Εξαιρέσεις (στη Java)

Vincent van Gogh, *Irises*, 1889

Κωστής Σαγώνας <kostis@cs.ntua.gr>

Εξαιρέσεις στη Java

```
public class Test {
  public static void main(String[] args) {
    int i = Integer.parseInt(args[0]);
    int j = Integer.parseInt(args[1]);
    System.out.println(i/j);
  }
}
```

```
> javac Test.java
> java Test 6 3
2
> java Test
Exception in thread "main"
java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: 0
        at Test.main(Test.java:3)
> java Test 6 0
Exception in thread "main"
        java.lang.ArithmeticException: / by zero
        at Test.main(Test.java:4)
```


Περιεχόμενα

- Ριπτόμενες κλάσεις (throwable classes)
- Πιάσιμο εξαιρέσεων (catching exceptions)
- Ρίψη εξαιρέσεων (throwing exceptions)
- Ελεγχόμενες εξαιρέσεις (checked exceptions)
- Χειρισμός σφαλμάτων (error handling)
- Η πρόταση **`finally`**

Κάποιες προκαθορισμένες εξαιρέσεις

Εξαίρεση της Java	Κώδικας που την εγείρει
`NullPointerException`	`String s = null;` `s.length();`

`ArithmeticException`	`int a = 3;`
	`int b = 0;`
	`int q = a/b;`

`ArrayIndexOutOfBoundsException`	`int[] a = new int[10];` `a[11];`

`ClassCastException`	`Object x =`
	`  new Integer(1);`
	`String s = (String) x;`

`StringIndexOutOfBoundsException`	`String s = "Hello";` `s.charAt(8);`

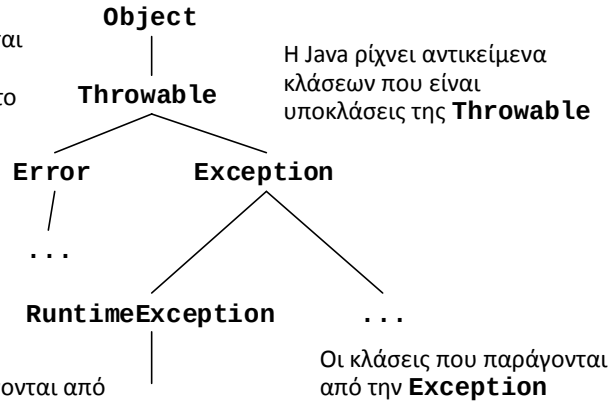
Μια εξαίρεση είναι ένα αντικείμενο

- Τα ονόματα των εξαιρέσεων είναι ονόματα κλάσεων, όπως π.χ. **`NullPointerException`**
- Οι εξαιρέσεις είναι αντικείμενα των συγκεκριμένων κλάσεων
- Στα προηγούμενα παραδείγματα, η υλοποίηση της Java δημιουργεί αυτόματα ένα αντικείμενο της συγκεκριμένης κλάσης εξαίρεσης και το **ρίχνει (throws)**
- Εάν το πρόγραμμα δε το **πιάσει (catch)**, η εκτέλεσή του τερματίζεται με ένα μήνυμα λάθους

Ριπτόμενες κλάσεις

- Για να ριχθεί ως εξαίρεση, ένα αντικείμενο πρέπει να είναι κάποιας κλάσης η οποία κληρονομεί από την προκαθορισμένη κλάση **`Throwable`**
- Στο συγκεκριμένο μέρος της ιεραρχίας των κλάσεων της Java υπάρχουν τέσσερις σημαντικές προκαθορισμένες κλάσεις:
  - **`Throwable`**
  - **`Error`**
  - **`Exception`**
  - **`RuntimeException`**

Οι κλάσεις που παράγονται από την **`Error`** χρησιμοποιούνται για σημαντικά λάθη του συστήματος, όπως π.χ. το **`OutOfMemoryError`**, από τα οποία συνήθως δεν μπορούμε να ανακάμψουμε



