 24) ? h : 0;
        minute = (m >= 0) && (m < 60) ? m : 0;
        second = (s >= 0) && ( s < 60) ? s : 0;
    }
    public String toString() {
        return "Current time " + hour + ":" +
                minute + ":" + second;
    }
}
```

Obs. - o clasă poate fi declarată abstractă și dacă nu are metode abstracte (și poate avea câmpuri, constructori pt. a-i inițializa, etc.). Prin urmare poate și factoriza codul comun.

Exemplul cu ceasurile ... (II)



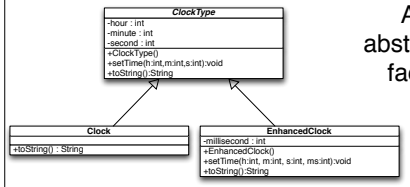

```
abstract class ClockType {
    private int hour, minute, second;
    public ClockType() {
        hour = minute = second = 0;
    }
    public void setTime(int h, int m, int s) {
        hour = (h >= 0) && (h < 24) ? h : 0;
        minute = (m >= 0) && (m < 60) ? m : 0;
        second = (s >= 0) && ( s < 60) ? s : 0;
    }
    public String toString() {
        return "Current time " + hour + ":" +
                minute + ":" + second;
    }
}
```

Varianta 2 (mai bună)

```
class EnhancedClock extends ClockType {
    private int millisecond;
    public EnhancedClock() {
        millisecond = 0;
    }
    public void setTime(int h, int m, int s, int ms) {
        setTime(h, m, s);
        millisecond = (ms >= 0) && ( ms < 1000) ? ms : 0;
    }
    public String toString() {
        return "Enhanced clock - " + super.toString() + ":"
          + millisecond;
    }
}
```

Obs. - o clasă poate fi declarată abstractă și dacă nu are metode abstracte (și poate avea câmpuri, constructori pt. a-i inițializa, etc.). Prin urmare poate și factoriza codul comun.

Exemplul cu ceasurile ... (III)



Am mixat în superclasa abstractă declararea tipului cu factorizarea implementării comune

Varianta 2 (mai bună)

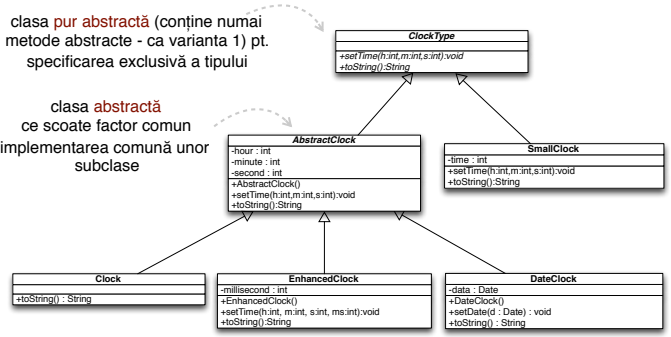
Dacă apar noi implementări ale tipului ClockType unde le punem în ierarhie ?
ex. SmallClock care codifică ora, minutul și secunda în octeți separați ai aceluiași int ?

Nasol, dar se poate mai bine :)

Exemplul cu ceasurile ... (IV)

clasa pur abstractă (conține numai metode abstracte - ca varianta 1) pt. specificarea exclusivă a tipului

clasa abstractă ce scoate factor comun implementarea comună unor subclase



Se poate și mai bine :)

abstract

Metoda abstractă

- doar declarația metodei, specificând o operație a unui tip
- sunt implementate prin overriding în subclase

Clasa abstractă

- NU poate fi instanțiată
- pt. a) specificarea tipului + b) reutilizarea de cod comun
  - abstractă pură (doar metode abstracte) - a
  - câmpuri comune/implementări comune de metode - a,b
  - putem avea și metode abstracte (pe lângă concrete) - a,b
    - NU forțați “implementări comune” inexistente; lasați metoda abstrată dacă nu există ceva comun de pus în ea

Dacă o superclasă are rolul de a specifica tipul / codul comun faceți-o abstractă și dacă are numai metode concrete
(obiectele ei oricum nu au sens în problema de rezolvat)

B

Polimorfism. Legare dinamică

(+ de ce avem nevoie să declarăm tipuri)

Efectul moștenirii de tip

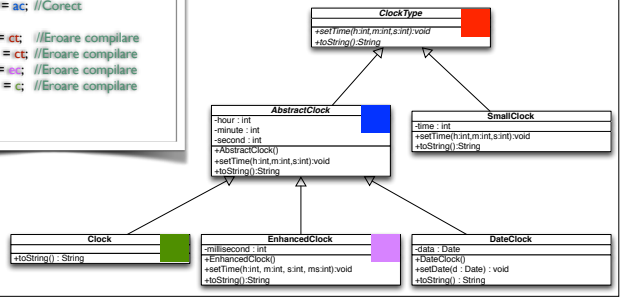
Polimorfism

O variabilă referință declarată de un anumit tip (clasă) poate să refere obiecte a acelui tip (clase) și a oricărui alt subtip (subclase) de-al său

Adică ...

```
class Main {
    public static void main(String[] args) {
        ClockType ct;
        AbstractClock ac;
        Clock c;
        EnhancedClock ec;
        c = new Clock();
        ec = new EnhancedClock();
        ...
        ct = c;   //Corect
        ct = ec;  //Corect
        ac = c;   //Corect
        ac = ec;  //Corect
        ct = ac;  //Corect
    ...
        c = ct;   //Eroare compilare
        ac = ct;  //Eroare compilare
        c = ec;   //Eroare compilare
        ec = c;   //Eroare compilare
        ...
    }
}
```

O variabilă referință declarată de un anumit tip (clasă) poate să refere obiecte a acelui tip (clase) și a oricărui alt subtip (subclase) de-al său



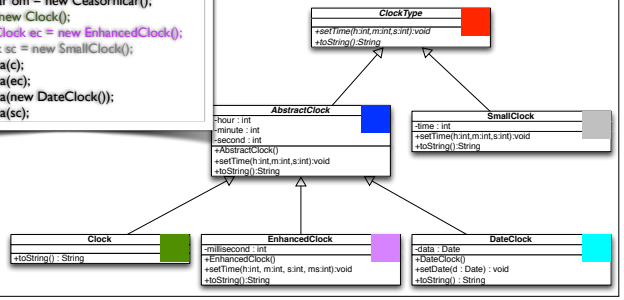
Nu știm exact: poate fi Clock, EnhancedClock, DateClock sau SmallClock

Întrebare

Spre ce fel/clasă/tip concret de obiect referă variabila x când se execută metoda reglează ?

