ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΟΥΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Αναφορές
Μέθοδοι που επιστρέφουν αντικείμενα
Copy Constructor
Deep and Shallow Copies

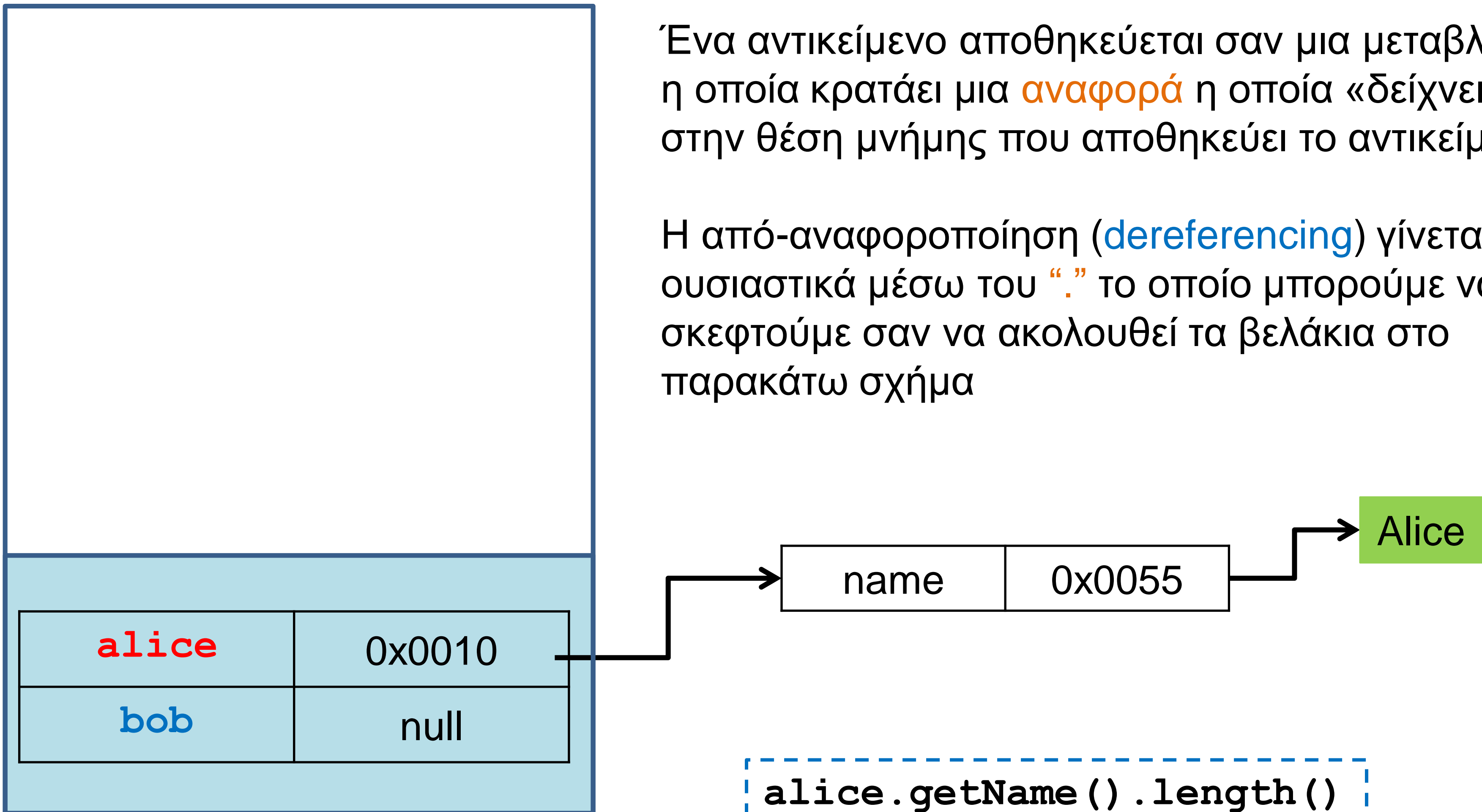
```
class Person
{
  private String name;

  public Person(String name){
    this.name = name;
  }

  public String getName(){
    return name;
  }
}
```

```
class PersonTest
{
   public static void main(String args[])
   {
        Person alice = new Person("Alice");
        Person bob;
        System.out.println(alice.getName());
        System.out.println(alice.getName().length());
   }
}
```

Dereferencing

Ένα αντικείμενο αποθηκεύεται σαν μια μεταβλητή η οποία κρατάει μια αναφορά η οποία «δείχνει» στην θέση μνήμης που αποθηκεύει το αντικείμενο.

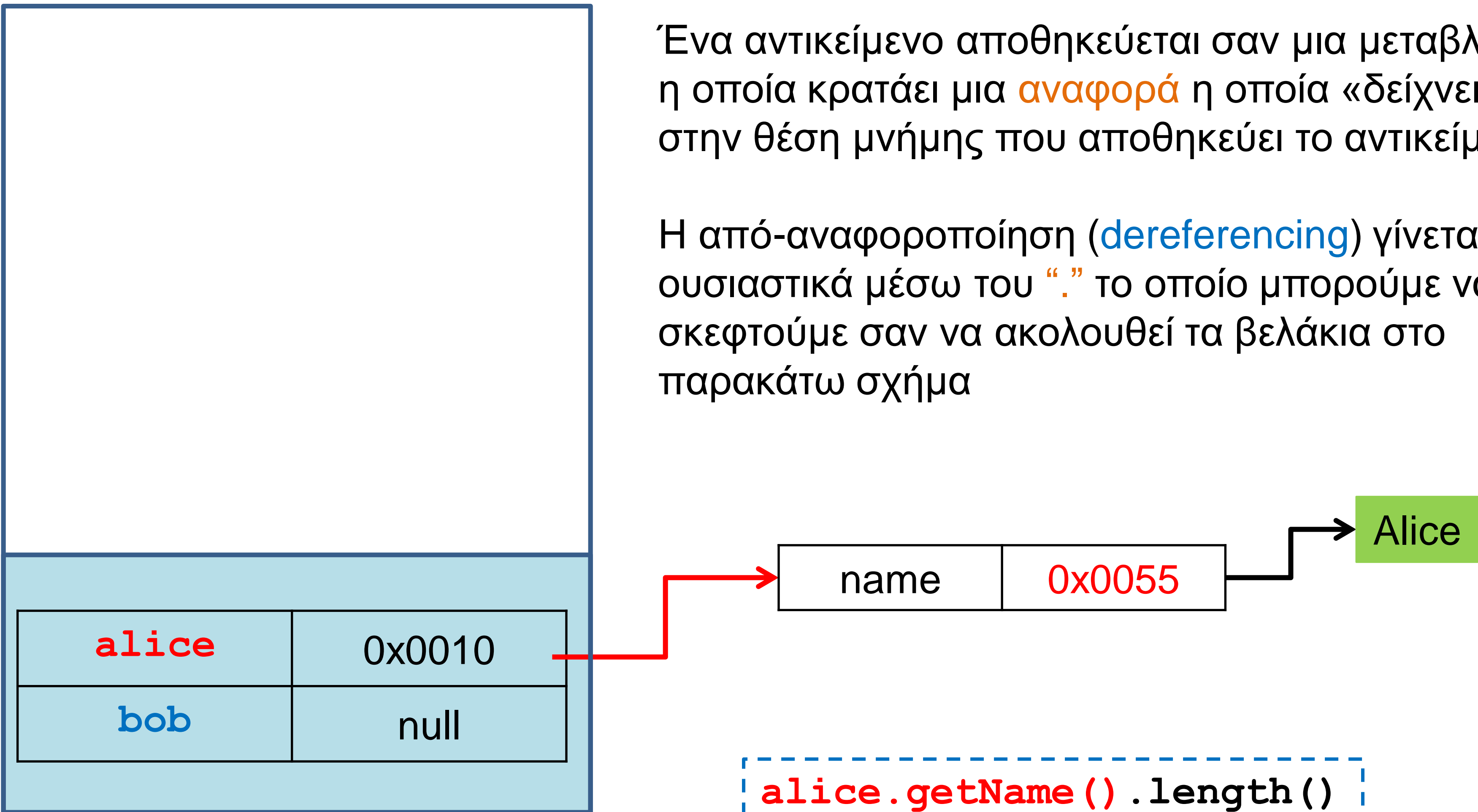
Η από-αναφοροποίηση (dereferencing) γίνεται ουσιαστικά μέσω του “.” το οποίο μπορούμε να σκεφτούμε σαν να ακολουθεί τα βελάκια στο παρακάτω σχήμα