Η Java ρίχνει αντικείμενα κλάσεων που είναι υποκλάσεις της **`Throwable`**

Οι κλάσεις που παράγονται από τη **`RuntimeException`** χρησιμοποιούνται για συνήθη λάθη του συστήματος, όπως π.χ. **`ArithmeticException`**

Οι κλάσεις που παράγονται από την **`Exception`** χρησιμοποιούνται για συνήθη λάθη τα οποία το πρόγραμμα μπορεί να θέλει να πιάσει και να ανακάμψει από αυτά

Πιάσιμο εξαιρέσεων

Η εντολή `try`

<try-statement> **::=** *<try-part>* *<catch-part>*
<try-part> **::= try** *<compound-statement>*
<catch-part> **::= catch (***<type>* *<variable-name>***)**
<compound-statement>

- Η παραπάνω σύνταξη είναι απλοποιημένη… η πλήρης σύνταξη θα δοθεί αργότερα
- Το *<type>* είναι το όνομα μιας ριπτόμενης κλάσης
- Η εντολή εκτελεί το σώμα της **`try`**
- Εκτελεί το **`catch`** μέρος μόνο εάν το **`try`** μέρος ρίχνει μια εξαίρεση του συγκεκριμένου τύπου *<type>*

Παράδειγμα

```
public class Test {
  public static void main(String[] args) {
    try {
      int i = Integer.parseInt(args[0]);
      int j = Integer.parseInt(args[1]);
      System.out.println(i/j);
    }
    catch (ArithmeticException a) {
      System.out.println("You're dividing by zero!");
    }
  }
}
```

Ο παραπάνω κώδικας θα πιάσει και θα χειριστεί οποιαδήποτε **`ArithmeticException`**. Το σύστημα θα συμπεριφερθεί στις υπόλοιπες εξαιρέσεις σύμφωνα με τον προκαθορισμένο τρόπο για εξαιρέσεις για τις οποίες δεν υπάρχει κάποιος χειριστής.

Παράδειγμα

```
> java Test 6 3
2
> java Test 6 0
You're dividing by zero!
> java Test
Exception in thread "main"
java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: 0
        at Test.main(Test.java:3)
```

- Ο τύπος του **`catch`** επιλέγει το τι εξαίρεση θα πιαστεί:
  - Ο τύπος **`ArithmeticException`** θα πιάσει μόνο κάποια διαίρεση με το μηδέν
  - Ο τύπος **`RuntimeException`** θα πιάσει και τα δύο παραπάνω παραδείγματα λάθους χρήσης
  - Ο τύπος **`Throwable`** θα πιάσει όλες τις εξαιρέσεις

Μετά την εντολή `try`

- Η εντολή **`try`** μπορεί να είναι κάποια από τις εντολές σε μια ακολουθία από εντολές
- Εάν δε συμβεί κάποια εξαίρεση στο **`try`** μέρος, το **`catch`** μέρος δεν εκτελείται
- Εάν δε συμβεί κάποια εξαίρεση στο **`try`** μέρος, ή εάν συμβεί κάποια εξαίρεση την οποία το **`catch`** μέρος πιάνει, η εκτέλεση θα συνεχίσει με την εντολή που είναι η αμέσως επόμενη από την εντολή **`try`**

Χειρισμός της εξαίρεσης

```
System.out.print("1, ");
try {
  String s = null;
  s.length();
}
catch (NullPointerException e) {
  System.out.print("2, ");
}
System.out.println("3");
```

Απλώς τυπώνει τη γραμμή

1, 2, 3

Ρίψη εξαίρεσης από κληθείσα μέθοδο

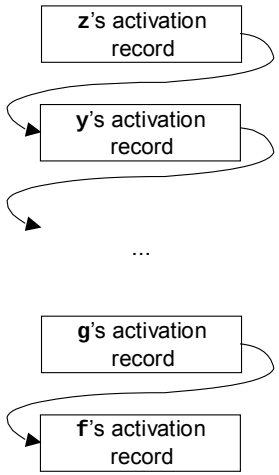
- Η εντολή **try** έχει την ευκαιρία να πιάσει εξαιρέσεις που εγείρονται όσο το **try** μέρος εκτελείται
- Αυτό περιλαμβάνει όλες τις εξαιρέσεις που ρίχνονται από μεθόδους που καλούνται (αμέσως ή εμμέσως) από το σώμα του **try**

