

EXTINDEREA CLASELOR

Numita și **derivare**, **moștenirea** este un mecanism de re folosire a codului, specific limbajelor orientate obiect și reprezintă posibilitatea de a defini o clasă care extinde o alta clasă deja existentă, preluând funcționalitățile sale și adăugând altele noi. Pe lângă reutilizarea codului, moștenirea oferă posibilitatea de a dezvolta pas cu pas o aplicație, procedeu care poartă numele de *dezvoltare incrementală* (*incremental development*). Astfel, se poate utiliza un cod deja funcțional, respectiv testat, și adăuga un alt cod nou la acesta, în felul acesta izolându-se eventualele erori din codul nou adăugat.

Terminologie: Clasa care se extinde se numește *superclasă*, iar cea care preia datele și funcționalitățile se numește *subclasă*.

Sintaxa:

```
class Subclasa extends Superclasa
{
    date și metode membre noi
}
```

Moștenirea definește o relație între superclasă și subclasă sa de tip IS_A și conduce definirea unei ierarhii de clase care are rădăcina în clasa **Object**. Practic, orice clasă din Java extinde clasa **Object**, denumită *superclasa claselor*. Din sintaxa de mai sus se poate observa faptul că, în limbajul Java, moștenirea este întotdeauna *publică* și *singulară*, respectiv membrii din superclasă își păstrează modificatorul de acces, iar orice clasă din ierarhia de clase are o singură superclasă directă.

Ce se moștenește?

- Subclasă moștenește toți membrii publici, protejați și implicați din superclasă, indiferent dacă sunt statici sau non-statici (de instanță).
- Membrii privați nu sunt moșteniți, dar pot fi accesați prin metode publice sau protejate din superclasă.
- Metodele constructor, nefiind considerate metode membre ale unei clase, nu se moștesc, dar un constructor din subclasă poate apela constructorii din superclasă folosind expresia `super([argumente])`.
- Cuvântul cheie `super` poate fi folosit și pentru a accesa date membre și metode din superclasă, astfel: `super.metoda(lista_arg)` sau `super.dată_membră`.

Observații:

- La instanțierea unui obiect de tip subclasă se apelează constructorii din ambele clase, mai întâi cel din superclasă și apoi cel din subclasă!
- Apelul constructorului superclasei, dacă există, trebuie să fie prima instrucțiune din constructorul subclasei (un obiect al subclasei este mai întâi de tipul superclasei).
- Dacă nu se introduce în subclasă apelul explicit al unui constructor al superclasei, atunci compilatorul va încerca să apeleze constructorul fără argumente al superclasei. Aceasta poate cauza o eroare în cazul în care superclasa nu are definit un constructor fără argumente, dar are definit unul cu argumente!
- Constructorul cu argumente din subclasă conține, de regulă, argumente pentru inițializarea datelor membre din superclasă.

Exemplu:

```

class Persoana
{
    String nume;
    int varsta;

    public Persoana(String nume , int varsta)
    {
        this.nume = nume;
        this.varsta = varsta;
    }

    @Override
    public String toString() { return nume + " " + varsta; }

    //metode de tip set/get pentru datele membre nume și vârsta
}

class Student extends Persoana
{
    String facultate;
    int grupa;
    double medie;

    public Student(String nume, int varsta, String facultate, int grupa, double medie)
    {
        super(nume, varsta);
        this.facultate = facultate;
        this.grupa = grupa;
        this.medie = medie;
    }

    @Override
    public String toString()
    {
        return super.toString() + " " + facultate + " " + grupa + " " + medie;
    }

    //metode de tip set/get pentru datele membre facultate, medie și grupă
}

```

Mecanismul de redefinire a unei metode (overriding)

Mecanismul de redefinire reprezintă un concept puternic în limbajele orientate pe obiecte care permite subclasei să redefinească o metoda moștenită și să-i modifice comportamentul. Astfel, la executare, în raport cu tipul obiectului se va invoca metoda corespunzătoare. Practic, metoda din superclasă este „ascunsă” de cea redefinită în subclasă sa.

Observații:

- O metodă din subclasă care redefineste o metodă din superclasă trebuie să păstreze lista inițială a parametrilor formali.

