ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχοι του μαθήματος

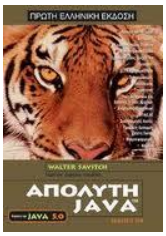
- Να μάθετε τις βασικές αρχές και τεχνικές του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού (object oriented programming)
- Να εξασκηθείτε στην πράξη με την γλώσσα προγραμματισμού Java
- Να κάνετε τα πρώτα σας «μεγάλα» προγράμματα

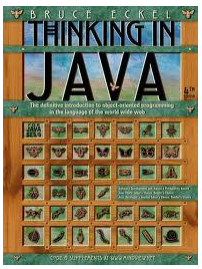
Ύλη που θα καλύψουμε

- Αρχές αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού
  - Κλάσεις και αντικείμενα
  - Ενθυλάκωση και απόκρυψη
  - Πολυμορφισμός και Κληρονομικότητα
  - Αφηρημένες κλάσεις, Διεπαφές (Interfaces)
  - Γενικευμένες κλάσεις, συλλογές
- Εισαγωγή στη Java
  - Βασικό συντακτικό και δομή προγράμματος
  - Είσοδος, έξοδος δεδομένων, διαχείριση αρχείων
  - Επεξεργασία αλφαριθμητικών
  - Πίνακες, Συλλογές
  - Εξαιρέσεις
  - Γραφικά

Βιβλιογραφία

Το κύριο βιβλίο του μαθήματος θα είναι:
Απολυτη Java, Walter Savitch





Δωρεάν online βιβλίο: Thinking In Java, Bruce Eckel
http://www.mindview.net/Books/TIJ/

Οι διαφάνειες του μαθήματος είναι στη σελίδα του μαθήματος
http://www.cs.uoi.gr/~tsap/teaching/cse205

Βιβλιογραφία

- Java Docs: Online documentation της Oracle για τη γλώσσα Java
  - Λεπτομερής περιγραφή για κάθε κλάση και κάθε μέθοδο
- Το Web: Για κάθε προγραμματιστική (ή άλλη) ερώτηση που έχετε μπορείτε να βρείτε απαντήσεις online.
- Βοηθάει για να εξοικειωθείτε και με την αγγλική ορολογία, θα την χρησιμοποιούμε κατά καιρούς και στο μάθημα.

ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

(Ευχαριστίες στον καθηγητή Βασίλη Χριστοφίδη)

Λίγο Ιστορία

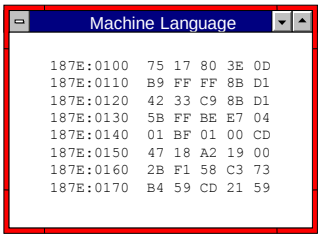
- Οι πρώτες γλώσσες προγραμματισμού δεν ήταν για υπολογιστές
  - Αυτόματη δημιουργία πρωτοτύπων για ραπτομηχανές
  - Μουσικά κουτιά ή ρολά για πιάνο
  - Η αφαιρετική μηχανή του Turing

Γλώσσες προγραμματισμού

- Πρώτη γενιά: Γλώσσες μηχανής

Ο προγραμματιστής μετατρέπει το πρόβλημα του σε ένα πρόγραμμα
- Π.χ. πώς να υπολογίσω το μέγιστο κοινό διαιρέτη δύο αριθμών

Και γράφει ακριβώς τις εντολές που θα πρέπει να εκτελέσει ο υπολογιστής
- Θα πρέπει να ξέρει ακριβώς την δυαδική αναπαράσταση των εντολών.



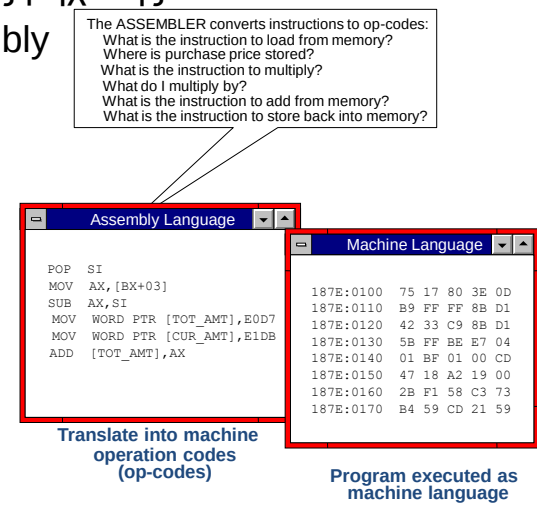
Program entered and executed as machine language

Πέντε γενεές γλωσσών προγραμματισμού

- Πρώτη γενιά: Γλώσσες μηχανής
- Δεύτερη γενιά: Assembly

Ο προγραμματιστής δεν χρειάζεται να ξέρει ακριβώς την δυαδική αναπαράσταση των εντολών.

- Χρησιμοποιεί πιο κατανοητούς μνημονικούς κανόνες.
- Ο Assembler μετατρέπει τα σύμβολα σε γλώσσα μηχανής.
- Οι γλώσσες εξαρτώνται από το hardware



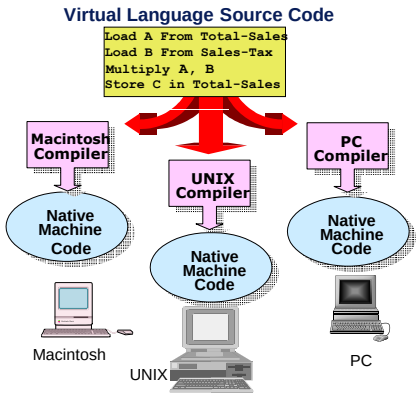
Πέντε γενεές γλωσσών προγραμματισμού

- Πρώτη γενιά: Γλώσσες μηχανής
- Δεύτερη γενιά: Assembly
- Τρίτη γενιά: Υψηλού επιπέδου (high-level) γλώσσες

Ο προγραμματιστής δίνει εντολές στον υπολογιστή σε μια κατανοητή και καλά δομημένη γλώσσα (source code)

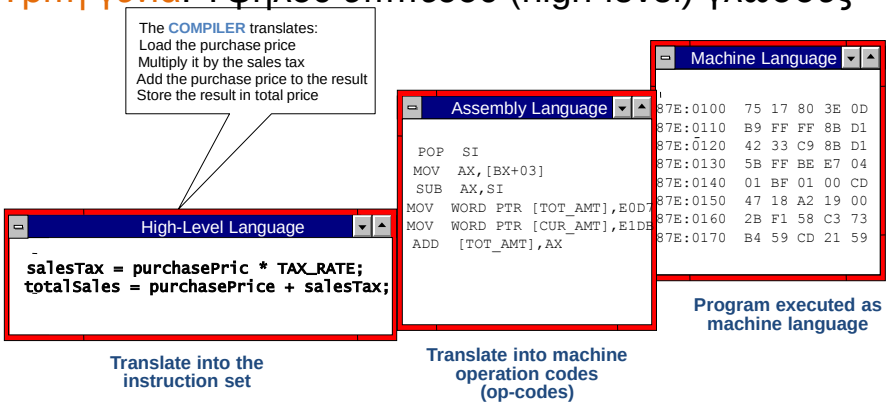
Ο compiler τις μετατρέπει σε ενδιάμεσο κώδικα (object code)

Ο ενδιάμεσος κώδικας μετατρέπεται σε γλώσσα μηχανής (machine code)



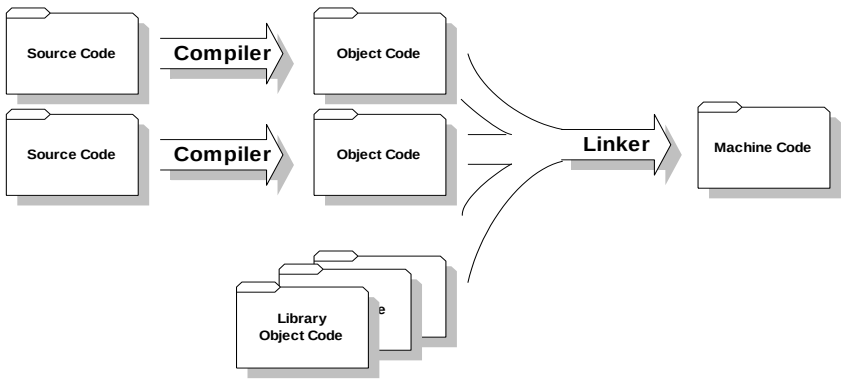
Πέντε γενεές γλωσσών προγραμματισμού

- Πρώτη γενιά: Γλώσσες μηχανής
- Δεύτερη γενιά: Assembly
- Τρίτη γενιά: Υψηλού επιπέδου (high-level) γλώσσες



Πέντε γενεές γλωσσών προγραμματισμού

- Πρώτη γενιά: Γλώσσες μηχανής
- Δεύτερη γενιά: Assembly
- Τρίτη γενιά: Υψηλού επιπέδου (high-level) γλώσσες



Πέντε γενεές γλωσσών προγραμματισμού

- Πρώτη γενιά: Γλώσσες μηχανής
- Δεύτερη γενιά: Assembly
- Τρίτη γενιά: Υψηλού επιπέδου (high-level) γλώσσες
- Τέταρτη γενιά: Εξειδικευμένες γλώσσες
- Πέμπτη γενιά: «Φυσικές» γλώσσες.

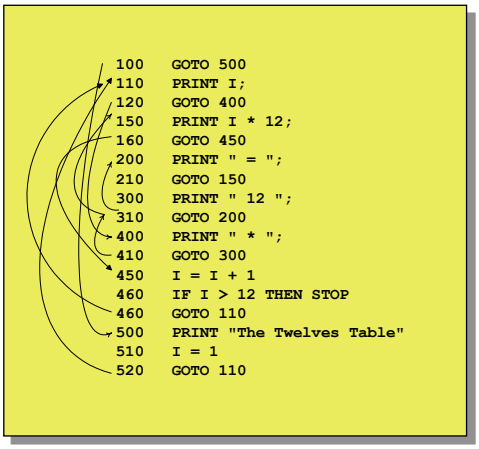
- Κάθε γενιά προσθέτει ένα επίπεδο αφαίρεσης.

Προγραμματιστικά Παραδείγματα (paradigms)

- Προγραμματισμός των πρώτων ημερών.

Spaghetti code

Δύσκολο να διαβαστεί και να κατανοηθεί η ροή του

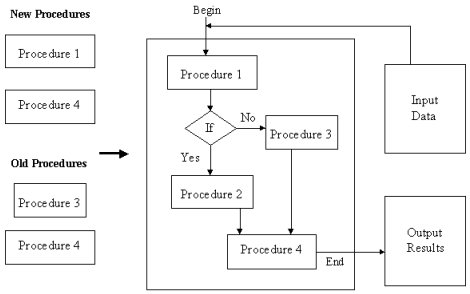


Δομημένος Προγραμματισμός

- Τέσσερεις προγραμματιστικές δομές
  - Sequence – ακολουθιακές εντολές
  - Selection – επιλογή με if-then-else
  - Iteration – δημιουργία βρόγχων
  - Recursion - αναδρομή

- Ο κώδικας σπάει σε λογικά blocks που έχουν ένα σημείο εισόδου και εξόδου.
  - Κατάργηση της GOTO εντολής.

- Οργάνωση του κώδικα σε διαδικασίες (procedures)



Διαδικασιακός Προγραμματισμός

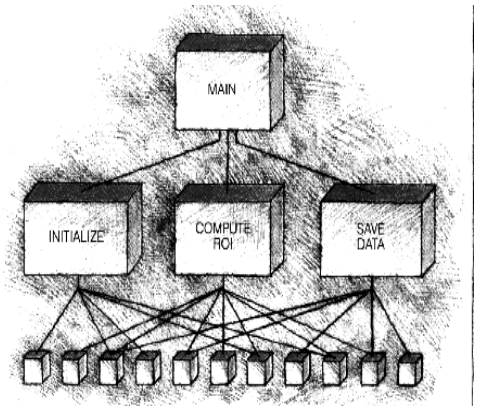
- Το πρόγραμμα μας σπάει σε πολλαπλές διαδικασίες.
  - Κάθε διαδικασία λύνει ένα υπο-πρόβλημα και αποτελεί μια λογική μονάδα (module)
  - Μια διαδικασία μπορούμε να την επαναχρησιμοποιήσουμε σε διαφορετικά δεδομένα.
- Το πρόγραμμα μας είναι τμηματοποιημένο (modular)

Κοινά Δεδομένα

- Ο διαδικασιακός προγραμματισμός τμηματοποιεί τον κώδικα αλλά όχι απαραίτητα τα δεδομένα

- Π.χ., με τη χρήση καθολικών μεταβλητών (global variables) όλες οι διαδικασίες μπορεί να χρησιμοποιούν τα ίδια δεδομένα και άρα να εξαρτώνται μεταξύ τους.

- Πρέπει να αποφεύγουμε τη χρήση καθολικών μεταβλητών!



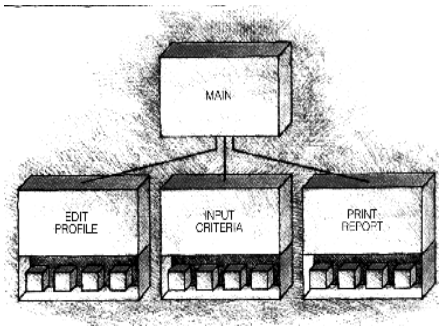
Απόκρυψη δεδομένων

- Με τη δημιουργία τοπικών μεταβλητών μέσα στις διαδικασίες αποφεύγουμε την ύπαρξη κοινών δεδομένων

- Ο κώδικας γίνεται πιο εύκολο να σχεδιαστεί, να γραφτεί και να συντηρηθεί

- Η επικοινωνία μεταξύ των διαδικασιών γίνεται με ορίσματα.

- Τμηματοποιημένος προγραμματισμός (modular programming)



Περιορισμοί του διαδικασιακού προγραμματισμού

- Ο διαδικασιακός προγραμματισμός δουλεύει ΟΚ για μικρά προγράμματα, αλλά για μεγάλα συστήματα είναι δύσκολο να σχεδιάσουμε, να υλοποιήσουμε και να συντηρήσουμε τον κώδικα.
  - Δεν είναι εύκολο να προσαρμοστούμε σε αλλαγές, και δεν μπορούμε να προβλέψουμε όλες τις ανάγκες που θα έχουμε
- Π.χ., το πανεπιστήμιο έχει ένα σύστημα για να κρατάει πληροφορίες για φοιτητές και καθηγητές
  - Υπάρχει μια διαδικασία print που τυπώνει στοιχεία και βαθμούς φοιτητών
  - Προκύπτει ανάγκη για μια διαδικασία που να τυπώνει τα μαθήματα των καθηγητών
    - Χρειαζόμαστε μια print2

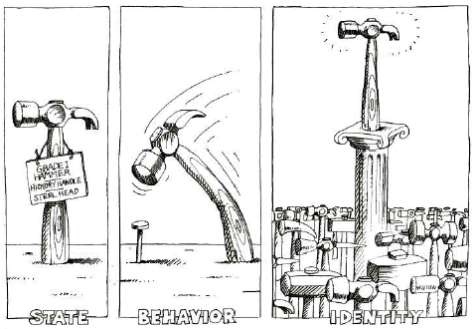
Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός

- Τα προβλήματα αυτά προσπαθεί να αντιμετωπίσει ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός (object-oriented programming)
  - OOP βάζει μαζί τα δεδομένα και τις διαδικασίες (μεθόδους) σχετικές με τα δεδομένα
  - Π.χ., ο κάθε φοιτητής ή καθηγητής έρχεται με μια δικιά του διαδικασία print
- Αυτό επιτυγχάνεται με αντικείμενα και κλάσεις

Αντικείμενο

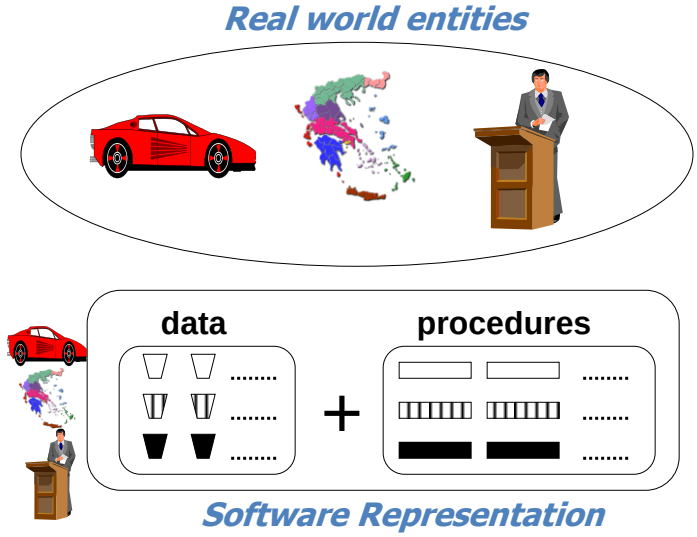
- Ένα αντικείμενο στον κώδικα αναπαριστά μια μονάδα/οντότητα/έννοια η οποία έχει:

- Μια κατάσταση, η οποία ορίζεται από ορισμένα χαρακτηριστικά
- Μια συμπεριφορά, η οποία ορίζεται από ορισμένες ενέργειες που μπορεί να εκτελέσει το αντικείμενο
- Μια ταυτότητα που το ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα.

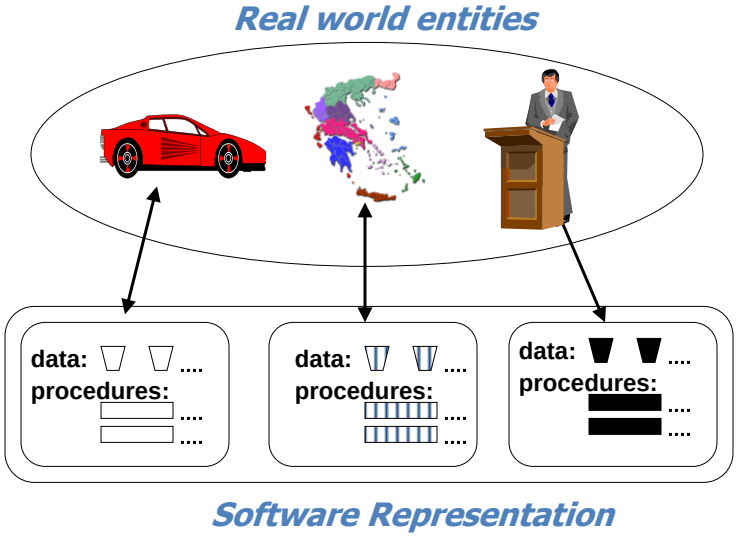


Παραδείγματα: ενας άνθρωπος, ένα πράγμα, ένα μέρος, μια υπηρεσία

Διαδικασιακή αναπαράσταση

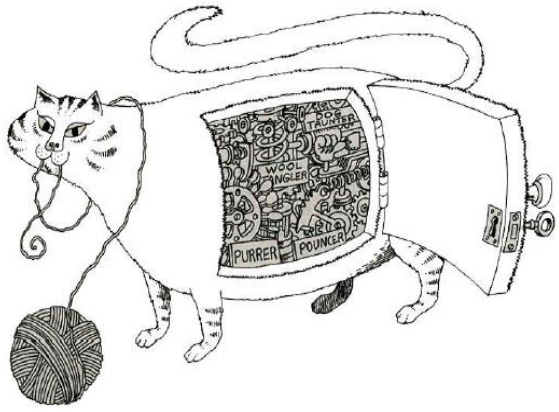


Αντικειμενοστραφής αναπαράσταση



Παράδειγμα

Ενθυλάκωση



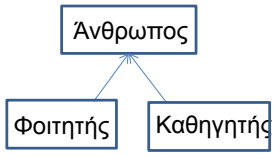
- Η στεγανοποίηση της κατάστασης και της συμπεριφοράς ώστε οι λεπτομέρειες της υλοποίησης να είναι κρυμμένες από το χρήστη του αντικειμένου.

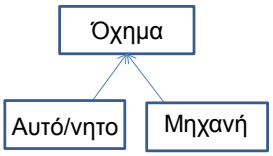
Κλάσεις

- Κλάση: Μια αφηρημένη περιγραφή αντικειμένων με κοινά χαρακτηριστικά και κοινή συμπεριφορά
  - Ένα καλούπι που παράγει αντικείμενα
  - Ένα αντικείμενο είναι ένα στιγμιότυπο μίας κλάσης.
- Π.χ., η κλάση φοιτητής έχει τα γενικά χαρακτηριστικά (όνομα, βαθμοί) και τη συμπεριφορά print
  - Ο φοιτητής Χ είναι ένα αντικείμενο της κλάσης φοιτητής
- Η κλάση Car έχει τα χαρακτηριστικά (brand, color) και τη συμπεριφορά (drive, stop)
  - Το αυτοκίνητο INI2013 είναι ένα αντικείμενο της κλάσης Car με κατάσταση τα χαρακτηριστικά (BMW, red)

Κληρονομικότητα

- Οι κλάσεις μας επιτρέπουν να ορίσουμε μια ιεραρχία
  - Π.χ., και ο Φοιτητής και ο Καθηγητής ανήκουν στην κλάση Άνθρωπος.
  - Η κλάση Αυτοκίνητο ανήκει στην κλάση Όχημα η οποία περιέχει και την κλάση Μοτοσυκλέτα
- Οι κλάσεις πιο χαμηλά στην ιεραρχία κληρονομούν χαρακτηριστικά και συμπεριφορά από τις ανώτερες κλάσεις
  - Όλοι οι άνθρωποι έχουν όνομα
  - Όλα τα οχήματα έχουν μέθοδο drive, stop.





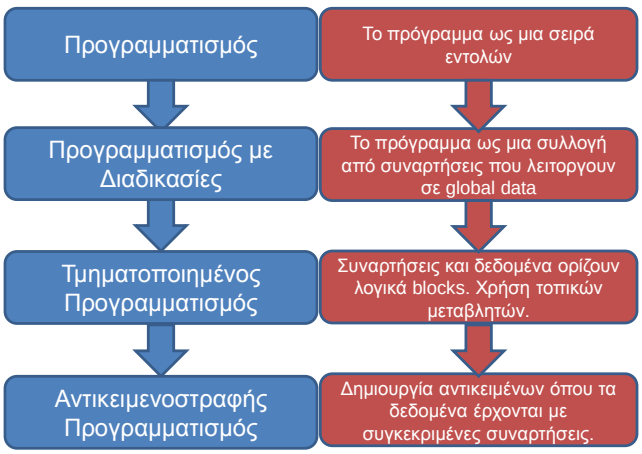
Πολυμορφισμός

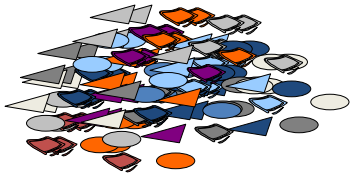
- Κλάσεις με κοινό πρόγονο έχουν κοινά χαρακτηριστικά, αλλά έχουν και διαφορές
  - Π.χ., είναι διαφορετικό το παρκάρισμα για ένα αυτοκίνητο και μια μηχανή
- Ο πολυμορφισμός μας επιτρέπει να δώσουμε μια κοινή συμπεριφορά σε κάθε κλάση (μια μέθοδο park), η οποία όμως υλοποιείται διαφορετικά για αντικείμενα διαφορετικών κλάσεων.
- Μπορούμε επίσης να ορίσουμε αφηρημένες κλάσεις, όπου προϋποθέτουμε μια συμπεριφορά και αυτή πρέπει να υλοποιηθεί σε χαμηλότερες κλάσεις διαφορετικά ανάλογα με τις ανάγκες μας

Αφηρημένοι Τύποι Δεδομένων

- Χρησιμοποιώντας τις κλάσεις μπορούμε να ορίσουμε τους δικούς μας τύπους δεδομένων
  - Έτσι μπορούμε να φτιάξουμε αντικείμενα με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και συμπεριφορά.
- Χρησιμοποιώντας την κληρονομικότητα και τον πολυμορφισμό, μπορούμε να επαναχρησιμοποιήσουμε υπάρχοντα χαρακτηριστικά και μεθόδους.

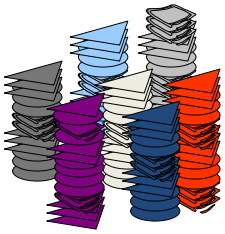
Η εξέλιξη του προγραμματισμού



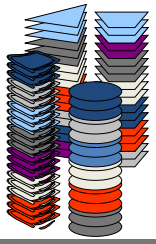


1st Generation
Spaghetti-Code

Software =
Data (Shapes)
+
Functions (Colors)



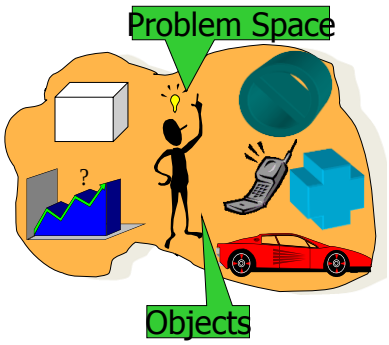
2nd & 3rd Generation :
functional decomposition



4th Generation
object decomposition

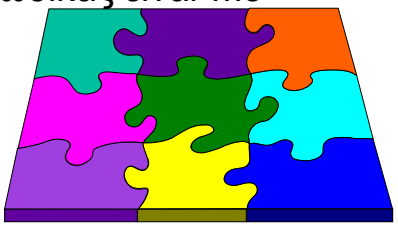
Διαδικασιακός vs. Αντικειμενοστραφής Προγραμματισμός

- Διαδιδικασιακός: Έμφαση στις διαδικασίες
  - Οι δομές που δημιουργούμε είναι για να ταιριάζουν με τις διαδικασίες.
  - Οι διαδικασίες προκύπτουν από το χώρο των λύσεων.
- Αντικειμενοστραφής: Έμφαση στα αντικείμενα
  - Τα αντικείμενα δημιουργούνται από το χώρο του προβλήματος
  - Λειτουργούν ακόμη και αν αλλάξει το πρόβλημα μας



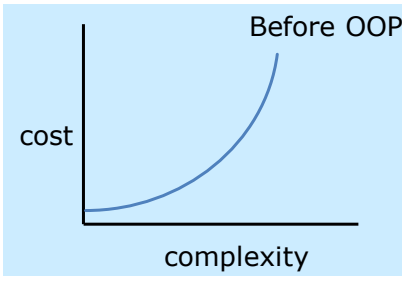
Πλεονεκτήματα αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού

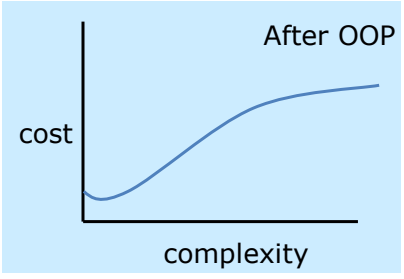
- Επειδή προσπαθεί να μοντελοποιήσει τον πραγματικό κόσμο, ο OOP κώδικας είναι πιο κατανοητός.
  - Τα δομικά κομμάτια που δημιουργεί είναι πιο εύκολο να επαναχρησιμοποιηθούν και να συνδυαστούν



- Ο κώδικας είναι πιο εύκολο να συντηρηθεί λόγω της ενθυλάκωσης

Παραγωγικότητα

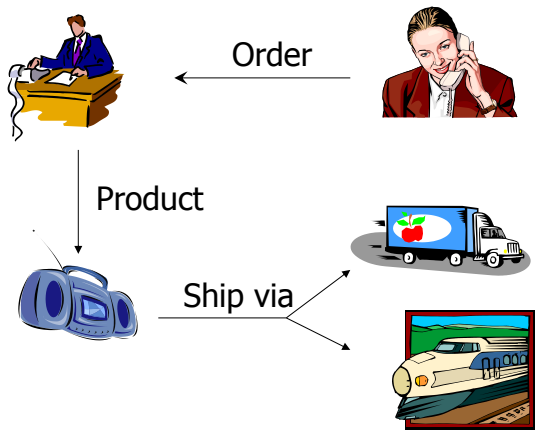




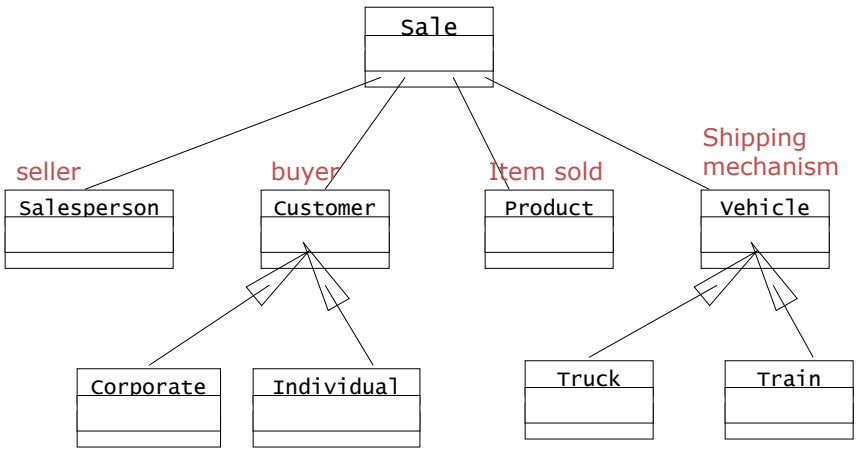
Παράδειγμα: Πωλήσεις

Θέλουμε να δημιουργήσουμε λειτουργικό για ένα σύστημα το οποίο διαχειρίζεται πωλήσεις.

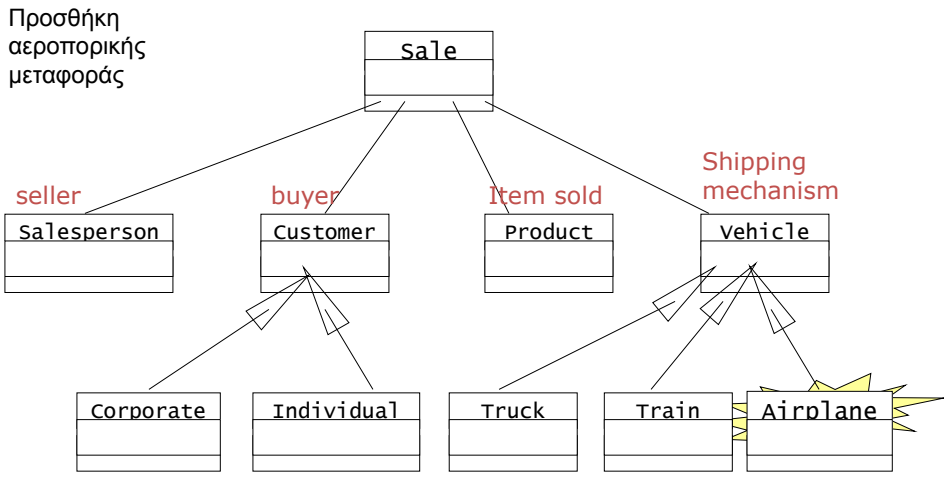
- Πελάτες κάνουν παραγγελίες.
- Οι πωλητές χειρίζονται την παραγγελία
- Οι παραγγελίες είναι για συγκεκριμένα προϊόντα
- Η παραγγελία αποστέλλεται με επιλεγμένο μέσο



Διάγραμμα κλάσεων



Αλλαγή των απαιτήσεων



ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ: ΚΛΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ

Η εξέλιξη των γλωσσών προγραμματισμού

- Η εξέλιξη των γλωσσών προγραμματισμού είναι μια διαδικασία αφαίρεσης
  - Στην αρχή ένα πρόγραμμα ήταν μια σειρά από εντολές σε γλώσσα μηχανής.
  - Με τον Διαδικασιακό Προγραμματισμό (procedural programming), ένα πρόγραμμα έγινε μια συλλογή από διαδικασίες που η μία καλεί την άλλη.
  - Στον Συναρτησιακό Προγραμματισμό (functional programming) ένα πρόγραμμα είναι μια συλλογή από συναρτήσεις όπου η μία εφαρμόζεται πάνω στην άλλη.
  - Στον Λογικό Προγραμματισμό (logic programming) ένα πρόγραμμα είναι μια συλλογή από κανόνες και γεγονότα.
  - Στον Αντικειμενοστραφή Προγραμματισμό (object oriented programming) ένα πρόγραμμα είναι μια συλλογή από κλάσεις και αντικείμενα όπου το ένα μιλάει με το άλλο

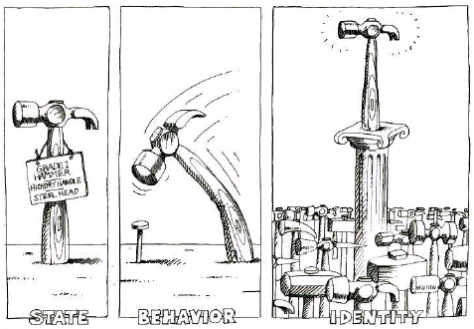
Αντικειμενοστραφής Προγραμματισμός

- Οι πέντε αρχές του Allan Kay:
  - Τα πάντα είναι αντικείμενα.
  - Ένα πρόγραμμα είναι μια συλλογή από αντικείμενα όπου το ένα λέει στο άλλο τι να κάνει.
  - Κάθε αντικείμενο έχει δικιά του μνήμη και αποτελείται από άλλα αντικείμενα.
  - Κάθε αντικείμενο έχει ένα συγκεκριμένο τύπο.
    - Τύπος = Κλάση
  - Αντικείμενα του ίδιου τύπου μπορούν να δεχτούν τα ίδια μηνύματα
    - Δηλαδή έχουν τις ίδιες λειτουργίες

Αντικείμενο

- Ένα αντικείμενο στον κώδικα αναπαριστά μια μονάδα/οντότητα/έννοια η οποία έχει:

- Μια κατάσταση, η οποία ορίζεται από ορισμένα χαρακτηριστικά
- Μια συμπεριφορά, η οποία ορίζεται από ορισμένες ενέργειες που μπορεί να εκτελέσει το αντικείμενο
- Μια ταυτότητα που το ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα.



Παραδείγματα: ένας άνθρωπος, ένα πράγμα, ένα μέρος, μια υπηρεσία

Κλάση

- Μια κλάση είναι μία αφηρημένη περιγραφή αντικειμένων με κοινά χαρακτηριστικά και κοινή συμπεριφορά.
  - Ένα καλούπι/πρότυπο που παράγει αντικείμενα
  - Ένα αντικείμενο είναι ένα στιγμιότυπο μίας κλάσης.

- Η κλάση ορίζει τον τύπο του αντικειμένου.
  - Τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου
  - Τις ενέργειες που μπορεί να επιτελέσει.

- Παράδειγμα
  - Η κλάση ipod ορίζει μια γενική περιγραφή που περιλαμβάνει:
    - Τα χαρακτηριστικά: μέγεθος, μνήμη, χρώμα
    - Τις ενέργειες: on, off, play
  - Το αντικείμενο ipod είναι ένα συγκεκριμένο φυσικό αντικείμενο
    - Αυτό του δίνει συγκεκριμένη ταυτότητα.

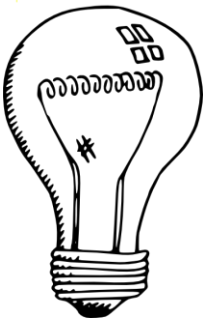
Πρακτικά στον κώδικα

- Μία κλάση K ορίζεται από
  - Κάποιες μεταβλητές τις οποίες ονομάζουμε πεδία
  - Κάποιες συναρτήσεις που τις ονομάζουμε μεθόδους.
    - Οι μέθοδοι «βλέπουν» τα πεδία της κλάσης

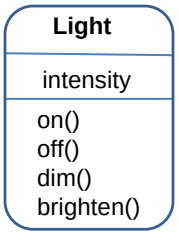
μέλη της κλάσης

- Ένα αντικείμενο ορίζεται ως μια μεταβλητή τύπου K
  - Στην Java (όπως και στις περισσότερες γλώσσες) όλες οι μεταβλητές έχουν ένα τύπο.
  - Το αντικείμενο που δημιουργείται παίρνει κάποιες τιμές στα πεδία της κλάσης και καταλαμβάνει κάποιο χώρο στη μνήμη.
    - Έτσι μετατρέπεται σε ένα φυσικό αντικείμενο με μοναδική ταυτότητα.

Δημιουργώντας φως



Θέλουμε να κάνουμε ένα πρόγραμμα που να διαχειρίζεται τα φώτα σε διάφορα δωμάτια και θα υλοποιεί και ένα dimmer



Όνομα κλάσης

Πεδία κλάσης

Μέθοδοι κλάσης

Αντικείμενα:

Light bedroomLight
Light kitchenLight

Τα αντικείμενα δημιουργούνται σε άλλο σημείο του κώδικα το οποίο καλεί και τις μεθόδους

Η κλήση μιας μεθόδου για ένα αντικείμενο μερικές φορές λέγεται και πέρασμα μηνύματος

Πλεονεκτήματα Αντικειμενοσταφούς

- Τα αντικείμενα και οι κλάσεις μοντελοποιούν φυσικά τα αντικείμενα του κόσμου.
- Έχοντας ένα πρόβλημα μπορούμε να δημιουργήσουμε δομές που αντιστοιχούν σε στοιχεία στην περιγραφή του προβλήματος αντί να δημιουργούμε προγραμματιστικές δομές που μετά θα προσπαθήσουμε να ταιριάξουμε στο πρόβλημα.
- Τα πλεονεκτήματα είναι ότι αυτό κάνει τον κώδικα πιο φυσικό, πιο ευανάγνωστο, πιο τμηματοποιημένο, και πιο εύκολο να συντηρηθεί.

Παράδειγμα

- Θέλουμε να προσομοιώσουμε την κίνηση ενός αυτοκινήτου το οποίο κινείται πάνω σε μία ευθεία. Αρχικά ξεκινάει από τη θέση μηδέν. Σε κάθε χρονική στιγμή διαλέγει τυχαία να κινηθεί αριστερά ή δεξιά και μετακινείται κατά μία θέση. Σε κάθε βήμα τυπώνουμε μια κουκίδα που δείχνει τη θέση του.

- Πώς θα λύσουμε αυτό το πρόβλημα?
  - Τι κλάσεις και τι αντικείμενα θα ορίσουμε?
  - Τι πεδία και τι μεθόδους θα έχουν?

Παράδειγμα

- Θέλουμε να προσομοιώσουμε την κίνηση ενός αυτοκινήτου το οποίο κινείται πάνω σε μία ευθεία. Αρχικά ξεκινάει από τη θέση μηδέν. Σε κάθε χρονική στιγμή κινείται κατά μία θέση είτε αριστερά είτε δεξιά (το επιλέγει τυχαία). Σε κάθε βήμα τυπώνεται μια κουκίδα που δείχνει τη θέση του.

- Πώς θα λύσουμε αυτό το πρόβλημα?
  - Τι κλάσεις και τι αντικείμενα θα ορίσουμε?
  - Τι πεδία και τι μεθόδους θα έχουν?

Υλοποίηση

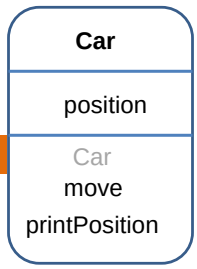
Αν έχω δύο αυτοκίνητα?

Όνομα κλάσης

Πεδία κλάσης

Μέθοδοι κλάσης

Constructor

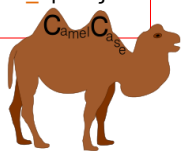


Πρόγραμμα
- Δημιούργησε το αντικείμενο myCar τύπου Car
  - Car myCar = new Car()
- myCar.printPosition()
- For i = 1…10
  - myCar.move()
  - myCar.printPosition()

Programming Style
- Τα ονόματα των κλάσεων ξεκινάνε με κεφαλαίο, τα ονόματα των πεδίων, μεθόδων και αντικειμένων με μικρό.
- Χρησιμοποιούμε ολόκληρες λέξεις (και συνδυασμούς τους) για τα ονόματα
  - Δεν πειράζει αν βγαίνουν μεγάλα ονόματα
- Χρησιμοποιούμε το CamelCase Style
  - Όταν για ένα όνομα έχουμε πάνω από μία λέξη, τις συνενώνουμε και στο σημείο συνένωσης κάνουμε το πρώτο γράμμα της λέξης κεφαλαίο
  - printPosition όχι print_position
- Χρησιμοποιούμε κεφαλαία και '_' για τις σταθερές.

Λείπει κάτι?

Αρχικοποίηση?



Αντικειμενοστραφής Σχεδίαση

- Οι οντότητες/έννοιες στον ορισμό του προβλήματος γίνονται κλάσεις και ορίζονται τα αντικείμενα που αναφέρονται στο πρόβλημα.
- Τα ρήματα γίνονται μέθοδοι
- Τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων γίνονται πεδία
  - Τα πεδία μπορεί να είναι κι αυτά αντικείμενα.

- Δεν υπάρχει ένας μοναδικός τρόπος να μοντελοποιήσετε ένα πρόβλημα. Συνήθως όμως υπάρχει ένας που είναι καλύτερος από τους άλλους.
  - Υπάρχει ειδικό μάθημα γι αυτό το πρόβλημα.

Απόκρυψη - Ενθυλάκωση

- Στο πρόγραμμα που κάναμε πριν δεν είχαμε πρόσβαση στην θέση του αυτοκινήτου
  - Μόνο οι μέθοδοι της κλάσης μπορούν να την αλλάξουν.
  - Γιατί?
    - Αν μπορούσε να αλλάζει σε πολλά σημεία στον κώδικα τότε κάποιες άλλες μέθοδοι θα μπορούσαν να το αλλάξουν και να δημιουργηθεί μπέρδεμα
    - Τώρα αλλάζει μόνο όταν είναι λογικό να αλλάξει – όταν κινηθεί το όχημα.
- Επίσης κάποιος που χρησιμοποιεί τις μεθόδους της κλάσης δεν ξέρει πως υλοποιούνται, απλά μόνο τι κάνουν

- Αυτή η αρχή λέγεται Ενθυλάκωση – Απόκρυψη Πληροφορίας

Παράδειγμα 2

- Θέλω να δημιουργήσω ένα «τηλεφωνικό κατάλογο» στο οποίο θα αποθηκεύω ζεύγη από ονόματα και αριθμούς
  - Π.χ., τηλεφωνικός κατάλογος στο κινητό.
- Θέλω να μπορώ να προσθέτω και να αφαιρώ επαφές, και να παίρνω το τηλέφωνο μιας επαφής όταν δίνω το όνομα.

- Πιο γενικά θέλω ένα σύστημα που να αποθηκεύει (key,value) ζεύγη και να μου δίνει τις παραπάνω δυνατότητες.

- Πως θα επιλύσω αυτό το πρόβλημα?
  - Τι κλάσεις πρέπει να ορίσω?
  - Τι πεδία και τι μεθόδους θα πρέπει να έχουν?

Παράδειγμα 2

- Θέλω να δημιουργήσω ένα «τηλεφωνικό κατάλογο» στο οποίο θα αποθηκεύω ζεύγη από ονόματα και αριθμούς
  - Π.χ., τηλεφωνικός κατάλογος στο κινητό.
- Θέλω να μπορώ να προσθέτω και να αφαιρώ επαφές, και να παίρνω το τηλέφωνο μιας επαφής όταν δίνω το όνομα.

- Πιο γενικά θέλω ένα σύστημα που να αποθηκεύει (key,value) ζεύγη και να μου δίνει τις παραπάνω δυνατότητες.

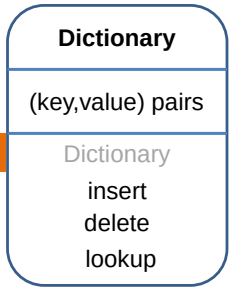
- Πως θα επιλύσω αυτό το πρόβλημα?
  - Τι κλάσεις πρέπει να ορίσω?
  - Τι πεδία και τι μεθόδους θα πρέπει να έχουν

Υλοποίηση

Όνομα κλάσης

Πεδία κλάσης

Μέθοδοι κλάσης



Πώς θα κρατάμε τα (key,value) pairs?

Υπάρχουν πολλές δομές που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε

Ο χρήστης της κλάσης Dictionary δεν χρειάζεται να ξέρει ποια δομή και τι αλγόριθμο χρησιμοποιούμε!

Η κλάση παρέχει ένα interface που αυτός χρησιμοποιεί.

Τι άλλες λειτουργίες θα θέλατε να έχει η κλάση Dictionary?

- size, isEmpty, contains

Τι άλλα πεδία χρειάζομαι?

- numberOfPairs

Αφηρημένοι τύποι δεδομένων

- Το προηγούμενο παράδειγμα δείχνει τη διαφορά μεταξύ Δομών Δεδομένων και Αφηρημένων Τύπων Δεδομένων (Abstract Data Types – ADTs)
- Ο Αφηρημένος Τύπος Δεδομένων ορίζει ένα σύνολο από λειτουργίες που πρέπει να υποστηρίζονται.
- Η Δομή Δεδομένων ενδιαφέρεται για ένα έξυπνο τρόπο να αποθηκεύσουμε τα δεδομένα ώστε να μπορούμε να κάνουμε τις παραπάνω λειτουργίες

Παράδειγμα 3

- Θέλω να δημιουργήσω μια μηχανή αναζήτησης η οποία θα παίρνει ένα ερώτημα και θα μου τυπώνει τα κείμενα που περιέχουν το ερώτημα.

- Πως θα επιλύσω αυτό το πρόβλημα?
  - Τι κλάσεις πρέπει να ορίσω?
  - Τι πεδία και τι μεθόδους θα πρέπει να έχουν?

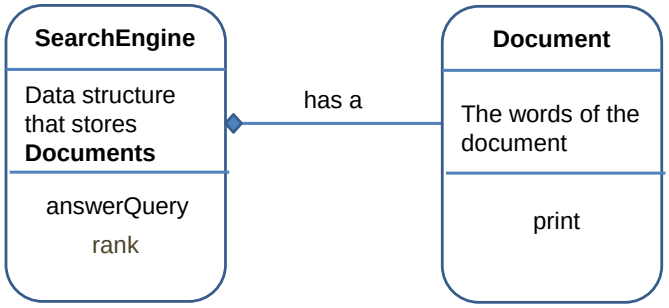
Παράδειγμα 3

- Θέλω να δημιουργήσω μια μηχανή αναζήτησης η οποία θα παίρνει ένα ερώτημα και θα μου τυπώνει τα κείμενα που περιέχουν το ερώτημα.

- Πως θα επιλύσω αυτό το πρόβλημα?
  - Τι κλάσεις πρέπει να ορίσω?
  - Τι πεδία και τι μεθόδους θα πρέπει να έχουν?

Υλοποίηση

Σύνθεση



Λείπει κάτι?

Οι μηχανές αναζήτησης επιστρέφουν τα κείμενα ταξινομημένα (ranked)

Προσθέτουμε μια μέθοδο rank
Η μέθοδος αυτή είναι ιδιωτική (private), δεν φαίνεται εξωτερικά

Θα μπορούσαμε να έχουμε μία κλάση Ranker και ένα αντικείμενο που να κάνει το ranking

Παράδειγμα 4

- Τι γίνεται αν στο αρχικό μας παράδειγμα εκτός από αυτοκίνητο είχαμε και μία μηχανή? Η μηχανή κινείται με τον ίδιο τρόπο αλλά όταν τυπώνεται η θέση της αντί για κουκίδα (.) τυπώνεται ένα αστέρι (*).

- Τι κλάσεις πρέπει να ορίσουμε?

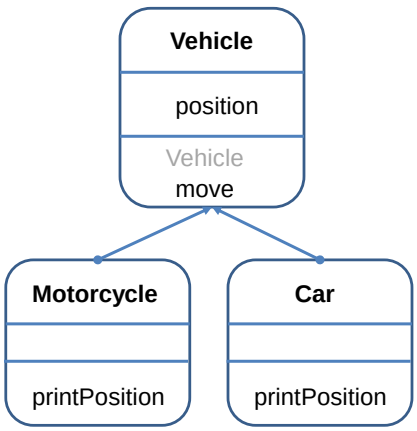
Μία λύση

- Μπορούμε να ορίσουμε ξανά από την αρχή μια καινούρια κλάση για τη μηχανή που να κάνει την ίδια κίνηση με το αυτοκίνητο (ίδια μέθοδο move) αλλά τυπώνεται διαφορετικά (διαφορετική μέθοδο printPosition)

- Τι προβλήματα έχει αυτό?
  - Επανάληψη του κώδικα (μπορεί να είναι μεγάλος και δύσκολος)
  - Πιθανότητα για λάθη
  - Πολύ δύσκολο να γίνουν αλλαγές

Κληρονομικότητα

- Ορίζουμε μια κλάση Vehicle η οποία έχει θέση, και έχει κίνηση (μέθοδο move)




```
Πρόγραμμα
Car myCar = new Car()
Motorcycle myMoto = new Motorcycle()
myCar.printPosition()
myMoto.printPosition()
For i = 1…10
      myCar.move()
      myCar.printPosition()
      myMoto.move()
      myMoto.printPosition()
```

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ JAVA

Ιστορία

- Ο Patrick Naughton απειλεί την Sun ότι θα φύγει.
- Τον βάζουν σε μία ομάδα αποτελούμενη από τους James Gosling και Mike Sheridan για να σχεδιάσουν τον προγραμματισμό τον έξυπνων συσκευών της επόμενης γενιάς.
  - The Green project.
- Ο Gosling συνειδητοποιεί ότι η C++ δεν είναι αρκετά αξιόπιστη για να δουλεύει σε συσκευές περιορισμένων δυνατοτήτων και με διάφορες αρχιτεκτονικές.
  - Δημιουργεί τη γλώσσα Oak
- Το 1992 η ομάδα κάνει ένα demo μιας συσκευής PDA, *7 (star 7)
  - Δημιουργείται η θυγατρική εταιρία FirstPerson Inc
- Η δημιουργία των έξυπνων συσκευών αποτυγχάνει και η ομάδα (μαζί με τον Eric Schmidt) επικεντρώνεται στην εφαρμογή της πλατφόρμας στο Internet.
  - Ο Naughton φτιάχνει τον WebRunner browser (μετα HotJava)
  - Η γλώσσα μετονομάζεται σε Java και το ενδιαφέρον επικεντρώνεται σε εφαρμογές που τρέχουν μέσα στον browser.
- Ο Marc Andersen ανακοινώνει ότι ο Netscape browser θα υποστηρίζει Java μικροεφαρμογές (applets)

Ιστορία

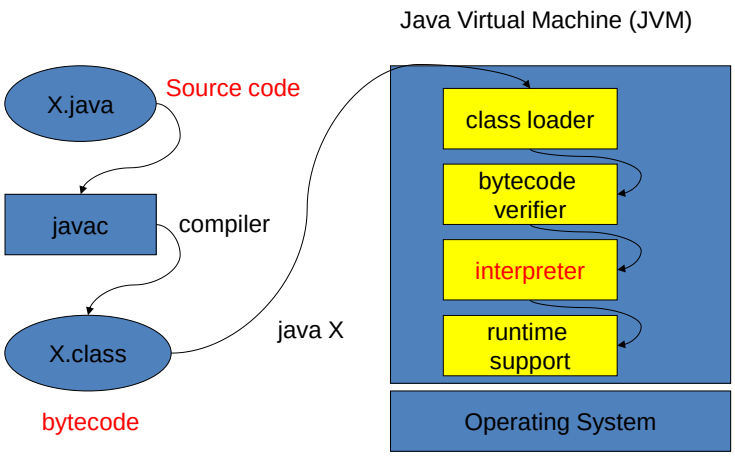
- Η Java είχε τους εξής στόχους:
  - "simple, object-oriented and familiar"
  - "robust and secure"
  - "architecture-neutral and portable"
  - "high performance"
  - "interpreted, threaded, and dynamic"

Ιστορία

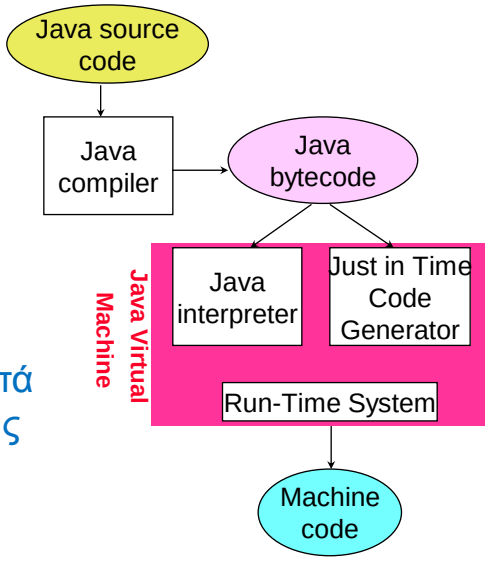
- Η Java είχε τους εξής στόχους:
  - "simple, object-oriented and familiar"
  - "robust and secure"
  - "architecture-neutral and portable"
  - "high performance"
  - "interpreted, threaded, and dynamic"

“architecture-neutral and portable”

- Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της Java είναι η μεταφερσιμότητα (portability): ο κώδικας μπορεί να τρέξει πάνω σε οποιαδήποτε πλατφόρμα.
  - Write-Once-Run-Anywhere μοντέλο, σε αντίθεση με το σύνηθες Write-Once-Compile-Anywhere μοντέλο.
- Αυτό επιτυγχάνεται δημιουργώντας ένα ενδιάμεσο κώδικα (bytecode) ο οποίος μετά τρέχει πάνω σε μια εικονική μηχανή (Java Virtual Machine) η οποία το μεταφράζει σε γλώσσα μηχανής.
  - Οι προγραμματιστές πλέον γράφουν κώδικα για την εικονική μηχανή, η οποία δημιουργείται για οποιαδήποτε πλατφόρμα.



- Just in Time (JIT) code generator (compiler) βελτιώνει την απόδοση των Java Applications μεταφράζοντας (compiling) bytecode σε machine code πριν ή κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης

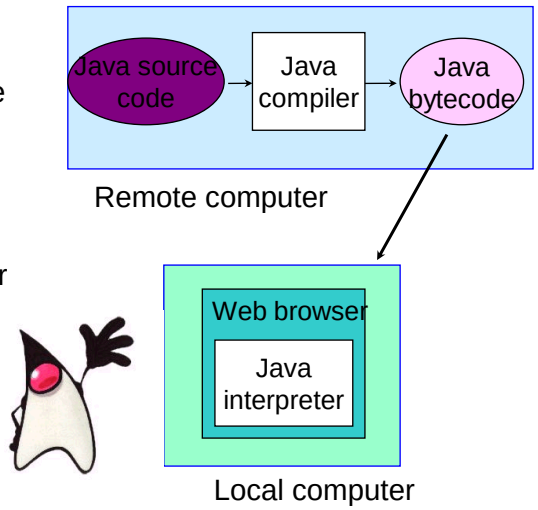


Java και το Internet

- Η προσέγγιση της Java είχε μεγάλη επιτυχία για Web εφαρμογές, όπου έχουμε ένα τεράστιο κατανεμημένο client-server μοντέλο με πολλές διαφορετικές αρχιτεκτονικές
  - Client-side programming: Αντί να κάνει όλη τη δουλειά ο server για την δημιουργία της σελίδας κάποια από την επεξεργασία των δεδομένων γίνεται στη μηχανή του client.
    - Web Applets: κώδικας ο οποίος κατεβαίνει μαζί με τη Web σελίδα και τρέχει στη μηχανή του client. Είναι πολύ σημαντικό στην περίπτωση αυτή ο κώδικας να είναι portable.
  - Server-side programming: μία web σελίδα μπορεί να είναι το αποτέλεσμα ενός προγράμματος που συνδυάζει δυναμικά δεδομένα και είσοδο του χρήστη.
    - Java Service Pages (JSPs): Η λύση της Java. Γίνεται compiled σε servlets και τρέχει στη μεριά του server.

Java Applets

- Το Web Browser software περιλαμβάνει ένα JVM
  - Φορτώνει τον java byte code από τον remote υπολογιστή
  - Τρέχει τοπικά το Java πρόγραμμα μέσα στο παράθυρο του Browser



"simple, object-oriented and familiar"

- Familiar: Η Java είχε ως έμπνευση της την C++, και δανείζεται αρκετά από τα χαρακτηριστικά της.
- Object-oriented: Η Java είναι «πιο αντικειμενοστραφής» από την C++ η οποία προσπαθεί να μείνει συμβατή με την C
  - Στην Java τα πάντα είναι αντικείμενα
- Simple: Η Java δίνει λιγότερο έλεγχο στο χρήστη, αλλά κάνει τη ζωή του πιο εύκολη. Η διαχείριση της μνήμης γίνεται αυτόματα.
  - Η γλώσσα φροντίζει να κάνει πιο γρήγορο και πιο σταθερό (robust) τον προγραμματισμό παρότι αυτό μπορεί να έχει αποτέλεσμα τα προγράμματα να γίνονται πιο αργά.

HELLO WORLD

Το πρώτο μας πρόγραμμα σε Java

Δομή ενός απλού Java προγράμματος

- Το όνομα του αρχείου που κρατάει το πρόγραμμα είναι X.java (όπου X το όνομα του προγράμματος)
  - Στο παράδειγμα μας ονομάζουμε το πρόγραμμα μας: HelloWorld.java
- Μέσα στο πρόγραμμα μας πρέπει να έχουμε μια κλάση με το όνομα X.
  - `class X`
- Η κλάση X θα πρέπει να περιέχει μια μέθοδο main η οποία είναι το σημείο εκκίνησης του προγράμματος μας
  - `public static void main(String[] args)`

File HelloWorld.java

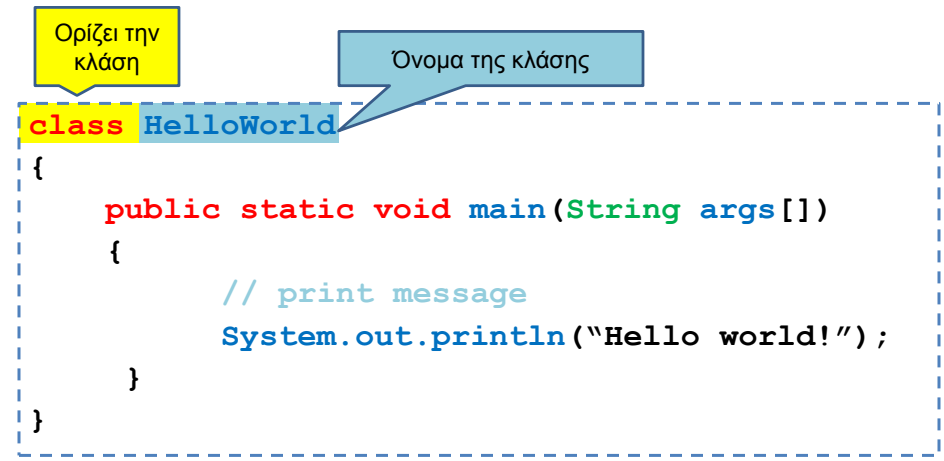
```
class HelloWorld
{
    public static void main(String args[])
    {
        // print message
        System.out.println("Hello world!");
    }
}
```

- `javac HelloWorld.java`
- `java HelloWorld`

Χωρίς κανένα επίθεμα!

```
class HelloWorld
{
    public static void main(String args[])
    {
        // print message
        System.out.println("Hello world!");
    }
}
```

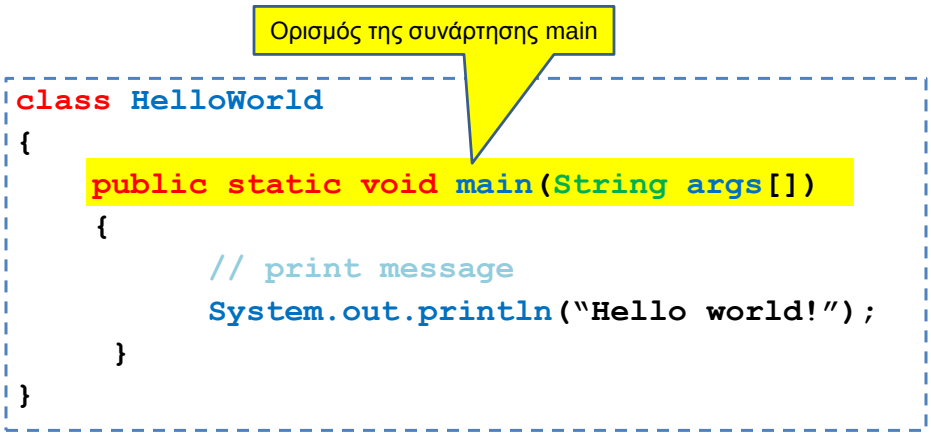
Λέξεις σε κόκκινο: δεσμευμένες λέξεις

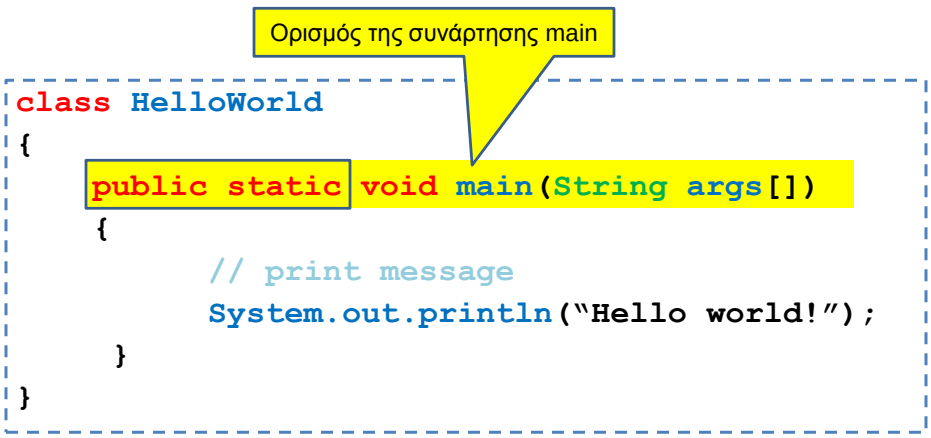



```
class HelloWorld
{
     public static void main(String args[])
     {
          // print message
          System.out.println("Hello world!");
     }
}
```

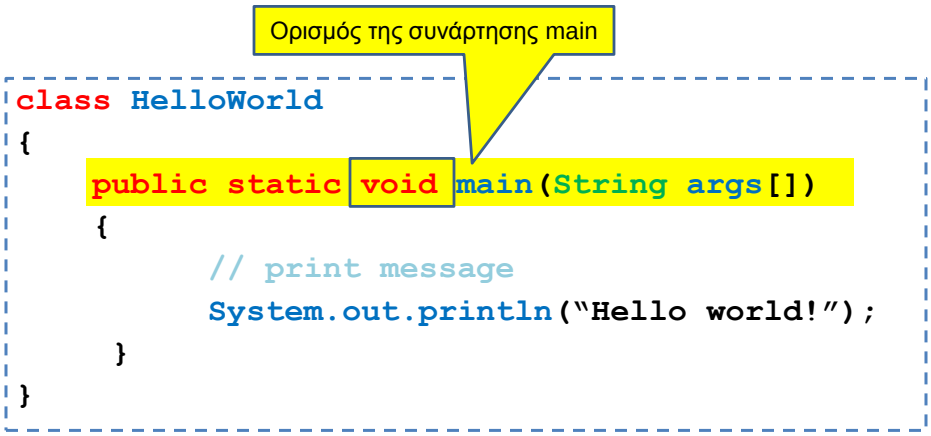
Τα άγκιστρα { … } ορίζουν ένα λογικό block του κώδικα

- Αυτό μπορεί να είναι μία κλάση, μία συνάρτηση, ένα if statement
- Οι μεταβλητές που ορίζουμε μέσα σε ένα λογικό block, έχουν εμβέλεια μέσα στο block
- Αντίστοιχο των tabs στην Python, εδώ δεν χρειάζονται αλλά είναι καλό να τα βάζουμε για να διαβάζεται ο κώδικας πιο εύκολα.

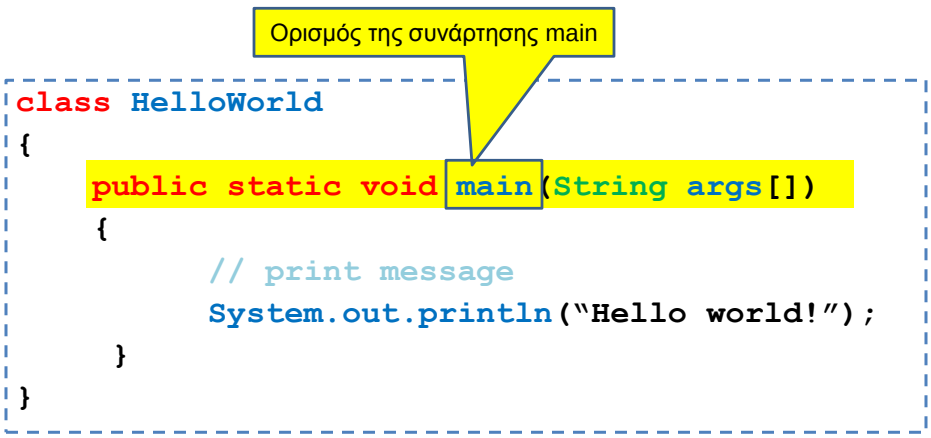




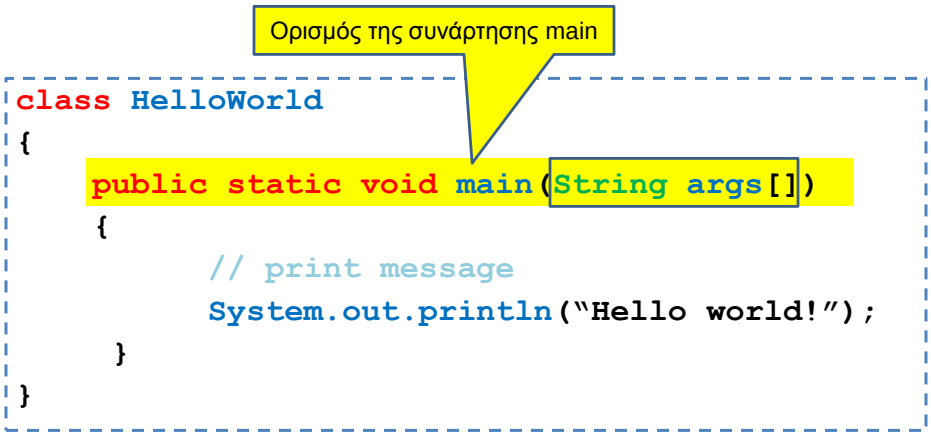
public, static: θα τα εξηγήσουμε αργότερα



Το τι επιστρέφει η μέθοδος
void: Η μέθοδος δεν επιστρέφει τίποτα.

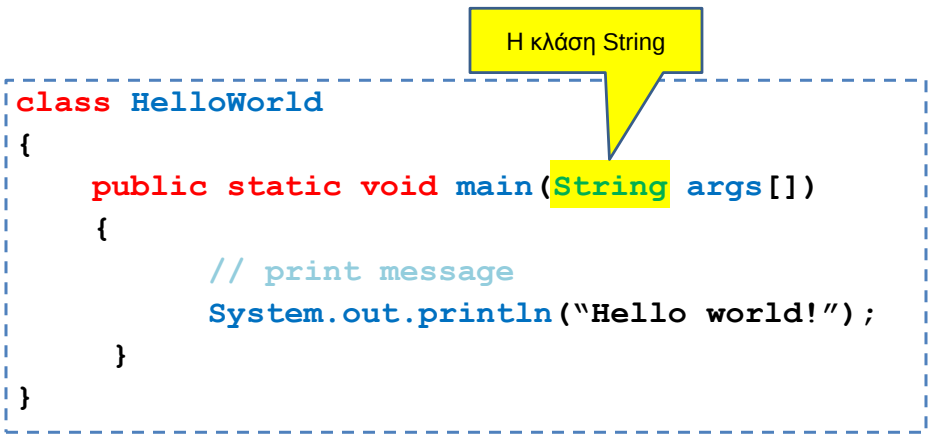


Το όνομα της μεθόδου
- main: ειδική περίπτωση που σηματοδοτεί το σημείο εκκίνησης του προγράμματος.