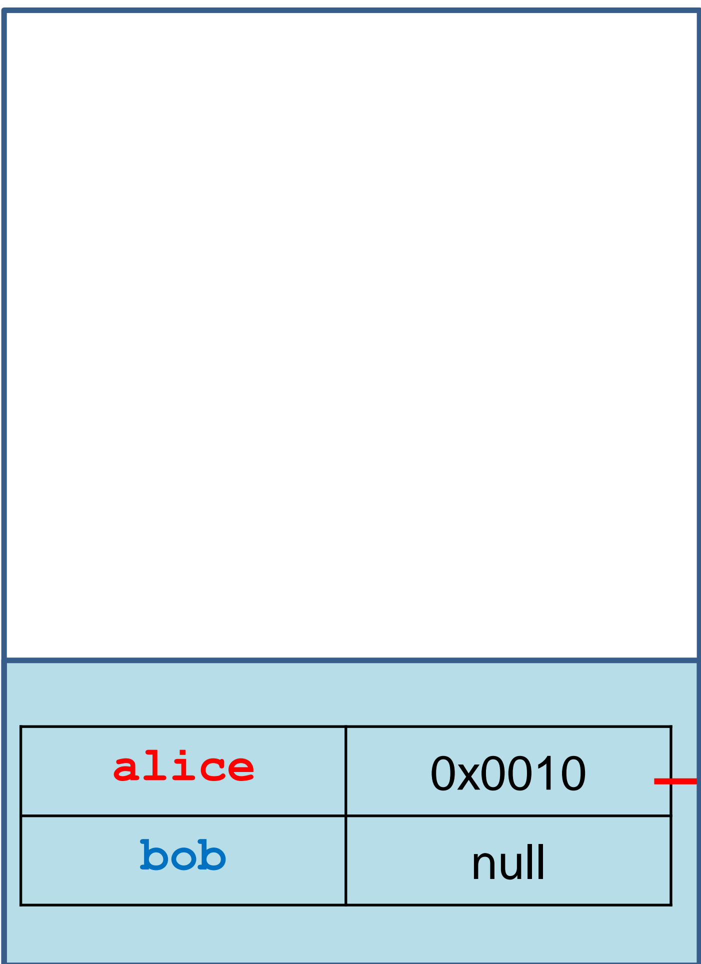
Dereferencing

Ένα αντικείμενο αποθηκεύεται σαν μια μεταβλητή η οποία κρατάει μια αναφορά η οποία «δείχνει» στην θέση μνήμης που αποθηκεύει το αντικείμενο.

Η από-αναφοροποίηση (dereferencing) γίνεται ουσιαστικά μέσω του "." το οποίο μπορούμε να σκεφτούμε σαν να ακολουθεί τα βελάκια στο παρακάτω σχήμα

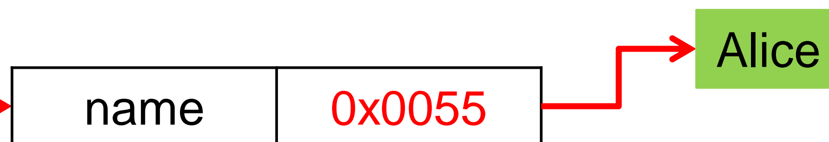


Dereferencing



Ένα αντικείμενο αποθηκεύεται σαν μια μεταβλητή η οποία κρατάει μια αναφορά η οποία «δείχνει» στην θέση μνήμης που αποθηκεύει το αντικείμενο.

Η από-αναφοροποίηση (dereferencing) γίνεται ουσιαστικά μέσω του "." το οποίο μπορούμε να σκεφτούμε σαν να ακολουθεί τα βελάκια στο παρακάτω σχήμα

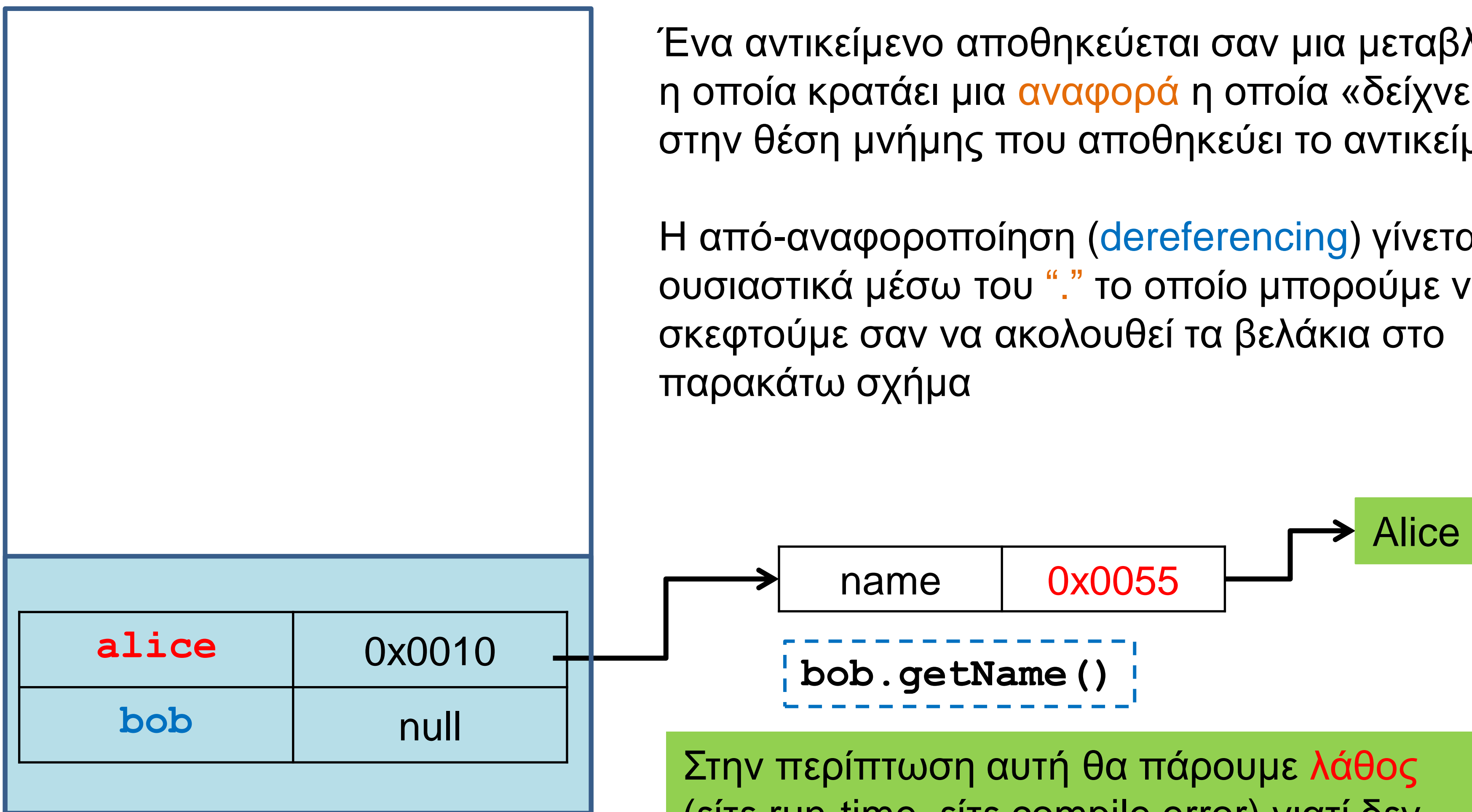



```
alice.getName().length()
```

Dereferencing

Ένα αντικείμενο αποθηκεύεται σαν μια μεταβλητή η οποία κρατάει μια αναφορά η οποία «δείχνει» στην θέση μνήμης που αποθηκεύει το αντικείμενο.

Η από-αναφοροποίηση (dereferencing) γίνεται ουσιαστικά μέσω του “.” το οποίο μπορούμε να σκεφτούμε σαν να ακολουθεί τα βελάκια στο παρακάτω σχήμα



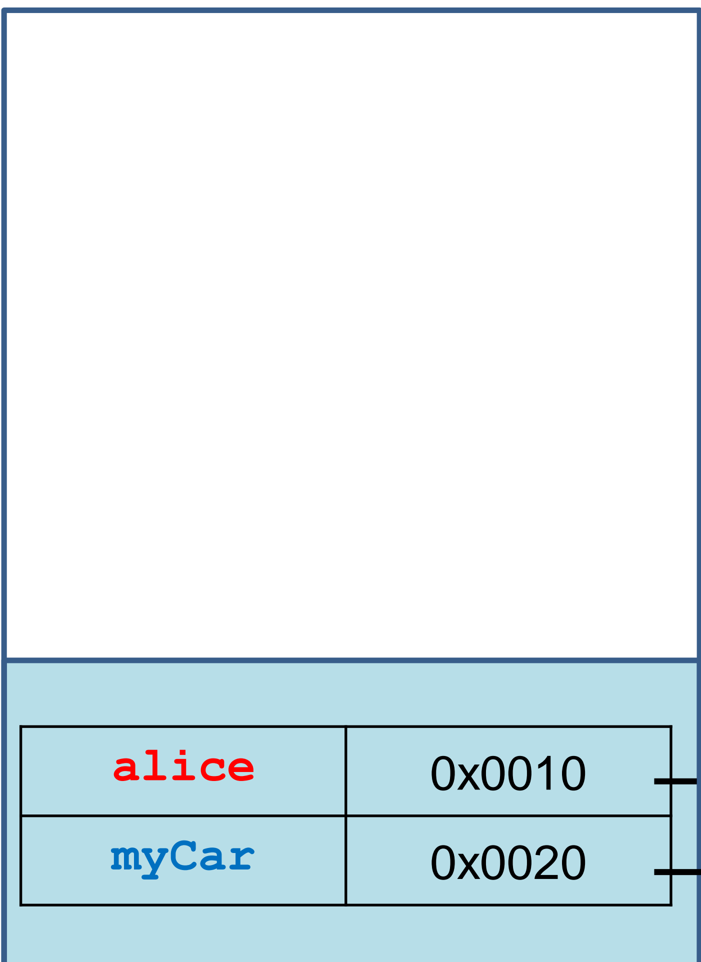
Στην περίπτωση αυτή θα πάρουμε λάθος (είτε run-time, είτε compile error) γιατί δεν υπάρχει διεύθυνση να ακολουθήσουμε

```java
class Person
{
  private String name;

  public Person(String name){
    this.name = name;
  }

  public String getName(){
    return name;
  }
}
```

```java
class Car
{
  private int position = 0;
  private Person driver;

  public Car(int position, Person driver){
    this.position = position;
    this.driver = driver;
  }

  public Person getDriver(){
    return driver;
  }
}
```

```java
class MovingCarDriver1
{
  public static void main(String args[])
  {
    Person alice = new Person("Alice");
    Car myCar = new Car(1, alice);
    System.out.println(myCar.getDriver().getName());
  }
}
```