- Nu se pot redefini metodele de tip `final`.
- Se poate utiliza adnotarea `@Override` pentru a-i indica explicit compilatorului faptul că se va redefini o metodă din superclasă. Astfel, dacă metoda respectivă nu există în superclasă, compilatorul va furniza o eroare.
- O dată membră din superclasă va fi ascunsă prin redeclararea sa în subclasă, dar poate fi totuși accesată prin `super.dată_membră`.
- O metodă din superclasă poate fi redefinită în subclasă, dar poate fi totuși accesată prin `super.metodă([parametrii])`.
- Metodele statice pot fi redefinite doar prin metode statice (dar le ascund!!!), iar cele nestatice doar prin metode nestatice.
- Pentru o metodă redefinită se poate schimb modificatorul de acces, dar fără ca nivelul de acces să scadă.
- Tipul returnat de o metodă din subclasă care redefinește o metodă din superclasă trebuie să fie unul covariant tipului de date inițial, respectând-se astfel *principiul de covarianță* (sau *principiul de substituție Liskov*):
 - `void ↔ void`
 - tip de date primitiv ↔ același tip de date primitiv
 - referință de tip superclasă ↔ referință de tip superclasă sau de tip subclasă

Exemplu:

```
class Angajat extends Persoana
{
    String firma , functie;
    double salariu;

    public Angajat(String nume, int varsta, String firma, String functie,
                                                            double salariu)
    {
        super(nume, varsta);
        this.firma = firma;
        this.functie = functie;
        this.salariu = salariu;
    }

    double calculeazaVenit()
    {
        return salariu;
    }
}

class Economist extends Angajat
{
    //treapta profesională -> număr natural cuprins între 0 și 5
    int treapta_profesionala;
    //sporurile procentuale corespunzătoare treptelor profesionale
    static final double sporuri[] = {5, 10, 15, 20, 25, 30};
}
```

```

public Economist(int treapta_profesionala, String nume, int varsta,
                 String firma, String functie, double salariu) {
    super(nume, varsta, firma, functie, salariu);
    this.treapta_profesionala = treapta_profesionala;
}

@Override
double calculeazaVenit() {
    return salariu + salariu*sporuri[treapta_profesionala]/100;
}
}

```

Mecanismul de redefinire, alături de cel de supraîncărcare, permite definirea polimorfismului. Totuși, între cele două concepte există diferențe clare:

SUPRAÎNCĂRCARE (OVERLOADING)	REDEFINIRE (OVERRIDING)
<ul style="list-style-type: none"> lista parametrilor formali trebuie să fie diferită 	<ul style="list-style-type: none"> lista parametrilor formali trebuie să fie identică
<ul style="list-style-type: none"> tipul de date returnat nu contează 	<ul style="list-style-type: none"> tipul de date returnat trebuie să respecte principiul de covarianță
<ul style="list-style-type: none"> se poate realiza și doar în cadrul unei singure clase (dar nu este obligatoriu!!!) 	<ul style="list-style-type: none"> se poate realiza doar într-o subclasă a unei superclase
<ul style="list-style-type: none"> metodele de tip final sau private pot fi supraîncărcate 	<ul style="list-style-type: none"> metodele de tip final nu pot fi rescrise
<ul style="list-style-type: none"> nivelul de acces nu contează 	<ul style="list-style-type: none"> nivelul de acces nu trebuie să fie mai restrictiv decât cel al metodei din superclasă
<ul style="list-style-type: none"> la compilare (legare statică) 	<ul style="list-style-type: none"> la rulare (legare dinamică)
<ul style="list-style-type: none"> mai rapidă 	<ul style="list-style-type: none"> mai lentă

Mai multe detalii referitoare la supraîncărcarea și redefinirea metodelor găsiți în pagina <https://docs.oracle.com/javase/specs/jls/se7/html/jls-8.html#jls-8.4.9> și în pagina <https://www.bestprog.net/en/2019/06/27/java-inheritance-overriding-and-overloading-inherited-methods-examples-dynamic-methods-scheduling/>.

