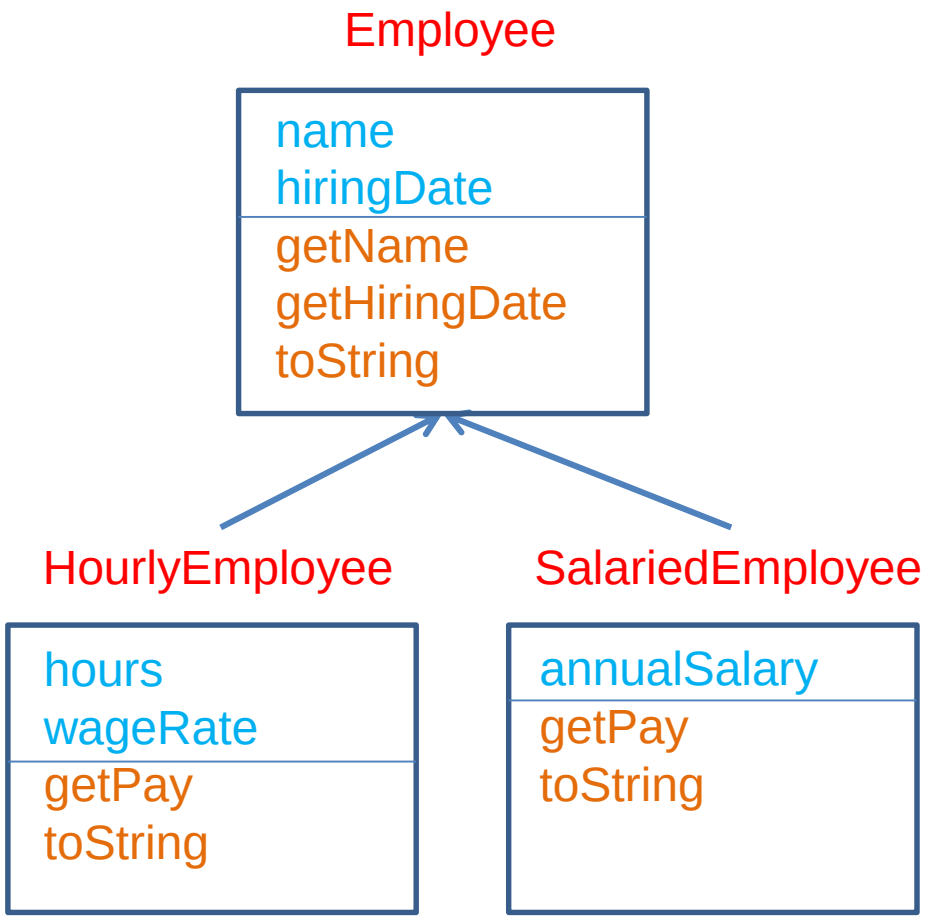
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΟΥΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Πολυμορφισμός – Late Binding

Αφηρημένες κλάσεις

Interfaces – διεπαφές

Κληρονομικότητα



Οι παράγωγες κλάσεις κληρονομούν τα πεδία και τις μεθόδους της βασικής κλάσης και έχουν και δικά τους πεδία και μεθόδους.

Επίσης μπορούμε να υπερβαίνουμε (override) κάποιες μεθόδους (toString)

```
public class Employee
{
    private String name;
    private Date hireDate;

    public String toString(){
        return (name + " " + hireDate.toString( ));
    }
}
```

```
public class HourlyEmployee extends Employee
{
    private double wageRate;
    private double hours; //for the month

    public String toString( ){
       return (super.toString( ) + "\n$" + wageRate + " per hour for " + hours + " hours");
    }
}
```

```
public class SalariedEmployee extends Employee
{
    private double salary; //annual

    public String toString( ){
        return (super.toString( ) + "\n$" + salary + " per year");
    }
}
```

```
public class IsADemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        SalariedEmployee sam = new SalariedEmployee("Josephine",
                                   new Date("January", 1, 2004), 100000);
        HourlyEmployee han = new HourlyEmployee("Sam",
                               new Date("February", 1, 2003), 50.50, 40);

        System.out.println("showEmployee(sam) invoked:");
        showEmployee(sam);

        System.out.println("showEmployee(han) invoked:");
        showEmployee(han);

    }

    public static void showEmployee(Employee employeeObject)
    {
            System.out.println(employeeObject.toString());
    }
}
```

