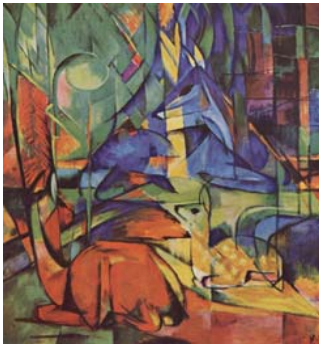


Εισαγωγή στη γλώσσα Java

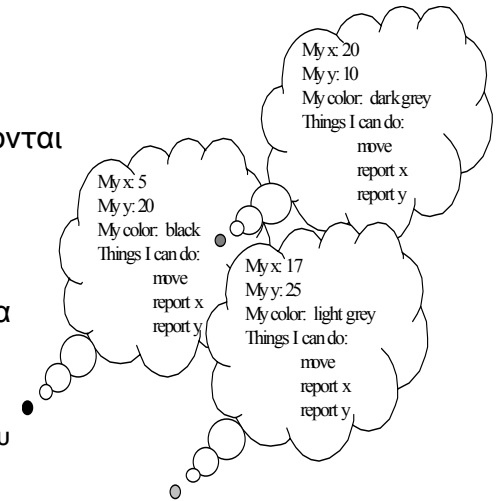


Franz Marc, *Rehe im Walde (II)*, 1913-14

Κωστής Σαγώνας <kostis@cs.ntua.gr>

Παράδειγμα αντικειμενοστρεφούς τρόπου σκέψης

- Έγχρωμα σημεία στην οθόνη
- Τι δεδομένα αποθηκεύονται στο καθένα;
 - Οι συντεταγμένες του
 - Το χρώμα του
- Τι θέλουμε να μπορεί να κάνει το κάθε σημείο;
 - Να μετακινηθεί
 - Να αναφέρει τη θέση του



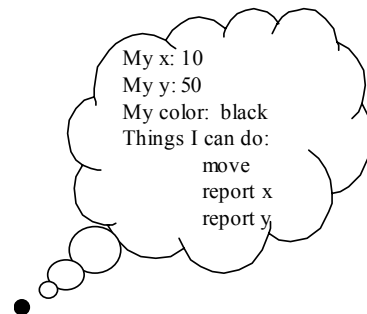
Εισαγωγή στη γλώσσα Java

2

Η ορολογία της Java



- Κάθε σημείο είναι ένα **αντικείμενο (object)**
- Που περιλαμβάνει τρία **πεδία (fields)**
- Έχει τρεις **μεθόδους (methods)**
- Και κάθε αντικείμενο είναι ένα **στιγμιότυπο (instance)** της ίδιας **κλάσης (class)**



Εισαγωγή στη γλώσσα Java

3

Αντικειμενοστρεφές στυλ προγραμματισμού

- Η επίλυση προβλημάτων γίνεται μέσω αντικειμένων: μικρά δέματα από δεδομένα που ξέρουν πώς να κάνουν πράγματα στον εαυτό τους
- Δηλαδή η ιδέα δεν είναι ότι π.χ. *το πρόγραμμα ξέρει πώς να μετακινήσει ένα σημείο*, αλλά ότι *το σημείο ξέρει πώς να μετακινήσει τον εαυτό του*
- Οι γλώσσες αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού κάνουν πιο εύκολο το συγκεκριμένο τρόπο σκέψης και προγραμματισμού

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

4

Παράδειγμα ορισμού κλάσης στη Java

```
public class Point {  
    private int x,y;  
    private Color myColor;  
  
    public int currentX() {  
        return x;  
    }  
  
    public int currentY() {  
        return y;  
    }  
  
    public void move(int newX, int newY) {  
        x = newX;  
        y = newY;  
    }  
}
```

field definitions

method definitions

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

5

Πρωτόγονοι τύποι της Java

- **char**: 0..2¹⁶-1, γράφονται ως 'a', '\n', ..., με χρήση του συνόλου χαρακτήρων Unicode
- **byte**: -2⁷..2⁷-1
- **short**: -2¹⁵..2¹⁵-1
- **int**: -2³¹..2³¹-1, γράφονται με το συνηθισμένο τρόπο
- **long**: -2⁶³..2⁶³-1, γράφονται με χρήση ενός L στο τέλος
- **float**: IEEE 32-bit standard, γράφονται με χρήση ενός F στο τέλος
- **double**: IEEE 64-bit standard, γράφονται ως αριθμοί κινητής υποδιαστολής (π.χ., 1.2, 1.2e-5, ή 1e3)
- **boolean**: true και false
- Εκκεντρικοί τύποι: **void** και **null**