Παράδειγμα

```
void f() {
  try {
    g();
  }
  catch (ArithmeticException a) {
    … // some action
  }
}
```

- Εάν η **g** ρίξει μια **ArithmeticException** και δεν την πιάσει, η εξαίρεση θα προωθηθεί στην **f**
- Γενικά, ένα **throw** που θα ρίξει μια εξαίρεση και το **catch** που θα την πιάσει μπορεί να διαχωρίζονται από έναν αόριστο αριθμό δραστηριοποιήσεων μεθόδων

- Εάν η **z** ρίξει μια εξαίρεση που δεν πιάνει, η δραστηριοποίηση της **z** σταματάει…
- …τότε η **y** έχει την ευκαιρία να πιάσει την εξαίρεση… εάν δε την πιάσει, η δραστηριοποίηση της **y** επίσης σταματάει…
- … κοκ …
- … μέχρι την εγγραφή δραστηριοποίησης της πρώτης κλήσης συνάρτησης (**f**)



Ρίψεις μεγάλου μήκους

- Οι εξαιρέσεις είναι δομές ελέγχου ροής
- Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα του χειρισμού εξαιρέσεων είναι η δυνατότητα για ρίψεις μεγάλου μήκους
- Όλες οι δραστηριοποιήσεις που βρίσκονται μεταξύ του **`throw`** και του **`catch`** σταματούν την εκτέλεσή τους και απομακρύνονται από τη στοίβα
- Εάν δεν υπάρχει ρίψη ή πιάσιμο εξαιρέσεων, οι δραστηριοποιήσεις δε χρειάζεται να ξέρουν τίποτε για τις εξαιρέσεις

Πολλαπλά `catch`

<try-statement> `::=` *<try-part>* *<catch-parts>*
<try-part> `::=` **`try`** *<compound-statement>*
<catch-parts> `::=` *<catch-part>* *<catch-parts>*
`|` *<catch-part>*
<catch-part> `::=` **`catch (`***<type>* *<variable-name>***`)`**
<compound-statement>

- Για να πιάσουμε περισσότερα είδη εξαιρέσεων, ένα **`catch`** μπορεί να δηλώσει κάποια πιο γενική υπερκλάση, όπως π.χ. **`RuntimeException`**
- Αλλά συνήθως για να χειριστούμε διαφορετικά είδη εξαιρέσεων με διαφορετικό τρόπο, χρησιμοποιούμε πολλαπλά **`catch`**

Παράδειγμα

```
public static void main(String[] args) {
  try {
    int i = Integer.parseInt(args[0]);
    int j = Integer.parseInt(args[1]);
    System.out.println(i/j);
  }
  catch (ArithmeticException a) {
    System.out.println("You're dividing by zero!");
  }
  catch (ArrayIndexOutOfBoundsException a) {
    System.out.println("Requires two parameters.");
  }
}
```

Ο κώδικας θα πιάσει και θα χειριστεί τόσο **`ArithmeticException`** όσο και **`ArrayIndexOutOfBoundsException`**

Επικαλυπτόμενες προτάσεις `catch`

- Εάν μια εξαίρεση από το σώμα του **`try`** ταιριάζει με περισσότερα από ένα από τα **`catch`**, μόνο το πρώτο που ταιριάζει εκτελείται
- Άρα προγραμματίζουμε ως εξής: γράφουμε **`catch`** προτάσεις για τις ειδικές περιπτώσεις πρώτα και βάζουμε τις πιο γενικές στο τέλος

Παρατήρηση: Η Java δεν επιτρέπει απρόσιτες προτάσεις **`catch`**, ή πιο γενικά την ύπαρξη απρόσιτου κώδικα