Τι θα τυπώσει η **showEmployee** όταν την καλέσουμε με ορίσματα το **sam** και το **han**?
Ποια μέθοδος **toString** θα κληθεί?

```
public class IsADemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        SalariedEmployee sam = new SalariedEmployee("Josephine",
                                   new Date("January", 1, 2004), 100000);
        HourlyEmployee han = new HourlyEmployee("Sam",
                               new Date("February", 1, 2003), 50.50, 40);

        System.out.println("showEmployee(sam) invoked:");
        showEmployee(sam);

        System.out.println("showEmployee(han) invoked:");
        showEmployee(han);

    }

    public static void showEmployee(Employee employeeObject)
    {
           System.out.println(employeeObject.toString());
    }
}
```

Θα καλέσει την **toString** της κλάσης του αντικειμένου που περνάμε σαν όρισμα (**HourlyEmployee** ή **SalariedEmployee**) και όχι την κλάση που εμφανίζεται στον ορισμό της παραμέτρου (**Employee**).

Ο μηχανισμός αυτός ονομάζεται late binding (και/ή πολυμορφισμός)

Late Binding (καθυστερημένη δέσμευση)

- Η δέσμευση (binding) αναφέρεται στον συσχετισμό μεταξύ της κλήσης μιας μεθόδου και του ορισμού (κώδικα) της μεθόδου.

- Early binding: Η δέσμευση γίνεται κατά τη μεταγλώττιση του προγράμματος
  - Στην περίπτωση αυτή η μέθοδος toString() που θα κληθεί θα είναι η μέθοδος της κλάσης **`Employee`** μιας και όταν γίνεται η μεταγλώττιση ο compiler βλέπει το όρισμα ως αντικείμενο της κλάσης **`Employee`**.
- Late binding: Η δέσμευση γίνεται κατά τη εκτέλεση του προγράμματος
  - Το κάθε αντικείμενο έχει πληροφορία για την κλάση του και τον ορισμό (κώδικα) των μεθόδων του.
  - Στην περίπτωση αυτή η μέθοδος toString() που θα κληθεί εξαρτάται από την κλάση που περνάμε σαν όρισμα (**`Employee`**, **`HourlyEmployee`** ή **`SalariedEmployee`**). Ανάλογα με το αντικείμενο καλείται η ανάλογη μέθοδος.

- Στη Java εφαρμόζεται ο μηχανισμός του late binding για όλες τις μεθόδους (σε αντίθεση με άλλες γλώσσες προγραμματισμού).

Παράδειγμα

```
public class Example3
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Employee employeeArray[] = new Employee[3];

        employeeArray[0] = new Employee("alice",
                                        new Date(1,1,2010));

        employeeArray[1] = new HourlyEmployee("bob",
                                  new Date(1,1,2011), 20, 160);

        employeeArray[2] = new SalariedEmployee("charlie",
                                  new Date(1,1,2012), 24000);

       for (int i = 0; i < 3; i ++){
                System.out.println(employeeArray[i]);
        }
    }
}
```

Για κάθε στοιχείο του πίνακα καλείται διαφορετική μέθοδος toString ανάλογα με το αντικείμενο που τοποθετήσαμε σε εκείνη τη θέση

```
public class Sale
{
    protected String name;
    protected double price;

    public Sale(String theName, double thePrice){
        name = theName;
        price = thePrice;
    }

    public String toString( ){
        return (name + " Price and total cost = $" + price);
    }

    public double bill( ){
        return price;
    }

    public boolean equalDeals(Sale otherSale){
        return (name.equals(otherSale.name)
                && this.bill( ) == otherSale.bill( ));
    }

    public boolean lessThan (Sale otherSale){
        return (this.bill( ) < otherSale.bill( ));
    }
}
```