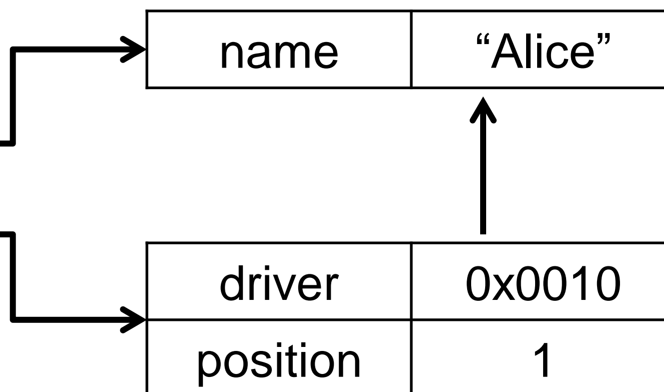
Dereferencing



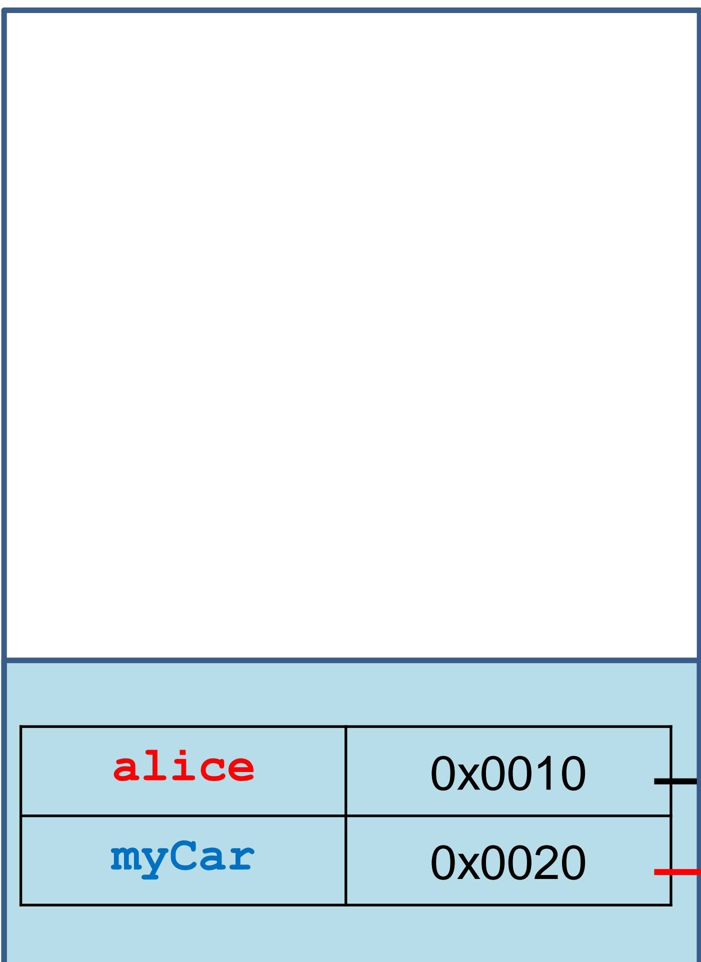
Στην περίπτωση αυτή έχουμε ένα αντικείμενο μέσα σε ένα άλλο αντικείμενο.
Η μέθοδος getDriver() επιστρέφει αντικείμενο Person

Έχουμε αλυσιδωτή πρόσβαση σε αναφορές

```
myCar.getDriver().getName()
```



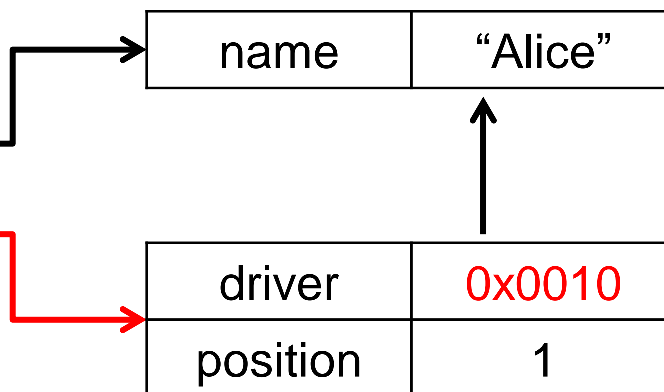
Dereferencing



Στην περίπτωση αυτή έχουμε ένα αντικείμενο μέσα σε ένα άλλο αντικείμενο.
Η μέθοδος getDriver() επιστρέφει αντικείμενο Person

Έχουμε αλυσιδωτή πρόσβαση σε αναφορές

```
myCar.getDriver().getName()
```

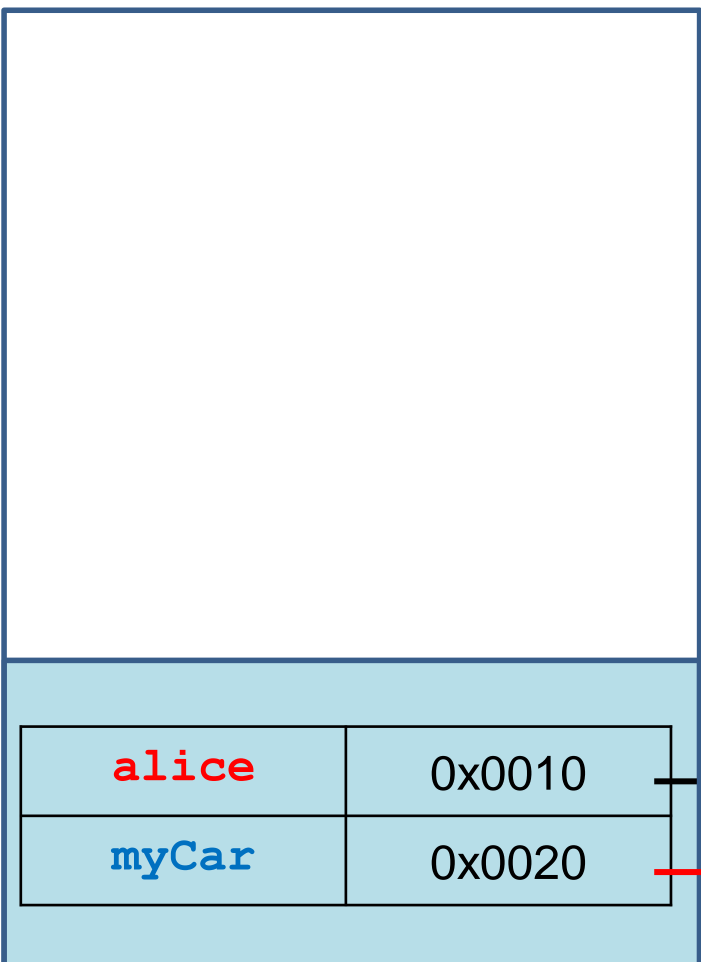


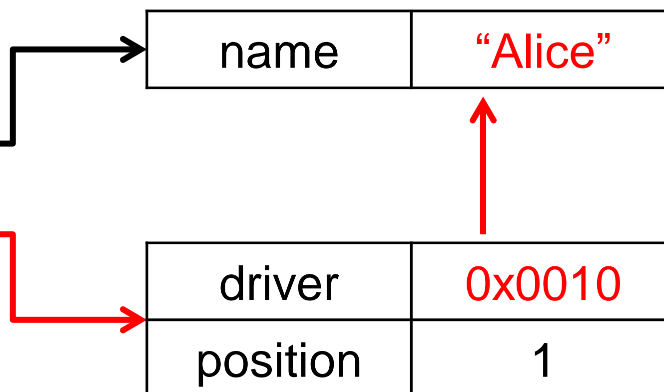
Dereferencing

Στην περίπτωση αυτή έχουμε ένα αντικείμενο μέσα σε ένα άλλο αντικείμενο.
Η μέθοδος getDriver() επιστρέφει αντικείμενο Person