Ορίσματα της μεθόδου

- Ένας πίνακας από Strings που αντιστοιχούν στις παραμέτρους με τις οποίες τρέχουμε το πρόγραμμα.



- String: κλάση που χειρίζεται τα αλφαριθμητικά.
- Στη Java χρειάζεται να ορίσουμε τον τύπο της κάθε μεταβλητής
- Strongly typed language

Σχόλια!

```
/**
 * A class that prints a message "hello world"
 **/
class HelloWorld
{
    public static void main(String args[])
    {
            // print message
            System.out.println("Hello world!");
     }
}
```

```
class HelloWorld
{
    public static void main(String args[])
    {
            // print message
            System.out.println("Hello world!");
     }
}
```

Κάθε εντολή στη Java πρέπει να τερματίζει με το ;

```
class HelloWorld
{
    public static void main(String args[])
    {
        // print message
        System.out.println("Hello world!");
    }
}
```

Αντικείμενο `System.out`
Ορίζει το ρεύμα εξόδου

Μέθοδος `println`:
Τυπώνει το String αντικείμενο που δίνεται ως όρισμα και αλλάζει γραμμή

```
class HelloWorld
{
    public static void main(String args[])
    {
        // print message
        System.out.println("Hello world!");
    }
}
```

Το “Hello World” είναι ένα αντικείμενο της κλάσης String

Παράδειγμα 2

- Φτιάξτε ένα πρόγραμμα που τυπώνει το λόγο δύο ακεραίων.

Division.java

```
class Division
{
  public static void main(String args[])
  {
    int enumerator = 32;
    int denominator = 10;
    double division;
    division = enumerator/(double)denominator;
    System.out.println("Result = " + division);
  }
}
```

Division.java

```
class Division
{
  public static void main(String args[])
  {
    int enumerator = 32;
    int denominator = 10;
    double division;
    division = enumerator/(double)denominator;
    System.out.println("Result = " + division);
  }
}
```

- Ορισμός μεταβλητών
- Η Java είναι strongly typed γλώσσα: κάθε μεταβλητή θα πρέπει να έχει ένα τύπο.
- Οι τύποι int και double είναι πρωταρχικοί (βασικοί) τύποι (primitive types)
- Εκτός από τους βασικούς τύπους, όλοι οι άλλοι τύποι είναι κλάσεις

Πρωταρχικοί τύποι

Όνομα τύπου	Τιμή	Μνήμη
boolean	true/false	1 byte
char	Χαρακτήρας (Unicode)	2 bytes
byte	Ακέραιος	1 byte
short	Ακέραιος	2 bytes
int	Ακέραιος	4 bytes
long	Ακέραιος	8 bytes
float	Πραγματικός	4 bytes
double	Πραγματικός	8 bytes

Όταν ορίζουμε μια μεταβλητή δεσμεύεται ο αντίστοιχος χώρος στη μνήμη.
Το όνομα της μεταβλητής αντιστοιχίζεται με αυτό το χώρο στη μνήμη.

Πρωταρχικοί τύποι

Όνομα τύπου	Τιμή	Μνήμη
boolean	true/false	1 byte
char	Χαρακτήρας (Unicode)	2 bytes
byte	Ακέραιος	1 byte
short	Ακέραιος	2 bytes
int	Ακέραιος	4 bytes
long	Ακέραιος	8 bytes
float	Πραγματικός	4 bytes
double	Πραγματικός	8 bytes

Όταν ορίζουμε μια μεταβλητή δεσμεύεται ο αντίστοιχος χώρος στη μνήμη.
Το όνομα της μεταβλητής αντιστοιχίζεται με αυτό το χώρο στη μνήμη.

Division.java

```
class Division
{
  public static void main(String args[])
  {
    int enumerator = 32;
    int denominator = 10;
    double division;
    division = enumerator/(double)denominator;
    System.out.println("Result = " + division);
  }
}
```

Ανάθεση: αποτίμηση της τιμής της έκφρασης στο δεξιό μέλος του "=" και μετά ανάθεση της τιμής στην μεταβλητή στο αριστερό μέλος

Division.java

```
class Division
{
  public static void main(String args[])
  {
    int enumerator = 32;
    int denominator = 10;
    double division;
    division = enumerator/(double)denominator;
    System.out.println("Result = " + division);
  }
}
```

Μετατροπή τύπου (type casting): `(double)denominator` μετατρέπει την τιμή της μεταβλητής `denominator` σε `double`.
Αν δεν γίνει η μετατροπή, η διαίρεση μεταξύ ακεραίων μας δίνει πάντα ακέραιο.

Αναθέσεις

- Στην ανάθεση κατά κανόνα, η τιμή του δεξιού μέρους θα πρέπει να είναι ίδιου τύπου με την μεταβλητή του αριστερού μέρους.
- Υπάρχουν εξαιρέσεις όταν υπάρχει συμβατότητα μεταξύ τύπων

- byte → short → int → long → float → double
  - Μια τιμή τύπου T μπορούμε να την αναθέσουμε σε μια μεταβλητή τύπου που εμφανίζεται δεξιά του T.

- (Σε αντίθεση με την C) ο τύπος boolean δεν είναι συμβατός με τους ακέραιους.

Division.java

```
class Division
{
  public static void main(String args[])
  {
    int enumerator = 32;
    int denominator = 10;
    double division;
    division = enumerator/(double)denominator;
    System.out.println("Result = " + division);
  }
}
```

Ο τελεστής "+" μεταξύ αντικείμενων της κλάσης String συνενώνει (concatenates) τα δύο String.
Μεταξύ ενός String και ενός βασικού τύπου, ο βασικός τύπος μετατρέπεται σε String και γίνεται η συνένωση

Strings

- Η κλάση String είναι προκαθορισμένη κλάση της Java που μας επιτρέπει να χειριζόμαστε αλφαριθμητικά.
- Ο τελεστής "+" μας επιτρέπει την συνένωση
- Υπάρχουν πολλές χρήσιμες μέθοδοι της κλάσης String.
  - length(): μήκος του String
  - equals(String x): ελέγχει για ισότητα του αντικειμένου που κάλεσε την μέθοδο και του ορίσματος x.
  - trim(): αφαιρεί κενά στην αρχή και το τέλος του string.
  - split(char delim): σπάει το string σε πίνακα από strings με βάσει το χαρακτήρα delim.
  - Μέθοδοι για να βρεθεί ένα υπο-string μέσα σε ένα string.
  - Κλπ.

Escape sequences

- Για να τυπώσουμε κάποιους ειδικούς χαρακτήρες (π.χ., τον χαρακτήρα “) χρησιμοποιούμε τον χαρακτήρα \ και μετά τον χαρακτήρα που θέλουμε να τυπώσουμε
  - Π.χ., ακολουθία \”
- Αυτό ισχύει γενικά για ειδικούς χαρακτήρες.

\b	Backspace
\t	Tab
\n	New line
\f	Form feed
\r	Return (ENTER)
\”	Double quote
\’	Single quote
\\	Backslash
\ddd	Octal code
\uxxxx	Hex-decimal code

Ρεύματα εισόδου/εξόδου

- Τι είναι ένα ρεύμα? Μια αφαίρεση που αναπαριστά μια πηγή (για την είσοδο), ή ένα προορισμό (για την έξοδο) χαρακτήρων
  - Αυτό μπορεί να είναι ένα αρχείο, το πληκτρολόγιο, η οθόνη.
  - Όταν δημιουργούμε το ρεύμα το συνδέουμε με την ανάλογη πηγή, ή προορισμό.

Είσοδος & Έξοδος

- Τα βασικά ρεύματα εισόδου/εξόδου είναι έτοιμα αντικείμενα τα οποία ορίζονται σαν πεδία (στατικά) της κλάσης System
  - System.out
  - System.in
  - System.err
- Μέσω αυτών και άλλων βοηθητικών αντικειμένων γίνεται η είσοδος και έξοδος δεδομένων ενός προγράμματος.
- Μια εντολή εισόδου/εξόδου έχει αποτέλεσμα το λειτουργικό να πάρει ή να στείλει χαρακτήρες από/προς την αντίστοιχη πηγή/προορισμό.

Έξοδος

- Μπορούμε να καλέσουμε τις μεθόδους του System.out:
  - println(String s): για να τυπώσουμε ένα αλφαριθμητικό s και τον χαρακτήρα '\n' (αλλαγή γραμμής)
  - print(String s): τυπώνει το s αλλά δεν αλλάζει γραμμή
  - printf: Formatted output
    - printf("%d",myInt); // τυπώνει ένα ακέραιο
    - printf("%f",myDouble); // τυπώνει ένα πραγματικό
    - printf("%.2f",myDouble); // τυπώνει ένα πραγματικό με δύο δεκαδικά

Είσοδος

- Χρησιμοποιούμε την κλάση Scanner της Java
  - import java.util.Scanner;
- Αρχικοποιείται με το ρεύμα εισόδου:
  - Scanner in = new Scanner(System.in);
- Μπορούμε να καλέσουμε μεθόδους της Scanner για να διαβάσουμε κάτι από την είσοδο
  - nextLine(): διαβάζει μέχρι να βρει τον χαρακτήρα '\n'
  - next(): διαβάζει το επόμενο String
  - nextInt(): διαβάζει τον επόμενο int
  - nextDouble(): διαβάζει τον επόμενο double.

Παράδειγμα

```
import java.util.Scanner;

class TestIO
{
	public static void main(String args[])
	{
		System.out.println("Say Something:");
		Scanner input = new Scanner(System.in);
		String line = input.nextLine();
		System.out.println(line);
	}
}
```

new: δημιουργεί ένα αντικείμενο τύπου **Scanner** (μία μεταβλητή) με το οποίο μπορούμε πλέον να διαβάζουμε από την είσοδο

Παράδειγμα

```
import java.util.Scanner;

class TestIO2
{
   public static void main(String args[])
   {
        Scanner input = new Scanner(System.in);
        double d= input.nextDouble();
        System.out.println("division by 4 = " + d/4);
        System.out.println("1+ (division by 4) = " +1+d/4);
        System.out.printf("1+ (division of %.2f by 4) = %.2f",d, 1+d/4);
   }
}
```

Το + λειτουργεί ως concatenation τελεστής μεταξύ Strings, άρα μετατρέπει τους αριθμούς σε Strings

Τι θα τυπώσει αυτό το πρόγραμμα?

Λογικοί τελεστές

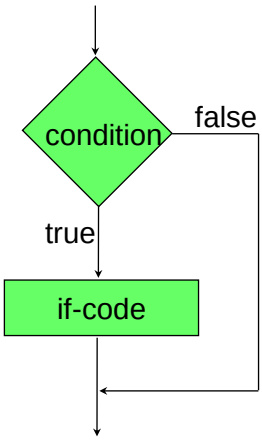
- Λογικοί τελεστές για λογικές εκφράσεις
  - Άρνηση: `!B`
  - ΚΑΙ: `(A && B)`
  - Ή: `(A || B)`
- Έλεγχος για βασικούς τύπους A,B:
  - Ισότητας: `(A == B)`
  - Ανισότητας: `(A != B)` ή `(!(A == B))`
  - Μεγαλύτερο/Μικρότερο ή ίσο: `(A <= B)`, `(A >= B)`
- Έλεγχος για μεταβλητές οποιουδήποτε άλλου τύπου γίνεται με την μέθοδο equals:
  - Ισότητας: `(A.equals(B))`
  - Ανισότητας: `(!A.equals(B))`

Βρόγχοι – Το if-then Statement

- Στην Java το if-then statement έχει το εξής συντακτικό

```
if (condition)
{
    …if-code block…
}
```

  - Αν η συνθήκη είναι αληθής τότε εκτελείται το block κώδικα if-code
  - Αν η συνθήκη είναι ψευδής τότε το κομμάτι αυτό προσπερνιέται και συνεχίζεται η εκτέλεση.

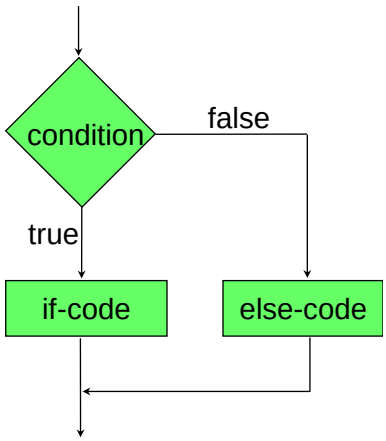


Βρόγχοι – Το if-then-else Statement

- Στην Java το if-then-else statement έχει το εξής συντακτικό

```
if (condition){
    …if-code block…
}else{
    …else-code block…
}
```

  - Αν η συνθήκη είναι αληθής τότε εκτελείται το block κώδικα if-code
  - Αν η συνθήκη είναι ψευδής τότε εκτελείται το block κώδικα else-code.
- Ο κώδικας του if-code block ή του else-code block μπορεί να περιέχουν ένα άλλο (φωλιασμένο (nested)) if statement
- Προσοχή: ένα `else` clause ταιριάζεται με το τελευταίο ελεύθερο `if` ακόμη κι αν η στοίχιση του κώδικα υπονοεί διαφορετικά.



Προσοχή!

ΛΑΘΟΣ!

```
if( i == j )
    if ( j == k )
        System.out.print(
                "i equals k");
else
    System.out.print(
        "i is not equal to j");
```

ΣΩΣΤΟ!

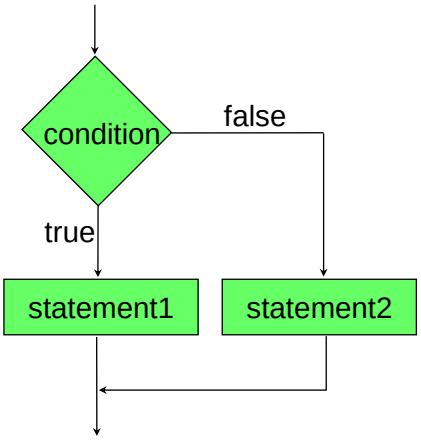
```
if( i == j ){
    if ( j == k ){
        System.out.print(
                "i equals k");
    }
}
else {
    System.out.print(
        "i is not equal to j");
}
```

Το else μοιάζει σαν να πηγαίνει με το μπλε else αλλά ταιριάζεται με το τελευταίο (πράσινο) if

Πάντα να βάζετε { } στο σώμα των if-then-else statements.

To if-else statement

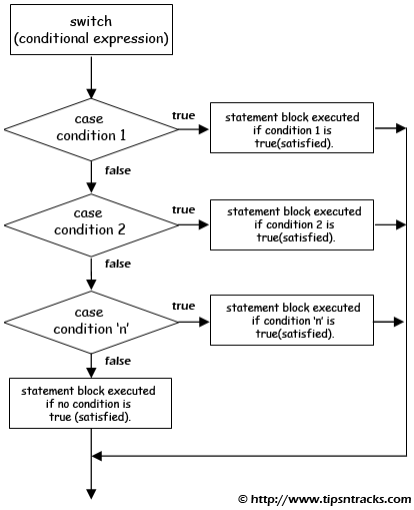
- Το if-else statement δουλεύει καλά όταν στο condition θέλουμε να περιγράψουμε μια επιλογή με δύο πιθανά ενδεχόμενα.
- Τι γίνεται αν η συνθήκη μας έχει πολλά ενδεχόμενα?



Switch statement

Συντακτικό:

```
switch (<condition expression>){
  case <condition 1>:
    code statements 1
    break;
  case <condition 2>:
    code statements 2
    break;
 case <condition 3>:
    code statements 3
    break;
  default:
    default statements
    break;
}
```



Παράδειγμα

- Ένα πρόγραμμα που να εύχεται καλημέρα σε τρεις διαφορετικές γλώσσες ανάλογα με την επιλογή του χρήστη.

```
import java.util.Scanner;

class SwitchTest{
  public static void main(String args[])
  {
    Scanner input = new Scanner(System.in);
    String option = input.next();

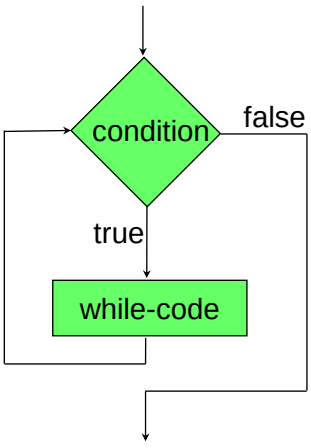
    switch(option){
      case "GR":
      case "gr":
        System.out.println("kalimera");
        break;
      case "EN":
      case "en":
        System.out.println("good morning");
        break;
      case "FR":
      case "fr":
        System.out.println("bonjour");
        break;
      default:
        System.out.println("I do not speak this language. " +
                           "Greek, English, French only");
    }
  }
}
```

Επαναλήψεις - While statement

- Στην Java το while statement έχει το εξής συντακτικό

```
while(condition)
{
     …while-code block…
}
```

- Αν η συνθήκη είναι αληθής τότε εκτελείται το block κώδικα while-code
- Ο while-code block κώδικας υλοποιεί τις επαναλήψεις και αλλάζει την συνθήκη.
- Στο τέλος του while-code block η συνθήκη αξιολογείται εκ νέου
- Ο κώδικας επαναλαμβάνεται μέχρι η συνθήκη να γίνει ψευδής.



Παράδειγμα

```
Scanner inputReader = new Scanner(System.in);
String input = inputReader.next();

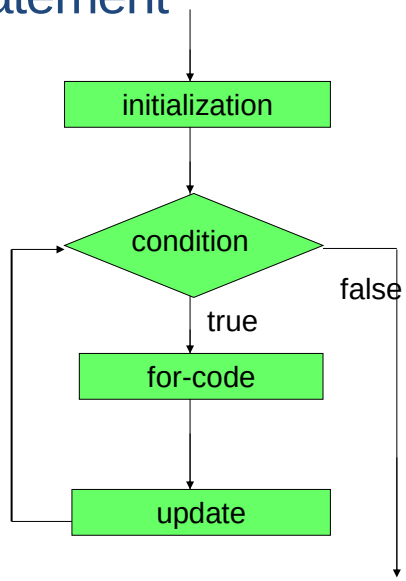
while(input.equals("Yes"))
{
    System.out.println("Do you want to continue?");
    input = inputReader.next();
}
```

Επαναλήψεις – for statement

- Στην Java το for statement έχει το εξής συντακτικό

```
for(intialization;
    condition;
    update)
{
    …for-code block…
}
```

- Το όρισμα του for έχει 3 κομμάτια χωρισμένα με ;
  - Την αρχικοποίηση (initialization section): εκτελείται πάντα μία μόνο φορά
  - Τη λογική συνθήκη (condition): εκτιμάται πριν από κάθε επανάληψη.
  - Την ενημέρωση (update expression): υπολογίζεται μετά το κυρίως σώμα της επανάληψης.
  - Ο κώδικας επαναλαμβάνεται μέχρι η συνθήκη να γίνει ψευδής.



Παράδειγμα

```
for(int i = 0; i < 10; i = i+1)
{
    System.out.println("i = " + i);
}
```

Ορισμός της μεταβλητής `i`

Ανάθεση: υπολογίζεται η τιμή του `i+1` και ανατίθεται στη μεταβλητή `i`.

- Ισοδύναμο με while

```
int i = 0;
while(i < 10)
{
    System.out.println("i = " + i);
    i = i+1;
}
```

Παράδειγμα

```
for(int i = 0; i < 10; i ++)
{
    System.out.println("i = " + i);
    i = i+1;
}
```

`i++` ισοδύναμο με το `i = i+1`

- Ισοδύναμο με while

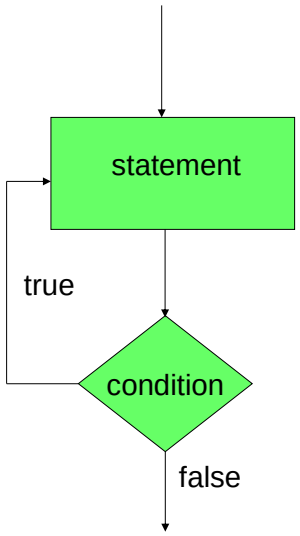
```
int i = 0;
while(i < 10)
{
    System.out.println("i = " + i);
    i ++;
}
```

To Do-While statement

- Ένα **do while** statement έχει το εξής συντακτικό:

```
Initialize
do
{
     …while-code block…

}while(condition)
```



- Το while code εκτελείται τουλάχιστον μία φορά; Μετά αν η συνθήκη είναι αληθής ο κώδικας εκτελείται ξανά.
- Το while code εκτελούν το βρόγχο και αλλάζουν την συνθήκη.

```
import java.util.Scanner;

class FlowTest
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Scanner reader = new Scanner(System.in);
        int inputInt = reader.nextInt();
        while (inputInt != 0)
        {
            if (inputInt < 0 ){
                for (int i = inputInt; i < 0; i ++)
                {
                    System.out.println("Counter = " + i);
                }
            } else if (inputInt > 0){
                for (int i = inputInt; i > 0; i --)
                {
                    System.out.println("Counter = " + i);
                }
            }
            inputInt = reader.nextInt();
        }
    }
}
```

```
import java.util.Scanner;

class FlowTest2
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Scanner reader = new Scanner(System.in);
        int inputInt;
        do
        {
            inputInt = reader.nextInt();
            if (inputInt < 0 ){
                for (int i = inputInt; i < 0; i ++)
                {
                    System.out.println("Counter = " + i);
                }
            } else if (inputInt > 0){
                for (int i = inputInt; i > 0; i --)
                {
                    System.out.println("Counter = " + i);
                }
            }
        }while (inputInt != 0)
    }
}
```

Οι εντολές break και continue

- continue: Επιστρέφει τη ροή του προγράμματος στον έλεγχο της συνθήκης σε ένα βρόγχο.
  - Βολικό για τον έλεγχο συνθηκών πριν ξεκινήσει η εκτέλεση του βρόγχου
  - Π.χ., πώς θα τυπώναμε μόνο τους άρτιους αριθμούς?
- break: Μας βγάζει έξω από την εκτέλεση του βρόχου από οποιοδήποτε σημείο μέσα στον κώδικα.
  - Κάποιοι θεωρούν ότι χαλάει το μοντέλο του δομημένου προγραμματισμού.
  - Βολικό για να σταματάμε το βρόγχο όταν κάτι δεν πάει καλά.

Παράδειγμα

```
while (…)
{
  if (everything is ok){

    < rest of code>

  }// end of if
} // end of while loop
```

```
while (… && !StopFlag)
{
  < some code >

  if (I should stop){
    StopFlag = true;
  }else{
    < some more code>
  }
} // end of while loop
```

```
while (…)
{
  if (I don't like something){
      continue;
  }

  < rest of code>

} // end of while loop
```

```
while (…)
{
  < some code>

  if (I should stop){
      break;
  }

  < some code>
} // end of while loop
```

```
import java.util.Scanner;

class FlowTestContinue
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Scanner reader = new Scanner(System.in);
        int inputInt = reader.nextInt();
        while (inputInt != 0)
        {
            if (inputInt%2 == 0){
                inputInt = reader.nextInt();
                continue;
            }
            if (inputInt < 0 ){
                for (int i = inputInt; i < 0; i ++)
                {
                    System.out.println("Counter = " + i);
                }
            } else if (inputInt > 0){
                for (int i = inputInt; i > 0; i --)
                {
                    System.out.println("Counter = " + i);
                }
            }
            inputInt = reader.nextInt();
        }
    }
}
```

Τυπώνει μόνο τους περιττούς αριθμούς

```
import java.util.Scanner;

class FlowTest2
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Scanner reader = new Scanner(System.in);
         do
         {
             int inputInt = reader.nextInt();
             if (inputInt == 0){
                  break;
             }
             if (inputInt < 0 ){
                 for (int i = inputInt; i < 0; i ++)
                 {
                     System.out.println("Counter = " + i);
                  }
             } else if (inputInt > 0){
                 for (int i = inputInt; i > 0; i --)
                 {
                      System.out.println("Counter = " + i);
                  }
             }
         }while (true)
    }
}
```

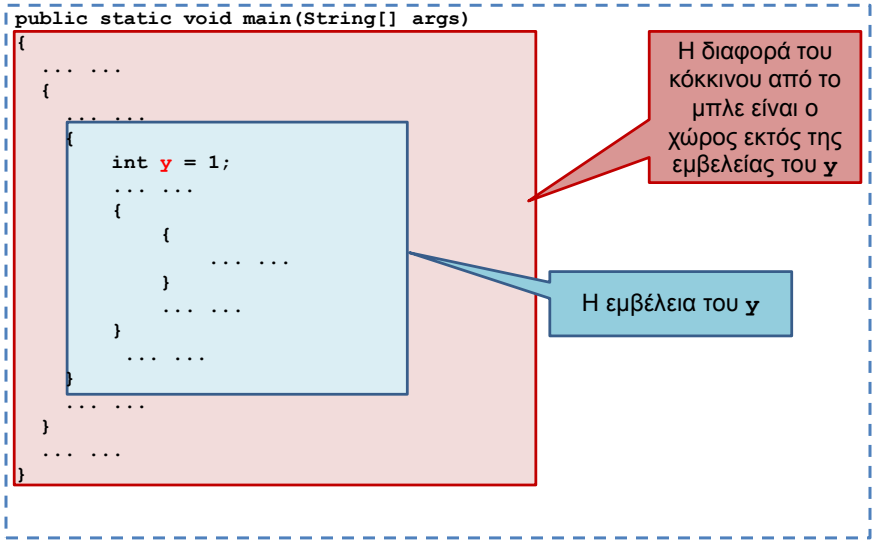
Scope μεταβλητών

- Προσέξτε ότι η μεταβλητή **`int i`** πρέπει να οριστεί σε κάθε for, ενώ η **`inputInt`** πρεπει να οριστεί έξω από το while-loop αλλιώς ο compiler διαμαρτύρεται.
  - Προσπαθούμε να χρησιμοποιήσουμε μια μεταβλητή εκτός της εμβέλειας της
- Η κάθε μεταβλητή που ορίζουμε έχει εμβέλεια (scope) μέσα στο block το οποίο ορίζεται.
  - Τοπική μεταβλητή μέσα στο block.
- Μόλις βγούμε από το block η μεταβλητή χάνεται
  - Ο compiler δημιουργεί στο stack ένα χώρο για το block το οποίο μετά εξαφανίζεται όταν το block τελειώσει.
- Ένα block μπορεί να περιλαμβάνει κι άλλα φωλιασμένα blocks
  - Η μεταβλητή έχει εμβέλεια και μέσα στα φωλιασμένα blocks
  - Δεν μπορούμε να ορίσουμε μια άλλη μεταβλητή με το ίδιο όνομα σε ένα φωλιασμένο block

Παράδειγμα με το scope μεταβλητών

```
public static void main(String[] args)
{
        int y = 1;
        int x = 2;
        for (int i = 0; i < 3; i ++)
        {
           y = i;
           int x = i+1;
           int z = x+y;
           System.out.println("i = " + i);
           System.out.println("y = " + y);
           System.out.println("z = " + z);
        }
        System.out.println("i = " + i);
        System.out.println("z = " + z);
        System.out.println("y = " + y);
        System.out.println("x = " + x);
}
```

Ο κώδικας έχει λάθη σε τρία σημεία



Strings

- Η κλάση String είναι προκαθορισμένη κλάση της Java που μας επιτρέπει να χειριζόμαστε αλφαριθμητικά.
- Ο τελεστής "+" μας επιτρέπει την συνένωση
- Υπάρχουν πολλές χρήσιμες μέθοδοι της κλάσης String.
  - length(): μήκος του String
  - equals(String x): τσεκάρει για ισότητα
  - trim(): αφαιρεί κενά στην αρχή και το τέλος του string.
  - split(char delim): σπάει το string σε πίνακα από strings με βάσει το χαρακτήρα delim.
  - Μέθοδοι για να βρεθεί ένα υπο-string μέσα σε ένα string.
  - Κλπ.

Παράδειγμα με Strings

```
public class StringProcessingDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        String sentence = "I hate text processing!";
        int position = sentence.indexOf("hate");
        String ending =
                sentence.substring(position + "hate".length( ));

        System.out.println("012345678901234567890123");
        System.out.println(sentence);
        System.out.println("The word \"hate\" starts at index "
                                                + position);

        sentence = sentence.substring(0, position) + "love"
                                                + ending;
        System.out.println("The changed string is:");
        System.out.println(sentence);
    }
}
```

Τα Strings είναι αμετάβλητα (immutable) αντικείμενα
Όταν κάνουμε ανάθεση δημιουργούνται και αντιγράφονται από την αρχή

ΚΛΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΕΣ

ΚΛΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ

Κλάση

- Μια κλάση είναι μία αφηρημένη περιγραφή αντικειμένων με κοινά χαρακτηριστικά και κοινή συμπεριφορά.
  - Ένα καλούπι/πρότυπο που παράγει αντικείμενα
- Ένα αντικείμενο είναι ένα στιγμιότυπο μίας κλάσης.
- Η κλάση ορίζει τον τύπο του αντικειμένου.
  - Τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου
  - Τις ενέργειες που μπορεί να επιτελέσει.

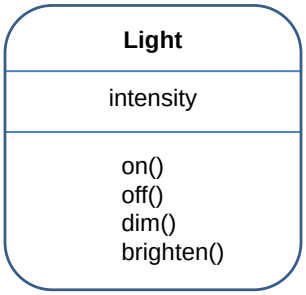
Πρακτικά στον κώδικα

- Μία κλάση K ορίζεται από
  - Κάποιες μεταβλητές τις οποίες ονομάζουμε πεδία
  - Κάποιες συναρτήσεις που τις ονομάζουμε μεθόδους.
    - Οι μέθοδοι «βλέπουν» τα πεδία της κλάσης

μέλη της κλάσης

- Ένα αντικείμενο ορίζεται ως μια μεταβλητή τύπου K
  - Το αντικείμενο έχει συγκεκριμένες τιμές στα πεδία.
  - Στο πρόγραμμα έχουμε (συνήθως) πρόσβαση μόνο τις μεθόδους.
    - Μέσω των μεθόδων έχουμε πρόσβαση στα πεδία
  - Αν υπάρχουν κάποια πεδία στα οποία έχουμε πρόσβαση αυτά τα λέμε properties.

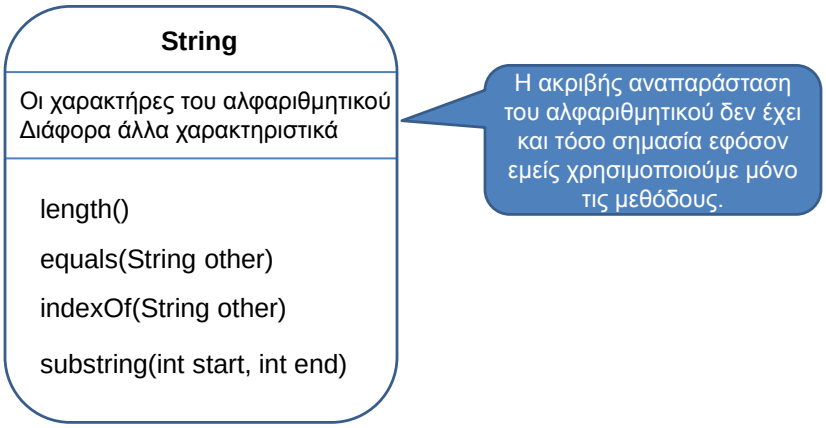
Γενική μορφή της κλάσης



ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΚΛΑΣΕΙΣ

Strings

- Έχουμε ήδη χρησιμοποιήσει κλάσεις και αντικείμενα όταν χρησιμοποιούμε Strings



String αντικείμενα

- Ένα String αντικείμενο είναι μια μεταβλητή τύπου String.
  - Τρεις διαφορετικοί τρόποι να δώσουμε τιμή σε ένα String object

```
import java.util.Scanner;

class StringExample{
  public static void main(String[] args){
    Scanner input = new Scanner(System.in);

    String x = input.next();
    String z = new String("java");
    String y = "java";
  }
}
```

String μέθοδοι

- Έχοντας τα String αντικείμενα μπορούμε να καλέσουμε τις μεθόδους τους

```
import java.util.Scanner;

class StringExample{
  public static void main(String[] args){
    Scanner input = new Scanner(System.in);

    String x = input.next();
    String z = new String("java");
    String y = "java";

    int offset = y.indexOf("va");
    int end = y.length();
    String z = y.substring(offest,end);
  }
}
```

Τα Strings είναι αμετάβλητα (immutable) αντικείμενα
Η τελευταία ανάθεση δημιουργεί ένα καινούριο αντικείμενο

Ισότητα String

Τι θα εκτυπωθεί?
(μια λογική συνθήκη τυπώνει true/false ανάλογα αν είναι αληθής/ψευδής)

```
import java.util.Scanner;

class StringExample{
  public static void main(String[] args){
    Scanner input = new Scanner(System.in);

    String x = input.next();
    String z = new String("java");
    String y = "java";

    System.out.println("1. "+ (x == "java"));
    System.out.println("2. "+ (y == "java"));
    System.out.println("3. "+ (z == "java"));
    System.out.println("4. "+ x.equals("java"));
    System.out.println("5. "+ y.equals("java"));
    System.out.println("6. "+ z.equals("java"));
  }
}
```

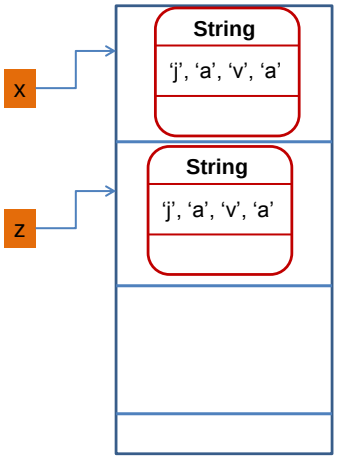
1. false
2. true
3. false
4. true
5. true
6. true

Για την σύγκριση Strings **ΠΑΝΤΑ** χρησιμοποιούμε την μέθοδο equals.

String Interning

```
String x = input.next();
String z = new String("java");
```

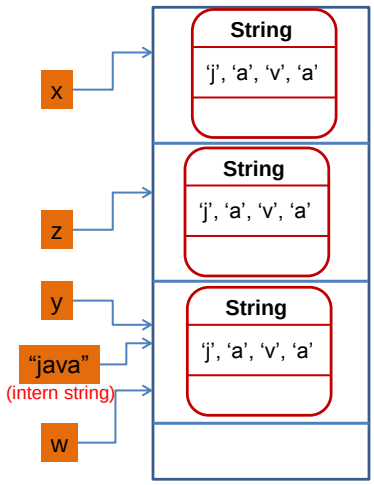
- Γιατί συμβαίνει αυτό?
- Όταν δημιουργούμε ένα String αντικείμενο δεσμεύουμε χώρο στη μνήμη για το αντικείμενο
- Η μεταβλητή που ορίζουμε «δείχνει» σε αυτό το χώρο μνήμης



String Interning

```
String x = input.next();
String z = new String("java");
String y = "java";
String w = "java";
```

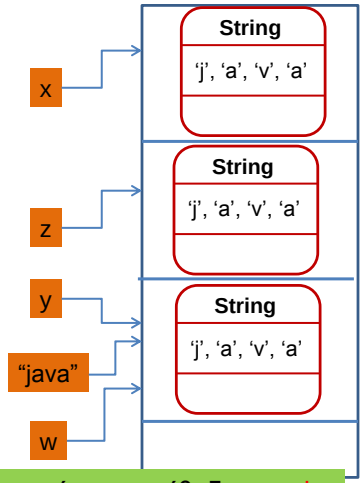
- Το JVM για κάθε string value που εμφανίζεται δημιουργείται ένα αντικείμενο, το οποίο ονομάζεται intern string, και το οποίο κρατάει αυτή την τιμή.
- Άρα δημιουργείται ένα αντικείμενο για την τιμή `"java"`
- Η εντολή `String y = "java";` κάνει το `y` να δείχνει στη θέση που είναι αποθηκευμένη η τιμή `"java"`



String Interning

```
String x = input.next();
String z = new String("java");
String y = "java";
String w = "java";
System.out.println((y == "java");
```

- Ο τελεστής == μεταξύ δύο αντικειμένων εξετάζει αν πρόκειται για την ίδια θέση μνήμης.
- Γι αυτό (`y == "java"`) επιστρέφει true.
- Όλα αυτά θα είναι πιο ξεκάθαρα όταν θα μιλήσουμε για αναφορές.



Για την σύγκριση Strings **ΠΑΝΤΑ** χρησιμοποιούμε την μέθοδο equals.

String σταθερές

- Οι String τιμές είναι κι αυτές αντικείμενα και μπορούμε να καλέσουμε τις μεθόδους τους

```
import java.util.Scanner;

class StringExample{
  public static void main(String[] args){
    Scanner input = new Scanner(System.in);

    String x = input.next();
    String z = new String("java");
    String y = "java";

    int offset = "java".indexOf("va");
    int end = "java".length();
    String z = "java".substring(offest,end);
  }
}
```

Wrapper classes

- Για κάθε βασικό τύπο η Java έχει και μία wrapper class:
  - Integer class
  - Double class
  - Boolean class
- Οι κλάσεις αυτές έχουν κάποιες μεθόδους και πεδία που μπορεί να μας είναι χρήσιμα
  - Κατά κύριο λόγο μετατροπή από και προς string
  - Τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή κάθε τύπου

Παράδειγμα

```
class WrapperTest{
  public static void main(String argsp[])
  {
    int i = Integer.valueOf("2");
    double d = Double.parseDouble("2.5");
    System.out.println(i*d);
    Integer x = 5;
    Double y = 2.5;
    String s = x.toString() + y.toString();
    System.out.println(s);
    System.out.println(Integer.MAX_VALUE);
  }
}
```

Πίνακες

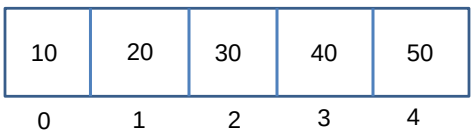
- Πολλές φορές έχουμε πολλές μεταβλητές του ίδιου τύπου που συσχετίζονται και θέλουμε να τις βάλουμε μαζί.
  - Τα ονόματα των φοιτητών σε μία τάξη
  - Οι βαθμοί ενός φοιτητή για όλα τα εργαστήρια.

- Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε τους πίνακες.
- Ορισμός πίνακα:
  - int [] myArray1 = {10,20}; // αρχικοποιημένος πίνακας
  - int myArray2[] = new int[2];
  - Δημιουργούν δύο πίνακες 2 θέσεων (length 2) που κρατάνε ακέραιους
- Οι πίνακες ορίζονται με ένα μέγεθος (length) και αυτό δεν αλλάζει

- Στη Java ένας πίνακας είναι ένα αντικείμενο και έχει properties
  - `System.out.println(myArray2.length);`
  - Τυπώνει το μέγεθος του πίνακα.

Πρόσβαση των στοιχείων του πίνακα

- Προσοχή! Τα στοιχεία του πίνακα αριθμούνται από το **0…length-1** (ΟΧΙ **1…length**)
  - `int myArray[] = {10,20,30,40,50};`



- Για να προσπελαύνουμε το δεύτερο στοιχείο του πίνακα
  - `myArray[1] += 5;`
  - `System.out.prinln(myArray[1]);`

Πίνακες

```
public class TestArrays1 {
   public static void main(String [] args){

      int arr0[];  // int[] arr0;

      int arr1 [] = {1, 2, 3, 4};
      for (int i = 0; i < arr1.length; i ++){
           System.out.println(arr1[i]);
      }

      int arr2[] = new int [10];
      for (int i = 0; i < arr2.length; i ++){
           arr2[i] = i+1;
      }
      arr0 = arr2;

   }
}
```

Διατρέχοντας ένα πίνακα

- Στην Java έχουμε δύο τρόπους να διατρέχουμε ένα πίνακα

Διατρέχουμε τα στοιχεία

```
for (<array type> element: array)
{
   … do something with element…
}
```

```
int array[] = {1,3,5,7};
for (int element: array)
{
  System.out.println(element)
}
```

Διατρέχουμε τις θέσεις του πίνακα

```
for (int i = 0; i < array.length; i ++)
{
   … do something with array[i]…
}
```

```
int array[] = {1,3,5,7};
for (int i = 0; i < array.length; i ++)
{
  System.out.println(array[i])
}
```

Παράδειγμα

- Τυπώστε όλα τα στοιχεία του πίνακα και όλα τα ζεύγη από στοιχεία στον πίνακα

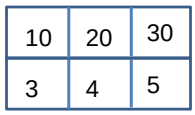
```
class ScanArray
{
   public static void main(String [] args)
   {
       double [] array = {5.3, 3.4, 2.3, 1.2, 0.1};

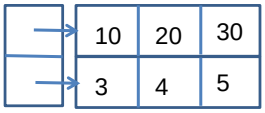
       // Print all elements
       for (double element: array){
           System.out.println(element);
       }

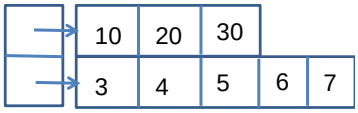
       // Print all pairs of elements
       for (int i = 0; i < array.length; i ++){
           for (int j = i+1; j < array.length; j ++){
                System.out.println(array[i] + " " + array[j]);
           }
       }
   }
}
```

Πολυδιάστατοι πίνακες

- Μπορούμε να ορίσουμε και πολυδιάστατους πίνακες
  - `int myArray1[][] = {{10,20,30},{3,4,5}};`
  - `int myArray2[][] = new int[2][3];`
- Ένας δισδιάστατος πίνακας είναι ένας πίνακας από πίνακες.
  - `int myArray3[][] = new int[2][]`
  - `myArray3[0] = new int[3]`
  - `myArray3[1] = new int[3]`
- Ο πίνακας μπορεί να είναι ασύμμετρος
  - `myArray3[1] = new int[5]`
- Τι παίρνω για τα παρακάτω?
  - `System.out.println(myArray3.length);`
  - `System.out.println(myArray3[1].length);`







Πίνακες

```
public class TestArrays2 {
      public static void main(String [] args){
            int arr3[][] = {{1, 2, 3}, {3, 4, 5}};
            int arr4[][] = new int [10][20];
            arr4 = arr3;
            System.out.println(arr3.length + " "
                                    + arr3[0].length);
            int arr5[][] = new int[2][];
            arr5[0] = new int[3];
            arr5[1] = new int[5];
      }
}
```

Τυπώνει “2 3”

Ασύμμετρος πίνακας

Πίνακες

- Πολλές μεταβλητές του ίδιου τύπου μαζί.
  - `int [] myArray1  = {10,20};`
  - `int myArray2[] = new int[2];`
  - Δημιουργούν δύο πίνακες 2 θέσεων (length = 2) που κρατάνε ακέραιους
  - Οι πίνακες ορίζονται με ένα μέγεθος (length) και αυτό δεν αλλάζει

Παράδειγμα με strings και πίνακες

- Φτιάξτε ένα πρόγραμμα που να διαβάζει μία γραμμή από κείμενο και να ψάχνει μία λέξη που δίνουμε σαν όρισμα μέσα σε αυτή τη γραμμή.

➢ `java LookFor hello`

- Περιμένει να διαβάσει μια γραμμή από κείμενο και ψάχνει τη λέξη hello μέσα στο κείμενο.

```
import java.util.Scanner;

class LookFor
{
    public static void main(String args[])
    {
       String name = "default";
       if (args.length == 1)
       {
              name = args[0];
       }
       Scanner input = new Scanner(System.in);
       String line = input.nextLine();
       String [] words = line.split(" ");
       for (int i =0; i < words.length; i ++)
       {
           if (name.equals(words[i])){
              System.out.println(name + " found it at " + i);
           }
       }
    }
}
```

Τα command-line ορίσματα του προγράμματος αποθηκεύονται στον πίνακα από Strings που είναι όρισμα στην main()

Η μέθοδος split της κλάσης String με όρισμα ένα delimiter string σπάει το String με βάση το delimiter και επιστρέφει ένα πίνακα από Strings

Στην περίπτωση αυτή σπάμε το line με βάση το κενό και παίρνουμε τις λέξεις.

Μαθήματα από το πρώτο εργαστήριο

- Δημιουργία αντικειμένου Scanner
  - `Scanner input = new Scanner(System.in);`
  - Το αντικείμενο `input` είναι η σύνδεση του προγράμματος μας με το πληκτρολόγιο.
    - Έχουμε ένα πληκτρολόγιο θα δημιουργήσουμε ένα αντικείμενο Scanner το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε για να διαβάσουμε οτιδήποτε πληκτρολογηθεί.
    - Δεν έχει νόημα να κάνουμε ένα αντικείμενο για κάθε μεταβλητή που διαβάζουμε.
  - Μέθοδοι της Scanner:
    - `next()`: επιστρέφει το επόμενο String από την είσοδο (όλοι οι χαρακτήρες από το σημείο που σταμάτησε την προηγούμενη φορά μέχρι να βρει white space: κενο, tab, αλλαγή γραμμής)
    - `nextInt()`: διαβάζει το επόμενο String και το μετατρέπει σε int και επιστρέφει ένα int αριθμό.
    - `nextDouble()`: διαβάζει το επόμενο String και το μετατρέπει σε double και επιστρέφει τον double αριθμό.
    - `nextLine()`: Διαβάζει ότι υπάρχει μέχρι να βρει newline και το επιστρέφει ως String.

Μαθήματα από το πρώτο εργαστήριο

- Διάβασμα από την είσοδο:
  - Θέλουμε να διαβάσουμε ένα πραγματικό αριθμό ακολουθούμενο από ένα string.

ΣΩΣΤΟ!

```
Scanner in = new Scanner(System.in);
double d = in.nextDouble();
String s = in.next();
```

ΛΑΘΟΣ!

```
Scanner in = new Scanner(System.in);
double d = in.nextDouble();
String s = in.nextLine();
```

Το nextLine() δεν μας κάνει γιατί διαβάζει ότι ακολουθεί τον αριθμό μέχρι να βρει “\n”
Αν πατήσουμε το enter μετά από τον ακέραιο, στην είσοδο μένει το κενό String και το “\n”
Το nextLine() επιστρέφει λοιπόν το κενό String.

ΚΛΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΩΝΤΑΣ ΔΙΚΕΣ ΜΑΣ ΚΛΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ

Hello World

- Θα κάνουμε το ίδιο ακριβώς πρόγραμμα αλλά αυτή τη φορά θέλουμε «κάποιος» να πει το hello world.
  - Θέλουμε μια οντότητα που να μπορεί να πει κάτι
- Πως θα το κάνουμε?
  - Θα ορίσουμε μια κλάση Person.
  - Τα αντικείμενα αυτής της κλάσης θα μπορούν να μιλήσουν

Hello World Revisited

```
class Person
{
        private String name = "Alice";

        public void sayHello()
        {
                System.out.println(name+": Hello World");
        }
}

class HelloWorldRevisited
{
        public static void main(String[] args)
        {
                Person someone = new Person();
                someone.sayHello();
        }
}
```

Ορισμός κλάσης

Ορισμός (και αρχικοποίηση) πεδίου

Ορισμός μεθόδου

Χρήση πεδίου

Ορισμός αντικειμένου

Κλήση μεθόδου

Κλάσεις και αντικείμενα

- Ορισμός κλάσης:

```
class <Όνομα Κλάσης>
{
        <Ορισμός πεδίων κλάσης>

        <Ορισμός μεθόδων κλάσης>
}
```

- Ορισμός αντικειμένου:

```
<Όνομα Κλάσης> myObject = new <Όνομα Κλάσης>();
```

  - Ο ορισμός του αντικειμένου γίνεται συνήθως μέσα στη main ή μέσα στη μέθοδο μίας άλλης κλάσης που χρησιμοποιεί το αντικείμενο

Τα keywords Public/Private

- Ότι είναι ορισμένο ως public σε μία κλάση είναι προσβάσιμο από μία άλλη κλάση που ορίζει ένα αντικείμενο τύπου Person
  - Π.χ., η μέθοδος sayHello() είναι προσβάσιμη από την κλάση HelloWorldRevisited μέσω του αντικειμένου someone.
- Ότι είναι ορισμένο ως private σε μία κλάση δεν είναι προσβάσιμο από μία άλλη κλάση
  - Π.χ., το πεδίο name δεν είναι προσβάσιμο από την κλάση HelloWorldRevisted μέσω του αντικειμένου someone.
- Μπορούμε να έχουμε public και private πεδία και μεθόδους.
  - Κανόνας: Τα πεδία τα ορίζουμε (σχεδόν) **ΠΑΝΤΑ** private.
  - Οι κλάσεις που χρειάζονται να καλούνται από αντικείμενα είναι public αυτές που είναι βοηθητικές είναι private.
- Τα πεδία και οι μέθοδοι μίας κλάσης, ανεξάρτητα αν είναι public ή private, είναι προσβάσιμα από όλες τις μεθόδους και τα αντικείμενα της ίδιας κλάσης
  - Π.χ., το πεδίο name είναι προσβάσιμο παντού μέσα στην κλάση Person.

Παράδειγμα

- Θέλουμε ένα πρόγραμμα που να προσομοιώνει την κίνηση ενός αυτοκινήτου, το οποίο κινείται και τυπώνει τη θέση του.

MovingCar

```
class Car
{
    private int position = 0;

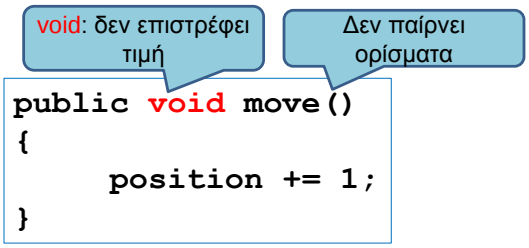
    public void move(){
        position += 1;
    }

    public void printPosition(){
        System.out.println("Car at position "+position);
    }
}

class MovingCar
{
    public static void main(String args[]){
        Car myCar = new Car();
        myCar.move();
        myCar.printPosition();
    }
}
```

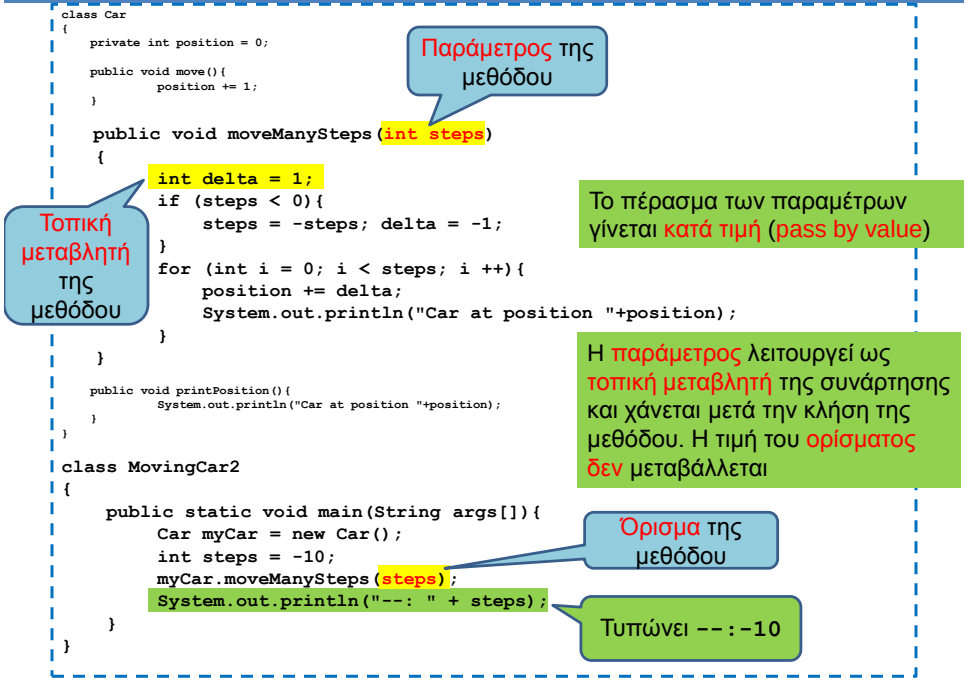
Μέθοδοι

- Οι μέθοδοι που έχουμε δει μέχρι τώρα είναι πολύ απλές
  - Δεν έχουν παραμέτρους (δεν παίρνουν ορίσματα)
  - Δεν επιστρέφουν τιμή



Παράδειγμα 2

- Εκτός από την κίνηση κατά μία θέση θέλουμε να μπορούμε να κινούμε το όχημα όσες θέσεις θέλουμε είτε προς τα δεξιά (+) είτε προς τα αριστερά (-). Θα τυπώνεται η θέση σε κάθε κίνηση.



```
class Car
{
    private int position = 0;

    public void move(){
            position += 1;
    }

    public void moveManySteps(int steps)
    {
            int delta = 1;
            if (steps < 0){
                steps = -steps; delta = -1;
            }
            for (int i = 0; i < steps; i ++){
                position += delta;
                printPosition();
            }
    }

    public void printPosition(){
            System.out.println("Car at position "+position);
      }
}

class MovingCar2
{
    public static void main(String args[]){
            Car myCar = new Car();
            int steps = -10;
            myCar.moveManySteps(steps);
            System.out.println("--: " + steps);
    }
}
```

Μπορούμε να κάνουμε την εκτύπωση καλώντας την printPosition()

Τοπικές μεταβλητές

- Είδαμε πρώτη φορά τις τοπικές μεταβλητές όταν μιλήσαμε για μεταβλητές που ορίζονται μέσα σε ένα λογικό block.
  - Παρόμοια είναι και για τις μεταβλητές μιας μεθόδου.
- Τοπικές μεταβλητές μιας μεθόδου είναι οι μεταβλητές που ορίζονται μέσα στον κώδικα της μεθόδου
  - Περιλαμβάνουν και τις μεταβλητές που κρατάνε τις παραμέτρους της μεθόδου
- Οι μεταβλητές αυτές έχουν εμβέλεια μόνο μέσα στην μέθοδο
  - Εξαφανίζονται όταν βγούμε από τη μέθοδο.
- Αντιθέτως τα πεδία της κλάσης διατηρούνται όσο υπάρχει το αντικείμενο, και έχουν εμβέλεια σε όλη την κλάση

Μέθοδοι που επιστρέφουν τιμές

- Μέχρι τώρα οι μέθοδοι που φτιάξαμε δεν επιστρέφουν τιμή
  - Είναι τύπου void.
- Σε πολλές περιπτώσεις θέλουμε η μέθοδος να μας επιστρέφει τιμή
  - Π.χ., μία μέθοδος που υπολογίζει το άθροισμα δύο αριθμών

Παράδειγμα

- Το αυτοκίνητο μας δεν μπορεί να μετακινηθεί έξω από το διάστημα [-10,10]. Θέλουμε η move() να μας επιστρέφει μια λογική τιμή αν η μετακίνηση έγινε η όχι.

```
import java.util.Scanner;

class Car
{
    private int position = 0;

    public boolean moveManySteps(int steps)
    {
            if ((position + steps < -10) || (position + steps > 10)){
               return false;
            }else{
                position += steps;
                return true;
            }
    }

    public void printPosition(){
            System.out.println("Car at position "+position);
    }
}

class MovingCar3
{
    public static void main(String args[]){
            Scanner input = new Scanner(System.in);
            Car myCar = new Car();
            int steps = input.nextInt();
            boolean carMoved = myCar.moveManySteps(steps);
            if (carMoved)
                        myCar.printPosition();
            else
                        System.out.println("Car could not move");
    }
}
```

Η εντολή return

- Η εντολή return χρησιμοποιείται για να επιστρέψει μια τιμή μια μέθοδος.
- Συντακτικό:
  - `return <έκφραση>`
- Αν έχουμε μια συνάρτηση που επιστρέφει τιμή τύπου T
  - Π.χ. `public double division(int x, int y)`
- η έκφραση στο return πρέπει να επιστρέφει μία τιμή τύπου T. (π.χ., `return x/(double)y`)
- Κάθε μονοπάτι εκτέλεσης του κώδικα θα πρέπει να επιστρέφει μια τιμή.
  - Η κλήση της return σε οποιοδήποτε σημείο του κώδικα σταματάει την εκτέλεση της μεθόδου και επιστρέφει τιμή.

```
import java.util.Scanner;

class Car
{
    private int position = 0;

    public boolean moveManySteps(int steps)
    {
            if ((position + steps < -10) || (position + steps > 10)){
                return false;
            }
            position += steps;
            return true;
    }

    public void printPosition(){
            System.out.println("Car at position "+position);
    }
}

class MovingCar3
{
    public static void main(String args[]){
            Scanner input = new Scanner(System.in);
            Car myCar = new Car();
            int steps = input.nextInt();
            boolean carMoved = myCar.moveManySteps(steps);
            if (carMoved)
                        myCar.printPosition();
            else
                        System.out.println("Car could not move");
    }
}
```

Η εντολή return

- Μπορούμε να καλέσουμε την return και σε μία void μέθοδο
  - Χωρίς επιστρεφόμενη τιμή.
    - `return;`
  - Σταματάει την εκτέλεση της μεθόδου

```
public void printIfPositive()
{
    if (position < 0){
        return;
    }
    System.out.println("position = " + position);
}
```

```
import java.util.Scanner;

class Car
{
    private int position = 0;

    public boolean moveManySteps(int steps)
    {
            if ((position + steps < -10) || (position + steps > 10)){
                return false;
            }
            position += steps;
            return true;
    }

    public void printPosition(){
            System.out.println("Car at position "+position);
    }
}

class MovingCar3
{
    public static void main(String args[]){
            Scanner input = new Scanner(System.in);
            Car myCar = new Car();
            int steps = input.nextInt();
            myCar.moveManySteps(steps);
            myCar.printPosition();
    }
}
```

Η moveManySteps επιστρέφει τιμή, αλλά η κλήση της την αγνοεί

Η printPosition θα επιστρέψει 0 αν δεν κινήθηκε το όχημα

ΚΛΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΜΕΘΟΔΟΙ

Παράδειγμα 1

- Θέλουμε ένα πρόγραμμα που να προσομοιώνει την κίνηση ενός αυτοκινήτου, το οποίο κινείται και τυπώνει τη θέση του.

MovingCar

```
class Car
{
    private int position = 0;

    public void move(){
        position += 1;
    }

    public void printPosition(){
        System.out.println("Car at position "+ position);
    }
}

class MovingCar
{
    public static void main(String args[]){
        Car myCar = new Car();
        myCar.move();
        myCar.printPosition();
    }
}
```

Ορισμός κλάσης

Ορισμός (και αρχικοποίηση) πεδίου

Ορισμός μεθόδου

Χρήση πεδίου

Ορισμός αντικειμένου

Κλήση μεθόδου

Παράδειγμα 2

- Θέλουμε να μπορούμε να κινούμε το όχημα όσες θέσεις θέλουμε είτε προς τα δεξιά (+) είτε προς τα αριστερά (-). Θα τυπώνεται η θέση σε κάθε κίνηση.

```
class Car
{
   private int position = 0;

   public void moveManySteps(int steps)
   {
        int delta = 1;
        if (steps < 0){
            steps = -steps; delta = -1;
        }
        for (int i = 0; i < steps; i ++){
            position += delta;
            System.out.println("Car at position "+position);
        }
   }
   public void printPosition(){
        System.out.println("Car at position "+position);
    }
}
class MovingCar2
{
    public static void main(String args[]){
        Car myCar = new Car();
        int steps = -10;
        myCar.moveManySteps(steps);
    }
}
```

```
class Car
{
   private int position = 0;

   public void moveManySteps(int steps, String direction)
    {
        for (int i = 0; i < steps; i ++){
            if (direction.equals("right"){ position ++ ;}
            if (direction.equals("left") { position -- ;}
            printPosition();
        }
    }

   public void printPosition(){
        System.out.println("Car at position "+position);
     }
}

class MovingCar3
{
    public static void main(String args[]){
        Car myCar = new Car();
        myCar.moveManySteps(10, "left");
    }
}
```

Μέθοδος με πολλές παραμέτρους

Τα ορίσματα θα πρέπει να συμφωνούν με το πλήθος και τους τύπους των παραμέτρων στην αντίστοιχη θέση

Κλήση της μεθόδου

Τύποι παραμέτρων και ορισμάτων

- Οι παράμετροι μιας μεθόδου έχουν συγκεκριμένο τύπο
- Τα ορίσματα στην κλήση της μεθόδου θα πρέπει να συμφωνούν με τον τύπο της παραμέτρου, θέση προς θέση.
- Ισχύουν οι μετατροπές τύπου που ξέρουμε
  - byte → short → int → long → float → double
- Μία μέθοδος μπορεί να πάρει ως όρισμα και ένα αντικείμενο μιας κλάσης.
  - Το πώς δουλεύει αυτό θα το μάθουμε όταν μιλήσουμε για αναφορές.

Παράδειγμα 3

- Το αυτοκίνητο μας δεν μπορεί να μετακινηθεί έξω από το διάστημα [-10,10]. Θέλουμε η move() να μας επιστρέφει μια λογική τιμή αν η μετακίνηση έγινε η όχι.

Η εντολή return

- Η εντολή return χρησιμοποιείται για να επιστρέψει μια τιμή μια μέθοδος.
- Συντακτικό:
  - `return <έκφραση>`
- Αν έχουμε μια συνάρτηση που επιστρέφει τιμή τύπου T
  - Π.χ. `public double division(int x, int y)`
- η έκφραση στο return πρέπει να επιστρέφει μία τιμή τύπου T. (π.χ., `return x/(double)y`)
- Κάθε μονοπάτι εκτέλεσης του κώδικα θα πρέπει να επιστρέφει μια τιμή.
  - Η κλήση της return σε οποιοδήποτε σημείο του κώδικα σταματάει την εκτέλεση της μεθόδου και επιστρέφει τιμή.

```
import java.util.Scanner;

class Car
{
    private int position = 0;

    public boolean moveManySteps(int steps)
    {
          if ((position + steps < -10) || (position + steps > 10)){
              return false;
          }
          position += steps;
          return true;
    }

    public void printPosition(){
          System.out.println("Car at position "+position);
    }
}

class MovingCar3 {
    public static void main(String args[]){
          Scanner input = new Scanner(System.in);
          Car myCar = new Car();
          int steps = input.nextInt();
          boolean carMoved = myCar.moveManySteps(steps);
          if (carMoved) { myCar.printPosition();}
          else { System.out.println("Car could not move");}
    }
}
```

Παράδειγμα 4

- Όταν καλούμε την συνάρτηση move() το όχημα μας θα κινείται ένα τυχαίο αριθμό από βήματα στο διάστημα (-3,3)

Υλοποίηση

- Θα φτιάξουμε μια βοηθητική συνάρτηση που θα μας επιστρέφει τον τυχαίο αριθμό από βήματα.

private: δεν χρειάζεται να φαίνεται έξω από την κλάση

Ο τύπος της επιστρεφόμενης τιμής

```
private int computeRandomSteps()
{
     int radomSteps;
     // do the computation

     return randomSteps;
}

public void move(){
     int steps = computeRandomSteps();
     moveManySteps(steps);
}
```

Κλήση της συνάρτησης και χρήση της επιστρεφόμενης τιμής

```
import java.util.Random;

class Car
{
  private int MAX_VALUE = 3;
  private int position = 0;
  private Random randomGenerator = new Random();

  private int computeRandomSteps()
  {
     int randomSteps = randomGenerator.nextInt(2*MAX_VALUE + 1) - MAX_VALUE;
     return randomSteps;
  }

  public void move(){
     int steps = computeRandomSteps();
     moveManySteps(steps);
  }

  public void moveManySteps(int steps) { ... }

  public void printPosition(){
    System.out.println("Car at position "+position);
  }
}

class MovingCar4
{
  public static void main(String args[]){
    Car myCar = new Car();
    myCar.move();
  }
}
```

Public/Private

- Ότι είναι ορισμένο ως public σε μία κλάση είναι προσβάσιμο από οποιονδήποτε.
  - Μπορούμε να καλέσουμε τις μεθόδους ορίζοντας ένα αντικείμενο της κλάσης
- Ότι είναι ορισμένο ως private σε μία κλάση είναι προσβάσιμο μόνο από την ίδια κλάση.
- Ο τροποποιητής private μας επιτρέπει την απόκρυψη πληροφοριών (information hiding).
  - Ο χρήστης της κλάσης Car, δεν χρειάζεται να ξέρει πως υλοποιείται η μέθοδος `computeRandomSteps` που υπολογίζει τον τυχαίο αριθμό των βημάτων.
  - Αν αποφασίσουμε να αλλάξουμε κάτι στη μέθοδο αυτό θα γίνει ως μέρος του επανασχεδιασμού της κλάσης Car. Κανείς άλλος δεν θα πρέπει να επηρεαστεί από την αλλαγή στον κώδικα.
- Τα πεδία μιας κλάσης τα ορίζουμε πάντα private.

Ενθυλάκωση

- Η ομαδοποίηση λογισμικού και δεδομένων σε μία οντότητα (κλάση και αντικείμενα της κλάσης) ώστε να είναι εύχρηστη μέσω ενός καλά ορισμένου interface, ενώ οι λεπτομέρειες υλοποίησης είναι κρυμμένες από τον χρήστη.
- API (Application Programming Interface)[Έι-Πι-Άι]
  - Μια περιγραφή για το πώς χρησιμοποιείται η κλάση μέσω των public μεθόδων της.
    - Java docs είναι ένα παράδειγμα.
  - Το API είναι αρκετό για να χρησιμοποιήσετε μια κλάση, δεν χρειάζεται να ξέρετε την υλοποίηση των μεθόδων.
- ADT (Abstract Data Type)
  - Ένας τύπος δεδομένων που ορίζεται χρησιμοποιώντας την αρχή της ενθυλάκωσης
    - Οι λίστες που χρησιμοποιήσατε στην Python είναι ένα παράδειγμα.
    - Δεδομένα και μέθοδοι.