Σύμφωνα με το βιβλίο δεν συνίσταται η χρήση της protected αλλά την χρησιμοποιούμε για απλότητα στο παράδειγμα

```
public class DiscountSale extends Sale
{
    private double discount;

    public DiscountSale(String theName,
                        double thePrice, double theDiscount)
    {
        super(theName, thePrice);
        discount = theDiscount;
    }

    public double bill( )
    {
        double fraction = discount/100;
        return (1 - fraction)*price;
    }


    public String toString( )
    {
        return (name + " Price = $" + price
                + " Discount = " + discount + "%\n"
                + "   Total cost = $" + bill( ));
    }
}
```

Υπέρβαση της μεθόδου **bill()**

Δεν έχουμε υπέρβαση των μεθόδων **equalDeals** και **lessThan**

```
public class LateBindingDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Sale simple = new Sale("floor mat", 10.00);//One item at $10.00.
        DiscountSale discount = new DiscountSale("floor mat", 11.00, 10);
                                    //One item at $11.00 with a 10% discount.

        System.out.println(simple);
        System.out.println(discount);

        if (discount.lessThan(simple))
            System.out.println("Discounted item is cheaper.");
        else
            System.out.println("Discounted item is not cheaper.");

        Sale regularPrice = new Sale("cup holder", 9.90);//One item at $9.90.
        DiscountSale specialPrice = new DiscountSale("cup holder", 11.00, 10);
                                    //One item at $11.00 with a 10% discount.

        System.out.println(regularPrice);
        System.out.println(specialPrice);

        if (specialPrice.equalDeals(regularPrice))
            System.out.println("Deals are equal.");
        else
            System.out.println("Deals are not equal.");
    }
}
```

Οι **lessThan** και **equalDeals** κληρονομούνται από την **Sale**

Με το μηχανισμό του late binding στην κλήση τους ξέρουμε ότι το αντικείμενο που τις καλεί είναι τύπου **DiscountSale**

Ξέρουμε λοιπόν ότι όταν εκτελούμε τον κώδικα της **lessThan** και **equalDeals** η μέθοδος **bill()** που θα πρέπει να καλέσουμε είναι αυτή της **DiscountSale** ενώ για το **otherSale.bill()** είναι αυτή της **Sale**

Ένα διαφορετικό πρόβλημα

- Ας υποθέσουμε ότι στην Employee θέλουμε να προσθέσουμε μια μέθοδο που ελέγχει αν δύο υπάλληλοι έχουν τον ίδιο μισθό (ανεξάρτητα αν είναι ωρομίσθιοι, ή πλήρους απασχόλησης)
- Η συνάρτηση είναι απλή:

```
public boolean sameSalary(Employee other)
{
        if (this.getPay() == other.getPay()){
                return true;
        }
        return false
}
```

- Το πρόβλημα: Που θα την ορίσουμε?
  - Ιδανικά στην Employee, αλλά η Employee δεν έχει συνάρτηση `getPay()`
  - Αν την ορίσουμε στην HourlyEmployee, ή στην SalariedEmployee, δεν μπορούμε να περάσουμε όρισμα Employee εφόσον δεν έχει μέθοδο `getPay()`

Αφηρημένες μέθοδοι

- Η λύση είναι να ορίσουμε την `getPay()` ως αφηρημένη μέθοδο (abstract method) της Employee.
  - `public abstract double getPay();`
  - Μια αφηρημένη μέθοδος δηλώνεται σε μία κλάση αλλά ορίζεται στις παράγωγες κλάσεις.
  - Χρησιμοποιούμε τη δεσμευμένη λέξη abstract για να δηλώσουμε ότι μια μέθοδος είναι αφηρημένη.
  - Η δήλωση μιας αφηρημένης μεθόδου δεν έχει κώδικα οπότε η εντολή τερματίζει με το `;`
  - Οι αφηρημένες μέθοδοι πρέπει να είναι public (ή protected), όχι private.