Έχουμε αλυσιδωτή πρόσβαση σε αναφορές

```
myCar.getDriver().getName()
```



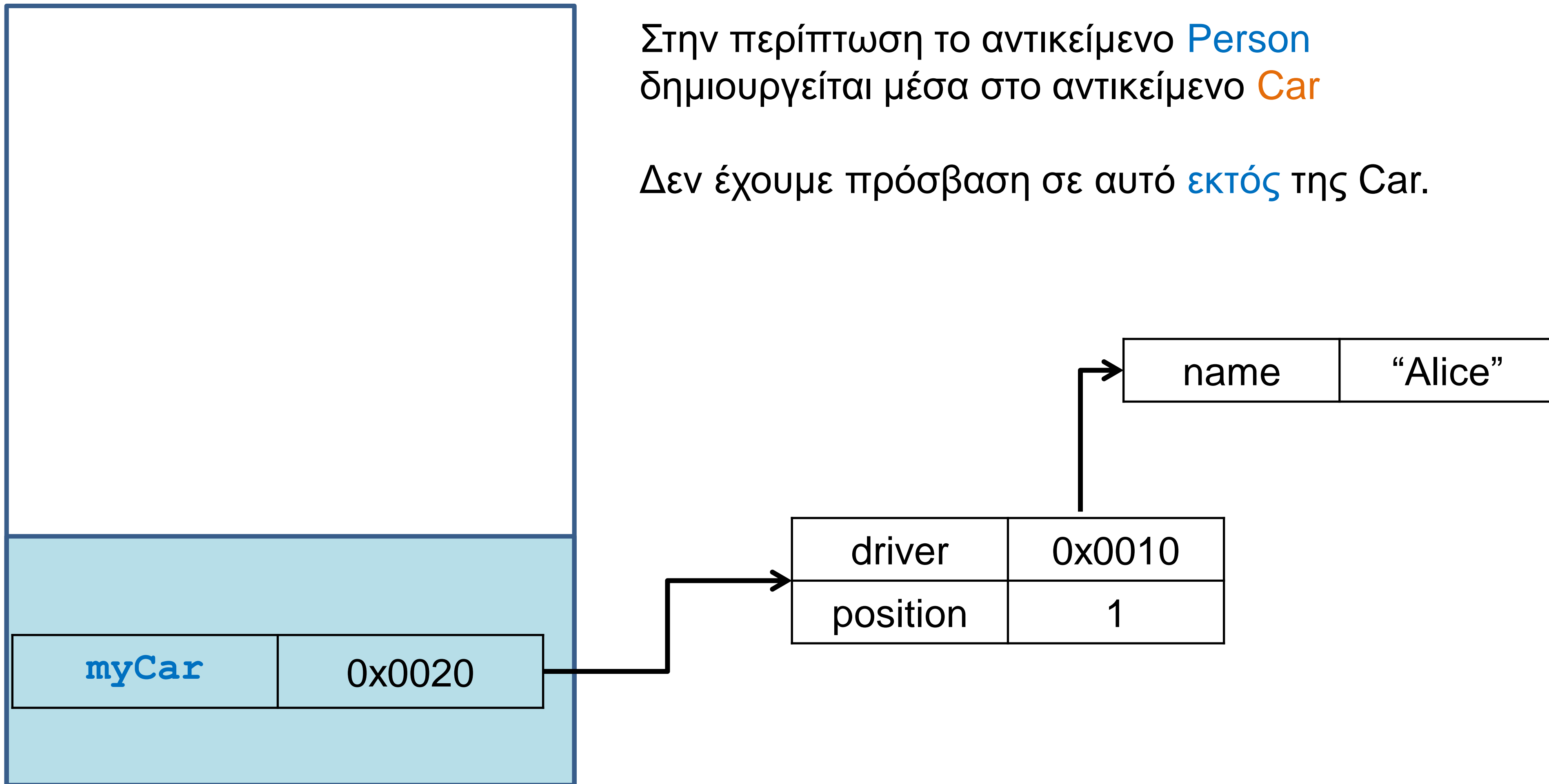


```java
class Person
{
  private String name;

  public Person(String name){
    this.name = name;
  }

  public String getName(){
    return name;
  }
}
```

```java
class Car
{
  private int position = 0;
  private Person driver;

  public Car(int position, String name){
    this.position = position;
    this.driver = new Person(name);
  }

  public String getDriverName(){
    return driver.getName();
  }
}
```

```java
class MovingCarDriver2
{
  public static void main(String args[])
  {
    Car myCar = new Car(1, "Alice");
    System.out.println(myCar.getDriverName());
  }
}
```

Αντικείμενα μέσα σε αντικείμενα



Σχέσεις μεταξύ κλάσεων

- Στο παράδειγμα μας έχουμε δύο διαφορετικές κλάσεις (Person, Driver) οι οποίες συσχετίζονται μεταξύ τους με διαφορετικούς τρόπους.
- Μπορεί να υπάρχουν πολλές διαφορετικές σχέσεις μεταξύ κλάσεων.
  - Στην περίπτωση μας, η μία κλάση ορίζεται χρησιμοποιώντας αντικείμενα της άλλης
- Αυτού του είδους τη σχέση την λέμε σχέση σύνθεσης
  - Μερικές φορές την ξεχωρίζουμε σε σχέση σύνθεσης (composition) και συνάθροισης (aggregation).

Σχέσεις κλάσεων

- Όταν έχουμε κλάσεις που έχουν αντικείμενα άλλων κλάσεων ένα θέμα που προκύπτει είναι πότε και πού θα γίνεται η δημιουργία των αντικειμένων και πότε η καταστροφή τους
  - Πιο σημαντικό σε γλώσσες που δεν έχουν garbage collector.
- Π.χ., τα αντικείμενα τύπου Person στο παράδειγμα MovingCarDriver2 δημιουργούνται μέσα στην κλάση Car, και καταστρέφονται μέσα στην Car, ή αν το αντικείμενο Car καταστραφεί.
- Τα αντικείμενα τύπου Person που χρησιμοποιούνται στην MovingCarDriver1 δημιουργούνται εκτός της κλάσης και μπορεί να υπάρχουν αφού καταστραφεί η κλάση.
- Συχνά οι σχέσεις του δεύτερου τύπου λέγονται σχέσεις συνάθροισης, ενώ του πρώτου σχέσεις σύνθεσης.

Επιστροφή αντικειμένων

- Ένα αντικείμενο που δημιουργούμε μέσα σε μία μέθοδο μπορούμε να το διατηρήσουμε και μετά το τέλος της μεθόδου αν κρατήσουμε μια αναφορά σε αυτό.
- Ένας τρόπος να γίνει αυτό είναι αν η μέθοδος επιστρέφει το αντικείμενο (δηλαδή την αναφορά σε αυτό) που δημιουργήσαμε

Η κλάση Date

```
class Date
{
    private int day = 1;
    private int month = 1;
    private int year = 2014;
    private String[] monthStrings = {"Jan", "Feb", "Mar", "Apr", "May", "Jun",
                                     "Jul", "Aug", "Sep", "Oct", "Nov", "Dec"};

    public Date(int day, int month, int year){
        if (day <= 0 || day > 31 || month <= 0 || month >12 ){
            return;
        }
        this.day = day;
        this.month = month;
        this.year = year;
    }

    public String toString(){
        return day + " " + monthNames[month-1] + " " + year;
    }
}

class DateExample
{
    public static void main(String args[]){
        Date today = new Date(3,4,2014);
        System.out.println(today);
    }
}
```

Θέλω η κλάση να μπορεί να μου επιστρέφει μια νέα ημερομηνία αλλά ένα χρόνο μετά. Πως μπορώ να το κάνω?

Η κλάση Date

```
class Date
{
    private int day = 1;
    private int month = 1;
    private int year = 2014;
    private String[] monthStrings = {"Jan", "Feb", "Mar", "Apr", "May", "Jun",
                                     "Jul", "Aug", "Sep", "Oct", "Nov", "Dec"};

    public Date(int day, int month, int year){
        if (day <= 0 || day > 31 || month <= 0 || month >12 ){
            return;
        }
        this.day = day; this.month = month; this.year = year;
    }

    public String toString(){
        return day + " " + monthNames[month-1] + " " + year;
    }

    public Date nextYear(){
        Date nextYearDate = new Date(day,month,year+1);
        return nextYearDate;
    }
}

class DateExample
{
    public static void main(String args[]){
        Date today = new Date(3,4,2014); System.out.println(today);
        Date todayNextYear = today.nextYear(); System.out.println(todayNextYear);
    }
}
```

Η κλάση nextYear() επιστρέφει ένα νέο αντικείμενο Date με την ημερομηνία ένα χρόνο μετά.