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

6

Κατασκευαζόμενοι τύποι στη Java

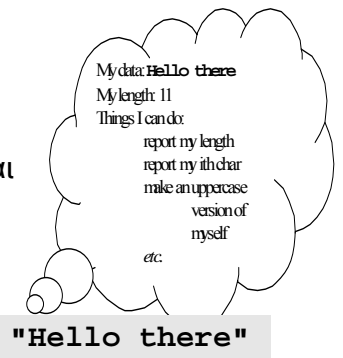
- Όλοι οι κατασκευαζόμενοι τύποι είναι **τύποι αναφορών (reference types)**
- Με άλλα λόγια είναι αναφορές σε αντικείμενα
 - Ονόματα κλάσεων, όπως π.χ. **Point**
 - Ονόματα κάποιας διαπροσωπείας (interface)
 - Ονόματα τύπων πινάκων, όπως π.χ. **Point[]** ή **int[]**

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

7

Συμβολοσειρές (strings)

- Προκαθορισμένος τύπος αλλά όχι πρωτόγονος: η κλάση **String**
- Μια σειρά από χαρακτήρες που περικλείονται από διπλές αποστρόφους και συμπεριφέρονται σα μια σταθερή συμβολοσειρά
- Αλλά στην πραγματικότητα είναι ένα στιγμιότυπο της κλάσης **String**, δηλαδή ένα αντικείμενο που περιέχει τη συγκεκριμένη σειρά χαρακτήρων



Εισαγωγή στη γλώσσα Java

8

Αριθμητικοί τελεστές

- Για `int`: +, -, *, /, %, μοναδιαίος -

Έκφραση Java	Τιμή
<code>1+2*3</code>	7
<code>15/7</code>	2
<code>15%7</code>	1
<code>-(5*5)</code>	-25

- Για `double`: +, -, *, /, μοναδιαίος -

Έκφραση Java	Τιμή
<code>13.0*2.0</code>	26.0
<code>15.0/7.0</code>	2.142857142857143

Τελεστής συνένωσης

- Ο τελεστής + έχει ειδική υπερφόρτωση και εξαναγκασμό μετατροπής τύπου για την κλάση `String`

Έκφραση Java	Τιμή
<code>"123"+"456"</code>	"123456"
<code>"The answer is " + 4</code>	"The answer is 4"
<code>"" + (1.0/3.0)</code>	"0.3333333333333333"
<code>1 + "2"</code>	"12"
<code>"1" + 2 + 3</code>	"123"
<code>1 + 2 + "3"</code>	"33"

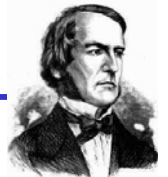
Τελεστές σύγκρισης

- Υπάρχουν οι συνήθεις τελεστές σύγκρισης: <, <=, >=, και >, για αριθμητικούς τύπους
- Επίσης ορίζεται η ισότητα == και η ανισότητα != για κάθε τύπο, συμπεριλαμβανομένου του τύπου `double` (σε αντίθεση με την ML)

Έκφραση Java	Τιμή
<code>1 <= 2</code>	true
<code>1 == 2</code>	false
<code>true != false</code>	true

Boolean τελεστές

- && και ||, που βραχυκυκλώνουν (όπως οι τελεστές `and` και `or` της ML)
- !, όπως ο τελεστής `not` της ML
- a?b:c, όπως το `if a then b else c` της ML



Έκφραση Java	Τιμή
<code>1 <= 2 && 2 <= 3</code>	true
<code>1 < 2 1 > 2</code>	true
<code>1 < 2 ? 3 : 4</code>	3

Τελεστές με παρενέργειες

- Ένας τελεστής έχει μια **παρενέργεια (side effect)** εάν αλλάζει κάτι στο περιβάλλον του προγράμματος, όπως για παράδειγμα την τιμή μιας μεταβλητής ή ένα στοιχείο ενός πίνακα
- Στην ML είδαμε μόνο **αγνούς (pure) τελεστές**—δηλαδή τελεστές χωρίς παρενέργειες
- Στη Java υπάρχουν και τελεστές με παρενέργειες