Αφηρημένες κλάσεις

- Οι κλάσεις που περιέχουν μια αφηρημένη μέθοδο ορίζονται υποχρεωτικά ως αφηρημένες κλάσεις (abstract classes)
  - `public abstract class Employee { … }`
- Δεν μπορούμε να δημιουργήσουμε αντικείμενα μιας αφηρημένης κλάσης
  - Μια αφηρημένη κλάση χρησιμοποιείται μόνο για να δημιουργούμε παράγωγες κλάσεις.
  - Στην περίπτωση μας δεν χρειαζόμαστε αντικείμενα τύπου Employee. Ένας υπάλληλος θα είναι είτε ωρομίσθιος, είτε μόνιμος.
- Οι παράγωγες κλάσεις μιας αφηρημένης κλάσης θα πρέπει πάντα να ορίζουν τις αφηρημένες μεθόδους
  - Εκτός αν είναι και αυτές αφηρημένες.
- Μια κλάση (ή μέθοδος) που δεν είναι αφηρημένη λέγεται ενυπόστατη (concrete)

```
public abstract class Employee
{
    private String name;
    private Date hireDate;

    public abstract double getPay();

    public boolean samePay(Employee other){
        return (this.getPay() == other.getPay());
    }

    public Employee( ) { … }

    public Employee(String theName, Date theDate) { … }

    public Employee(Employee originalObject) { … }

    public String getName( ) { … }
    public void setName(String newName) { … }

    public Date getHireDate( ) { … }
    public void setHireDate(Date newDate) { … }

    public String toString()

}
```

Ορισμός της αφηρημένης κλάσης

Ορισμός της αφηρημένης μεθόδου

Χρήση της αφηρημένης μεθόδου και της αφηρημένης κλάσης

Όταν καλέσουμε την **samePay** θα την καλέσουμε με ένα αντικείμενο μιας από τις παράγωγες κλάσεις.

```
public class HourlyEmployee extends Employee
{
    private double wageRate;
    private double hours; //for the month

    public HourlyEmployee( ) { … }

    public HourlyEmployee(String theName, Date theDate,
                          double theWageRate, double theHours) { … }

    public HourlyEmployee(HourlyEmployee originalObject) { … }

    public double getRate( ) { … }
    public void setRate(double newWageRate) { … }

    public double getHours( ) { … }
    public void setHours(double hoursWorked) { … }

    public double getPay( ) {
        return wageRate*hours;
    }

    public String toString( ){ … }
}
```

Εφόσον η κλάση HourlyEmployee παράγεται από αφηρημένη κλάση και η ίδια δεν είναι αφηρημένη, πρέπει υποχρεωτικά να ορίσει την αφηρημένη μέθοδο getPay

```
public class SalariedEmployee extends Employee
{
    private double salary; //annual

    public SalariedEmployee( ) { … }

    public SalariedEmployee(String theName,
                            Date theDate, double theSalary) { … }

    public SalariedEmployee(SalariedEmployee originalObject ) { … }

    public double getSalary( ) { … }
    public void setSalary(double newSalary) { … }

    public double getPay( )
    {
        return salary/12;
    }

    public String toString( ) { … }
}
```

Εφόσον η κλάση SalariedEmployee παράγεται από αφηρημένη κλάση και η ίδια δεν είναι αφηρημένη, πρέπει υποχρεωτικά να ορίσει την αφηρημένη μέθοδο getPay

```
public class Example
{
  public static void main(String args[]){
       HourlyEmployee A = new HourlyEmployee(“Alice",
              new Date(4,18,2013), 10, 100);
       SalariedEmployee B = new SalariedEmployee(“Bob",
              new Date(4,17,2013), 12000);
       if (A.samePay(B)){
           System.out.println("The two employees
                    earn the same amount per month");
       }
       else{
           System.out.println("The two employees do NOT
                    earn the same amount per month");
       }
  }
}
```

```
public class Example
{
  public static void main(String args[]){
       Employee A = new HourlyEmployee("Alice",
              new Date(4,18,2013), 10, 100);
       Employee B = new SalariedEmployee("Bob",
              new Date(4,17,2013), 12000);
       if (A.samePay(B)){
           System.out.println("The two employees
                    earn the same amount per month");
       }
       else{
           System.out.println("The two employees do NOT
                    earn the same amount per month");
       }
  }
}
```