Accessor and Mutator methods

- Πολλές φορές χρειαζόμαστε να διαβάσουμε ή να αλλάξουμε ένα πεδίο ενός αντικειμένου
  - Π.χ., να διαβάσουμε τη θέση του οχήματος, ή να τοποθετήσουμε το όχημα σε μια συγκεκριμένη θέση.
  - Πως θα το κάνουμε αφού τα πεδία είναι private?
- Ορίζουμε ειδικές μεθόδους
  - Μέθοδος προσπέλασης (accessor method) για διάβασμα
  - Μέθοδος μεταλλαγής (mutator method) για γράψιμο
- Σύμβαση: Στη Java η ονοματολογία των μεθόδων αυτών γίνεται με συγκεκριμένο τρόπο:
  - get<ονομα μεταβλητης> για την πρόσβαση
    - getPosition
  - set<ονομα μεταβλητης> για την μετάλλαξη
    - setPosition

```
class Car
{
  private int position = 0;

  public void setPosition(int p){
    position = p;
  }

  public int getPosition(){
    return position;
  }

  public void move(){
    position ++ ;
  }
}

class MovingCar5
{
  public static void main(String args[]){
    Car myCar = new Car();
    myCar.setPosition(10);
    myCar.move();
    System.out.println(myCar.getPosition());
  }
}
```

Υπάρχουν περιπτώσεις που μπορεί να θέλουμε η συνάρτηση set να επιστρέφει boolean (true αν η ανάθεση έγινε επιτυχώς, false αλλιώς)

```
class Car
{
  private int position = 0;

  public void setPosition(int position){
    this.position = position;
  }

  public int getPosition(){
    return position;
  }

  public void move(){
    position ++ ;
  }
}

class MovingCar5
{
  public static void main(String args[]){
    Car myCar = new Car();
    myCar.setPosition(10);
    myCar.move();
    System.out.println(myCar.getPosition());
  }
}
```

Το this.position αναφέρεται στο πεδίο του αντικειμένου.
Το position αναφέρεται στην παράμετρο της συνάρτησης

Η κρυφή παράμετρος this προσδιορίζει το αντικείμενο που κάλεσε την μέθοδο

Έτσι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το ίδιο όνομα μεταβλητής χωρίς να δημιουργείται σύγχυση

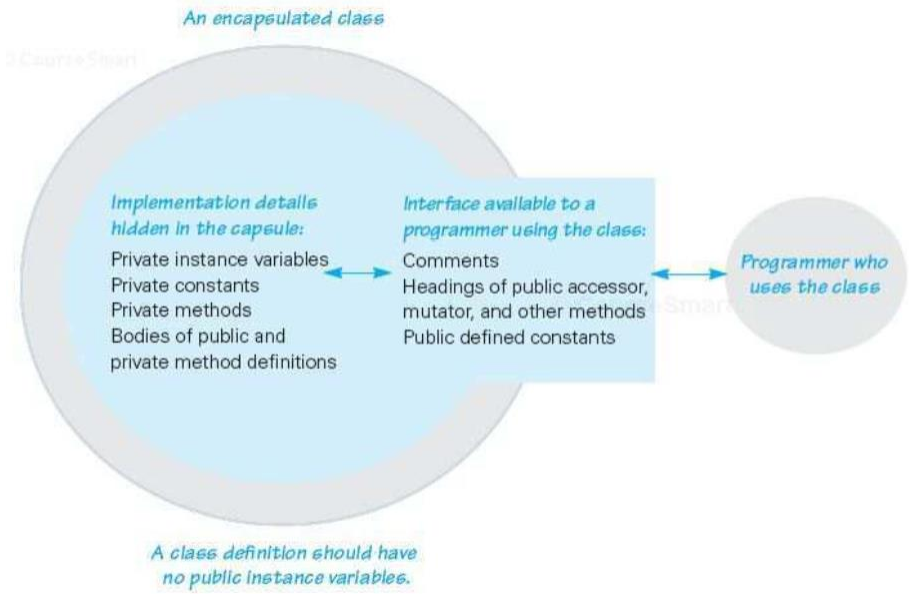
```
class Car
{
        private int position = 0;

        public boolean setPosition(int position){
                if (position < 0){
                        return false;
                }
                this.position = position;
                return true;
        }

        public int getPosition(){
                return position;
        }

        public void move(){
                position ++ ;
        }
}

class MovingCar7
{
        public static void main(String args[]){
                Car myCar = new Car();
                boolean check = myCar.setPosition(-1);
                if (!check){
                        System.out.println("position not set");
                }
        }
}
```



Παράδειγμα

- Μία κλάση που να αποθηκεύει ημερομηνίες
  - Η κλάση θα παίρνει την ημέρα, μήνα και χρόνο σαν νούμερα (π.χ., 13 3 2014) και θα μπορεί να τυπώνει την ημερομηνία με το όνομα του μήνα (π.χ., 13 Μαρτίου 2014)
  - Στο πρόγραμμα βάλετε μια ημερομηνία και τυπώστε την.

Μαθήματα από το lab

- Boolean μεταβλητές: Συνήθως τα ονόματα που δίνουμε στις boolean μεταβλητές περιγράφουν την αληθή συνθήκη.
  - Π.χ., στο παράδειγμα μας isOn θα ήταν ένα καλό όνομα.
- Η πιο σύντομη υλοποίηση της flipSwitch

```
public void flipSwitch(){
        isOn = !isOn;
}
```

  - Η flipSwitch δεν χρειάζεται παραμέτρους ούτε επιστρέφει τιμή! Τροποποιεί την εσωτερική κατάσταση του αντικειμένου.

CONSTRUCTORS ΥΠΕΡΦΟΡΤΩΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΩΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Constructors (Δημιουργοί)

- Όταν δημιουργούμε ένα αντικείμενο συχνά θέλουμε να μπορούμε να το αρχικοποιήσουμε με κάποιες τιμές
  - Ένα Person να αρχικοποιείται με ένα όνομα
  - Ένα Car να αρχικοποιείται με μία θέση
- Μπορούμε να το κάνουμε με μία συνάρτηση set αυτό, αλλά
  - Μπορεί να έχουμε πολλές μεταβλητές να αρχικοποιήσουμε
  - Θέλουμε η αρχικοποίηση να είναι μέρος της δημιουργίας του αντικειμένου
- Την αρχικοποίηση μπορούμε να την κάνουμε με ένα Constructor (Δημιουργό)

Constructors (Δημιουργοί)

- Ο Constructor είναι μια «μέθοδος» η οποία καλείται όταν δημιουργούμε το αντικείμενο χρησιμοποιώντας την new.
- Αν δεν έχουμε ορίσει Constructor καλείται ένας default Constructor χωρίς ορίσματα που δεν κάνει τίποτα.
- Αν ορίσουμε constructor, τότε καλείται ο constructor που ορίσαμε.

Παράδειγμα

```
class Person
{
    private String name;

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

    public void speak(String s){
        System.out.println(name+": "+s);
    }
}

public class HelloWorld3
{
    public static void main(String[] args){
        Person alice = new Person("Alice");
        alice.speak("Hello World");
    }
}
```

Constructor: μια μέθοδος με το ίδιο όνομα όπως και η κλάση και χωρίς τύπο (ούτε void)

Αρχικοποιεί την μεταβλητή name

Constructor: καλείται όταν δημιουργείται το αντικείμενο με την new και μόνο τότε

Μια συνομιλία

```
class Person
{
    private String name;

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

    public void speak(String s){
        System.out.println(name+": "+s);
    }
}

public class Conversation
{
    public static void main(String[] args){
        Person alice = new Person("Alice");
        Person bob = new Person("Bob");
        alice.speak("Hi Bob");
        bob.speak("Hi Alice");
    }
}
```

Παράδειγμα

```
class Car
{
        private int position;

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

        public void move(int delta){
                position += delta ;
        }

        public void printPosition(){
                System.out.println("Car is at position "+position);
        }

}

class MovingCar8
{
        public static void main(String args[]){
                Car myCar1 = new Car(1);
                Car myCar2 = new Car(-1);
                myCar1.move(-1); myCar1.printPosition();
                myCar2.move(1); myCar2.printPosition();
        }
}
```

Παράδειγμα

```
class Car
{
  private int position=0;
  private int ACCELERATOR = 2;

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

  public void move(int delta){
    position += ACCELERATOR * delta ;
  }

  public void printPosition(){
    System.out.println("Car is at position "+position);
  }
}

class MovingCar9
{
  public static void main(String args[]){
        Car myCar1 = new Car(1);
        Car myCar2 = new Car(-1);
        myCar1.move(-1); myCar1. printPosition();
        myCar2.move(1); myCar2. printPosition();
  }
}
```

Η εκτέλεση αυτών των αρχικοποιήσεων γίνεται πριν εκτελεστούν οι εντολές στον constructor

Η τελική τιμή του position θα είναι αυτή που δίνεται σαν όρισμα

```
class Date
{
        private int day = 1;
        private int month = 1;
        private int year = 2014;
        private String[] monthNames = {"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 void printDate(){
                System.out.println(day + " " + monthNames[month-1] + " " + year);
        }
}

class DateExample
{
        public static void main(String args[])
        {
                Date myDate = new Date(7,3,2013);
                myDate.printDate();
        }
}
```

Αν η εντολή set εξυπηρετεί μόνο την αρχικοποίηση μπορούμε να την αποφύγουμε

Υπερφόρτωση

- Είδαμε μια περίπτωση που είχαμε μια συνάρτηση move η οποία μετακινεί το όχημα κατά μία θέση, και μια συνάρτηση moveManySteps η οποία το μετακινεί όσες θέσεις ορίζει το όρισμα.
  - Το να θυμόμαστε δυο ονόματα είναι μπερδεμένο, θα ήταν καλύτερο να είχαμε μόνο ένα. Και στις δύο περιπτώσεις η λειτουργία που θέλουμε να κάνουμε είναι move
- Η Java μας δίνει αυτή τη δυνατότητα μέσω της διαδικασίας της υπερφόρτωσης (overloading)
  - Ορισμός πολλών μεθόδων με το ίδιο όνομα αλλά διαφορετικά ορίσματα, μέσα στην ίδια κλάση

```
class Car
{
        private int position;

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

        public void move(){
                position ++ ;
        }

        public void move(int delta){
                position += delta ;
        }
}

class MovingCar10
{
        public static void main(String args[]){
                Car myCar = new Car(1);
                myCar.move();
                myCar.move(-1);
        }
}
```

Υπερφόρτωση Δημιουργών

- Είναι αρκετά συνηθισμένο να υπερφορτώνουμε τους δημιουργούς των κλάσεων.

Υπερφόρτωση δημιουργών

```
class Car
{
        private int position;

        public Car(){
                this.position = 0;
        }

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

        public void move(){
                position ++ ;
        }

        public void move(int delta){
                position += delta ;
        }

}

class MovingCar10
{
        public static void main(String args[]){
                Car myCar1 = new Car(1); myCar1.move();
                Car myCar2= new Car(); myCar2.move(-1);
        }
}
```

```
class Car
{
        private int position = 0;

        public Car(){}

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

        public void move(){
                position ++ ;
        }

        public void move(int delta){
                position += delta ;
        }

}

class MovingCar11
{
        public static void main(String args[]){
                Car myCar1 = new Car(1); myCar1.move();
                Car myCar2= new Car(); myCar2.move(-1);
        }
}
```

Κενός κώδικας, χρειάζεται για να οριστεί ο “default” constructor

Γενικά είναι καλό να ορίζετε και ένα constructor χωρίς ορίσματα

Υπερφόρτωση – Προσοχή I

- Όταν ορίζουμε ένα constructor, ο default constructor παύει να υπάρχει. Πρέπει να τον ορίσουμε μόνοι μας.

```
class Car
{
        private int position = 0;

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

        public void move(){
                position ++ ;
        }

        public void move(int delta){
                position += delta ;
        }

}

class MovingCar10
{
        public static void main(String args[]){
                Car myCar1 = new Car(1);
                myCar1.move();
                Car myCar2= new Car();
                myCar2.move(-1);
        }
}
```

Θα χτυπήσει λάθος ότι δεν υπάρχει constructor χωρίς ορίσματα

Υπογραφή μεθόδου

- Η υπογραφή μίας μεθόδου είναι το όνομα της και η λίστα με τους τύπους των ορισμάτων της μεθόδου
  - Η Java μπορεί να ξεχωρίσει μεθόδους με διαφορετική υπογραφή.
  - Π.χ., move(), move(int) έχουν διαφορετική υπογραφή

Υπερφόρτωση – Προσοχή II

- Η υπερφόρτωση γίνεται μόνο ως προς τα ορίσματα, ΟΧΙ ως προς την επιστρεφόμενη τιμή.
- Όταν δημιουργούμε μια μέθοδο θα πρέπει να δημιουργούμε μία διαφορετική υπογραφή.

```
class SomeClass
{
  public int aMethod(int x, double y){
    System.out.println("int double");
    return 1;
  }

  public double aMethod(int x, double y){
    System.out.println("int double");
    return 1;
  }

  public int aMethod(double x, int y){
    System.out.println("double int");
    return 1;
  }

  public double aMethod(double x, int y){
    System.out.println("double int");
    return 1;
  }

}
```

A

B

C

D

Ποιοι συνδυασμοί είναι αποδεκτοί?

A	B	✗
A	C	✓
A	D	✓
B	C	✓
B	D	✓
C	D	✗

Υπερφόρτωση – Προσοχή III

- Λόγω της συμβατότητας μεταξύ τύπων μια κλήση μπορεί να ταιριάζει με διάφορες μεθόδους.
- Καλείται αυτή που ταιριάζει ακριβώς, ή αυτή που είναι πιο κοντά.
- Αν υπάρχει ασάφεια θα χτυπήσει ο compiler.

```
class SomeClass
{

  public int aMethod(int x, int y){
    System.out.println("int int");
    return 1;
  }

  public float aMethod(float x, float y){
    System.out.println("float float");
    return 1;
  }

  public double aMethod(double x, double y){
    System.out.println("double double");
    return 1;
  }
}

class OverloadingExample
{
  public static void main(String args[])
  {
    SomeClass anObject = new SomeClass();
    anObject.aMethod(1,1);
  }
}
```

Τι θα τυπώσει η κλήση της μεθόδου?

Τυπώνει "int int" γιατί ταιριάζει ακριβώς με τις παραμέτρους που δώσαμε

```
class SomeClass
{
  /*
  public int aMethod(int x, int y){
    System.out.println("int int");
    return 1;
  }
  */

  public float aMethod(float x, float y){
    System.out.println("float float");
    return 1;
  }

  public double aMethod(double x, double y){
    System.out.println("double double");
    return 1;
  }
}

class OverloadingExample
{
  public static void main(String args[])
  {
    SomeClass anObject = new SomeClass();
    anObject.aMethod(1,1);
  }
}
```

Τι θα τυπώσει η κλήση της μεθόδου?

Τυπώνει "float float" γιατί είναι πιο κοντά ακριβώς με τις παραμέτρους που δώσαμε

Ασάφεια

```
class SomeClass
{
  public double aMethod(int x, double y){
    System.out.println("int double");
    return 1;
  }

  public int aMethod(double x, int y){
    System.out.println("double int");
    return 1;
  }
}

class OverloadingExample
{
  public static void main(String args[])
  {
    SomeClass anObject = new SomeClass();
    anObject.aMethod(1.0,1);
    anObject.aMethod(1,1);
  }
}
```

Τι θα τυπώσει η κλήση της μεθόδου σε κάθε περίπτωση?

Τυπώνει "double int"

Ο compiler μας πετάει λάθος γιατί η κλήση είναι ασαφής (ambiguous)

Αντικείμενα ως ορίσματα

- Μπορούμε να περνάμε αντικείμενα ως ορίσματα σε μία μέθοδο όπως οποιαδήποτε άλλη μεταβλητή
- Οποιαδήποτε κλάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παράμετρος.
- Όταν τα ορίσματα ανήκουν στην κλάση στην οποία ορίζεται η μέθοδος τότε η μέθοδος μπορεί να δει (και) τα ιδιωτικά (private)πεδία των αντικειμένων
- Αν τα ορίσματα είναι διαφορετικού τύπου τότε η μέθοδος μπορεί μόνο να καλέσει τις public μεθόδους.

Παράδειγμα

- Ορίστε μια μέθοδο που να μας επιστρέφει την απόσταση μεταξύ δύο οχημάτων.

```
class Car
{
  private int position = 0;

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

  public int getPosition() { return position;}

  public void move(int delta){
    position += delta ;
  }
}

class MovingCarDistance1
{
  public static void main(String args[]){
    Car myCar1 = new Car(1);
    Car myCar2 = new Car(0);
    myCar2.move(2);
    System.out.println("Distance of Car 1 from Car 2: " + computeDistance(myCar1,myCar2));
    System.out.println("Distance of Car 2 from Car 1: " + computeDistance(myCar2,myCar1));
  }

  private static int computeDistance(Car car1, Car car2){
    return car1.getPosition() - car2.getPosition();
  }
}
```

Μια μέθοδος ή ένα πεδίο που χρησιμοποιείται σε μία static μέθοδο πρέπει να είναι επίσης static

Η μέθοδος computeDistance παίρνει σαν όρισμα δύο αντικείμενα τύπου Car

```
class Car
{
  private int position = 0;

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

  public void move(int delta){
    position += delta ;
  }

  public int distanceFrom(Car other){
    return this.position - other.position;
  }
}

class MovingCarDistance2
{
  public static void main(String args[]){
    Car myCar1 = new Car(1);
    Car myCar2 = new Car(0); myCar2.move(2);
    System.out.println("Distance of Car 1 from Car 2: " + myCar1.distanceFrom(myCar2));
    System.out.println("Distance of Car 2 from Car 1: " + myCar2.distanceFrom(myCar1));
}
```

Συνήθως προτιμούμε όποια μέθοδος έχει σχέση με την κλάση να την ορίζουμε ως public μέθοδο της κλάσης. Έχουμε επιπλέον ευελιξία γιατί έχουμε πρόσβαση σε όλα τα πεδία της κλάσης

Αν και το πεδίο position είναι private μπορούμε να το προσπελάσουμε γιατί είμαστε μέσα στην κλάση Car.
Μία κλάση μπορεί να προσπελάσει τα ιδιωτικά μέλη όλων των αντικειμένων της κλάσης

CONSTRUCTORS, EQUALS, TOSTRING, ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΩΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Constructors (Δημιουργοί)

- Ο Constructor είναι μια «μέθοδος» η οποία καλείται όταν δημιουργούμε το αντικείμενο χρησιμοποιώντας την new.
- Αν δεν έχουμε ορίσει Constructor καλείται ένας default Constructor χωρίς ορίσματα που δεν κάνει τίποτα.
- Αν ορίσουμε constructor, τότε καλείται ο constructor που ορίσαμε.

```
class Date
{
  private int day;
  private int month;
  private int year;
  private String[] monthNames =
          {"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 void printDate()
  {
    System.out.println(day + " " + monthNames[month-1] + " " + year);
  }
}

class DateExample
{
  public static void main(String args[])
  {
    Date myDate = new Date(17,3,2013);
    myDate.printDate();
  }
}
```

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

  public Date(int day, int month, int year)
  {
    if (checkDay(day)){ this.day = day;}
    if (checkMonth(month)){ this.month = month;}
    this.year = year;
  }

  private boolean checkDay(int day){
     if (day <= 0 || day > 31 ) {return false;}
     return true;
  }

  private boolean checkMonth(int day){
     if (month <= 0 || month >12) {return false;}
     return true;
  }

  public void printDate()
  {
    System.out.println(day + " " + monthNames[month-1] + " " + year);
  }
}
```

Ο constructor μπορεί να καλεί και άλλες μεθόδους που κάνουν κάποια από τη δουλειά που χρειάζεται

Παράδειγμα

```
class Car
{
  private int position=0;
  private int ACCELERATOR = 2;

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

  public void move(int delta){
    position += ACCELERATOR * delta ;
  }
}

class MovingCar8
{
  public static void main(String args[]){
          Car myCar1 = new Car(1);
          Car myCar2 = new Car(-1);
          myCar1.move(-1);
          myCar2.move(1);
  }
}
```

Η εκτέλεση αυτών των αρχικοποιήσεων γίνεται πριν εκτελεστούν οι εντολές στον constructor

Η τελική τιμή του position θα είναι αυτή που δίνεται σαν όρισμα

Παραδείγματα

- Θέλουμε μια κλάση Student που να κρατάει πληροφορίες για έναν φοιτητή. Τι πεδία πρέπει να έχουμε? Τι θα μπει στον constructor?

- Θέλουμε μια κλάση (GuestList) που να χειρίζεται τους καλεσμένους σε ένα πάρτι. Τι πεδία πρέπει να έχουμε? Πώς θα κάνουμε τον constructor?

```
class Student
{
	private String name = "John Doe";
	private int AM = 1000;


	public Student(String name, int AM){
		this.name = name;
		this.AM = AM;
	}

	public void printInfo(){
		System.out.println(name + " " + AM);
	}

	public static void main(String[] args){
		Student aStudent = new Student("Kostas", 1001);
		aStudent.printInfo();
	}
}
```

Guest List

```
class GuestList
{
        private String[] names;
        private boolean[] confirm;
        int numberOfGuests;

        public GuestList(int numberOfGuests)
        {
                this.numberOfGuests = numberOfGuests;
                names = new String[numberOfGuests];
                confirm = new boolean[numberOfGuests];
                getNamesFromInput();
        }

        private void getNamesFromInput(){...}
}
```

Δεσμεύει μνήμη για τους πίνακες με τα ονόματα των καλεσμένων και τις επιβεβαιώσεις

Καλεί μια άλλη μέθοδο για να πάρει τις τιμές

Δυο ειδικές μέθοδοι

- Η Java «περιμένει» να δει τις εξής δύο μεθόδους για κάθε αντικείμενο
  - Τη μέθοδος toString η οποία για ένα αντικείμενο επιστρέφει μία string αναπαράσταση του αντικειμένου.
  - Τη μέθοδο equals η οποία ελέγχει για ισότητα δύο αντικειμένων
- Και οι δύο συναρτήσεις ορίζονται από τον προγραμματιστή
  - Το τι String θα επιστραφεί και τι σημαίνει δύο αντικείμενα να είναι ίσα μπορούν να οριστούν όπως μας βολεύει.

Παράδειγμα

- Στην κλάση Car θέλουμε να προσθέσουμε τις μεθόδους toString και equals
  - Η toString θα επιστρέφει ένα String με τη θέση του αυτοκινήτου
  - Η equals θα ελέγχει αν δύο οχήματα έχουν την ίδια θέση.

toString()

Για να μπορούμε να μετατρέψουμε τον ακέραιο σε String ορίζουμε το position ως Integer (wrapper class)

Η Java περιμένει αυτό το συντακτικό για τον ορισμό της toString

Μετά καλούμε τη συνάρτηση toString() της κλάσης Integer

Χρησιμοποιούμε τις myCar1,myCar2 σαν String. Καλείται η μέθοδος toString() αυτόματα

```
class Car
{
  private Integer position = 0;

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

  public void move(int delta){
    position += delta ;
  }

  public String toString(){
    return position.toString();
  }
}

class MovingCarToString
{
  public static void main(String args[]){
    Car myCar1 = new Car(1);
    Car myCar2 = new Car(0); myCar2.move(2);
    System.out.println("Car 1 is at " + myCar1 + " and car 2 is at " + myCar2);
  }
}
```

Ισοδύναμο με το:

```
System.out.println("Car 1 is at " + myCar1.toString() + " and car 2 is at " + myCar2.toString());
```

toString()

```
class Car
{
  private int position = 0;

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

  public void move(int delta){
    position += delta ;
  }

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

class MovingCarToString
{
  public static void main(String args[]){
    Car myCar1 = new Car(1);
    Car myCar2 = new Car(0); myCar2.move(2);
    System.out.println("Car 1 is at " + myCar1 + " and car 2 is at " + myCar2);
  }
}
```

Ένας άλλος τρόπος να μετατρέψουμε ένα int σε String


```
class Car
{
  private int position = 0;

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

  public void move(int delta){
    position += delta ;
  }

  public boolean equals(Car other){
    if (this.position == other.position){
      return true;
    }
    return false;
  }
}

class MovingCarEquals
{
  public static void main(String args[]){
    Car myCar1 = new Car(2);
    Car myCar2 = new Car(0); myCar2.move(2);
    if (myCar1.equals(myCar2)){
       System.out.println("Collision!");
    }
  }
}
```

Η Java περιμένει αυτό το συντακτικό για τον ορισμό της equals

Ένα παράδειγμα αντικειμένου ως παράμετρος συνάρτησης

Αν και το πεδίο position είναι private μπορούμε να το προσπελάσουμε γιατί είμαστε μέσα στην κλάση Car.
Μία κλάση μπορεί να προσπελάσει τα ιδιωτικά μέλη όλων των αντικειμένων της κλάσης

Χρήση της return για έλεγχο ροής

Κλήση της equals στο πρόγραμμα

Παράδειγμα

- Πως θα ορίσουμε τις μεθόδους toString και equals για την κλάση Person?

```
class Person
{
    private String name;

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

    public String toString(){
        return name;
    }

    public boolean equals(Person other){
        return this.name.equals(other.name);
    }

}

public class TwoPersons
{
    public static void main(String[] args){
        Person alice = new Person("Alice");
        Person bob = new Person("Bob");
        if (!alice.equals(bob)){
            System.out.println("There are two different persons: "
                                                    + alice + "and " + bob);
        }
    }
}
```

```
class Person{
    private String firstName;
    private String lastName;

    public Person(String firstName, String lastName){
          this.firstName = firstName;
          this.lastName = lastName;
    }

    public String toString(){
          return firstName + " " + lastName;
    }

    public boolean equals(Person other){
          return (this.firstName.equals(other.firstName))
                    && (this.lastName.equals(other.lastName));
    }

}

public class TwoPersons
{
    public static void main(String[] args){
          Person alice = new Person("Alice Wonderland");
          Person bob = new Person("Bob Sfougkarakis");
          if (!alice.equals(bob)){
              System.out.println("There are two different persons: "
                                                        + alice + "and " + bob);
          }
    }
}
```

Αντικείμενα ως ορίσματα

- Μπορούμε να περνάμε αντικείμενα ως ορίσματα σε μία μέθοδο όπως οποιαδήποτε άλλη μεταβλητή
- Οποιαδήποτε κλάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παράμετρος.
- Όταν τα ορίσματα ανήκουν στην κλάση στην οποία ορίζεται η μέθοδος τότε η μέθοδος μπορεί να δει (και) τα ιδιωτικά (private)πεδία των αντικειμένων
- Αν τα ορίσματα είναι διαφορετικού τύπου τότε η μέθοδος μπορεί μόνο να καλέσει τις public μεθόδους.

Παράδειγμα

- Η κλάση Car θα έχει ως πεδίο και το όνομα του οδηγού. Το όνομα θα το παίρνει από μία ένα αντικείμενο της κλάσης Person στην αρχικοποίηση.

```
class Person
{
   private String name;

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

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

```
class Car
{
   private int position = 0;
   private String driverName;

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

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

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

Παράδειγμα

- Θέλουμε να προσομοιώσουμε την κυκλοφορία σε ένα δρόμο.
  - Έχουμε ένα φανάρι που μπορεί να είναι πράσινο, πορτοκαλί ή κόκκινο. Αλλάζει σε κάθε βήμα
  - Έχουμε ένα όχημα που κινείται σε κάθε βήμα κινείται μία θέση, αν το φανάρι δεν είναι κόκκινο.

- Κλάσεις:
  - TrafficLight: κρατάει την κατάσταση του φαναριού και αλλάζει την κατάσταση του
  - Car: Τροποποίηση της move ώστε παίρνει όρισμα το φανάρι και να κινείται μόνο αν το φανάρι δεν είναι κόκκινο.
  - TrafficSimulation: κάνει την προσομοίωση.

```
class TrafficLight
{
   private String[] colors =
                  {"green", "yellow", "red"};
   private int current = 0;

   public int printStatus() {
      System.out.println("Light is " +
                              colors[current]);
   }

   public void change(){
      current = (current+1)%3
   }

   public boolean isRed(){
      if (current == 2) return true;
      return false;
   }
}
```

```
class Car
{
   private int position = 0;

   public int printPosition() {
      System.out.println("Car at "+ position);
   }

   public void move(TrafficLight light){
      if (!light.isRed()){
         position ++;
      }
   }
}
```

```
class TrafficSimulation
{
   public static void main(String[] args){
      TrafficLight light = new TrafficLight();
      Car myCar = new Car();
      for (int i = 0; i < 10; i ++){
          light.printStatus();
          myCar.printPosition();
          myCar.move(light);
          light.change();
      }
   }
}
```

Αντικείμενα μέσα σε αντικείμενα

- Εκτός από ορίσματα σε μεθόδους αντικείμενα οποιαδήποτε κλάσης μπορούν να εμφανιστούν και ως πεδία μιας κλάσης
  - Ένα αντικείμενο μπορεί να έχει μέσα του άλλα αντικείμενα.

```
class Person
{
  private String name;

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

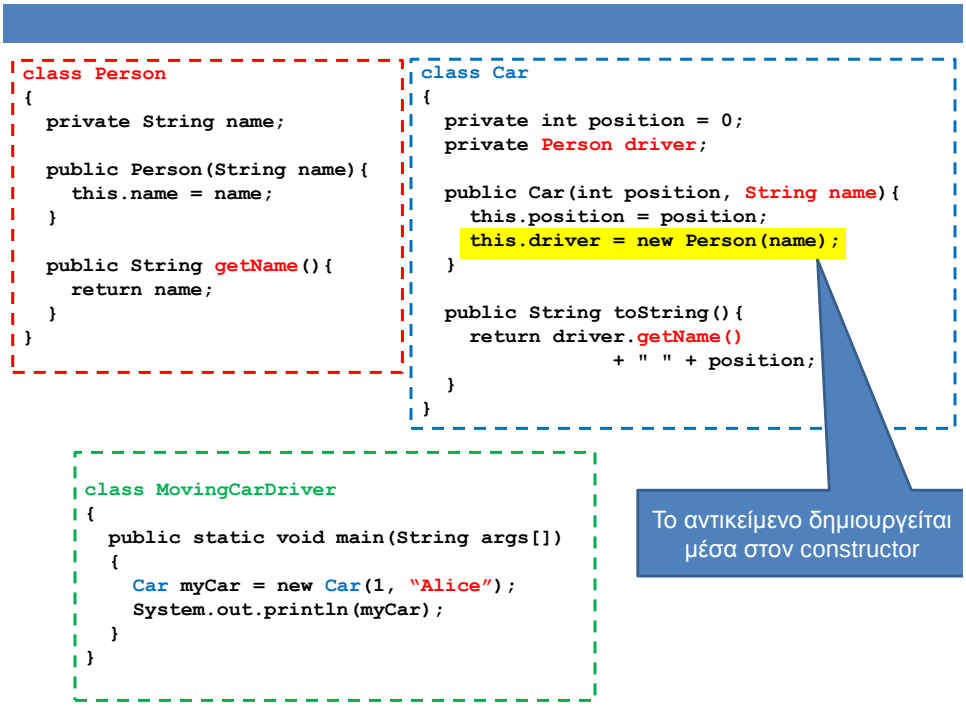
  public String getName(){
    return name;
  }
}
```

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

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

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

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



Κώδικας σε πολλά αρχεία

- Όταν έχουμε πολλές κλάσεις βολεύει να τις βάζουμε σε διαφορετικά αρχεία.
  - Το κάθε αρχείο έχει το όνομα της κλάσης
  - Σημείωση: μια κλάση μόνη της σε ένα αρχείο είναι by default public, μαζί με άλλη είναι by default private.
- Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι ότι μπορούμε να ορίσουμε μια main συνάρτηση για κάθε κλάση ξεχωριστά
  - Βοηθάει για το testing του κώδικα.
- Για να κάνουμε compile πολλά αρχεία μαζί:
  - `javac file1.java file2.java file3.java`
    - ή μπορούμε να κάνουμε compile το "βασικό" αρχείο

ΚΛΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ

Στην άσκηση αυτή θα υλοποιήσετε μια κλάση **RandomVector** η οποία διαχειρίζεται ένα τυχαίο διάνυσμα ακεραίων το οποίο μπορεί να έχει οποιοδήποτε μέγεθος. Η κλάση σας θα πρέπει να υποστηρίζει τις εξής λειτουργίες:

1. Ο **constructor** της κλάσης θα παίρνει σαν όρισμα την διάσταση του διανύσματος (τον αριθμό των συνιστωσών), και θα δίνει τυχαίες τιμές σε κάθε διάσταση μεταξύ 1 και 10.
2. Μια μέθοδο **add** η οποία παίρνει σαν όρισμα ένα άλλο διάνυσμα (ένα αντικείμενο τύπου Vector) και, εφόσον είναι δυνατόν, το προσθέτει στο παρόν διάνυσμα (προσθέτει τις τιμές ανά συνιστώσα) και αποθηκεύει το αποτέλεσμα στο παρόν διάνυσμα.
3. Μια μέθοδο **print**, η οποία θα τυπώνει τις τιμές του διανύσματος. Π.χ., για ένα τρισδιάστατο διάνυσμα με τιμές 2, 5, 4 θα τυπώνει «(2 5 4)».
4. Δημιουργήστε και ένα **constructor** ο οποίος δεν παίρνει ορίσματα και by default δημιουργεί τρισδιάστατα διανύσματα.

Για να τεστάρετε την κλάση σας δημιουργείστε μία άλλη κλάση **VectorTest** η οποία θα έχει τη main και θα δημιουργεί δύο διανύσματα, θα τυπώνει τα δύο διανύσματα, μετά θα τα προσθέτει και θα τυπώνει το αποτέλεσμα της πρόσθεσης. Έπειτα θα δημιουργήσετε δύο διανύσματα 3 διαστάσεων, όπου επίσης η κλάση σας θα τυπώνει τα δύο διανύσματα, μετά θα τα προσθέτει και θα τυπώνει το αποτέλεσμα της πρόσθεσης.

Μαθήματα από το lab

- Τι πληροφορία (δεδομένα) θέλουμε να κρατάει η κλάση μας?
  - Τη διάσταση του διανύσματος
  - Τις τιμές του διανύσματος.

- Η πληροφορία (τα δεδομένα) που θέλουμε να κρατάει η κλάση θα είναι τα πεδία της κλάσης
  - Ένα ακέραιο dimension για τη διάσταση του διανύσματος
  - Ένα πίνακα ακεραίων values μεγέθους dimension με τις τιμές του διανύσματος

```
import java.util.Random

class RandomVector
{
  public RandomVector(int dimension)
  {
          Random rndGen = new Random();
          int values[] = new int[dimension];
          for (int i=0; i < dimension; i++){
            values[i] = 1+rndGen.nextInt(10);
          }
  }

  public void print()
  {
          System.out.println("( ");
          for (int i = 0; i < dimension; i ++){
            System.out.println(values[i] + " ");
          }
          System.out.println(")");
  }
}

class VectorTest
{
  public static void main(String[] args){
          RandomVector v = new RandomVector(3);
          v.print();
  }
}
```

Σωστό ή λάθος?

Οι μεταβλητές dimension και values δεν είναι ορισμένες.

Για να μπορεί να τις βλέπει η μέθοδος toString (ή οποιαδήποτε άλλη μέθοδος) θα πρέπει να είναι ορισμένες ως πεδία της κλάσης

ΛΑΘΟΣ!

```
import java.util.Random

class RandomVector
{
  private int dimension=3;
  private int values[];

  public RandomVector(int dimension)
  {
        Random rndGen = new Random();
        int values[] = new int[dimension];
        for (int i=0; i < dimension; i++){
          values[i] = 1+rndGen.nextInt(10);
        }
  }

  public void print()
  {
        System.out.println("( ");
        for (int i = 0; i < dimension; i ++){
          System.out.println(values[i] + " ");
        }
        System.out.println(")");

  }
}

class VectorTest
{
  public static void main(String[] args){
        RandomVector v = new RandomVector(3);
        v.print();
  }
}
```

Σωστό?

Ο constructor δεν αρχικοποιεί τα πεδία της κλάσης .

Οι μεταβλητές dimension και values που ορίζονται μέσα στον constructor είναι τοπικές μεταβλητές και δεν αλλάζουν την τιμή των πεδίων.

ΛΑΘΟΣ!

```
import java.util.Random

class RandomVector
{
  private int dimension;
  private int values[];

  public RandomVector(int dimension)
  {
        Random rndGen = new Random();
        this.dimension = dimension;
        for (int i=0; i < dimension; i++){
          values[i] = 1+rndGen.nextInt(10);
        }
  }

  public void print()
  {
        System.out.println("( ");
        for (int i = 0; i < dimension; i ++){
          System.out.println(values[i] + " ");
        }
        System.out.println(")");
  }
}

class VectorTest
{
  public static void main(String[] args){
        RandomVector v = new RandomVector(3);
        v.print();
  }
}
```

Σωστό?

Η dimensions αρχικοποιείται σωστά.

Ο πίνακας values όμως όχι.

Τον έχουμε ορίσει σωστά αλλά δεν του έχουμε δώσει χώρο! Δεν έχουμε προσδιορίσει το μέγεθος του

ΛΑΘΟΣ!

```
import java.util.Random

class RandomVector
{
  private int dimension;
  private int values[] = new int[dimension];

  public RandomVector(int dimension)
  {
          Random rndGen = new Random();
          this.dimension = dimension;
          for (int i=0; i < dimension; i++){
            values[i] = 1+rndGen.nextInt(10);
          }
  }

  public void print()
  {
          System.out.println("( ");
          for (int i = 0; i < dimension; i ++){
            System.out.println(values[i] + " ");
          }
  }
}

class VectorTest
{
  public static void main(String[] args){
          RandomVector v = new RandomVector(3);
          v.print();
  }
}
```

Σωστό?

Θυμηθείτε ότι οι εντολές αυτές θα εκτελεστούν πριν από τις εντολές του constructor. Εκείνη τη στιγμή δεν ξέρουμε τη διάσταση του διανύσματος και άρα δημιουργούμε ένα πίνακα μηδενικού μεγέθους!

ΛΑΘΟΣ!

```
import java.util.Random

class RandomVector
{
  private int dimension;
  private int values[];

  public RandomVector(int dimension)
  {
          Random rndGen = new Random();
          values = new int[dimension];
          for (int i=0; i < dimension; i++){
            values[i] = 1+rndGen.nextInt(10);
          }
  }

  public void print()
  {
          System.out.println("( ");
          for (int i = 0; i < dimension; i ++){
            System.out.println(values[i] + " ");
          }
  }
}

class VectorTest
{
  public static void main(String[] args){
          RandomVector v = new RandomVector(3);
          v.print();
  }
}
```

Σωστό?

Ο Constructor θα αρχικοποιήσει σωστά τον πίνακα values, αλλά δεν θα αλλάξει το πεδίο dimension μιας και χρησιμοποιεί την τοπική μεταβλητή

Η dimension εδώ αναφέρεται στο πεδίο και έχει τιμή μηδέν.

ΛΑΘΟΣ!

```
import java.util.Random

class RandomVector
{
  private int dimension;
  private int values[];

  public RandomVector(int dimension)
  {
          Random rndGen = new Random();
          this.dimension = dimension;
          values = new int[dimension];
          for (int i=0; i < dimension; i++){
            values[i] = 1+rndGen.nextInt(10);
          }
  }

  public void print()
  {
          System.out.println("( ");
          for (int i = 0; i < dimension; i ++){
            System.out.println(values[i] + " ");
          }
  }
}

class VectorTest
{
  public static void main(String[] args){
          RandomVector v = new RandomVector(3);
          v.print();
  }
}
```

Σωστό?

Πρώτα δηλώνουμε τα πεδία μέσα στην κλάση

Μετά δίνουμε τιμή στη διάσταση και αφού πλέον ξέρουμε τη διάσταση δίνουμε χώρο στον πίνακα που θα κρατάει τις τιμές.

Τώρα μπορούμε και να κάνουμε και την αρχικοποίηση

ΣΩΣΤΟ!

```
import java.util.Random

class RandomVector
{
  private int dimension;
  private int values[];

  public RandomVector(int dimension)
  {
          Random rndGen = new Random();
          this.dimension = dimension;
          values = new int[dimension];
          for (int i=0; i < dimension; i++){
            values[i] = 1+rndGen.nextInt(10);
          }
  }

  public RandomVector()
  {
          Random rndGen = new Random();
          this.dimension = 3;
          values = new int[dimension];
          for (int i=0; i < dimension; i++){
            values[i] = 1+rndGen.nextInt(10);
          }
  }
}

class VectorTest
{
  public static void main(String[] args){
          RandomVector v = new RandomVector();
          v.print();
  }
}
```

Default constructor και η κλήση του

```
import java.util.Random

class RandomVector
{
  private int dimension = 3;
  private int values[] = new int[dimension];

  public RandomVector(int dimension)
  {
        Random rndGen = new Random();
        this.dimension = dimension;
        values = new int[dimension];
        for (int i=0; i < dimension; i++){
          values[i] = 1+rndGen.nextInt(10);
        }
  }

  public RandomVector()
  {
        Random rndGen = new Random();
        for (int i=0; i < dimension; i++){
          values[i] = 1+rndGen.nextInt(10);
        }
  }
}

class VectorTest
{
  public static void main(String[] args){
        RandomVector v = new RandomVector();
        v.print();
  }
}
```

Η αρχικοποίηση των πεδίων θα γίνει στις default τιμές

Ο constructor με όρισμα θα ξανα-ορίσει την διάσταση και θα δώσει νέο χώρο για τον πίνακα

Ο default constructor με όρισμα θα κρατήσει τις default τιμές

Όχι και τόσο καλή υλοποίηση

```
import java.util.Random

class RandomVector
{
  private int dimension;
  private int values[];

  public RandomVector(int dimension)
  {
        this.dimension = dimension;
        values = new int[dimension];
        fillValues();
  }

  public RandomVector()
  {
        this.dimension = 3;
        values = new int[dimension];
        fillValues();
  }

  private void fillValues()
  {
        Random rndGen = new Random();
        for (int i=0; i < dimension; i++){
          values[i] = 1+rndGen.nextInt(10);
        }
  }
}
```

Η διαδικασία του γεμίσματος του πίνακα επαναλαμβάνεται σε δύο μέρη. Μπορούμε λοιπόν να ορίσουμε μία βοηθητική μέθοδο που θα την υλοποιεί και θα την καλούμε στον constructor

Πλεονεκτήματα:

- Κάνει τον κώδικα πιο απλό και κατανοητό
- Το αντικείμενο Random ορίζεται μόνο εκεί που το χρειαζόμαστε.

Εμβέλεια μεταβλητών

- Η κάθε μεταβλητή έχει εμβέλεια μέσα στο block στο οποίο ορίζεται.
  - Τις μεταβλητές-πεδία της κλάσης μπορούν να τις χρησιμοποιήσουν όλες οι μέθοδοι της κλάσης
    - Οι μεταβλητές έχουν ζωή όσο υπάρχει το αντίστοιχο αντικείμενο της κλάσης
  - Οι μεταβλητές που ορίζονται μέσα σε μία μέθοδο μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο μέσα στη μέθοδο.
    - Οι μεταβλητές χάνονται όταν βγούμε από τη μέθοδο.
  - Οι παράμετροι μιας μεθόδου είναι σαν τοπικές μεταβλητές της μεθόδου.

Παράδειγμα

```
public RandomVector(int dimension)
{
     this.dimension = dimension;
     int values[] = new int[dimension];
     for (int i=0; i < dimension; i++){
       values[i] = 0;
     }
}
```

Οι κόκκινες μεταβλητές υπάρχουν μόνο μέσα στο μπλοκ της μεθόδου

Παράμετρος

```
public RandomVector(int dimension)
{
      this.dimension = dimension;
      int values[] = new int[dimension];
      for (int i=0; i < dimension; i++){
        values[i] = 0;
      }
}
```

Οι παράμετροι είναι σαν τοπικές μεταβλητές

```
public RandomVector(όρισμα)
{
      int dimension = <τιμή ορίσματος>
      this.dimension = dimension;
      int values[] = new int[dimension];
      for (int i=0; i < dimension; i++){
        values[i] = 0;
      }
}
```

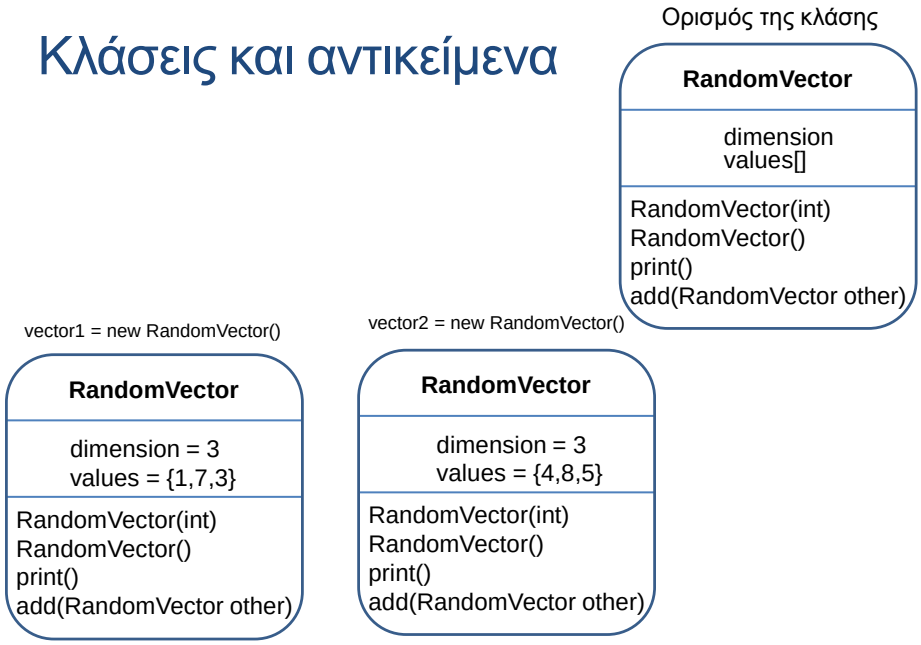
Η μέθοδος add

Η μέθοδος δεν επιστρέφει κάτι μιας και το αποτέλεσμα της πρόσθεσης θα αποθηκευτεί στο αντικείμενο

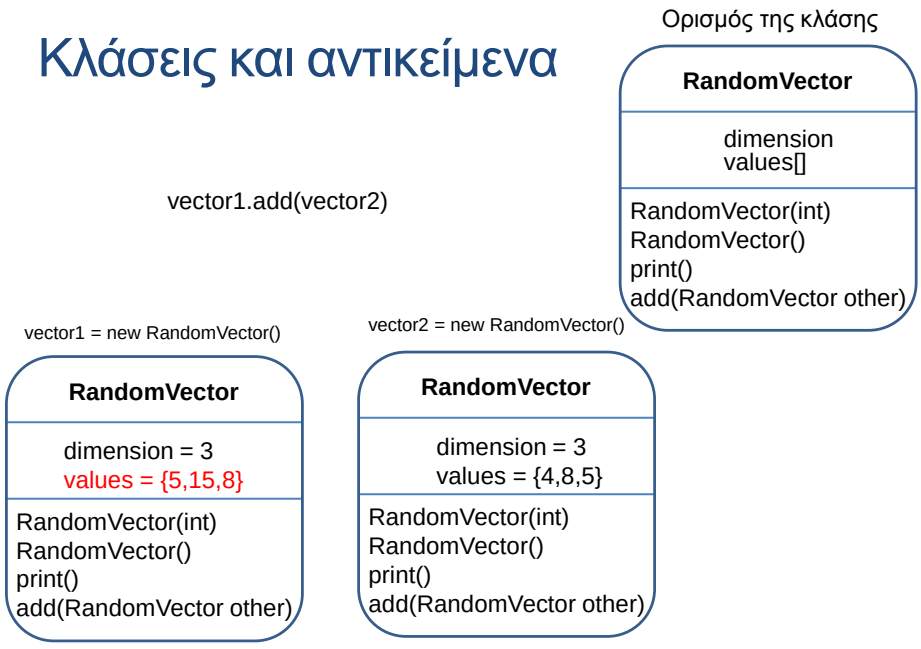
```
public void add(RandomVector other)
{
      if (this.dimension != other.dimension){
            return;
      }
      for (int i=0; i < dimension; i++){
        this.values[i] += other.values[i];
      }
}
```

Έχουμε πρόσβαση στα πεδία του other γιατί είναι της ίδιας κλάσης με το αντικείμενο που καλεί την add

Κλάσεις και αντικείμενα



Κλάσεις και αντικείμενα



Η εντολή exit

Χρησιμοποιείται για σοβαρά λάθη για να σταματάει την εκτέλεση του προγράμματος.

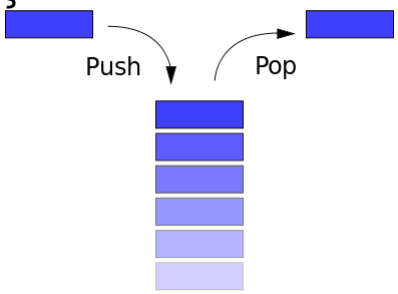
```
public RandomVector(int dimension)
{
      if (dimension < 0){
            System.out.println("Illegal dimension");
            System.exit(-1);
      }
      this.dimension = dimension;
      values = new int[dimension];
      fillValues();
}
```

Αν δώσουμε αρνητική διάσταση το πρόγραμμα μας θα σταματήσει.

Το -1 εξυπηρετεί σαν κωδικός λάθους, μπορείτε να βάλετε όποια τιμή θέλετε.

Παράδειγμα ADT: Στοίβα (Stack)

- Η Στοίβα είναι μια συλλογή δεδομένων η οποία επιτρέπει τις εξής λειτουργίες:
  - push(element): προσθέτει ένα νέο στοιχείο στην κορυφή της στοίβας
  - pop(): αφαιρεί και επιστρέφει το στοιχείο το οποίο βρίσκεται στην κορυφή της στοίβας.
  - isEmpty(): ελέγχει αν η στοίβα είναι άδεια και επιστρέφει true ή false
- Η Στοίβα υλοποιεί την πολιτική Last-In-First-Out (LIFO) στη σειρά που μας δίνει τα στοιχεία
  - Χρήσιμο σε διάφορες εφαρμογές, π.χ., για τη δέσμευση μνήμης στην κλήση συναρτήσεων



Υλοποίηση

- Θα υλοποιήσουμε μια Στοίβα ακεραίων χρησιμοποιώντας ένα πίνακα (Στοιβα συγκεκριμένης χωρητικότητας)
  - Τι πεδία πρέπει να ορίσουμε?
  - Τι μεθόδους?

```
class Stack
{
	private int capacity;
	private int size = 0;
	private int[] elements;

	public Stack(int capacity){
		this.capacity = capacity;
		elements = new int[capacity];
	}

	public void push(int element){
		if (size == capacity){
			System.out.println("Cannot enter any more elements");
			return;
		}
		elements[size] = element;
		size ++;
	}

	public int pop(){
		if (size == 0){
			System.out.println("No elements to pop");
			return -1;
		}
		size -- ;
		return elements[size];
	}

	public boolean isEmpty(){
		return (size == 0);
	}
}
```

Εφαρμογές

- Υπολόγισε την δυαδική μορφή ενός ακεραίου.
- Υπολογίστε την συνάρτηση:

$f(x) = 2f(x-1) + 2x + 1,\ f(0) = 1,$

για x=5

```
class Binary
{
	public static void main(String[] args)
	{
		Stack myStack = new Stack(100);
		int number = 1973;

		while (number > 0){
			myStack.push(number%2);
			number = number/2;
		}

		while (!myStack.isEmpty()){
			System.out.print(myStack.pop());
		}
	}
}
```

Επεκτάσεις

- Πως θα ορίσουμε την μέθοδο equals?
- Πως θα ορίσουμε τη μέθοδο toString?

Μαθήματα από το εργαστήριο

- Όταν η εκφώνηση σας ζητάει να φτιάξετε μία μέθοδο που παίρνει σαν όρισμα μια κλάση που έχουμε ορίσει, αυτό σημαίνει ότι θέλουμε σαν όρισμα το αντικείμενο της κλάσης.
  - Στο εργαστήριο η μέθοδος deposit έπρεπε να πάρει σαν όρισμα μια επιταγή, δηλαδή ένα αντικείμενο της κλάσης Check.
  - ΟΧΙ το όνομα και το ποσό
- Για να διαβάσουμε τα πεδία του αντικειμένου χρησιμοποιούμε τις μεθόδους πρόσβασης (accessor methods)
  - Στο παράδειγμα μας τις μεθόδους getName και getAmount.

Η μέθοδος deposit

```
public boolean deposit(Check depositCheck){
      if (this.name.equals(depositCheck.getName())){
            this.amount += depositCheck.getAmount();
            return true;
      }
      return false;
}
```

ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΤΟΙΒΑ ΚΑΙ ΣΩΡΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΩΣ ΟΡΙΣΜΑΤΑ

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

new

- Όπως είδαμε για να δημιουργήσουμε ένα αντικείμενο χρειάζεται να καλέσουμε τη new.
  - Για τον πίνακα είπαμε ότι έτσι δίνουμε χώρο στον πίνακα και δεσμεύουμε την απαιτούμενη μνήμη.
- Τι ακριβώς συμβαίνει όταν καλούμε την new?

Η μνήμη του υπολογιστή

- Η κύρια μνήμη (main memory) του υπολογιστή κρατάει τα δεδομένα (και τις εντολές) για την εκτέλεση των προγραμμάτων.
  - Η μνήμη είναι προσωρινή, τα δεδομένα χάνονται όταν ολοκληρωθεί το πρόγραμμα.
- Η μνήμη είναι χωρισμένη σε bytes (8 bits)
  - Ο χώρος που χρειάζεται για ένα χαρακτήρα ASCII.
- Το κάθε byte έχει μια διεύθυνση, με την οποία μπορούμε να προσπελάσουμε τη συγκεκριμένη θέση μνήμης
  - Random Access Memory (RAM)
  - Σε 32-bit συστήματα μια διεύθυνση είναι 32 bits, σε 64-bit συστήματα μια διεύθυνση είναι 64 bits.

Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
0000	'a'
0001	'b'
0010	'c'
0011	'd'
0100	'e'
0101	'f'
0110	'g'
0111	'h'

Αποθήκευση μεταβλητών

- Η κύρια μνήμη (main memory) του υπολογιστή κρατάει τις μεταβλητές ενός προγράμματος
- Μια μεταβλητή μπορεί να απαιτεί χώρο περισσότερο από 1 byte.
  - Π.χ., οι μεταβλητές τύπου double χρειάζονται 8 bytes.
  - Η μεταβλητή τότε αποθηκεύεται σε συνεχόμενα bytes στη μνήμη.
- Η θέση μνήμης (διεύθυνση) της μεταβλητής θεωρείται το πρώτο byte από το οποίο ξεκινάει η αποθήκευση του της μεταβλητής.
  - Στο παράδειγμα μας η μεταβλητή βρίσκεται στη θέση 0000
  - Αν ξέρουμε την αρχή και το μέγεθος της μεταβλητής μπορούμε να τη διαβάσουμε.
- Άρα μία θέση μνήμης αποτελείται από μία διεύθυνση και το μέγεθος.

Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
0000	8.5
0001	
0010	
0011	
0100	
0101	
0110	
0111	

Αποθήκευση μεταβλητών πρωταρχικού τύπου

- Για τις μεταβλητές πρωταρχικού τύπου (char, int, double,…) ξέρουμε εκ των προτέρων το μέγεθος της μνήμης που χρειαζόμαστε.
- Όταν ο μεταγλωττιστής δει τη δήλωση μιας μεταβλητής πρωταρχικού τύπου δεσμεύει μια θέση μνήμης αντίστοιχου μεγέθους
  - Η δήλωση μιας μεταβλητής ουσιαστικά δίνει ένα όνομα σε μία θέση μνήμης
  - Συχνά λέμε η θέση μνήμης x για τη μεταβλητή x.

```
int x = 5;
int y = 3;
```

	Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
x	0000	5
	0001	
	0010	
	0011	
y	0100	3
	0101	
	0110	
	0111	

Αποθήκευση αντικειμένων

- Για τα αντικείμενα δεν ξέρουμε πάντα εκ των προτέρων το μέγεθος της μνήμης που θα πρέπει να δεσμεύσουμε.

```
String s; // δεν ξερουμε το μέγεθος του s
s = "ab"; // το s έχει μέγεθος 2 χαρακτήρες
s = "abc"; // το s έχει μέγεθος 3 χαρακτήρες
```

- Παρομοίως αν δηλώσουμε

```
int[] A;
```

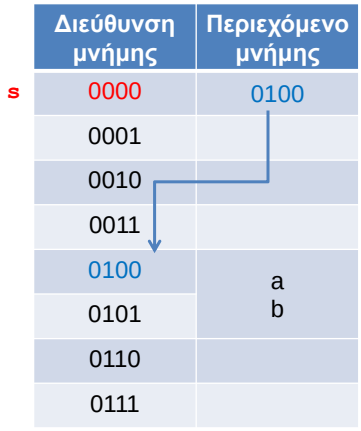
μας λέει ότι έχουμε ένα πίνακα από ακέραιους αλλά δεν μας λέει πόσο μεγάλος θα είναι αυτός ο πίνακας.

```
A = new int[2];
A = new int[3];
```

Αποθήκευση αντικειμένων

- Οι θέσεις μνήμης των αντικειμένων κρατάνε μια διεύθυνση στο χώρο στον οποίο αποθηκεύεται το αντικείμενο
- Η διεύθυνση αυτή λέγεται αναφορά.
- Οι αναφορές είναι παρόμοιες με τους δείκτες σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού με τη διαφορά ότι η Java δεν μας αφήνει να πειράξουμε τις διευθύνσεις.
  - Εμείς χρησιμοποιούμε μόνο τη μεταβλητή του αντικειμένου, όχι το περιεχόμενο της
  - Το dereferencing το κάνει η Java αυτόματα.

```
String s = "ab";
```



Παράδειγμα - πινάκες

```
int[] A;
A = new int[2];
A = new int[3];
```

Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
0000	
0001	
0010	
0011	
0100	
0101	
0110	
0111	

Παράδειγμα - πινάκες

```
int[] A;
A = new int[2];
A = new int[3];
```

Η δεσμευμένη λέξη null σημαίνει μια κενή αναφορά (δεν δείχνει πουθενά)

	Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
A	0000	null
	0001	
	0010	
	0011	
	0100	
	0101	
	0110	
	0111	

Παράδειγμα - πινάκες

```
int[] A;
A = new int[2];
A = new int[3];
```

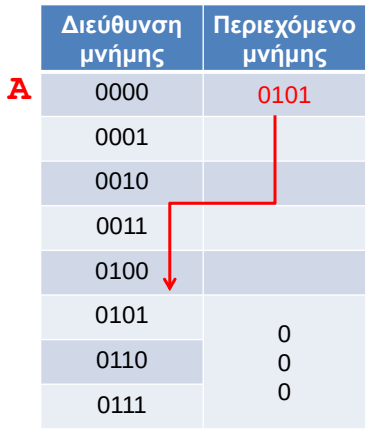
Με την εντολή new δεσμεύουμε δύο θέσεις ακεραίων και η αναφορά του A δείχνει σε αυτό το χώρο που δεσμεύσαμε

	Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
A	0000	0011
	0001	
	0010	
	0011	0
	0100	0
	0101	
	0110	
	0111	

Παράδειγμα - πινάκες

```
int[] A;
A = new int[2];
A = new int[3];
```

Με νέα κλήση της new δεσμεύουμε νέο χώρο για το Α, και αν δεν έχουμε κρατήσει την προηγούμενη αναφορά σε κάποια άλλη μεταβλητή τότε χάνεται (garbage collection)



Αντικείμενα κλάσεων

- Τι γίνεται με τα αντικείμενα κλάσεων που ορίσαμε εμείς?
- Παράδειγμα: Η κλάση Person (ToyClass από το βιβλίο).

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

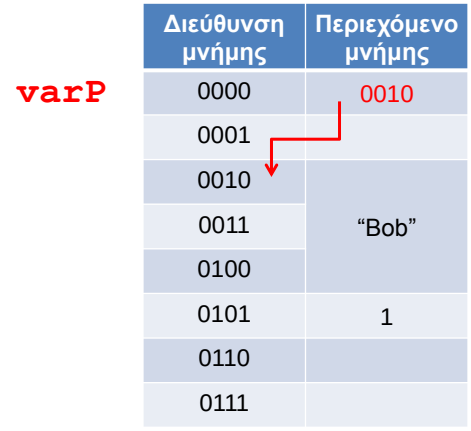
    public Person(String initName, int initNumber){
        name = initName;
        number = initNumber;
    }

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

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

Παράδειγμα

```
Person varP = new Person("Bob", 1);
```



Αναθέσεις μεταξύ αντικειμένων

Τι θα τυπώσει το παρακάτω πρόγραμμα?