Παράδειγμα

```
public static void main(String[] args) {
  try {
    int i = Integer.parseInt(args[0]);
    int j = Integer.parseInt(args[1]);
    System.out.println(i/j);
  }
  catch (ArithmeticException a) {
    System.out.println("You're dividing by zero!");
  }
  catch (ArrayIndexOutOfBoundsException a) {
    System.out.println("Requires two parameters.");
  }
  // last the superclass of all thrown exceptions
  catch (RuntimeException a) {
    System.out.println("Runtime exception.");
  }
}
```


Ρίψη εξαιρέσεων

Η εντολή `throw`

<*throw-statement*> ::= **throw** <*expression*> **;**

- Οι περισσότερες εξαιρέσεις εγείρονται αυτόματα από το σύστημα υλοποίησης της γλώσσας
- Πολλές φορές όμως θέλουμε να εγείρουμε δικές μας εξαιρέσεις και τότε χρησιμοποιούμε την εντολή **`throw`**
- Η έκφραση <*expression*> είναι μια αναφορά σε ένα ριπτόμενο αντικείμενο, συνήθως ένα νέο αντικείμενο εξαίρεσης:

```
throw new NullPointerException();
```


Ριπτόμενες κλάσεις ορισμένες από το χρήστη

```
public class OutOfGas extends Exception {
}
```

```
System.out.print("1, ");
try {
  throw new OutOfGas();
}
catch (OutOfGas e) {
  System.out.print("2, ");
}
System.out.println("3");
```

Χρήση των αντικειμένων εξαιρέσεων

- Η ριφθείσα εξαίρεση είναι διαθέσιμη στο μπλοκ του **`catch`**–με τη μορφή παραμέτρου
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περάσει πληροφορία από τον “ρίπτη” (thrower) στον “πιάνοντα” (catcher)
- Όλες οι κλάσεις που παράγονται από τη **`Throwable`** κληρονομούν μια μέθοδο **`printStackTrace`**
- Κληρονομούν επίσης ένα πεδίο τύπου **`String`** στο οποίο υπάρχει ένα λεπτομερές μήνυμα λάθους, όπως και μία μέθοδο **`getMessage`** με την οποία μπορούμε να προσπελάσουμε το μήνυμα λάθους

Παράδειγμα χρήσης

```
public class OutOfGas extends Exception {
  public OutOfGas(String details) {
    super(details);
  }
}
```

Καλεί τον κατασκευαστή της βασικής κλάσης για να αρχικοποιήσει το πεδίο που επιστρέφεται από τη **`getMessage()`**

```
try {
  throw new OutOfGas("You have run out of gas.");
}
catch (OutOfGas e) {
  System.out.println(e.getMessage());
}
```


Σχετικά με το `super` στους κατασκευαστές

- Η πρώτη εντολή σε έναν κατασκευαστή μπορεί να είναι μια κλήση στον κατασκευαστή της υπερκλάσης με χρήση του **`super`** (με παραμέτρους, εάν χρειάζεται)
- Η συγκεκριμένη κλήση χρησιμοποιείται για να αρχικοποιήσει τα κληρονομημένα πεδία

- Όλοι οι κατασκευαστές (εκτός φυσικά από αυτούς της κλάσης **`Object`**) αρχίζουν με μια κλήση σε έναν άλλο κατασκευαστή–εάν δεν περιλαμβάνουν μια τέτοια κλήση, η Java προσθέτει τη **`super()`** κλήση αυτόματα

Περισσότερα για τους κατασκευαστές

- Επίσης, όλες οι κλάσεις έχουν τουλάχιστον έναν κατασκευαστή–εάν δεν περιλαμβάνουν έναν, η Java έμμεσα παρέχει έναν κατασκευαστή χωρίς ορίσματα
- Οι δύο παρακάτω ορισμοί κλάσεων είναι ισοδύναμοι:

```
public class OutOfGas extends Exception {
}
```

```
public class OutOfGas extends Exception {
  public OutOfGas() {
    super();
  }
}
```

```
public class OutOfGas extends Exception {
  private int miles;
  public OutOfGas(String details, int m) {
    super(details);
    miles = m;
  }
  public int getMiles() {
    return miles;
  }
}
```

```
try {
  throw new OutOfGas("You have run out of gas.",19);
}
catch (OutOfGas e) {
  System.out.println(e.getMessage());
  System.out.println("Odometer: " + e.getMiles());
}
```