Αναθέσεις, Rvalues και Lvalues

- $a = b$: αλλάζει την τιμή του a και την κάνει ίση με τη b
- Η ύπαρξη αναθέσεων είναι ένα σημαντικό συστατικό και χαρακτηριστικό των προστακτικών γλωσσών
- Γιατί η ανάθεση $a = 1$ έχει νόημα, αλλά όχι η $1 = a$;
- Οι εκφράσεις στα δεξιά του $=$ πρέπει να έχουν μια τιμή: π.χ. a , 1 , $a+1$, $f()$ (εκτός αν είναι `void`), κ.λπ.
- Οι εκφράσεις στα αριστερά του $=$ πρέπει να είναι θέσεις μνήμης: π.χ. a ή $d[2]$, αλλά όχι 1 ή $a+1$
- Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά των εκφράσεων πολλές φορές αναφέρονται ως **rvalue** και **lvalue**

Τελεστές με παρενέργειες στη Java

- Σύνθετες αναθέσεις

Έκφραση Java	Σύντομη Έκφραση Java
$a = a+b$	$a += b$
$a = a-b$	$a -= b$
$a = a*b$	$a *= b$

- Αύξηση και μείωση κατά ένα

Έκφραση Java	Σύντομη Έκφραση Java
$a = a+1$	$a++$
$a = a-1$	$a--$

Τιμές και παρενέργειες

- Οι εκφράσεις με παρενέργειες έχουν τόσο τιμή όσο και κάποια παρενέργεια
- Η τιμή της ανάθεσης $x = y$ είναι η τιμή του y και η παρενέργειά της είναι να αλλάξει την τιμή του x σε αυτή την τιμή

Έκφραση Java	Τιμή	Παρενέργεια
$a+(x=b)+c$	το άθροισμα των a , b και c	αλλάζει την τιμή του x , και την κάνει ίση με b
$(a=d)+(b=d)+(c=d)$	τρεις φορές η τιμή του d	αλλάζει τις τιμές των a , b και c , και τις κάνει όλες ίσες με το d
$a=b=c$	η τιμή του c	αλλάζει τις τιμές των a και b , και τις κάνει ίσες με το c

Εκφράσεις αύξησης και μείωσης κατά ένα

- Οι τιμές χρήσης των τελεστών αύξησης και μείωσης κατά ένα εξαρτώνται από την τοποθέτησή τους

Έκφραση Java	Τιμή	Παρενέργεια
<code>a++</code>	η παλιά τιμή του <code>a</code>	προσθέτει ένα στο <code>a</code>
<code>++a</code>	η νέα τιμή του <code>a</code>	προσθέτει ένα στο <code>a</code>
<code>a--</code>	η παλιά τιμή του <code>a</code>	αφαιρεί ένα από το <code>a</code>
<code>--a</code>	η νέα τιμή του <code>a</code>	αφαιρεί ένα από το <code>a</code>

Κλήσεις μεθόδου στιγμιότυπου (instance method)

Έκφραση Java	Τιμή
<code>s.length()</code>	το μήκος του <code>String s</code>
<code>s.equals(r)</code>	<code>true</code> εάν <code>s</code> και <code>r</code> είναι ίδια και <code>false</code> εάν όχι
<code>r.equals(s)</code>	το ίδιο με το παραπάνω
<code>r.toUpperCase()</code>	ένα αντικείμενο <code>String</code> που είναι το <code>String r</code> αλλά με κεφαλαία
<code>r.charAt(3)</code>	η τιμή του χαρακτήρα στη θέση 3 στο <code>String r</code> (δηλαδή, ο τέταρτος του χαρακτήρας)
<code>r.toUpperCase().charAt(3)</code>	η τιμή του χαρακτήρα στη θέση 3 στο <code>String r</code> με όλα κεφαλαία

Κλήσεις μεθόδου κλάσης (class method calls)

- Οι **μέθοδοι μιας κλάσης (class methods)** ορίζουν πράγματα που η κλάση ξέρει πώς να κάνει—δεν ορίζουν αντικείμενα της κλάσης
- Οι κλάσεις χρησιμεύουν ως τόποι ονομάτων
- Οι κλήσεις μεθόδων είναι κάτι σαν τις συνήθεις κλήσεις συναρτήσεων στις μη αντικειμενοστρεφείς γλώσσες