```
Person varP1 = new Person("Bob", 1);
Person varP2;
varP2 = varP1;
varP2.set("Ann",2);
System.out.println(varP1);
```

Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
0000	
0001	
0010	
0011	
0100	
0101	
0110	
0111	

Αναθέσεις μεταξύ αντικειμένων

```
Person varP1 = new Person("Bob", 1);
Person varP2;
varP2 = varP1;
varP2.set("Ann",2);
System.out.println(varP1);
```

	Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
varP1	0000	0010
	0001	
	0010	"Bob"
	0011	
	0100	
	0101	1
	0110	
	0111	

Αναθέσεις μεταξύ αντικειμένων

```
Person varP1 = new Person("Bob", 1);
Person varP2;
varP2 = varP1;
varP2.set("Ann",2);
System.out.println(varP1);
```

	Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
varP1	0000	0010
varP2	0001	null
	0010	"Bob"
	0011	
	0100	
	0101	1
	0110	
	0111	

Αναθέσεις μεταξύ αντικειμένων

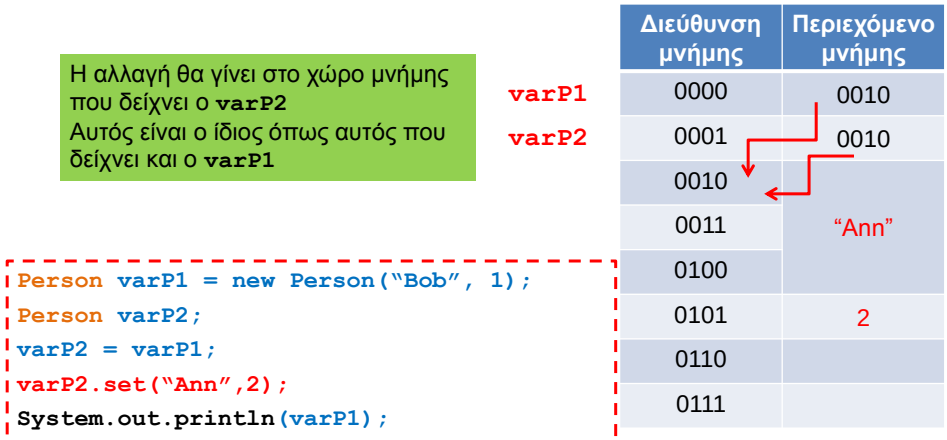
```
Person varP1 = new Person("Bob", 1);
Person varP2;
varP2 = varP1;
varP2.set("Ann",2);
System.out.println(varP1);
```

	Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
varP1	0000	0010
varP2	0001	0010
	0010	"Bob"
	0011	
	0100	
	0101	1
	0110	
	0111	

Αναθέσεις μεταξύ αντικειμένων

Η αλλαγή θα γίνει στο χώρο μνήμης που δείχνει ο **varP2**
Αυτός είναι ο ίδιος όπως αυτός που δείχνει και ο **varP1**

```
Person varP1 = new Person("Bob", 1);
Person varP2;
varP2 = varP1;
varP2.set("Ann",2);
System.out.println(varP1);
```

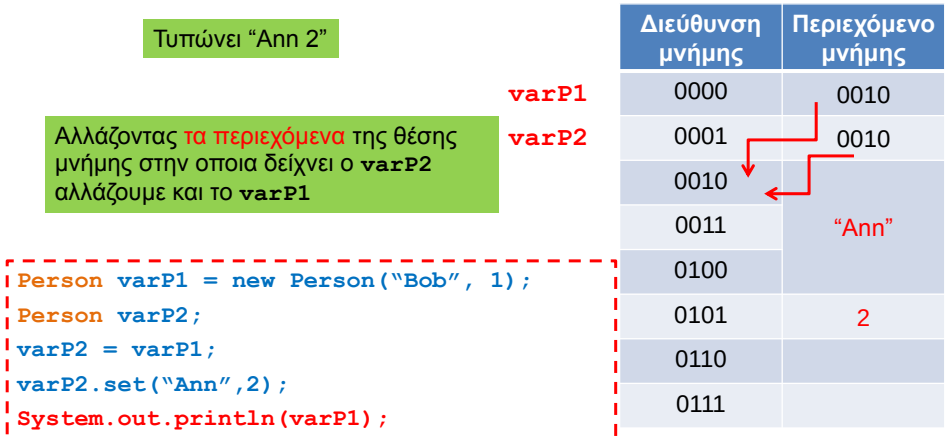


Αναθέσεις μεταξύ αντικειμένων

Τυπώνει "Ann 2"

Αλλάζοντας τα περιεχόμενα της θέσης μνήμης στην οποια δείχνει ο **varP2** αλλάζουμε και το **varP1**

```
Person varP1 = new Person("Bob", 1);
Person varP2;
varP2 = varP1;
varP2.set("Ann",2);
System.out.println(varP1);
```



Equals

- Έχουμε πει ότι όταν ελέγχουμε ισότητα μεταξύ αντικειμένων (π.χ., Strings) πρέπει να γίνεται μέσω της μεθόδου equals και όχι με το ==
- Η συζήτηση με τις αναφορές εξηγεί γιατί η σύγκριση με == δε δουλεύει

- Η σύγκριση με == συγκρίνει αν δύο αναφορές είναι ίδιες και όχι αν τα περιεχόμενα των θέσεων μνήμης στις οποίες δείχνουν οι αναφορές είναι ίδια.

Αντικείμενα ως παράμετροι

- Όταν περνάμε παραμέτρους σε μία μέθοδο το πέρασμα γίνεται πάντα δια τιμής (call-by-value)
  - Δηλαδή απλά περνάμε τα περιεχόμενα της θέσης μνήμης της συγκεκριμένης μεταβλητής.
  - Για μεταβλητές πρωταρχικού τύπου, αλλαγές στην τιμή της παραμέτρου δεν αλλάζουν την μεταβλητή που περάσαμε σαν όρισμα.

- Τι γίνεται όμως αν η παράμετρος είναι ένα αντικείμενο?
  - Τα περιεχόμενα της θέσης μνήμης μιας μεταβλητής-αντικείμενο είναι μια αναφορά.
  - Αν μέσα στην μέθοδο αλλάξουν τα περιεχόμενα του αντικειμένου (εκεί που δείχνει η αναφορά) τότε αλλάζει και η μεταβλητή-αντικείμενο που περάσαμε.

Παράδειγμα

```
public class ClassParameterDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Person aPerson = new Person("Mr. White", 1);
        System.out.println(aPerson);
        Person anotherperson = new Person("Heisnberg", 2);
        System.out.println(
                "Now we call copier with aPerson as argument.");
        anotherPerson.copier(aPerson);
        System.out.println(aPerson);
    }
}
```

Τι θα τυπώσει?

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

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

}
```

Heisenberg 2

Εξήγηση

```
Person aPerson = new
    Person("Mr. White", 1);
Person anotherPerson = new
    Person("Heisenberg", 2);
```

	Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
aPerson	0010	0200
anotherPerson	0011	0300
	0100	
	…	
	0200	"Mr. White" 1
	0300	"Heisenberg" 2
	0110	
	0111	

Εξήγηση

	Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
aPerson	0010	0200
anotherPerson	0011	0300
other	0100	0200
	…	
	0200	"Mr. White" 1
	0300	"Heisenberg" 2
	0110	
	0111	

```
anotherPerson.copier(aPerson);
```

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

    public void copier(Person other)
    {
        other.name = name;
        other.number = number;
    }
}
```

other = aPerson

Εξήγηση

	Διεύθυνση μνήμης	Περιεχόμενο μνήμης
aPerson	0010	0200
anotherPerson	0011	0300
other	0100	0200
	…	
	0200	"Heisenberg" 2
	0300	"Heisenberg" 2
	0110	
	0111	

```
anotherPerson.copier(aPerson);
```

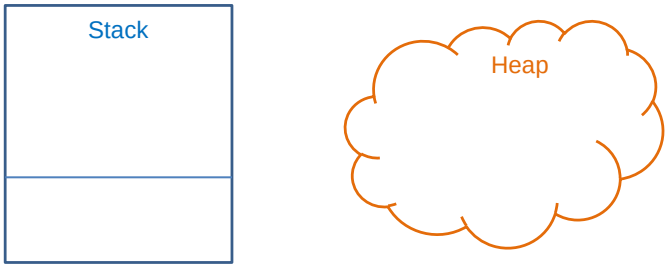
```
public class Person
{
    private String name;
    private int number;

    public void copier(Person other)
    {
        other.name = name;
        other.number = number;
    }
}
```

ΣΤΟΙΒΑ ΚΑΙ ΣΩΡΟΣ

Διαχείριση μνήμης από το JVM

- Η μνήμη χωρίζεται σε δύο τμήματα
  - Τη στοίβα (stack) που χρησιμοποιείται για να κρατάει πληροφορία για τις τοπικές μεταβλητές κάθε μεθόδου/block.
  - Το σωρό (heap) που χρησιμοποιείται για να δεσμεύουμε μνήμη για τα αντικείμενα

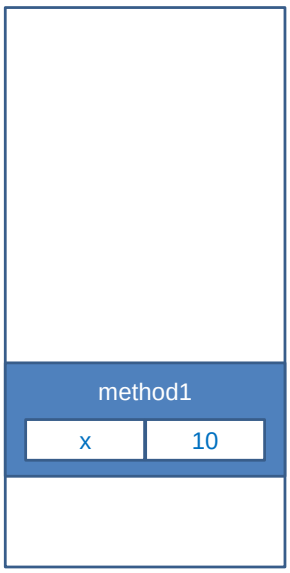


Stack

- Κάθε φορά που καλείται μία μέθοδος, δημιουργείται ένα «πλαίσιο» (frame) για την μέθοδο στη στοίβα
  - Δημιουργείται ένας χώρος μνήμης που αποθηκεύει τις παραμέτρους και τις τοπικές μεταβλητές της μεθόδου.
- Αν η μέθοδος καλέσει μία άλλη μέθοδο θα δημιουργηθεί ένα νέο πλαίσιο και θα τοποθετηθεί (push) στην κορυφή της στοίβας.
- Όταν βγούμε από την μέθοδο το πλαίσιο αφαιρείται (pop) από την κορυφή της στοίβας και επιστρέφουμε στην προηγούμενη μέθοδο
- Στη βάση της στοίβας είναι η μέθοδος main.

Παράδειγμα

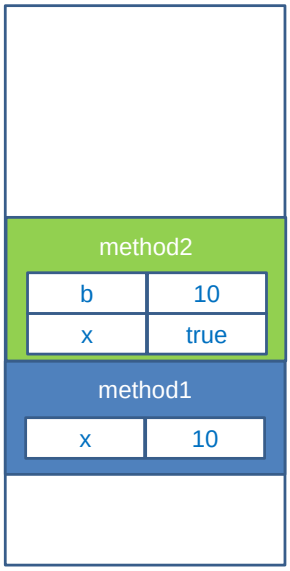
```
public void method1(){
  int x = 10;
  method2(x);
}
```



Παράδειγμα

```
public void method1(){
  int x = 10;
  method2(x);
}

public void method2(int b){
  boolean x = true;
  method3();
}
```

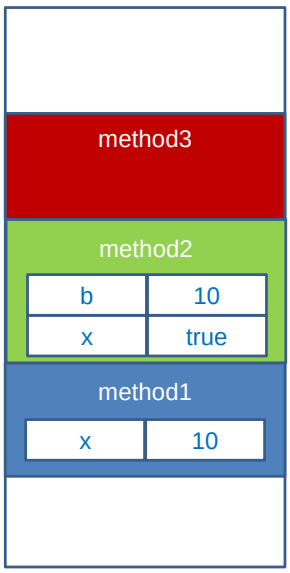


Παράδειγμα

```
public void method1(){
  int x = 10;
  method2(x);
}

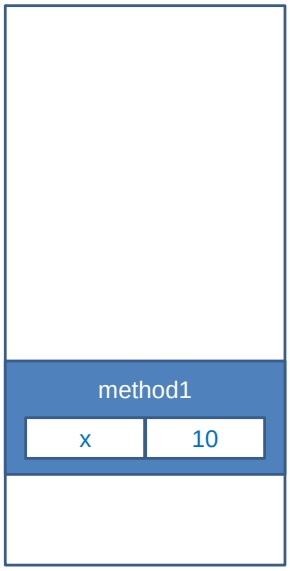
public void method2(int b){
  boolean x = true;
  method3();
}

public void method3()
{…}
```



Παράδειγμα

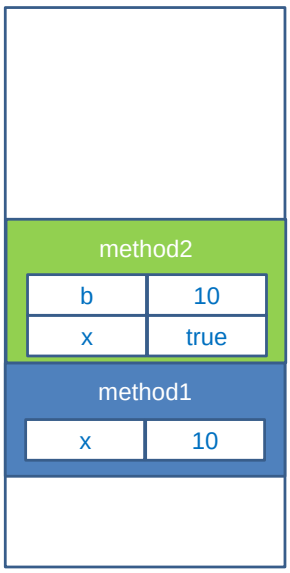
```
public void method1(){
  int x = 10;
  method2(x);
  method3();
}
```



Παράδειγμα

```
public void method1(){
  int x = 10;
  method2(x);
  method3()
}

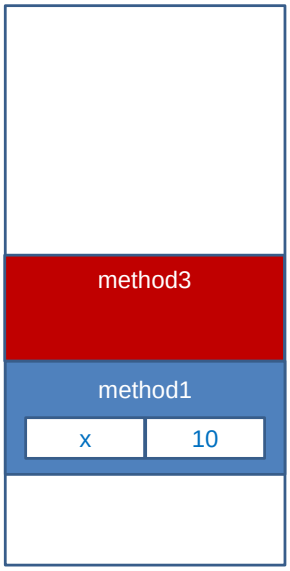
public void method2(int b){
  boolean x = (b==10);
  ...
}
```



Παράδειγμα

```
public void method1(){
  int x = 10;
  method2(x);
}

public void method3()
{…}
```

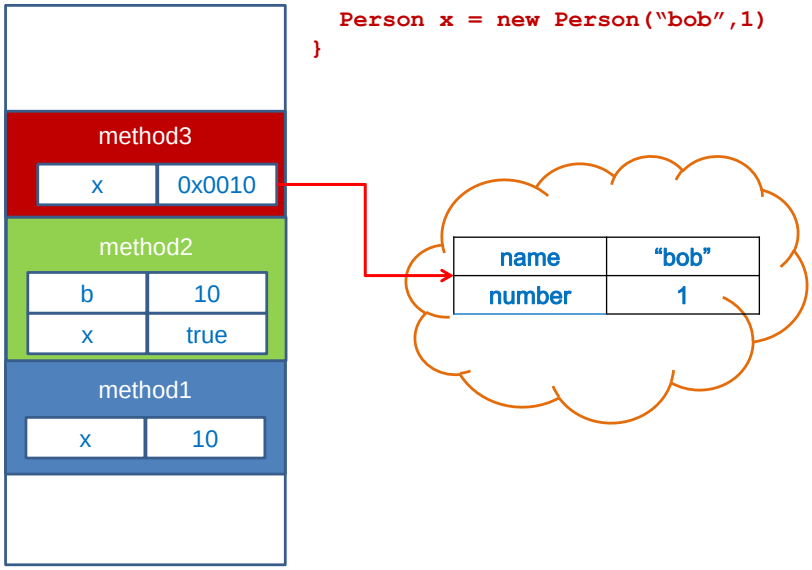


Heap

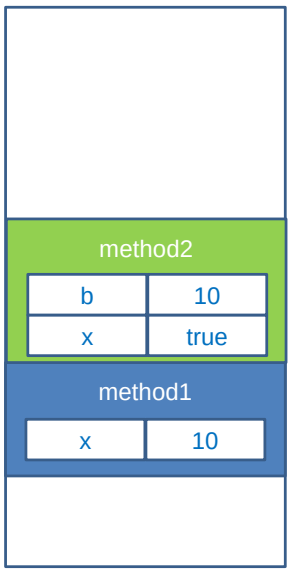
- Όταν μέσα σε μία μέθοδο δημιουργούμε ένα αντικείμενο με την new γίνονται τα εξής
  - στο πλαίσιο (frame) της μεθόδου (στη στοίβα) υπάρχει μια τοπική μεταβλητή που κρατάει την αναφορά στο αντικείμενο
  - Η κλήση της new δεσμεύει χώρο μνήμης στο σωρό (heap) για να κρατήσει τα πεδία του αντικειμένου.
  - Η αναφορά δείχνει στη θέση μνήμης που δεσμεύτηκε.

Παράδειγμα

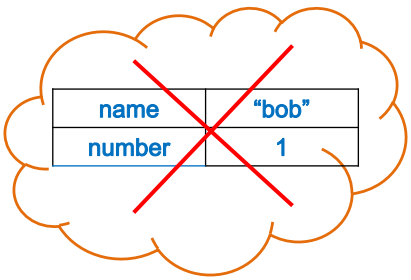
```
public void method3()
{
  Person x = new Person("bob",1)
}
```



Παράδειγμα



Όταν επιστρέφουμε από την μέθοδο method3 η αναφορά προς το αντικείμενο Person παύει να υπάρχει.

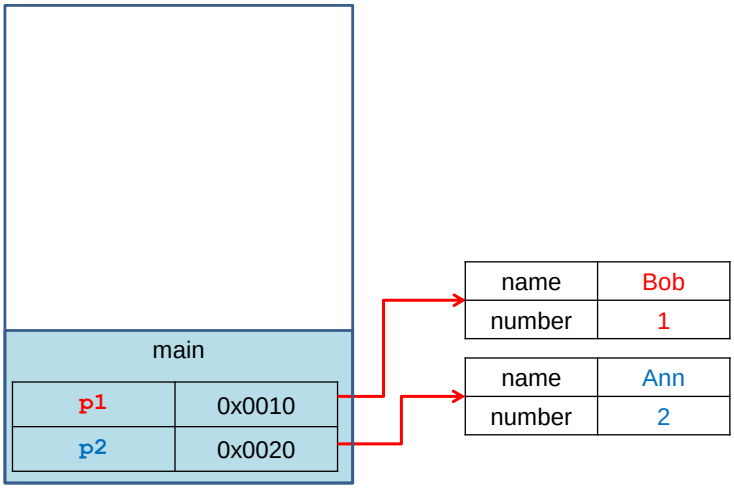


Αν δεν υπάρχουν άλλες αναφορές στο αντικείμενο τότε ο garbage collector αποδεσμεύει τη μνήμη του αντικειμένου

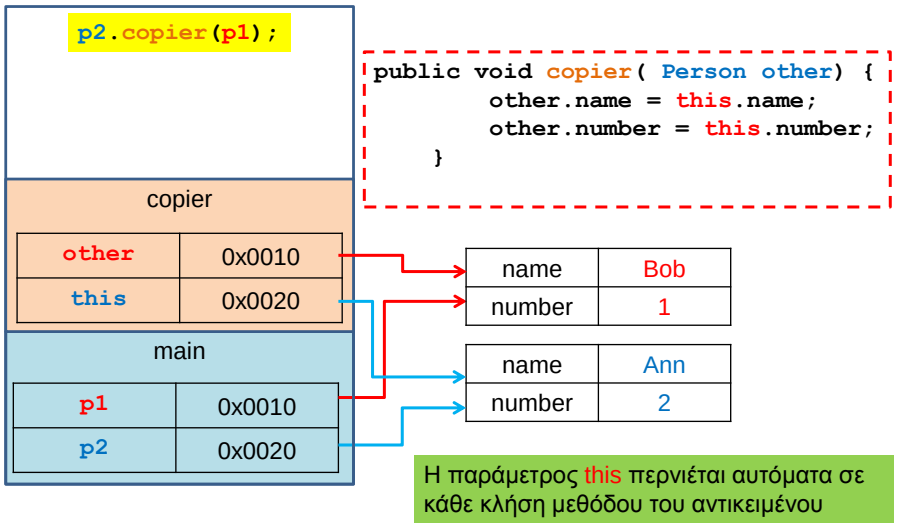
Παράδειγμα

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

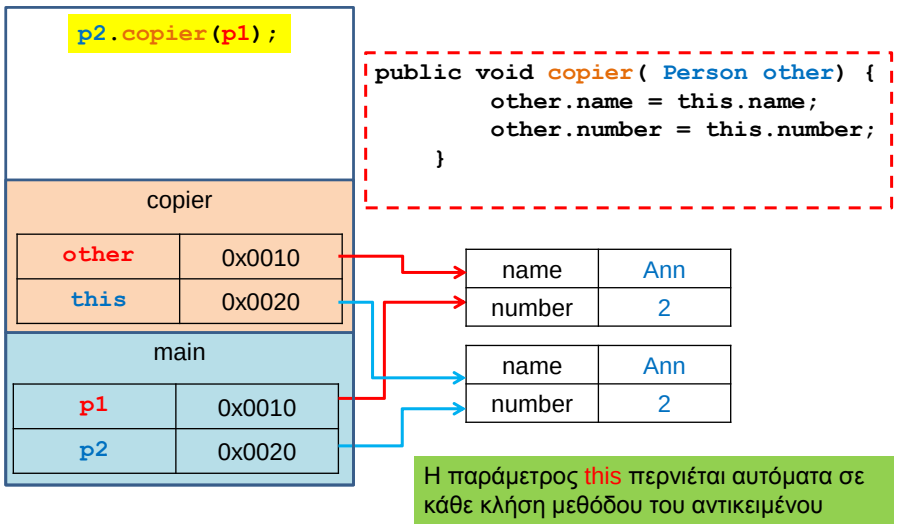
Εξέλιξη του προγράμματος



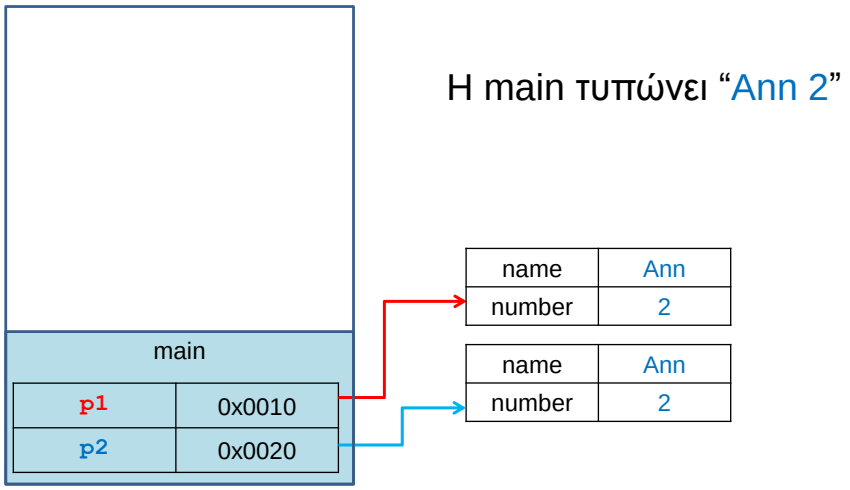
Εξέλιξη του προγράμματος



Εξέλιξη του προγράμματος



Εξέλιξη του προγράμματος



Η main τυπώνει “Ann 2”

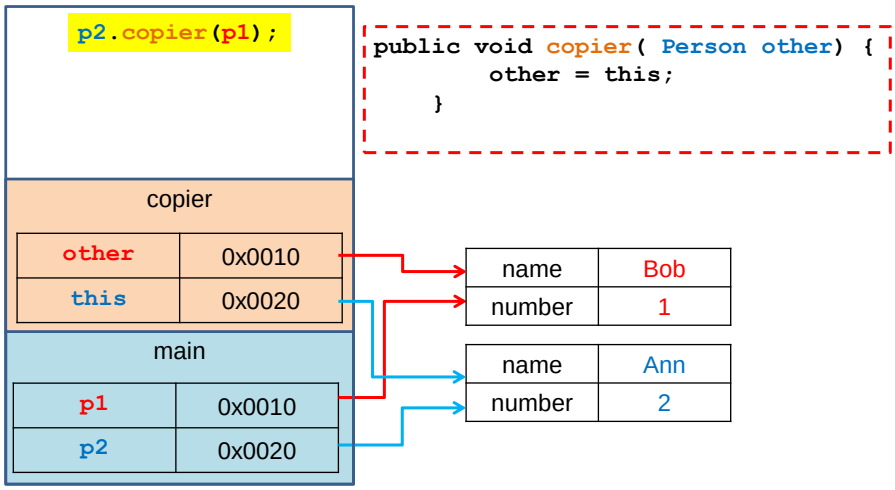
Μια άλλη υλοποίηση της copier

```
public void copier( Person other) {
        other = this;
    }
```

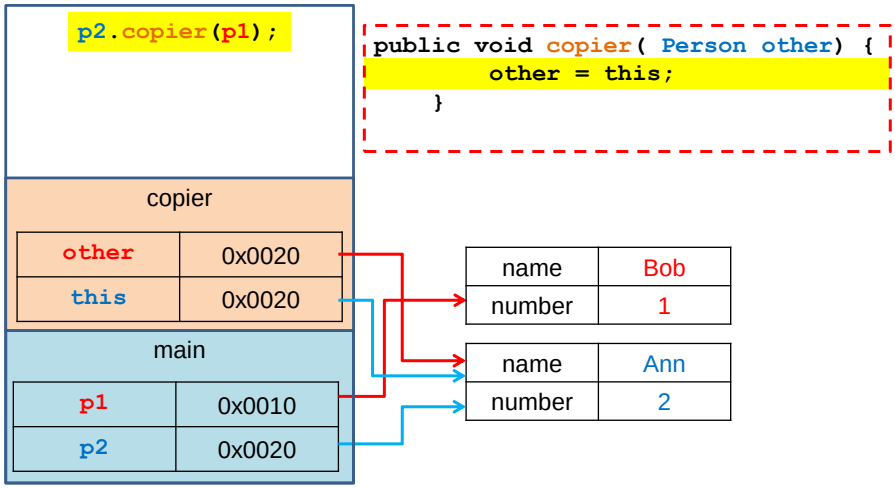
```
public class ClassParameterDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Person p1 = new Person("Bob", 1);
        Person p2 = new Person("Ann", 2);
        p2.copier(p1);
        System.out.println(p1);
     }
}
```

Τι θα τυπώσει?

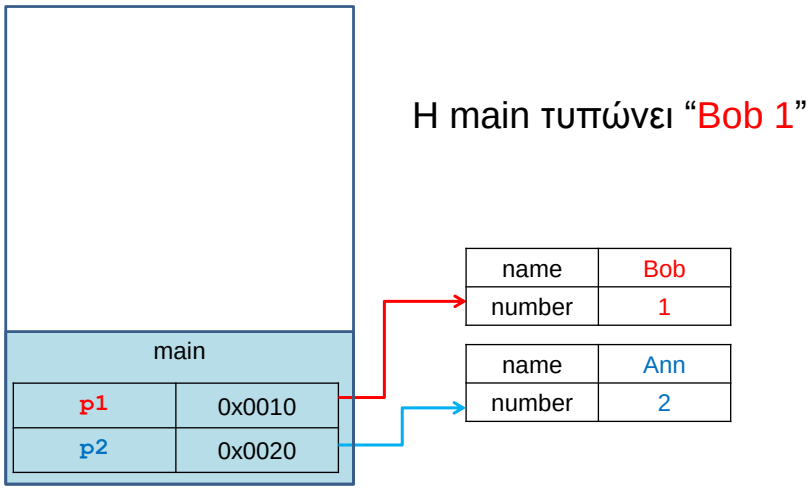
Εξέλιξη του προγράμματος



Εξέλιξη του προγράμματος



Εξέλιξη του προγράμματος



Η main τυπώνει “Bob 1”

Μια ακόμη υλοποίηση της copier

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

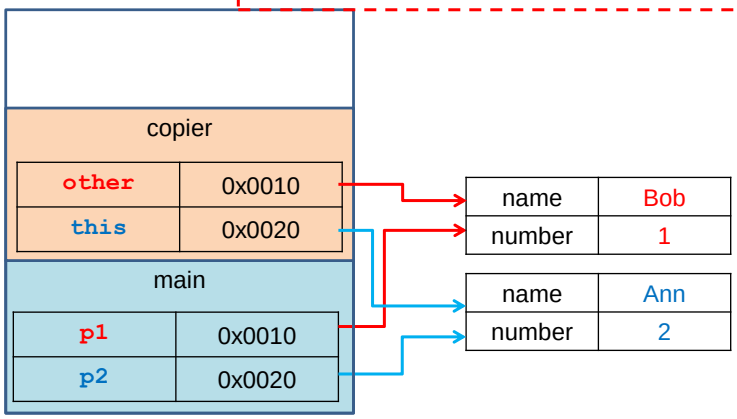
```
public class ClassParameterDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Person p1 = new Person("Bob", 1);
        Person p2 = new Person("Ann", 2);
        p2.copier(p1);
        System.out.println(p1);
     }
}
```

Τι θα τυπώσει?

Εξέλιξη του προγράμματος

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

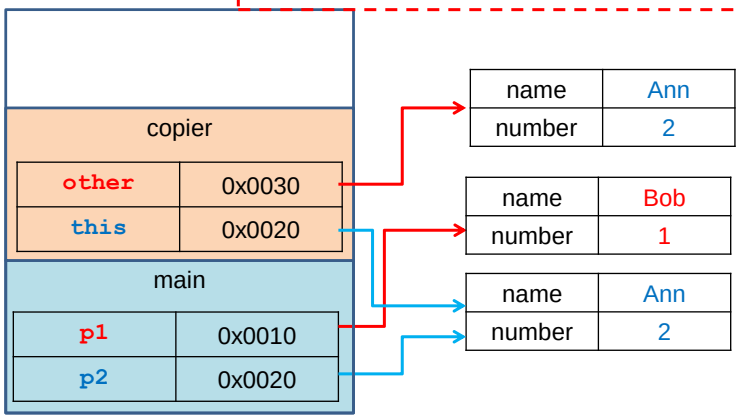
```
public void copier( Person other) {
  other = new Person(this.name, this.number);
}
```



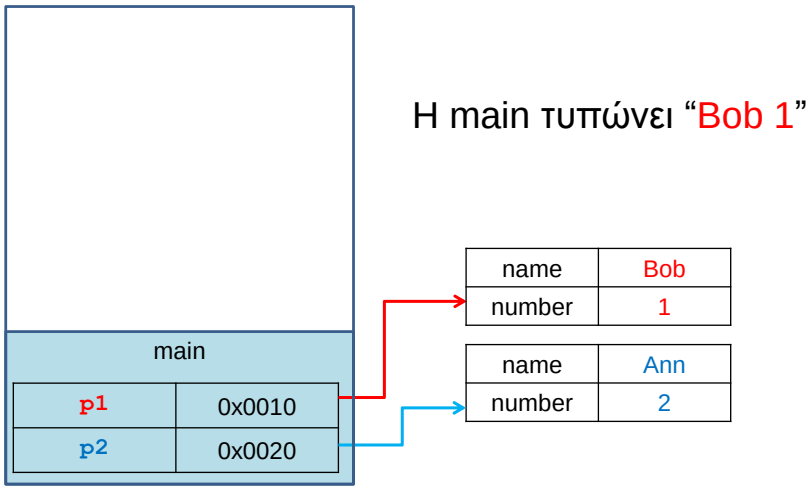
Εξέλιξη του προγράμματος

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

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



Εξέλιξη του προγράμματος



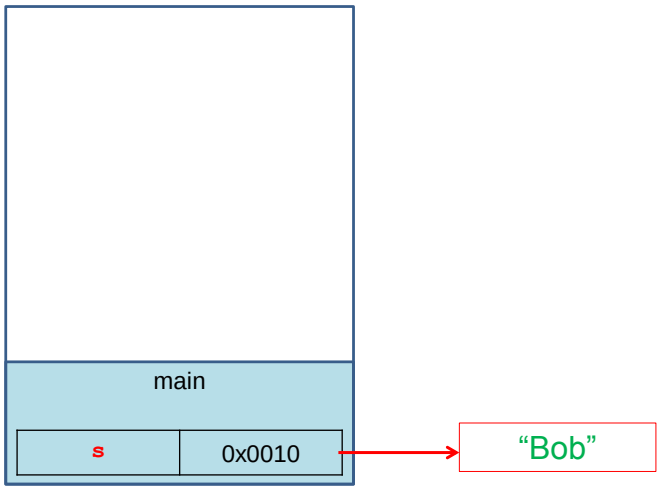
Άλλο ένα παράδειγμα

```
public class StringParameterDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        String s = "Bob";
        changeString(s);
        System.out.println(s);
     }

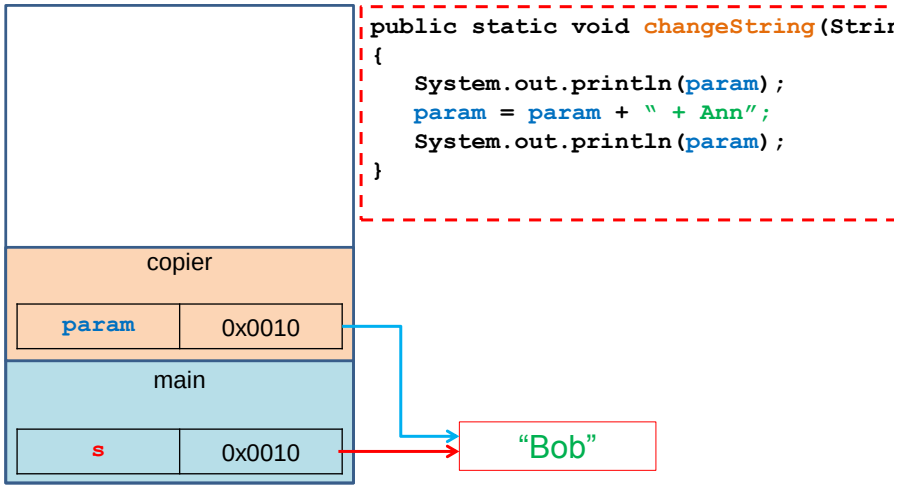
    public static void changeString(String param)
    {
        System.out.println(param);
        param = param + " + Ann";
        System.out.println(param);
    }
}
```

Τι θα τυπώσει?

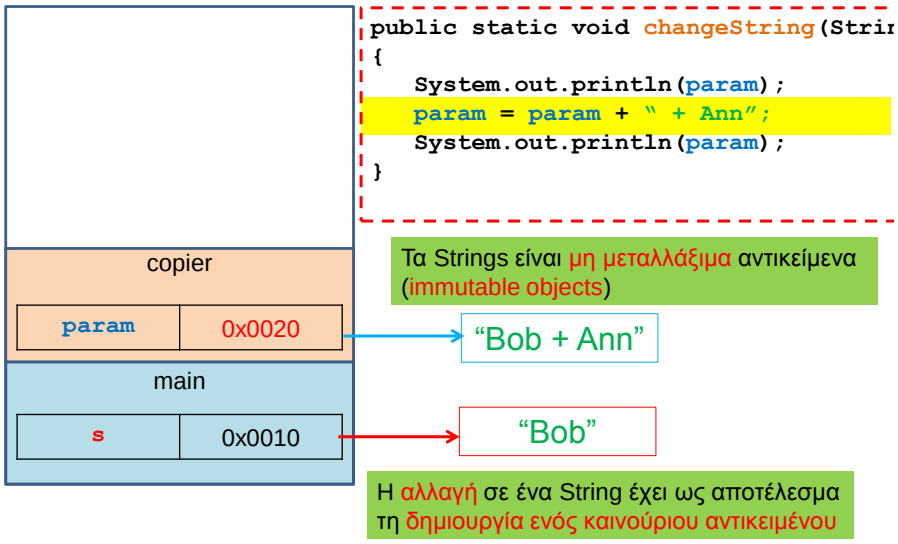
Εξέλιξη του προγράμματος



Εξέλιξη του προγράμματος



Εξέλιξη του προγράμματος



ΑΝΑΦΟΡΕΣ, ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΑΝΑΦΟΡΩΝ, ΒΑΘΕΙΑ ΚΑΙ ΡΗΧΑ ΑΝΤΙΓΡΑΦΑ

Αντικείμενα ως παράμετροι

- Όταν περνάμε παραμέτρους σε μία μέθοδο το πέρασμα γίνεται πάντα δια τιμής (call-by-value)
  - Δηλαδή απλά περνάμε τα περιεχόμενα της θέσης μνήμης της συγκεκριμένης μεταβλητής.
  - Για μεταβλητές πρωταρχικού τύπου, αλλαγές στην τιμή της παραμέτρου δεν αλλάζουν την μεταβλητή που περάσαμε σαν όρισμα.
- Τι γίνεται όμως αν η παράμετρος είναι ένα αντικείμενο?
  - Τα περιεχόμενα της θέσης μνήμης μιας μεταβλητής-αντικείμενο είναι μια αναφορά.
  - Αν μέσα στην μέθοδο αλλάξουν τα περιεχόμενα του αντικειμένου (εκεί που δείχνει η αναφορά) τότε αλλάζει και η μεταβλητή-αντικείμενο που περάσαμε.

```
class ArrayVar
{
  public static void main(String[] args){
    int[] array = {1,2,3};
    int x = 5;

    increment(array);
    for (int i = 0; i < array.length; i ++){
      System.out.print(array[i] + " ");
    }
    System.out.println("");

    increment(x);
    System.out.println("x: " + x);

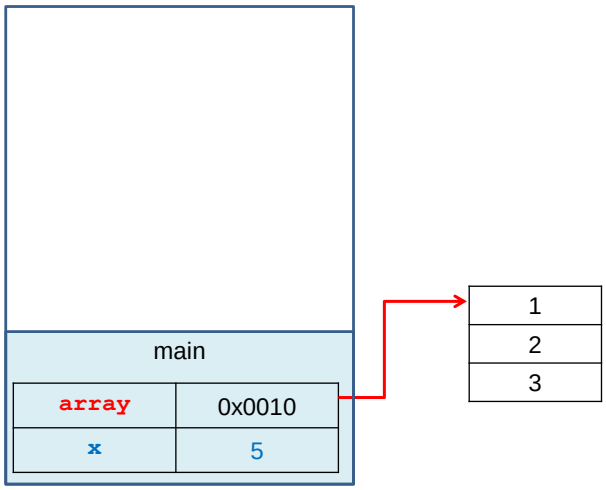
  }

  public static void increment(int[] array){
    for (int i = 0; i < array.length; i ++){
      array[i] ++;
      System.out.print(array[i] + " ");
    }
    System.out.println("");
  }

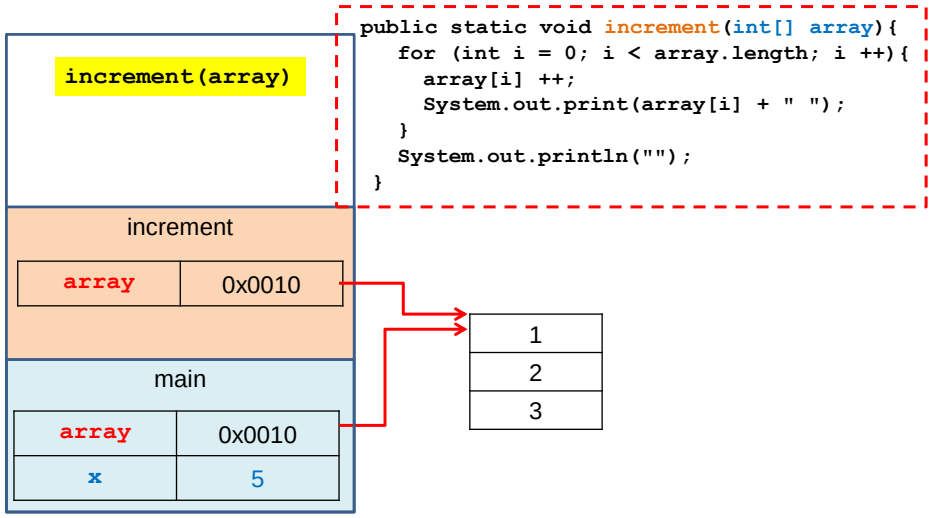
  public static void increment(int x)
  {
    x ++ ;
    System.out.println("x: " + x);
  }
}
```

Τι θα τυπώσει?

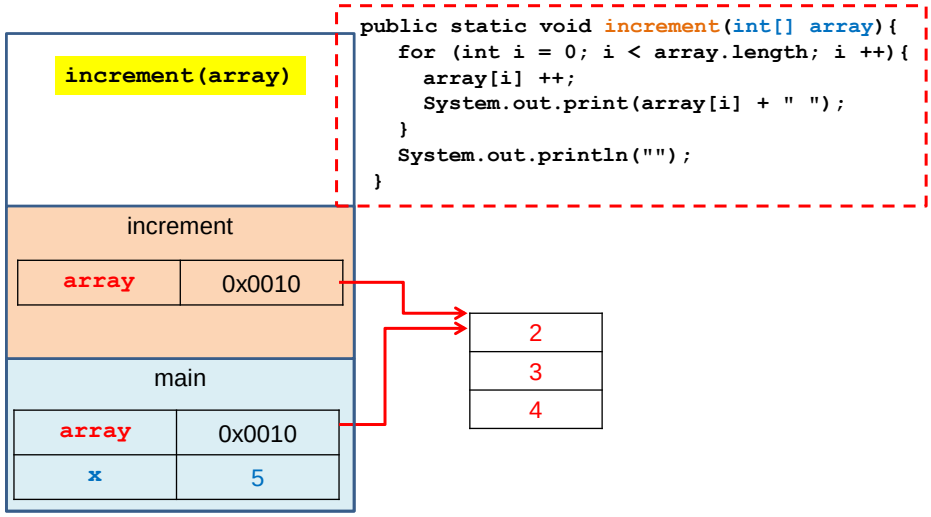
Πέρασμα παραμέτρων



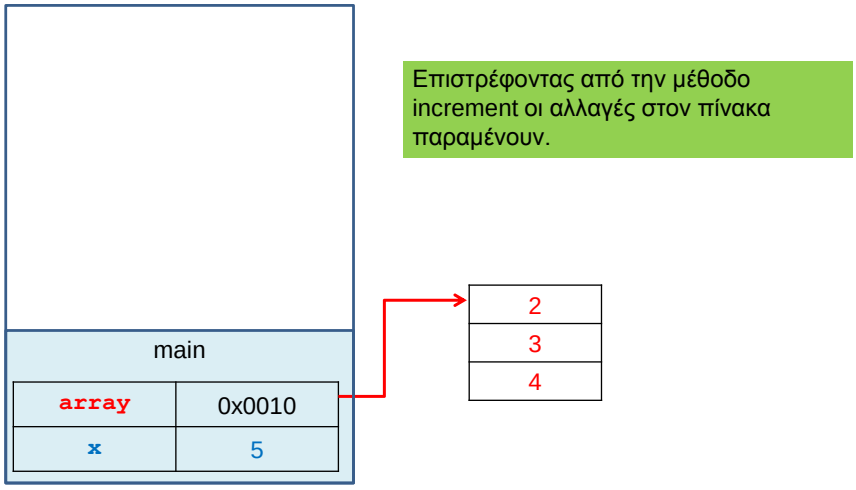
Πέρασμα παραμέτρων



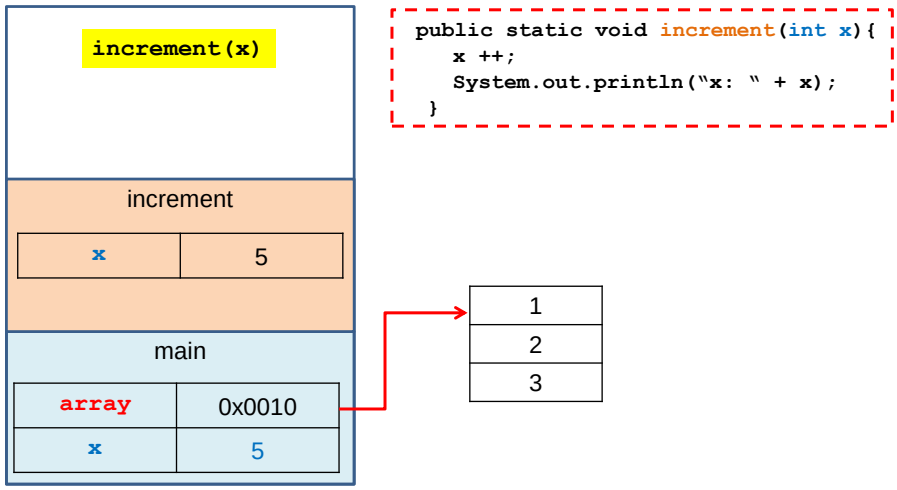
Πέρασμα παραμέτρων



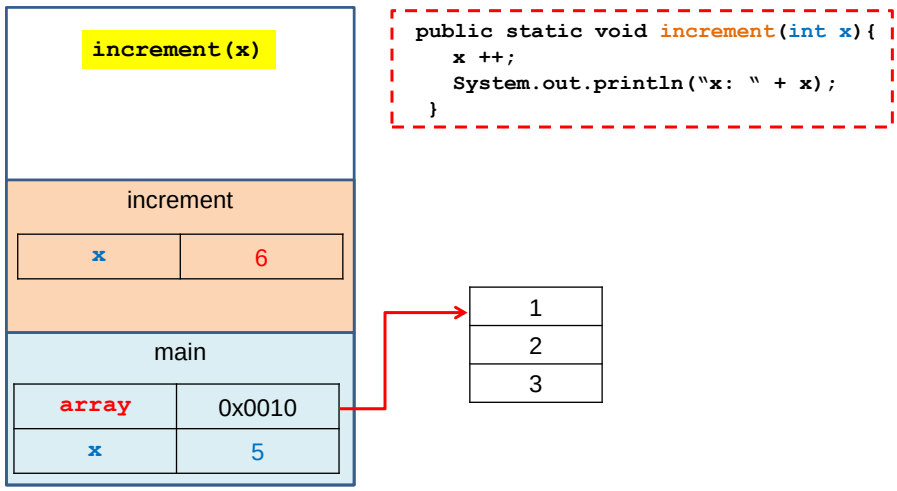
Πέρασμα παραμέτρων



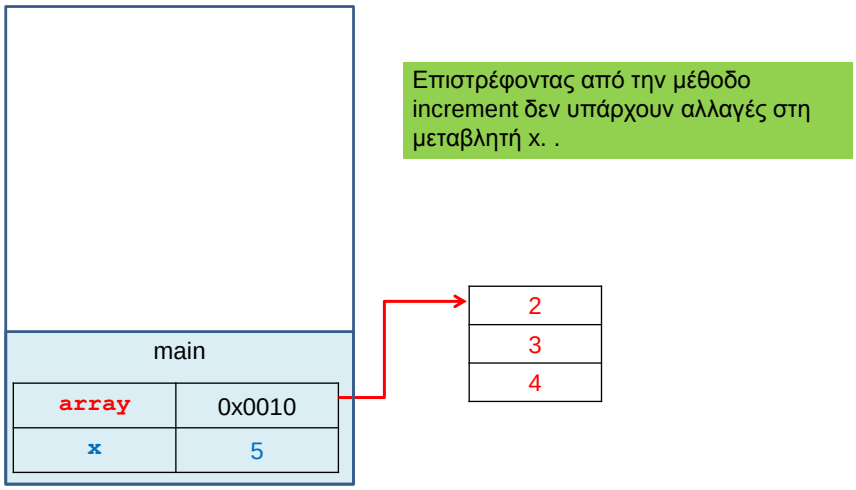
Πέρασμα παραμέτρων



Πέρασμα παραμέτρων



Πέρασμα παραμέτρων



Επιστρέφοντας από την μέθοδο increment δεν υπάρχουν αλλαγές στη μεταβλητή x. .

```
class ClassWithStrings
{
        String s = "abc";

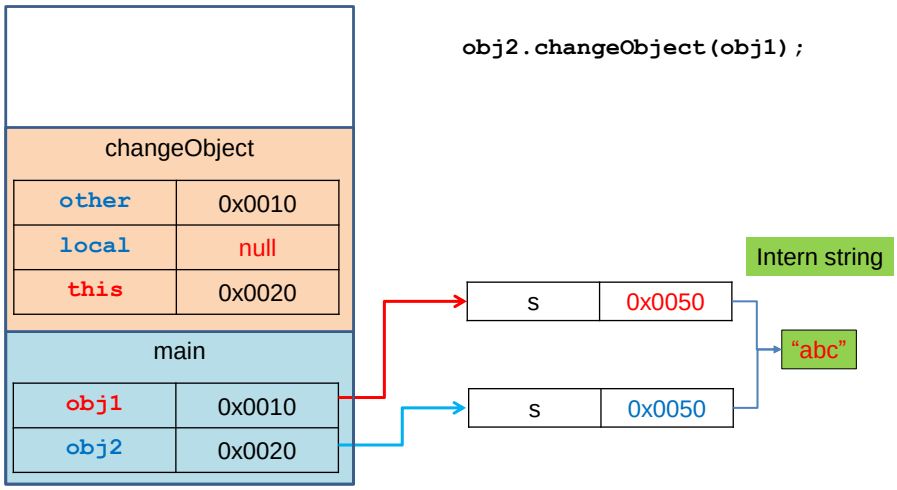
        public void changeObject(ClassWithStrings other){
                String local = new String("local");
                other.s = local;
                local = "new";
                s = local;
        }

        public String toString(){
                return s;
        }
}

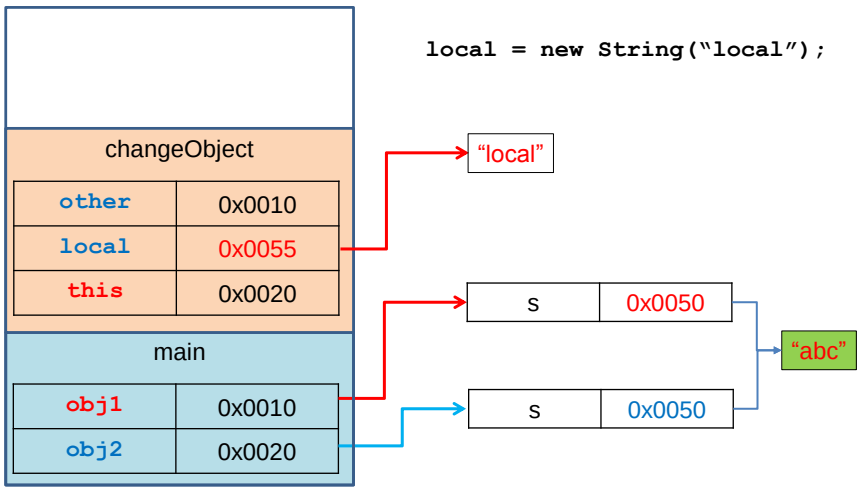
class StringTest
{
        public static void main(String[] args){
                ClassWithStrings obj1 = new ClassWithStrings();
                ClassWithStrings obj2 = new ClassWithStrings();
                obj2.changeObject(obj1);
                System.out.println(obj1);
                System.out.println(obj2);
        }
}
```

Τι θα τυπώσει?

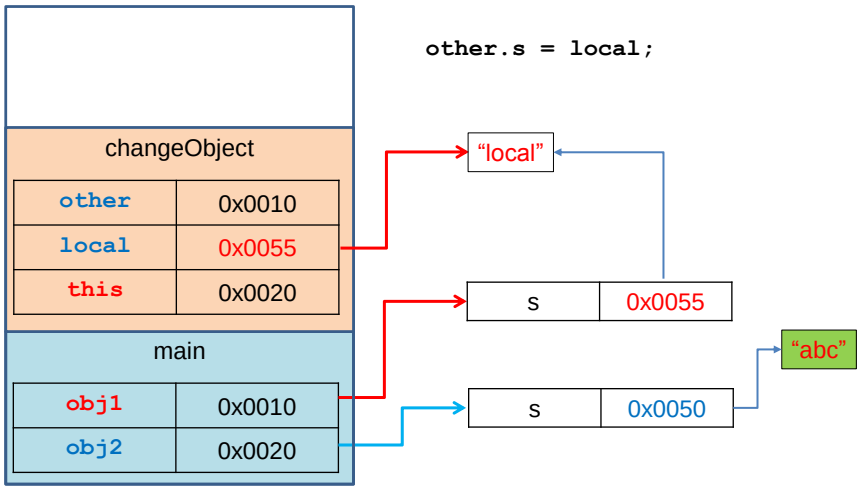
Εξέλιξη του προγράμματος



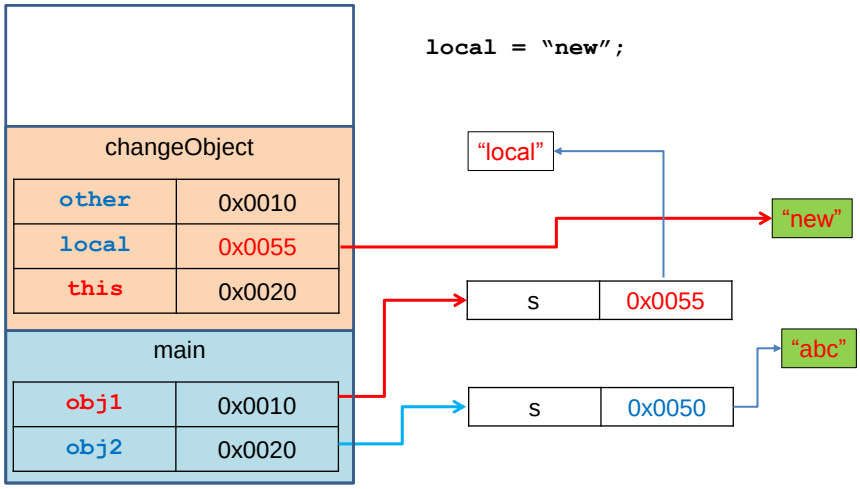
Εξέλιξη του προγράμματος



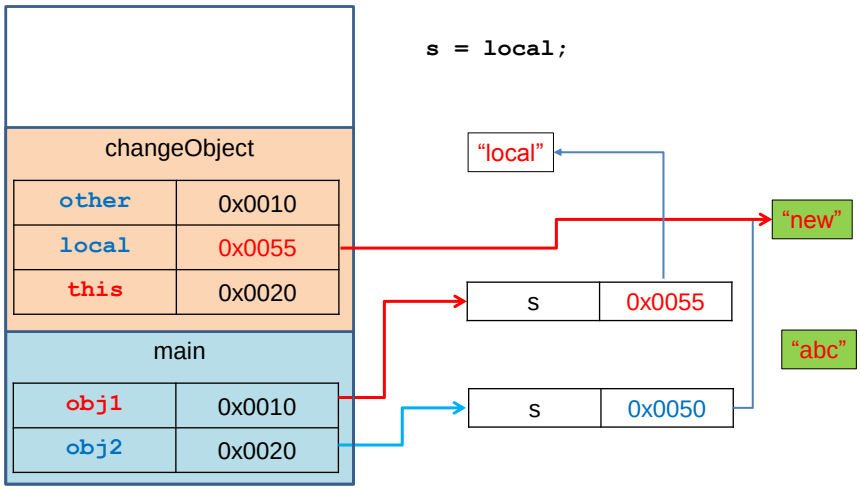
Εξέλιξη του προγράμματος



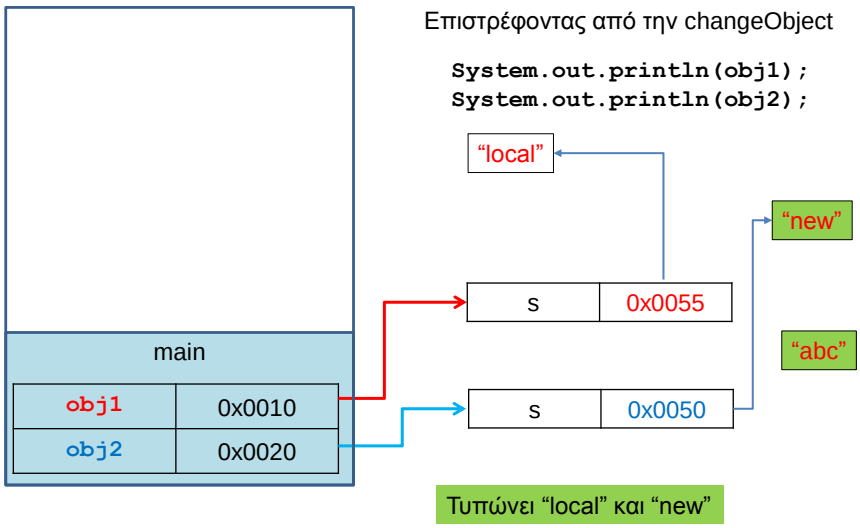
Εξέλιξη του προγράμματος



Εξέλιξη του προγράμματος



Εξέλιξη του προγράμματος



Equals

- Έχουμε πει ότι όταν ελέγχουμε ισότητα μεταξύ αντικειμένων (π.χ., Strings) πρέπει να γίνεται μέσω της μεθόδου equals και όχι με το ==
- Η συζήτηση με τις αναφορές εξηγεί γιατί η σύγκριση με == δε δουλεύει

- Η σύγκριση με == συγκρίνει αν δύο αναφορές είναι ίδιες και όχι αν τα περιεχόμενα των θέσεων μνήμης στις οποίες δείχνουν οι αναφορές είναι ίδια.

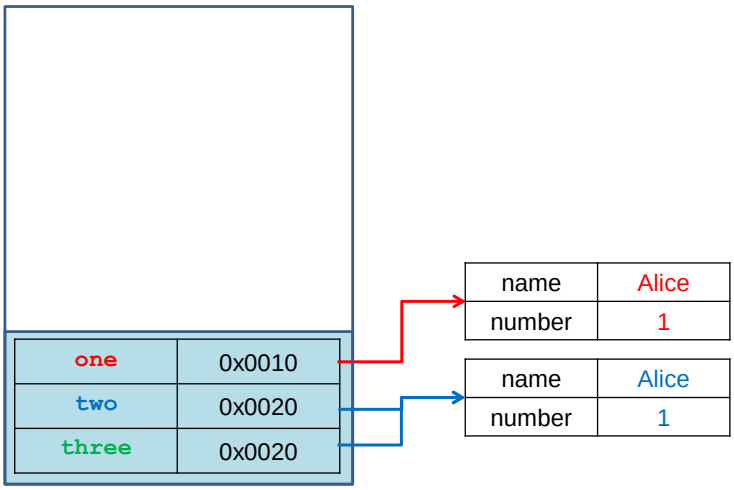
Παράδειγμα

- Τι θα τυπώσει ο παρακάτω κώδικας?

```
Person one = new Person("Alice", 1);
Person two = new Person("Alice",1);
Person three = two;
System.out.println(one == two);
System.out.println(two == three);
System.out.println(one == three);
System.out.println(one.equals(two));
System.out.println(two.equals(three));
System.out.println(one.equals(three));
```

```
false
true
false
true
true
true
```

Εξήγηση




```
class ClassWithStrings
{
        String s = "abc";

        public void changeObject(ClassWithStrings other){
                if (this.s == other.s){
                        System.out.println("Same");
                }else {
                        System.out.println("Different");
                }
                String local = new String("local");
                other.s = local;
                local = "local";
                s = local;
                if (this.s == other.s){
                        System.out.println("Same");
                }else {
                        System.out.println("Different");
                }
        }

}

class StringTest2
{
        public static void main(String[] args){
                ClassWithStrings obj1 = new ClassWithStrings();
                ClassWithStrings obj2 = new ClassWithStrings();
                obj2.changeObject(obj1);
        }
}
```

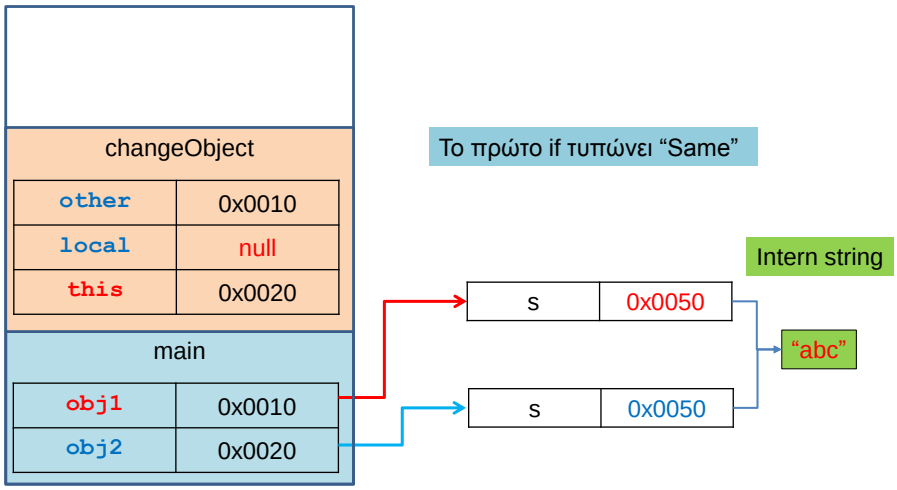
Η ανάθεση String σταθεράς έχει αποτέλεσμα την δημιουργία ενός intern string στο οποίο δείχνουν όλα τα strings στα οποία ανατίθεται η σταθερά.

Η ανάθεση String σταθεράς είναι διαφορετική από τη δημιουργία αντικειμένου με new

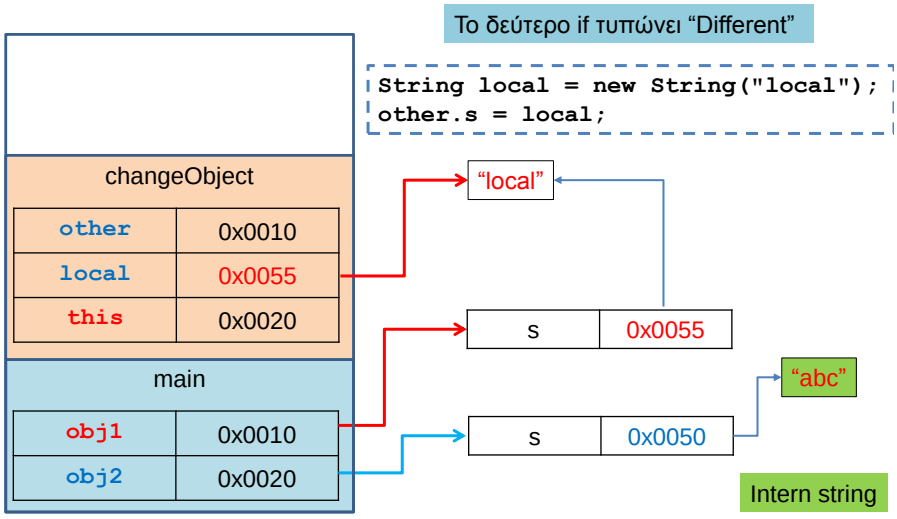
Η σταθερά δημιουργεί ένα νέο intern String

Τι θα τυπώσει?

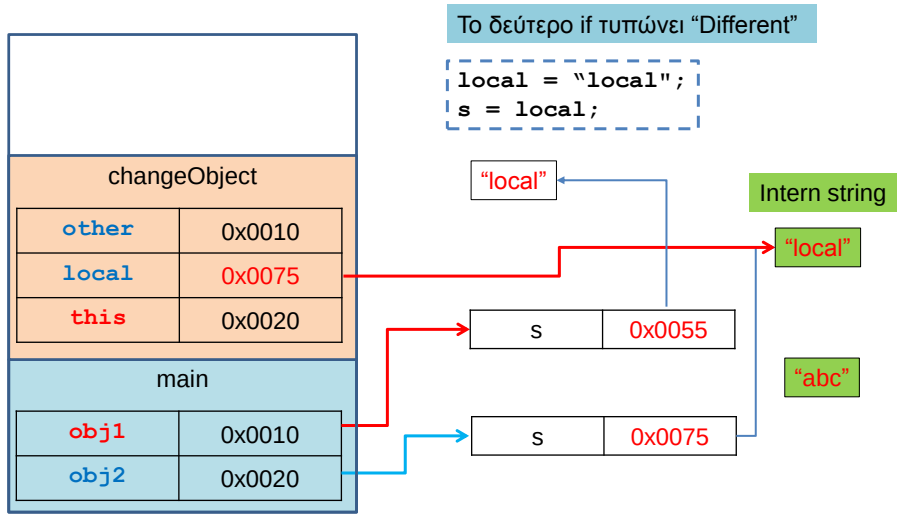
Εξέλιξη του προγράμματος



Εξέλιξη του προγράμματος



Εξέλιξη του προγράμματος




```
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 void copier( Person other) {
        other = new Person(this.name, this.number);
    }
}
```

Παράδειγμα

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

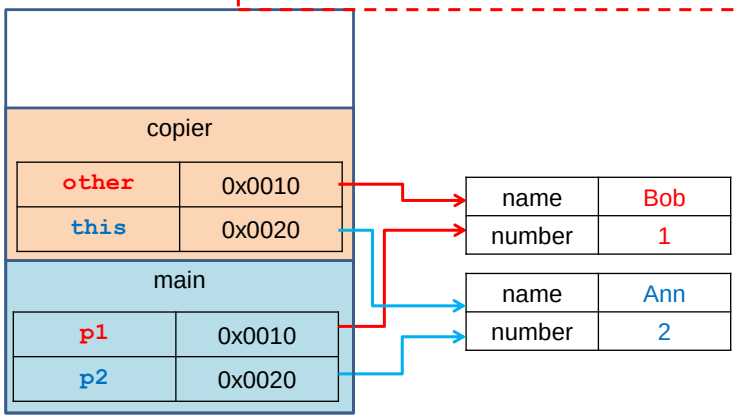
```
public class ClassParameterDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Person p1 = new Person("Bob", 1);
        Person p2 = new Person("Ann", 2);
        p2.copier(p1);
        System.out.println(p1);
     }
}
```

Τι θα τυπώσει?

Εξέλιξη του προγράμματος

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

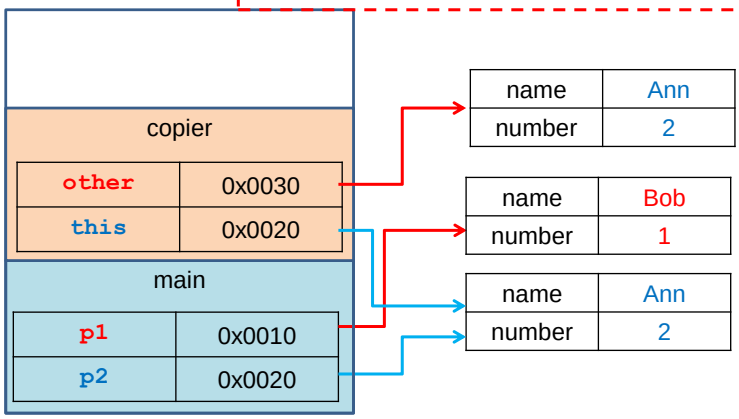
```
public void copier( Person other) {
 other = new Person(this.name, this.number);
}
```



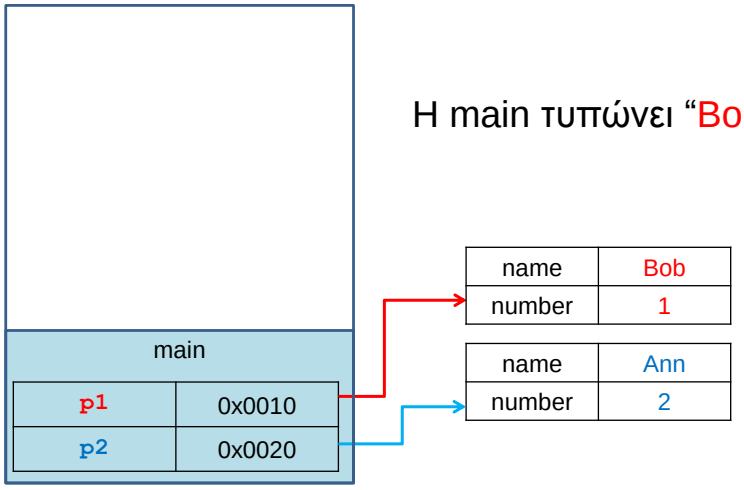
Εξέλιξη του προγράμματος

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

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



Εξέλιξη του προγράμματος



Η main τυπώνει “Bob 1”

Αλλαγή παραμέτρων

- Στο πρόγραμμα που είδαμε η νέα τιμή του other χάνεται όταν επιστρέφουμε από την συνάρτηση και η p1 παραμένει αμετάβλητη.
- Αυτό γιατί το πέρασμα των παραμέτρων γίνεται κατά τιμή, και η μεταβλητή other είναι τοπική. Ότι αλλαγή κάνουμε στην τιμή της θα έχει εμβέλεια μόνο μέσα στην copier.
  - Το νέο αντικείμενο που δημιουργήσαμε στην περίπτωση αυτή θα χαθεί άμα φύγουμε από τη μέθοδο εφόσον δεν υπάρχει κάποια αναφορά σε αυτό.
- Η αλλαγή στην τιμή της other είναι διαφορετική από την αλλαγή στα περιεχόμενα της διεύθυνσης στην οποία δείχνει η other
  - Οι αλλαγές στα περιεχόμενα αλλάζουν τον χώρο μνήμης στο σωρό (heap). Οι αλλαγές επηρεάζουν όλες τις αναφορές στο αντικείμενο.

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

```
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;
    }

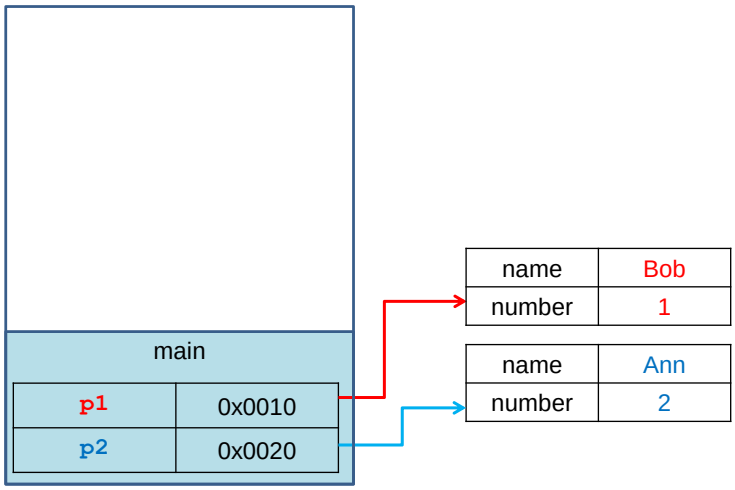
}
```

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);
     }
}
```

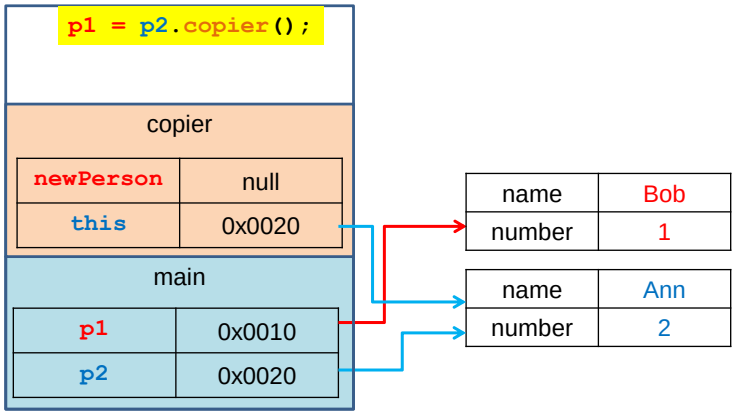
Τι θα τυπώσει?

Εξέλιξη του προγράμματος



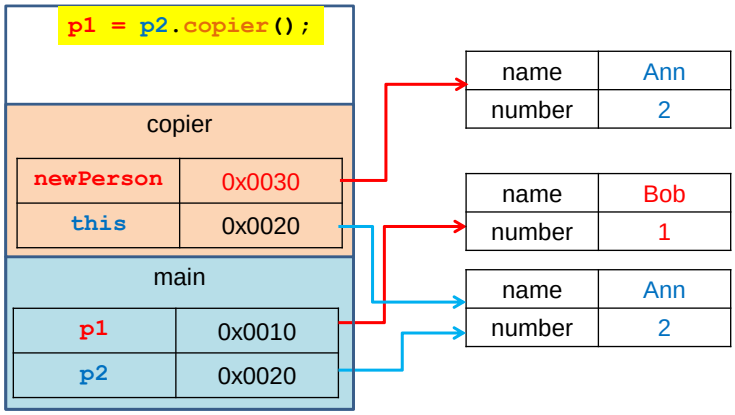
Εξέλιξη του προγράμματος

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



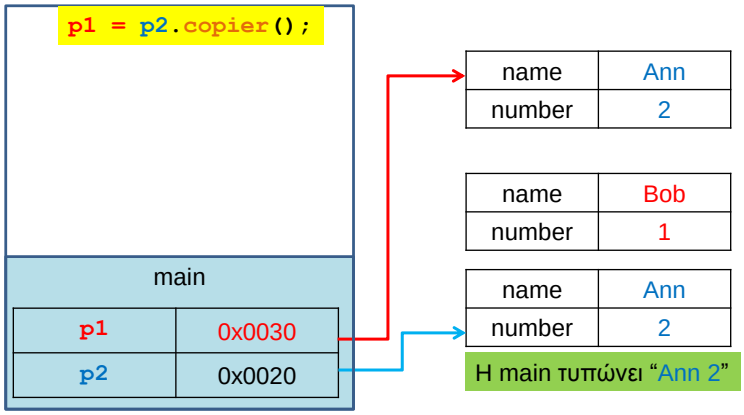
Εξέλιξη του προγράμματος

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



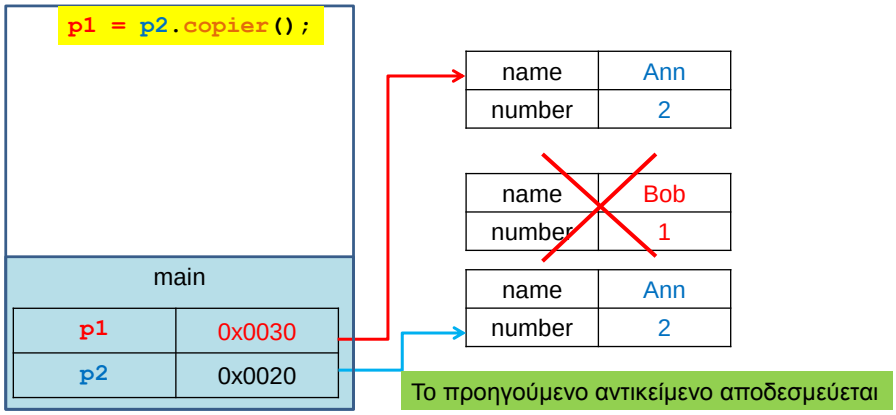
Εξέλιξη του προγράμματος

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



Εξέλιξη του προγράμματος

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



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!