```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
    ...
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.regleaza(c);
om.regleaza(ec);
om.regleaza(new DateClock());
om.regleaza(sc);
```



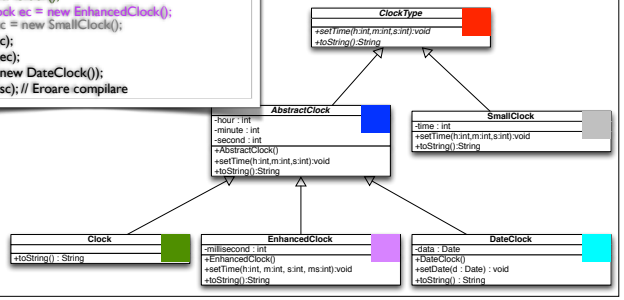
Nu știm exact: poate fi Clock, EnhancedClock sau DateClock

Întrebare

Spre ce fel/clasă/tip concret de obiect referă variabila x când se execută metoda reglează ?

```
class CeasornicarMaiSlabut {
  public void regleaza(AbstractClock x) {
    ...
  }
}
```

```
CeasornicarMaiSlabut om = new CeasornicarMaiSlabut();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.regleaza(c);
om.regleaza(ec);
om.regleaza(new DateClock());
om.regleaza(sc); // Eroare compilare
```



Quizz

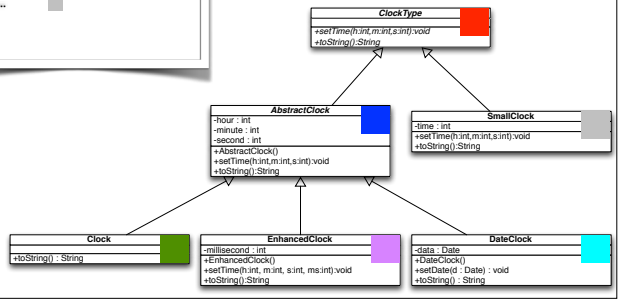
Spre ce fel concret de obiecte poate referi o referință declarată ca fiind de tip Object ?

:) - vă amintiți de metoda equals(Object) din clasa Object ?

instanceof

```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
    if(x instanceof AbstractClock) {
      ...
      if(x instanceof Clock) {
        ...
      }
      ...
    }
    if(x instanceof SmallClock) {
      ...
    }
  }
}
```

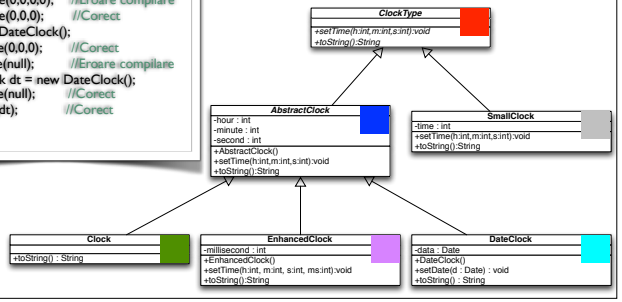
Operatorul întoarce true dacă variabila referă un obiect al clasei date ori a unei subclase de-a ei



Invocare corectă
(la compilare)

```
class Main {
 public static void main(String[] args) {
   ClockType ct;
   AbstractClock ac;
   Clock c;
   EnhancedClock ec;
   ...
   ct.setTime(0,0,0);        //Corect
   ac.setTime(0,0,0);        //Corect
   c.setTime(0,0,0);         //Corect
   ec.setTime(0,0,0);        //Corect
   ec.setTime(0,0,0,0);      //Corect
   ac = new EnhancedClock();
   ac.setTime(0,0,0,0);      //Eroare compilare
   ac.setTime(0,0,0);        //Corect
   ct = new DateClock();
   ct.setTime(0,0,0);        //Corect
   ct.setDate(null);         //Eroare compilare
   DateClock dt = new DateClock();
   dt.setDate(null);         //Corect
   dt.equals(dt);            //Corect
 }
}
```

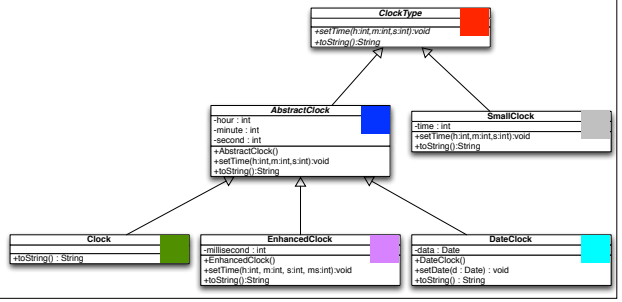
Pe o variabilă referintă putem invoca orice metodă instață declarată în tipul/clasa referinței sau în unul din supertipurile/superclasele sale



```
class Main {
  public static void main(String[] args) {
    ClockType ct;
    EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
    ct = ec;  //Up Cast
    ct.setTime(12,0,0,0); //Eroare compilare
    ((EnhancedClock)ct).setTime(12,0,0,0);
  }
}
```

(Down) Cast

Necesar dacă trebuie să apelăm metode specifice unui subtip dar avem referințe de un supertip de-al său



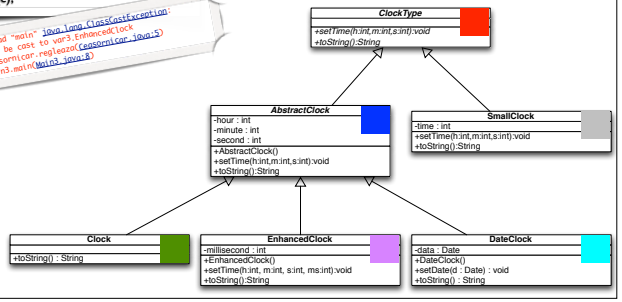
(Down) Cast

```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
    ((EnhancedClock)x).setTime(12,0,0,0);
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
om.regleaza(c);
```