Polimorfismul în limbajul Java

Conceptul în sine este o consecință a faptului ca orice obiect din Java poate fi referit prin tipul său sau prin tipul unei superclase, respectiv se poate realiza, într-un mod implicit, conversia unei subclase la o superclasă a sa mecanism care poartă denumirea de *upcasting*.

Considerăm clasa A extinsă de clasa B. Pot avea loc următoarele instanțieri:

```
B b = new B(); //referirea obiectului printr-o referință de tipul clasei
A a = new B(...); //referirea obiectului printr-o referință de tipul superclasei
```

Observație: În cazul celei de-a doua instanțieri, nu este convertită valoarea, ci referința obiectului!!! Spunem că obiectul a are *tipul declarat* A și *tipul real* B!

Considerăm o clasă A care este extinsă de o clasă B, astfel:

```
class A {

    int dată_membră_non_statică = 1;
    static int dată_membră_statică = 1000;

    void metoda1() {
        System.out.println("Metoda non-statică 1 din clasa A!");
    }

    static void metoda2() {
        System.out.println("Metoda statică 2 din clasa A!");
    }
}

class B extends A {

    int dată_membră_non_statică = 2;
    static int dată_membră_statică = 2000;

    void metoda1() {
        System.out.println("Metoda non-statică 1 din clasa B!");
    }

    static void metoda2() {
        System.out.println("Metoda statică 2 din clasa B!");
    }
}
```

Se poate observa cum subclasa B redefinește atât datele membre, cât și cele două metode.

Rulând secvența de instrucțiuni

```
A ob = new B(); //polimorfism

System.out.println("Data membră non-statică = " + ob.dată_membră_non_statică);
System.out.println("Data membră statică = " + ob.dată_membră_non_statică);
ob.metoda1();
ob.metoda2();
```

se va afișa:

```
Data membră non-statică = 1
```

```
Data membră statică = 1
Metoda non-statică 1 din clasa B!
Metoda statică 2 din clasa A!
```

Analizând exemplul de mai sus, observăm următoarele aspecte:

- datele membre sunt ambele egale cu 1, deoarece ele se accesează după tipul declarat, ci nu după tipul real, indiferent dacă sunt date membre statice sau non-statice (de instanță);
- `ob.metoda1()` utilizează implementarea din subclasă, respectiv metoda redefinită, deoarece selecția sa se realizează după tipul real;
- `ob.metoda2()` utilizează implementarea din superclasă, deoarece metodele statice nu se redefinesc, deci selecția sa se realizează după tipul declarat.

În concluzie, la *upcasting*, o metodă de instanță este invocată în raport de tipul real, tip care se identifică la executare (*runtime*). Conceptul se mai numește și *legare dinamică* sau *legare târzie* (late binding).

În sens invers, *downcasting*-ul reprezintă accesarea unui obiect de tipul superclasei folosind o referință de tipul unei subclase și nu este implicit, necesitând o conversie explicită!

Exemplu: Considerăm clasa `Angajat` și două subclase ale sale, `Economist` și `Inginer`.

```
//corect, deoarece upcasting-ul se realizează implicit
```

```
Angajat a = new Economist();
Angajat b = new Inginer();
```

```
//eroare la compilare, deoarece downcasting-ul nu se realizează implicit
```

```
Inginer p = b;
```

```
//fără eroare la compilare, deoarece downcasting-ul a fost realizat explicit
```

```
Inginer p = (Inginer)b;
```

Totuși, în momentul executării ultimei instanțieri de mai sus, se va declanșa excepția `ClassCastException` și rularea programului se va termina. Pentru a preveni acest lucru, se verifică în prealabil dacă se poate efectua *downcasting*-ul respectiv, folosind operatorul `instanceof`, astfel:

```
Inginer p = null;
if(b instanceof Inginer)
    p = (Inginer)b;
```