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

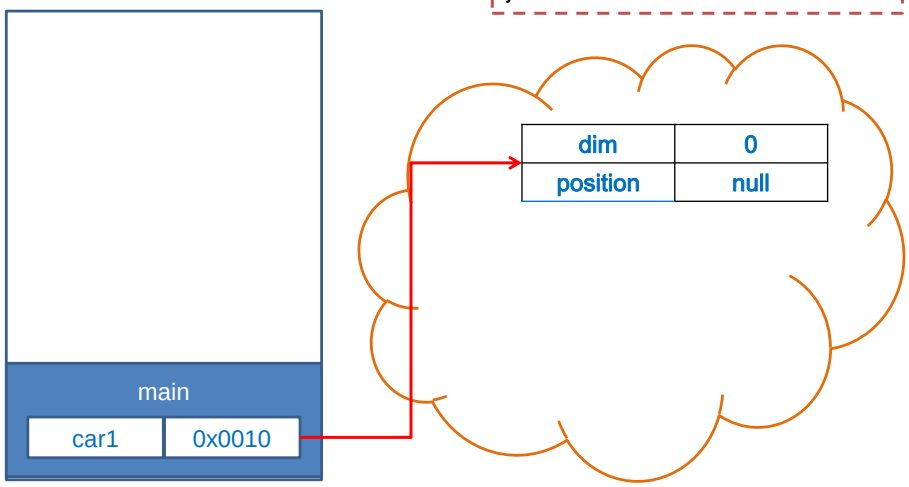
    public static void main(String args[]){
          Car car1 = new Car(2);
          car1.move();
          System.out.println(car1);
    }
}
```

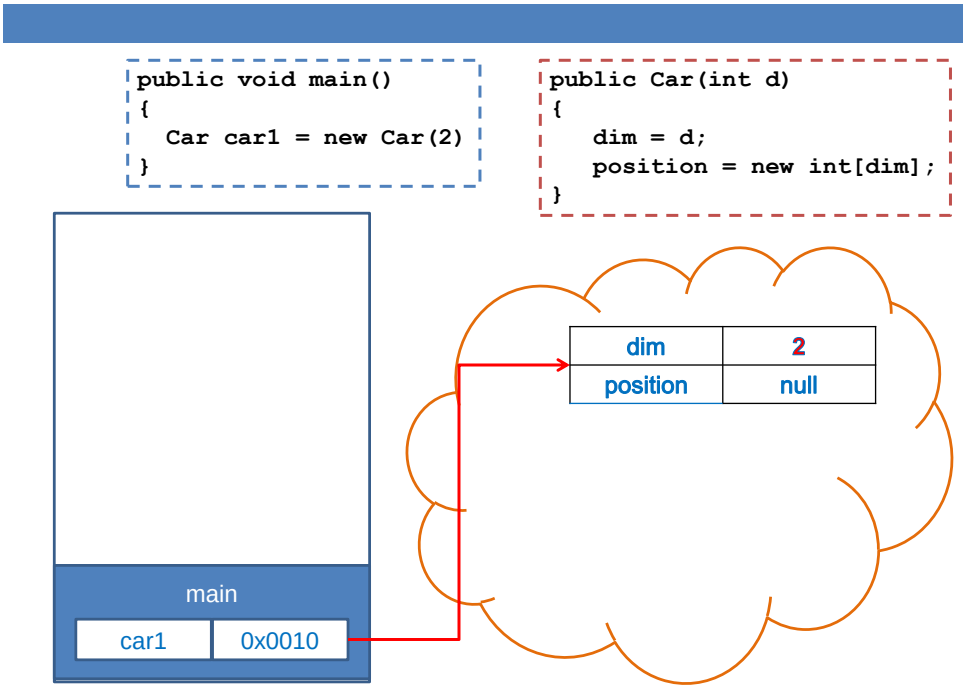
Ένα όχημα που κινείται σε πολλές διαστάσεις

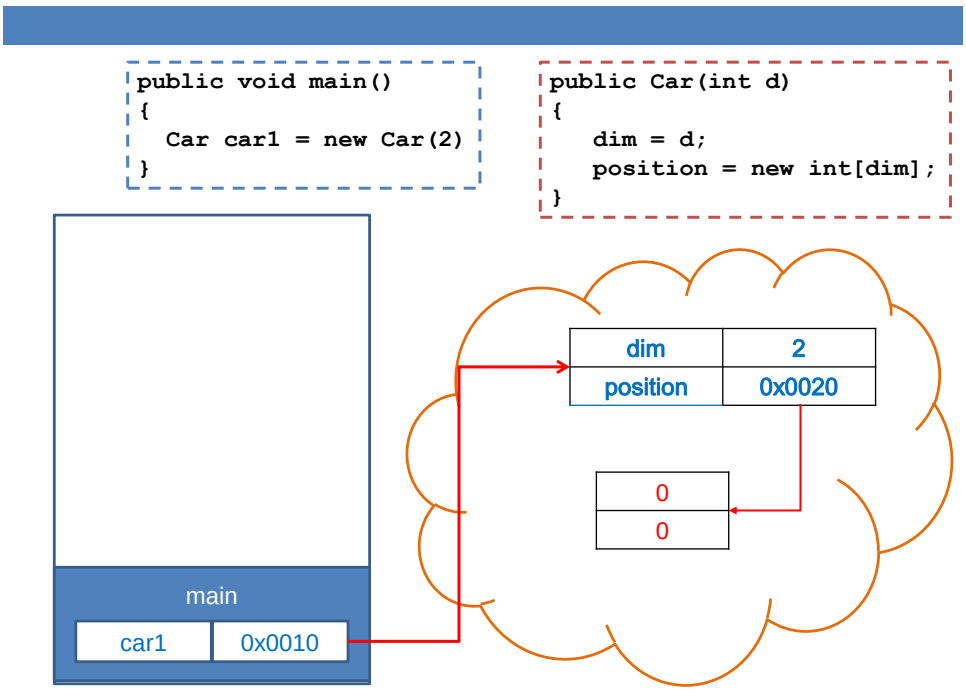
Τι γίνεται όταν δημιουργούμε ένα αντικείμενο Car?

```
public void main()
{
  Car car1 = new Car(2)
}
```

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




public void main()
{
Car car1 = new Car(2)
}
public Car(int d)
{
dim = d;
position = new int[dim];
}
dim
2
position
null
main
car1
0x0010


public void main()
{
Car car1 = new Car(2)
}
public Car(int d)
{
dim = d;
position = new int[dim];
}
dim
2
position
0x0020
0
0
main
car1
0x0010

```
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;
    }

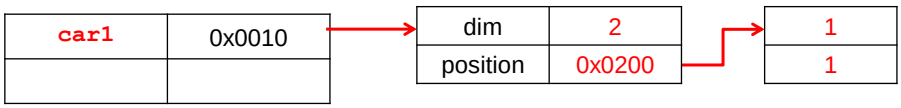
    public static void main(String args[]){
          Car car1 = new Car(2);
          car1.move();
          Car car2 = car1.copy();
          car2.move();
          System.out.println(car1);
    }
}
```

Η copy δημιουργεί και επιστρέφει ένα νέο Car

Τι θα τυπώσει η main?

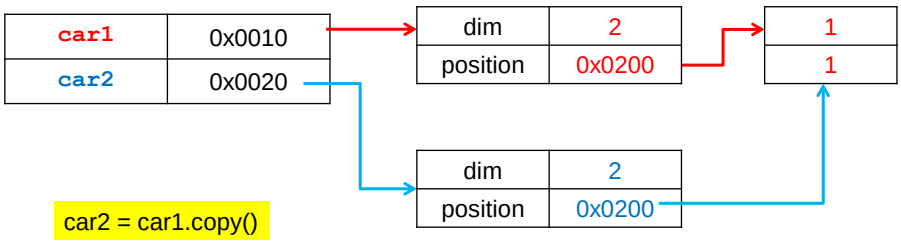
Ρηχά Αντίγραφα

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



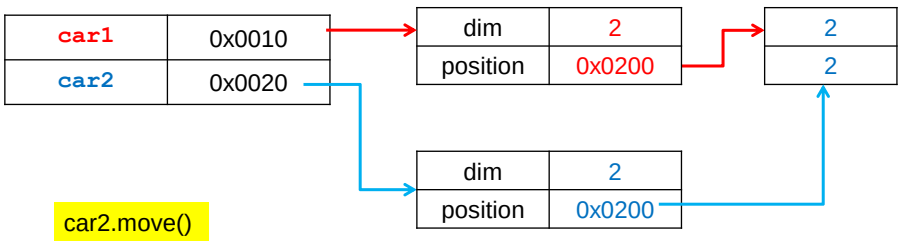
Ρηχά Αντίγραφα

- 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

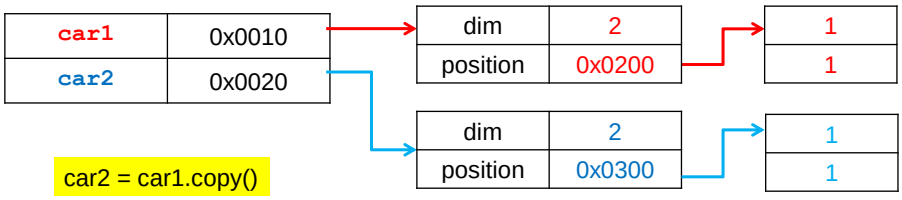


Μετακινείται και το car1 αλλά αυτό δεν είναι επιθυμητό.

Βαθύ αντίγραφο

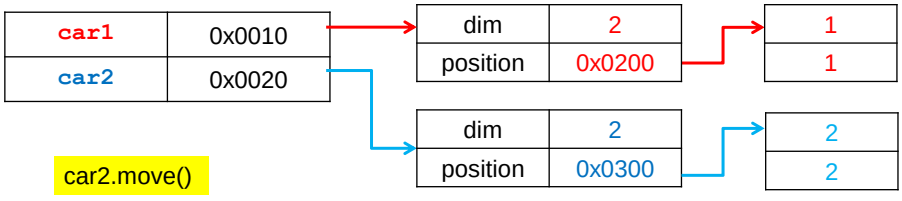
- Τις περισσότερες φορές θέλουμε να κάνουμε ένα βαθύ αντίγραφο του αντικειμένου, όπου για κάθε αντικείμενο μέσα στο αντίγραφο δεσμεύουμε νέα μνήμη

```
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

ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΑΝΑΦΟΡΩΝ ΒΑΘΕΙΑ ΚΑΙ ΡΗΧΑ ΑΝΤΙΓΡΑΦΑ – COPY CONSTRUCTORS

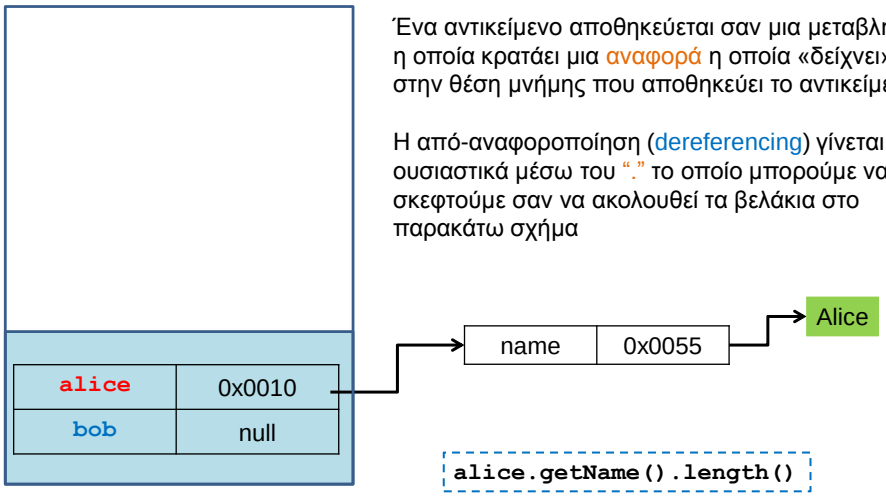
```
class Person
{
  private String name;

  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());
   }
}
```

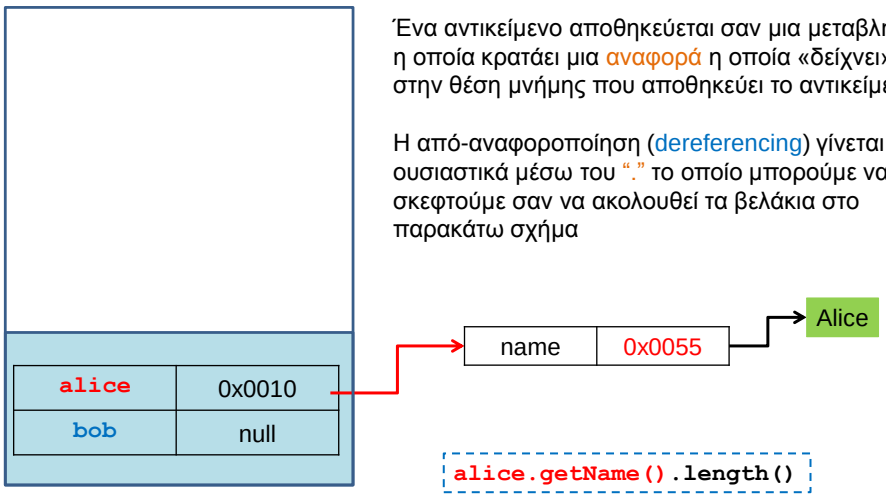
Dereferencing



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

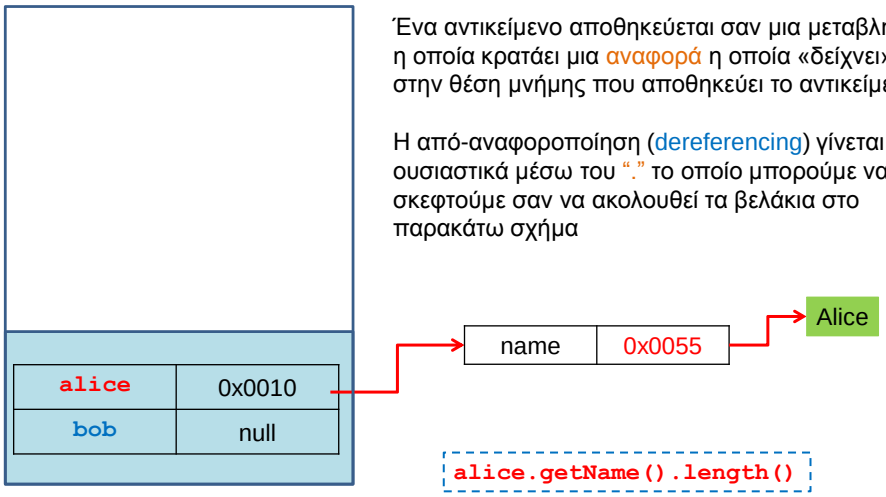
Dereferencing



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

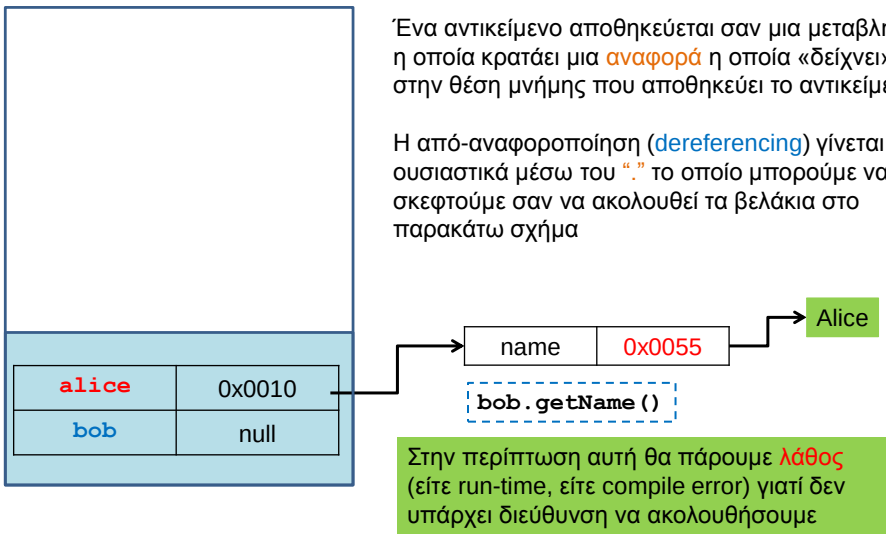
Dereferencing



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

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

```
class Person
{
  private String name;

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

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

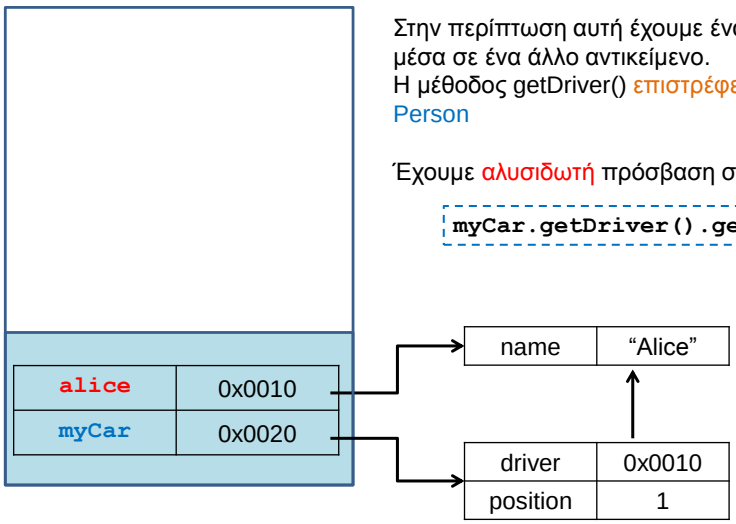
```
class Car
{
  private int position = 0;
  private Person driver;

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

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

```
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

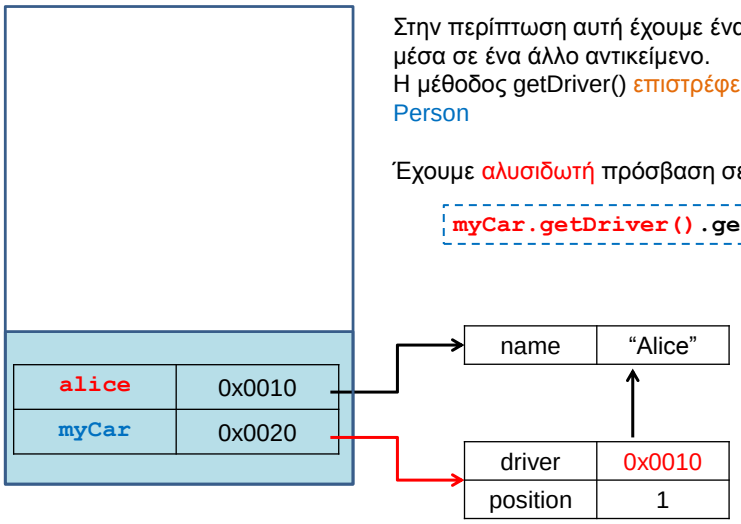


Στην περίπτωση αυτή έχουμε ένα αντικείμενο μέσα σε ένα άλλο αντικείμενο.
Η μέθοδος getDriver() επιστρέφει αντικείμενο Person

Έχουμε αλυσιδωτή πρόσβαση σε αναφορές

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

Dereferencing

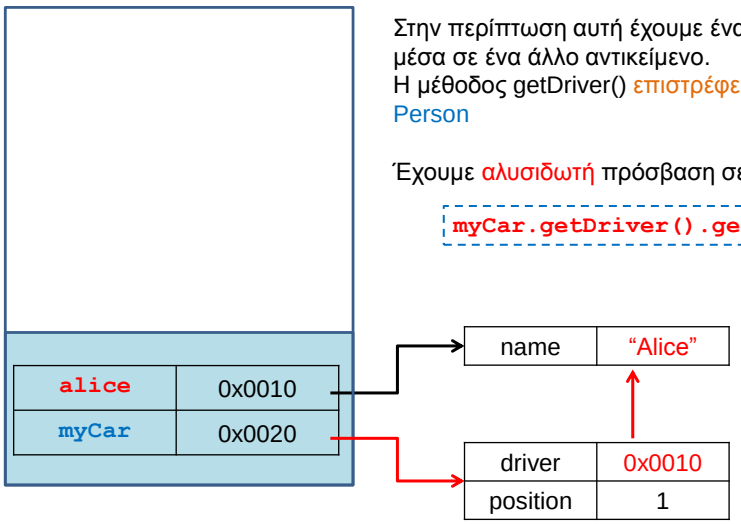


Στην περίπτωση αυτή έχουμε ένα αντικείμενο μέσα σε ένα άλλο αντικείμενο.
Η μέθοδος getDriver() επιστρέφει αντικείμενο Person

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()
```

```
class Person
{
  private String name;

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

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

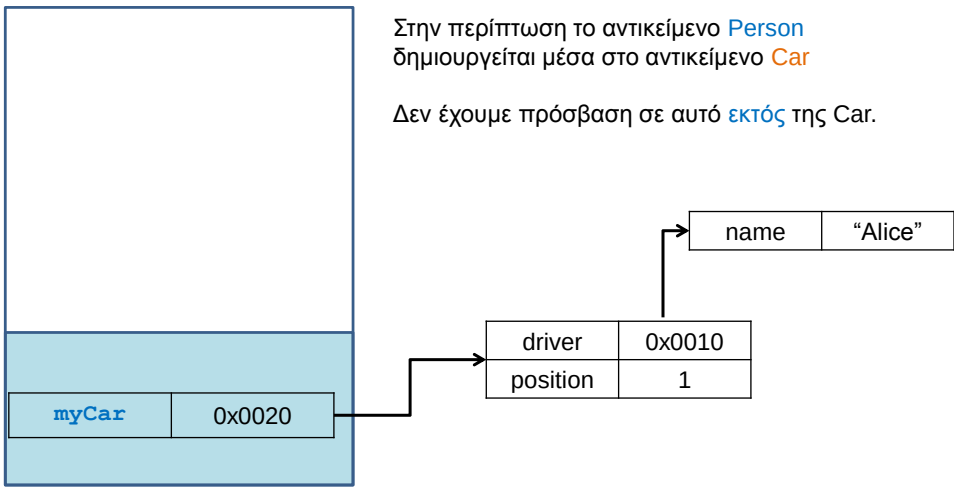
```
class Car
{
  private int position = 0;
  private Person driver;

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

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

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

Αντικείμενα μέσα σε αντικείμενα



Στην περίπτωση το αντικείμενο Person δημιουργείται μέσα στο αντικείμενο Car

Δεν έχουμε πρόσβαση σε αυτό εκτός της Car.

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;
    }

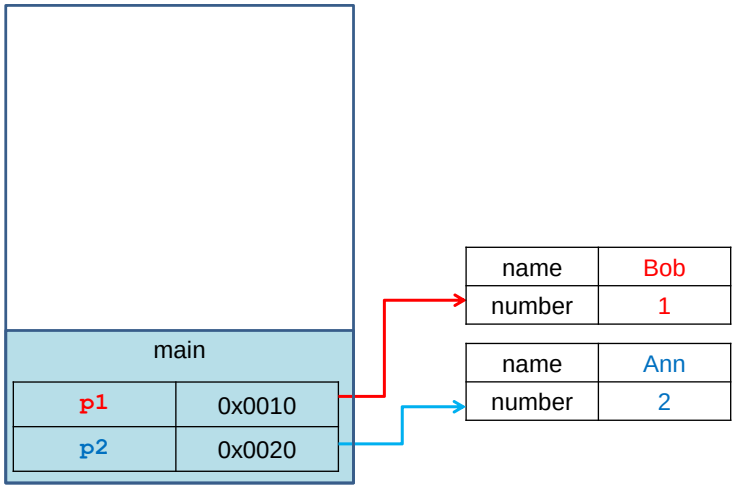
}
```

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);
     }
}
```

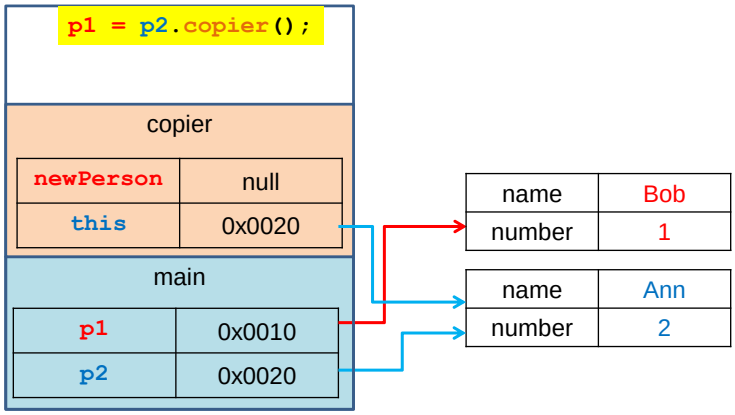
Τι θα τυπώσει?

Εξέλιξη του προγράμματος



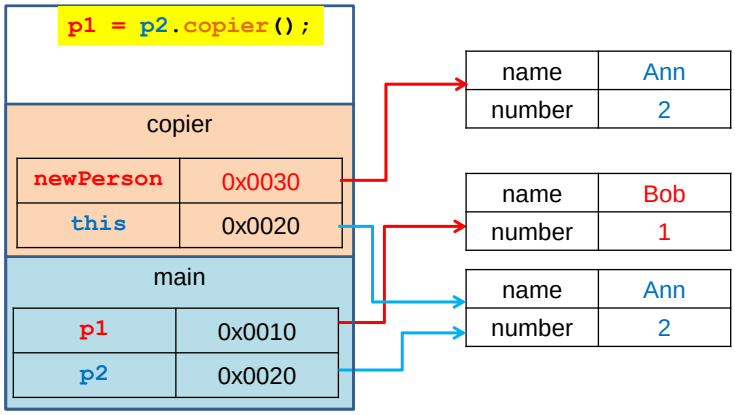
Εξέλιξη του προγράμματος

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



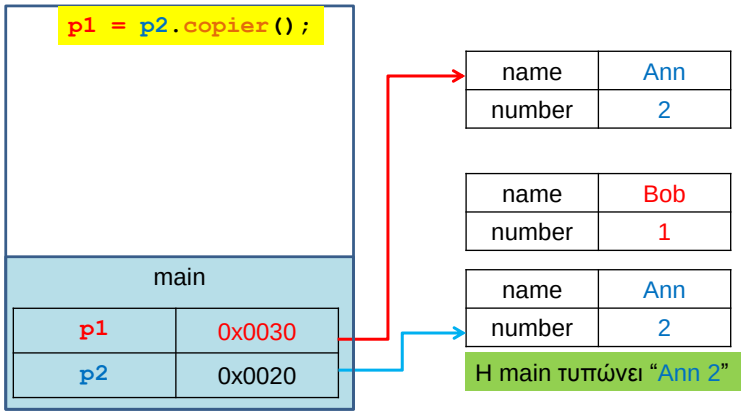
Εξέλιξη του προγράμματος

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



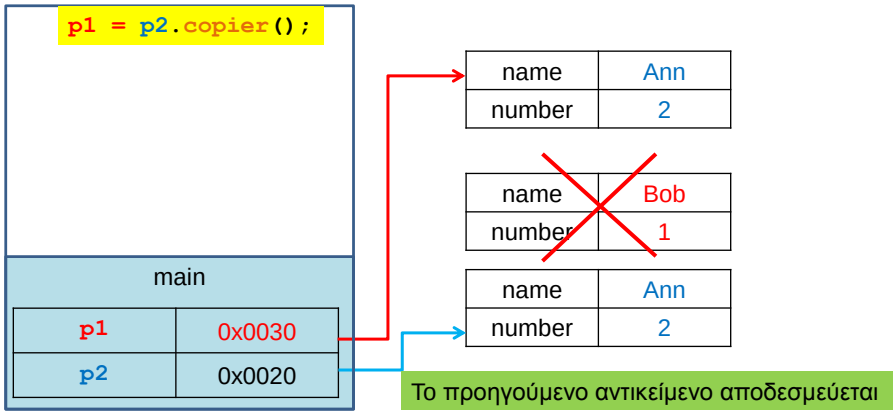
Εξέλιξη του προγράμματος

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



Εξέλιξη του προγράμματος

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



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!

```
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;
    }

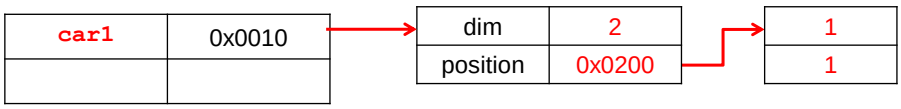
    public static void main(String args[]){
           Car car1 = new Car(2);
           car1.move();
           Car car2 = car1.copy();
           car2.move();
           System.out.println(car1);
    }
}
```

Η copy δημιουργεί και επιστρέφει ένα νέο Car

Τι θα τυπώσει η main?

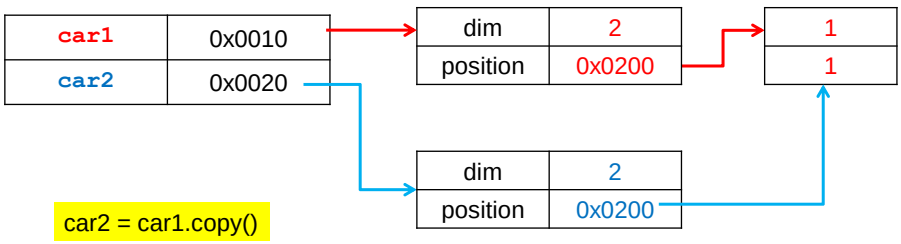
Ρηχά Αντίγραφα

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



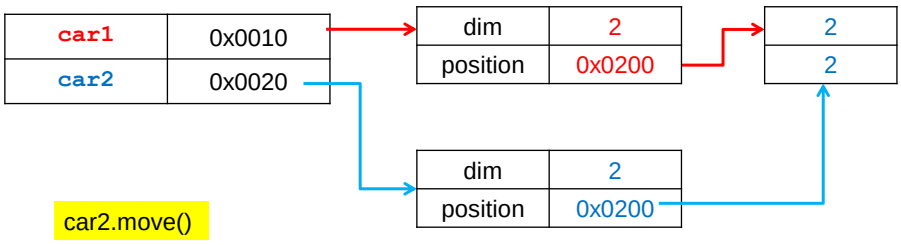
Ρηχά Αντίγραφα

- 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

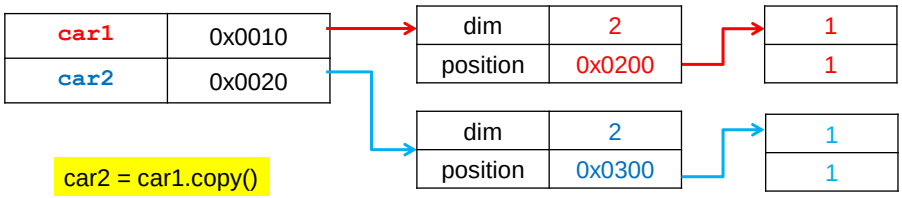


Μετακινείται και το car1 αλλά αυτό δεν είναι επιθυμητό.

Βαθύ αντίγραφο

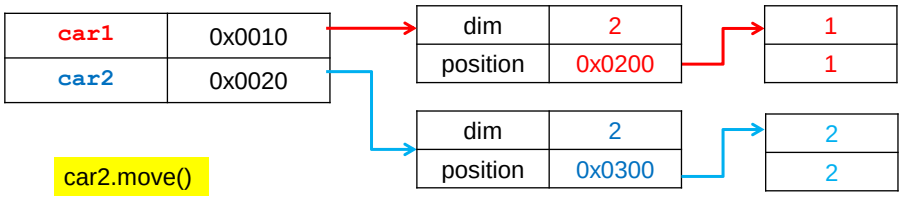
- Τις περισσότερες φορές θέλουμε να κάνουμε ένα βαθύ αντίγραφο του αντικειμένου, όπου για κάθε αντικείμενο μέσα στο αντίγραφο δεσμεύουμε νέα μνήμη

```
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

```
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

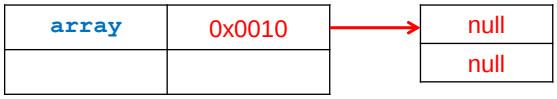
```
Person[] array;
```

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

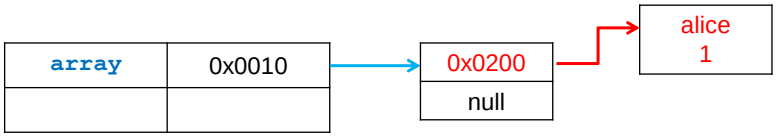
```
Person[] array;
array = new Person[2];
```



- 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

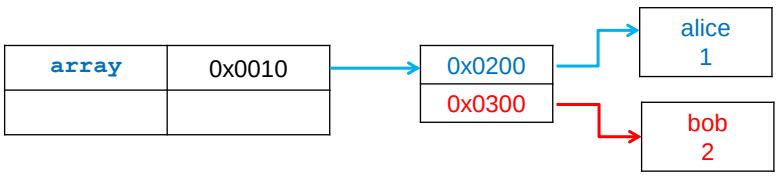
```
Person[] array;
array = new Person[2];
array[0] = new Person("alice", 1);
```



- 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];
}
```

ΣΥΝΘΕΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ: ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΜΕΣΑ ΣΕ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ

```
class Person
{
  private String name;

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

  public String getName(){
    return name;
  }

  public void setName(String name)
  {
    this.name = name;
  }
}
```

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

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

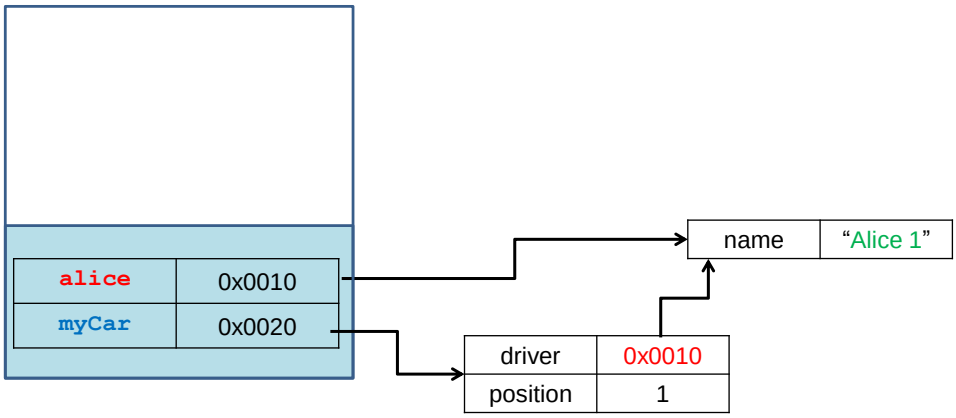
  public Person getDriver(){
    return driver;
  }
}
```

```
class MovingCarDriver3
{
  public static void main(String args[]){
    Person alice = new Person("Alice 1");
    Car myCar = new Car(1, alice);
    alice.setName("Alice 2");
    System.out.println(myCar.getDriver().getName());
    alice = new Person("Alice 3");
    System.out.println(myCar.getDriver().getName());
  }
}
```

Τι θα τυπώσει?

Εκτέλεση

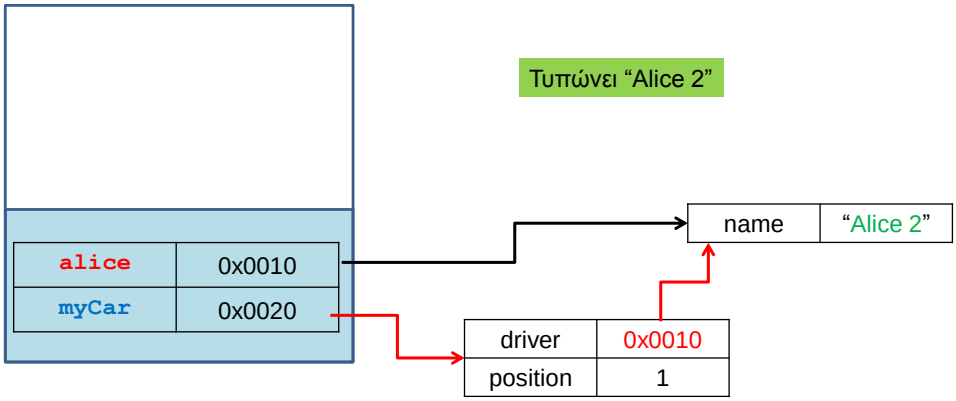
```
Person alice = new Person("Alice 1");
Car myCar = new Car(1, alice);
```



Εκτέλεση

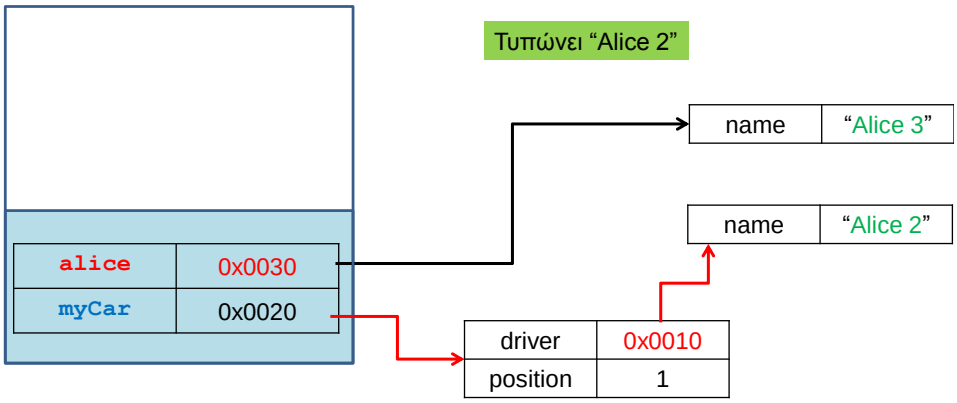
```
alice.setName("Alice 2");
System.out.println(myCar.getDriver().getName());
```

Τυπώνει “Alice 2”



Εκτέλεση

```
alice = new Person("Alice 3");
System.out.println(myCar.getDriver().getName());
```

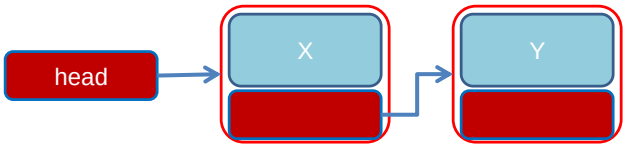


Αντικείμενα μέσα σε αντικείμενα

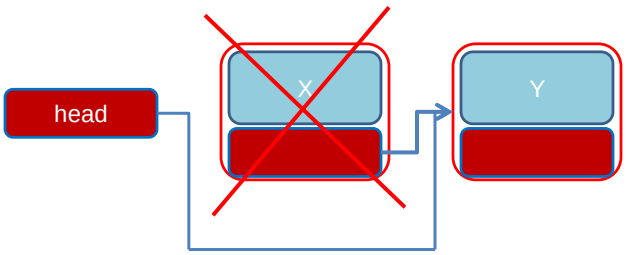
- Ορίζουμε κλάσεις για να ορίσουμε τύπους δεδομένων τους οποίους χρειαζόμαστε
  - Π.χ., ο τύπος δεδομένων Person για να μπορούμε να χειριζόμαστε πληροφορίες για ένα άτομο, και ο τύπος δεδομένων Car που κρατάει πληροφορία για το αυτοκίνητο.
  - Στο εργαστήριο είδαμε τον τύπο δεδομένων Check, Account, InvestAccount.
- Τους τύπους δεδομένων που ορίζουμε τους χρησιμοποιούμε για να δημιουργήσουμε μεταβλητές (αντικείμενα).
- Τα αντικείμενα μπορεί να είναι πεδία άλλων κλάσεων
  - Π.χ., η κλάση Car έχει ένα πεδίο τύπου Person
- Μία κλάση χρησιμοποιεί αντικείμενα άλλων κλάσεων και έτσι συνθέτουμε πιο περίπλοκους τύπους δεδομένων.

Παράδειγμα

- Υλοποιήστε το Stack που φτιάξαμε στα προηγούμενα μαθήματα ώστε να μην έχει περιορισμό στο μέγεθος (capacity).
- Βασική ιδέα:
  - Δημιουργούμε στοιχεία της στοίβας και τα συνδέουμε το ένα να δείχνει στο άλλο.
  - Χρειάζεται να ξέρουμε και την κορυφή της στοίβας.

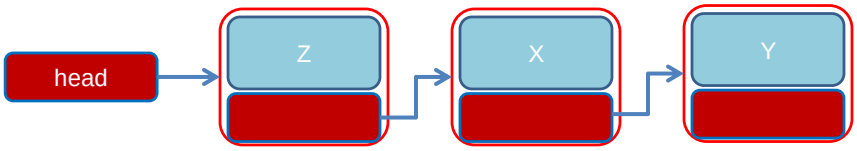


Στοίβα



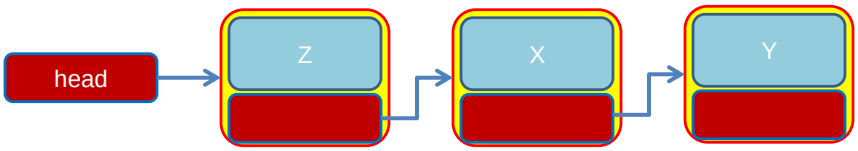
Pop(): Αφαιρεί το στοιχείο στην κορυφή της στοίβας και επιστρέφει την τιμή του (X στο παράδειγμα μας)

Στοίβα



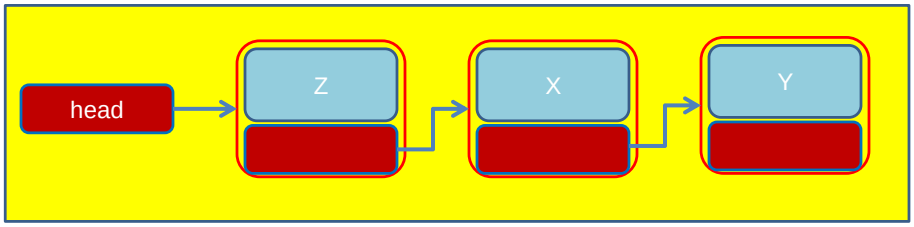
Push(Z): Προσθέτει την τιμή Z στην κορυφή της στοίβας

Στοίβα - Υλοποίηση



- Θα ορίσουμε StackElement μια κλάση που κρατάει το κάθε στοιχείο της στοίβας.

Στοίβα - Υλοποίηση



- Θα ορίσουμε StackElement μια κλάση που κρατάει το κάθε στοιχείο της στοίβας.
- Και μια κλάση Stack που υλοποιεί την στοίβα και όλες τις λειτουργίες της

```
class StackElement
{
        private int value;
        private StackElement next = null;

        public StackElement(int value){
                this.value = value;
        }

        public int getValue(){
                return value;
        }

        public StackElement getNext(){
                return next;
        }

        public void setNext(StackElement element){
                next = element;
        }

}
```

Το επόμενο στοιχείο

Επιστρέφει αντικείμενο

```
class Stack
{
        private StackElement head;
        private int size = 0;

        public int pop(){
                if (size == 0){ // head == null
                        System.out.println("Pop from empty stack");
                        System.exit(-1);
                }
                int value = head.getValue();
                head = head.getNext();
                size --;
                return value;
        }

        public void push(int value){
                StackElement element = new StackElement(value);
                element.setNext(head);
                head = element;
                size ++;
        }

}
```

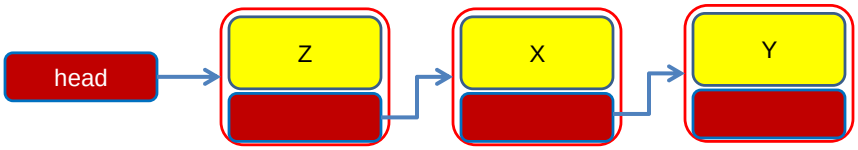
Το πρώτο στοιχείο της στοίβας μας φτάνει για τα βρούμε όλα

Σταματάει την εκτέλεση του προγράμματος

Τα αντικείμενα τύπου StackElement δημιουργούνται μέσα στην Stack.

```
class StackExample
{
        public static void main(String[] args){
                Stack s = new Stack();
                s.push(3);
                s.push(2);
                s.push(1);
                System.out.println(s.pop());
                System.out.println(s.pop());
                System.out.println(s.pop());
                System.out.println(s.pop());
        }
}
```

Στοίβα - Υλοποίηση



- Τα X,Y,Z μπορεί να είναι δεδομένα οποιουδήποτε τύπου ή κλάσης. Π.χ. αντί για ακέραιους θα μπορούσαμε να έχουμε αντικείμενα τύπου Person.

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

	public Person(String name, int num){
		this.name = name;
		this.number = num;
	}

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

```
class PersonStackElement
{
        private Person value;
        private PersonStackElement next;

        public PersonStackElement(Person val){
                value = val;
        }

        public void setNext(PersonStackElement element){
                next = element;
        }

        public PersonStackElement getNext(){
                return next;
        }

        public Person getValue(){
                return value;
        }

}
```

Ο constructor παίρνει σαν όρισμα το αντικείμενο που έχει ήδη δημιουργηθεί

Το αντικείμενο το χειριζόμαστε σαν μια οποιαδήποτε μεταβλητή

```
class Stack
{
        private PersonStackElement head;
        private int size = 0;

        public Person pop(){
                if (size == 0){ // head == null
                        System.out.println("Pop from empty stack");
                        return null;
                }
                int value = head.getValue();
                head = head.getNext();
                size --;
                return value;
        }

        public void push(Person value){
                StackElement element = new StackElement(value);
                element.setNext(head);
                head = element;
                size ++;
        }

}
```

Η pop πλέον επιστρέφει μεταβλητή τύπου Person

Επιστρέφουμε null για να σηματοδοτήσουμε ότι έγινε λάθος (όχι απαραίτητα ο καλύτερος τρόπος να το κάνουμε αυτό)

```
class StackExample
{
	public static void main(String[] args){
		PersonStack stack = new PersonStack();
		Person alice = new Person("Alice", 1);
		stack.push(alice);
		Person bob = new Person("Bob",2);
		stack.push(bob);
		Person charlie = new Person("Charlie",3);
		stack.push(charlie);
		System.out.println(stack.pop());
		System.out.println(stack.pop());
		System.out.println(stack.pop());
	}
}
```

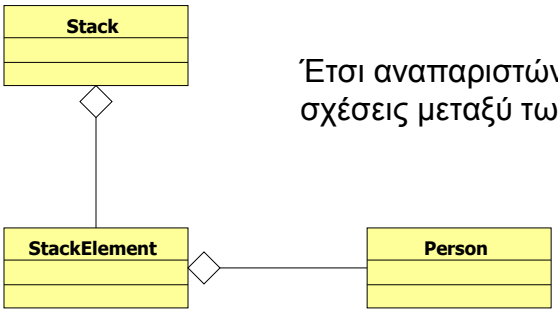
Προσοχή! Αν καλέσουμε άλλη μια φορά την pop θα πάρουμε runtime error γιατί προσπαθούμε να προσπελάσουμε null αναφορά

Σχέσεις μεταξύ κλάσεων

- Στο παράδειγμα με τη στοίβα έχουμε τρείς διαφορετικές κλάσεις (Person, StackElement, Stack) τις 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).

Η UML γλώσσα

- Η UML (Unified Modeling Language) είναι μια γλώσσα για να περιγράφουμε και να καταλαβαίνουμε τον κώδικα μας.
- Τα UML διαγράμματα παρέχουν μια οπτικοποίηση των σχέσεων μεταξύ των κλάσεων.



Έτσι αναπαριστώνται οι σχέσεις μεταξύ των κλάσεων

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 StackElement στο προηγούμενο παράδειγμα δημιουργούνται μέσα στην κλάση Stack, και καταστρέφονται μέσα στην Stack, ή αν η Stack καταστραφεί.
  - Αλλαγές σε StackElement αντικείμενα γίνονται μόνο μέσα στην Stack
- Τα αντικείμενα τύπου Person που χρησιμοποιούνται στην StackElement δημιουργούνται εκτός της κλάσης και μπορεί να υπάρχουν αφού καταστραφεί η κλάση.
  - Αλλαγές στα αντικείμενα Person επηρεάζουν και τα περιεχόμενα της Stack και τούμπαλιν.
- Συχνά οι σχέσεις του δεύτερου τύπου λέγονται σχέσεις συνάθροισης, ενώ του πρώτου σχέσεις σύνθεσης.

Σχέση συνάθροισης – Aggregation

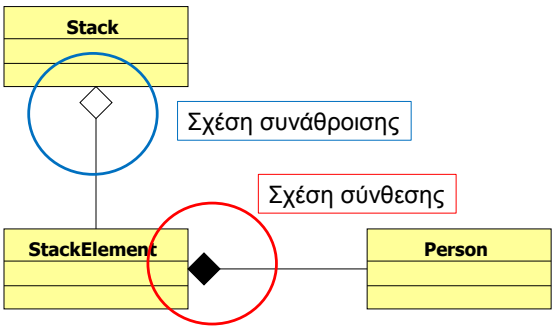
- Η κλάση X έχει σχέση συνάθροισης με την κλάση Y, αν αντικείμενο/α της κλάσης Y ανήκουν στο αντικείμενο της κλάσης X.
  - Τα αντικείμενα της κλάσης Y έχουν υπόσταση και εκτός της κλάσης X.
  - Όταν καταστρέφεται ένα αντικείμενο της κλάσης X δεν καταστρέφονται απαραίτητα και τα αντικείμενα της κλάσης Y.
- Παραδείγματα:
  - Σε έναν άνθρωπο μπορεί να ανήκει ένα αυτοκίνητο, ρούχα, κλπ.
  - Ένα κτήριο μπορεί να έχει μέσα ανθρώπους, έπιπλα, κλπ.
- Στην περίπτωση μας η κλάση StackElement έχει σχέση συνάθροισης με την κλάση Person.

Σχέση σύνθεσης – Composition

- Η κλάση X έχει σχέση σύνθεσης με την κλάση Y, αν το αντικείμενο της κλάσης X αποτελείται από αντικείμενα της κλάσης Y.
  - Τα αντικείμενα της κλάσης Y δεν υπάρχουν εκτός της κλάσης X.
  - Η κλάση X δημιουργεί τα αντικείμενα της κλάσης Y, και καταστρέφονται όταν καταστρέφεται το αντικείμενο της κλάσης X.
- Παραδείγματα:
  - Ένας άνθρωπος αποτελείται από μέρη του σώματος: κεφάλι, πόδια, χέρια κλπ.
  - Ένα κτήριο αποτελείται από τοίχους, δωμάτια, πόρτες, κλπ.
- Στην περίπτωση μας η κλάση Stack έχει σχέση σύνθεσης με την κλάση StackElement.

UML διαγράμματα

- Για να ξεχωρίζουν μεταξύ τους (κάποιες φορές) αναπαριστώνται διαφορετικά στα UML διαγράμματα.



Aggregation and Composition

- Το αν θα είναι μια σχέση, σχέση συνάθροισης ή σύνθεσης εξαρτάται κατά πολύ και από την υλοποίηση μας και τον σχεδιασμό.
  - Π.χ., σε ένα διαφορετικό πρόγραμμα μπορεί να επαναχρησιμοποιούμε το StackElement.
  - Π.χ., σε μία διαφορετική εφαρμογή, τα ανθρώπινα όργανα υπάρχουν και χωρίς τον άνθρωπο.

Προσοχή!

- Ο διαχωρισμός σε σχέσεις συνάθροισης και σύνθεσης είναι ως ένα βαθμό ένας φορμαλισμός.
  - Μην «κολλήσετε» προσπαθώντας να ορίσετε την σχέση.
  - Το σημαντικό είναι όταν δημιουργείτε το πρόγραμμα σας να σκεφτείτε ποιες κλάσεις χρειάζονται τα αντικείμενα που δημιουργούνται και πότε πρέπει να δημιουργηθούν μέσα στον κώδικα, και ποιες κλάσεις επηρεάζονται όταν αλλάζουν.
  - Δεν υπάρχει χρυσός κανόνας. Γενικά το πώς θα σχεδιαστεί το πρόγραμμα είναι κάτι που μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους συνήθως. Διαλέξτε αυτόν που θα κάνει το πρόγραμμα πιο απλό, ευανάγνωστο, εύκολο να επεκταθεί, να ξαναχρησιμοποιηθεί και να διατηρηθεί.

ΣΥΝΘΕΣΗ. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: ΤΜΗΜΑ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ

ArrayList

- Μια βοηθητική κλάση είναι το ArrayList το οποίο είναι ένας δυναμικός πίνακας ο οποίος προσαρμόζει το μέγεθος του ανάλογα με τον αριθμό των στοιχείων που περιέχει
  - Το ArrayList μπορεί να κρατάει αντικείμενα οποιουδήποτε τύπου.
- Συντακτικό:
  - `import java.util.ArrayList;`
  - `ArrayList<Βασικος Τύπος> myList;`
- Ο βασικός τύπος είναι οποιοσδήποτε μια οποιαδήποτε κλάση.
  - Αυτός είναι ο τύπος των δεδομένων που αποθηκεύει ο πίνακας μας.
  - Για να αποθηκεύσουμε πρωταρχικούς τύπους (int, double, boolean) χρειαζόμαστε την wrapper class.
- Παραδείγματα:
  - `ArrayList<Integer> myList;` // λιστα από ακεραίους
  - `ArrayList<String> myList;` // λιστα από String
  - `ArrayList<Person> myList;` // λιστα από αντικείμενα Person

ArrayList

- Constructor
  - `ArrayList<T> myList = new ArrayList<T>();`
- Μέθοδοι
  - `add(T x):` προσθέτει το στοιχειό `x` στο τέλος του πίνακα.
  - `add(int i, T x):` προσθέτει το στοιχειό `x` στη θέση `i` και μετατοπίζει τα υπόλοιπα στοιχεία κατά μια θέση.
  - `remove(int i):` αφαιρεί το στοιχείο στη θέση `i` και το επιστρέφει.
  - `remove(T x):` αφαιρεί το στοιχείο
  - `set(int i, T x):` θέτει στην θέση `i` την τιμή `x` αλλάζοντας την προηγούμενη
  - `get(int i):` επιστρέφει το αντικείμενο τύπου `T` στη θέση `i`.
  - `size():` ο αριθμός των στοιχείων του πίνακα.
- Διατρέχοντας τον πίνακα:
  - `ArrayList<T> myList = new ArrayList<T>();`
  - `for(T x: myList){…}`

ArrayList

- Διατρέχοντας τον πίνακα:

```
ArrayList<T> myList = new ArrayList<T>();
for(T x: myList){
   System.out.println(x);
}
```

- Εναλλακτικά

```
ArrayList<T> myList = new ArrayList<T>();
for(int i=0; i < myList.size(); i++){
   T x = myList.get(i);
   System.out.println(x);
}
```

```
class Player
{
   private String name;
   private int number;

   public Player(String name, int num){
         this.name = name;
         this.number = num;
  }

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

```
import java.util.ArrayList;

class Team
{
   private ArrayList<Player> teamMembers
                  = new ArrayList<Player>();

   public void joinTeam(Player p){
     teamMembers.add(p);
   }

   public void leaveTeam(Player p){
      teamMembers.remove(p);
   }

   public void listMembers(){
     for (Player p: teamMembers){
         System.out.println(p);
      }
    }

   public static void main(String[] args){
      Team miami = new Team();
      Player lebron = new Player("Lebron", 6);
      miami.joinTeam(lebron);
      Player wade = new Player("Wade",3);
      miami.joinTeam(wade);
      Player bosh = new Player("Bosh",1);
      miami.joinTeam(bosh);
      miami.leaveTeam(bosh);
      miami.listMembers();
  }
}
```

Μεγάλο παράδειγμα

- Θέλουμε να δημιουργήσουμε ένα λογισμικό για ένα τμήμα πανεπιστημίου. Το τμήμα έχει 4 φοιτητές οπού ο καθένας έχει ένα όνομα και ένα αριθμό μητρώου (ΑΜ), και 2 καθηγητές που ο καθένας έχει ένα όνομα και ένα ΑΦΜ. Το τμήμα δίνει 2 μαθήματα. Το κάθε μάθημα έχει κωδικό και όνομα και κάποιες διδακτικές μονάδες. Το κάθε μάθημα ανατίθεται σε ένα καθηγητή. Οι φοιτητές γράφονται σε κάποιο μάθημα και αν περάσουν το μάθημα παίρνουν τις μονάδες. Θέλουμε να μπορούμε να τυπώσουμε τις πληροφορίες για το μάθημα: το όνομα, τον καθηγητή και τη λίστα των φοιτητών που παίρνουν το μάθημα.

Μεγάλο Παράδειγμα

- Θέλουμε να δημιουργήσουμε ένα λογισμικό για ένα τμήμα πανεπιστημίου.
- Το τμήμα έχει 4 φοιτητές οπού ο καθένας έχει ένα όνομα και ένα αριθμό μητρώου (ΑΜ).
- Το τμήμα έχει 2 καθηγητές που ο καθένας έχει ένα όνομα και ένα ΑΦΜ.
- Το τμήμα δίνει 2 μαθήματα. Το κάθε μάθημα έχει κωδικό και όνομα, και κάποιες διδακτικές μονάδες.
- Το κάθε μάθημα ανατίθεται σε ένα καθηγητή.
- Οι φοιτητές γράφονται σε κάποιο μάθημα και αν περάσουν θα πάρουν τις μονάδες.
- Θέλουμε να μπορούμε να τυπώσουμε τις πληροφορίες του μαθήματος: το όνομα, τον καθηγητή και τη λίστα των φοιτητών που παίρνουν το μάθημα.

Κλάσεις μέθοδοι και πεδία

- Ουσιαστικά:
  - Τμήμα
  - Φοιτητές
  - Καθηγητές
  - Μαθήματα
  - Όνομα
  - ΑΜ, ΑΦΜ, κωδικός
  - Βαθμός
  - Λίστα φοιτητών
- Τα ουσιαστικά είναι υποψήφια για κλάσεις ή πεδία
- Ρήματα:
  - Ανατίθεται
  - Εγγράφεται
  - Τυπώνει
  - Περνάω μάθημα
  - Παίρνω μονάδες
- Τα ρήματα είναι υποψήφια για να γίνουν μέθοδοι και μηνύματα μεταξύ αντικειμένων.

Κλάσεις μέθοδοι και πεδία

- Ουσιαστικά:
  - Τμήμα
  - Φοιτητές
  - Καθηγητές
  - Μαθήματα
  - Όνομα
  - ΑΜ, ΑΦΜ, κωδικός
  - Βαθμός
  - Λίστα φοιτητών
- Τα ουσιαστικά είναι υποψήφια για κλάσεις ή πεδία
- Ρήματα:
  - Ανατίθεται
  - Εγγράφεται
  - Τυπώνει
  - Περνάω μάθημα
  - Παίρνω μονάδες
- Τα ρήματα είναι υποψήφια για να γίνουν μέθοδοι και μηνύματα μεταξύ αντικειμένων.

Όλα τα ουσιαστικά μπορούν να γίνουν κλάσεις αλλά συνήθως διαλέγουμε αυτά για τα οποία υπάρχει αρκετή πολυπλοκότητα

Κλάση Professor

- Κρατάει το όνομα και το ΑΦΜ του καθηγητή
- Ενδεχομένως να κρατάει και τα μαθήματα που έχει αναλάβει

- Η μέθοδος για να αναλάβει ο καθηγητής ένα μάθημα θα πρέπει να είναι εδώ ή στην κλάση του μαθήματος?

Κλάση Student

- Κρατάει το όνομα του φοιτητή και τις μονάδες που έχει πάρει μέχρι τώρα.
- Ενδεχομένως να κρατάει και τα μαθήματα που παίρνει.
- Ενδεχομένως να κρατάει και τη λίστα με τα μαθήματα που έχει περάσει.
- Χρειαζόμαστε μέθοδο για να γραφτεί ο φοιτητής στο μάθημα, ή να το περάσει, ή καλύτερα να τις βάλουμε στην κλάση του μαθήματος?

Κλάση Course

- Κρατάει το όνομα του μαθήματος, τις μονάδες του μαθήματος, τον καθηγητή που κάνει το μάθημα, τους φοιτητές που παίρνουν το μάθημα
  - Τίποτα άλλο? Τι θα κάνουμε με τους βαθμούς και το ποιος πέρασε το μάθημα?
- Μέθοδοι
  - Ανάθεση καθηγητή
  - Εγγραφή φοιτητή στο μάθημα
  - Ανάθεση βαθμών στους φοιτητές.

Κλάση Department

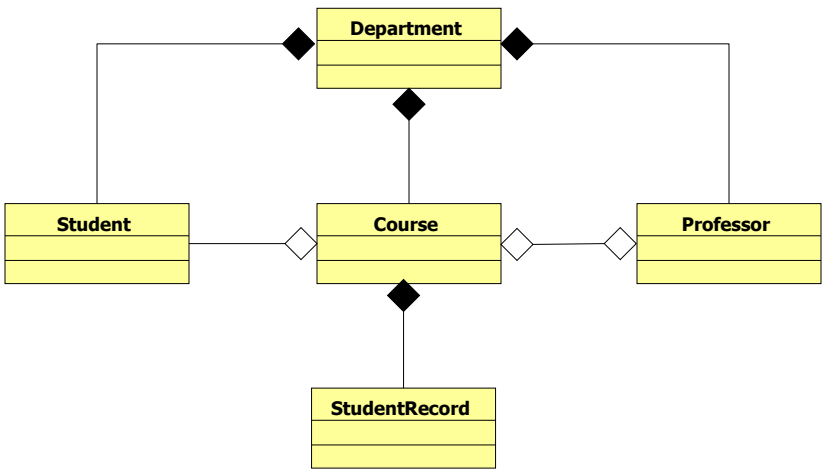
- Τα βάζει όλα μαζί, εδώ δημιουργούμε τους φοιτητές, καθηγητές, μαθήματα.
- Οι φοιτητές και οι καθηγητές ως άτομα θα μπορούσαν να υπάρχουν και εκτός του τμήματος.
- Εδώ δημιουργούμε την main.

- Χρειαζόμαστε άλλη κλάση?

Κλάση StudentRecord

- Χρειαζόμαστε να κρατάμε για κάθε φοιτητή τις πληροφορίες του (αυτά που έχουμε στο Student class) και το βαθμό του.
- Μας βολεύει να δημιουργήσουμε μια καινούρια κλάση που να βάζει μαζί αυτές τις πληροφορίες.

UML διάγραμμα



```
public class Professor
{
	private String name;
	private int AFM;
	private Course lesson;

	public Professor(String name, int afm){
		this.name = name;
		this.AFM = afm;
	}

	public void setLesson(Course c){
		lesson = c;
	}

	public String toString(){
		return name + " " + AFM + " " + lesson;
	}
}
```

```
public class Student
{
	private String name;
	private int AM;
	private int units = 0;

	public Student(String name, int am){
		this.name = name;
		this.AM = am;
	}

	public String getName(){
		return name;
	}

	public void addUnits(int units){
		this.units += units;
	}

	public String toString(){
		return name +" AM:" + AM + " units:" + units;
	}
}
```

```
public class StudentRecord
{
        private Student student;
        private double grade;

        public StudentRecord(Student s){
                student = s;
        }

        public void setGrade(double grade){
                this.grade = grade;
        }

        public Student getStudent(){
                return student;
        }

        public String toString(){
                return student +" :" + grade;
        }

        public boolean passed(){
                if (grade >= 5){ return true;}
                return false;
        }
}
```

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.Scanner;

public class Course
{
        private String name;
        private int code;
        private int units;
        private Professor prof;
        private ArrayList<StudentRecord> studentList
                                = new ArrayList<StudentRecord>();

        public Course(String name, int code, int units){
                this.name = name;
                this.code = code;
                this.units = units;
        }

        public void setProf(Professor p){
                prof = p;
                p.setLesson(this);
        }

        public void enroll(Student s){
                studentList.add(new StudentRecord(s));
        }
```

Χρησιμοποιούμε το this ως αναφορά στο παρόν αντικείμενο, ώστε να το προσθέσουμε στο αντικείμενο Professor

Δημιουργία του αντικειμένου StudentRecord και ταυτόχρονη προσθήκη στη λίστα
Λέγεται και «ανώνυμο αντικείμενο»

```
    public void assignGrades(){
            System.out.println("Give grades for course "+toString());
            Scanner input = new Scanner(System.in);
            for(StudentRecord record: studentList){
                System.out.println("Give grade for student "
                                + sr.getStudent().getName() +":");
                double grade = input.nextDouble();
                record.setGrade(grade);
                if (record.passed()){
                   record.getStudent().addUnits(units);
                }
            }
        }

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

        public void printInfo(){
           System.out.println("Course " + name
                              +" " + code + "("+units + ")");
           for (StudentRecord r: studentList){
              System.out.println(r);
           }
        }
}
```

Διασχίζουμε τη λίστα των φοιτητών

Αλυσιδωτές κλήσεις μεθόδων
Γίνεται εφόσον μια μέθοδος επιστρέφει αντικείμενο.

```
import java.util.Scanner;

class Department
{
  public static void main(String[] args)
  {
    int numOfStudents = Integer.parseInt(args[0]);

    Professor profX = new Professor("Prof X", 2012);
    Professor profY = new Professor("Prof Y", 2013);

    Course oop = new Course("oop", 212, 10);
    Course intro = new Course("intro", 101, 5);

    Student[] students = new Student[numOfStudents];
    Scanner input = new Scanner(System.in);
    for (int i = 0; i < numOfStudents; i ++){
          System.out.print("Give student name: ");
          String name = input.next();
          students[i] = new Student(name, i);
    }

    oop.setProf(profX);
    oop.enroll(students[0]);oop.enroll(students[1]);oop.enroll(students[3]);

    intro.setProf(profY);
    intro.enroll(students[2]); intro.enroll(students[3]);

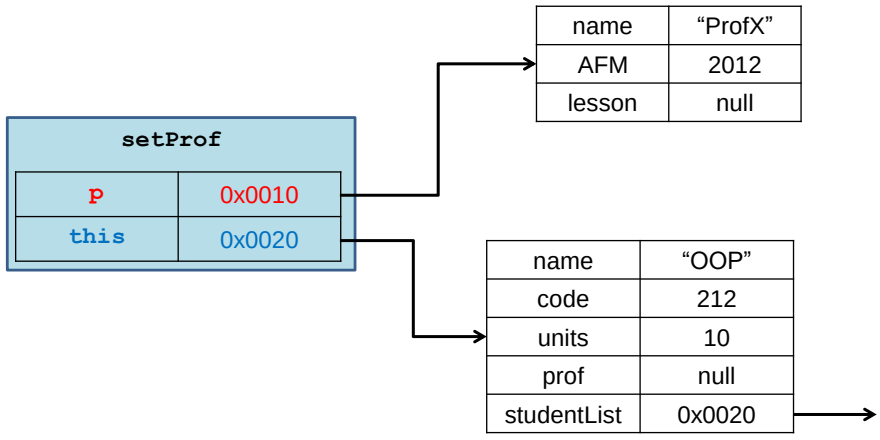
    oop.assignGrades(); intro.assignGrades();

    System.out.println(profX); System.out.println(profY);
    oop.printInfo(); intro.printInfo();
  }
}
```

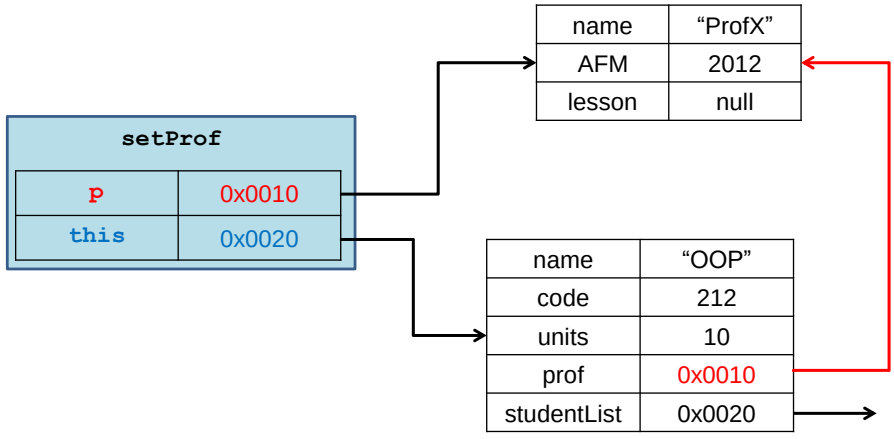
Χρησιμοποιούμε τις παραμέτρους εκτέλεσης (command line arguments) για να περάσουμε τον αριθμό των φοιτητών