Μπορούμε να ορίσουμε μεταβλητές αφηρημένης κλάσης. Θα πρέπει να όμως να τους αναθέσουμε αντικείμενα μιας από τις παράγωγες ενυπόστατες κλάσεις. Δεν μπορούμε να ορίσουμε ένα αντικείμενο της αφηρημένης κλάσης.

```
public class Example
{
  public static void main(String args[]){
        HourlyEmployee A = new HourlyEmployee(“Alice",
              new Date(4,18,2013), 10, 100);
        SalariedEmployee B = new SalariedEmployee(“Bob",
              new Date(4,17,2013), 12000);
        compareAndPrint(A,B)
  }

  private static void compareAndPrint(Employee A, Employee B){
        if (A.samePay(B)){
            System.out.println("The two employees
                        earn the same amount per month");
        }
        else{
            System.out.println("The two employees do NOT
                        earn the same amount per month");
        }
  }
}
```

Αφηρημένες κλάσεις

- Αφηρημένες κλάσεις είναι οι κλάσεις που περιέχουν αφηρημένες μεθόδους
  - Η υλοποίηση των αφηρημένων μεθόδων μετατίθεται στις μη αφηρημένες (ενυπόστατες – concrete) κλάσεις που είναι απόγονοι μιας αφηρημένης κλάσης.
  - Η υλοποίηση είναι υποχρεωτική. Άρα έτσι εξασφαλίζουμε ότι μια concrete κλάση θα έχει την μέθοδο που θέλουμε.
- Οι αφηρημένες κλάσεις εκτός από αφηρημένες μεθόδους έχουν και πεδία και ενυπόστατες μεθόδους.
  - Κληρονομούν επιπλέον χαρακτηριστικά στους απογόνους τους, όχι μόνο τις αφηρημένες μεθόδους.

Interfaces

- Ένα interface είναι μια ακραία μορφή αφηρημένης κλάσης
  - Ένα interface έχει μόνο δηλώσεις μεθόδων.
  - Το interface ορίζει μια απαραίτητη λειτουργικότητα που θέλουμε.

Παραδείγματα

```
public interface MovingObject
{
      public void move();
}
```

```
public interface ElectricObject
{
      public boolean powerOn();

      public boolean powerOff();
}
```

Interfaces

- Μία κλάση υλοποιεί το interface.
  - Η κλάση μπορεί να είναι και αφηρημένη κλάση
- Μια κλάση μπορεί να υλοποιεί πολλαπλά interfaces
  - Αλλά δεν μπορεί να κληρονομεί από πολλαπλές κλάσεις

Παραδείγματα

```
public class Car implements MovingObject
{
        …
}
```

```
public class ElectricCar
        implements MovingObject, ElectricObject
{       …       }
```

```
public abstract class Vehicle implements MovingObject
{
        public abstract void move();
}
```

```
public class ElectricCar
        extends Vehicle, implements ElectricObject
{       …       }
```

Interfaces

- Ένα Interface μπορεί να κληρονομεί από ένα άλλο interface

```
public interface ElectricMovingObject
      extends MovingObject
{
      public boolean powerOn();

      public boolean powerOff();
}
```

Interfaces vs αφηρημένες κλάσεις

- Τα interfaces είναι χρήσιμα όταν θέλουμε να ορίσουμε αντικείμενα που ορίζονται μόνο από κάποια υψηλού επιπέδου λειτουργικότητα ενώ κατά τα άλλα μπορεί να είναι πολύ διαφορετικά μεταξύ τους
  - Έχουν το ίδιο interface – ένα κινούμενο αντικείμενο μπορεί να κινείται
    - Δεν ξέρουμε πως, σε πόσες διαστάσεις, με τι ταχύτητα κλπ.
- Μια αφηρημένη κλάση υποθέτει ότι τα αντικείμενα που θα ορίσουμε έχουν πολλά περισσότερα κοινά χαρακτηριστικά
  - Κοινά πεδία πάνω στα οποία μπορούμε να υλοποιήσουμε και κοινές μεθόδους.