```
Exception in thread "main" java.lang.ClassCastException:
var3.Clock cannot be cast to var3.EnhancedClock
    at var3.Ceasornicar.regleaza(Ceasornicar.java:5)
    at var3.Main3.main(Main3.java:8)
```

Necesar dacă trebuie să apelăm metode specifice unui subtip dar avem referințe de un supertip de-al său



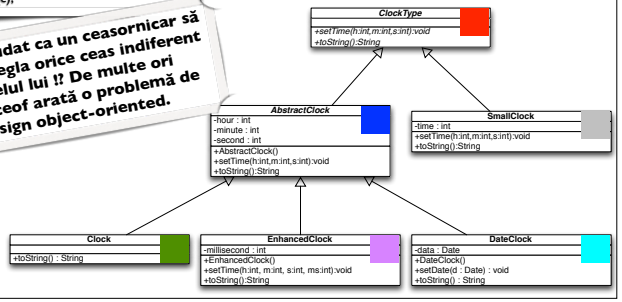
(Down) Cast

```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
    if(x instanceof EnhancedClock) {
        ((EnhancedClock)x).setTime(12,0,0,0);
    }
  }
}
```

Necesar dacă trebuie să apelăm metode specifice unui subtip dar avem referințe de un supertip de-al său

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
om.regleaza(c);
```

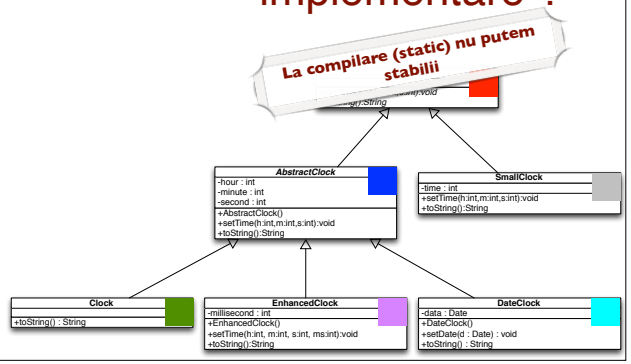
Deși e ciudat ca un ceasornicar să nu știe regla orice ceas indiferent de felul lui !? De multe ori instanceof arată o problemă de design object-oriented.



```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
      x.setTime(12, 0, 0);
  }
}
```

Legarea dinamică

Care implementare ?

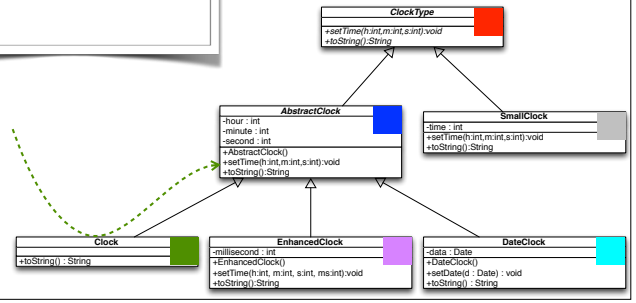


```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
      x.setTime(12, 0, 0);
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.regleaza(c);
```

Legarea dinamică

În cazul metodelor instanță, putând fi overridden/redef., se stabilește numai la rularea programului (deci dinamic) care implementare se apelează funcție de felul concret al obiectului referit la acel moment de referința din apel

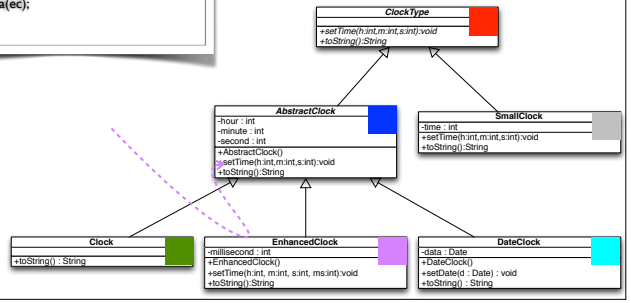


Legarea dinamică

```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
      x.setTime(12, 0, 0);
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.regleaza(c);
om.regleaza(ec);
```

În cazul metodelor instanță, putând fi overridden/redef., se stabilește numai la rularea programului (deci dinamic) care implementare se apelează funcție de felul concret al obiectului referit la acel moment de referința din apel

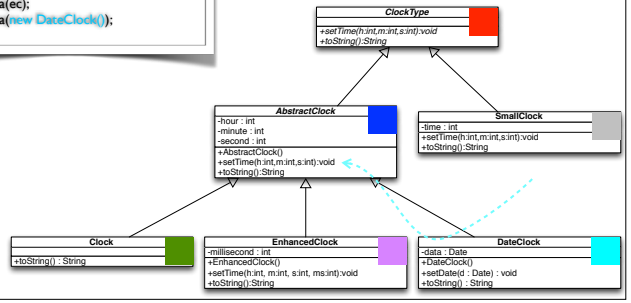


```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
      x.setTime(12, 0, 0);
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.regleaza(c);
om.regleaza(ec);
om.regleaza(new DateClock());
```

Legarea dinamică

În cazul metodelor instanță, putând fi overridden/redef., se stabilește numai la rularea programului (deci dinamic) care implementare se apelează funcție de felul concret al obiectului referit la acel moment de referința din apel

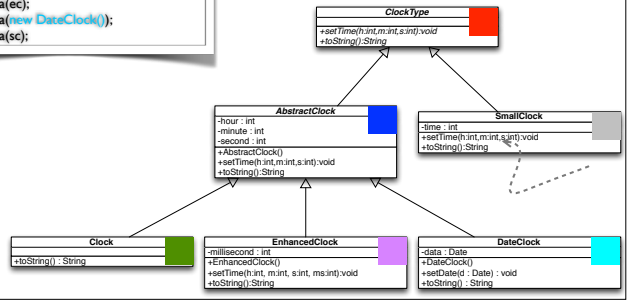


Legarea dinamică

```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
      x.setTime(12, 0, 0);
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.regleaza(c);
om.regleaza(ec);
om.regleaza(new DateClock());
om.regleaza(sc);
```

În cazul metodelor instanță, putând fi overridden/redef., se stabilește numai la rularea programului (deci dinamic) care implementare se apelează funcție de felul concret al obiectului referit la acel moment de referința din apel

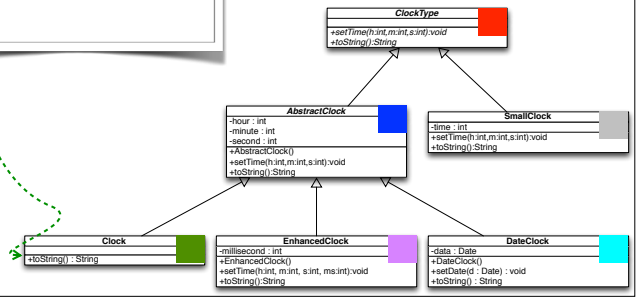


```
class Ceasornicar {
  public void print(ClockType x) {
        System.out.println(x.toString());
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.print(c);
```