Μετατρέπουμε το String σε ακέραιο με την μέθοδο Integer.parseInt

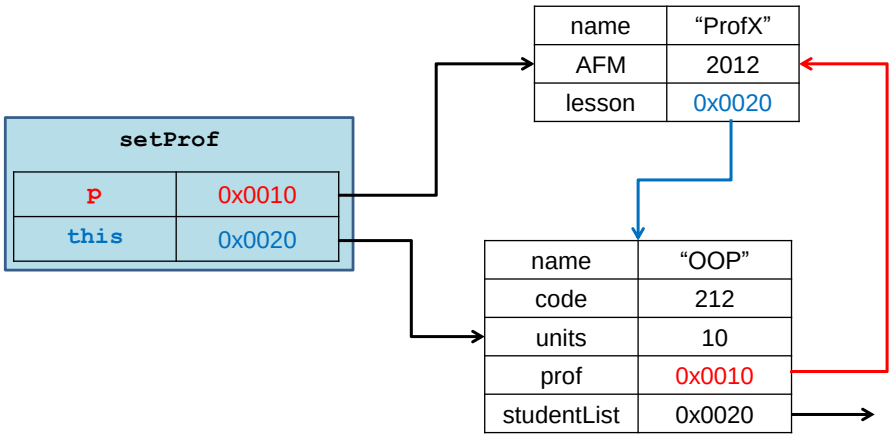
```
public void setProf(Professor p){
        prof = p;
        p.setLesson(this);
}
```



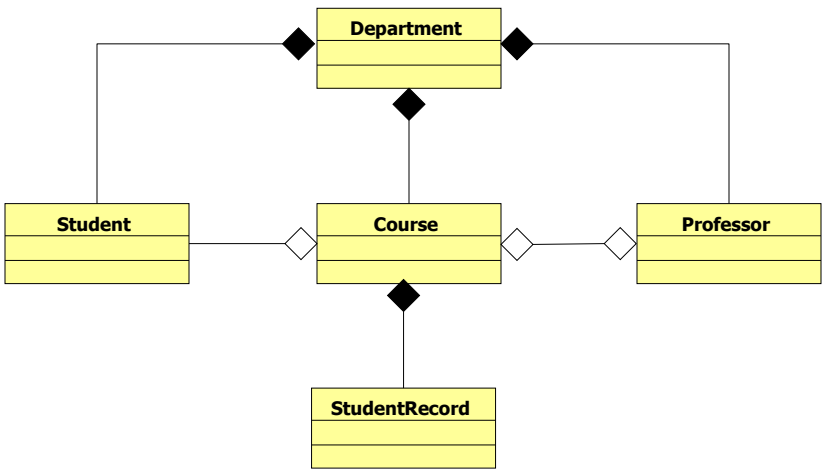

```
public void setProf(Professor p){
        prof = p;
        p.setLesson(this);
}
```



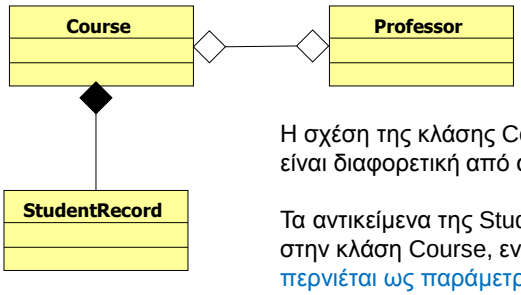
```
public void setProf(Professor p){
        prof = p;
        p.setLesson(this);
}
```



UML διάγραμμα



Σχέσεις κλάσεων



Η σχέση της κλάσης Course με την StudentRecord είναι διαφορετική από αυτή με την Professor

Τα αντικείμενα της StudentRecord δημιουργούνται μέσα στην κλάση Course, ενώ το αντικείμενο Professor περνιέται ως παράμετρος στην setProf

Προσοχή: Σε πολλά βιβλία και οι δύο σχέσεις αναφέρονται ως σχέση σύνθεσης!
Υπάρχει ποιοτική διαφορά παρότι το όνομα μπορεί να μην διαφέρει

Κάποιες φορές, η πρώτη σχέση λέγεται σχέση σύνθεσης και η δεύτερη σχέση συνάθροισης

Η σχέση Course και Professor είναι αμφίδρομη μιας και κρατάμε το αντικείμενο Course μέσα στην Professor

Αν θέλουμε ο φοιτητής να κρατάει πληροφορία για το ποια μαθήματα παίρνει

```
public class Student
{
        private String name;
        private int AM;
        private int units = 0;
        ArrayList<Course> courses = new ArrayList<Course>();

        public Student(String name, int am){
                this.name = name;
                this.AM = am;
        }

        public String getName(){
                return name;
        }

        public void addUnits(int units){
                this.units += units;
        }

        public void addCourse(Course c){
                courses.add(c);
        }

        public String toString(){
                return name +" AM:" + AM + " units:" + units;
        }
}
```

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.Scanner;

public class Course
{
        private String name;
        private int code;
        private int units;
        private Professor prof;
        private ArrayList<StudentRecord> studentList
                                = new ArrayList<StudentRecord>();

        public Course(String name, int code, int units){
                this.name = name;
                this.code = code;
                this.units = units;
        }

        public void setProf(Professor p){
                prof = p;
                p.setLesson(this);
        }

        public void enroll(Student s){
                studentList.add(new StudentRecord(s));
                s.addCourse(this);
        }
```

ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ

Παράδειγμα

- Στο προηγούμενο παράδειγμα οι φοιτητές και οι καθηγητές είχαν κάποια κοινά στοιχεία
  - Και οι δύο είχαν όνομα
  - Και οι δύο είχαν κάποιο χαρακτηριστικό αριθμό
- και κάποιες διαφορές
  - Οι καθηγητές δίδασκαν μαθήματα
  - Οι φοιτητές έπαιρναν μαθήματα, βαθμούς και μονάδες

- Δεν θα ήταν βολικό αν είχαμε μεθόδους που να χειρίζονταν με κοινό τρόπο τις ομοιότητες (π.χ. εκτύπωση των βασικών στοιχείων) και να ξεχωριστές μεθόδους για τις διαφορές?
  - Έτσι δεν θα έπρεπε να γράφουμε τον ίδιο κώδικα πολλές φορές και οι αλλαγές θα έπρεπε να γίνουν μόνο μια φορά.

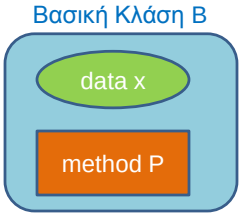
- Αυτό το καταφέρνουμε με την κληρονομικότητα!

Κληρονομικότητα

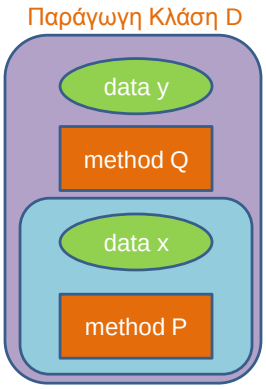
- Η κληρονομικότητα είναι κεντρική έννοια στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό.
- Η ιδέα είναι να ορίσουμε μια γενική κλάση που έχει κάποια χαρακτηριστικά (πεδία και μεθόδους) που θέλουμε και μετά να ορίσουμε εξειδικευμένες παραλλαγές της κλάσης αυτής στις οποίες προσθέτουμε ειδικότερα χαρακτηριστικά.
  - Οι εξειδικευμένες κλάσεις λέμε ότι κληρονομούν τα χαρακτηριστικά της γενικής κλάσης

Κληρονομικότητα

Έχουμε μια Βασική Κλάση (Base Class) B, με κάποια πεδία και μεθόδους.



Θέλουμε να δημιουργήσουμε μια νέα κλάση D η οποία να έχει όλα τα χαρακτηριστικά της B, αλλά και κάποια επιπλέον.



Αντί να ξαναγράψουμε τον ίδιο κώδικα δημιουργούμε μια Παράγωγη Κλάση (Derived Class) D, η οποία κληρονομεί όλη τη λειτουργικότητα της Βασικής Κλάσης B και στην οποία προσθέτουμε τα νέα πεδία και μεθόδους.

Αυτή διαδικασία λέγεται κληρονομικότητα

Κληρονομικότητα

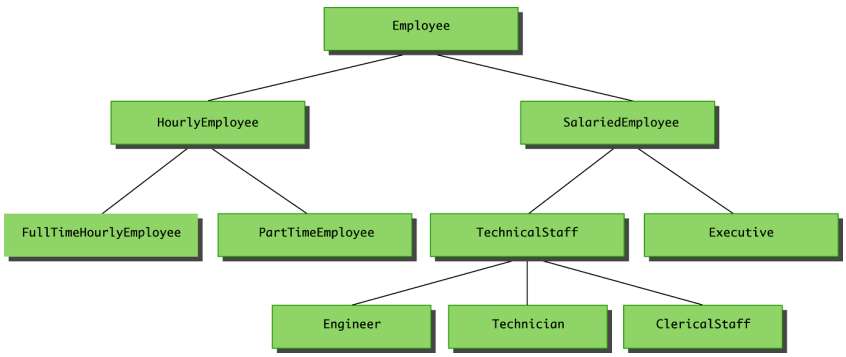
- Η κληρονομικότητα είναι χρήσιμη όταν
  - Θέλουμε να έχουμε αντικείμενα και της κλάσης B και της κλάσης D.
  - Θέλουμε να ορίσουμε πολλαπλές παράγωγες κλάσεις D1, D2, … που η κάθε μία επεκτείνει την B με διαφορετικό τρόπο.
- Μπορούμε να ορίσουμε παράγωγες κλάσεις των παράγωγων κλάσεων.
  - Με αυτό τον τρόπο ορίζεται μια ιεραρχία κλάσεων.

Ιεραρχία κλάσεων (Class Hierarchy)

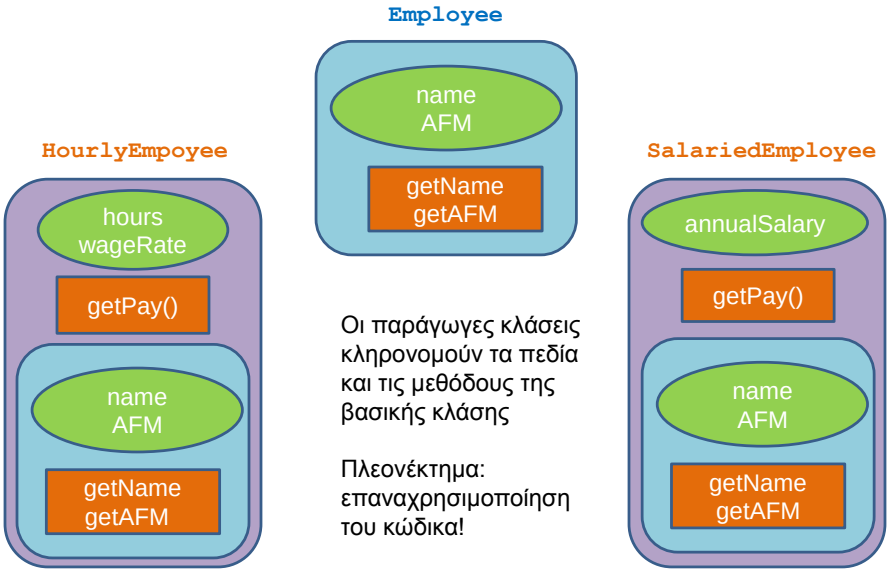
- Παράδειγμα: Έχουμε ένα πρόγραμμα που διαχειρίζεται τους Εργαζόμενους μιας εταιρίας.
  - Όλοι οι εργαζόμενοι έχουν κοινά χαρακτηριστικά το όνομα τους και το ΑΦΜ τους.
- Οι εργαζόμενοι χωρίζονται σε Ωρομίσθιους και Έμμισθους
  - Διαφορετικά χαρακτηριστικά θα κρατάμε όσον αφορά το μισθό για τον καθένα
- Οι Ωρομίσθιοι χωρίζονται σε Πλήρους και Μερικής απασχόλησης
- Οι Έμμισθοι χωρίζονται σε Τεχνικό Προσωπικό και Διευθυντικό προσωπικό
- Κ.ο.κ.…

A Class Hierarchy

Display 7.1 **A Class Hierarchy**



Παράδειγμα



Οι παράγωγες κλάσεις κληρονομούν τα πεδία και τις μεθόδους της βασικής κλάσης

Πλεονέκτημα: επαναχρησιμοποίηση του κώδικα!

Ορολογία

- Η βασική κλάση συχνά λέγεται και υπέρ-κλάση (superclass) και η παραγόμενη κλάση υπό-κλάση (subclass).
- Επίσης η βασική κλάση λέμε ότι είναι ο γονέας της παραγόμενης κλάσης, και η παράγωγη κλάση το παιδί της βασικής.
  - Αν έχουμε παραπάνω από ένα επίπεδο κληρονομικότητας στην ιεραρχία, τότε έχουμε πρόγονο και απόγονο κλάση.

Συντακτικό

- Ας πούμε ότι έχουμε την βασική κλάση **Employee** και τις παραγόμενες κλάσεις **HourlyEmployee** και **SalariedEmployee**.
- Για να ορίσουμε τις παραγόμενες κλάσεις χρησιμοποιούμε το εξής συντακτικό στη δήλωση της κλάσης

```
public class HourlyEmployee extends Employee
public class SalariedEmployee extends Employee
```

Η βασική κλάση

```
public class Employee
{
    private String name;
    private int AFM;

    public Employee( ) { … }

    public Employee(String theName, int theAFM) { … }

    public Employee(Employee originalObject) { … }

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

    public int getAFM( ) { … }
    public void setAFM (int newAFM) { … }

    public String toString() { … }

}
```

Η παράγωγη κλάση HourlyEmployee

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

    public HourlyEmployee( ) { … }

    public HourlyEmployee(String theName, int theAFM,
                          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( ){ … }
}
```

Νέα πεδία για την HourlyEmployee

Μέθοδος getPay υπολογίζει το μηνιαίο μισθό

Η παράγωγη κλάση SalariedEmployee

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

    public SalariedEmployee( ) { … }

    public SalariedEmployee(String theName,
                            int theAFM, double theSalary) { … }

    public SalariedEmployee(SalariedEmployee originalObject ) { … }

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

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

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

Νέα πεδία για την SalariedEmployee

Μέθοδος getPay υπολογίζει το μηνιαίο μισθό. Διαφορετική από την προηγούμενη

Constructor

```
public class Employee
{
    private String name;
    private int AFM;


    public Employee()
    {
        name = "no name";
        AFM = 0;
    }

    public Employee(String theName, int theAFM)
    {
        if (theName == null || theAFM <= 0)
        {
             System.out.println("Fatal Error creating employee.");
             System.exit(0);
        }
        name = theName;
        AFM = theAFM;
    }
}
```

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


    public HourlyEmployee(String theName, int theAFM,
                          double theWageRate, double theHours)
   {
      super(theName, theAFM);
      if ((theWageRate >= 0) && (theHours >= 0))
      {
          wageRate = theWageRate;
          hours = theHours;
      }
      else
      {
         System.out.println(
                   "Fatal Error: creating an illegal hourly employee.");
         System.exit(0);
      }
    }
}
```

Με τη λέξη κλειδί super αναφερόμαστε στην βασική κλάση.

Εδώ καλούμε τον constructor της Employee με ορίσματα το όνομα και το ΑΦΜ

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

    public SalariedEmployee(String theName,
                    int theAFM, double theSalary)
    {
          super(theName, theAFM);
          if (theSalary >= 0)
              salary = theSalary;
          else
          {
              System.out.println(
                   "Fatal Error: Negative salary.");
              System.exit(0);
          }
    }
}
```

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

    public SalariedEmployee()
    {
          super();
          salary = 0;
    }
}
```

Καλεί τον default constructor της Employee

Η εντολή δεν είναι απαραίτητη σε αυτή την περίπτωση. Αν δεν έχουμε κάποια κλήση προς τον constructor της γονικής κλάσης, τότε καλείτε εξ ορισμού ο default constructor της Employee.

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

    public SalariedEmployee(String theName,int theAFM)
    {
         salary = 0;
    }
}
```

Πως θα αρχικοποιηθεί το αντικείμενο στην περίπτωση που κληθεί αυτός ο constructor?

Εφόσον δεν καλούμε εμείς κάποιο constructor της γονικής κλάσης θα κληθεί ο default constructor ο οποίος θα αρχικοποιήσει το όνομα στο “no name” και το ΑΦΜ στο μηδέν.

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

    public SalariedEmployee(String theName,int theAFM)
    {
         super(theName, theAFM);
         salary = 0;
    }
}
```

Αν θέλουμε να αρχικοποιήσουμε το όνομα και το ΑΦΜ θα πρέπει να καλέσουμε τον αντίστοιχο constructor της γονικής κλάσης.

Constructor this

- Όπως καλείται ο constructor super της γονικής κλάσης μπορούμε να καλέσουμε και τον constructor this της ίδιας κλάσης.

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

    public SalariedEmployee(String theName, int theAFM, double theSalary)
    {
         super(theName, theAFM);
         if (theSalary >= 0)
             salary = theSalary;
         else{
            System.out.println("Fatal Error: Negative salary.");
             System.exit(0);
         }
    }

    public SalariedEmployee(){
        this("no name", 0, 0);
    }
}
```

Καλεί ένα άλλο constructor της ίδιας κλάσης

Γιατί να μην κάνουμε κάτι πιο απλό? Κατευθείαν ανάθεση των πεδίων

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

    public SalariedEmployee(String theName,
                            int theAFM, double theSalary)
    {
         name = theName;
         AFM = theAFM;
         salary = theSalary;
    }
}
```

ΛΑΘΟΣ!

Οι παραγόμενες κλάσεις δεν έχουν πρόσβαση στα private πεδία και τις private μεθόδους της βασικής κλάσεις.

Κληρονομικότητα και ενθυλάκωση

- Οι παραγόμενες κλάσεις κληρονομούν την πληροφορία που έχει και η γονική κλάση
  - Ένα αντικείμενο SalariedEmployee έχει πληροφορία για το όνομα και το ΑΦΜ του υπαλλήλου.
- Δεν έχουν όμως πρόσβαση να διαβάσουν και να αλλάξουν ότι είναι private μέσα στην γονική κλάση.
  - Στην περίπτωση του SalariedEmployee, δεν μπορούμε να αλλάξουμε ή να διαβάσουμε το όνομα. Θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τις public μεθόδους setName, getName.
  - Για τον constructor πρέπει να καλέσουμε την super.
- Με αυτό τον τρόπο προστατεύουμε τα δεδομένα της γονικής κλάσης από κώδικα εκτός της κλάσης.
- Ο περιορισμός ισχύει και για μεθόδους που είναι private στην γονική κλάση.

```
public class Employee
{
      private void doSomething(){
            System.out.println("doSomething");
      }
}
```

```
public class SalariedEmployee extends Employee
{
      public void doSomethingMore(){
            doSomething();
            System.out.println("and more");
      }
}
```

ΛΑΘΟΣ!

Υπέρβαση μεθόδων (method overriding)

- Μία μέθοδος που ορίζεται στην βασική κλάση μπορούμε να την ξανα-ορίσουμε στην παράγωγη κλάση με διαφορετικό τρόπο
  - Παράδειγμα: η μέθοδος `toString()`. Την ξανα-ορίζουμε για κάθε παραγόμενη κλάση ώστε να παράγει αυτό που θέλουμε
  - Αυτό λέγετε υπέρβαση της μεθόδου (method overriding).
- Η υπέρβαση των μεθόδων είναι διαφορετική από την υπερφόρτωση.
  - Στην υπερφόρτωση αλλάζουμε την υπογραφή της μεθόδου.
  - Εδώ έχουμε την ίδια υπογραφή, απλά αλλάζει ο ορισμός στην παραγόμενη κλάση.

```
public class Employee
{
    private String name;
    private int AFM;

    public Employee( ) { … }

    public Employee(String theName, int theAFM) { … }

    public Employee(Employee originalObject) { … }

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

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

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

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

    public HourlyEmployee( ) { … }

    public HourlyEmployee(String theName, int theAFM,
                          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( ){
       return (getName( ) + " " + getAFM( )
            + "\n$" + wageRate + " per hour for " + hours + " hours");
    }
}
```

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

    public SalariedEmployee( ) { … }

    public SalariedEmployee(String theName,
                            int theAFM, double theSalary) { … }

    public SalariedEmployee(SalariedEmployee originalObject ) { … }

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

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

    public String toString( ) { … }
    {
        return (getName( ) + " " + getAFM( )
                                  + "\n$" + salary + " per year");
    }
}
```

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

    public SalariedEmployee( ) { … }

    public SalariedEmployee(String theName,
                            int theAFM, double theSalary) { … }

    public SalariedEmployee(SalariedEmployee originalObject ) { … }

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

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

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

Έτσι καλούμε την toString της βασικής κλάσης

super

- Το keyword super χρησιμοποιείται σαν αντικείμενο κλήσης για να καλέσουμε μια μέθοδο της γονικής κλάσης την οποία έχουμε κάνει override.
  - Π.χ., super.toString() για να καλέσουμε την toString της Employee.
- Αν θέλουμε να το ξεχωρίσουμε από την κλήση της toString της SalariedEmployee, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το this. Μέσα στην SalariedEmployee:
  - super.toString() καλεί την toString της Employee
  - this.toString() καλεί την toString της SalariedEmployee
- Προσοχή: Δεν μπορούμε να έχουμε αλυσιδωτές κλήσεις του super.
  - super.super.toString() είναι λάθος!

Παράδειγμα χρήσης

```
public class InheritanceDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        HourlyEmployee joe = new HourlyEmployee("Joe Worker",
                                                100, 50.50, 160);

        System.out.println("joe's longer name is " + joe.getName( ));

        System.out.println("Changing joe's name to Josephine.");
        joe.setName("Josephine");

        System.out.println("joe's record is as follows:");
        System.out.println(joe);
       }
}
```

Καλεί τις μεθόδους της Employee

Καλεί τις μεθόδους της HourlyEmployee

Πολλαπλοί τύποι

- Ένα αντικείμενο της παράγωγης κλάσης έχει και τον τύπο της βασικής κλάσης
  - Ένας HourlyEmployee είναι και Employee
  - Υπάρχει μία is-a σχέση μεταξύ των κλάσεων.
- Αυτό μπορούμε να το εκμεταλλευτούμε χρησιμοποιώντας την βασική κλάση όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε κάποια από τις παράγωγες.

```
public class IsADemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        SalariedEmployee joe = new SalariedEmployee("Josephine",
                                                    100, 100000);
        HourlyEmployee sam = new HourlyEmployee("Sam",
                                                200, 50.50, 40);

        System.out.println("joe's longer name is " + joe.getName( ));

        System.out.println("showEmployee(joe):");
        showEmployee(joe);

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

    }

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

Μπορούμε να καλέσουμε τη μέθοδο και με HourlyEmployee και με SalariedEmployee

```
public class Employee
{
       private String name;
       private int AFM;

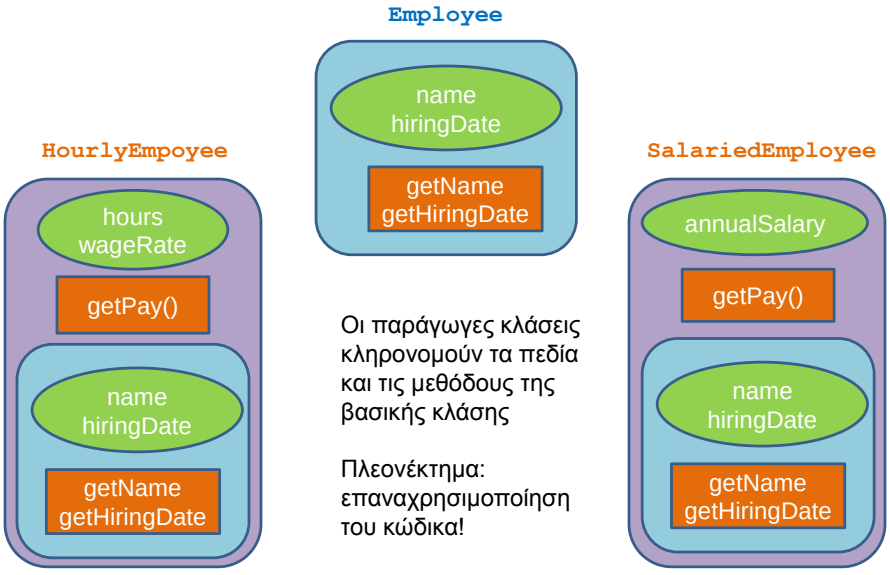
       public Employee(Employee other){
              this.name = other.name;
              this.AFM = other.AFM;
       }
}
```

```
public class SalariedEmployee extends Employee
{
       public SalariedEmployee(SalariedEmployee other){
              super(other);
              this.salay = other.salary;        }
}
```

Η κλήση του copy constructor της Employee (μέσω της super(other)) γίνεται με ένα αντικείμενο τύπου SalariedEmployee. Αυτό γίνεται γιατί SalariedEmployee is a Employee και το αντικείμενο other έχει και τους δύο τύπους.

ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ ΠΟΛΥΜΟΡΦΙΣΜΟΣ – LATE BINDING

Παράδειγμα



Οι παράγωγες κλάσεις κληρονομούν τα πεδία και τις μεθόδους της βασικής κλάσης

Πλεονέκτημα: επαναχρησιμοποίηση του κώδικα!

Ιεραρχία κλάσεων

- Μέσω της σχέσεως κληρονομικότητας μπορούμε να ορίσουμε μια ιεραρχία από κλάσεις
  - Σαν γενεαλογικό δέντρο κλάσεων από πιο γενικές προς πιο ειδικές κλάσεις.

- Στη Java όλες οι κλάσεις ανήκουν στην ίδια ιεραρχία.
  - Στην κορυφή της ιεραρχίας είναι η κλάση Object.

Η βασική κλάση

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

    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() { … }

}
```

Η παράγωγη κλάση HourlyEmployee

```
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( ){ … }
}
```

Νέα πεδία για την HourlyEmployee

Μέθοδος getPay υπολογίζει το μηνιαίο μισθό

Η παράγωγη κλάση SalariedEmployee

```
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( ) { … }
}
```

Νέα πεδία για την SalariedEmployee

Μέθοδος getPay υπολογίζει το μηνιαίο μισθό. Διαφορετική από την προηγούμενη

```
public class Example1
{
    public static void main(String[] args)
    {
        HourlyEmployee alice = new HourlyEmployee("Alice",
              new Date("January", 1, 2004), 50.50, 160);

        SalariedEmployee bob = new SalariedEmployee("Bob",
              new Date("January", 1, 2005), 20000);

        System.out.println("Alice: "
                          + alice.getName() + " "
                          + alice.getHireDate() + " "
                          + alice.getPay());

        System.out.println("Bob: "
                          + bob.getName() + " "
                          + bob.getHireDate() + " "
                          + bob.getPay());
    }
}
```

Μέθοδοι της Employee

Μέθοδοι των παράγωγων κλάσεων

Constructor

```
public class Employee
{
    private String name = "default";
    private Date hireDate = new Date(11,4,2013);


    public Employee()
    {
       System.out.println("empty contructor");
    }

    public Employee(String theName, Date theDate)
    {
       name = theName;
       hireDate = new Date(theDate);
    }
}
```

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


    public HourlyEmployee(String theName, Date theDate,
                          double theWageRate, double theHours)
    {
        super(theName, theDate);
        wageRate = theWageRate;
        hours = theHours;
    }
}
```

Με τη λέξη κλειδί super αναφερόμαστε στην βασική κλάση.

Εδώ καλούμε τον constructor της Employee με ορίσματα το όνομα και την ημερομηνία.

Ο constructor super μπορεί να κληθεί μόνο στην αρχή της μεθόδου.

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


    public HourlyEmployee(String theName, Date theDate,
                          double theWageRate, double theHours)
    {
        wageRate = theWageRate;
        hours = theHours;
    }
}
```

Τυπώνει “empty constructor”

Αν δεν υπάρχει κλήση του constructor καλείται αυτόματα ο constructor χωρίς ορίσματα.

Αν δεν υπάρχει constructor χωρίς ορίσματα παίρνουμε λάθος στην εκτέλεση.

Πολλαπλοί τύποι

- Ένα αντικείμενο της παράγωγης κλάσης έχει και τον τύπο της βασικής κλάσης
  - Ένας HourlyEmployee είναι και Employee
  - Υπάρχει μία is-a σχέση μεταξύ των κλάσεων (Hourly Employee is a Employee).
- Αυτό μπορούμε να το εκμεταλλευτούμε χρησιμοποιώντας την βασική κλάση όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε κάποια από τις παράγωγες αλλά δεν ξέρουμε ποια εκ των προτέρων.

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

        System.out.println("joe's longer name is " + joe.getName( ));

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

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

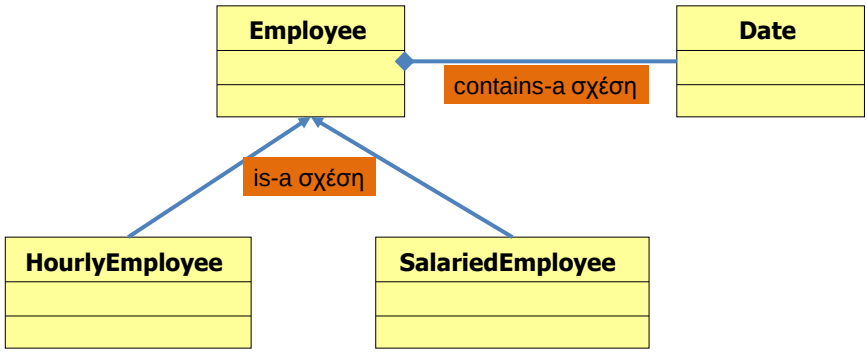
    }

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

Μπορούμε να καλέσουμε τη μέθοδο και με HourlyEmployee και με SalariedEmployee γιατί και οι δύο είναι και Employee.

UML διάγραμμα

- Αναπαράσταση κληρονομικότητας



Protected μέλη

- Οι παράγωγες κλάσεις έχουν πρόσβαση σε όλα τα public πεδία και μεθόδους της γενικής κλάσης.
- ΔΕΝ έχουν πρόσβαση στα private πεδία και μεθόδους.
  - Μόνο μέσω public μεθόδων set* και get*
- Protected: αν κάποια πεδία και μέθοδοι είναι protected μπορούν να τα δουν όλοι οι απόγονοι της κλάσης.
  - Το βιβλίο δεν το συνιστά.
- Package access: αν δεν προσδιορίσετε public, private, ή protected access τότε η default συμπεριφορά είναι ότι η μεταβλητή είναι προσβάσιμη από άλλες κλάσεις μέσα στο ίδιο πακέτο.

Employee

```
public class Employee
{
    private String name = "default";
    private Date hireDate = new Date(11,4,2013);


    public Employee()
    {
       System.out.println("empty contructor");
    }

    public Employee(String theName, Date theDate)
    {
       name = theName;
       hireDate = new Date(theDate);
    }
}
```

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


    public HourlyEmployee(String theName, Date theDate,
                          double theWageRate, double theHours)
   {
       name = theName;
       hireDate = new Date(theDate);
       wageRate = theWageRate;
       hours = theHours;
   }
}
```

Χτυπάει λάθος η πρόσβαση σε private πεδία.

Employee

```
public class Employee
{
    protected String name = "default";
    protected Date hireDate = new Date(11,4,2013);


    public Employee()
    {
       System.out.println("empty contructor");
    }

    public Employee(String theName, Date theDate)
    {
       name = theName;
       hireDate = new Date(theDate);
    }
}
```

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


    public HourlyEmployee(String theName, Date theDate,
                          double theWageRate, double theHours)
   {
       name = theName;
       Date = new (theDate);
       wageRate = theWageRate;
       hours = theHours;
   }
}
```

ΟΚ η πρόσβαση σε protected πεδία.

Υπέρβαση μεθόδων (method overriding)

- Μία μέθοδος που ορίζεται στην βασική κλάση μπορούμε να την ξανα-ορίσουμε στην παράγωγη κλάση με διαφορετικό τρόπο
  - Παράδειγμα: η μέθοδος **`toString()`**. Την ξανα-ορίζουμε για κάθε παραγόμενη κλάση ώστε να τυπώνει αυτό που θέλουμε
  - Αυτό λέγετε υπέρβαση της μεθόδου (method overriding).
- Η υπέρβαση των μεθόδων είναι διαφορετική από την υπερφόρτωση.
  - Στην υπερφόρτωση αλλάζουμε την υπογραφή της μεθόδου.
  - Εδώ έχουμε την ίδια υπογραφή, απλά αλλάζει ο κώδικας της παράγωγης κλάσης.

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

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

```
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( ){
       return (getName( ) + " " + getHireDate( ).toString( )
            + "\n$" + wageRate + " per hour for " + hours + " hours");
    }
}
```

```
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( )
    {
        return (getName( ) + " " + getHireDate( ).toString( )
                                  + "\n$" + salary + " per year");
    }
}
```

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

Έτσι καλούμε την toString της βασικής κλάσης

Παράδειγμα

```
public class InheritanceDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        SalariedEmployee sam = new SalariedEmployee("Sam",
                                new Date(1, 1, 2010), 100000);
        HourlyEmployee han = new HourlyEmployee("Han",
                               `new Date(1, 1, 2011), 50.50, 40);
        Employee eve = new Employee("Eve", new Date(1,1,2012));

        System.out.println(eve);

        System.out.println(sam);

        System.out.println(han);
      }
}
```

Καλεί τη μέθοδο της Employee

Καλεί τη μέθοδο της SalariedEmployee

Καλεί τη μέθοδο της HourlyEmployee

Υπέρβαση και αλλαγή επιστρεφόμενου τύπου

- Μια αλλαγή που μπορούμε να κάνουμε στην υπογραφή της κλάσης που υπερβαίνουμε είναι να αλλάξουμε τον επιστρεφόμενο τύπο σε αυτόν μιας παράγωγης κλάσης
  - Ουσιαστικά δεν είναι αλλαγή αφού η παράγωγη κλάση έχει και τον τύπο της γονικής κλάσης.

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

      public Employee createCopy()
      {
        return new Employee(this);
      }
}
```

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

    public HourlyEmployee createCopy()
    {
        return new HourlyEmployee(this);
    }
}
```

Ο επιστρεφόμενος τύπος αλλάζει από Employee σε HourlyEmployee στην υπέρβαση. Ουσιαστικά όμως δεν υπάρχει αλλαγή μιας και κάθε αντικείμενο HourlyEmployee είναι και Employee

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

    public SalariedEmployee createCopy()
    {
        return new SalariedEmployee(this);
    }

}
```

Ο επιστρεφόμενος τύπος αλλάζει από Employee σε SalariedEmployee στην υπέρβαση. Ουσιαστικά όμως δεν υπάρχει αλλαγή μιας και κάθε αντικείμενο SalariedEmployee είναι και Employee

toString και equals

- Είπαμε ότι η Java για κάθε αντικείμενο «περιμένει» να δει τις μεθόδους toString και equals
  - Αυτό σημαίνει ότι οι μέθοδοι αυτές ορίζονται στην κλάση Object που είναι ο πρόγονος όλων το κλάσεων και κάθε νέα κλάση μπορεί να τις υπερβεί (override).
  - Είδαμε παραδείγματα πως υπερβήκαμε την μέθοδο toString.

equals

- Η equals στην κλάση Object ορίζεται ως:
  - `public boolean equals(Object other)`
- Για την κλάση Employee θα την ορίσουμε ως:
  - `public boolean equals(Employee other)`
- Αλλάζουμε την υπογραφή της κλάσης, άρα δεν κάνουμε υπέρβαση, αλλά υπερφόρτωση της equals
  - Πως θα την ορίσουμε ώστε να κάνουμε υπέρβαση?

Overriding equals

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

    public boolean equals(Object otherObject)
    {
        if (otherObject == null)
            return false;
        else if (getClass( ) != otherObject.getClass( ))
            return false;
        else
        {
            Employee otherEmployee = (Employee)otherObject;
            return (name.equals(otherEmployee.name)
               && hireDate.equals(otherEmployee.hireDate));
        }
    }
}
```

getClass: μέθοδος της Object, επιστρέφει μια αναπαράσταση της κλάσης του αντικειμένου

Downcasting: μετατροπή ενός αντικειμένου από μια υψηλότερη σε μία χαμηλότερη κλάση

Το downcasting δεν είναι πάντα δυνατόν και αν δεν γίνει σωστά μπορεί να προκαλέσει λάθη κατά την εκτέλεση του προγράμματος

Downcasting

```
public class DowncastingExample
{
    public static void main(String[] args)
    {
                SalariedEmployee sam = new SalariedEmployee("Sam",
                                new Date(1, 1, 2010), 100000);
                Employee eve = new Employee("Eve", new Date(1,1,2012));

                SalariedEmployee eve2 = (SalariedEmployee)eve;
                if (sam.getHireDate().equals(eve2.getHireDate())){
                        System.out.println("Same hire date");
                }else{
                        System.out.println("Different hire date");
                }
        }
}
```

Στην περίπτωση αυτή θα μας χτυπήσει λάθος στο τρέξιμο παρότι χρησιμοποιούμε μόνο την κοινή μέθοδο getHireDate(). Το πρόγραμμα προβλέπει ότι μπορεί να υπάρχει πρόβλημα.

Downcasting

```
public class DowncastingExample
{
    public static void main(String[] args)
    {
                SalariedEmployee sam = new SalariedEmployee("Sam",
                                new Date(1, 1, 2010), 100000);
                Employee eve = new Employee("Eve", new Date(1,1,2012));

                method(sam,sam);

        }

        private static void method(SalariedEmployee sEmp, Employee emp){
                SalariedEmployee sEmp2 = (SalariedEmployee) emp;

                if (sEmp.getHireDate().equals(sEmp2.getSalary())){
                        System.out.println("Same Salary");
                }else{
                        System.out.println("Different salary");
                }
        }
}
```

Στην περίπτωση αυτή το downcasting δεν χτυπάει λάθος γιατί μπορεί να καλέσουμε σωστά την μέθοδο με SalariedEmployee αντικείμενο

Downcasting

```
public class DowncastingExample
{
    public static void main(String[] args)
    {
                SalariedEmployee sam = new SalariedEmployee("Sam",
                                new Date(1, 1, 2010), 100000);
                Employee eve = new Employee("Eve", new Date(1,1,2012));

                method(sam,eve);

        }

        private static void method(SalariedEmployee sEmp, Employee emp){
                SalariedEmployee sEmp2 = (SalariedEmployee) emp;

                if (sEmp.getHireDate().equals(sEmp2.getSalary())){
                        System.out.println("Same Salary");
                }else{
                        System.out.println("Different salary");
                }
        }
}
```

Αν όμως την καλέσουμε με αντικείμενο Employee θα πάρουμε λάθος

Upcasting

- Η ανάθεση στην αντίθετη κατεύθυνση (upcasting) μπορεί να γίνει χωρίς να χρειάζεται casting
  - Μπορούμε να κάνουμε μια ανάθεση x = y δύο αντικειμένων αν:
    - τα δύο αντικείμενα να είναι της ίδιας κλάσης ή
    - η κλάση του αντικειμένου που ανατίθεται (y) είναι απόγονος της κλάσης του αντικειμένου στο οποίο γίνεται η ανάθεση (x)
- Για παράδειγμα, ο παρακάτω κώδικας δουλεύει χωρίς πρόβλημα:
  - `Employee anEmployee;`
  - `Hourly Employee hEmployee = new HourlyEmployee();`
  - `anEmployee = hEmployee;`

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

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

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

    }

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

Όταν καλούμε την **showEmployee** έμμεσα κάνουμε τις αναθέσεις:
`employeeObject = joe`
`employeeObject = sam`

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

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

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

    }

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

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

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

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

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

    }

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

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.");
    }
}
```

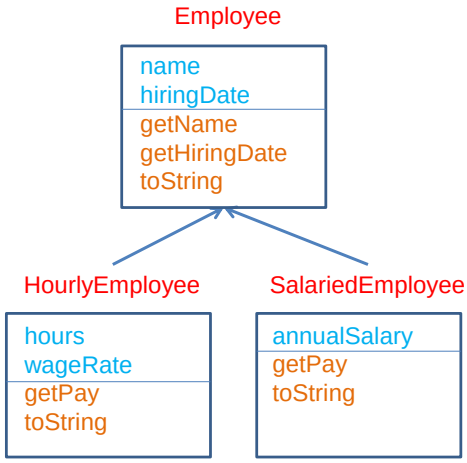
Οι **lessThan** και **equalDeals** κληρονομούνται από την **Sale**

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**

ΠΟΛΥΜΟΡΦΙΣΜΟΣ ΑΦΗΡΗΜΕΝΕΣ ΚΛΑΣΕΙΣ INTERFACES

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");
    }
}
```

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 int 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
                     take the same amount per month");
       }
       else{
           System.out.println("The two employees do NOT
                     take 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(Object 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]);
    }
  }

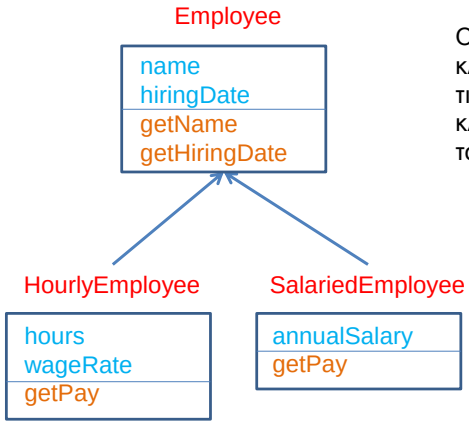
  public static void sort(myComparable[] array){
    for (int i = 0; i < array.length; i ++){
        myComparable minElement = array[i];
        for (int j = i+1; j < array.length; j ++){
          if (minElement.compareTo(array[j]) > 0){
                minElement = array[j];
                array[j]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

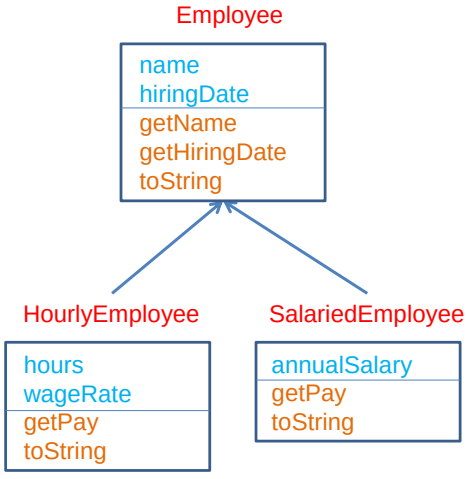
ΠΟΛΥΜΟΡΦΙΣΜΟΣ ΑΦΗΡΗΜΕΝΕΣ ΚΛΑΣΕΙΣ INTERFACES

Κληρονομικότητα



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

Late Binding

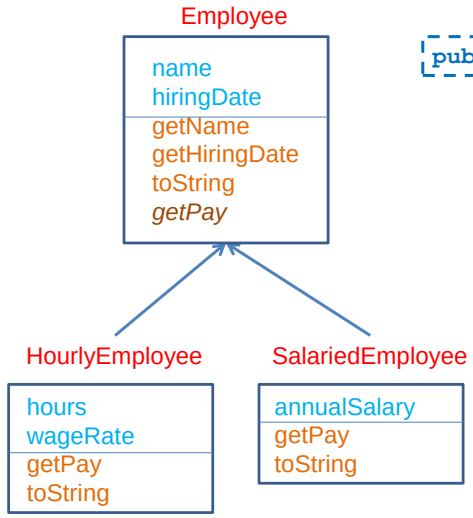



```
Employee e;
e = new HourlyEmployee();
System.out.println(e);
e = new SalariedEmployee();
System.out.println(e);
```

Late Binding:

Ο κώδικας που εκτελείται για την `toString()` εξαρτάται από την κλάση του αντικειμένου την ώρα της κλήσης (HourlyEmployee ή SalariedEmployee) και όχι την ώρα της δήλωσης (Employee)

Αφηρημένες κλάσεις




```
public abstract double getPay();
```

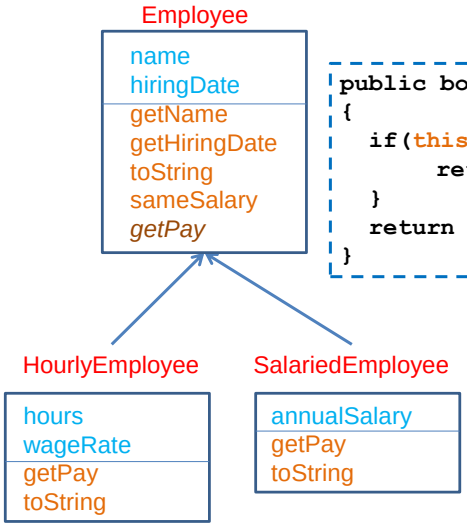
Μια αφηρημένη μέθοδος δηλώνεται σε μια γενική κλάση και ορίζεται σε μια πιο εξειδικευμένη κλάση

Οι κλάσεις με αφηρημένες μεθόδους είναι αφηρημένες κλάσεις.

Δεν μπορούμε να ορίσουμε αντικείμενα αφηρημένων κλάσεων.

Οι παράγωγες ενυπόστατες κλάσεις πρέπει να υλοποιούν τις αφηρημένες μεθόδους.

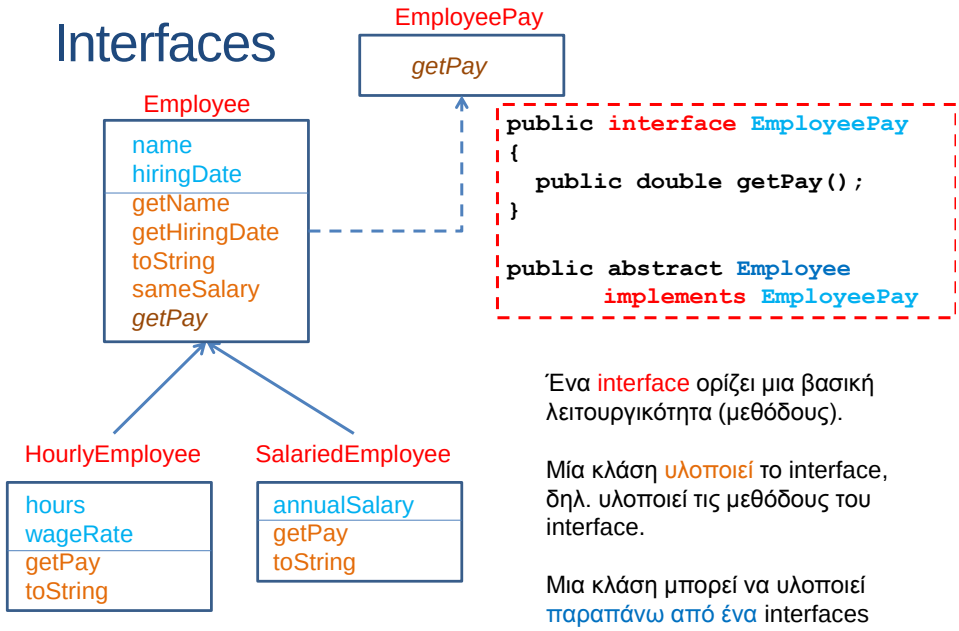
Αφηρημένες κλάσεις




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

Μια αφηρημένη μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσα σε άλλες μεθόδους της αφηρημένης κλάσης

Interfaces




```
public interface EmployeePay
{
  public double getPay();
}

public abstract Employee
       implements EmployeePay
```

Ένα interface ορίζει μια βασική λειτουργικότητα (μεθόδους).

Μία κλάση υλοποιεί το interface, δηλ. υλοποιεί τις μεθόδους του interface.

Μια κλάση μπορεί να υλοποιεί παραπάνω από ένα interfaces

Βρείτε τα λάθη

- Στο πρόγραμμα στην επόμενη διαφάνεια υπάρχουν διάφορα λάθη
  - Ποια είναι?

```
public abstract class Vehicle
{
  private int position = 0;

  public Vehicle(int pos){
        position = pos;
  }

  public abstract void move();

  public void print()
  {
    System.out.println("position = "
                       + position);
  }
}
```

```
public class Car extends Vehicle
{
  private int gas;

  public Car(int pos, int gas){
    position = pos;
    this.gas = gas;
  }

  public void drive(){
    position += 10;
    gas -= 10;
  }

  public void print(){
    super.print();
    System.out.println("gas =" + gas);
  }
}
```

```
public class Example
{
  public static void main(String[] args){
    Vehicle[] V = new Vehicle[3];
    V[0] = new Car(0,100);
    V[1] = new Bike();
    V[0].drive(); V[0].print();
    V[1].move(); V[1].print();
    V[2] = new Vehicle(0);
  }
}
```

```
public class Bike extends Vehicle
{
  public void move(){
        position ++;
  }
}
```

```
public abstract class Vehicle
{
  private int position = 0;

  public Vehicle(int pos){
        position = pos;
  }

  public abstract void move();

  public void print()
  {
    System.out.println("position = "
                       + position);
  }
}
```

```
public class Car extends Vehicle
{
  private int gas;

  public Car(int pos, int gas){
    position = pos;
    this.gas = gas;
  }

  public void drive(){
    position += 10;
    gas -= 10;
  }

  public void print(){
    super.print();
    System.out.println("gas =" + gas);
  }
}
```

```
public class Example
{
  public static void main(String[] args){
    Vehicle[] V = new Vehicle[3];
    V[0] = new Car(0,100);
    V[1] = new Bike();
    V[0].drive(); V[0].print();
    V[1].move(); V[1].print();
    V[2] = new Vehicle(0);
  }
}
```

```
public class Bike extends Vehicle
{
  public void move(){
        position ++;
  }
}
```

```
public abstract class Vehicle
{
  protected int position = 0;

  public Vehicle(){
  }

  public Vehicle(int pos){
        position = pos;
  }

  public int getPosition{
        return position
  }

  public void setPosition(int pos){
        position = pos;
  }

  public abstract void move();

  public void print()
  {
    System.out.println("position = "
                       + position);
  }
}
```

Το πεδίο position πρέπει να είναι protected εφόσον το χρησιμοποιούν και οι παράγωγες κλάσεις ή να ορίσουμε getPosition και setPosition μεθόδους

Πρέπει να ορίσουμε και ένα κενό constructor, ή να καλούμε την super μέσα στις παράγωγες κλάσεις.

```
public class Car extends Vehicle
{
  private int gas;

  public Car(int pos, int gas){
    position = pos;
    this.gas = gas;
  }

  public void move(){
    setPosition(getPosition() + 10);
    gas -= 10;
  }

  public void print(){
    super.print();
    System.out.println("gas =" + gas);
  }
}
```

Ο constructor δουλεύει μόνο αν έχουμε constructor χωρίς ορίσματα στην Vehicle. Αλλιώς χρειαζόμαστε αυτό τον constructor:

```
public Car(int pos, int gas){
   super(pos);
   this.gas = gas;
}
```

Η Car πρέπει να υλοποίει την μέθοδο move

```
public class Bike extends Vehicle
{
  public void move(){
     position ++;
  }
}
```

Ο constructor (ή μάλλον η έλλειψη του) δουλεύει μόνο αν έχουμε constructor χωρίς ορίσματα στην Vehicle. Αλλιώς χρειαζόμαστε αυτό τον constructor:

```
public Bike(){
   super(0);
}
```

```
public class Example
{
  public static void main(String[] args){
    Vehicle[] V = new Vehicle[2];
    V[0] = new Car(0,100);
    V[1] = new Bike();
    V[0].move(); V[0].print();
    V[1].move(); V[1].print();
    // V[2] = new Vehicle(0);
  }
}
```

Δεν μπορούμε να ορίσουμε αντικείμενο τύπου Vehicle γιατί είναι αφηρημένη κλάση.

Ερωτήσεις:

- Υπάρχει πρόβλημα με την εντολή `Vehicle[] V = new Vehicle[2];` ?
- Ποια print καλείται για το αντικείμενο V[0]? Ποια για το V[1]? Γιατί?
- Τι θα τυπώσει το πρόγραμμα?

Υπάρχει κάποιο λάθος σε αυτό τον ορισμό?

```
public abstract class EngineVehicle extends Vehicle
{
      protected int gas;

      public EngineVehicle(int pos, int gas){
         super(pos);
         this.gas = gas;
      }
}
```

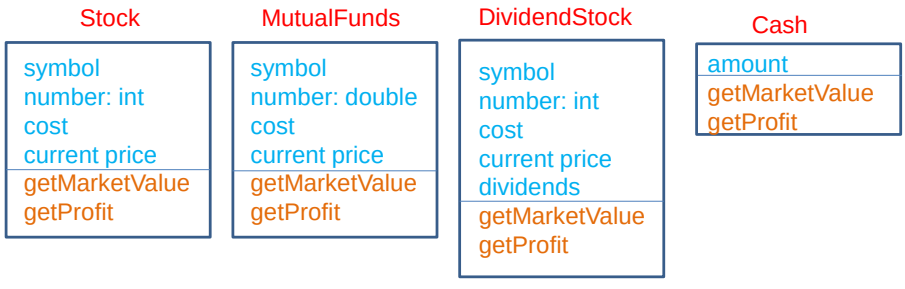
Όχι. Εφόσον η EngineVehicle είναι αφηρημένη δεν χρειάζεται να ορίσουμε την αφηρημένη μέθοδο move

Ένα μεγάλο παράδειγμα

- Θέλουμε να φτιάξουμε ένα πρόγραμμα που διαχειρίζεται το πορτοφόλιο (portofolio) ενός χρηματιστή. Το portofolio έχει μετοχές (stocks), μετοχές που δίνουν μέρισμα (divident stocks), αμοιβαία κεφάλαια (mutual funds), και χρήματα (cash). Για κάθε μια από αυτές τις αξίες (assets) θέλουμε να υπολογίζουμε την τωρινή της αποτίμηση (market value) και το κέρδος (profit) που μας δίνει. Μετά θέλουμε να υπολογίσουμε τη συνολική αξία του πορτοφόλιου και το συνολικό κέρδος

Λεπτομέρειες

- Cash: Δεν μεταβάλλεται η αξία του, δεν έχει κέρδος
- Stocks: Η αξία του είναι ίση με τον αριθμό των μετοχών επί την αξία της μετοχής. Το κέρδος είναι η διαφορά της τωρινής αποτίμησης με το κόστος αγοράς
- Mutual Funds: Παρόμοια με τα Stocks αλλά ο αριθμός των μετοχών που μπορούμε να έχουμε είναι πραγματικός αριθμός αντί για ακέραιος
- Dividend Stocks: Όμοια με τα Stocks αλλά στο κέρδος προσθέτουμε και τα μερίσματα

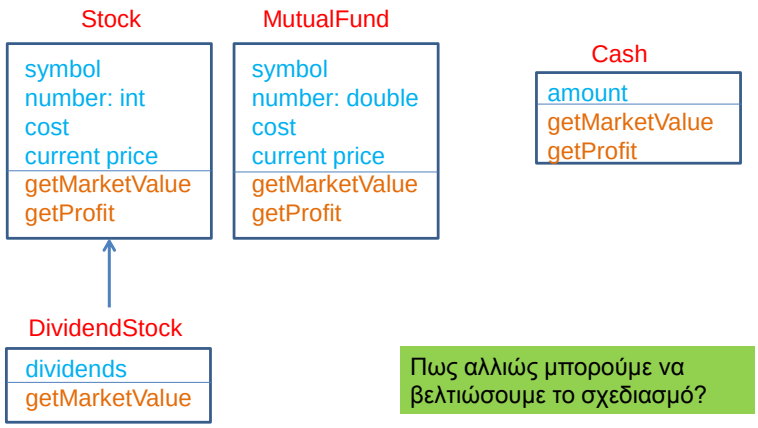


Πως μπορούμε να βελτιώσουμε το σχεδιασμό των κλάσεων?

Σχεδιασμός

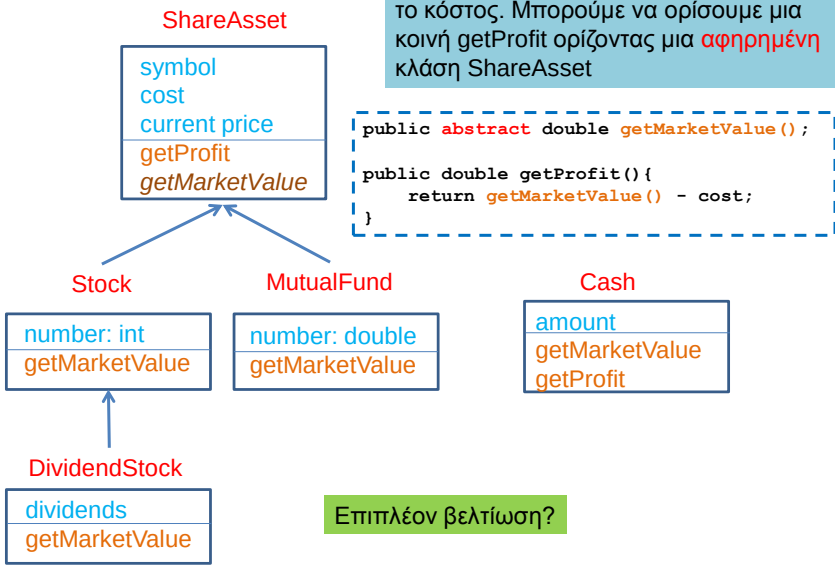
- Βλέπουμε ότι υπάρχουν διάφορα κοινά στοιχεία μεταξύ των διαφόρων οντοτήτων που μας ενδιαφέρουν
  - Χρειαζόμαστε για κάθε asset μια συνάρτηση που να μας δίνει το market value και μία που να υπολογίζει το profit
  - Για τα share assets (stocks, dividend stocks, mutual funds) το κέρδος είναι η διαφορά της τωρινής τιμής με το κόστος
  - Η τιμή των dividend stocks υπολογίζεται όπως αυτή την απλών stocks απλά προσθέτουμε και το μέρισμα

Η DividentStock έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με την Stock και απλά αλλάζει ο τρόπος που υπολογίζεται η αποτίμηση ώστε να προσθέτει τα dividents



Πως αλλιώς μπορούμε να βελτιώσουμε το σχεδιασμό?

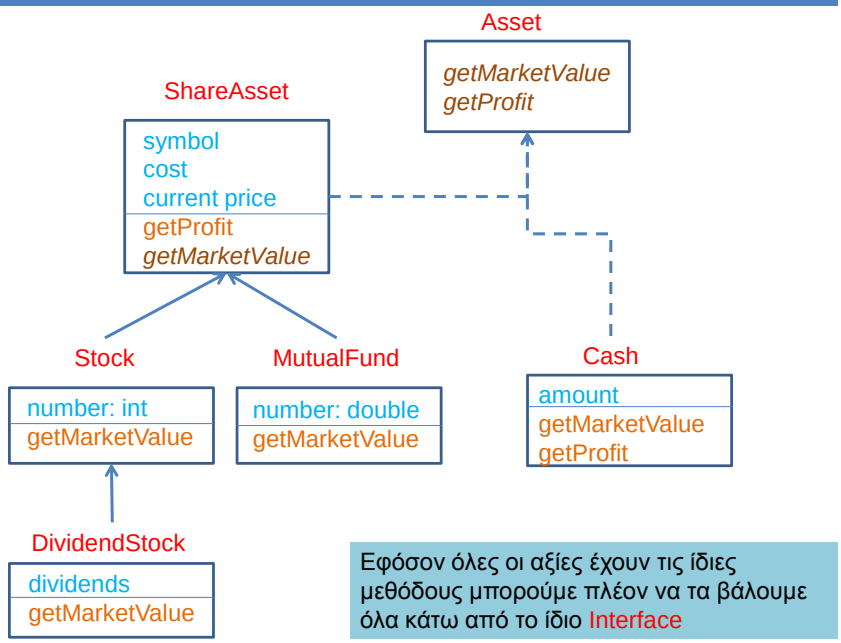
Η getProfit είναι ουσιαστικά η ίδια για όλα τα shares: τωρινή αποτίμηση μείον το κόστος. Μπορούμε να ορίσουμε μια κοινή getProfit ορίζοντας μια αφηρημένη κλάση ShareAsset




```
public abstract double getMarketValue();

public double getProfit(){
    return getMarketValue() - cost;
}
```

Επιπλέον βελτίωση?



Εφόσον όλες οι αξίες έχουν τις ίδιες μεθόδους μπορούμε πλέον να τα βάλουμε όλα κάτω από το ίδιο Interface

```
import java.util.*;

public class Portofolio
{
    public static void main(String[] args){
        ArrayList<Asset> myPortofolio = new ArrayList<Asset>();
        myPortofolio.add(new Cash(1000));
        Stock msft = new DividendStock("MSFT", 100, 39.5);
        myPortofolio.add(msft);
        MutualFund fund = new MutualFund("FUND", 10.5, 30);
        myPortofolio.add(fund);
        fund.setCurrentPrice(40);
        fund.purchase(3.5, 40);
        msft.setCurrentPrice(40);
        Stock appl = new Stock("APPL", 10, 100);
        myPortofolio.add(appl);
        appl.setCurrentPrice(97);

        double totalValue = 0;
        double totalProfit = 0;
        for (Asset a:myPortofolio){
                System.out.println(a+"\n");
                totalValue += a.getMarketValue();
                totalProfit += a.getProfit();
        }
        System.out.println("\nTotal value = "+ totalValue);
        System.out.println("Total profit = "+ totalProfit);
    }
}
```

Χρήση του Interface Asset

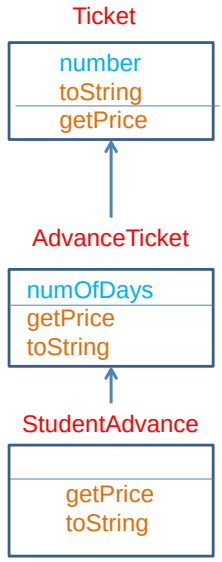
Χρήση των μεθόδων του Interface

Άλλο ένα παράδειγμα

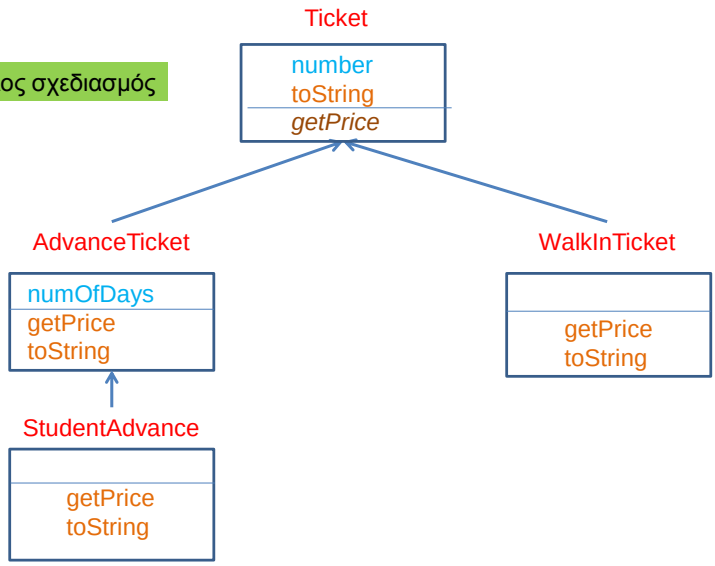
- Έχουμε ένα σύστημα διαχείρισης εισιτηρίων μιας συναυλίας. Το κάθε εισιτήριο έχει ένα νούμερο και τιμή. Η τιμή του εισιτηρίου εξαρτάται αν θα αγοραστεί στην είσοδο (50 ευρώ), ή θα αγοραστεί μέχρι και 10 μέρες πριν την συναυλία (40 ευρώ), ή πάνω από 10 μέρες πριν την συναυλία (30 ευρώ). Τα εισιτήρια εκ των προτέρων έχουν φοιτητική έκπτωση 50%.

- Θέλουμε να τυπώσουμε τα εισιτήρια και να υπολογίσουμε τα συνολικά έσοδα της συναυλίας.

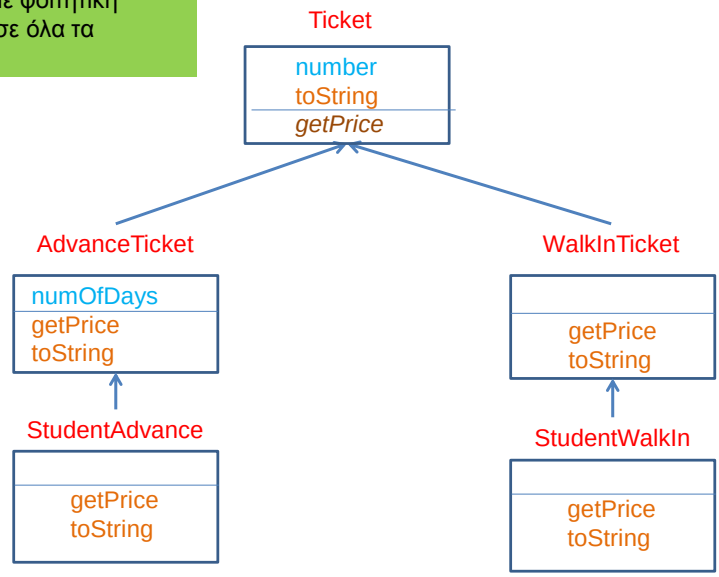
Ένας σχεδιασμός



Ένας άλλος σχεδιασμός



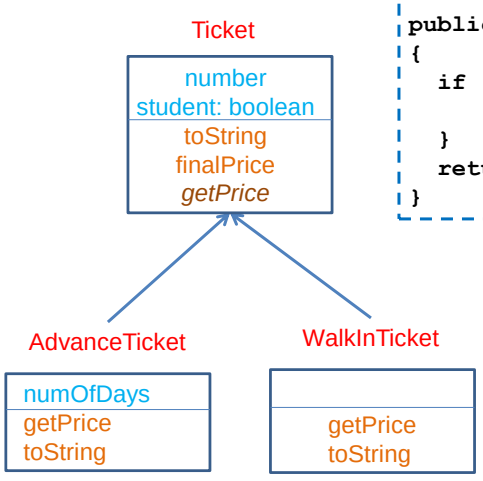
Αν θέλουμε φοιτητική έκπτωση σε όλα τα εισιτήρια?



Αν θέλουμε φοιτητική έκπτωση σε όλα τα εισιτήρια?

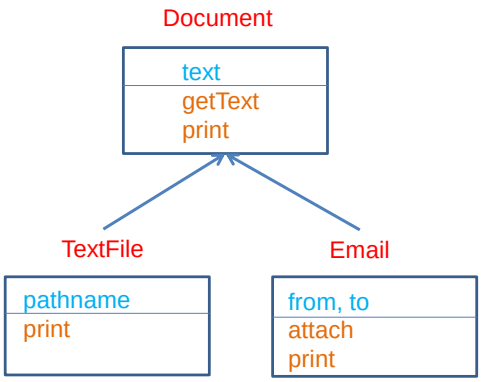
```
public abstract double getPrice();

public double finalPrice()
{
   if (student){
        return getPrice()*0.5;
   }
   return getPrice();
}
```



Από το προηγούμενο lab

- Είχαμε την κλάση Document, και δύο παραγόμενες κλάσεις: TextFile, Email



Η ερώτηση ζητούσε να φτιάξετε ένα πίνακα με τρία Document αντικείμενα, ένα Document, ένα TextFile, και ένα Email και να κάνετε attach το TextFile σε ένα Email.