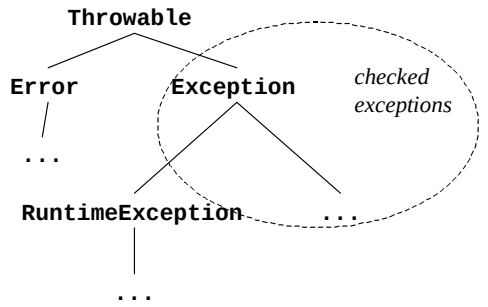

Ελεγχόμενες εξαιρέσεις

Ελεγχόμενες εξαιρέσεις

```
void z() {
  throw new OutOfGas("You have run out of gas.", 19);
}
```

- Ο μεταγλωττιστής της Java βγάζει μήνυμα λάθους για την παραπάνω μέθοδο: “The exception **`OutOfGas`** is not handled”
- Η Java δεν παραπονέθηκε μέχρι στιγμής για κάτι ανάλογο σε προηγούμενα παραδείγματα–γιατί τώρα;
- Αυτό συμβαίνει διότι η Java διαχωρίζει τις εξαιρέσεις σε δύο είδη: **ελεγχόμενες** και **μη ελεγχόμενες**

Ελεγχόμενες εξαιρέσεις



Οι κλάσεις των ελεγχόμενων εξαιρέσεων είναι η **`Exception`** και οι απόγονοί της, εκτός της **`RuntimeException`** και των απογόνων της

Τι είναι αυτό που ελέγχεται;

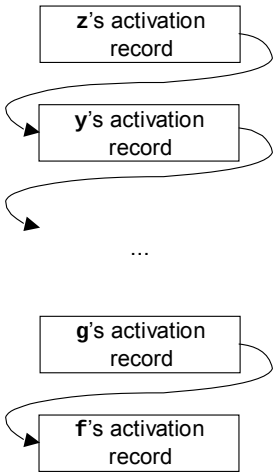
- Μια μέθοδος που μπορεί να δεχθεί μια ελεγχόμενη εξαίρεση δεν επιτρέπεται να την αγνοήσει
- Αυτό που πρέπει να κάνει είναι είτε να την πιάσει
  - Με άλλα λόγια, ο κώδικας που παράγει την εξαίρεση μπορεί να είναι μέσα σε μια εντολή **`try`** η οποία πρέπει έχει ένα **`catch`** το οποίο να πιάνει την ελεγχόμενη εξαίρεση
- Ή να δηλώσει ότι **δεν** την πιάνει
  - Χρησιμοποιώντας μια πρόταση **`throws`**

Η πρόταση `throws`

```
void z() throws OutOfGas {
  throw new OutOfGas("You have run out of gas.", 19);
}
```

- Μια πρόταση **`throws`** δηλώνει μια ή περισσότερες ελεγχόμενες κλάσεις που η μέθοδος μπορεί να ρίξει
- Αυτό σημαίνει ότι οι μέθοδοι που καλούν τη **`z`** πρέπει είτε να πιάσουν την εξαίρεση **`OutOfGas`** ή επίσης να τη δηλώσουν στη δική τους πρόταση **`throws`**

- Εάν η μέθοδος **`z`** δηλώνει ότι **`throws OutOfGas`**…
- …τότε η μέθοδος **`y`** πρέπει να είτε να την πιάσει, ή να δηλώσει μέσω μιας **`throws`** πρότασης ότι επίσης την ρίχνει…
- …κοκ…
- σε όλες τις κλήσεις μέχρι την **`f`**