Legarea dinamică

În cazul metodelor instanță, putând fi overridden/redef., se stabilește numai la rularea programului (deci dinamic) care implementare se apelează funcție de felul concret al obiectului referit la acel moment de referința din apel

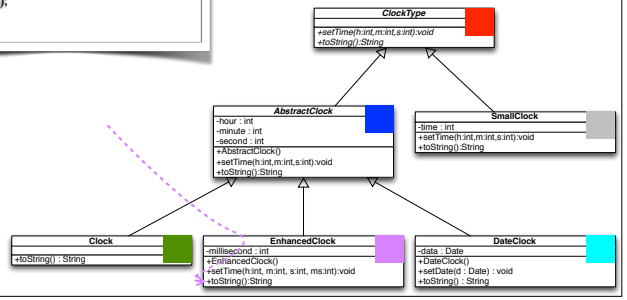


```
class Ceasornicar {
  public void print(ClockType x) {
        System.out.println(x.toString());
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.print(c);
om.print(ec);
```

Legarea dinamică

În cazul metodelor instanță, putând fi overridden/redef., se stabilește numai la rularea programului (deci dinamic) care implementare se apelează funcție de felul concret al obiectului referit la acel moment de referința din apel

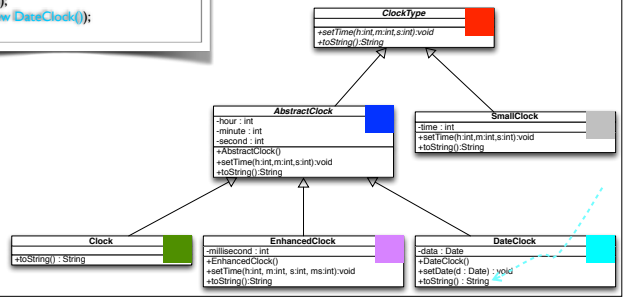


Legarea dinamică

```
class Ceasornicar {
  public void print(ClockType x) {
        System.out.println(x.toString());
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.print(c);
om.print(ec);
om.print(new DateClock());
```

În cazul metodelor instanță, putând fi overridden/redef., se stabilește numai la rularea programului (deci dinamic) care implementare se apelează funcție de felul concret al obiectului referit la acel moment de referința din apel

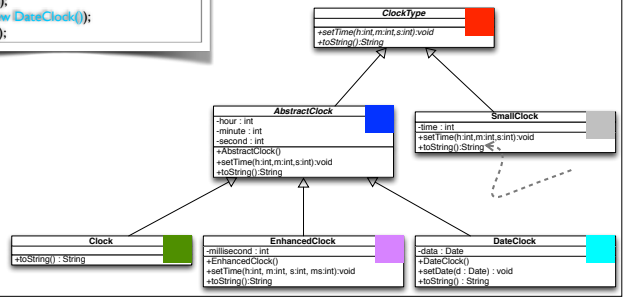


Legarea dinamică

```
class Ceasornicar {
  public void print(ClockType x) {
        System.out.println(x.toString());
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.print(c);
om.print(ec);
om.print(new DateClock());
om.print(sc);
```

În cazul metodelor instanță, putând fi overridden/redef., se stabilește numai la rularea programului (deci dinamic) care implementare se apelează funcție de felul concret al obiectului referit la acel moment de referința din apel



Legarea dinamică

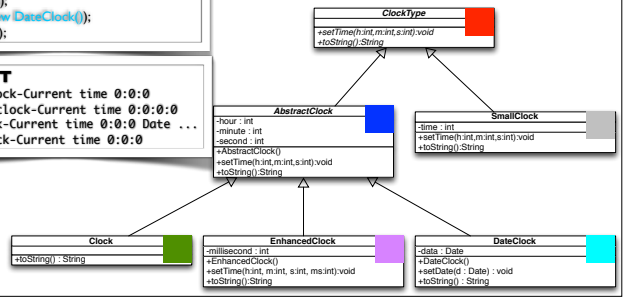
```
class Ceasornicar {
  public void print(ClockType x) {
        System.out.println(x.toString());
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.print(c);
om.print(ec);
om.print(new DateClock());
om.print(sc);
```

OUTPUT

```
Normal clock-Current time 0:0:0
Enhanced clock-Current time 0:0:0:0
Date clock-Current time 0:0:0 Date ...
Small clock-Current time 0:0:0
```

În cazul metodelor instanță, putând fi overridden/redef., se stabilește numai la rularea programului (deci dinamic) care implementare se apelează funcție de felul concret al obiectului referit la acel moment de referința din apel



Atenție ...

Se aplică dacă e vorba de overriding

NU se aplică atunci când e vorba de hiding

- **deci niciodată la apeluri de metode statice**
- **deci niciodată la accesarea de câmpuri**

Quizz

Cât apare pe ecran ?

```java
class A {
    protected int x = 0;
    public A() {
        x = doSomething();
    }
    public int doSomething() {
        return 10;
    }
    public String toString() {
        return "" + x;
    }
    public static void main(String argv[]) {
        System.out.println(new B());
        System.out.println(new A());
    }
}

class B extends A {
    public int doSomething() {
        return 20;
    }
}
```

... dar aici ?

```java
class C {
    protected int y = 0;
    public C() {
        y = doSomethingElse();
    }
    public static int doSomethingElse() {
        return 10;
    }
    public String toString() {
        return "" + y;
    }
    public static void main(String argv[]) {
        System.out.println(new D());
        System.out.println(new C());
    }
}

class D extends C {
    public static int doSomethingElse() {
        return 20;
    }
}
```

De ce toate astea ?

sau cum să fim Harry Potter când organizăm programe OO :)

Programele evoluează

Programele trebuie adaptate în mod continuu la noi cerințe, altfel devin progresiv tot mai nesatisfăcătoare

Una din legile lui Lehman cu privire la evoluția programelor

Principiul Open-Closed

Entitățile software (ex. clase, methode) să fie deschise la extensii dar închise la modificări