În continuare, vom prezenta o modalitate prin care un tablou unidimensional poate să conțină informații eterogene, respectiv elementele sale să fie referințe spre instanțe ale unor clase diferite (dar care trebuie să fie toate subclase ale unei singure superclase!):

```
class Angajat {
    String nume;
    double salariu;
    int varsta;
```

```

public Angajat(String nume, double salariu, int varsta) {
    this.nume = nume;
    this.salariu = salariu;
    this.varsta = varsta;
}

double calculeazaVenit() {
    return salariu;
}
}

class Economist extends Angajat {

    //treapta profesională -> număr natural cuprins între 0 și 5
    int treapta_profesionala;
    //sporurile procentuale corespunzătoare treptelor profesionale
    static final double sporuri[] = {5, 10, 15, 20, 25, 30};

    public Economist(String nume, double salariu, int varsta, int
treapta_profesionala) {
        super(nume, salariu, varsta);
        this.treapta_profesionala = treapta_profesionala;
    }

    @Override
    double calculeazaVenit() {
        return salariu + salariu * sporuri[treapta_profesionala] / 100;
    }

    void afiseazaSporEconomist() {
        double spor = salariu * sporuri[treapta_profesionala] / 100;
        System.out.println("\tSpor economist: " + spor);
    }
}

class Paznic extends Angajat {
    double spor_noapte;

    public Paznic(String nume, double salariu, int varsta, double spor_noapte) {
        super(nume, salariu, varsta);
        this.spor_noapte = spor_noapte;
    }

    @Override
    double calculeazaVenit() {
        return salariu + salariu * spor_noapte;
    }

    void afiseazaSporPaznic() {
        double spor = salariu * spor_noapte;
        System.out.println("\tSpor paznic: " + spor);
    }
}

```

```

public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        //declarăm un tablou cu elemente de tipul superclasei Angajat,
        //comună subclaselor Paznic și Economist
        Angajat t[] = new Angajat[4];

        //folosind upcasting-ul, atribuim elementelor tabloului referințe
        //spre instanțe ale celor două subclase (Paznic și Economist)
        t[0] = new Paznic("Popa Ion", 2500, 40, 0.25);
        t[1] = new Economist("Mihai Ana", 3700, 55, 4);
        t[2] = new Economist("Popescu Maria", 3000, 47, 2);
        t[3] = new Paznic("Ionescu Mihai", 2100, 35, 0.20);

        //afișăm informațiile despre fiecare angajat
        for(int i = 0; i < t.length; i++)
        {
            System.out.println("Angajat " + (i+1) + ":");
            System.out.println("\tNume: " + t[i].nume);
            //datorită polimorfismului, pentru fiecare angajat
            //se va apela metoda calculeazaVenit() din subclasa corespunzătoare
            System.out.println("\tVenit: " + t[i].calculeazaVenit());

            //pentru a putea apela metodele proprii fiecărei subclase,
            //utilizăm downcasting-ul
            if(t[i] instanceof Paznic)
            {
                Paznic aux = (Paznic)t[i];
                aux.afiseazaSporPaznic();
            }
            else
            {
                if(t[i] instanceof Economist)
                {
                    Economist aux = (Economist)t[i];
                    aux.afiseazaSporEconomist();
                }
            }
            System.out.println();
        }
    }
}

```

Clasa Object

Clasa `Object`, definită în pachetul `java.lang`, definește și implementează un comportament comun pentru orice obiect Java. Fiecare clasă Java este un descendent al clasei `Object`, astfel încât orice clasă moștenește metodele clasei `Object`. Aceste metode nu se utilizează în orice aplicație, dar, dacă sunt folosite, atunci trebuie cunoscute câteva principii de redefinire a lor.

- **public final Class getClass()**
 - Este o metodă de tip `final` (nu mai poate fi redefinită) care returnează un obiect de tip `Class` care conține detalii despre clasa instanțiată în momentul executării programului.

- Clasa `Class` este definită în `java.lang`, nu are constructor public, astfel încât obiectul este construit implicit de către mașina virtuală Java cu ajutorul unor metode de tip *factory*.