Έκφραση Java	Τιμή
<code>String.valueOf(1==2)</code>	"false"
<code>String.valueOf(5*5)</code>	"25"
<code>String.valueOf(1.0/3.0)</code>	"0.3333333333333333"

Σύνταξη των κλήσεων μεθόδων

- Κλήση μεθόδου στιγμιότυπου:

```
<method-call> ::= <reference-expression> . <method-name>
                    ( <parameter-list> )
```

- Κλήση μεθόδου κλάσης:

```
<method-call> ::= <class-name> . <method-name>
                    ( <parameter-list> )
```

- Οποιαδήποτε από τις παραπάνω κλήσεις, αλλά από μια μέθοδο της ίδιας κλάσης:

```
<method-call> ::= <method-name> ( <parameter-list> )
```

Εκφράσεις δημιουργίας αντικειμένων

- Δημιουργία ενός νέου αντικειμένου το οποίο είναι στιγμιότυπο κάποιας συγκεκριμένης κλάσης
`<creation-expression> ::= new <class-name> (<parameter-list>)`
- Οι παράμετροι περνιούνται σε έναν **κατασκευαστή (constructor)**—κάτι σαν μια ειδική μέθοδο της κλάσης

Έκφραση Java	Τιμή
<code>new String()</code>	ένα νέο String με μήκος μηδέν
<code>new String(s)</code>	ένα νέο String που περιλαμβάνει ένα αντίγραφο του String s
<code>new String(chars)</code>	ένα νέο String που περιλαμβάνει τους χαρακτήρες από τον πίνακα chars

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

21

Δεν υπάρχει τρόπος να καταστρέψουμε αντικείμενα

- Τα αντικείμενα δημιουργούνται με κλήση της `new`
- Όμως δεν υπάρχει άμεσος τρόπος να τα καταστρέψουμε ή να αποδεσμεύσουμε τη μνήμη που καταλαμβάνουν
- Αυτό γίνεται αυτόματα μέσω συλλογής σκουπιδιών (garbage collection)

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

22

Γενικές πληροφορίες για τελεστές

- Όλοι οι τελεστές είναι αριστερά προσεταιριστικοί, εκτός από την ανάθεση
- Υπάρχουν 15 επίπεδα προτεραιότητας
 - Κάποια επίπεδα είναι προφανή: π.χ. ο τελεστής `*` μεγαλύτερη προτεραιότητα από τον τελεστή `+`
 - Άλλα κάπως λιγότερο: π.χ. ο τελεστής `<` έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα από τον `!=`
- Επιτρέπονται πολλοί εξαναγκασμοί μετατροπής τύπου
 - Από `null` σε κάθε τύπο αναφοράς
 - Κάθε τιμή μπορεί να μετατραπεί σε `String` σε κάποια συνένωση
 - Ένας τύπος αναφοράς σε έναν άλλον (κάποιες φορές)

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

23

Κάποιοι αριθμητικές μετατροπές τύπων

- Από `char` σε `int` πριν εφαρμοστεί κάποιος αριθμητικός τελεστής (εκτός της συνένωσης συμβολοσειρών)
- Από `int` σε `double` για δυαδικούς τελεστές που περιλαμβάνουν και τους δύο τύπους

Έκφραση Java	Τιμή
<code>'a' + 'b'</code>	195
<code>1/3</code>	0
<code>1/3.0</code>	0.3333333333333333
<code>1/2+0.0</code>	0.0
<code>1/(2+0.0)</code>	0.5

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

24

Εντολές εκφράσεων (expression statements)

- Όπως σε όλες τις προστακτικές γλώσσες, οι εντολές εκτελούνται για τις παρενέργειές τους

`<expression-statement> ::= <expression> ;`

- Η τιμή της έκφρασης, εάν υπάρχει, απορρίπτεται
- Η Java δεν επιτρέπει στην έκφραση να είναι κάτι χωρίς παρενέργειες, π.χ. `x == y`

Εντολή Java	Επεξήγηση
<code>speed = 0;</code>	Αποθήκευσε την τιμή 0 στη <code>speed</code> .
<code>a++;</code>	Αύξησε την τιμή του <code>a</code> κατά 1.
<code>inTheRed = cost > balance;</code>	Εάν η τιμή του <code>cost</code> είναι μεγαλύτερη από <code>balance</code> , θέσε την τιμή της <code>inTheRed</code> σε <code>true</code> , αλλιώς σε <code>false</code> .