Αφηρημένοι Τύποι Δεδομένων

- Τα interfaces μπορούμε να τα δούμε και σαν Αφηρημένους Τύπους Δεδομένων
- Π.χ., μία στοίβα απαιτεί συγκεκριμένες λειτουργίες από τις κλάσεις που την υλοποιούν
  - Push
  - Pop
  - IsEmpty
  - Top
- Ανάλογα με τον τύπο των δεδομένων που θα κρατάει η στοίβα μπορούμε να ορίσουμε διαφορετικές υλοποιήσεις
  - Υπάρχει και άλλος τρόπος να το κάνουμε αυτό όμως όπως θα δούμε παρακάτω

Παράδειγμα: Το interface myComparable

- Το interface myComparable ορίζει interface για αντικείμενα τα οποία μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους
  - Υπάρχει στην Java το interface Comparable αλλά είναι λίγο διαφορετικό
- Ορίζει την μέθοδο
  - `public int compareTo(myComparable other);`
- Σημασιολογία:
  - Αν η μέθοδος επιστρέψει αρνητικό αριθμό τότε το αντικείμενο this είναι μικρότερο από το αντικείμενο other
  - Αν η μέθοδος επιστρέψει μηδέν τότε το αντικείμενο this είναι ίσο με το αντικείμενο other
  - Αν η μέθοδος επιστρέψει θετικό αριθμό τότε το αντικείμενο this είναι μεγαλύτερο από το αντικείμενο other

Interface myComparable

```
public interface myComparable
{
      public int compareTo(myComparable other);
}
```

Εφαρμογή

- Μπορούμε να ορίσουμε μια μέθοδο sort η οποία να μπορεί να εφαρμοστεί σε πίνακες με οποιαδήποτε μορφής αντικείμενα

```
public static void sort(myComparable[] array){
  for (int i = 0; i < array.length; i ++){
    myComparable minElement = array[i];
    for (int j = i+1; j < array.length; j ++){
      if (minElement.compareTo(array[j]) > 0){
       minElement = array[j];
       array[j] = array[i];
       array[i] = minElement;
      }
    }
  }
}
```

Μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε αντικείμενα που υλοποιούν το interface myComparable

```
import java.util.Scanner;

class Person implements myComparable
{
  private String name;
  private int number;

  public Person(){
        System.out.println("enter name and number:");
        Scanner input = new Scanner(System.in);
        name = input.next(); number = input.nextInt();
  }

  public String toString(){
        return name + " " + number;
  }

  public int compareTo(myComparable other){
        Person otherPerson = (Person) other;
        if (number < otherPerson.number){
                return -1;
        }else if (number == otherPerson.number){
                return 0;
        } else { return 1;}
  }
}
```

Χρήση του DownCasting

```
public class ComparableExample
{
  public static void main(String[] args){
    Person[] array = new Person[5];
    for (int i = 0; i < array.length; i ++){
        array[i] = new Person();
    }
    sort(array);
    System.out.println();
    for (int i = 0; i < array.length; i ++){
        System.out.println(array[i]);
    }
  }

  public static void sort(myComparable[] array){
    for (int i = 0; i < array.length; i ++){
        myComparable minElement = array[i];
        for (int j = i+1; j < array.length; j ++){
          if (minElement.compareTo(array[j]) > 0){
                minElement = array[j];
                array[j] = array[i];
                array[i] = minElement;
          }
        }
    }
  }
}
```

Επέκταση

- Τι γίνεται αν αντί για Persons θέλουμε να συγκρίνουμε σπίτια?
  - Ένα σπίτι (House) έχει διεύθυνση και μέγεθος
  - Θέλουμε να ταξινομήσουμε με βάση το μέγεθος