Για ποιο λόγο θέλουμε ελεγχόμενες εξαιρέσεις;

- Η πρόταση **`throws`** προσφέρει τεκμηρίωση της μεθόδου: λέει στον αναγνώστη ότι η συγκεκριμένη εξαίρεση μπορεί να είναι το αποτέλεσμα μιας κλήσης της μεθόδου
- Αλλά είναι μια **επικυρωμένη (verified)** τεκμηρίωση: εάν το αποτέλεσμα μιας κλήσης κάποιας μεθόδου ενδέχεται να είναι μια ελεγχόμενη εξαίρεση, ο compiler θα επιμείνει ότι η εξαίρεση αυτή πρέπει να δηλωθεί
- Άρα οι δηλώσεις των εξαιρέσεων μπορούν να κάνουν πιο εύκολη τόσο την κατανόηση όσο και τη συντήρηση των προγραμμάτων

Παράκαμψη των ελεγχόμενων εξαιρέσεων

- Αν δε θέλουμε ελεγχόμενες εξαιρέσεις, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εξαιρέσεις οι οποίες είναι αντικείμενα κλάσεων που είναι επεκτάσεις της κλάσης **`Error`** ή της **`Throwable`**
- Οι εξαιρέσεις αυτές θα είναι μη ελεγχόμενες
- Όμως, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα μιας τέτοιας κίνησης

Χειρισμός σφαλμάτων

Χειρισμός σφαλμάτων

- Παράδειγμα σφάλματος: απόπειρα εξαγωγής στοιχείου από μια κενή λίστα
- Τεχνικές:
  - Χρήση προϋποθέσεων (preconditions)
  - Χρήση καθολικών ορισμών (total definitions)
  - Θανατηφόρα λάθη (fatal errors)
  - Ένδειξη του σφάλματος (error flagging)
  - Χρήση εξαιρέσεων

Χρήση προϋποθέσεων

- Τεκμηριώνουμε (με τη μορφή σχολίων) όλες τις αναγκαίες προϋποθέσεις για την αποφυγή λαθών

```
/**
 * Pop the top int from this stack and return it.
 * This should be called only if the stack is not empty.
 * @return the popped int
 */
public int pop() {
  Node n = top;
  top = n.getLink();
  return n.getData();
}
```

- Η καλούσα μέθοδος πρέπει είτε να εξασφαλίσει ότι οι προϋποθέσεις ισχύουν, ή να τις ελέγξει εάν δεν είναι βέβαιη ότι ισχύουν

```
if (s.hasMore()) x = s.pop();
else …
```

Μειονεκτήματα της χρήσης προϋποθέσεων

- Εάν κάποια κλήση ξεχάσει τον έλεγχο, το πρόγραμμα θα εγείρει κάποιο σφάλμα: **`NullPointerException`**
  - Εάν δε χειριστούμε το σφάλμα, το πρόγραμμα θα τερματίσει με ένα μήνυμα λάθους το οποίο δε θα είναι πολύ διευκρινιστικό
  - Εάν το πιάσουμε, για το χειρισμό του το πρόγραμμα ουσιαστικά θα πρέπει να βασιστεί σε μη τεκμηριωμένη πληροφορία για την υλοποίηση της στοίβας. (Εάν η υλοποίηση της στοίβας αλλάξει, π.χ. γίνει με χρήση πίνακα αντί για συνδεδεμένη λίστα, το σφάλμα εκτέλεσης θα είναι διαφορετικό.)