- **`public String toString()`**

- Metoda returnează o reprezentare a obiectului sub forma unui obiect de tip `String`.
- Trebuie redefinită în fiecare clasă, deoarece acesta reprezentare este dependentă de fiecare obiect. De regulă, se construiește un șir de caractere care conține valorile câmpurilor.
- Implicit metoda `toString` afișează un șir format astfel:

```
getClass().getName() + '@' + Integer.toHexString(hashCode())
```

- **`boolean equals(Object obj)`**

- În limbajul Java, două obiecte se pot compara în două moduri, folosind:
 - **operatorul `==`** care verifică dacă două obiecte sunt egale din punct de vedere al referințelor, adică dacă au aceeași referință, însă nu se testează echivalența lor din punct de vedere al conținutului!

```
Persoana p1 = new Persoana("Matei", 23);
Persoana p2 = p1;
System.out.println(p1==p2);           //se va afișa true
```

```
Persoana p3 = new Persoana("Matei", 23);
System.out.println (p1==p3);          //se va afișa false
```

- **metoda boolean `equals()`** care, implicit, verifică dacă două obiecte au aceeași referință, folosind operatorul `==`, după cum se poate observa din exemplul următor:

```
System.out.println (p1.equals(p3));    //se va afișa false
```

- De cele mai multe ori, în aplicații este necesară o comparare a două obiecte și din punct de vedere al conținutului, caz în care trebuie redefinită metoda `equals()`.

Exemplu: Redefinirea metodei `equals` pentru clasa `Persoana` cu datele membre `nume` și `varsta`:

```
public boolean equals(Object obj) {
    if (this == obj)
        return true;

    if (obj == null)
        return false;

    if (getClass() != obj.getClass())
        return false;

    Persoana pers = (Persoana) obj;
    if (this.varsta != pers.varsta)
        return false;
```

```

        if (!Objects.equals(this.num, pers.num))
            return false;

        return true;
    }

```

- Se poate observa faptul că pentru a compara numele celor două persoane se preferă utilizarea metodei `equals()` din clasa utilitară `Objects` (introdusă din versiunea 1.7), deoarece metodele `equals()` și `compareTo()` din clasa `String` pot furniza excepții în cazul în care argumentele sunt de tip `null`. În schimb, metoda `equals()` din clasa `Objects` va compara cele două șiruri astfel:
 - dacă ambele obiecte `String` sunt de tip `null`, atunci metoda va returna valoarea `true`;
 - dacă un obiect `String` este `null`, iar celălalt nu este, va returna `false`;
 - dacă ambele obiecte de tip `String` nu sunt `null`, va returna rezultatul obținut prin apelarea metodei `equals()` din clasa `String`.
- **public int hashCode()**
 - În Java, codul hash al unui obiect este un număr întreg care este dependent de conținutul său. Implicit, codul hash este calculat de către mașina virtuală Java, utilizând un algoritm specific care nu utilizează valorile câmpurilor obiectului respectiv. Astfel, pentru a se evidenția faptul că un obiect își modifică starea pe parcursul executării programului sau pentru a ne asigura de faptul că două obiecte egale din punct de vedere al conținutului au același cod hash, se redefinește metoda `hashCode()`, astfel încât algoritmul de hash să utilizeze concret starea obiectului (valorile datelor membre). În acest sens, clasa `Objects` conține o metodă cu număr variabil de argumente care calculează codul hash pentru un anumit obiect folosind valorile câmpurilor sale: `Objects.hash(câmp_1, câmp_2, ...)`.

Exemplu: Calculul codului hash pentru un obiect de tip `Persoana`

```

@Override
public int hashCode() {
    return Objects.hash(num, varsta);
}

```

Mai multe detalii referitoare la implementarea metodei `hashCode()` găsiți în pagina <https://www.baeldung.com/java-hashcode>.

Observație: Implementările metodelor `equals()` și `hashCode()` trebuie să țină cont de următoarele reguli:

- metoda `hashCode()` trebuie să returneze aceeași valoare în timpul rulării unei aplicații, indiferent de câte ori este apelată, dacă starea obiectului nu s-a modificat, dar nu trebuie neapărat să furnizeze aceeași valoare în cazul unor rulări diferite;
- două obiecte egale din punct de vedere al metodei `equals()` trebuie să fie egale și din punct de vedere al metodei `hashCode()`, deci trebuie să aibă și hash code-uri egale;
- două obiecte diferite din punct de vedere al conținutului nu trebuie neapărat să aibă hash-code-uri diferite, dar, dacă acest lucru este posibil, se vor obține performanțe mai bune pentru operațiile asociate unei tabele de dispersie.