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

25

Σύνθετες εντολές (compound statements)

`<compound-statement> ::= { <statement-list> }`
`<statement-list> ::= <statement> <statement-list> | <empty>`

- Εκτέλεσε τις εντολές με τη σειρά τους
- Χρησιμοποιείται και ως μπλοκ για να δηλώσει την εμβέλεια των μεταβλητών

Εντολή Java	Επεξήγηση
<code>{ a = 0; b = 1; }</code>	Αποθήκευσε μηδέν στο <code>a</code> , μετά αποθήκευσε ένα στο <code>b</code> .
<code>{ a++; b++; c++; }</code>	Αύξησε το <code>a</code> , μετά αύξησε το <code>b</code> , μετά αύξησε το <code>c</code> .
<code>{ }</code>	Κάνε τίποτα.

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

26

Εντολές δηλώσεων

`<declaration-statement> ::= <declaration> ;`
`<declaration> ::= <type> <variable-name>`
`| <type> <variable-name> = <expression>`

- Ορισμός μεταβλητών με εμβέλεια μπλοκ

<code>boolean done = false;</code>	Ορίζει μια νέα μεταβλητή με όνομα <code>done</code> τύπου <code>boolean</code> , και την αρχικοποιεί σε <code>false</code> .
<code>Point p;</code>	Ορίζει μια νέα μεταβλητή με όνομα <code>p</code> τύπου <code>Point</code> . (και δεν την αρχικοποιεί.)
<code>{ int temp = a; a = b; b = temp; }</code>	Ανταλλάσσει τις τιμές των ακέραιων μεταβλητών <code>a</code> και <code>b</code> .

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

27

Η εντολή if

`<if-statement> ::= if (<expression>) <statement>`
`| if (<expression>) <statement> else <statement>`

- Το ξεκρέμαστο `else` επιλύεται με το συνήθη τρόπο

Εντολή Java	Επεξήγηση
<code>if (i > 0) i--;</code>	Μείωσε το <code>i</code> , αλλά μόνο εάν είναι μεγαλύτερο από το μηδέν.
<code>if (a < b) b -= a; else a -= b;</code>	Αφαίρεσε το μικρότερο από τα <code>a</code> και <code>b</code> από το μεγαλύτερο.
<code>if (reset) { a = b = 0; reset = false; }</code>	Εάν η τιμή της <code>reset</code> είναι <code>true</code> , μηδένισε τα <code>a</code> και <code>b</code> και θέσε την τιμή της <code>reset</code> σε <code>false</code> .

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

28

Η εντολή while

```
<while-statement> ::= while (<expression>) <statement>
```

- Αποτίμησε την έκφραση *expression* -- εάν είναι false μην κάνεις τίποτε
- Αλλιώς εκτέλεσε το *statement*, και επανέλαβε
- Η επανάληψη είναι άλλο ένα χαρακτηριστικό των προστακτικών γλωσσών προγραμματισμού
- (Παρατηρήστε ότι επανάληψη χωρίς παρενέργειες δεν έχει νόημα, διότι η τιμή της έκφρασης πρέπει να αλλάζει)
- Η Java επίσης έχει `do` και `for` loops

Εντολή Java	Επεξήγηση
<code>while (a < 100) a += 5;</code>	Όσο το a είναι μικρότερο του 100, εξακολούθησε να προσθέτεις 5 στο a .
<code>while (a != b) if (a < b) b -= a; else a -= b;</code>	Αφαίρεσε το μικρότερο των a και b από το μεγαλύτερο, ξανά και ξανά μέχρι να γίνουν ίσοι. (Αλγόριθμος του Ευκλείδη.)
<code>while (time > 0) { simulate(); time--; }</code>	Όσο η μεταβλητή time είναι μεγαλύτερη του μηδενός, κάλεσε τη μέθοδο simulate της τρέχουσας κλάσης και στη συνέχεια μείωσε κατά ένα την time .
<code>while (true) work();</code>	Κάλεσε τη μέθοδο work της τρέχουσας κλάσης ξανά και ξανά, για πάντα.