Η κλάση Date

```
class Date
{
    private int day = 1;
    private int month = 1;
    private int year = 2014;
    private String[] monthStrings = {"Jan", "Feb", "Mar", "Apr", "May", "Jun",
                                     "Jul", "Aug", "Sep", "Oct", "Nov", "Dec"};

    public Date(int day, int month, int year){
        if (day <= 0 || day > 31 || month <= 0 || month >12 ){
            return;
        }
        this.day = day; this.month = month; this.year = year;
    }

    public String toString(){
        return day + " " + monthNames[month-1] + " " + year;
    }

    public Date nextYear(){
        return new Date(day,month,year+1);
    }
}

class DateExample
{
    public static void main(String args[]){
        Date today = new Date(3,4,2014); System.out.println(today);
        Date todayNextYear = today.nextYear(); System.out.println(todayNextYear);
    }
}
```

Μπορούμε να επιστρέψουμε το αντικείμενο που δημιουργούμε κατευθείαν ως επιστρεφόμενη τιμή (παρομοίως και ως όρισμα σε μέθοδο)

Τι γίνεται αν η ημερομηνία είναι 29/2?

Η κλάση Date

```
class Date
{
    private int day = 1;
    private int month = 1;
    private int year = 2014;
    private String[] monthStrings = {"Jan", "Feb", "Mar", "Apr", "May", "Jun",
                                     "Jul", "Aug", "Sep", "Oct", "Nov", "Dec"};

    public Date(int day, int month, int year){
        if (day <= 0 || day > 31 || month <= 0 || month >12 ){
            return;
        }
        this.day = day; this.month = month; this.year = year;
    }

    public String toString(){ return day + " " + monthNames[month-1] + " " + year; }

    public Date nextYear(){
        if (day == 29 && month == 2){
            return null;
        }
        return new Date(day,month,year+1);
    }
}

class DateExample
{
    public static void main(String args[]){
        Date today = new Date(3,4,2014); System.out.println(
        Date todayNextYear = today.nextYear();
        if( todayNextYear != null){
            System.out.println(todayNextYear);
        }
    }
}
```

Η τιμή null: Μία κενή αναφορά. Η τιμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μια default τιμή, ή σαν ένδειξη λάθους (στην περίπτωση αυτή ότι δεν μπορούμε να δημιουργήσουμε το αντικείμενο)

Τι γίνεται αν η ημερομηνία είναι 29/2?

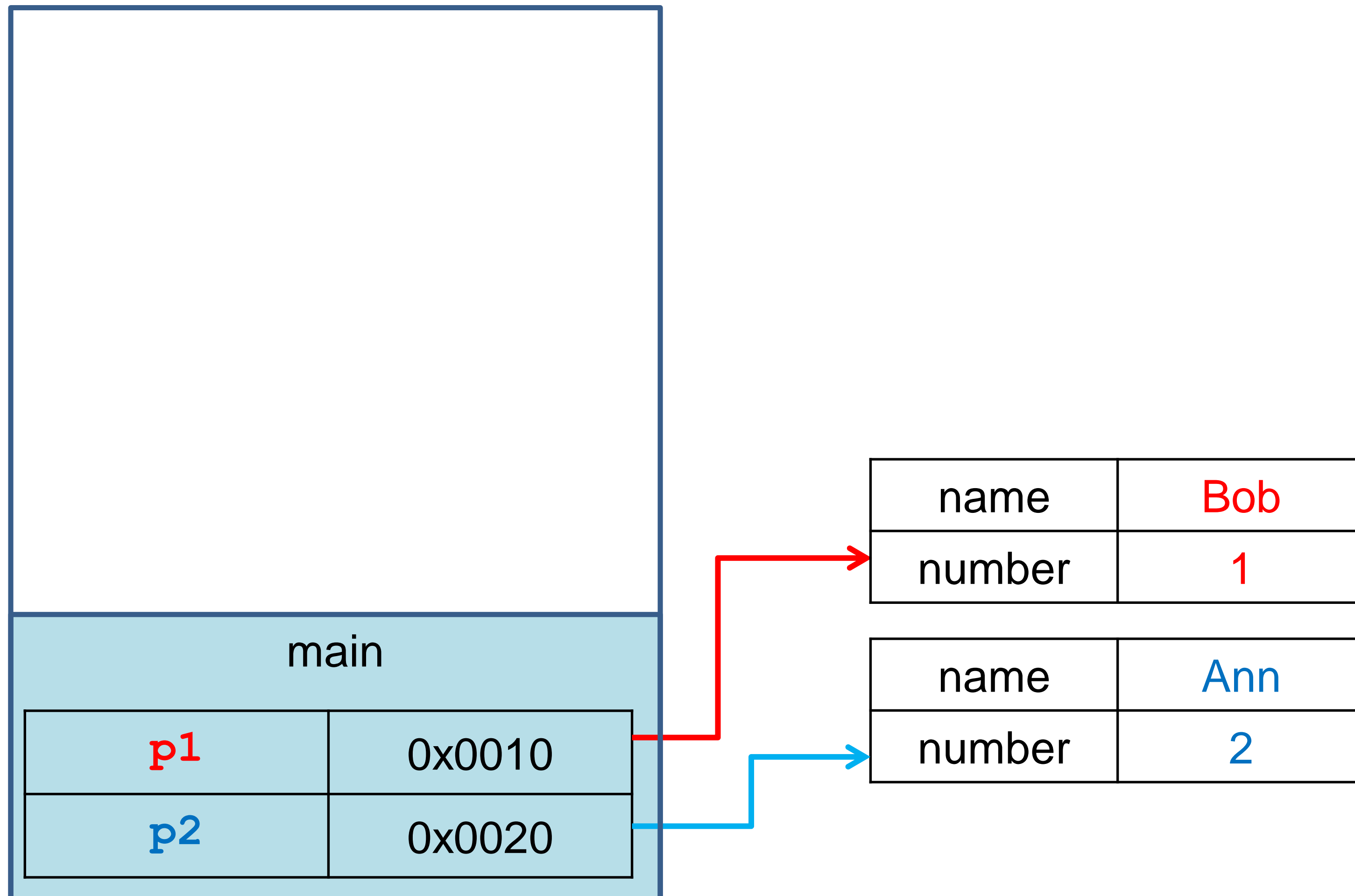
```
public class Person
{
    private String name;
    private int number;

    public Person(String initName, int initNumber){
        name = initName;
        number = initNumber;
    }

    public void set(String newName, int newNumber){
        name = newName;
        number = newNumber;
    }

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

    public Person copier() {
        Person newPerson = new Person(this.name,this.number);
        return newPerson;
    }

}
```

Παράδειγμα

```
public class ClassParameterDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Person p1 = new Person("Bob", 1);
        Person p2 = new Person("Ann", 2);
        p1 = p2.copier();
        System.out.println(p1);
    }
}
```

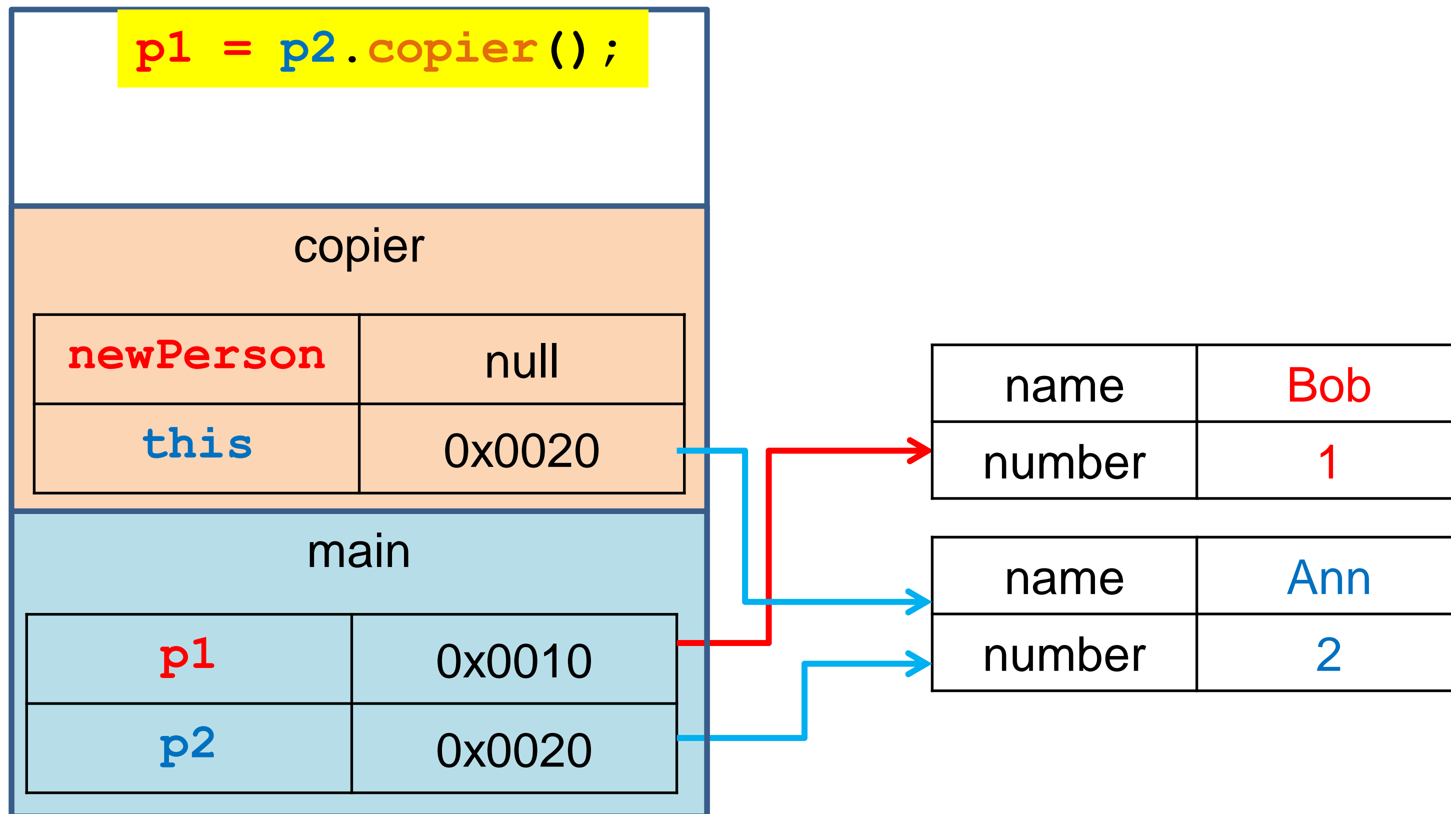
Τι θα τυπώσει?