Clase abstracte

În momentul în care dorim să abstractizăm un anumit concept/fenomen din lumea reală, este posibil să nu-i putem defini comportamentul său în orice situație. De exemplu, despre orice angajat, indiferent de domeniul său de activitate, trebuie să cunoaștem anumite informații precum nume, adresă, firma la care este angajat, numărul de ore lucrate zilnic etc. De asemenea, pentru orice angajat trebuie să putem calcula numărul total de ore lucrate de acesta într-o anumită perioadă de timp, să-i determinăm vechimea totală etc. Totuși, modalitatea de calcul a salariului unui angajat depinde de profesia sa (inginer, profesor, medic etc.), de anumite sporuri specifice (are anumite deduceri de impozit, lucrează noaptea sau nu, lucrează în week-end-uri, lucrează în mediu toxic sau nu etc.). În acest caz, o metodă care să calculeze salariul unui angajat fie va lua în considerare toate cazurile posibile, ceea ce conduce la o eficiență scăzută, fie va fi declarată abstractă, urmând a fi implementată **obligatoriu** în clase specializate (Profesor, Inginer, Medic etc.), care vor extinde clasa Angajat.

Exemplu:

```
public abstract class Angajat {
    double salariu_baza;
    .....
    abstract public double calculSalariu();
}

class Paznic extends Angajat{
    .....
    static double spor_de_noapte = 0.25;
    .....
    Public double calculSalariu() {
        return salariu_baza + salariu_baza * spor_de_noapte;
    }
}
```

Observații:

- O clasă abstractă nu se poate instanția, deoarece nu se cunoaște integral funcționalitatea sa.
- Dacă o subclasă a unei clase abstracte nu oferă implementări pentru toate metodele abstracte moștenite, atunci subclasa este, de asemenea, abstractă, deci nu poate fi instanțiată.
- O clasă abstractă poate să conțină date membre de instanță, constructori și metode publice, astfel încât subclasele sale pot apela constructorul din superclasă, respectiv pot redefini membrii săi.

Polimorfismul se poate implementa cu ușurință folosind clase abstracte. În exemplul de mai sus, clasa Angajat este o clasă abstractă, deci nu poate fi instanțiată. Astfel, în momentul compilării este posibil să nu se cunoască tipul concret al unui angajat, dar un obiect de tip subclasă (Inginer, Profesor etc.) poate fi accesat printr-o referință de tipul superclasei, respectiv prin referința clasei abstracte (polimorfism!).

Exemplu: Considerăm clasa abstractă Angajat, care conține metoda abstractă double calculSalariu() și 3 subclase ale sale Inginer, Profesor și Economist, toate trei implementând în mod specific metoda calculSalariu() și având definiți constructori și alte metode necesare. Fișierul text angajați.csv conține pe fiecare linie informații despre fiecare angajat al unei firme, despărțite între ele prin virgule, iar fiecare linie începe cu un șir de caractere care indică profesia angajatului respectiv. Pentru a încărca

Într-un singur tablou unidimensional informațiile despre toți angajații firmei, indiferent de profesie, vom declara un tablou a cu elemente de tipul clasei abstracte Angajat (de fapt, referințe!) și, folosind polimorfismul, vom instanția pentru fiecare element al tabloului un obiect de tipul uneia dintre cele 3 subclase:

```
.....
Scanner in = new Scanner(new File("exemplu.txt"));
int n = in.nextInt();
in.nextLine();
Angajat []a = new Angajat[n];

String linie;
for(int i = 0; i < n; i++)
{
    linie = in.nextLine();
    String []aux = linie.split(",");
    switch(aux[0].toUpperCase())
    {
        //se apelează constructorul corespunzător fiecărei subclase
        case "PROFESOR":
            a[i] = new Profesor(...);
            break;
        case "INGINER":
            a[i] = new Inginer(...);
            break;
        case "ECONOMIST":
            a[i] = new Economist(...);
            break;
    }
}

for(int i = 0; i < n; i++)
    System.out.println(a[i].getNume() + " -> " + a[i].calculSalariu() + " RON");
.....
```

Datorită polimorfismului, pentru fiecare element al tabloului a se va apela varianta metodei calculSalariu() din subclasa sa!