Bertrand Meyer
(restated by Robert Martin)

deschise la extensii
să putem extinde (refolosi) funcționalitatea lor
închise la modificări
să le putem extinde dar fără să le modificăm codul

da, sigur ...

https://www.mathematics.com/

Exemplul I

```
class Painter {
    public void drawAll(Object[] figs) {
        for(Object aFig : figs) {
            if(aFig instanceof Circle) {
                ((Circle)aFig).drawCircle();
            } else {
                ((Square)aFig).drawSquare();
            }
        }
    }
}
```

Un program ce lucrează cu figuri geometrice

Circle
... +drawCircle() : void

Square
... +drawSquare() : void

După un timp vrem să extindem programul cu triunghiuri

Exemplul I

Un program ce lucrează cu figuri geometrice

```
class Painter {
    public void drawAll(Object[] figs) {
        for(Object aFig : figs) {
            if(aFig instanceof Circle) {
                ((Circle)aFig).drawCircle();
            } else {
                ((Square)aFig).drawSquare();
            }
        }
    }
}
```

Eroare de execuție - ClassCastException !!! Compilatorul nu te poate ajuta.

Circle	Square	Triangle
...	...	...
+drawCircle() : void	+drawSquare() : void	+drawTriangle() : void

După un timp vrem să extindem programul cu triunghiuri

1. Adăugăm clasa corespunzătoare
2. Peste tot unde am făcut distincție între diverse feluri de figuri, mai adăugăm probabil un if-instanceof-else

Painter nu respectă principiul pt. că trebuie să-i modificăm codul

Exemplul I

```
class Painter {
    public void drawAll(Object[] figs) {
        for(Object aFig : figs) {
            if(aFig instanceof Circle) {
                ((Circle)aFig).drawCircle();
            } else if(aFig instanceof Square) {
                ((Square)aFig).drawSquare();
            } else {
                ((Triangle)aFig).drawTriangle();
            }
        }
    }
}
```

Un program ce lucrează cu figuri geometrice

Circle	Square	Triangle
...	...	...
+drawCircle() : void	+drawSquare() : void	+drawTriangle() : void

După un timp vrem să extindem programul cu triunghiuri

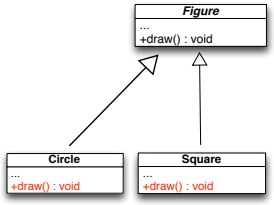
1. Adăugăm clasa corespunzătoare
2. Peste tot unde am făcut distincție între diverse feluri de figuri, mai adăugăm probabil un if-instanceof-else

Painter nu respectă principiul pt. că trebuie să-i modificăm codul

Exemplul I

Un program ce lucrează cu figuri geometrice

```
class Painter {
    public void drawAll(Figure[] figs) {
        for(Figure aFig : figs) {
            aFig.draw();
        }
    }
}
```



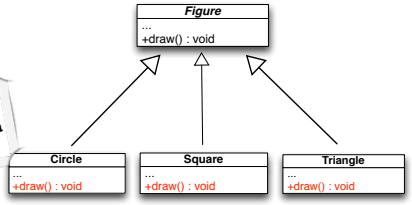
După un timp vrem să extindem programul cu triunghiuri

Exemplul I

Un program ce lucrează cu figuri geometrice

```
class Painter {
    public void drawAll(Figure[] figs) {
        for(Figure aFig : figs) {
            aFig.draw();
        }
    }
}
```

Desenează corect și triunghiuri; în general legarea dinamică apelează implementarea corespunzătoare a operației draw



După un timp vrem să extindem programul cu triunghiuri

1. Adăugăm subclasa corespunzătoare

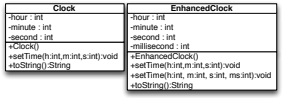
și .... gata!

Painter respectă principiul

Exemplul 2

```
class Ceasornicar {
    public void regleaza(Object x) {
        if(x instanceof Clock) {
            ((Clock) x).setTime(12, 0, 0);
        } else if (x instanceof EnhancedClock) {
            ((EnhancedClock) x).setTime(12, 0, 0);
        }
    }
}
```

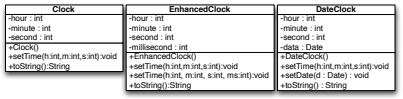
Ceasurile și ceasornicarul ...



Exemplul 2

Ceasurile și ceasornicarul ...

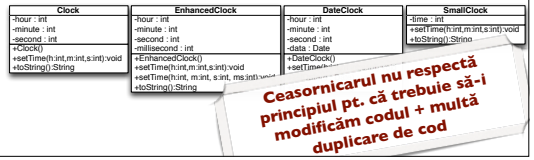
```
class Ceasornicar {
    public void regleaza(Object x) {
        if(x instanceof Clock) {
            ((Clock) x).setTime(12, 0, 0);
        } else if (x instanceof EnhancedClock) {
            ((EnhancedClock) x).setTime(12, 0, 0);
        } else if (x instanceof DateClock) {
            ((DateClock) x).setTime(12, 0, 0);
        }
    }
}
```



```
class Ceasornicar {
    public void regleaza(Object x) {
        if(x instanceof Clock) {
            ((Clock) x).setTime(12, 0, 0);
        } else if (x instanceof EnhancedClock) {
            ((EnhancedClock) x).setTime(12, 0, 0);
        } else if (x instanceof DateClock) {
            ((DateClock) x).setTime(12, 0, 0);
        } else if (x instanceof SmallClock) {
            ((SmallClock) x).setTime(12, 0, 0);
        }
    }
}
```

Exemplul 2

Ceasurile și ceasornicarul ...

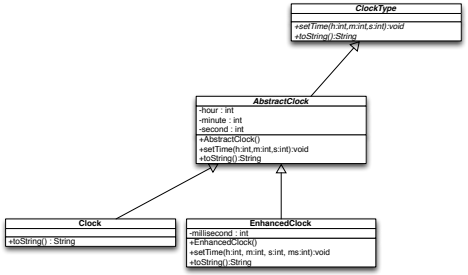


Ceasornicarul nu respectă principiul pt. că trebuie să-i modificăm codul + multă duplicare de cod

Exemplul 2

```
class Ceasornicar {
    public void regleaza(ClockType x) {
        x.setTime(12,0,0);
    }
}
```

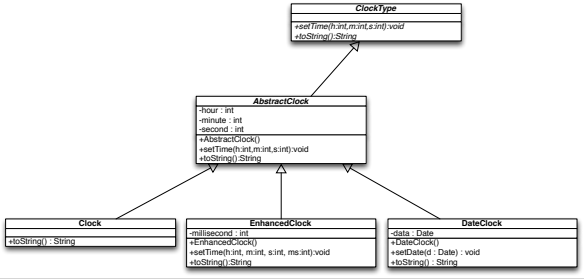
Ceasurile și ceasornicarul ...