Εξέλιξη του προγράμματος



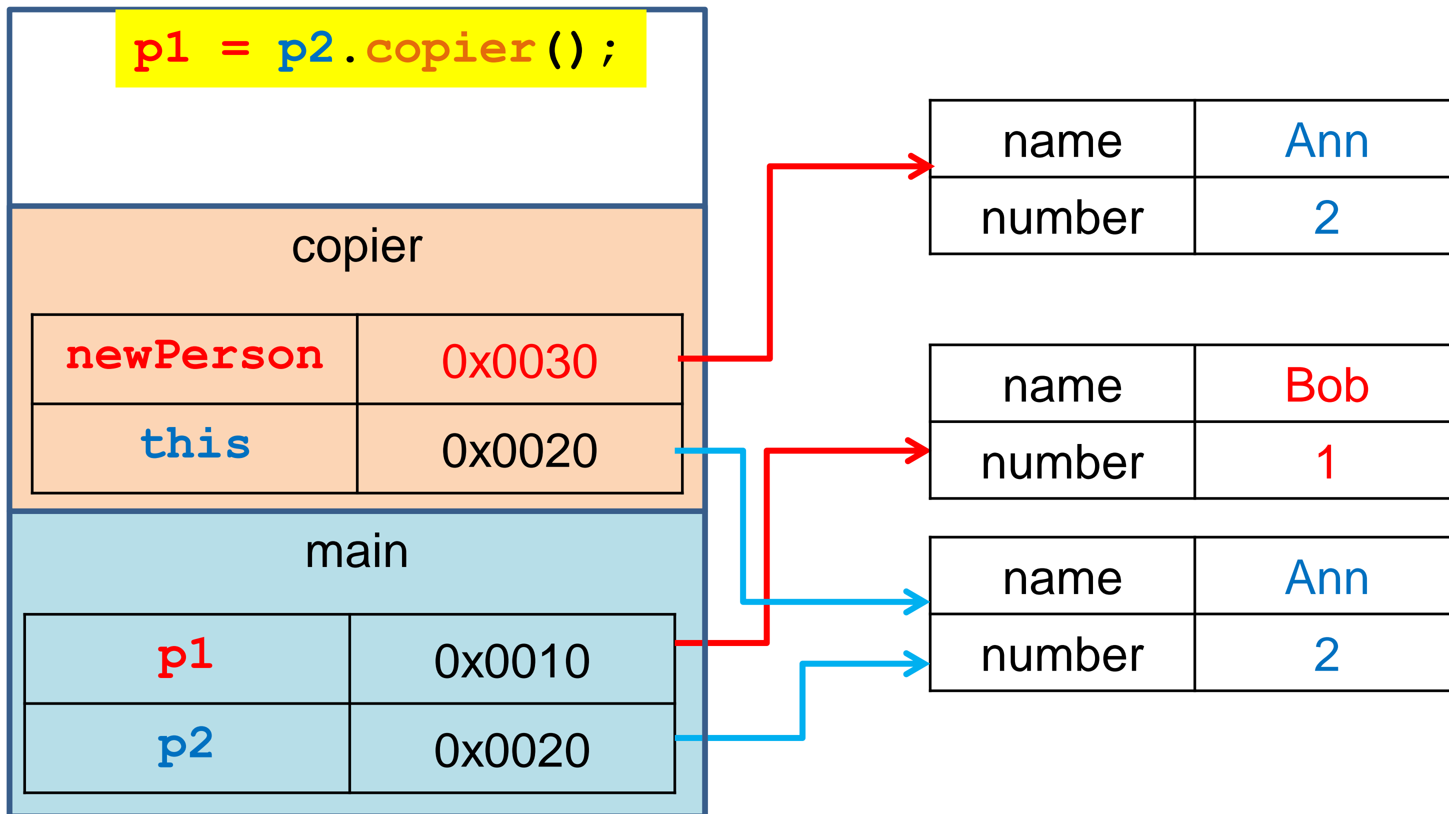
Εξέλιξη του προγράμματος

```
public Person copier() {
    Person newPerson = new Person(this.name,this.number);
    return newPerson;
}
```



Εξέλιξη του προγράμματος

```
public Person copier() {
    Person newPerson = new Person(this.name,this.number);
  return newPerson;
}
```



Εξέλιξη του προγράμματος

```
public Person copier() {
    Person newPerson = new Person(this.name,this.number);
    return newPerson;
}
```

```
p1 = p2.copier();
```

main

p1	0x0030
p2	0x0020

name	Ann
number	2

name	Bob
number	1

name	Ann
number	2

Η main τυπώνει “Ann 2”

Εξέλιξη του προγράμματος

```
public Person copier() {
    Person newPerson = new Person(this.name,this.number);
    return newPerson;
}
```

```
p1 = p2.copier();
```

main

p1	0x0030
p2	0x0020

name	Ann
number	2

name	Bob
number	1

name	Ann
number	2

Το προηγούμενο αντικείμενο αποδεσμεύεται

Δημιουργία αντιγράφων

- Η μέθοδος copier όπως την ορίσαμε πριν δημιουργεί ένα καινούριο αντικείμενο που είναι αντίγραφο αυτού που έκανε την κλήση.
- Στην περίπτωση μας το αντικείμενο έχει μόνο πεδία που είναι πρωταρχικού τύπου ή μη μεταλλάξιμα αντικείμενα. Γενικά ένα αντικείμενο μπορεί να έχει ως πεδία άλλα αντικείμενα (δηλαδή αναφορές).
- Στην περίπτωση αυτή η δημιουργία αντιγράφου θα πρέπει να γίνεται με πολύ προσοχή!

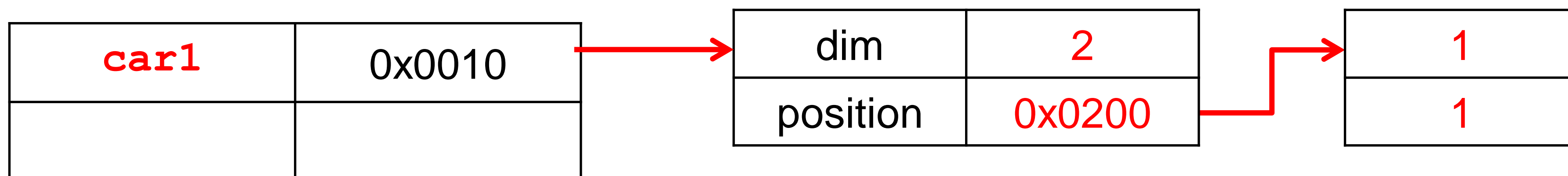
Η copy δημιουργεί και επιστρέφει ένα νέο Car

```
class Car
{
    private int[] position;
    private int dim;

    public Car(int d){
        dim = d;
        position = new int[d];
    }

    public void move(){
        for (int i=0; i < dim; i++){
           position[i] ++;
        }
    }

    public Car copy(){
        Car newCar = new Car(this.dim);
        newCar.position = this.position;
        return newCar;
    }

    public String toString(){
        String output = "";
        for (int i=0; i < dim; i++){
            output = output + position[i] + " ";
        }
        return output;
    }

    public static void main(String args[]){
           Car car1 = new Car(2);
           car1.move();
           Car car2 = car1.copy();
           car2.move();
           System.out.println(car1);
    }
}
```

Τι θα τυπώσει η main?