Η εντολή return

```
<return-statement> ::= return <expression>;  
| return;
```

- Οι μέθοδοι που επιστέφουν κάποια τιμή πρέπει να εκτελέσουν μια εντολή `return` της πρώτης μορφής
- Οι μέθοδοι που δεν επιστέφουν κάποια τιμή (δηλαδή μέθοδοι που έχουν `void` ως τύπο επιστροφής) μπορεί να εκτελέσουν μια εντολή `return` της δεύτερης μορφής

Ορισμοί κλάσεων

Παράδειγμα κλάσης: ConsCell

```
/**
 * A ConsCell is an element in a linked list of
 * ints.
 */
public class ConsCell {
    private int head; // the first item in the list
    private ConsCell tail; // rest of the list, or null

    /**
     * Construct a new ConsCell given its head and tail.
     * @param h the int contents of this cell
     * @param t the next ConsCell in the list, or null
     */
    public ConsCell(int h, ConsCell t) {
        head = h;
        tail = t;
    }
}
```

```
/**
 * Accessor for the head of this ConsCell.
 * @return the int contents of this cell
 */
public int getHead() {
    return head;
}

/**
 * Accessor for the tail of this ConsCell.
 * @return the next ConsCell in the list, or null
 */
public ConsCell getTail() {
    return tail;
}
}
```

Χρήση της κλάσης ConsCell

- Είναι αντίστοιχης λειτουργίας με το cons της ML
- Θέλουμε οι λίστες στη Java να είναι αντικειμενοστρεφείς: όπου η ML εφαρμόζει :: σε μια λίστα, το αντικείμενο-λίστα σε Java πρέπει να είναι σε θέση να εφαρμόσει τη μέθοδο ConsCell στον εαυτό του
- Η ML εφαρμόζει length σε μια λίστα. Οι λίστες σε Java πρέπει να είναι σε θέση να υπολογίσουν το μήκος τους
- Κατά συνέπεια, δε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε null για την κενή λίστα

```
/**
 * An IntList is a list of ints.
 */
public class IntList {
    private ConsCell start; // list head, or null

    /**
     * Construct a new IntList given its first ConsCell.
     * @param s the first ConsCell in the list, or null
     */
    public IntList(ConsCell s) {
        start = s;
    }

    /**
     * Cons the given element h onto us and return the
     * resulting IntList.
     * @param h the head int for the new list
     * @return the IntList with head h, and us as tail
     */
    public IntList cons (int h) {
        return new IntList(new ConsCell(h,start));
    }
}
```

```

/**
 * Get our length.
 * @return our int length
 */
public int length() {
    int len = 0;
    ConsCell cell = start;
    while (cell != null) { // while not at end of list
        len++;
        cell = cell.getTail();
    }
    return len;
}

```

Χρήση της IntList

ML:

```

val a = nil;
val b = 2::a;
val c = 1::b;
val x = (length a) + (length b) + (length c);

```

Java:

```

IntList a = new IntList(null);
IntList b = a.cons(2);
IntList c = b.cons(1);
int x = a.length() + b.length() + c.length();

```

Τι είναι μια αναφορά;

- Μια αναφορά (reference) είναι μια τιμή που προσδιορίζει μονοσήμαντα κάποιο συγκεκριμένο αντικείμενο

```

public IntList(ConsCell s) {
    start = s;
}

```

- Αυτό που περνάμε ως όρισμα στον κατασκευαστή `IntList` δεν είναι ένα αντικείμενο—είναι μια αναφορά σε ένα αντικείμενο
- Αυτό που αποθηκεύεται στη μεταβλητή `start` δεν είναι ένα αντίγραφο του αντικειμένου αλλά μια αναφορά στο συγκεκριμένο αντικείμενο (το οποίο δεν αντιγράφεται)

Δείκτες

- Σε μια γλώσσα όπως η C ή η C++, υπάρχει ένας εύκολος τρόπος να σκεφτόμαστε τις αναφορές: μια αναφορά είναι ένας δείκτης (pointer)
- Με άλλα λόγια, μια αναφορά είναι η διεύθυνση ενός αντικειμένου στη μνήμη
- Τα συστήματα Java μπορούν να υλοποιήσουν τις αναφορές με αυτόν τον τρόπο

Ναι, αλλά νόμιζα ότι...