Exemplul 2

```
class Ceasornicar {
    public void regleaza(ClockType x) {
        x.setTime(12,0,0);
    }
}
```

Ceasurile și ceasornicarul ...



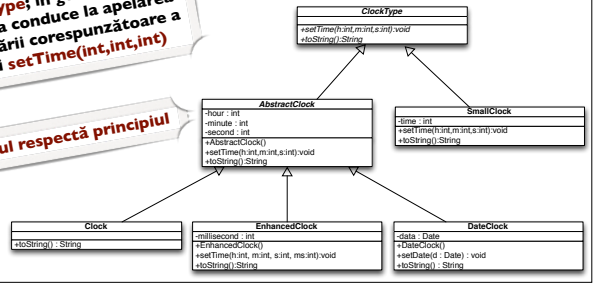
Exemplul 2

Ceasurile și ceasornicarul ...

```
class Ceasornicar {
    public void regleaza(ClockType x) {
        x.setTime(12,0,0);
    }
}
```

Reglează orice ceas ce aderă la tipul ClockType; în general legarea dinamică va conduce la apelarea implementării corespunzătoare a operației setTime(int,int,int)

Ceasornicarul respectă principiul



Quizz

Spre ce fel de obiecte poate referii o intrare din tabloul următor ?
ClockType[] t = new ClockType[10];

... dar tabloul următor ?
ClockType[] t = new Clock[10];

1. Orice obiect de tip ClockType
2. Numai obiecte Clock
(la compilare aparent ok, dar la rulare eroare de execuție dacă e altfel)

D

Altă variantă pt. declarare și implementare de tipuri

Cum “declarăm” un tip ?

... fără niciun fel de detaliu de implementare

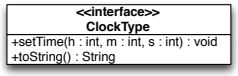
```
abstract class ClockType {

    public abstract void setTime(int h, int m, int s);

    public abstract String toString();

}
```

... sau folosim conceptul de interfață din Java

De la Java 8 este puțin altfel (nu folosiți) !

... altă variantă

```
interface ClockType {
    public void setTime(int h, int m, int s);
    public String toString();
}
```



Automat - fie că le declarăm explicit așa, fie că nu
toate metodele sunt abstracte
toate metodele sunt publice
orice câmp este public static final
nu pot fi instanțiate

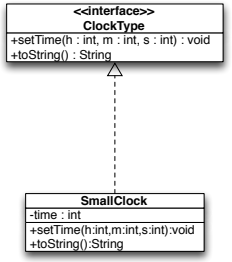
Seamană foarte mult cu o clasă pur astractă

Dacă încercăm altfel, eroare de compilare

implements

```
interface ClockType {
    public void setTime(int h, int m, int s);
    public String toString();
}
```

```
class SmallClock implements ClockType {
    private int time;
    public void setTime(int h, int m, int s) {
        if(h >= 0 && h < 24) {
            time = time & 0x0000FFFF; time = time | (h << 16);
        }
        if(m >= 0 && m < 60) {
            time = time & 0x00FF00FF; time = time | (m << 8);
        }
        if(s >= 0 && s < 60) {
            time = time & 0x00FFFF00; time = time | s;
        }
    }
    public String toString() {
        return "SmallClock - " + ((time & 0x00FF0000) >> 16) + ":"
                + ((time &0x0000FF00)  >> 8) + ":"
                + (time & 0x000000FF);
    }
}
```

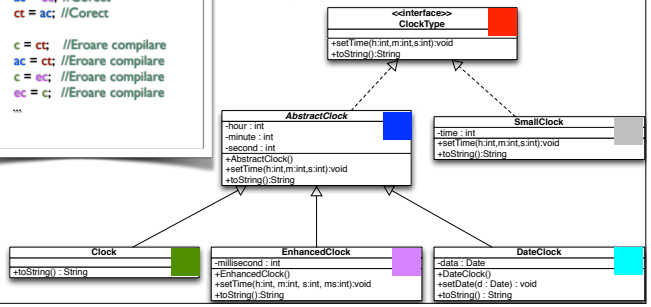


Denotă și moștenirea tipului deci nu trebuie să ne mire că o referință de tipul interfeței va putea referii obiecte a oricărei clase ce implementează acea interfață

Ceasurile

```
class Main {
    public static void main(String[] args) {
        ClockType ct;
        AbstractClock ac;
        Clock c;
        EnhancedClock ec;
        c = new Clock();
        ec = new EnhancedClock();
        ...
        ct = c;    //Corect
        ct = ec;   //Corect
        ac = c;    //Corect
        ac = ec;   //Corect
        ct = ac;   //Corect
...
        c = ct;    //Eroare compilare
        ac = ct;   //Eroare compilare
        c = ec;    //Eroare compilare
        ec = c;    //Eroare compilare
        ...
    }
}
```

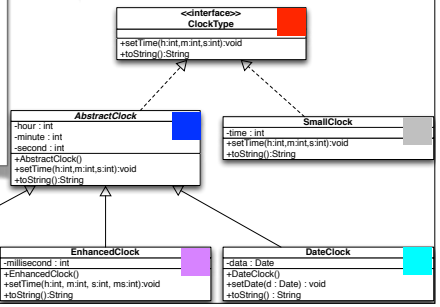
Polimorfism, legare dinamică, verificarea apelurilor, downcast-ul sunt la fel ca în versiunea anterioară



Ceasurile

```
class Main {
  public static void main(String[] args) {
    ClockType ct;
    AbstractClock ac;
    Clock c;
    EnhancedClock ec;
    ...
    ct.setTime(0,0,0);        //Corect
    ac.setTime(0,0,0);        //Corect
    c.setTime(0,0,0);         //Corect
    ec.setTime(0,0,0);        //Corect
    ec.setTime(0,0,0,0);      //Corect
    ac = new EnhancedClock();
    ac.setTime(0,0,0,0);      //Eroare compilare
    ac.setTime(0,0,0);        //Corect
    ct = new DateClock();
    ct.setTime(0,0,0);        //Corect
    ct.setDate(null);         //Eroare compilare
    DateClock dt = new DateClock();
    dt.setDate(null);         //Corect
    dt.equals(dt);            //Corect
  }
}
```