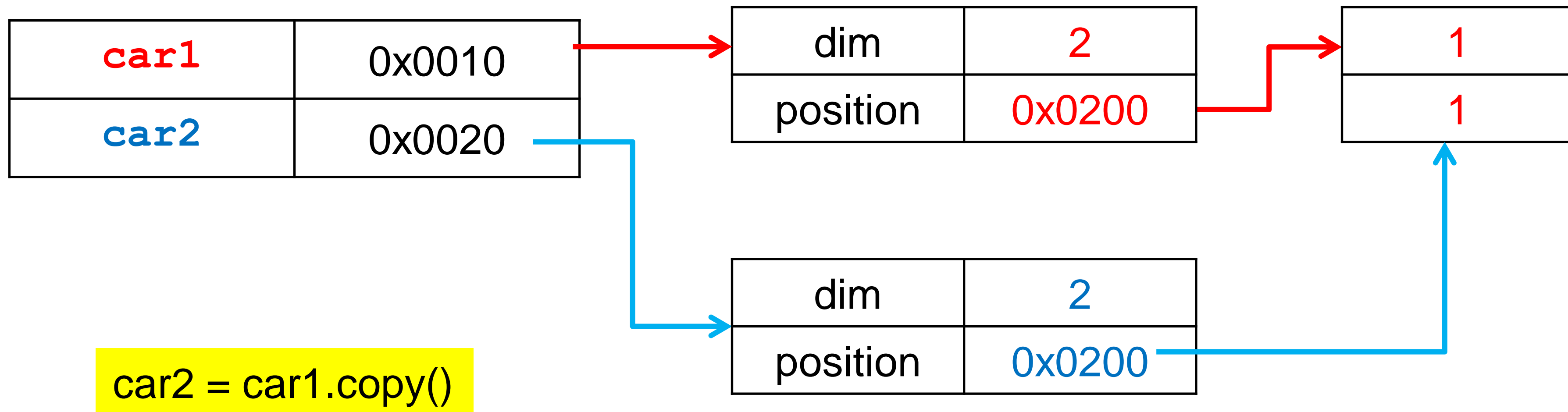
Ρηχά Αντίγραφα

- Η copy όπως την έχουμε ορίσει δημιουργεί ένα ρηχό αντίγραφο του αντικειμένου
  - Αντιγράφει τις αναφορές στα αντικείμενα και όχι τα περιεχόμενα των αντικειμένων



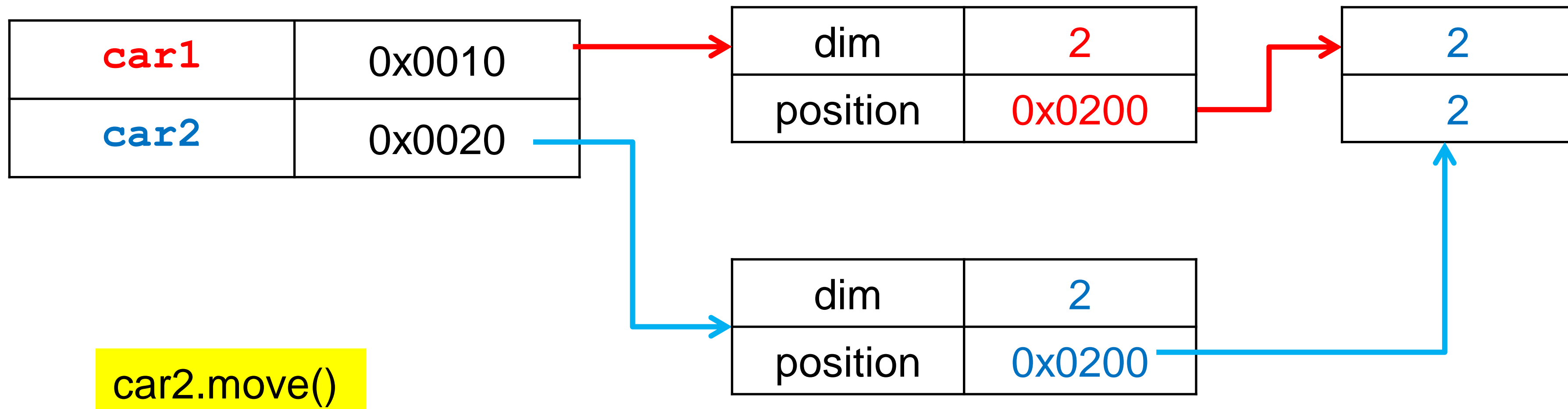
Ρηχά Αντίγραφα

- Η copy όπως την έχουμε ορίσει δημιουργεί ένα ρηχό αντίγραφο του αντικειμένου
  - Αντιγράφει τις αναφορές στα αντικείμενα και όχι τα περιεχόμενα των αντικειμένων



Ρηχά Αντίγραφα

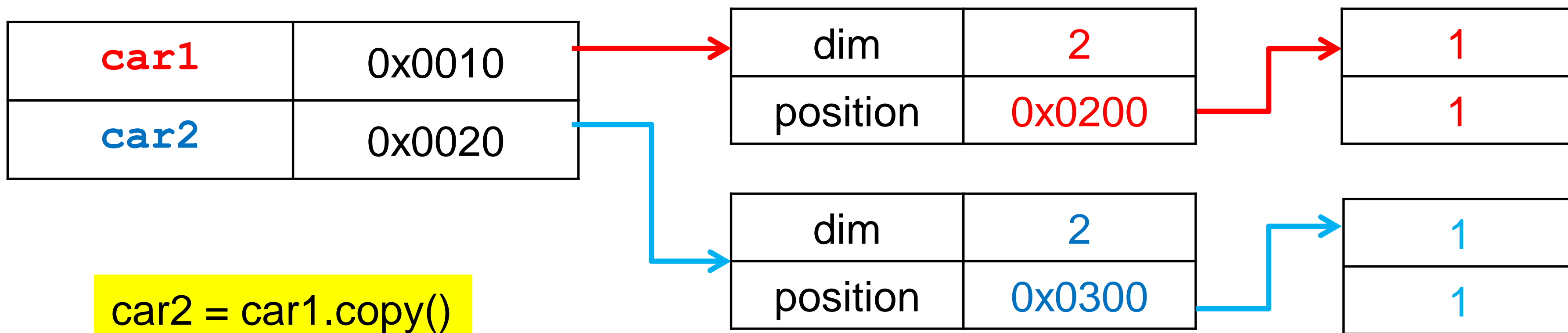
- Η copy όπως την έχουμε ορίσει δημιουργεί ένα ρηχό αντίγραφο του αντικειμένου
  - Αντιγράφει τις αναφορές στα αντικείμενα και όχι τα περιεχόμενα των αντικειμένων



Βαθύ αντίγραφο

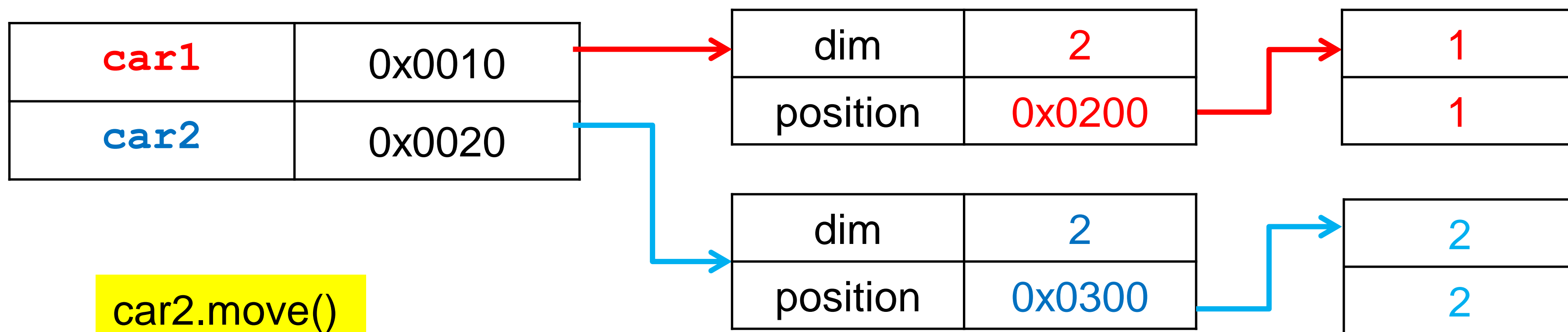
- Τις περισσότερες φορές θέλουμε να κάνουμε ένα βαθύ αντίγραφο του αντικειμένου, όπου για κάθε αντικείμενο μέσα στο αντίγραφο δεσμεύουμε νέα μνήμη

```
public Car copy(){
   Car newCar = new Car(this.dim);
   for (int i=0; i<dim; i++){
     newCar.position[i] = this.position[i];
   }
   return newCar;
}
```



Βαθύ αντίγραφο

- Το βαθύ αντίγραφο του car1 είναι πλέον ένα ανεξάρτητο αντικείμενο.



Η μετακίνηση του car2 δεν επηρεάζει το car1

Παραδείγματα

- Τι γίνεται αν έχουμε ένα constructor που παίρνει όρισμα ένα πίνακα?
  - `public Car(int[] position)`
  - Αν ο πίνακας αλλάξει μέσα στην main θα αλλάξει και στο αντικείμενο.
- Τι γίνεται αν στο ρηχό αντίγραφο κάνουμε τον πίνακα null?
  - Σε όλα τα ρηχά αντίγραφα θα γίνει και εκεί null ο πίνακας.

