

# Εισαγωγή στη γλώσσα Java

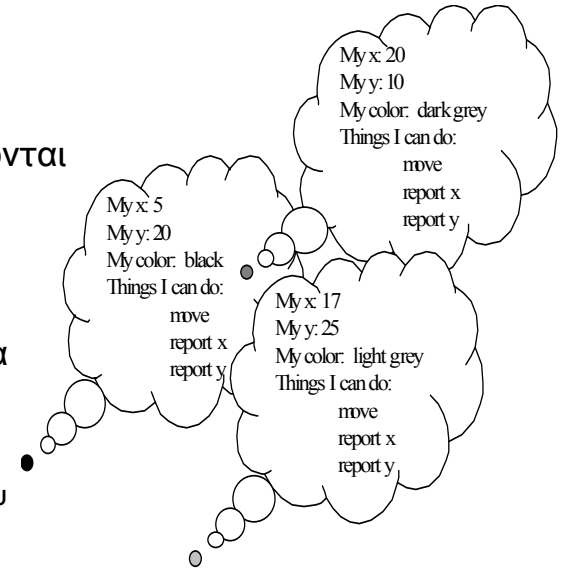


Franz Marc, *Rehe im Walde (II)*, 1913-14

Κωστής Σαγώνας <kostis@cs.ntua.gr>  
Νίκος Παπασπύρου <nickie@softlab.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



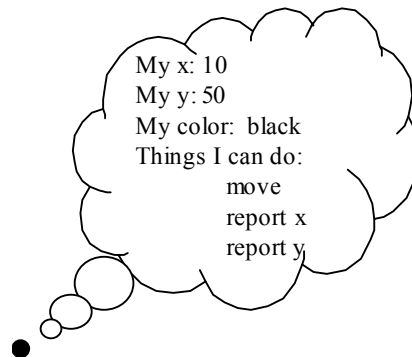
Εισαγωγή στη γλώσσα Java

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)**



## 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

3

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**:  $0..2^{16}-1$ , γράφονται ως 'a', '\n', ..., με χρήση του συνόλου χαρακτήρων Unicode
- **byte**:  $-2^7..2^7-1$
- **short**:  $-2^{15}..2^{15}-1$
- **int**:  $-2^{31}..2^{31}-1$ , γράφονται με το συνηθισμένο τρόπο
- **long**:  $-2^{63}..2^{63}-1$ , 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

My data: Hello there  
My length: 11  
Things I can do:  
report my length  
report my ith char  
make an uppercase  
version of  
myself  
etc.

**"Hello there"**

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>-(6*7)</code> | -42  |

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

| Έκφραση Java          | Τιμή              |
|-----------------------|-------------------|
| <code>6.0*7.0</code>  | 42.0              |
| <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 " + 42</code> | "The answer is 42"   |
| <code>" " + (1.0/3.0)</code>       | "0.3333333333333333" |
| <code>1 + "2"</code>               | "12"                 |
| <code>"1" + 2 + 3</code>           | "123"                |
| <code>2 + 2 + "2"</code>           | "42"                 |

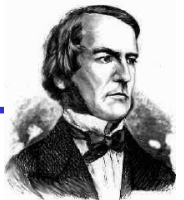
## Τελεστές σύγκρισης

- 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 &lt;= 2</code>     | true  |
| <code>1.0 == 2.1</code>    | false |
| <code>true != false</code> | true  |

## Boolean τελεστές

- && και ||, που βραχυκυκλώνουν (όπως οι τελεστές `andalso` και `orelse` 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 &lt;= 2 &amp;&amp; 2 &lt;= 3</code> | true |
| <code>1 &lt; 2    1 &gt; 2</code>           | true |
| <code>1 &lt; 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  $a = 42$  έχει νόημα, αλλά όχι  $42 = a$ ;
- Οι εκφράσεις στα δεξιά του  $=$  πρέπει να έχουν μια τιμή: π.χ.  $a$ ,  $42$ ,  $a+42$ ,  $f()$  (εκτός αν είναι `void`), κ.λπ.
- Οι εκφράσεις στα αριστερά του  $=$  πρέπει να είναι θέσεις μνήμης: π.χ.  $a$  ή  $d[42]$ , αλλά όχι  $42$  ή  $a+42$
- 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 αυτήν 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>s.toUpperCase()</code>           | ένα αντικείμενο <code>String</code> που είναι το <code>String s</code> αλλά με κεφαλαία           |
| <code>s.charAt(3)</code>               | η τιμή του χαρακτήρα στη θέση 3 στο <code>String s</code> (δηλαδή, ο τέταρτος του χαρακτήρα)      |
| <code>s.toUpperCase().charAt(3)</code> | η τιμή του χαρακτήρα στη θέση 3 στο <code>String s</code> με όλα κεφαλαία                         |