Polimorfism, legare dinamică, verificarea apelurilor, downcast-ul sunt la fel ca în versiunea anterioară

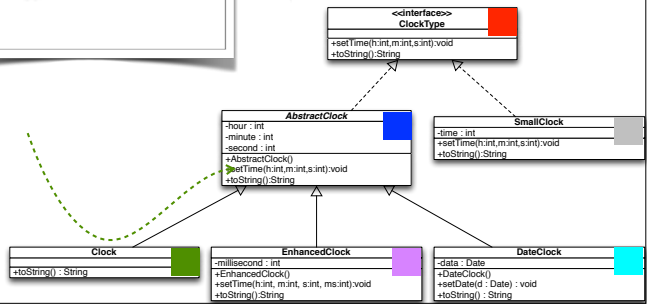


Ceasurile

```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
        x.setTime(12, 0, 0);
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.regleaza(c);
```

Polimorfism, legare dinamică, verificarea apelurilor, downcast-ul sunt la fel ca în versiunea anterioară

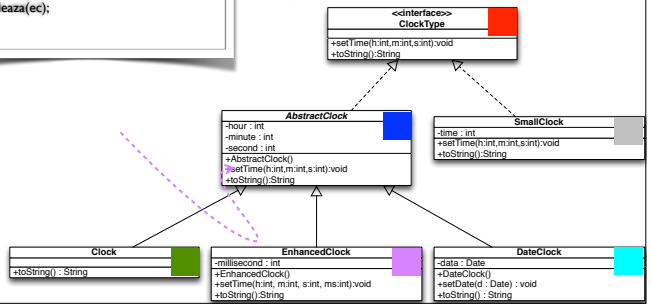


Ceasurile

```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
        x.setTime(12, 0, 0);
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.regleaza(c);
om.regleaza(ec);
```

Polimorfism, legare dinamică, verificarea apelurilor, downcast-ul sunt la fel ca în versiunea anterioară

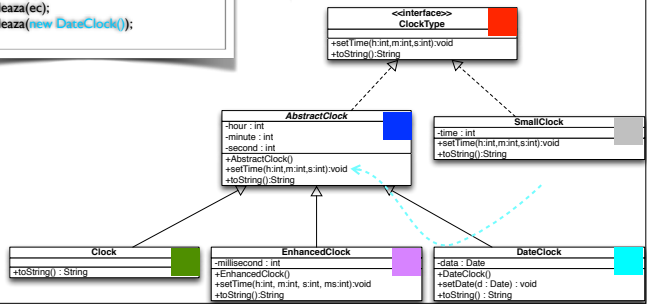


Ceasurile

```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
      x.setTime(12, 0, 0);
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.regleaza(c);
om.regleaza(ec);
om.regleaza(new DateClock());
```

Polimorfism, legare dinamică, verificarea apelurilor, downcast-ul sunt la fel ca în versiunea anterioară

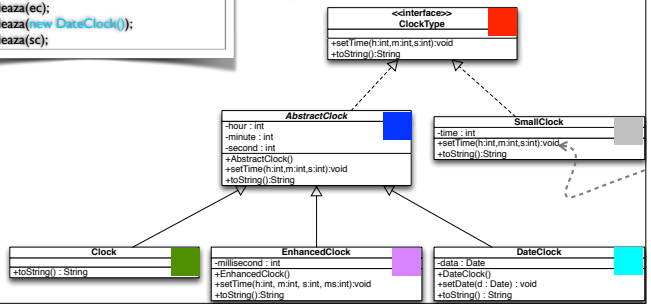


Ceasurile

```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
        x.setTime(12, 0, 0);
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
Clock c = new Clock();
EnhancedClock ec = new EnhancedClock();
SmallClock sc = new SmallClock();
om.regleaza(c);
om.regleaza(ec);
om.regleaza(new DateClock());
om.regleaza(sc);
```

Polimorfism, legare dinamică, verificarea apelurilor, downcast-ul sunt la fel ca în versiunea anterioară



Ceva problemă?

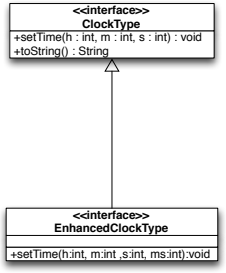
Quizz

```
interface ClockType {
    public void setTime(int h, int m, int s);
    public String toString();
}

class SomeClock implements ClockType {

    private int h,m,s;

    public SomeClock(int h, int m, int s) {
        this.h = h;
        this.m = m;
        this.s = s;
    }

    public String toString() {
        return "Some Clock - Current time " + h + ":" + m + ":" + s;
    }

}
```

SomeClock trebuie
să fie abstractă
(pt. că nu
implementează setTime)

extends între interfețe

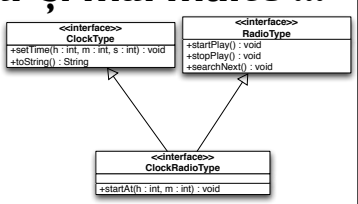
```
interface ClockType {
    public void setTime(int h, int m, int s);
    public String toString();
}
```




```
interface EnhancedClockType extends ClockType {
    public void setTime(int h, int m, int s, int ms);
}
```

chiar și mai multe ...

```
interface ClockType {
    public void setTime(int h, int m, int s);
    public String toString();
}
```



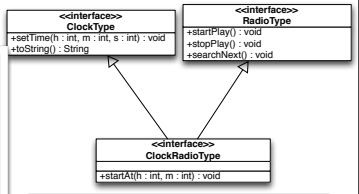

```
interface RadioType {
    public void startPlay();
    public void stopPlay();
    public void searchNext();
}
```

```
interface ClockRadioType extends ClockType, RadioType {
    public void startAt(int h, int m);
}
```

Putem modela tipurile/ subtipurile (inclusiv putem combina într-un subtip două tipuri distincte)