Copy Constructor

- Ένας Constructor που παίρνει σαν όρισμα ένα αντικείμενο του ίδιου τύπου και δημιουργεί ένα αντίγραφο
  - `public Car(Car other)`

- Ο copy constructor έχει δύο λειτουργίες:
  - Δεσμεύει τη μνήμη για το αντικείμενο
  - Αντιγράφει τις τιμές του αντικειμένου-ορίσματος.
- Πάντα πρέπει να δημιουργούμε ένα βαθύ αντίγραφο του αντικειμένου

Copy Constructor για την Car

```
public Car(Car other)
{
    this.dim = other.dim;
    position = new int[this.dim];
    for (int i = 0; i < this.dim; i ++){
      this.position[i] = other.position[i];
    }
}
```

Δημιουργεί βαθύ αντίγραφο:
Δεσμεύουμε καινούριο πίνακα και αντιγράφουμε μία-μία τις τιμές

Κλήση:

```
Car car1 = new Car(2);
Car car2 = new Car(car1);
```

Φωλιασμένος Copy Constructor

- Αν μια κλάση έχει πεδία αντικείμενα από μία άλλη κλάση, τότε όταν καλούμε τον copy constructor θα πρέπει να έχουμε ορίσει copy constructor και για τις κλάσεις των αντικειμένων-πεδίων.

Παράδειγμα

```
public class CarDriver
{
    private int position;
    private Person driver;

    public CarDriver(CarDriver other){
        this.position = other.position;
        driver = new Person(other.driver);
    }
}
```

Καλεί την copy constructor της Person

```java
public class Person
{
    private String name;
    private int number;

    public Person(String initName, int initNumber){
        name = initName;number = initNumber;
    }

    public Person(Person other){
        this.name = other.name;
        this.number = other.number;
    }

    public void set(String newName, int newNumber){
        name = newName;
        number = newNumber;
    }

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

    public boolean equals(Person other){
        return (this.name.equals(other.name) && this.number == other.number;
    }
}
```

Φωλιασμένη equals

```
public class CarDriver
{
      private int position;
      private Person driver;

      public CarDriver(CarDriver other){
         this.position = other.position;
         driver = new Person(other.driver);
      }

       public boolean equals(CarDriver other){
         return this.driver.equals(other.driver)
             && this.position == other.position;
       }
}
```

Καλεί την equals της Person

Φωλιασμένη toString()

```
public class CarDriver
{
      private int position;
      private Person driver;

      public CarDriver(CarDriver other){
          this.position = other.position;
          driver = new Person(other.driver);
      }

        public boolean equals(CarDriver other){
           return this.driver.equals(other.driver)
               && this.position == other.position;
        }

        public String toString(){
           return driver + " " + position;
        }
}
```

Καλεί την toString της Person

Πίνακες από αντικείμενα

- Όπως ορίζουμε πίνακες από πρωταρχικούς τύπους μπορούμε να ορίσουμε και πίνακες από αντικείμενα
  - `Person[] array = new Person[3];`
  - Ορίζει ένα πίνακα με τρία αντικείμενα τύπου Person
  - Ουσιαστικά ένα πίνακα με αναφορές.

- Όταν ορίζουμε ένα πίνακα από αντικείμενα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί να δεσμεύουμε σωστά τη μνήμη.

Παράδειγμα

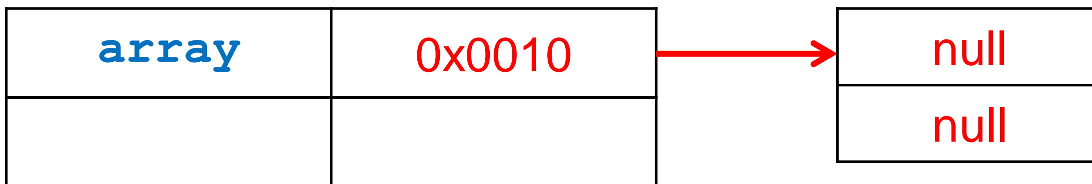
```
Person[] array;
```

array	null

- Η εντολή αυτή θα δημιουργήσει μια μεταβλητή με το όνομα array η οποία κάποια στιγμή θα δείχνει σε ένα πίνακα με Person. Για την ώρα είναι null.

Παράδειγμα

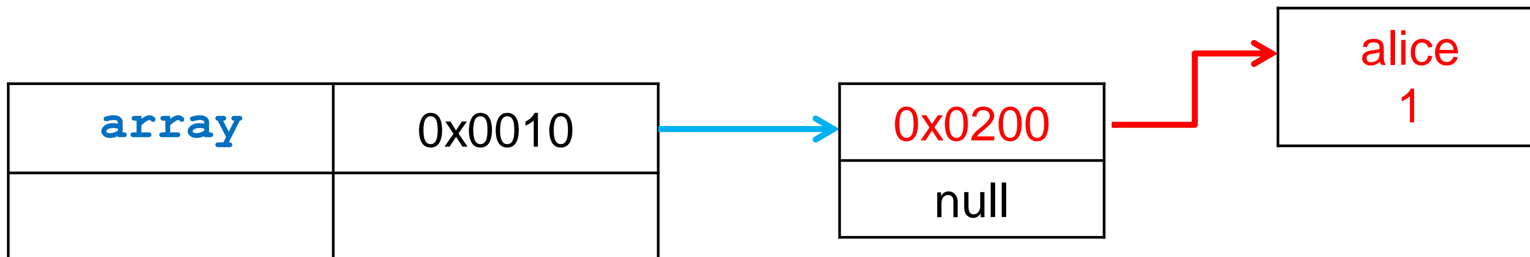
```
Person[] array;
array = new Person[2];
```



- Η εντολή new θα δεσμεύσει δύο θέσεις μνήμης στο heap για να κρατήσουν δύο αναφορές τύπου Person. Εφόσον δεν έχουμε δημιουργήσει τις μεταβλητές ακόμη, αυτές θα είναι null.

Παράδειγμα

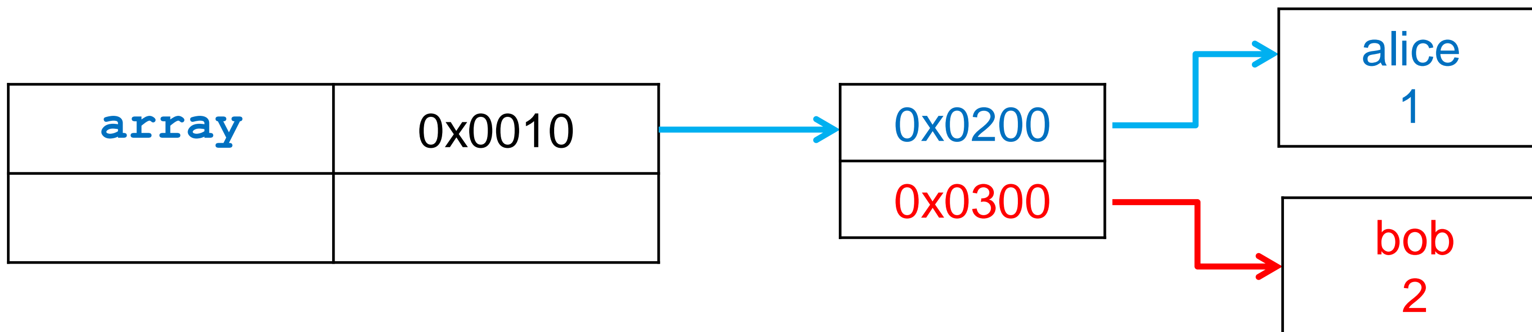
```
Person[] array;
array = new Person[2];
array[0] = new Person("alice", 1);
```



- Η νέα εντολή new θα δεσμεύσει χώρο για ένα Person. Δημιουργείται το αντικείμενο και η αναφορά αποθηκεύεται στην πρώτη θέση του πίνακα array.

Παράδειγμα

```
Person[] array;
array = new Person[2];
array[0] = new Person("alice", 1);
array[1] = new Person("bob", 1);
```



- Η νέα εντολή new θα δεσμεύσει χώρο για άλλο ένα Person. Δημιουργείται το αντικείμενο και η αναφορά αποθηκεύεται στην δεύτερη θέση του πίνακα array.

Πίνακες από πίνακες

- Οι δισδιάστατοι πίνακες είναι ουσιαστικά πίνακες από αντικείμενα, όπου τα αντικείμενα είναι πάλι πίνακες
- Π.χ., έτσι δεσμεύουμε πίνακα ακεραίων 10 × 10

```
int[][] array;
array = new int[10][];
for (int i=0; i<10; i++){
     array[i] = new int[10];
}
```

Πίνακες από πίνακες

- Μπορεί ο δισδιάστατος μας πίνακας να είναι ασύμμετρος.
- Π.χ., έτσι ορίζουμε ένα διαγώνιο πίνακα.

```
int[][] array;
array = new int[10][];
for (int i=0; i<10; i++){
    array[i] = new int[i+1];
}
```