Τι γίνεται αν χρησιμοποιήσουμε αυτό τον κώδικα?

```
public class Test2
{
    public static void main(String args[]){
        Document[] documents = new Document[3];
        documents[0] = new Document("This is a document");
        documents[1] = new Email("Alice", "Bob", "Alice to Bob email");
        documents[2] = new TextFile("/home/myfile.txt", "This is a text file");
        documents[1].attach(documents[2]);
        printDocuments(documents);
    }

    private static void printDocuments(Document[] docs){
        for (int i = 0; i < docs.length; i ++){
            docs[i].print();
            System.out.println();
        }
    }
}
```

Χτυπάει λάθος γιατί η κλάση Document δεν έχει μέθοδο attach

Το Late Binding δεν έχει σχέση σε αυτή την περίπτωση γιατί η μέθοδος attach δεν υπάρχει στην Document, άρα ο κώδικας δεν περνάει το compilation.

Λύση: Downcasting

```
public class Test2
{
    public static void main(String args[]){
        Document[] documents = new Document[3];
        documents[0] = new Document("This is a document");
        documents[1] = new Email("Alice", "Bob", "Alice to Bob email");
        documents[2] = new TextFile("/home/myfile.txt", "This is a text file");
        Email myEmail = (Email)documents[1];
        myEmail.attach(documents[2]);
        documents[1] = myEmail;
        printDocuments(documents);
    }

    private static void printDocuments(Document[] docs){
        for (int i = 0; i < docs.length; i ++){
            docs[i].print();
            System.out.println();
        }
    }
}
```

ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΕΣ ΚΛΑΣΕΙΣ

Stack

- Θυμηθείτε πως ορίσαμε μια στοίβα ακεραίων

```
public class IntStack
{
        private IntStackElement head;
        private int size = 0;

        public int pop(){
                if (size == 0){ // head == null
                        System.out.println("Pop from empty stack");
                        System.exit(-1);
                }
                int value = head.getValue();
                head = head.getNext();
                size --;
                return value;
        }

        public void push(int value){
                IntStackElement element = new IntStackElement(value);
                element.setNext(head);
                head = element;
                size ++;
        }

}
```

```
public class IntStackElement
{
        private int value;
        private IntStackElement next = null;

        public IntStackElement(int value){
                this.value = value;
        }

        public int getValue(){
                return value;
        }

        public IntStackElement getNext(){
                return next;
        }

        public void setNext(IntStackElement element){
                next = element;
        }

}
```

Stack

- Αν θέλουμε η στοίβα μας να αποθηκεύει αντικείμενα της κλάσης Person θα πρέπει να ορίσουμε μια διαφορετική Stack και διαφορετική StackElement.

```
class PersonStackElement
{
        private Person value;
        private PersonStackElement next;

        public PersonStackElement(Person val){
                value = val;
        }

        public void setNext(PersonStackElement element){
                next = element;
        }

        public PersonStackElement getNext(){
                return next;
        }

        public Person getValue(){
                return value;
        }

}
```

```
public class PersonStack
{
        private PersonStackElement head;
        private int size = 0;

        public Person pop(){
          if (size == 0){ // head == null
                System.out.println("Pop from empty stack");
                System.exit(-1);
          }
          Person value = head.getValue();
          head = head.getNext();
          size --;
          return value;
        }

        public void push(Person value){
          PersonStackElement element = new PersonStackElement(value);
          element.setNext(head);
          head = element;
          size ++;
        }

}
```

Stack

- Θα ήταν πιο βολικό αν μπορούσαμε να ορίσουμε μία μόνο κλάση Stack που να μπορεί να αποθηκεύει αντικείμενα οποιουδήποτε τύπου.
  - Πώς μπορούμε να το κάνουμε αυτό?
- Μια λύση: Η ObjectStack που κρατάει αντικείμενα Object, την πιο γενική κλάση
- Τι πρόβλημα μπορεί να έχει αυτό?

```
class ObjectStackElement
{
        private Object value;
        private ObjectStackElement next;

        public ObjectStackElement(Object val){
                value = val;
        }

        public void setNext(ObjectStackElement element){
                next = element;
        }

        public ObjectStackElement getNext(){
                return next;
        }

        public Object getValue(){
                return value;
        }

}
```

```
public class ObjectStack
{
        private ObjectStackElement head;
        private int size = 0;

        public Object pop(){
          if (size == 0){ // head == null
                System.out.println("Pop from empty stack");
                System.exit(-1);
          }
          Object value = head.getValue();
          head = head.getNext();
          size --;
          return value;
        }

        public void push(Object value){
          ObjectStackElement element = new ObjectStackElement(value);
          element.setNext(head);
          head = element;
          size ++;
        }

}
```

```
public class ObjectStackTest
{
  public static void main(String[] args){
    ObjectStack stack = new ObjectStack();

    Person p = new Person("Alice", 1);
    Integer i = new Integer(10);
    String s = "a random string";

    stack.push(p);
    stack.push(i);
    stack.push(s);
  }
}
```

Δεν μπορούμε να ελέγξουμε τι αντικείμενα μπαίνουν στην στοίβα. Κατά την εξαγωγή θα πρέπει να γίνει μετατροπή (downcasting) και θέλει προσοχή να μετατρέπουμε το σωστό αντικείμενο στον σωστό τύπο.

Θέλουμε να δημιουργούμε στοίβες συγκεκριμένου τύπου.

Γενικευμένες (Generic) κλάσεις

- Οι γενικευμένες κλάσεις περιέχουν ένα τύπο δεδομένων T που ορίζεται παραμετρικά
- Όταν χρησιμοποιούμε την κλάση αντικαθιστούμε την παράμετρο T με τον τύπο δεδομένων (την κλάση) που θέλουμε
- Συντακτικό:
  - `public class Example<T> {…}`
- Ορίζει την γενικευμένη κλάση Example με παράμετρο τον τύπο T
  - Μέσα στην κλάση ο τύπος T χρησιμοποιείται σαν τύπος δεδομένων
- Όταν χρησιμοποιούμε την κλάση Example αντικαθιστούμε το T με κάποια συγκεκριμένη κλάση
  - `Example<String> ex = new Example<String>();`

Ένα πολύ απλό παράδειγμα

```
public class Example<T>{
  T data;

  public Example(T data){
        this.data = data;
  }

  public void setData(T data){
    this.data = data;
  }

  public T getData(){
    return data;
  }

  public static void main(String[] args){
    Example<String> ex = new Example<String>("hello world");
    System.out.println(ex.getData());
  }
}
```

Όταν ορίζουμε το αντικείμενο ex η κλάση String αντικαθιστά τις εμφανίσεις του T στον κώδικα

Ο ορισμός του constructor γίνεται χωρίς το <T> παρότι στην δημιουργία του αντικειμένου χρησιμοποιούμε το <String>

Γενικευμένη Στοίβα

- Μπορούμε τώρα να φτιάξουμε μια στοίβα για οποιοδήποτε τύπο δεδομένων

```
class StackElement<T>
{
	private T value;
	private StackElement<T> next;

	public StackElement(T val){
		value = val;
	}

	public void setNext(StackElement<T> element){
		next = element;
	}

	public StackElement<T> getNext(){
		return next;
	}

	public T getValue(){
		return value;
	}

}
```

```
public class Stack<T>
{
        private StackElement<T> head;
        private int size = 0;

        public T pop(){
          if (size == 0){ // head == null
                System.out.println("Pop from empty stack");
                System.exit(-1);
          }
          T value = head.getValue();
          head = head.getNext();
          size --;
          return value;
        }

        public void push(T value){
          StackElement<T> element = new StackElement<T>(value);
          element.setNext(head);
          head = element;
          size ++;
        }

}
```

```
public class StackTest
{
    public static void main(String[] args){
       Stack<Person> personStack = new Stack<Person>();

        personStack.push(new Person("Alice", 1));
        personStack.push(new Person("Bob",2));
        System.out.println(personStack.pop());
        System.out.println(personStack.pop());

        Stack<Integer> intStack = new Stack<Integer>();
        intStack.push(new Integer(10));
        intStack.push(new Integer(20));
        System.out.println(intStack.pop());
        System.out.println(intStack.pop());

        Stack<String> stringStack = new Stack<String>();
        stringStack.push("string 1");
        stringStack.push("string 2");
        System.out.println(stringStack.pop());
        System.out.println(stringStack.pop());
    }
}
```

Δημιουργούμε στοίβες συγκεκριμένου τύπου.

Πολλαπλές παράμετροι

- Μπορούμε να έχουμε πάνω από ένα παραμετρικούς τύπους

```
public class KeyValuePair<K,V>{
    private K key;
    private V value;
  …
}
```

Παγίδες

1. Ο τύπος T δεν μπορεί να αντικατασταθεί από ένα πρωταρχικό τύπο δεδομένων (π.χ. int, double, boolean – πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τα wrapper classes γι αυτά, Integer, Boolean, Double)
2. Δεν μπορούμε να ορίσουμε ένα πίνακα από αντικείμενα γενικευμένης κλάσης.
   Π.χ., `StackElement<String>[] A;` Δεν είναι αποδεκτό!
3. Δεν μπορούμε να χρησιμοποιούμε τον τύπο T όπως οποιαδήποτε άλλη κλάση.
   Π.χ., `T obj = new T();`
   `T[] a = new T[10];` Δεν είναι αποδεκτά!

Γενικευμένες κλάσεις με περιορισμούς

- Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να ορίσουμε μία γενικευμένη κλάση Pair η οποία κρατάει ένα ζεύγος από δυο αντικείμενα οποιουδήποτε τύπου.

```
public class Pair<T>{
    private T first;
    private T second;
  …
}
```

Γενικευμένες κλάσεις με περιορισμούς

- Θέλουμε επίσης να μπορούμε να διατάσουμε τα ζεύγη
  - Για να γίνει αυτό θα πρέπει να υπάρχει τρόπος να συγκρίνουμε τα στοιχεία first και second.
  - Περιορίζουμε την T να υλοποιεί το interface myComparable

```
public class Pair<T extends myComparable>{
    private T first;
    private T second;

    public void order(){
        if (first.compareTo(second) > 0){
          T temp = first; first = second; second = temp;
        }
    }
}
```

extends όχι implements

Γενικευμένες κλάσεις με περιορισμούς

- Θέλουμε επίσης να μπορούμε να διατάσσουμε τα ζεύγη
  - Για να γίνει αυτό θα πρέπει να υπάρχει τρόπος να συγκρίνουμε τα στοιχεία first και second.
  - Περιορίζουμε την T να υλοποιεί το interface Comparable

```
public class Pair<T extends Comparable<T>>{
    private T first;
    private T second;

    public void order(){
        if (first.compareTo(second) > 0){
          T temp = first; first = second; second = temp;
        }
    }
}
```

Η Comparable<T> της Java
Το T είναι ο τύπος με τον οποίο μπορούμε να συγκρίνουμε

Γενικευμένες κλάσεις με περιορισμούς

- Μπορούμε να περιορίσουμε τον παραμετρικό τύπο να κληρονομεί οποιαδήποτε κλάση, ή οποιοδήποτε interface ή συνδυασμό από τα παραπάνω.
  - `public class SomeClass <T extends Employee> { … }`
  - `public class SomeClass <T extends Employee & Comparable<T>> { … }`

Δέχεται μόνο απογόνους της Employee

Δέχεται μόνο απογόνους της Employee που υλοποιούν το interface Comparable

Γενικευμένες κλάσεις και κληρονομικότητα

- Μια γενικευμένη κλάση μπορεί να έχει απογόνους άλλες γενικευμένες κλάσεις.
  - Οι απόγονοι κληρονομούν και τον τύπο T.
  - `public class OrderedPair<T> extends Pair<T> { … }`
- Δεν ορίζεται κληρονομικότητα ως προς τον παραμετρικό τύπο T
  - Δεν υπάρχει καμία σχέση μεταξύ των κλάσεων `Pair<Employee>` και `Pair<HourlyEmployee>`

Wildcard

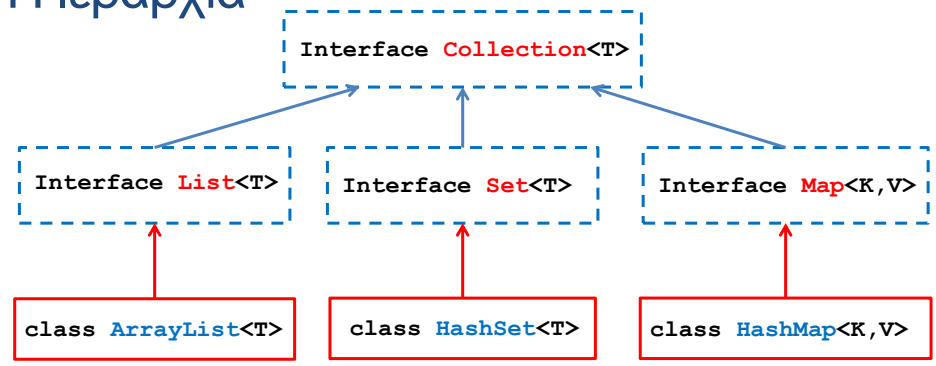
- Αν θέλουμε να ορίσουμε ένα γενικό παραμετρικό τύπο χρησιμοποιούμε την παράμετρο μπαλαντέρ ?, η οποία αναπαριστά ένα οποιοδήποτε τύπο T.
  - Προσέξτε ότι αυτό είναι κατά τη χρήση της γενικευμένης κλάσης
- `public void someMethod(Pair<?>){ … }`
  - Με αυτή τη δήλωση ορίζουμε μία μέθοδο που παίρνει σαν όρισμα ένα αντικείμενο Pair με τύπο T οτιδήποτε.
- Μπορούμε να περιοριστούμε σε ένα τύπο που είναι απόγονος της Employee.
- ```
  public void someMethod(
      Pair<? extends Employee>){ … }
  ```
  ```

ΣΥΛΛΟΓΕΣ

ArrayList

- Η κλάση ArrayList<T> είναι μια περίπτωση γενικευμένης κλάσης
  - Ένας δυναμικός πίνακας που ορίζεται με παράμετρο τον τύπο των αντικειμένων που θα κρατάει.
- Η ArrayList<T> είναι μία από τις συλλογές (Collections) που είναι ορισμένες στην Java.
  - Υπάρχουσες δομές δεδομένων που μας βοηθάνε στην αποθήκευση και ανάκτηση των δεδομένων.

Η ιεραρχία



Αποθηκεύει δεδομένα σε σειριακή μορφή. Υπάρχει η έννοια της διάταξης. Καλό αν θέλουμε να διατρέχουμε τα δεδομένα συχνά και γρήγορα.

Αποθηκεύει δεδομένα σαν σύνολο χωρίς διάταξη. Καλό αν θέλουμε να βρίσκουμε γρήγορα αν ένα στοιχείο ανήκει στο σύνολο

Αποθηκεύει (key,value) ζεύγη. Παρόμοια δομή με το HashSet για την αποθήκευση των κλειδιών, αλλά τώρα κάθε κλειδί (key) σχετίζεται με μία τιμή (value).

ArrayList (JavaDocs link)

- Constructor
  - `ArrayList<T> myList = new ArrayList<T>();`
- Μέθοδοι
  - `add(T x)`: προσθέτει το στοιχειό `x` στο τέλος του πίνακα.
  - `add(int i, T x)`: προσθέτει το στοιχειό `x` στη θέση `i` και μετατοπίζει τα υπόλοιπα στοιχεία κατά μια θέση.
  - `remove(int i)`: αφαιρεί το στοιχείο στη θέση `i` και το επιστρέφει.
  - `remove(T x)`: αφαιρεί το στοιχείο
  - `set(int i, T x)`: θέτει στην θέση `i` την τιμή `x` αλλάζοντας την προηγούμενη
  - `get(int i)`: επιστρέφει το αντικείμενο τύπου `T` στη θέση `i`.
  - `contains(T x)`: boolean αν το στοιχείο `x` ανήκει στην λίστα ή όχι.
  - `size()`: ο αριθμός των στοιχείων του πίνακα.
- Διατρέχοντας τον πίνακα:
  - `ArrayList<T> myList = new ArrayList<T>();`
  - `for(T x: myList){…}`

HashSet (JavaDocs link)

- Constructors
  - `HashSet<T> mySet = new HashSet<T>();`
- Μέθοδοι
  - `add(T x)`: προσθέτει το στοιχειό `x` αν δεν υπάρχει ήδη στο σύνολο.
  - `remove(T x)`: αφαιρεί το στοιχείο `x`.
  - `contains(T x)`: boolean αν το σύνολο περιέχει το στοιχείο `x` ή όχι.
  - `size()`: ο αριθμός των στοιχείων στο σύνολο.
  - `isEmpty()`: boolean αν έχει στοιχεία το σύνολο ή όχι.
  - `Object[] toArray()`: επιστρέφει πίνακα με τα στοιχεία του συνόλου (επιστρέφει πίνακα από Objects – χρειάζεται downcasting μετά).
- Διατρέχοντας τα στοιχεία του συνόλου:
  - `HashSet<T> mySet = new HashSet<T>();`
  - `for(T x: mySet){…}`

Παράδειγμα Ι

- Διαβάζουμε μια σειρά από Strings και θέλουμε να βρούμε όλα τα μοναδικά Strings
  - Π.χ. να φτιάξουμε το λεξικό ενός βιβλίου
- Πώς θα το υλοποιήσουμε αυτό?
  - Με ArrayList?
    - Πρέπει να κάνουμε πάρα πολλές συγκρίσεις
  - Με HashSet?
    - Η αναζήτηση ενός string γίνεται πολύ πιο γρήγορα.

```
import java.util.HashSet;
import java.util.Scanner;

public class HashSetExample
{
    public static void main(String[] args){
        HashSet<String> mySet = new HashSet<String>();
        Scanner input = new Scanner(System.in);

        while(input.hasNext()){
            String name = input.next();
            if (!mySet.contains(name)){
                mySet.add(name);
            }
        }

        for(String name: mySet){
            System.out.println(name);
        }

        Object[] array = mySet.toArray();
        for (int i = 0; i < array.length; i ++){
            String name = (String)array[i];
            System.out.println(name);
        }
    }
}
```

Δήλωση μιας μεταβλητής HashSet από Strings.

Τοποθετούμε στο HashSet μόνο τα Strings τα οποία δεν έχουμε ήδη δει (δεν είναι ήδη στο σύνολο)

Ένας τρόπος για να διατρέξουμε και να τυπώσουμε τα στοιχεία του HashSet

Ένας άλλος τρόπος για να διατρέξουμε το HashSet χρησιμοποιώντας την εντολή toArray().
Ο πίνακας είναι πίνακας από Objects, και πρέπει να κάνουμε downcasting

HashMap (JavaDocs link)

- Constructors
  - `HashMap<K,V> myMap = new HashMap<K,V>();`
- Μέθοδοι
  - `put(K key, V value)`: προσθέτει το ζευγάρι (`key,value`) (δημιουργεί μία συσχέτιση)
  - `V get(K key)`: επιστρέφει την τιμή για το κλειδί `key`.
  - `remove(K key)`: αφαιρεί το ζευγάρι με κλειδί `key`.
  - `containsKey(K key)`: boolean αν το σύνολο περιέχει το κλειδί `key` ή όχι.
  - `containsValue(V value)`: boolean αν το σύνολο περιέχει την τιμή `value` ή όχι. (αργό)
  - `size()`: ο αριθμός των στοιχείων (κλειδιών) στο map.
  - `isEmpty()`: boolean αν έχει στοιχεία το map ή όχι.
  - `Set<K> keySet()`: επιστρέφει ένα Set με τα κλειδιά.
  - `Collection<V> values()`: επιστρέφει ένα Collection με τις τιμές

Παράδειγμα II

- Διαβάζουμε μια σειρά από Strings και θέλουμε να βρούμε όλα τα μοναδικά Strings και να τους δώσουμε ένα μοναδικό id.
  - Π.χ. να δώσουμε αριθμούς σε μία λίστα με ονόματα
- Πώς θα το υλοποιήσουμε αυτό?
- Τι γίνεται αν θέλουμε να δημιουργήσουμε ένα αντικείμενο Person για κάθε μοναδικό όνομα?

```
import java.util.HashMap;
import java.util.Scanner;

public class HashMapExample1
{
   public static void main(String[] args){
        HashMap<String,Integer> myMap = new HashMap<String,Integer>();
        Scanner input = new Scanner(System.in);

        int counter = 0;
        while(input.hasNext()){
           String name = input.next();
           if (!myMap.containsKey(name)){
                myMap.put(name,counter);
                counter ++;
           }
        }

        for(String name: myMap.keySet()){
           System.out.println(name + ":"+ myMap.get(name));
        }
   }
}
```

Δήλωση μιας μεταβλητής HashMap που συσχετίζει Strings (κλειδια) και Integers (τιμές) Για κάθε όνομα (String) το id (Integer)

Αν το όνομα δεν είναι ήδη στο HashMap τότε ανάθεσε στο όνομα αυτό τον επόμενο αύξοντα αριθμό και πρόσθεσε ένα νέο ζευγάρι (όνομα αριθμός) στο HashMap.

Διατρέχοντας το HashMap

Διέτρεξε το σύνολο με τα κλειδιά (ονόματα) στο HashMap

Για κάθε κλειδί (όνομα) πάρε το id που αντιστοιχεί στο όνομα αυτό και τύπωσε το.

```
import java.util.HashMap;
import java.util.Scanner;

public class HashMapExample2
{
   public static void main(String[] args){
        HashMap<String,Person> myMap = new HashMap<String,Person>();
        Scanner input = new Scanner(System.in);

        int counter = 0;
        while(input.hasNext()){
           String name = input.next();
           if (!myMap.containsKey(name)){
                Person p = new Person(name,counter);
                myMap.put(name,p);
                counter ++;
           }
        }

        for(String name: myMap.keySet()){
           System.out.println(myMap.get(name));
        }
   }
}
```

Δημιουργούμε ένα HashMap το οποίο σε κάθε διαφορετικό όνομα αντιστοιχεί ένα αντικείμενο Person.

Καλείται η toString της κλάσης Person

Iterators

- Ένα interface που μας δίνει τις λειτουργίες για να διατρέχουμε ένα Collection
- Μέθοδοι
  - `hasNext()`: boolean αν ο iterator έχει φτάσει στο τέλος ή όχι.
  - `T next()`: επιστρέφει την επόμενη τιμή (αναφορά όχι αντίγραφο)
  - `remove()`: αφαιρεί το στοιχείο το οποίο επέστρεψε η τελευταία next()
    - Προσοχή, δεν μπορούμε να καλέσουμε την remove ενώ συνεχίζεται το iteration.
- Μέθοδος του Collection :
  - `Iterator iterator()`: επιστρέφει ένα iterator για μία συλλογή.

```
import java.util.HashSet;
import java.util.Iterator;
import java.util.Scanner;

public class IteratorExample
{
   public static void main(String[] args){
        HashSet<String> mySet = new HashSet<String>();
        Scanner input = new Scanner(System.in);

        while(input.hasNext()){
           if (!mySet.contains(name)){ mySet.add(input.next()); }
        }

        Iterator it = mySet.iterator();
        while (it.hasNext()){
           if (it.next().equals("a")){
                it.remove();
                break;
           }
        }
        it = mySet.iterator();
        while (it.hasNext()){
           System.out.println(it.next());
        }
   }
}
```

Διατρέχει το σύνολο και αν βρει το String “a” το αφαιρεί από το σύνολο.

Πρέπει να κάνουμε break γιατί αν αφαιρέσουμε μία τιμή ενώ διατρέχουμε το σύνολο μπορεί να προκληθεί λάθος.

Ξανα-διατρέχουμε τον πίνακα. Ο iterator πρέπει να ξανα-οριστεί για να ξεκινήσει από την αρχή του συνόλου.

```
import java.util.HashSet;
import java.util.Iterator;
import java.util.Scanner;

public class IteratorExample
{
   public static void main(String[] args){
        HashSet<String> mySet = new HashSet<String>();
        Scanner input = new Scanner(System.in);

        while(input.hasNext()){
           if (!mySet.contains(name)){
                mySet.add(input.next());
           }
        }

        for (String s: mySet){
           if (s.equals("a")){
                mySet.remove(s);
                break;
           }
        }

        for (String s:mySet){
           System.out.println(s);
        }
   }
}
```

Αντί του Iterator θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε το γνωστό for-each

ListIterator<T>

- Ένας Iterator ειδικά για την συλλογή List
  - Κύριο πλεονέκτημα ότι επιτρέπει διάσχιση της λίστας προς τις δύο κατευθύνσεις και αλλαγές στη λίστα ενώ την διατρέχουμε.
- Επιπλέον μέθοδοι
  - `hasPrevious()`: boolean αν υπάρχουν κι άλλα στοιχεία πριν από αυτό στο οποίο είμαστε.
  - `T previous()`: επιστρέφει την προηγούμενη τιμή
  - `remove()`: αφαιρεί το στοιχείο το οποίο επέστρεψε η τελευταία next()
  - `set(T)`: Θέτει την τιμή του στοιχείου που επέστρεψε η τελευταία next()
  - `add(T)`: Προσθέτει ένα στοιχείο στη λίστα αμέσως μετά από αυτό στο οποίο βρισκόμαστε
- Μέθοδος της List :
  - `ListIterator listIterator()`: επιστρέφει ένα iterator για μία συλλογή.

```
import java.util.*;

public class ListIteratorExample
{
        public static void main(String[] args){
                ArrayList<String> array = new ArrayList<String>();
                Scanner input = new Scanner(System.in);

                while(input.hasNext()){
                        String name = input.next();
                        array.add(name);
                }

                ListIterator<String> it = array.listIterator();
                while (it.hasNext()){
                        if (it.next().equals("a")){
                                it.set("b");
                                it.add("c");
                        }
                }
                it = array.listIterator();
                while (it.hasNext()){
                        System.out.println(it.next());
                }

        }
}
```

Συλλογές

- Οι τρεις συλλογές που περιγράψαμε είναι πάρα πολύ χρήσιμες για να κάνετε γρήγορα προγράμματα
  - Συνηθίσετε να τις χρησιμοποιείτε και μάθετε πότε βολεύει να χρησιμοποιείτε την κάθε δομή
- Το HashMap είναι ιδιαίτερα χρήσιμο γιατί μας επιτρέπει πολύ γρήγορα να κάνουμε lookup: να βρίσκουμε ένα κλειδί μέσα σε ένα σύνολο και την συσχετιζόμενη τιμή

Παραδείγματα

- Έχουμε ένα πρόγραμμα που διαχειρίζεται τους φοιτητές ενός τμήματος. Ποια συλλογή πρέπει να χρησιμοποιήσουμε αν θέλουμε να λύσουμε τα παρακάτω προβλήματα?
  1. Θέλουμε να μπορούμε να εκτυπώσουμε τις πληροφορίες για τους φοιτητές που παίρνουν ένα μάθημα.
     - `ArrayList<Student> allStudents`
  2. Θέλουμε να μπορούμε να τυπώσουμε τις πληροφορίες για ένα συγκεκριμένο φοιτητή (χρησιμοποιώντας το ΑΜ του φοιτητή)
     - `HashMap<Integer,Student> allStudents`
  3. Θέλουμε να ξέρουμε ποιοι φοιτητές έχουν ξαναπάρει το μάθημα και να μπορούμε να ανακτήσουμε αυτή την πληροφορία για κάποιο φοιτητή
     - `HashSet<Integer> repeatStudents` Αναζήτηση με ΑΜ
     - `HashSet<Student> repeatStudents` Αναζήτηση με αντικείμενο

Χρήση δομών

- ArrayList: όταν θέλουμε να διατρέχουμε τα αντικείμενα ή όταν θέλουμε διάταξη των αντικείμενων, και δεν θα χρειαστούμε αναζήτηση κάποιου αντικείμενου
  - Π.χ., μια κλάση Course περιέχει μια λίστα από αντικείμενα τύπου Students
    - Εφόσον μας ενδιαφέρει να τυπώνουμε μόνο.
- HashSet: όταν θέλουμε να έχουμε μια συλλογή από μοναδικά αντικείμενα και θέλουμε γρήγορη αναζήτηση για να μάθουμε αν κάποιο αντικείμενο ανήκει σε αυτή
  - Π.χ., να βρούμε αν ένας φοιτητής (ΑΜ) ανήκει στη λίστα των φοιτητών που ξαναπαίρνουν το μάθημα
  - Π.χ., να βρούμε τα μοναδικά ονόματα από μια λίστα με ονόματα με επαναλήψεις
- HashMap: Ίδια λειτουργικότητα με το HashSet αλλά μας επιτρέπει να συσχετίσουμε μια τιμή με κάθε στοιχείο του συνόλου
  - Π.χ. θέλω να ανακαλέσω γρήγορα τις πληροφορίες για ένα φοιτητή χρησιμοποιώντας το ΑΜ του
  - Το HashMap είναι πιο χρήσιμο απ' ότι ίσως θα περιμένατε

Περίπλοκες δομές

- Έχουμε μάθει τρεις βασικές δομές
  - `ArrayList`
  - `HashSet`
  - `HashMap`
- Μπορούμε να δημιουργήσουμε αντικείμενα που συνδιάζουν αυτές τις δομές
  - `HashMap<String,ArrayList<String>>`
  - `ArrayList<HashSet<String>>`
  - `HashMap<Integer,HashMap<String,String>>`

Παράδειγμα

- Στο πρόγραμμα της γραμματείας ενός πανεπιστημίου που κρατάει πληροφορία για τους φοιτητές, θέλω γρήγορα με το ΑΜ του φοιτητή να μπορώ να βρω το βαθμό για ένα μάθημα χρησιμοποιώντας τον κωδικό του μαθήματος. Τι δομή πρέπει να χρησιμοποιήσω?

Υλοποίηση

- Χρειάζομαι ένα HashMap με κλειδί το ΑΜ του φοιτητή ώστε να μπορούμε γρήγορα να βρούμε πληροφορίες για τον φοιτητή.
  - Τι τιμές θα κρατάει το HashMap?
- Θα πρέπει να κρατάει άλλο ένα HashMap το οποίο να έχει σαν κλειδί τον κωδικό του μαθήματος και σαν τιμή τον βαθμό του φοιτητή.

Ορισμός

```
HashMap<Integer,HashMap<Integer,double>> StudentCoursesGrades;
```

Χρήση

```
StudentCoursesGrades = new HashMap<Integer,HashMap<int,double>>();
StudentCoursesGrades.put(469,new HashMap<Integer,double>());
StudentCoursesGrades.get(469).put(205,9.5);
StudentCoursesGrades.get(469).get(205);
```

Προσθέτει το βαθμό

Διαβάζει το βαθμό

Διαφορετική υλοποίηση

- Στο πρόγραμμα μου να έχω μια κλάση Student που κρατάει τις πληροφορίες για ένα φοιτητή και μία κλάση StudentRecord που κρατάει την καρτέλα του φοιτητή για το μάθημα. Πως αλλάζει η υλοποίηση?

Ορισμός

```
HashMap<Integer,Student> allStudents;
```

Ορισμός

```
class Student
{
    private int AM;
    private HashMap<Integer,StudentRecord> courses;
    ...

    pubic HashMap<Integer,StudentRecord> getCourses{
         return courses;
    }
}
```

Ορισμός

```
class StudentRecord
{
    private double grade;
    ...

    public double getGrade{
         return grade;
    }
}
```

Χρήση

```
allStudents.get(469).getCourses().get(205).getGrade();
```

Χρονική πολυπλοκότητα

- Έχει τόσο μεγάλη σημασία τι δομή θα χρησιμοποιήσουμε? Όλες οι δομές μας δίνουν περίπου την ίδια λειτουργικότητα.
- ΝΑΙ! Αν κάνουμε αναζήτηση για μια τιμή σε ένα ArrayList πρέπει να διατρέξουμε όλη τη λίστα για να δούμε αν ένα στοιχείο ανήκει ή όχι στη λίστα. Σε ένα HashSet ή HashMap αυτό γίνεται σε χρόνο σχεδόν σταθερό (ή λογαριθμικό ως προς τον αριθμό των στοιχείων)
  - Αν έχουμε πολλά στοιχεία, και κάνουμε πολλές αναζητήσεις αυτό κάνει διαφορά

```
import java.util.*;

class ArrayHashComparison
{
    public static void main(String[] args){
          ArrayList<Integer> array = new ArrayList<Integer>();
          for (int i =0; i < 100000; i ++){
              array.add(i);
          }
          HashSet<Integer> set = new HashSet<Integer>();
          for (int i =0; i < 100000; i ++){
              set.add(i);
          }
          ArrayList<Integer> randomNumbers = new ArrayList<Integer>();
          Random rand = new Random();
          for (int i = 0; i < 100000; i ++){
              randomNumbers.add(rand.nextInt(200000));
          }

          long startTime = System.currentTimeMillis();
          for (Integer x:randomNumbers){
              boolean b = array.contains(x);
          }
          long endTime = System.currentTimeMillis();
          long duration = (endTime - startTime);
          System.out.println("Array took "+ duration + " millisecs");

          startTime = System.currentTimeMillis();
          for (Integer x:randomNumbers){
              boolean b = set.contains(x);
          }
          endTime = System.currentTimeMillis();
          duration = (endTime - startTime);
          System.out.println("Set took "+duration + " millisecs");
    }
}
```

Με το ArrayList κάνουμε περίπου 200000*100000 συγκρίσεις

Με το HashSet κάνουμε περίπου 200000 συγκρίσεις

ΕΞΑΙΡΕΣΕΙΣ

Εξαιρέσεις

- Στα προγράμματα μας θα πρέπει να μπορούμε να χειριστούμε περιπτώσεις που το πρόγραμμα δεν εξελίσσεται όπως το είχαμε προβλέψει
  - Π.χ., κάνουμε μια διαίρεση και ο παρανομαστής είναι μηδέν
  - Θέλουμε να διαβάσουμε ένα ακέραιο, αλλά η είσοδος είναι ένα String
  - Θέλουμε να διαβάσουμε από ένα αρχείο αλλά δώσαμε λάθος το όνομα.
- Για τη διαχείριση τέτοιων εξαιρετικών περιπτώσεων υπάρχουν οι Εξαιρέσεις (Exceptions)
  - Οι εξαιρέσεις είναι ένα αρκετά προχωρημένο προγραμματιστικό εργαλείο.
  - Ακόμη κι αν δεν τις χρησιμοποιήσετε, εμφανίζονται σε διάφορες βιβλιοθήκες της Java, οπότε θα πρέπει να ξέρετε να τις χειρίζεστε

Ένα απλό παράδειγμα

- Ένα πρόγραμμα σχολής χορού ταιριάζει χορευτές με χορεύτριες
  - Αν οι άνδρες είναι περισσότεροι από τις γυναίκες τότε ο καθένας θα χορέψει με πάνω από μία γυναίκα
  - Αν οι γυναίκες είναι παραπάνω από τους άνδρες τότε η κάθε μία θα χορέψει με παραπάνω από έναν άνδρα.
  - Αν είναι μισοί μισοί, τότε ταιριάζονται ένας προς ένα.
- Τι γίνεται αν δεν υπάρχουν άνδρες, ή γυναίκες, ή καθόλου μαθητές?
  - Αυτό είναι μια ειδική περίπτωση για την οποία δημιουργούμε μια εξαίρεση.

Υλοποίηση χωρίς εξαιρέσεις

```
import java.util.Scanner;

public class DanceLesson
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Scanner keyboard = new Scanner(System.in);
        System.out.println("Enter number of male and female dancers:");
        int men = keyboard.nextInt();
        int women = keyboard.nextInt();

        if (men == 0 && women == 0){
            System.out.println("Lesson is canceled. No students.");
            System.exit(0);
        }else if (men == 0){
            System.out.println("Lesson is canceled. No men.");
            System.exit(0);
        }else if (women == 0){
            System.out.println("Lesson is canceled. No women.");
            System.exit(0);
        }

        if (women >= men)
            System.out.println("Each man must dance with " +
                                women/(double)men + " women.");
        else
            System.out.println("Each woman must dance with " +
                                men/(double)women + " men.");
        System.out.println("Begin the lesson.");
    }
}
```

Μηχανισμός try-throw-catch

- Ο κώδικας που μπορεί να δημιουργήσει εξαίρεση μπαίνει σε ένα try-block
- Αν η εξέλιξη του κώδικα είναι προβληματική εκτελείται η εντολή throw η οποία «πετάει» την εξαίρεση.
- Το πέταγμα της εξαίρεσης μπορεί να γίνεται και από κάποια μέθοδο που καλείται μέσα στο try block
- Αν υπάρξει εξαίρεση η ροή του κώδικα μεταφέρεται στο catch-block το οποίο χειρίζεται τις εξαιρέσεις

```
try
{
  <Κώδικας πριν>

  <Κώδικας ο οποίος μπορεί να κάνει throw exception>

  <Κώδικας μετά>
}

catch (Exception e)
{
  <Κώδικας που χειρίζεται την εξαίρεση>
  <Χρησιμοποιεί το αντικείμενο e>
}
```

Το try block

- Σύνταξη

```
try
{
        <Κώδικας που μπορεί να προκαλέσει εξαίρεση>
}
```

- Το try block είναι ένα block όπως όλα τα άλλα στην Java
  - Ότι μεταβλητή ορίζεται μέσα στο block είναι τοπική, κλπ…

Η εντολή throw

- Σύνταξη

```
throw <Αντικείμενο της κλάσης Exception (ή παράγωγης)>
```

- Η εντολή throw λειτουργεί ως τελεστής, και ακολουθείται αν ένα αντικείμενο τύπου Exception, ή παράγωγης κλάσης της Exception
  - Αυτή είναι η εξαίρεση που πετάει ο κώδικας.
- Όταν πεταχτεί η εξαίρεση (π.χ., όταν κληθεί η throw) βγαίνουμε αυτόματα εκτός του try block και ο έλεγχος του προγράμματος μεταφέρεται στο αντίστοιχο catch block
  - Λειτουργεί αντίστοιχα με την break σε switch block.

Η κλάση Exception

- Η κλάση Exception κρατάει πληροφορίες για την εξαίρεση που δημιουργήθηκε
  - Π.χ., όταν καλούμε τον constructor

```
new Exception("No students. No Lesson");
```

Στο private πεδίο message της κλάσης Exception αποθηκεύεται το μήνυμα που δίνουμε ως όρισμα.

  - Μπορούμε να δημιουργήσουμε παράγωγες κλάσεις της Exception και να δημιουργήσουμε επιπλέον πεδία για ν κρατάμε περισσότερες πληροφορίες για κάποια εξαίρεση.

To catch block

- Σύνταξη

```
catch(Exception e)
{
        <Κώδικας που χειρίζεται την εξαίρεση>
}
```

- Η παράμετρος Exception e δηλώνει τον τύπο της εξαίρεσης που χειρίζεται το block και τη μεταβλητή e της εξαίρεσης.
- Χρησιμοποιώντας τη μεταβλητή μπορούμε να έχουμε πρόσβαση στα πεδία της εξαίρεσης
  - Παράδειγμα

```
catch(Exception e)
{
   String message = e.getMessage();
   System.out.println(message);
   System.exit(0);
}
```

Επιστρέφει το String του message

Try-throw-catch

- Σύνταξη

```
try
{
        <Κώδικας πριν>
        <Κώδικας ο οποίος μπορεί να κάνει throw exception>
        <Κώδικας μετά>
}
catch (Exception e)
{
      <Κώδικας που χειρίζεται την εξαίρεση>
}
```

- Μπαίνοντας στο try block, εκτελείται ο κώδικας πριν.
- Αν υπάρχει εξαίρεση η ροή μεταφέρεται στο catch block
- Αν δεν υπάρχει εξαίρεση εκτελείται ο κώδικας μετά. Ο κώδικας του catch block δεν εκτελείται ποτέ.

Υλοποίηση με εξαιρέσεις

```
import java.util.Scanner;

public class DanceLesson2
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Scanner keyboard = new Scanner(System.in);
        System.out.println("Enter number of male and female dancers:");
        int men = keyboard.nextInt();
        int women = keyboard.nextInt();

        try{
            if (men == 0 && women == 0)
                throw new Exception("Lesson is canceled. No students.");
            else if (men == 0)
                throw new Exception("Lesson is canceled. No men.");
            else if (women == 0)
                throw new Exception("Lesson is canceled. No women.");

            if (women >= men)
                System.out.println("Each man must dance with " +
                                   women/(double)men + " women.");
            else
                System.out.println("Each woman must dance with " +
                                   men/(double)women + " men.");
        }
        catch(Exception e){
            String message = e.getMessage( );
            System.out.println(message);
            System.exit(0);
        }
        System.out.println("Begin the lesson.");
    }
}
```

Εξειδικευμένες εξαιρέσεις

- Η κλάση Exception είναι η πιο γενική κλάση εξαίρεσης. Υπάρχουν και πιο εξειδικευμένες κλάσεις εξαιρέσεων που κληρονομούν από την Exception σε διάφορα πακέτα της Java. Π.χ.
  - FileNotFoundException
  - IOException
- Μπορούμε επίσης να ορίσουμε και δικές μας κλάσεις εξαιρέσεων ανάλογα με τις ανάγκες μας.
- Αυτό είναι χρήσιμο ώστε να έχουμε και εξειδικευμένα catch blocks όπως θα δούμε αργότερα.

Παράδειγμα

- Θέλουμε να ορίσουμε μια εξαίρεση για την περίπτωση που προσπαθούμε να διαιρέσουμε με το μηδέν
  - Η κλάση DivisionByZeroException
- Η κλάση μας θα κληρονομεί από την Exception οπότε θα έχει την μέθοδο getMessage() για να επιστρέφει το μήνυμα
  - Συνήθως το μόνο που χρειάζεται είναι να ορίσουμε τον constructor.

Παράδειγμα

```
public class DivisionByZeroException extends Exception
{
    public DivisionByZeroException( )
    {
        super("Division by Zero!");
    }

    public DivisionByZeroException(String message)
    {
        super(message);
    }
}
```

Η κλάση κληρονομεί και την μέθοδο getMessage()

```
import java.util.Scanner;

public class DivisionDemoFirstVersion
{

    public static void main(String[] args)
    {
        try
        {
            Scanner keyboard = new Scanner(System.in);

            System.out.println("Enter numerator:");
            int numerator = keyboard.nextInt();
            System.out.println("Enter denominator:");
            int denominator = keyboard.nextInt();

            if (denominator == 0)
                throw new DivisionByZeroException( );

            double quotient = numerator/(double)denominator;
            System.out.println(numerator + "/"
                               + denominator
                               + " = " + quotient);
        }
        catch(DivisionByZeroException e)
        {
            System.out.println(e.getMessage( ));
            system.Exit(0);
        }

        System.out.println("End of program.");
    }
}
```

```
import java.util.Scanner;

public class DivisionDemoFirstVersion
{

    public static void main(String[] args)
    {
        try
        {
            Scanner keyboard = new Scanner(System.in);

            System.out.println("Enter numerator:");
            int numerator = keyboard.nextInt();
            System.out.println("Enter denominator:");
            int denominator = keyboard.nextInt();

            if (denominator == 0)
                throw new DivisionByZeroException( );

            double quotient = numerator/(double)denominator;
            System.out.println(numerator + "/"
                               + denominator
                               + " = " + quotient);
        }
        catch(DivisionByZeroException e)
        {
            System.out.println(e.getMessage( ));
            secondChance( );
        }

        System.out.println("End of program.");
    }
}
```

Μπορούμε μέσα στο catch block να καλούμε μία άλλη μέθοδο

```
public static void secondChance( )
    {
        Scanner keyboard = new Scanner(System.in);

        System.out.println("Try again:");
        System.out.println("Enter numerator:");
        int numerator = keyboard.nextInt();
        System.out.println("Enter denominator:");
        System.out.println("Be sure the denominator is not zero.");
        int denominator = keyboard.nextInt();

        if (denominator == 0)
        {
            System.out.println("I cannot do division by zero.");
            System.out.println("Aborting program.");
            System.exit(0);
        }

        double quotient = ((double)numerator)/denominator;
        System.out.println(numerator + "/"
                                     + denominator
                                     + " = " + quotient);
    }
}
```

Ορίζοντας Exceptions

- Ορίζουμε μια νέα εξαίρεση μόνο αν υπάρχει ανάγκη, αλλιώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την κλάση Exception.
- Στη νέα κλάση ορίζουμε πάντα ένα constructor χωρίς ορίσματα και έναν που παίρνει το String του μηνύματος.
- Διατηρούμε την μέθοδο getMessage() ως έχει
  - Συνήθως δεν θα χρειαστούμε κάποια άλλη μέθοδο.

Εξαιρέσεις με επιπλέον πληροφορία

- Μια εξαίρεση συνήθως έχει ένα μήνυμα σε μορφή String. Μπορεί να έχει και επιπλέον πληροφορία η οποία αποθηκεύεται σε πεδία της μεθόδου.

- Παράδειγμα: Ζητάμε το έτος γέννησης και θέλουμε να πετάμε μια εξαίρεση αν είναι μεγαλύτερο από 2014.
  - Θα ορίσουμε το BadNumberException
  - Η εξαίρεση θα πρέπει να μεταφέρει πληροφορία για τον αριθμό που δόθηκε.

```
public class BadNumberException extends Exception
{
    private int badNumber;

    public BadNumberException(int number)
    {
        super("BadNumberException");
        badNumber = number;
    }

    public BadNumberException( )
    {
        super("BadNumberException");
    }

    public BadNumberException(String message)
    {
        super(message);
    }

    public int getBadNumber( )
    {
        return badNumber;
    }
}
```

```
import java.util.Scanner;

public class BadNumberExceptionDemo
{

    public static void main(String[] args)
    {
        try
        {
            Scanner keyboard = new Scanner(System.in);

            System.out.println("Enter year of birth:");
            int inputNumber = keyboard.nextInt();

            if (inputNumber > 2014)
                throw new BadNumberException(inputNumber);

            System.out.println("Thank you for entering " + inputNumber);
        }
        catch(BadNumberException e)
        {
            System.out.println(e.getBadNumber( ) + " is not valid.");
        }

        System.out.println("End of program.");
    }
}
```

Μας επιστρέφει τον αριθμό που προκάλεσε την εξαίρεση

Πολλαπλά catch blocks

- Εφόσον έχουμε πολλαπλά είδη εξαιρέσεων είναι δυνατόν ένα try block να πετάει παραπάνω από ένα τύπο εξαίρεσης.
- Στην περίπτωση αυτή χρειαζόμαστε και διαφορετικά catch blocks.

```
public class NegativeNumberException extends Exception
{
    public NegativeNumberException( )
    {
        super("Negative Number Exception!");
    }

    public NegativeNumberException(String message)
    {
        super(message);
    }
}
```

```
try
{
    System.out.println("How many pencils do you have?");
    int pencils = keyboard.nextInt();

    if (pencils < 0)
        throw new NegativeNumberException("pencils");

    System.out.println("How many erasers do you have?");
    int erasers = keyboard.nextInt();
    double pencilsPerEraser;

    if (erasers < 0)
        throw new NegativeNumberException("erasers");
    else if (erasers != 0)
        pencilsPerEraser = pencils/(double)erasers;
    else
        throw new DivisionByZeroException( );

    System.out.println("Each eraser must last through "
        + pencilsPerEraser + " pencils.");
}

catch(NegativeNumberException e)
{
    System.out.println("Cannot have a negative number of " + e.getMessage( ));
}
catch(DivisionByZeroException e)
{
   System.out.println("Do not make any mistakes.");
}
```

Προσοχή

- Όταν πεταχτεί μια εξαίρεση και βγούμε από ένα try block, τα catch blocks εξετάζονται με την σειρά που εμφανίζονται στον κώδικα.
- Θα εκτελεστεί το πρώτο catch block με όρισμα που ταιριάζει στο exception που έχει πεταχτεί.
- Για να είμαστε σίγουροι ότι θα εκτελεστεί το σωστό catch block θα πρέπει να έχουμε τις πιο συγκεκριμένες εξαιρέσεις πρώτες και τις πιο γενικές μετά.
  - Αν είναι ανάποδα, οι πιο συγκεκριμένες εξαιρέσεις δεν θα εκτελεστούν ποτέ.
  - Ο compiler μπορεί να σας βγάλει μήνυμα λάθους αν έχετε ήδη πιάσει μια εξαίρεση.

Μέθοδοι που πετάνε εξαιρέσεις

- Μέχρι τώρα είδαμε παραδείγματα όπου οι εξαιρέσεις πετιόνται και πιάνονται στον ίδιο κώδικα.
  - Αυτό δεν είναι και τόσο ρεαλιστικό σενάριο
- Το πιο σύνηθες είναι ότι την εξαίρεση την πετάμε σε μια μέθοδο και την πιάνουμε σε μία άλλη.

Μέθοδος που πετάει εξαίρεση

- Σύνταξη

```
ReturnType methodName(argument list) throws Exception
{
      <Κώδικας πριν>
      <Κώδικας ο οποίος κάνει throw Exception>
      <Κώδικας μετά>
}
```

- Αν η μέθοδος πετάξει μια εξαίρεση τότε σταματάει η εκτέλεση του κώδικα στο σημείο που πετάει την εκτέλεση.
  - Με τον ίδιο τρόπο όπως η εντολή return

Μέθοδος που πετάει εξαίρεση

- Μία μέθοδος μπορεί να πετάει πολλές εξαιρέσεις
- Σύνταξη:

```
ReturnType methodName(argument list)
       throws Exception1, Exception2
{
      <Κώδικας πριν>
      <Κώδικας ο οποίος κάνει throw Exception1>
      <Κώδικας μετά>
      <Κώδικας ο οποίος κάνει throw Exception2>
      <Κώδικας μετά>
}
```

```
import java.util.Scanner;

public class DivisionDemoSecondVersion
{
   public static void main(String[] args)
   {
        Scanner keyboard = new Scanner(System.in);

        try
        {
           System.out.println("Enter numerator and denominator :");
           int numerator = keyboard.nextInt(), int denominator = keyboard.nextInt();

           double quotient = safeDivide(numerator, denominator);
           System.out.println(numerator + "/" + denominator + " = " + quotient);
        }
        catch(DivisionByZeroException e)
        {
            System.out.println(e.getMessage( ));
            System.exit(0);
        }

        System.out.println("End of program.");
   }


   public static double safeDivide(int top, int bottom) throws DivisionByZeroException
   {
       if (bottom == 0)
           throw new DivisionByZeroException( );

       return top/(double)bottom;
   }
}
```

Εφόσον έχουμε μία μέθοδο που πετάει εξαίρεση, πρέπει να τη βάλουμε μέσα σε try-catch block

Η εξαίρεση δημιουργείται στην safeDivide αλλά την πιάνουμε και την χειριζόμαστε στην main

Catch or Declare

- Μια μέθοδος η οποία καλεί μια άλλη μέθοδο που πετάει εξαίρεση έχει δύο επιλογές
  - Catch: Να πιάσει και να χειριστεί την εξαίρεση.
  - Declare: Να κάνει κι αυτή throw την εξαίρεση.
    - Αυτό είναι μια μορφή μετάθεσης ευθυνών, αφήνουμε την παραπάνω μέθοδο να χειριστεί την εξαίρεση.
- Αν δεν κάνουμε ένα από τα δύο, ο compiler θα παραπονεθεί.

- Εξαίρεση: Runtime exceptions
  - Κάποιες εξαιρέσεις μπορούμε απλά να τις αφήσουμε. Αν συμβούν το πρόγραμμα μας θα τερματίσει με λάθος
  - Π.χ., NullPointerException

```
import java.util.Scanner;

public class DivisionDemoSecondVersion
{
   public static void main(String[] args)
   {
        Scanner keyboard = new Scanner(System.in);

        try
        {
           System.out.println("Enter numerator, de...inator :");
           int numerator = keyboard.nextInt(); ...t denominator = keyboard.nextInt();

           int percentage = safePercentage(numerator, denominator);
           System.out.println("percentage  = " + percentage +"%");
        }
        catch(DivisionByZeroException e)
        {
            System.out.println(e.getMessage( ));
            System.exit(0);
        }
   }

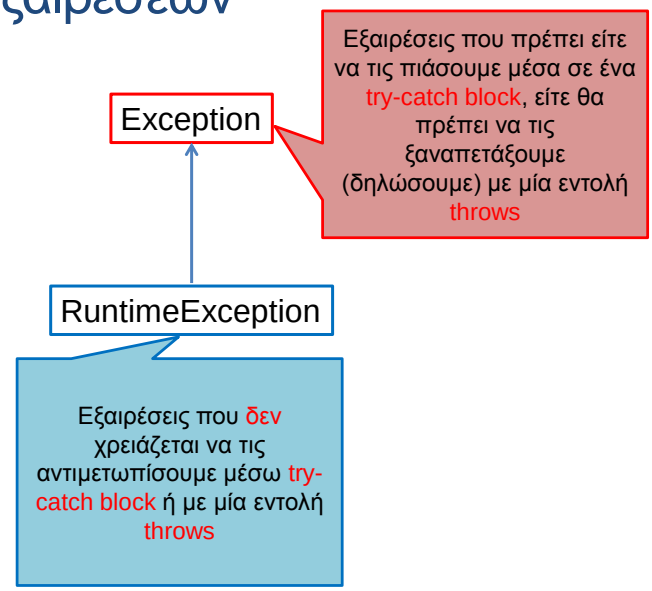
   public static int safePercentage(int top, int bottom) throws DivisionByZeroException
   {
       double ratio = safeDivide(top,bottom);
       return (int)(ratio*100);
   }

   public static double safeDivide(int top, int bottom) throws DivisionByZeroException
   {
       if (bottom == 0)
           throw new DivisionByZeroException( );
       return top/(double)bottom;
   }
}
```

Εφόσον η main δεν πετάει εξαίρεση, θα πρέπει να βάλουμε την κλήση της safePercentageμέσα σε try-catch block

Η safePercentage δεν χρειάζεται try-catch block γιατί πετάει κι αυτή την εξαίρεση της safeDivide (declare). Αλλιώς θα είχαμε compile error.

Τύποι Εξαιρέσεων



```
import java.util.Scanner;
import java.util.InputMismatchException;

public class InputMismatchExceptionDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Scanner keyboard = new Scanner(System.in);
        int number = 0; //to keep compiler happy
        boolean done = false;

        while (! done)
        {
            try
            {
                System.out.println("Enter a whole number:");
                number = keyboard.nextInt();
                done = true;
            }
            catch(InputMismatchException e)
            {
                keyboard.nextLine();
                System.out.println("Not a correctly written whole number.");
                System.out.println("Try again.");
            }
        }

        System.out.println("You entered " + number);
    }
}
```

Αν και δεν είναι απαραίτητο μπορούμε να πιάσουμε ένα RuntimeException.

Στο παράδειγμα αυτό χρησιμοποιούμε το InputMismatchException για να δημιουργήσουμε ένα βρόχο μέχρι να δοθεί το σωστό input

Η εξαίρεση δημιουργείται από την μέθοδο nextInt()

Το InputMismatchException είναι υπάρχουσα RuntimeException της Java

```
import java.util.Scanner;
import java.util.InputMismatchException;

public class InputMismatchExceptionDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Scanner keyboard = new Scanner(System.in);
        int number = 0; //to keep compiler happy
        boolean done = false;

        while (! done)
        {
            try
            {
                System.out.println("Enter a whole number:");
                number = keyboard.nextInt();
                break;
            }
            catch(InputMismatchException e)
            {
                keyboard.nextLine();
                System.out.println("Not a correctly written whole number.");
                System.out.println("Try again.");
            }
        }

        System.out.println("You entered " + number);
    }
}
```

Άλλος τρόπος να κάνουμε τον ίδιο κώδικα χρησιμοποιώντας την break.

Χρήση εξαιρέσεων σε βρόχους

- Μπορούμε να χρησιμοποιούμε τις εξαιρέσεις για να δημιουργήσουμε συνθήκες σε βρόχους όπως είδαμε παραπάνω ώστε να εξασφαλίσουμε την λειτουργία του προγράμματος όπως την θέλουμε

Χρήση Εξαιρέσεων

- Τις εξαιρέσεις θα τις δείτε περισσότερο όταν θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε κάποια βιβλιοθήκη που έχει μεθόδους που πετάνε εξαιρέσεις.
- Στον δικό σας κώδικα έχει νόημα να πετάξετε μια εξαίρεση όταν έχετε μία μέθοδο που δεν ξέρει πώς να χειριστεί ένα λάθος και η απόφαση θα πρέπει να παρθεί σε κάποιο υψηλότερο σημείο του κώδικα που έχουμε περισσότερες πληροφορίες

Προσοχή

- Η εύκολη και τεμπέλικη λύση για μια εξαίρεση είναι να την πιάσουμε και απλά να μην κάνουμε τίποτα, αλλά αυτό είναι κακή προγραμματιστική τακτική.

ΑΡΧΕΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΩΝ

ΑΡΧΕΙΑ

Ρεύματα

- Τι είναι ένα ρεύμα (ροή)? Μια αφαίρεση που αναπαριστά μια ροή δεδομένων
  - Η ροή αυτή μπορεί να είναι εισερχόμενη προς το πρόγραμμα (μια πηγή δεδομένων) οπότε έχουμε ρεύμα εισόδου.
    - Παράδειγμα: το πληκτρολόγιο, ένα αρχείο που ανοίγουμε για διάβασμα
  - Ή μπορεί να είναι εξερχόμενη από το πρόγραμμα (ένας προορισμός για τα δεδομένα) οπότε έχουμε ένα ρεύμα εξόδου.
    - Παράδειγμα: Η οθόνη, ένα αρχείο που ανοίγουμε για διάβασμα.
  - Όταν δημιουργούμε το ρεύμα το συνδέουμε με την ανάλογη πηγή, ή προορισμό.

Βασικά ρεύματα εισόδου/εξόδου

- Ένα ρεύμα είναι ένα αντικείμενο. Τα βασικά ρεύματα εισόδου/εξόδου είναι έτοιμα αντικείμενα τα οποία ορίζονται σαν πεδία (στατικά) της κλάσης System
- System.out: Το βασικό ρεύμα εξόδου που αναπαριστά την οθόνη.
  - Έχει στατικές μεθόδους με τις οποίες μπορούμε να τυπώσουμε στην οθόνη.
- System.in: Το βασικό ρεύμα εξόδου που αναπαριστά το πληκτρολόγιο.
  - Χρησιμοποιούμε την κλάση Scanner για να πάρουμε δεδομένα από το ρεύμα.
- Μια εντολή εισόδου/εξόδου έχει αποτέλεσμα το λειτουργικό να πάρει ή να στείλει δεδομένα από/προς την αντίστοιχη πηγή/προορισμό.
- Ένα επιπλέον ρεύμα: System.err: Ρεύμα για την εκτύπωση λαθών στην οθόνη
  - Μας επιτρέπει την ανακατεύθυνση της εξόδου.

Παράδειγμα

```
class SystemErrTest
{
  public static void main(String args[]){
     System.err.println("Starting program");
     for (int i = 0; i < 10; i ++){
         System.out.println(i);
     }
     System.err.println("End of program");
  }
}
```

Και τα δύο τυπώνουν στην οθόνη αλλά αν κάνουμε ανακατεύθυνση μόνο το System.out ανακατευθύνεται

Αρχεία

- Ένα ρεύμα εξόδου ή εισόδου μπορεί να συνδέεται με ένα αρχείο στο οποίο γράφουμε ή από το οποίο διαβάζουμε.
  - Δύο τύποι αρχείων: Αρχεία κειμένου (ή αρχεία ASCII) και δυαδικά (binary) αρχεία
- Στα αρχεία κειμένου η πληροφορία είναι κωδικοποιημένη σε χαρακτήρες ASCII
  - Πλεονέκτημα: μπορεί να διαβαστεί και από ανθρώπους
- Στα binary αρχεία έχουμε διαφορετική κωδικοποίηση
  - Πλεονέκτημα: πιο γρήγορη η μεταφορά των δεδομένων.
- Εμείς θα ασχοληθούμε με αρχεία κειμένου

Ρεύμα εξόδου σε αρχεία

- Για να γράψουμε σε ένα αρχείο θα πρέπει καταρχάς να δημιουργήσουμε ένα ρεύμα εξόδου που θα συνδέεται με το αρχείο.
- Η Java μας παρέχει την κλάση FileOutputStream η οποία μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε ένα τέτοιο ρεύμα.
- Δημιουργία του ρεύματος:

```
FileOutputStream outputStream =
     new FileOutputStream(<ονομα αρχείου>);
```

Παράδειγμα

- `FileOutputStream outputStream =`
  `new FileOutputStream("stuff.txt");`
- Δημιουργεί το αντικείμενο **`outputStream`** το οποίο είναι ένα ρεύμα εξόδου προς το αρχείο με το όνομα **`stuff.txt`**
  - Αν το αρχείο δεν υπάρχει τότε θα δημιουργηθεί ένα κενό αρχείο στο οποίο μπορούμε να γράψουμε
  - Αν υπάρχει ήδη τότε τα περιεχόμενα του θα σβηστούν και γράφουμε και πάλι σε ένα κενό αρχείο

FileNotFoundException

- Η δημιουργία του ρεύματος πετάει μια εξαίρεση FileNotFoundException την οποία πρέπει να πιάσουμε
  - Η δημιουργία του ρεύματος είναι πάντα μέσα σε ένα try-catch block

```
try
{
   FileOutputStream outputStream =
         new FileOutputStream("stuff.txt");
}
catch (FileNotFoundException e)
{
   System.out.println("Error opening the file stuff.txt.");
   System.exit(0);
}
```

FileNotFoundException

- Τι σημαίνει FileNotFoundException όταν δημιουργούμε ένα αρχείο?
  - Μπορεί να έχουμε δώσει λάθος path
  - Μπορεί να μην υπάρχει χώρος στο δίσκο
  - Μπορεί να μην έχουμε write access
  - κλπ

Εγγραφή σε αρχείο

- Με την προηγούμενη εντολή συνδέσαμε ένα ρεύμα εξόδου με ένα αρχείο στο δίσκο, στο οποίο θα γράψουμε
- Για να γίνει η εγγραφή πρέπει:
  - Να δημιουργήσουμε ένα αντικείμενο που μπορεί να γράφει στο αρχείο («Ανοίγουμε το αρχείο»)
  - Να καλέσουμε μεθόδους που γράφουν στο αρχείο («Εγγραφή»)
  - Όταν τελειώσουμε να αποδεσμεύσουμε το αντικείμενο από το ρεύμα («Κλείνουμε το αρχείο»)
- Μπορούμε να τα κάνουμε αυτά με την κλάση PrintWriter

PrintWriter

- Constructor:
  - **`PrintWriter(FileOutputStream o)`**: Παίρνει σαν όρισμα ένα αντικείμενο τύπου FileOutputStream
  - Όταν δημιουργούμε ένα αντικείμενο PrintWriter ανοίγουμε το αρχείο για διάβασμα.
  - Παράδειγμα:
    - `PrintWriter outputWriter = new PrintWriter(outputStream);`
- Μέθοδοι:
  - **`print(String s)`**: παρόμοια με την print που ξέρουμε αλλά γράφει πλέον στο αρχείο
  - **`println(String s)`**: παρόμοια με την println που ξέρουμε αλλά γράφει πλέον στο αρχείο
  - **`close()`**: ολοκληρώνει την εγγραφή (γράφει ότι υπάρχει στο buffer) και κλείνει το αρχείο
  - **`flush()`**: γράφει ότι υπάρχει στο buffer

Ένα ολοκληρωμένο παράδειγμα

```
import java.io.PrintWriter;
import java.io.FileOutputStream;
import java.io.FileNotFoundException;

public class TextFileOutputDemo1
{
    public static void main(String[] args)
    {
        FileOutputStream outputStream = null;
        try
        {
            outputStream = new FileOutputStream("stuff.txt");
        }
        catch(FileNotFoundException e)
        {
            System.out.println("Error opening the file stuff.txt.");
            System.exit(0);
        }

        PrintWriter outputWriter = new PrintWriter(outputStream);

        System.out.println("Writing to file.");

        outputWriter.println("The quick brown fox");
        outputWriter.println("jumped over the lazy dog.");

        outputWriter.close( );

        System.out.println("End of program.");
    }
}
```

Πιο συνοπτικός κώδικας

```
import java.io.PrintWriter;
import java.io.FileOutputStream;
import java.io.FileNotFoundException;

public class TextFileOutputDemo2
{
    public static void main(String[] args)
    {
        PrintWriter outputWriter = null;
        try
        {
            outputWriter = new PrintWriter(new FileOutputStream("stuff.txt"));
        }
        catch(FileNotFoundException e)
        {
            System.out.println("Error opening the file stuff.txt.");
            System.exit(0);
        }

        System.out.println("Writing to file.");

        outputWriter.println("The quick brown fox");
        outputWriter.println("jumped over the lazy dog.");

        outputWriter.close( );

        System.out.println("End of program.");
    }
}
```

Το αντικείμενο FileOutputStream έτσι κι αλλιώς δεν το χρησιμοποιούμε αλλού

Προσάρτηση σε αρχείο

- Τι γίνεται αν θέλουμε να προσθέσουμε (append) επιπλέον δεδομένα σε ένα υπάρχον αρχείο
  - Ο constructor της FileOutputStream που ξέρουμε θα σβήσει τα περιεχόμενα και θα το ξαναγράψουμε από την αρχή.
- Γι αυτό το σκοπό χρησιμοποιούμε ένα άλλο constructor

```
FileOutputStream outputStream =
    new FileOutputStream("stuff.txt", true));
```

- Το όρισμα true υποδηλώνει ότι θέλουμε να προσθέσουμε (append) στο αρχείο

Διάβασμα από αρχείο κειμένου

- Η διαδικασία είναι παρόμοια και για διάβασμα
- Πρώτα δημιουργούμε ένα αντικείμενο τύπου FileInputStream το οποίο συνδέει ένα ρεύμα εισόδου με το όνομα του αρχείου

```
FileInputStream inputStream =
      new FileInputStream(<όνομα αρχείου>);
```

- Μετά θα χρησιμοποιήσουμε την γνωστή μας κλάση Scanner για να:
  - Να ανοίξουμε το αρχείο
    - `Scanner inputReader = new Scanner(inputStream);`
  - Να διαβάσουμε από το αρχείο
    - `inputReader.nextLine();`
  - Να κλείσουμε το αρχείο
    - `inputReader.close();`

Το System.in που χρησιμοποιούσαμε μέχρι τώρα είναι ένα ρεύμα εισόδου

Ένα παράδειγμα

```
import java.util.Scanner;
import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileNotFoundException;

public class TextFileScannerDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
       Scanner inputReader = null;

       try
       {
           inputReader =
              new Scanner(new FileInputStream("morestuff.txt"));
       }
       catch(FileNotFoundException e)
       {
           System.out.println("File morestuff.txt was not found");
           System.out.println("or could not be opened.");
           System.exit(0);
       }

       String line = inputReader.nextLine( );

       System.out.println("The line read from the file is:");
       System.out.println(line);

       inputStream.close( );
    }
}
```

Η συνοπτική εκδοχή του κώδικα

Scanner

- Η Scanner έχει διάφορες μεθόδους για να διαβάζουμε:
  - nextLine(): διαβάζει μέχρι το τέλος της γραμμής
  - nextInt(): διαβάζει ένα ακέραιο
  - nextDouble(): διαβάζει ένα πραγματικό
  - next(): διαβάζει το επόμενο λεκτικό στοιχείο (χωρισμένο με κενό)
- Έλεγχοι:
  - hasNextLine(): επιστρέφει true αν υπάρχει κι άλλη γραμμή να διαβάσει
  - hasNextInt(): επιστρέφει true αν υπάρχει κι άλλος ακέραιος

```
import java.util.Scanner;
import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.PrintWriter;
import java.io.FileOutputStream;

public class ReadWriteDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Scanner inputStream = null;
        PrintWriter outputStream = null;

        try
        {
           inputStream = new Scanner(new FileInputStream("original.txt"));
           outputStream = new PrintWriter(new FileOutputStream("numbered.txt"));
        }
        catch(FileNotFoundException e)
        {
           System.out.println("Problem opening files.");
           System.exit(0);
        }