Atenție la ce putem apela

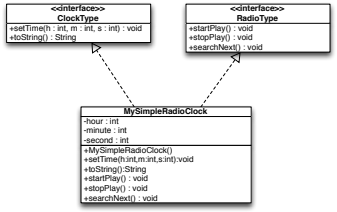
```
class Main {
 public static void main(String[] args) {
  ClockRadioType rct;
  RadioType rt;
  ClockType ct;
  ...
  Persoana om = new Persoana();
  om.porneste Radio(rct);
  om.porneste Radio(rt);
  om.porneste Radio(ct);//Eroare compilare
  om.regleazaCeas(rct);
  om.regleazaCeas(ct);
  om.regleazaCeas(rt);//Eroare compilare
  om.porneste RadioSiRegleazaCeas(rct);
  om.porneste RadioSiRegleazaCeas(ct);//Eroare compilare
  om.porneste RadioSiRegleazaCeas(rt);//Eroare compilare
 }
}
```




```
class Persoana {
    public void pornesteRadio(RadioType x) {
        x.startPlay();
        x.startAt(13, 0);//Eroare compilare
    }
    public void regleazaCeas(ClockType x) {
        x.setTime(12, 0, 0);
        x.startAt(13, 0);//Eroare compilare
    }
    public void pornesteRadioSiRegleazaCeas(
            ClockRadioType x) {
        x.startPlay();
        x.setTime(12, 0, 0);
        x.startAt(13, 0);
    }
}
```

implements again

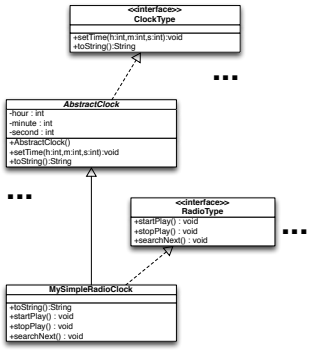
```
class MySimpleRadioClock implements
                        ClockType, RadioType {
    private int hour, minute, second;
    public MySimpleRadioClock() {
        hour = minute = second = 0;
    }
    public void setTime(int h, int m, int s) {
        hour = (h >= 0) && (h < 24) ? h : 0;
        minute = (m >= 0) && ( m < 60) ? m : 0;
        second = (s >= 0) && ( s < 60) ? s : 0;
    }
    public String toString() {
        return "MySimpleRadioClock - Current time " +
      hour + ":" + minute + ":" + second;
    }
    public void startPlay() {
        System.out.println("Start");
    }
    public void stopPlay() {
        System.out.println("Stop");
    }
    public void searchNext() {
        System.out.println("Search");
    }
}
```



Cam multă duplicare ... dar există soluție :)

implements again

```
class MySimpleRadioClock extends AbstractClock
                        implements RadioType {
    public String toString() {
        return "MySimpleRadioClock - " + super.toString();
    }
    public void startPlay() {
        System.out.println("Start");
    }
    public void stopPlay() {
        System.out.println("Stop");
    }
    public void searchNext() {
        System.out.println("Search");
    }
}
```

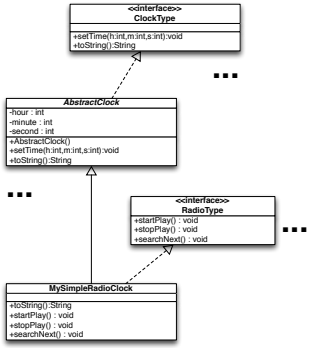


În general, o clasă poate extinde o clasă și poate implementa mai multe interfețe

Putem face asta !

```
class Ceasornicar {
  public void regleaza(ClockType x) {
        x.setTime(12, 0, 0);
  }
}
```

```
Ceasornicar om = new Ceasornicar();
MySimpleRadioClock rc = new MySimpleRadioClock();
om.regleaza(rc);
```

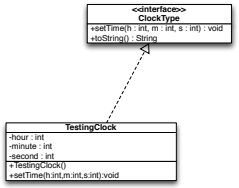


... și evident, oriunde e nevoie de un obiect RadioType putem folosi un MySimpleRadioClock

De ce o fi ok asta ?

```
interface ClockType {
    public void setTime(int h, int m, int s);
    public String toString();
}
```

```
class TestingClock implements ClockType {
    private int h, m, s;
    public void setTime(int h, int m, int s) {
        this.h = h;
        this.m = m;
        this.s = s;
    }
}
```

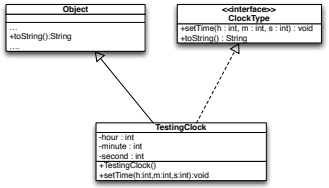


Nu există implementare în TestingClock pt. toString și totuși compilează

De ce o fi ok asta ?

```
interface ClockType {
    public void setTime(int h, int m, int s);
    public String toString();
}
```

```
class TestingClock implements ClockType {
    private int h, m, s;
    public void setTime(int h, int m, int s) {
        this.h = h;
        this.m = m;
        this.s = s;
    }
}
```



Nu există implementare în TestingClock pt. toString și totuși compilează

În esență, implementarea unei metode dintr-o interfață poate veni și de la o superclasă pe care clasa o extinde (e considerat overriding)

Potențiale probleme

```
interface A {
    public void get();
}

interface B {
    public int get();
}

interface AB extends A, B {
  //Eroare compilare deoarece metodele
  //diferă doar prin tipul returnat.
}
```

```
interface A {
    public void get();
}

abstract class AbstractA {
    public int get() {return 0;}
}

class ImplementationA extends AbstractA implements A {
    //Eroare compilare deoarece metodele
    //diferă doar prin tipul returnat
}
```

Ar fi OK dacă tipul returnat al unei declarații de metodă e subtip al tipului returnat de cealaltă declarație (permis de overriding)

clase abstracte vs. interfețe

Clasă abstractă

- Putem mixa definirea tipului cu factorizarea codului comun
- O clasă poate extinde o singură altă clasă (în Java)

De la Java 8 este puțin altfel (nu folosiți) !

Interfață

- Nu putem factoriza codul comun diverselor implementări
  - … dar am putea să-l factorizăm într-o clasă intermediară ori "laterală"
- O clasă poate implementa mai multe interfețe
- O interfață poate extinde mai multe interfețe

Quizz

Poate extinde o interfață o clasă ?

Poate implementa o interfață o clasă ?

Nici vorbă ! Interfața nu conține implementare

Quizz

```
interface A {
    String CONST = "A";
}

interface B {
    String CONST = "B";
}

class ClassAB implements A, B {
    public String toString() {
        return CONST;
    }
}
```

Situație de ambiguitate! Trebuie menționat explicit A.CONST sau B.CONST!