Καθολικός ορισμός

- Μπορούμε να αλλάξουμε τον ορισμό της **pop** έτσι ώστε να δουλεύει σε κάθε περίπτωση
- Δηλαδή να ορίσουμε κάποια "λογική" συμπεριφορά για το τι σημαίνει **pop** σε μια κενή στοίβα
- Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και σε άλλες περιπτώσεις, π.χ.
  - Στις συναρτήσεις για ανάγνωση χαρακτήρων από ένα αρχείο στη C που επιστρέφουν τον χαρακτήρα EOF εάν η ανάγνωση φτάσει στο τέλος του αρχείου
  - Στους αριθμούς κινητής υποδιαστολής κατά IEEE που επιστρέφουν NaN (για αριθμούς που δεν αναπαρίστανται) και συν/πλην άπειρο για πολύ μεγάλα/μικρά αποτελέσματα


```
/**
 * Pop the top int from this stack and return it.
 * If the stack is empty we return 0 and leave the
 * stack empty.
 * @return the popped int, or 0 if the stack is empty
 */
public int pop() {
  Node n = top;
  if (n == null) return 0;
  top = n.getLink();
  return n.getData();
}
```


Μειονεκτήματα των καθολικών ορισμών

- Μπορεί να κρύψουν σημαντικά προβλήματα
- Για παράδειγμα, εάν μια διεργασία που χρησιμοποιεί μια στοίβα έχει πολύ περισσότερες κλήσεις **pop** από **push**, αυτό μάλλον δείχνει κάποιο προγραμματιστικό λάθος στη διεργασία το οποίο μάλλον πρέπει να διορθωθεί αντί να αποκρυφτεί

Θανατηφόρα λάθη

- Ελέγχουμε κάποιες προϋποθέσεις και εάν δεν ισχύουν σταματάμε την εκτέλεση του προγράμματος

```
/**
 * Pop the top int from this stack and return it.
 * This should be called only if the stack is
 * not empty.  If called when the stack is empty,
 * we print an error message and exit the program.
 * @return the popped int
 */
public int pop() {
  Node n = top;
  if (n == null) {
    System.out.println("Popping an empty stack!");
    System.exit(-1);
  }
  top = n.getLink();
  return n.getData();
}
```


Μειονεκτήματα

- Το καλό με το συγκεκριμένο χειρισμό είναι ότι τουλάχιστον δεν κρύβουμε το πρόβλημα…
- Αλλά ο χειρισμός δεν είναι συμβατός με το στυλ του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού: ένα αντικείμενο κάνει πράγματα μόνο στον εαυτό του, όχι σε ολόκληρο το πρόγραμμα
- Επιπλέον είναι κάπως άκαμπτος: διαφορετικές κλήσεις μπορεί να θέλουν να χειριστούν το σφάλμα διαφορετικά
  - Με τερματισμό
  - Με κάποια ενέργεια καθαρισμού των συνεπειών και τερματισμό
  - Με επιδιόρθωση και συνέχιση της εκτέλεσης
  - Με αγνόηση του σφάλματος

Ένδειξη του σφάλματος (error flagging)

- Η μέθοδος που ανιχνεύει κάποιο σφάλμα πρέπει να επιστρέψει μια ένδειξη για αυτό:
  - Επιστροφή μιας ειδικής τιμής (όπως π.χ. η **`malloc`** στη C)
  - Ανάθεση κάποιας τιμής σε μια καθολική μεταβλητή (όπως π.χ. η **`errno`** στη C)
  - Ανάθεση κάποιας μεταβλητής που ελέγχεται με κλήση μιας κατάλληλης μεθόδου (όπως π.χ. η **`ferror(f)`** στη C)
- Η καλούσα μέθοδος πρέπει να ελέγξει για την ύπαρξη σφάλματος


```
/**
 * Pop the top int from this stack and return it.
 * This should be called only if the stack is
 * not empty.  If called when the stack is empty,
 * we set the error flag and return an undefined
 * value.
 * @return the popped int if stack not empty
 */
public int pop() {
  Node n = top;
  if (n == null) {
    error = true;
    return 0;
  }
  top = n.getLink();
  return n.getData();
}
```

```
/**
 * Return the error flag for this stack.  The error
 * flag is set true if an empty stack is ever popped.
 * It can be reset to false by calling resetError().
 * @return the error flag
 */
public boolean getError() {
  return error;
}

/**
 * Reset the error flag.  We set it to false.
 */
public void resetError() {
  error = false;
}
```



```
/**
 * Pop the two top integers from the stack, divide
 * them, and push their integer quotient.  There
 * should be at least two integers on the stack
 * when we are called.  If not, we leave the stack
 * empty and set the error flag.
 */
public void divide() {
  int i = pop();
  int j = pop();
  if (getError()) return;
  push(i/j);
}
```

Όλες οι τεχνικές ένδειξης σφαλμάτων απαιτούν κάποιον ανάλογο έλεγχο για την ύπαρξη ή όχι σφάλματος.