        String line = null; int count = 0;

        while (inputStream.hasNextLine( ))
        {
            line = inputStream.nextLine( );
            count++;
            outputStream.println(count + " " + line);
        }

        inputStream.close( );
        outputStream.close( );
    }

}
```

Διαβάζουμε από ένα αρχείο και γράφουμε τις γραμμές με νούμερα.

Χρήση των εξαιρέσεων για έλεγχο

```
import java.util.Scanner;
import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.PrintWriter;
import java.io.FileOutputStream;

public class ReadWriteDemo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Scanner keyboard = new Scanner(System.in);
        String inputFilename = keyboard.next();
        String outputFilename = keyboard.next();

        Scanner inputStream = null;
        PrintWriter outputStream = null;

        boolean openedFilesOk = false;
        while (!openedFilesOk)
        {
            try
            {
               inputStream = new Scanner(new FileInputStream(inputFilename));
               outputStream = new PrintWriter(new FileOutputStream(outputFilname));
               openedFilesOk = true;
            }
            catch(FileNotFoundException e)
            {
               System.out.println("Problem opening files. Enter names again:");
               inputFilename = keyboard.next();
               outputFilename = keyboard.next();
            }
         }

           <υπόλοιπος κώδικας…>

    }
}
```

Η κλάση File

- Η κλάση File μας δίνει πληροφορίες για ένα αρχείο που θα μπορούσαμε να πάρουμε από το λειτουργικό σύστημα
- Constructor:
  - File fileObject = new File(<αφηρημένο όνομα>);
  - Το αφηρημένο όνομα συνήθως θα είναι ένα όνομα αρχείου, αλλά μπορεί να είναι και directory.
- Μέθοδοι:
  - exists(): επιστρέφει boolean αν υπάρχει ή όχι το αρχείο/path
  - getName(): επιστρέφει το όνομα του αρχείου από το full path name
  - getPath(): επιστρέφει το path μέχρι το αρχείο από το full path name
  - isFile(): boolean που μας λέει αν το όνομα είναι αρχείο η όχι
  - isDirectory(): boolean που μας λέει αν το όνομα είναι directory η όχι
  - mkdir(): δημιουργεί το directory στο path που δώσαμε ως όρισμα.

STRING PROCESSING

Strings

- Η επεξεργασία αλφαριθμητικών είναι πολύ σημαντική για πολλές εφαρμογές. Θα δούμε μερικές χρήσιμες εντολές
- Σε όλες τις εντολές για επεξεργασία των Strings δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι τα Strings είναι immutable objects
  - Οι μέθοδοι που καλεί μια μεταβλητή String δεν μπορούν να αλλάξουν την μεταβλητή, μόνο να επιστρέψουν ένα νέο String.

toLowerCase, trim

- Οι παρακάτω εντολές είναι χρήσιμες για να κανονικοποιούμε το String
  - toLowerCase(): μετατρέπει όλους τους χαρακτήρες ενός String σε μικρά γράμματα.
  - trim(): αφαιρεί λευκούς χαρακτήρες από την αρχή και το τέλος
- Χρήσιμες εντολές όταν κάνουμε συγκρίσεις μεταξύ Strings και θέλουμε να τα φέρουμε σε κοινή μορφή.

Παράδειγμα

```
public class StringTest1
{
        public static void main(String args[]){
                String s1 = "this is a sentence ";
                String s2 = "This is a sentence";

                System.out.println(s1);
                System.out.println(s2);
                System.out.println(s1.equals(s2));

                s1 = s1.trim();
                s2 = s2.toLowerCase();
                System.out.println(s1);
                System.out.println(s2);
                System.out.println(s1.equals(s2));
        }
}
```

Για να αποφεύγονται κενά στην αρχή η στο τέλος

Χρήσιμη εντολή για συγκρίσεις λέξεων, για να μην εξαρτόμαστε αν η λέξη είναι σε μικρά ή κεφαλαία

Πρέπει **πάντα** να γίνεται ξανά ανάθεση στη μεταβλητή. Η εντολή `s2.toLowerCase();` δεν αλλάζει το s2 επιστρέφει το αλλαγμένο String.

split

- Η εντολή split είναι χρήσιμη για να σπάμε ένα String σε πεδία που διαχωρίζονται από ένα συγκεκριμένο string
  - Όρισμα: το string ως προς το οποίο θέλουμε να σπάσουμε το κείμενο.
  - Επιστρέφει: πίνακα String[] με τα πεδία που δημιουργήθηκαν.

Παράδειγμα: από το String:
"`Student: Bob Marley	AM: 111`"
θέλουμε το όνομα του φοιτητή και το ΑΜ του

```
class SplitTest1{
  public static void main(String args[]){
    String s = "Student: Bob Marley\tAM: 111";
    System.out.println(s);

    String fields[] = s.split("\t");

    String studentFields[] = fields[0].split(":");
    String studentName = studentFields[1].trim();

    String AMFields[] = fields[1].split(":");
    int studentAM = Integer.parseInt(AMFields[1].trim());

    System.out.println(studentName + "\t" + studentAM);
  }
}
```

Split πρώτα ως προς "\t" και μετά ως προς ":"

Χρήση της trim

replace

- Η εντολή είναι χρήσιμη αν θέλουμε να αλλάξουμε κάπως το String
  - replace(String before, String after): αντικαθιστά το before με το after και επιστρέφει το αλλαγμένο String

Παράδειγμα

```
class ReplaceTest1
{
    public static void main(String[] args){
        String s1 = "Is this a greek question?";
        System.out.println("Before:" + s1);
        s1 = s1.replace("?",";");
        System.out.println("After:" + s1);

        String s2 = "This is not a question?";
        System.out.println("Before:" + s2);
        s2 = s2.replace("?", "");
        System.out.println("After:" + s2);

        String s3 = "20-5-2013";
        System.out.println("Before:" + s3);
        s3 = s3.replace("-","/");
        System.out.println("After:" + s3);

        }
}
```

Αντικαθιστά το “?” με “;”

Σβήνει το “?”

Αντικαθιστά όλα τα “-” με “/”

Split και Replace

- Υπάρχουν περιπτώσεις που θέλουμε να σπάσουμε ή να αντικαταστήσουμε με βάση κάτι πιο περίπλοκο από ένα String
  - Π.χ., θέλουμε να σπάσουμε ένα String ως προς tabs ή κενά
  - Π.χ., θέλουμε να σβήσουμε οτιδήποτε είναι ερωτηματικό, ελληνικό ή αγγλικό
  - Π.χ., θέλουμε να σβήσουμε τις τελείες αλλά μόνο αν είναι στο τέλος του String.
- Για να προσδιορίσουμε τέτοιες περίπλοκες περιπτώσεις χρησιμοποιούμε κανονικές εκφράσεις (regular expressions)

Regular Expressions

- Ένας τρόπος να περιγράφουμε Strings που έχουν ακολουθούν ένα κοινό μοτίβο
  - Έχετε ήδη χρησιμοποιήσει κανονικές εκφράσεις. Όταν γράφετε “ls *.txt” το “*.txt” είναι μια κανονική έκφραση που περιγράφει όλα τα Strings που τελειώνουν σε “.txt”

Κανονικές Εκφράσεις στη Java

- Μπορείτε να διαβάσετε μια περίληψη στη σελίδα της Oracle
- Οι κανονικές εκφράσεις μπορούν να περιγράψουν πολλά πράγματα. Εμείς θα χρησιμοποιήσουμε κάποιες απλές εκφράσεις.
- Παραδείγματα:
  - [abc]: a ή b ή c
  - ^a : Ξεκινάει με a
  - a$: τελειώνει με a
  - \s ή \p{Space}: white space (κενό, tab, αλλαγή γραμμής)
  - \p{Punct}: όλα τα σημεία στίξης

- Για να χρησιμοποιήσουμε τις κανονικές εκφράσεις τις μετατρέπουμε σε ένα string που δίνεται ως όρισμα στην split η την replaceAll.
  - Π.χ. `"[abc]"`, `"^a"`, `"a$"`, `"\\s"`, `"\\p{Space}"`, `"\\p{Punct}"`
    - Χρειαζόμαστε το "\\" ώστε να βάλουμε το \ μέσα στο string.

Παρένθεση

- Ο χαρακτήρας \ λέγεται escape character
  - Όταν τον συνδυάζουμε με άλλους χαρακτήρες παίρνει διαφορετικό νόημα όταν είμαστε μέσα σε String
    - **\n**: αλλαγή γραμμής
    - **\t**: tab
    - **\"**: ο χαρακτήρας "
    - ****: ο χαρακτήρας \

Παράδειγμα

```
class SplitTest2
{
    public static void main(String args[]){
        String s1 = "sentense 1\tsentence 2";
        String[] tokens = s1.split("[\t ]");
        for (String t: tokens){
            System.out.println(t);
        }
        tokens = s1.split("\\s");
        for (String t: tokens){
            System.out.println(t);
        }

        String s2 =  "To be or not to be? This is the question. The
question we must face";
        String[] sentences = s2.split("[?.]");
        for (String s: sentences){
            System.out.println(s.trim());
        }
    }
}
```

Split στο tab και το κενό

Split σε οποιοδήποτε white space

Split στο ερωτηματικό και την τελεία

Παράδειγμα

Για να χρησιμοποιήσουμε την κανονική έκφραση χρειαζόμαστε την εντολή replaceAll

```
class ReplaceTest2
{
    public static void main(String args[]){
        String s = "The cost is 99.99 dollars.";
        System.out.println(s);
        s = s.replaceAll("[.]$","");
        System.out.println(s);

        s = "\"Quoted (\"quote\") text\"";
        System.out.println(s);
        s = s.replaceAll("^\"","");
        s = s.replaceAll("\"$","");
        System.out.println(s);

        s = "What?Yes!No...";
        System.out.println(s);
        s = s.replaceAll("[.!?]"," ");
        System.out.println(s);

        s = "Space: Tab:\t:End";
        System.out.println(s);
        s = s.replaceAll("\\p{Space}","");
        System.out.println(s);
    }
}
```

Σβήνει την τελεία στο τέλος του String

Σβήνει το “ στην αρχή του String

Σβήνει το ” στο τέλος του String

Αντικαθιστά τελεία, θαυμαστικό και ερωτηματικό με κενό.

Σβήνει τους whitespace χαρακτήρες

StringTokenizer

- Η διαδικασία του να σπάμε ένα string σε κομμάτια που χωρίζονται με κενά λέγεται tokenization και τα κομμάτια tokens.
- Η κλάση StringTokenizer κάνει και το tokenization και μας επιτρέπει να διατρέχουμε τα tokens
  - nextToken(): επιστρέφει το επόμενο token
  - hasMoreTokens(): μας λέει αν έχουμε άλλα tokens
- Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε και την split αλλά η StringTokenizer χειρίζεται αυτόματα τις διάφορες περιπτώσεις με white space
  - Π.χ. πολλαπλά κενά

Παράδειγμα

```
import java.util.StringTokenizer;

class StringTokenizerTest
{
    public static void main(String args[]){
        String s = "Line with tab\t and space";
        System.out.println(s);

        System.out.println("Split tokenization");
        String[] tokens1 = s.split("\\s");
        for (String t: tokens1){
            System.out.println("-"+t+"-");
        }

        System.out.println("StringTokenizer tokenization");
        StringTokenizer tokens2  = new StringTokenizer(s);
        while (tokens2.hasMoreTokens()){
            System.out.println("-"+tokens2.nextToken()+"-");
        }
    }
}
```

Split σε κενό και tab

Δημιουργεί κενό token όταν βρει το "\t "

Δεν δημιουργεί κενό token όταν βρει το "\t "

StringBuilder

- Τα Strings είναι immutable objects. Αυτό σημαίνει ότι για να αλλάξουμε ένα String πρέπει να το ξανα-δημιουργήσουμε και να το αντιγράψουμε
- Για τέτοιου είδους αλλαγές είναι καλύτερα να χρησιμοποιούμε το StringBuilder
  - append(String): προσθέτει ένα String στο τέλος
  - toString(): επιστρέφει το τελικό String

- Πολύ βολικό για να δημιουργούμε String συνενώνοντας πολλαπλά Strings.

```
import java.lang.StringBuilder;

class StringBuilderTest
{
	public static void main(String[] args){
		int N = 100000;

		String s = "";
		for (int i = 0; i < 100000; i ++){
			s = s + " " +i;
		}
		System.out.println(s);


		StringBuilder sb = new StringBuilder("");
		for (int i = 0; i < 100000; i ++){
			sb.append(" " +i);
		}
		System.out.println(sb.toString());
	}
}
```

Θέλουμε να δημιουργήσουμε ένα String με τους αριθμούς από το 1 ως το N

Ο μπλε κώδικας είναι **πολύ** πιο γρήγορος από τον πράσινο
Ο πράσινος αντιγράφει το String N φορές

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Παράδειγμα

- Έχουμε ένα αρχείο studentNames.txt με τα ΑΜ και τα ονόματα των φοιτητών (tab-separated) και ένα αρχείο studentGrades.txt με τα ΑΜ και βαθμό (για κάποια μαθήματα – ένα μάθημα ανά γραμμή). Τυπώστε σε ένα αρχείο ΑΜ, όνομα, βαθμό.

```
import java.util.Scanner;
import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.PrintWriter;
import java.io.FileOutputStream;

import java.util.HashMap;

class Join
{
    public static void main(String[] args){
        Scanner nameInputStream = null;
        Scanner gradesInputStream = null;
        PrintWriter outputStream = null;

        try
        {
           nameInputStream = new Scanner(
                             new FileInputStream("studentNames.txt"));
           gradesInputStream = new Scanner(
                             new FileInputStream("studentGrades.txt"));
           outputStream = new PrintWriter(
                             new FileOutputStream("studentNamesGrades.txt"));
        }
        catch(FileNotFoundException e)
        {
           System.out.println("Problem opening files.");
           System.exit(0);
        }
```

Άνοιγμα των αρχείων εισόδου για διάβασμα και του αρχείου εξόδου για γράψιμο

Συνέχεια στην επόμενη

Συνέχεια από την προηγούμενη

```
        String line = null;

        HashMap<Integer,String> namesHash = new HashMap<Integer,String>();
        while (nameInputStream.hasNextLine( ))
        {
           line = nameInputStream.nextLine( );
           String[] fields = line.split("\t");
           Integer AM = Integer.parseInt(fields[0]);
           String name = fields[1];
           namesHash.put(AM,name);
        }

        nameInputStream.close( );

        while (gradesInputStream.hasNextLine( ))
        {
           line = gradesInputStream.nextLine( );
           String[] fields = line.split("\t");
           Integer AM = Integer.parseInt(fields[0]);
           String grade = fields[1];
           if (!nameHash.containsKey(AM)){ continue;}
           String name = namesHash.get(AM);
           outputStream.println(AM+"\t"+name+"\t"+grade);
        }

        gradesInputStream.close();
        outputStream.close( );
    }
}
```

Διάβασε τα ζεύγη ΑΜ, όνομα και βάλε τα σε ένα HashMap με κλειδί το ΑΜ

Υποθέτουμε ότι το κάθε ΑΜ εμφανίζεται μόνο μία φορά

Διάβασε τα ζεύγη ΑΜ, βαθμός και έλεγξε αν το ΑΜ εμφανίζεται ως κλειδί στο HashMap.

Αν ναι τύπωσε ΑΜ, όνομα και βαθμό στο αρχείο εξόδου

ΣΤΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΚΛΑΣΕΙΣ

STATIC

Στατικές μέθοδοι

- Τι σημαίνει το keyword static στον ορισμό της main μεθόδου? Τι είναι μια στατική μέθοδος?
- Μια στατική μέθοδος μπορεί να κληθεί χωρίς αντικείμενο της κλάσης, χρησιμοποιώντας κατευθείαν το όνομα της κλάσης
  - Η μέθοδος ανήκει στην κλάση και όχι σε κάποιο συγκεκριμένο αντικείμενο.
  - Όταν καλούμε την συνάρτηση main κατά την εκτέλεση του προγράμματος δεν δημιουργούμε κάποιο αντικείμενο της κλάσης
  - Χρήσιμο για τον ορισμό βοηθητικών μεθόδων

Συντακτικό

- Ορισμός

```
class myClass
{
        ...

        public static ReturnType methodName(arguments)
        { … }

        ...
}
```

- Κλήση

```
myClass.methodName(arguments)
```

Παράδειγμα

Ορισμός

```
class Auxiliary
{
   public static int max(int x, int y){
       if (x > y){
            return x;
       }
       return y;
   }
}
```

Κλήση

```
int m = Auxiliary.max(6,5);
```

Η κλήση της μεθόδου max δεν χρειάζεται τον ορισμό αντικείμενου
Γίνεται χρησιμοποιώντας κατευθείαν το όνομα της κλάσης

Παρένθεση

- Ένας άλλος τρόπος να υλοποιήσετε το max τελεστή

```
public static int max(int x, int y){
     return (x>y)? x: y;
}
```

Η έκφραση:

```
condition ? value_if_true: value_if_false
```

επιστέφει μια τιμή ανάλογα με την αποτίμηση του condition και είναι ένας γρήγορος τρόπος να υλοποιήσουμε ένα if το οποίο επιστρέφει μία τιμή

Στατικές μεταβλητές

- Παρόμοια με τις στατικές μεθόδους μπορούμε να ορίσουμε και στατικές μεταβλητές
  - Οι στατικές μεταβλητές ανήκουν στην κλάση και όχι σε κάποιο συγκεκριμένο αντικείμενο και, εφόσον είναι public μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε αυτές χρησιμοποιώντας το όνομα της κλάσης χωρίς να έχουμε ορίσει κάποιο αντικείμενο.

Συντακτικό

- Ορισμός

```
class myClass
{
      public static Type varName;

      public static ReturnType methodName(arguments)
      { … }

      ...
}
```

- Κλήση

```
…. myClass.varName…. ;
```

Παράδειγμα

Ορισμός

```
class Auxiliary
{
    public static int factor = 2.0;

    public static int max(int x, int y){
        if (x > y){
            return x;
        }
        return y;
    }
}
```

Κλήση

```
int m =
    Auxiliary.factor * Auxiliary.max(6,5);
```

Σταθερές

- Οι στατικές μεταβλητές πολλές φορές χρησιμοποιούνται για να ορίσουμε σταθερές.
  - Τις ορίσουμε σε μία κλάση και μπορούμε να τις χρησιμοποιούμε σε διάφορα σημεία στο πρόγραμμα.
- Για να προσδιορίσουμε ότι μία μεταβλητή είναι σταθερά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το keyword final.

Παράδειγμα

Ορισμός

```
class Circle
{
   public static final double PI = 3.14;

   public static double area(double r){
       return PI*r*r;
   }
}
```

Κλήση

```
int unitCircleArea = Circle.area(1);
System.out.println("PI value is" + Circle.PI);
```

Στατικές μέθοδοι

- Όταν ορίζουμε μια στατική μέθοδο μέσα σε μία κλάση, δεν μπορούμε να χρησιμοποιούμε μη στατικά πεδία, ή να καλούμε μη στατικές μεθόδους.
  - Μη στατικά πεδία και μη στατικές μέθοδοι συσχετίζονται με ένα αντικείμενο. Εφόσον μπορούμε να καλέσουμε μια στατική μέθοδο χωρίς αντικείμενο, δεν μπορούμε μέσα σε αυτή να χρησιμοποιούμε μη στατικά πεδία ή μεθόδους.
  - Σκεφτείτε ότι για κάθε χρήση μιας μεθόδου ή μιας μεταβλητής μπορούμε να βάλουμε το this μπροστά. Αν δεν υπάρχει αντικείμενο η αναφορά this δεν ορίζεται
- Αν θέλουμε να καλέσουμε μια μη στατική μέθοδο θα πρέπει να ορίσουμε ένα αντικείμενο μέσα στην στατική μέθοδο

Παράδειγμα

```
class Auxiliary2
{
        private int x;
        private int y;

        public Auxiliary2(int x, int y){
                this.x = x;
                this.y = y;
        }

        public int max(){
                return (x>y)? x: y;
        }

        public int min(){
                return (x>y)? y: x;
        }

        public static double maxToMin(int x, int y){
                Auxiliary2 aux = new Auxiliary2(x,y);
                return ((double)aux.max())/aux.min();
        }
}
```

Στατικές μεταβλητές

- Εκτός από σταθερές μπορούμε να ορίσουμε στατικές μεταβλητές όταν θέλουμε διαφορετικά αντικείμενα να επικοινωνούν μέσω μιας μεταβλητής
  - Υπάρχει μόνο ένα αντίγραφο μιας στατικής μεταβλητής, άρα όταν το αλλάζει ένα αντικείμενο την αλλαγή την βλέπουν και όλα τα άλλα αντικείμενα της κλάσης.
- Παράδειγμα: Στο πρόγραμμα TakeTurns δείχνουμε πως μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε στατικές μεταβλητές για να επικοινωνούν μεταξύ τους τα αντικείμενα.

Στατικές μέθοδοι και μεταβλητές

- Έχετε ήδη χρησιμοποιήσει στατικές μεθόδους και μεταβλητές σε διάφορες περιπτώσεις

- Παραδείγματα
  - System.out: στατικό πεδίο της κλάσης System, το οποίο κρατάει ένα PrintStream με το οποίο μπορούμε γράψουμε στην οθόνη.
  - System.in: στατικό πεδίο της κλάσης System, το οποίο κρατάει ένα FileInputStream που συνδέεται με το πληκτρολόγιο.
  - System.exit(): στατική μέθοδος της κλάσης System

Περιβάλλουσες κλάσεις

- Οι wrapper classes Integer, Double, Boolean και Character έχουν πολλές στατικές μεθόδους και στατικά πεδία που μας βοηθάνε να χειριζόμαστε τους βασικούς τύπους.
  - Integer.parseInt(String): Μετατρέπει ένα String σε int.
    - Αντίστοιχα: Double.parseDouble(String), Boolean.parseBoolean(String)
  - Integer.MAX_VALUE, Integer.MIN_VALUE: Μέγιστη και ελάχιστη τιμή ενός ακεραίου
    - Αντίστοιχα: Double.MAX_VALUE, Double.MIN_VALUE
  - Character.IsDigit(char): επιστρέφει true αν ο χαρακτήρας είναι ένα ψηφίο
    - Παρόμοια: Character.IsLetter(char), Character.IsLetterOrDigit(), Character.IsWhiteSpace(char)
- Οι κλάσεις αυτές έχουν και μη στατικές μεθόδους.

Η κλάση Math

- Μία κλάση με πολλές στατικές μεθόδους και στατικά πεδία για μαθηματικούς υπολογισμούς
- Παραδείγματα
  - min: επιστρέφει το ελάχιστο δύο αριθμών
  - max: επιστρέφει το μέγιστο δύο αριθμών
  - abs: επιστρέφει την απόλυτη τιμή
  - pow(x,y): υψώνει το x στην y δυναμη
  - floor/ceil: επιστρέφει τον μεγαλύτερο/μικρότερο ακέραιο που είναι μικρότερος/μεγαλυτερος από το όρισμα
  - sqrt: επιστρέφει την τετραγωνική ρίζα ενός αριθμού
  - PI: ο αριθμός π
  - E: Η βάση των φυσικών λογαρίθμων

Συμπερασματικά

- Στατικές μεθόδους και πεδία συνήθως ορίζουμε όταν θέλουμε μια βοηθητική συλλογή από σταθερές και μεθόδους (παρόμοια με την κλάση Math της Java).
- Μια στατική μέθοδο που μπορείτε να ορίσετε για κάθε κλάση είναι η main, ώστε να τεστάρετε μια συγκεκριμένη κλάση.

ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΚΛΑΣΕΙΣ

Εσωτερικές κλάσεις

- Μπορούμε να ορίσουμε μια κλάση μέσα στον ορισμό μιας άλλης κλάσης

```
class Shape
{
        private class Point
        {

                <Code for Point>
        }

        <Code for Shape>
}
```

Γιατί να το κάνουμε αυτό?

- Η κλάση Point μπορεί να είναι χρήσιμη μόνο για την Shape
- Μας επιτρέπει να ορίσουμε άλλη Point σε άλλο σημείο
- Η Point και η Shape έχουν η μία πρόσβαση στα ιδιωτικά πεδία και μεθόδους της άλλης

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Θέματα που καλύψαμε

- Γενικές έννοιες αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού
- Βασικά στοιχεία Java
- Κλάσεις και αντικείμενα
  - Πεδία, μέθοδοι, δημιουργοί, αναφορές
- Σύνθεση και συνάθροιση αντικειμένων
  - Πώς να φτιάχνουμε μεγαλύτερες κλάσεις με μικρότερα αντικείμενα - σχεδίαση
- Κληρονομικότητα, Πολυμορφισμός
- Συλλογές δεδομένων
- Εξαιρέσεις, I/O
- Γραφικά περιβάλλοντα

Αντικειμενοστραφής Προγραμματισμός

- Αν και το μάθημα έγινε σε Java, οι βασικές αρχές είναι οι ίδιες και για άλλες αντικειμενοστραφείς γλώσσες, και μπορείτε να μάθετε πολύ γρήγορα μια οποιαδήποτε άλλη γλώσσα προγραμματισμού
  - Μπορείτε να μάθετε C# σε μια βδομάδα
  - Η C++ είναι λίγο πιο μπερδεμένη γιατί πρέπει να κάνετε μόνοι σας τη διαχείριση μνήμης

Εξετάσεις

- Οι εξετάσεις θα είναι με ανοιχτά βιβλία και σημειώσεις
- Οι ερωτήσεις θα είναι στο πνεύμα των εργαστηρίων και των ασκήσεων
  - Κατά κύριο λόγο θα είναι προγραμματιστικές, αλλά μπορεί να σας ρωτήσουμε να ονομάσετε ένα μηχανισμό, ή να εξηγήσετε γιατί συμβαίνει κάτι
- Καλή επιτυχία!

GRAPHICAL USER INTERFACES (GUI) SWING

Swing

- Τα GUIs (Graphical User Interfaces) είναι τα συνηθισμένα interfaces που χρησιμοποιούν παράθυρα, κουμπιά, menus, κλπ
- Η Swing είναι η βιβλιοθήκη της Java για τον προγραμματισμό τέτοιων interfaces.
  - Η μετεξέλιξη του AWT (Abstract Window Toolkit) το οποίο ήταν το πρώτο αλλά όχι τόσο επιτυχημένο πακέτο της Java για GUI.

Event driven programming

- Το Swing ακολουθεί το μοντέλο του event-driven programming
  - Υπάρχουν κάποια αντικείμενα που πυροδοτούν συμβάντα (firing an event)
  - Υπάρχουν κάποια άλλα αντικείμενα που είναι ακροατές (listeners) για συμβάντα.
  - Αν προκληθεί ένα συμβάν υπάρχουν ειδικοί χειριστές του συμβάντος (event handlers) – μέθοδοι που χειρίζονται ένα συμβάν
  - Το συμβάν (event) είναι κι αυτό ένα αντικείμενο το οποίο μεταφέρει πληροφορία μεταξύ του αντικειμένου που προκαλεί το συμβάν και του ακροατή.
- Σας θυμίζουν κάτι όλα αυτά?
  - Πολύ παρόμοιες αρχές υπάρχουν στην δημιουργία και τον χειρισμό εξαιρέσεων.

Swing

- Στην Swing βιβλιοθήκη ένα GUI αποτελείται από πολλά στοιχεία/συστατικά (components)
  - π.χ. παράθυρα, κουμπιά, μενού, κουτιά εισαγωγής κειμένου, κλπ.
- Τα components αυτά πυροδοτούν συμβάντα
  - Π.χ. το πάτημα ενός κουμπιού, η εισαγωγή κειμένου, η επιλογή σε ένα μενού, κλπ
- Τα συμβάντα αυτά τα χειρίζονται τα αντικείμενα-ακροατές, που έχουν ειδικές μεθόδους γι αυτά
  - Τι γίνεται όταν πατάμε ένα κουμπί, όταν κάνουμε μια επιλογή κλπ
- Όλο το πρόγραμμα κυλάει ως μια αλληλουχία από συμβάντα και τον χειρισμό των ακροατών.

JFrame

Το JFrame ορίζει ενα βασικό απλό παράθυρο.
Ο παρακάτω κώδικας δημιουργεί ένα παράθυρο

```
import javax.swing.JFrame;

public class JFrameDemo
{
    public static final int WIDTH = 300;
    public static final int HEIGHT = 200;

    public static void main(String[] args)
    {
        JFrame firstWindow = new JFrame( );
        firstWindow.setSize(WIDTH, HEIGHT);

        firstWindow.setDefaultCloseOperation(
                                    JFrame.EXIT_ON_CLOSE);

        firstWindow.setVisible(true);
    }
}
```

Καθορίζει το μέγεθος (πλάτος, ύψος) του παραθύρου μετρημένο σε pixels

Καθορίζει τι κάνει το παράθυρο όταν πατάμε το κουμπί για κλείσιμο

Κάνει το παράθυρο ορατό

JFrame

- Επιλογές για το setDefaultCloseOperation:
  - EXIT_ON_CLOSE: Καλεί την Sytem.exit() και σταματάει το πρόγραμμα.
  - DO_NOTHING_ON_CLOSE: δεν κάνει τίποτα, ουσιαστικά δεν μας επιτρέπει να κλείσουμε το παράθυρο
  - HIDE_ON_CLOSE: Κρύβει το παράθυρο αλλά δεν σταματάει το πρόγραμμα.
- Άλλες μέθοδοι:
  - add: προσθέτει ένα συστατικό (component) στο παράθυρο (π.χ. ένα κουμπί)
  - setTitle(String): δίνει ένα όνομα στο παράθυρο που δημιουργούμε.

Ετικέτες

- Αφού έχουμε φτιάξει το βασικό παράθυρο μπορούμε πλέον να αρχίσουμε να προσθέτουμε συστατικά (components)
- Μπορούμε να προσθέσουμε ένα (σύντομο) κείμενο στο παράθυρο μας προσθέτοντας μια ετικέτα (label)
- JLabel class: μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε μια ετικέτα με συγκεκριμένο κείμενο
  - `JLabel greeting = new JLabel("Hello World!");`
- Αφού δημιουργήσουμε την ετικέτα θα πρέπει να την προσθέσουμε μέσα στο παράθυρο μας.
  - Καλούμε την μέθοδο add της JFrame

Παράθυρο με ετικέτα

```
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JLabel;

public class JLabelDemo
{
    public static final int WIDTH = 300;
    public static final int HEIGHT = 200;

    public static void main(String[] args)
    {
        JFrame firstWindow = new JFrame( );
        firstWindow.setSize(WIDTH, HEIGHT);

        firstWindow.setDefaultCloseOperation(
                                        JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        JLabel label = new JLabel("Hello World!");
        firstWindow.add(label);

        firstWindow.setVisible(true);
    }
}
```

Δημιουργία της ετικέτας με την κλάση JLabel και προσθήκη στο παράθυρο

Κουμπιά

- Ένα άλλο component για ένα γραφικό περιβάλλον είναι τα κουμπιά.
- Δημιουργούμε κουμπιά με την κλάση JButton.
  - `JButton button = new JButton("click me");`
  - Το κείμενο στον constructor είναι αυτό που εμφανίζεται πάνω στο κουμπί.
- Για να ξέρουμε τι κάνει το κουμπί όταν πατηθεί θα πρέπει να συνδέσουμε το κουμπί με ένα ακροατή.
  - Ο ακροατής είναι ένα αντικείμενο μιας κλάσης που υλοποιεί το interface ActionListener η οποία έχει την μέθοδο
    - `actionPerformed(ActionEvent e)`: χειρίζεται ένα συμβάν
  - Αφού δημιουργήσουμε το αντικείμενο του ακροατή το συνδέουμε (καταχωρούμε) με το κουμπί χρησιμοποιώντας την μέθοδο της JButton:
    - `addActionListener(ActionListener)`

Παράθυρο με κουμπί

```
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JButton;

public class ButtonDemo
{
    public static final int WIDTH = 300;
    public static final int HEIGHT = 200;

    public static void main(String[] args)
    {
        JFrame firstWindow = new JFrame( );
        firstWindow.setSize(WIDTH, HEIGHT);

        firstWindow.setDefaultCloseOperation(
                                JFrame.DO_NOTHING_ON_CLOSE);

        JButton endButton = new JButton("Click to end program.");

        EndingListener buttonEar = new EndingListener( );
        endButton.addActionListener(buttonEar);

        firstWindow.add(endButton);

        firstWindow.setVisible(true);
    }
}
```

Δημιουργία κουμπιού με την κλάση JButton

Δημιουργία και καταχώριση του ακροατή στο κουμπί

Προσθήκη κουμπιού στο παράθυρο

```
import java.awt.event.ActionListener;
import java.awt.event.ActionEvent;

public class EndingListener implements ActionListener
{
    public void actionPerformed(ActionEvent e)
    {
        System.exit(0);
    }
}
```

Ένας ακροατής υλοποιεί το interface ActionListener και πρέπει να υλοποιεί την μέθοδο actionPerformed(ActionEvent)

Όταν πατάμε το κουμπί στο GUI καλείται η μέθοδος actionPerfomed του ακροατή που έχουμε καταχωρίσει για το κουμπί

Η κλήση της actionPerformed από τον ActionListener γίνεται αυτόματα μέσω της βιβλιοθήκης Swing, δεν την κάνει ο προγραμματιστής

Η παράμετρος ActionEvent περιέχει πληροφορία σχετικά με το συμβάν που μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Πιο σωστός τρόπος να ορίσουμε το παράθυρο μας ως ένα τύπο παράθυρου που επεκτείνει την κλάση JFrame

```
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JButton;

public class FirstWindow extends JFrame
{
    public static final int WIDTH = 300;
    public static final int HEIGHT = 200;

    public FirstWindow( )
    {
        super( );
        setSize(WIDTH, HEIGHT);

        setTitle("First Window Class");

        setDefaultCloseOperation(
                                JFrame.DO_NOTHING_ON_CLOSE);

        JButton endButton = new JButton("Click to end program.");
        endButton.addActionListener(new EndingListener( ));
        add(endButton);
    }
}
```

Η δημιουργία του ActionListener γίνεται ως ανώνυμο αντικειμενο μιας και δεν θα το χρησιμοποιήσουμε ποτέ άμεσα

```
public class DemoButtonWindow
{
    public static void main(String[] args)
    {
        FirstWindow w = new FirstWindow( );
        w.setVisible(true);
    }
}
```

Εδώ δημιουργούμε το παράθυρο μας

Αυτό είναι και το σωστό σημείο να αποφασίσουμε αν το παράθυρο θα είναι visible ή όχι.

Πολλά συστατικά

- Αν θέλουμε να βάλουμε πολλά components μέσα στο παράθυρο μας τότε θα πρέπει να προσδιορίσουμε που θα τοποθετηθούν αλλιώς θα μπούνε το ένα πάνω στο άλλο.
- Αυτό γίνεται με την εντολή setLayout που καθορίζει την τοποθέτηση μέσα στο παράθυρο
  - Αυτό μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους

FlowLayout

- Απλά τοποθετεί τα components το ένα μετά το άλλο από τα αριστερά προς τα δεξιά
- Καλούμε την εντολή

```
setLayout(new FlowLayout());
```

(Πρεπει να έχουμε κάνει include java.awt.FlowLayout)

- Μετά προσθέτουμε κανονικά τα components με την add.

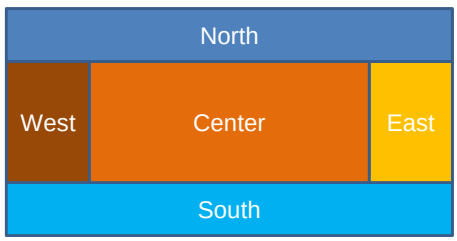
BorderLayout

- Στην περίπτωση αυτή ο χώρος χωρίζεται σε πέντε περιοχές: North, South, East, West Center
- Καλούμε την εντολή

```
setLayout(new BorderLayout());
```

(Πρεπει να έχουμε κάνει include java.awt.BorderLayout)

- Μετά όταν προσθέτουμε τα components με την add, προσδιορίζουμε την περιοχή στην οποία θα προστεθούν.
  - Π.χ., `add(label, BorderLayout.CENTER)`



GridLayout

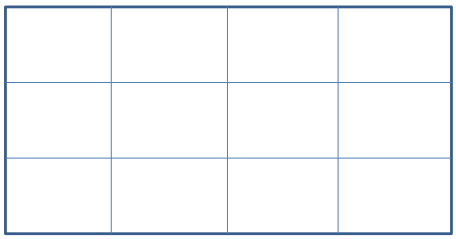
- Στην περίπτωση αυτή ορίζουμε ένα πλέγμα με n γραμμές και m στήλες και αυτό γεμίζει από τα αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω
- Καλούμε την εντολή

```
setLayout(new GridLayout(n,m));
```

(Πρεπει να έχουμε κάνει include java.awt.GridLayout)

- Μετά προσθέτουμε κανονικά τα components με την add.

Grid 3x4



Παράδειγμα

- Δημιουργείστε ένα παράθυρο με τρία κουμπιά:
  - Το ένα κάνει το χρώμα του παραθύρου μπλε, το άλλο κόκκινο και το τρίτο κλείνει το παράθυρο.
  - Κώδικας: MultiButtonWindow

Αξιοσημείωτα

- `public class MultiButtonWindow extends JFrame implements ActionListener`
  - Μπορούμε να κάνουμε τον ακροατή να είναι το ίδιο το παράθυρο, αυτό θα αναλάβει να υλοποιήσει τη μέθοδο actionPerformed.
  - Όταν καταχωρούμε τον ακροατή:

    `blueButton.addActionListener(this);`
- `getContentPane().setBackground(Color.BLUE);`
  - Αλλάζει το background χρώμα του παραθύρου. Η κλάση Color μας δίνει τα χρώματα
- `String buttonType = e.getActionCommand();`
  - Με την εντολή αυτή παίρνουμε το String το οποίο δώσαμε σαν τίτλο στο κουμπί

JPanel

- Το panel (τομέας) είναι ένας container
  - Μέσα σε ένα container μπορούμε να βάλουμε components και να ορίσουμε χειρισμό συμβάντων.
- Τα panels κατά μία έννοια ορίζουν ένα παράθυρο μέσα στο παράθυρο
  - Το panel έχει κι αυτό το δικό του layout και τοποθετούμε μέσα σε αυτό συστατικά.
  - Π.χ., ο παρακάτω κώδικας εκτελείται μέσα σε ένα JFrame.

```
setLayout(new BorderLayout());

JPanel buttonPanel = new JPanel();
buttonPanel.setLayout(new FlowLayout());

JButton button1 = new JButton("one");
buttonPanel.add(button1);

JButton button2 = new JButton("two");
buttonPanel.add(button2);

add(buttonPanel, BorderLayout.SOUTH);
```

GRAPHICAL USER INTERFACES (GUI) SWING

Swing

- Η Swing είναι η βιβλιοθήκη της Java για τον προγραμματισμό GUIs (Graphical User Interfaces) [και πιο γενικά για την χρήση γραφικών].
  - Η μετεξέλιξη του AWT (Abstract Window Toolkit) το οποίο ήταν το πρώτο αλλά όχι τόσο επιτυχημένο πακέτο της Java για GUI.

Swing

- Στην Swing βιβλιοθήκη ένα GUI αποτελείται από πολλά στοιχεία/συστατικά (components)
  - π.χ. παράθυρα, κουμπιά, μενού, κουτιά εισαγωγής κειμένου, κλπ.
- Τα components αυτά πυροδοτούν συμβάντα
  - Π.χ. το πάτημα ενός κουμπιού, η εισαγωγή κειμένου, η επιλογή σε ένα μενού, κλπ
- Τα συμβάντα αυτά τα χειρίζονται τα αντικείμενα-ακροατές, που έχουν ειδικές μεθόδους γι αυτά
  - Τι γίνεται όταν πατάμε ένα κουμπί, όταν κάνουμε μια επιλογή κλπ
- Όλο το πρόγραμμα κυλάει ως μια αλληλουχία από συμβάντα και τον χειρισμό των ακροατών.

Παράδειγμα

- Θα υλοποιήσουμε ένα πρόγραμμα που δημιουργεί ένα παράθυρο με ένα κουμπί, το οποίο αν πατήσουμε κλείνει το παράθυρο

- Με βάση το προηγούμενο μοντέλο:
  - Το component είναι το κουμπί
  - Πυροδοτείται το συμβάν όταν πατάμε το κουμπί
  - Ο ακροατής στο συμβάν αυτό είναι επιφορτισμένος με το καθήκον να κλείσει το παράθυρο.

```
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JButton;


public class FirstWindow extends JFrame
{
    public static final int WIDTH = 300;
    public static final int HEIGHT = 200;

    public FirstWindow( )
    {
        super( );
        setSize(WIDTH, HEIGHT);
        setTitle("First Window Class");
        setDefaultCloseOperation(JFrame.DO_NOTHING_ON_CLOSE);

        JButton endButton = new JButton("Click to end program.");
        endButton.addActionListener(new EndingListener( ));

        add(endButton);
    }
}
```

Η δημιουργία του ActionListener γίνεται ως ανώνυμο αντικειμενο μιας και δεν θα το χρησιμοποιήσουμε ποτέ άμεσα

```
import java.awt.event.ActionListener;
import java.awt.event.ActionEvent;

public class EndingListener implements ActionListener
{
    public void actionPerformed(ActionEvent e)
    {
        System.exit(0);
    }
}
```

Ένας ακροατής πάντα υλοποιεί το interface ActionListener και πρέπει να υλοποιεί την μέθοδο actionPerformed(ActionEvent)

Όταν πατάμε το κουμπί στο GUI καλείται η μέθοδος actionPerfomed του ακροατή που έχουμε καταχωρίσει για το κουμπί

Η κλήση της actionPerformed από τον ActionListener γίνεται αυτόματα μέσω της βιβλιοθήκης Swing, δεν την κάνει ο προγραμματιστής

Η παράμετρος ActionEvent περιέχει πληροφορία σχετικά με το συμβάν που μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

```
public class DemoButtonWindow
{
    public static void main(String[] args)
    {
        FirstWindow w = new FirstWindow( );
        w.setVisible(true);
    }
}
```

Εδώ δημιουργούμε το παράθυρο μας

Πολλά συστατικά

- Αν θέλουμε να βάλουμε πολλά components μέσα στο παράθυρο μας τότε θα πρέπει να προσδιορίσουμε που θα τοποθετηθούν αλλιώς θα μπούνε το ένα πάνω στο άλλο.
- Αυτό γίνεται με την εντολή setLayout που καθορίζει την τοποθέτηση μέσα στο παράθυρο
  - Αυτό μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους

FlowLayout

- Απλά τοποθετεί τα components το ένα μετά το άλλο από τα αριστερά προς τα δεξιά
- Καλούμε την εντολή

```
setLayout(new FlowLayout());
```

(Πρέπει να έχουμε κάνει include java.awt.FlowLayout)

- Μετά προσθέτουμε κανονικά τα components με την add.

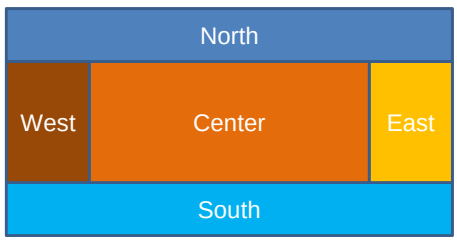
BorderLayout

- Στην περίπτωση αυτή ο χώρος χωρίζεται σε πέντε περιοχές: North, South, East, West Center
- Καλούμε την εντολή

```
setLayout(new BorderLayout());
```

(Πρεπει να έχουμε κάνει include java.awt.BorderLayout)

- Μετά όταν προσθέτουμε τα components με την add, προσδιορίζουμε την περιοχή στην οποία θα προστεθούν.
  - Π.χ., `add(label, BorderLayout.CENTER)`



GridLayout

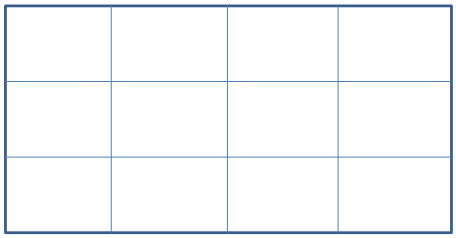
- Στην περίπτωση αυτή ορίζουμε ένα πλέγμα με n γραμμές και m στήλες και αυτό γεμίζει από τα αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω
- Καλούμε την εντολή

```
setLayout(new GridLayout(n,m));
```

(Πρεπει να έχουμε κάνει include java.awt.GridLayout)

- Μετά προσθέτουμε κανονικά τα components με την add.

Grid 3x4



JPanel

- Το panel (τομέας) είναι ένας container
  - Μέσα σε ένα container μπορούμε να βάλουμε components και να ορίσουμε χειρισμό συμβάντων.
- Τα panels κατά μία έννοια ορίζουν ένα παράθυρο μέσα στο παράθυρο
  - Το panel έχει κι αυτό το δικό του layout και τοποθετούμε μέσα σε αυτό συστατικά.
  - Π.χ., ο παρακάτω κώδικας εκτελείται μέσα σε ένα JFrame.

```
setLayout(new BorderLayout());

JPanel buttonPanel = new JPanel();
buttonPanel.setLayout(new FlowLayout());

JButton button1 = new JButton("one");
buttonPanel.add(button1);

JButton button2 = new JButton("two");
buttonPanel.add(button2);

add(buttonPanel, BorderLayout.SOUTH);
```

Παράδειγμα

- Θα δημιουργήσουμε ένα παράθυρο με τρία panels το κάθε panel θα παίρνει διαφορετικό χρώμα με ένα διαφορετικό κουμπί.

```
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JPanel;
import java.awt.BorderLayout;
import java.awt.GridLayout;
import java.awt.FlowLayout;
import java.awt.Color;
import javax.swing.JButton;
import java.awt.event.ActionListener;
import java.awt.event.ActionEvent;

public class PanelDemo extends JFrame implements ActionListener
{
    public static final int WIDTH = 300;
    public static final int HEIGHT = 200;

    private JPanel redPanel;
    private JPanel whitePanel;
    private JPanel bluePanel;

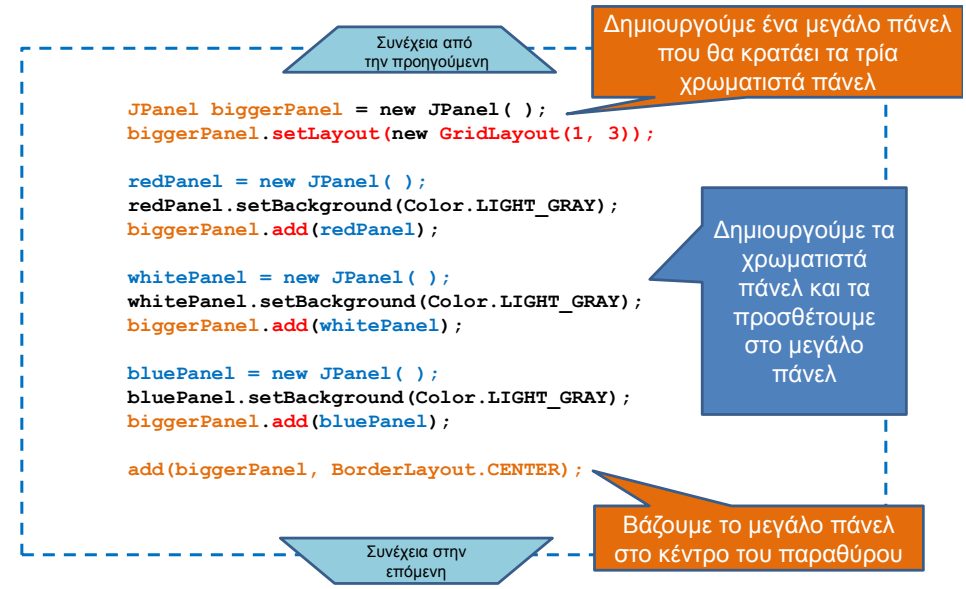

    public PanelDemo( )
    {
        super("Panel Demonstration");
        setSize(WIDTH, HEIGHT);
        setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        setLayout(new BorderLayout( ));
```

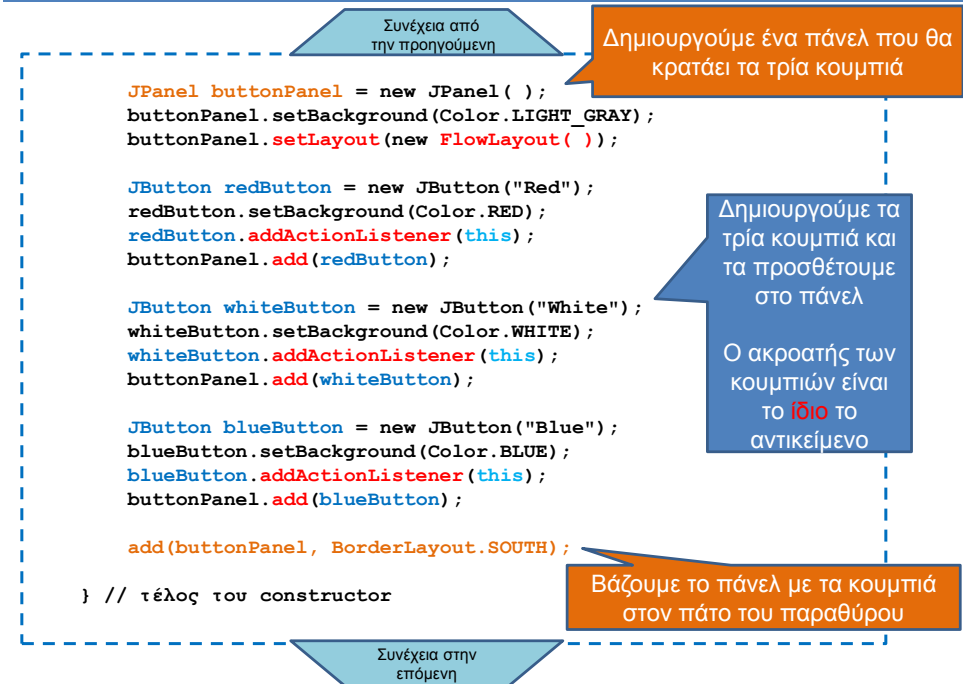
Η κλάση υλοποιεί τον ακροατή και την actionPerformed μεθοδο

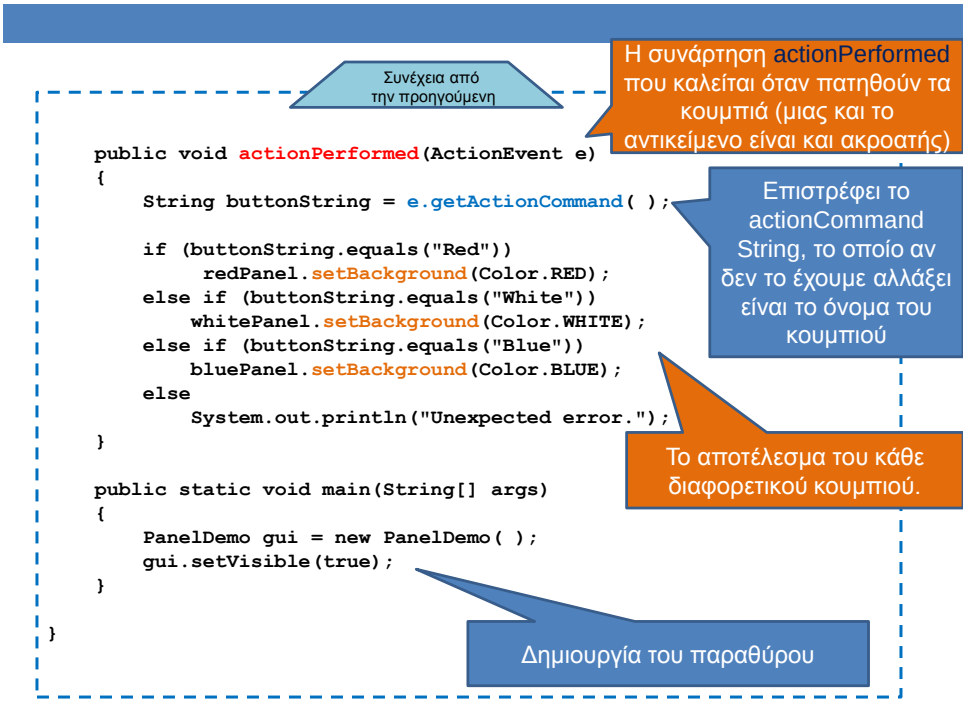
Δηλώνουμε τα τρία πάνελ με τα τρία χρώματα

Ορίζουμε τα χαρακτηριστικά του βασικού παραθύρου

Συνέχεια στην επόμενη


Συνέχεια από την προηγούμενη
Δημιουργούμε ένα μεγάλο πάνελ που θα κρατάει τα τρία χρωματιστά πάνελ
JPanel biggerPanel = new JPanel( );
biggerPanel.setLayout(new GridLayout(1, 3));
redPanel = new JPanel( );
redPanel.setBackground(Color.LIGHT_GRAY);
biggerPanel.add(redPanel);
whitePanel = new JPanel( );
whitePanel.setBackground(Color.LIGHT_GRAY);
biggerPanel.add(whitePanel);
bluePanel = new JPanel( );
bluePanel.setBackground(Color.LIGHT_GRAY);
biggerPanel.add(bluePanel);
Δημιουργούμε τα χρωματιστά πάνελ και τα προσθέτουμε στο μεγάλο πάνελ
add(biggerPanel, BorderLayout.CENTER);
Βάζουμε το μεγάλο πάνελ στο κέντρο του παραθύρου
Συνέχεια στην επόμενη


Συνέχεια από την προηγούμενη
Δημιουργούμε ένα πάνελ που θα κρατάει τα τρία κουμπιά
JPanel buttonPanel = new JPanel( );
buttonPanel.setBackground(Color.LIGHT_GRAY);
buttonPanel.setLayout(new FlowLayout( ));
JButton redButton = new JButton("Red");
redButton.setBackground(Color.RED);
redButton.addActionListener(this);
buttonPanel.add(redButton);
JButton whiteButton = new JButton("White");
whiteButton.setBackground(Color.WHITE);
whiteButton.addActionListener(this);
buttonPanel.add(whiteButton);
JButton blueButton = new JButton("Blue");
blueButton.setBackground(Color.BLUE);
blueButton.addActionListener(this);
buttonPanel.add(blueButton);
Δημιουργούμε τα τρία κουμπιά και τα προσθέτουμε στο πάνελ
Ο ακροατής των κουμπιών είναι το ίδιο το αντικείμενο
add(buttonPanel, BorderLayout.SOUTH);
} // τέλος του constructor
Βάζουμε το πάνελ με τα κουμπιά στον πάτο του παραθύρου
Συνέχεια στην επόμενη



actionCommand

- Ένα String πεδίο που κρατάει πληροφορία για το συμβάν
  - Αν δεν αλλάξουμε κάτι αυτό είναι το όνομα του κουμπιού
- Μπορούμε να διαβάσουμε το String με την εντολή getActionCommand.
- Μπορούμε να θέσουμε μια τιμή στο String με την εντολή setActionCommand(String)
- Π.χ.

```
redButton.setActionCommand("RedButtonClick");
```

Χρώματα

- Μπορούμε να ορίσουμε τα δικά μας χρώματα με την RGB σύμβαση
  - `Color myColor = new Color(200,100,4);`
  - Τα ορίσματα ειανι οι RGB (Red, Green, Blue) τιμές

Ακροατές

- Στο πρόγραμμα μας ορίσαμε την κλάση που δημιουργεί το παράθυρο (extends JFrame) να είναι και ο ακροατής (implements ActionListener) των συμβάντων μέσα στο παράθυρο.
  - Αυτό είναι μια βολική λύση γιατί όλος ο κώδικας είναι στο ίδιο σημείο
  - Έχει το πρόβλημα ότι έχουμε μία μόνο μέθοδο actionPerformed στην οποία θα πρέπει να ξεχωρίσουμε όλες τις περιπτώσεις.
- Πιο βολικό να έχουμε ένα διαφορετικό ActionListener για κάθε διαφορετικό συμβάν
  - Προβλήματα:
    - Θα πρέπει να ορίσουμε πολλαπλές κλάσεις ακροατών σε πολλαπλά αρχεία
    - Θα πρέπει να περνάμε σαν παράμετρους τα στοιχεία που θέλουμε να αλλάξουμε.

Ακροατές

- Λύση: Να ορίσουμε τους ακροατές που χρειάζεται το παράθυρο μας ως εσωτερικές κλάσεις
- Υπενθύμιση: μια εσωτερική κλάση ορίζεται μέσα σε μία άλλη κλάση και την βλέπει μόνο η κλάση που την ορίζει
- Πλεονεκτήματα:
  - Οι κλάσεις είναι πλέον τοπικές στον κώδικα που τις καλεί, μπορούμε να επαναχρησιμοποιούμε τα ίδια ονόματα
  - Οι κλάσεις έχουν πρόσβαση σε ιδιωτικά πεδία

```
JButton redButton = new JButton("Red");
redButton.setBackground(Color.RED);
redButton.addActionListener(new RedListener());
buttonPanel.add(redButton);

JButton whiteButton = new JButton("White");
whiteButton.setBackground(Color.WHITE);
whiteButton.addActionListener(new WhiteListener());
buttonPanel.add(whiteButton);

JButton blueButton = new JButton("Blue");
blueButton.setBackground(Color.BLUE);
blueButton.addActionListener(new BlueListener());
buttonPanel.add(blueButton);
```

Ορισμός των εσωτερικών κλάσεων-ακροατών

```
private class RedListener{
    public void actionPerformed(ActionEvent e)
    {
        redPanel.setBackground(Color.RED);
    }
}

private class WhiteListener{
    public void actionPerformed(ActionEvent e)
    {
        whitePanel.setBackground(Color.WHITE);
    }
}

private class BlueListener{
    public void actionPerformed(ActionEvent e)
    {
        bluePanel.setBackground(Color.BLUE);
    }
}
```

Οι εσωτερικές κλάσεις έχουν πρόσβαση στα ιδιωτικά αντικείμενα πάνελ

Ανώνυμες κλάσεις

- Τα αντικείμενα-ακροατές είναι ανώνυμα αντικείμενα
  - `redButton.addActionListener(new RedListener());`
- Μπορούμε να κάνουμε τον κώδικα ακόμη πιο συνοπτικό ορίζοντας μια ανώνυμη κλάση
  - Ο ορισμός της κλάσης γίνεται εκεί που τον χρειαζόμαστε μόνο και υλοποιεί ένα Interface
  - Δεν συνίσταται αλλά μπορεί να το συναντήσετε σε κώδικα που δημιουργείται από IDEs

```
redButton.addActionListener(new ActionListener()
{
    public void actionPerformed(ActionEvent e){
        redPanel.setBackground(Color.RED);
    }
}
);
```

Ο ορισμός της κλάσης
Χρησιμοποιούμε το όνομα του interface

Menu

- Μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα drop-down menu χρησιμοποιώντας την κλάση JMenu.

```
JMenu colorMenu = new JMenu("Add Colors");

JMenuItem redChoice = new JMenuItem("Red");
redChoice.addActionListener(this);
colorMenu.add(redChoice);

JMenuItem whiteChoice = new JMenuItem("White");
whiteChoice.addActionListener(this);
colorMenu.add(whiteChoice);

JMenuItem blueChoice = new JMenuItem("Blue");
blueChoice.addActionListener(this);
colorMenu.add(blueChoice);

JMenuBar bar = new JMenuBar( );
bar.add(colorMenu);
setJMenuBar(bar);
```

Δημιουργεί ένα drop-down menu

Δημιουργεί τις επιλογές του μενού και τις προσθέτει στο μενού

Δημιουργεί ένα menu bar στην κορυφή του παραθύρου και προσθέτει το menu σε αυτό

Text Box

- Μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα πεδίο κειμένου με την κλάση JTextField.
  - Το JTextField δημιουργεί ένα text box μίας γραμμής
  - Διαβάζουμε και γράφουμε κείμενο στο text box με τις μεθόδους getText() και setText(String).
- Για ένα πεδίο κειμένου μεγαλύτερο από μία γραμμή μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την κλάση JTextArea

Παράδειγμα

```
        JTextField name = new JTextField(NUMBER_OF_CHAR);
        namePanel.add(name, BorderLayout.SOUTH);

        JButton actionButton = new JButton("Click me");
        actionButton.addActionListener(this);
        buttonPanel.add(actionButton);

        JButton clearButton = new JButton("Clear");
        clearButton.addActionListener(this);
        buttonPanel.add(clearButton);
```

```
public void actionPerformed(ActionEvent e)
{
        String actionCommand = e.getActionCommand( );

        if (actionCommand.equals("Click me"))
            name.setText("Hello " + name.getText( ));
        else if (actionCommand.equals("Clear"))
            name.setText("");
        else
            name.setText("Unexpected error.");
}
```

Pop-up Windows

- Αν θέλουμε να δημιουργήσουμε παράθυρα διαλόγου μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την κλάση JOptionPane
  - Πετάει (pops up) ένα παράθυρο το οποίο μπορεί να μας ζητάει είσοδο, ή να ζητάει επιβεβαίωση.
  - Η δημιουργία και η διαχείριση των παραθύρων γίνεται με στατικές μεθόδους.

```
import javax.swing.JOptionPane;

public class PopUpDemo
{
  public static void main(String args[])
    boolean done = false;
    while (!done){
      String classes =
        JOptionPane.showInputDialog("Enter number of classes");
      String students =
        JOptionPane.showInputDialog("Enter number of students");
      int totalStudents =
        Integer.parseInt(classes)*Integer.parseInt(students);

      JOptionPane.showMessageDialog(null,
        "Total number of students = "+totalStudents);

      int answer =
        JOptionPane.showConfirmDialog(null,
        "Continue?",
        "Confirm",
        JOptionPane.YES_NO_OPTION);
      done = (answer == JOptionPane.NO_OPTION);
    }
    System.exit(0);
  }
}
```

Εμφανίζει ένα παράθυρο διαλόγου που ζητάει από τον χρήστη να δώσει είσοδο. Η είσοδος αποθηκεύεται στο String που επιστρέφεται

Το αντικείμενο (component) που είναι πατέρας του pop-up, null η default τιμή

Εμφανίζει ένα παράθυρο που τυπώνει ένα μήνυμα

Η ερώτηση στο χρήστη

Τίτλος παραθύρου

Εμφανίζει ένα παράθυρο επιβεβαίωσης

Τύπος επιβεβαίωσης

Σταθερά για την επιλογή (YES_OPTION για ΝΑΙ)

Άλλοι τύποι επιβεβαίωσης:
- OK_CANCEL_OPTION
- YES_NO_CANCEL_OPTION

Icons

- Μπορούμε να βάλουμε μέσα στο GUI μας και εικονίδια
- Παράδειγμα

Δημιουργεί ένα εικονίδιο από μία εικόνα

```
ImageIcon dukeIcon = new ImageIcon("duke_waving.gif");
JLabel dukeLabel = new JLabel("Mood check");
dukeLabel.setIcon(dukeIcon);
```

Προσθέτει το εικονίδιο σε ένα label

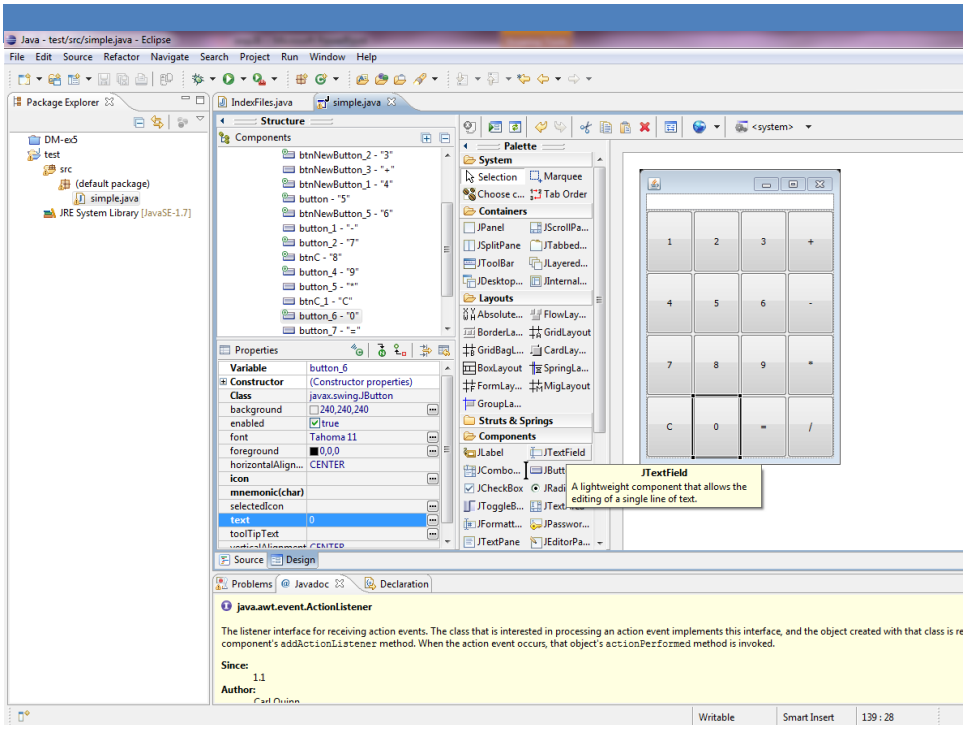
```
ImageIcon happyIcon = new ImageIcon("smiley.gif");
JButton happyButton = new JButton("Happy");
happyButton.setIcon(happyIcon);
```

Προσθέτει το εικονίδιο σε ένα button

Eclipse

- Η eclipse (αλλά και άλλα IDEs) μας δίνει πολλά έτοιμα εργαλεία για την δημιουργία GUIs
- Εγκαταστήσετε το plug-in Windows Builder Pro

- Παράδειγμα: Δημιουργήστε μια αριθμομηχανή.



Δημιουργία κώδικα

- Τα IDEs μας επιτρέπουν να διαχωρίζουμε το design από τον κώδικα
  - Το πλεονέκτημα είναι ότι έχουμε ένα WYSIWYG interface με το οποίο μπορούμε να σχεδιάσουμε το GUI
  - Το μειονέκτημα είναι ότι δημιουργείται πολύς κώδικας αυτόματα ο οποίος δεν είναι πάντα όπως τον θέλουμε

Δημιουργία κώδικα

- Η δημιουργία ενός κουμπιού δημιουργεί αυτό τον κώδικα

```
JButton button_6 = new JButton("0");
panel.add(button_6);
```

- Αν πατήσουμε πάνω στο κουμπί (double-click) δημιουργείται ο ακροατής του κουμπιού αυτόματα ως μια ανώνυμη κλάση

```
JButton button_6 = new JButton("0");
button_6.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
    }
});
panel.add(button_6);
```

Δημιουργία κώδικα

- Η δημιουργία ενός κουμπιού δημιουργεί αυτό τον κώδικα

```
JButton button_6 = new JButton("0");
panel.add(button_6);
```

- Αν πατήσουμε πάνω στο κουμπί (double-click) δημιουργείται ο ακροατής του κουμπιού αυτόματα ως μια ανώνυμη κλάση
  - Εμείς συμπληρώνουμε τον κώδικα

```
JButton button_6 = new JButton("0");
button_6.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
        textField.setText(textField.getText()+"0");
    }
});
panel.add(button_6);
```