- Έχω ακούσει από κάποιους ότι η Java είναι σαν τη C++ αλλά *χωρίς δείκτες*...
- Το παραπάνω είναι αληθές από μια οπτική γωνία
- Η C και η C++ **κάνουν προφανή την πολύ στενή σχέση μεταξύ διευθύνσεων και δεικτών** (π.χ. επιτρέπουν αριθμητική σε δείκτες)
- Τα προγράμματα σε Java **δε μπορούν να καταλάβουν πως υλοποιούνται οι αναφορές**: οι αναφορές είναι απλά τιμές που προσδιορίζουν μοναδικά κάθε αντικείμενο

Σύγκριση μεταξύ Java και C++

- Μια μεταβλητή στη C++ μπορεί να έχει τιμή ένα αντικείμενο ή ένα δείκτη σε ένα αντικείμενο.
- Υπάρχουν δύο επιλογείς:
 - `a->x` επιλέγει μια μέθοδο ή ένα πεδίο `x` όταν το `a` είναι ένας δείκτης σε ένα αντικείμενο
 - `a.x` επιλέγει το `x` όταν το `a` είναι ένα αντικείμενο
- Μια μεταβλητή στη Java δε μπορεί να έχει τιμή ένα αντικείμενο, μόνο μια αναφορά σε ένα αντικείμενο.
- Δηλαδή υπάρχει μόνο ένας επιλογέας:
 - `a.x` επιλέγει το `x` όταν το `a` είναι μια αναφορά σε ένα αντικείμενο

Σύγκριση C++ και Java

Πρόγραμμα σε C++	Αντίστοιχο στη Java
<pre>IntList* p; p = new IntList(0); p->length(); p = q;</pre>	<pre>IntList p; p = new IntList(null); p.length(); p = q;</pre>
<pre>IntList p(0); p.length(); p = q;</pre>	Δεν υπάρχει αντίστοιχο

Σύντομες οδηγίες χρήσης για τη Java

Εκτύπωση κειμένου εξόδου

- Υπάρχει το προκαθορισμένο αντικείμενο: `System.out`
- Το οποίο έχει δύο μεθόδους:
 - `print(x)` που τυπώνει το `x`, και
 - `println(x)` που τυπώνει το `x` και ένα χαρακτήρα νέας γραμμής
- Οι μέθοδοι αυτοί είναι υπερφορτωμένες για όλους τους τύπους παραμέτρων

Εκτύπωση μιας `IntList`

```
/**
 * Print ourself to System.out.
 */
public void print() {
    System.out.print("[");
    ConsCell a = start;
    while (a != null) {
        System.out.print(a.getHead());
        a = a.getTail();
        if (a != null) System.out.print(",");
    }
    System.out.println("]");
}
```

Η μέθοδος `main`

- Μια κλάση μπορεί να έχει μια μέθοδο `main` ως εξής:

```
public static void main(String[] args) {
    ...
}
```

- Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ως το σημείο έναρξης της κλάσης όταν αυτή τρέξει ως εφαρμογή
- Η λέξη κλειδί `static` την κάνει μια μέθοδο της κλάσης (class method). Πρέπει να χρησιμοποιείται με φειδώ!

A Driver Class

```
class Driver {
    public static void main(String[] args) {
        IntList a = new IntList(null);
        IntList b = a.cons(2);
        IntList c = b.cons(1);
        int x = a.length() + b.length() + c.length();
        a.print();
        b.print();
        c.print();
        System.out.println(x);
    }
}
```

Μετάφραση και τρέξιμο του προγράμματος

- Τρεις κλάσεις προς μετάφραση, σε τρία αρχεία:
`ConsCell.java`, `IntList.java`, και `Driver.java`
- (Όνομα αρχείου = όνομα κλάσης + `.java`)
- Μεταφράζουμε τα αρχεία με χρήση της εντολής `javac`
 - Μπορούν να μεταγλωττιστούν ένα προς ένα
 - Η με χρήση της εντολής `javac Driver.java` όλα μαζί
- Ο compiler παράγει `.class` αρχεία
- Χρησιμοποιούμε τον Java launcher (εντολή `java`) για να τρέξουμε τη μέθοδο `main` ενός `.class` αρχείου