Παρατηρήστε ότι οι μέθοδοι που καλούν την **`divide`** πρέπει επίσης να ελέγξουν για σφάλμα, όπως και οι μέθοδοι που καλούν τις μεθόδους με κλήσεις της **`divide`**, κοκ...

Χρήση εξαιρέσεων

- Με χρήση εξαιρέσεων, η μέθοδος που ανιχνεύει πρώτη το σφάλμα εγείρει κάποια εξαίρεση
- Η εξαίρεση μπορεί να είναι ελεγχόμενη ή μη ελεγχόμενη
- Οι εξαιρέσεις είναι μέρος της τεκμηριωμένης συμπεριφοράς της μεθόδου


```
/**
 * Pop the top int from this stack and return it.
 * @return the popped int
 * @exception EmptyStack if stack is empty
 */
public int pop() throws EmptyStack {
  Node n = top;
  if (n == null) throw new EmptyStack();
  top = n.getLink();
  return n.getData();
}
```

```
/**
 * Pop the two top integers from the stack,
 * divide them, and push their integer quotient.
 * @exception EmptyStack if stack runs out
 */
public void divide() throws EmptyStack {
  int i = pop();
  int j = pop();
  push(i/j);
}
```

Η καλούσα μέθοδος δεν ελέγχει για σφάλμα—απλώς προωθεί την εξαίρεση

Πλεονεκτήματα

- Έχουμε διευκρινιστικά μηνύματα λάθους ακόμα και εάν δεν πιάσουμε την εξαίρεση
- Οι εξαιρέσεις είναι μέρος της τεκμηριωμένης διαπροσωπείας των μεθόδων
- Σφάλματα εκτέλεσης πιάνονται άμεσα και δεν αποκρύπτονται
- Η καλούσα μέθοδος δε χρειάζεται να ελέγξει για σφάλμα
- Ανάλογα με την περίπτωση, έχουμε τη δυνατότητα είτε να αγνοήσουμε είτε να χειριστούμε κατάλληλα το σφάλμα

Ολόκληρη η σύνταξη του `try`

```
<try-statement> ::= <try-part> <catch-parts>
                  | <try-part> <catch-parts> <finally-part>
                  | <try-part> <finally-part>
<try-part> ::= try <compound-statement>
<catch-parts> ::= <catch-part> <catch-parts> | <catch-part>
<catch-part> ::= catch (<type> <variable-name>)
                   <compound-statement>
<finally-part> ::= finally <compound-statement>
```

- Ένα **`try`** έχει ένα προαιρετικό μέρος **`finally`**
- Το σώμα του **`finally`** εκτελείται πάντα στο τέλος της εντολής **`try`**, ότι και αν συμβεί

Χρήση του `finally`

- Το μέρος του **`finally`** συνήθως χρησιμοποιείται για κάποιες λειτουργίες καθαρισμού
- Για παράδειγμα, ο παρακάτω κώδικας κλείνει το αρχείο ανεξάρτητα του εάν έχει εγερθεί κάποια εξαίρεση

```
file.open();
try {
  workWith(file);
}
finally {
  file.close();
}
```


Άλλο ένα παράδειγμα

```
System.out.print("1");
try {
  System.out.print("2");
  if (true) throw new Exception();
  System.out.print("3");
}
catch (Exception e) {
  System.out.print("4");
}
finally {
  System.out.print("5");
}
System.out.println("6");
```

Τι τυπώνεται;

Τι θα συμβεί εάν αλλάξουμε το **`new Exception()`** σε **`new Throwable()`**;