## Κλήσεις μεθόδου κλάσης (class method calls)

- Οι **μέθοδοι μιας κλάσης (class methods)** ορίζουν λειτουργίες 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(6*7)</code>     | "42"                 |
| <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 <b>String</b> με μήκος μηδέν   |
| <code>new String(s)</code>     | ένα νέο <b>String</b> που περιλαμβάνει ένα αντίγραφο του <b>String s</b>           |
| <code>new String(chars)</code> | ένα νέο <b>String</b> που περιλαμβάνει τους χαρακτήρες από τον πίνακα <b>chars</b> |

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)



Ανακύκλωση στην Αθήνα: Πού είναι ο κάδος, ο-έ-ο;

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

22

## Γενικές πληροφορίες για τελεστές στη Java

- Όλοι οι τελεστές είναι αριστερά προσηταιριστικοί, εκτός από την ανάθεση
- Υπάρχουν 15 επίπεδα προτεραιότητας
  - Κάποια επίπεδα είναι προφανή: π.χ. ο τελεστής `*` έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα από τον τελεστή `+`
  - Άλλα επίπεδα είναι λιγότερο προφανή: 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)

## Κάποιες 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

23

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 = 42;</code>                   | Αποθήκευσε την τιμή 42 στη <code>speed</code> .  |
| <code>a++;</code>                          | Αύξησε την τιμή του <code>a</code> κατά 1.   |
| <code>inTheRed = cost &gt; 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> . |

## Σύνθετες εντολές (compound statements)

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

- Οι εντολές εκτελούνται με τη σειρά που εμφανίζονται
- Οι σύνθετες εντολές χρησιμοποιούνται και ως μπλοκ που δηλώνουν την εμβέλεια των μεταβλητών

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

## 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.)                       |
| <pre>{<br/>  int temp = a;<br/>  a = b;<br/>  b = temp;<br/>}</pre> | Ανταλλάζει τις τιμές των ακέραιων μεταβλητών <code>a</code> και <code>b</code> .   |

## 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 &gt; 0) i--;</code>                                     | Μείωσε το <code>i</code> , αλλά μόνο εάν είναι μεγαλύτερο από το μηδέν.  |
| <code>if (a &lt; b) b -= a;<br/>else a -= b;</code>                 | Αφάιρесе το μικρότερο από τα <code>a</code> και <code>b</code> από το μεγαλύτερο.  |
| <pre>if (reset) {<br/>  a = b = 0;<br/>  reset = false;<br/>}</pre> | 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> . |

## Η εντολή `while`

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

- Αποτίμησε την έκφραση *expression* – εάν είναι `false` μην κάνεις τίποτε
- Αλλιώς εκτέλεσε το *statement* και επανάλαβε
- 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)
- Εκτός από `while` η Java έχει επίσης `do` και `for` loops

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

## Η εντολή `return`

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

- Οι μέθοδοι που επιστρέφουν κάποια τιμή πρέπει να εκτελέσουν μια εντολή `return` της πρώτης μορφής
- Οι μέθοδοι που δεν επιστρέφουν κάποια τιμή (δηλαδή οι μέθοδοι που έχουν ορισθεί ως `void`) μπορούν 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, αν θέλουν, 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 πώς 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 ως 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 ως 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;<br/>p = new IntList(0);<br/>p-&gt;length();<br/>p = q;</pre> | <pre>IntList p;<br/>p = new IntList(null);<br/>p.length();<br/>p = q;</pre> |
| <pre>IntList p(0);<br/>p.length();<br/>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!

## Η κλάση `Driver`

```
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
  - Ή 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