Φεβ. 2012

Διαδίκτυο και Εφαρμογές

www.cn.ntua.gr

Γ. Ι. Στασινόπουλος
ΕΜΠ, τηλ. 210 772 2531
stassin@cs.ntua.gr

1. Προγραμματισμός για TCP - Sockets

Το στρώμα μεταφοράς αντιπροσωπεύεται στο Internet από τα πρωτόκολλα TCP (connection oriented) και UDP (connectionless, δηλ. με datagrams). Βάση λοιπόν κάθε δικτυακής εφαρμογής είναι το πώς χειριζόμαστε τα δύο αυτά πρωτόκολλα προγραμματιστικά μέσα στα τερματικά συστήματα. Η απάντηση εγκλείεται στη έννοια των sockets. Ένα socket (υποδοχή, 'πρίζα') είναι μία οντότητα (αντικείμενο στην περίπτωση της Java) μέσω της οποίας το δικό μας πρόγραμμα ανταλλάσσει δεδομένα με τον δίαυλο επικοινωνίας. Προγραμματιστικά δεν έχομε παρά να διαβάζομε από εκεί την ροή εισόδου στο σύστημά μας και αντίστροφα να γράφομε εκεί την ροή εξόδου από το σύστημά μας. Ιδιαίτερα στην Java, υπάρχει πρόνοια οι δύο αυτές διαδικασίες να μην διαφέρουν από το γράψιμο / διάβασμα σε / από ένα αρχείο. Στην περίπτωση πολλών συνδέσεων TCP (πάντα αμφίδρομων), πρέπει σε κάθε μία να αντιστοιχείται στο δικό της socket. Για κάθε νέα επικοινωνιακή (TCP) σύνδεση δημιουργείται ένα socket. Η εξαφάνιση της σύνδεσης συνεπάγεται την εξαφάνιση του socket και το αντίστροφο. Όλα τα sockets τα οποία χειρίζεται μία συγκεκριμένη διαδικασία (η δική μας, ή μια από τις γνωστές εφαρμογές στο διαδίκτυο) έχουν βεβαίως το δικό τους όνομα για να ξεχωρίζονται προγραμματιστικά, αλλά είναι και το καθένα συνδεδεμένο στην 'άκρη' μίας σύνδεσης προς την εφαρμογή που εξυπηρετείται. Η άκρη αυτή αναγνωρίζεται με έναν απλό αριθμό, το port no ή τον αρ. θύρας. Αρχίζοντας από το δικό μας socket (συγκεκριμένο αντικείμενο), μπορούμε νοητικά (πρακτικά γίνεται αυτόματα) να βρούμε τον αριθμό της αντιστοιχούσης σύνδεσης TCP (τον οποίο φέρουν όλα τα πακέτα του πρωτοκόλλου αυτού), να καταλήξομε στο άκρο του συνομιλητού μας και να βρούμε μέσα σε αυτόν το δικό του socket (συγκεκριμένο αντικείμενο), καθώς και το port no που αυτό εξυπηρετεί. Έτσι κατορθώνεται να συνεννοούνται το δικό μας με το δικό του πρόγραμμα. Αντίθετα στην περίπτωση του UDP δεν υπάρχει αυτή η αλληλουχία σχέσεων. Η πληροφορία ρίχνεται μέσα στο δίκτυο και καταφθάνει σε ανεξάρτητα πακέτα, όπως με το ταχυδρομείο. Στην περίπτωση αυτή αρκεί μία και μοναδική σταθερή θύρα, απ΄ όπου μαζεύουμε τα εισερχόμενα και όπου ρίχνουμε τα εξερχόμενα δεδομένα ανεξαρτήτως προέλευσης και προορισμού.

Στοιχειώδης Server

Στην πλευρά του server (Κώδικας 1.1) πρέπει να αρχίσουμε από μία κατάσταση αναμονής. Δεν συμβαίνει τίποτε, μέχρι να δημιουργηθεί μία σύνδεση με πρωτοβουλία όμως του client. Στον server το αντικείμενο s της ServerSocket class (ένα 'μετα- socket' που θα φτιάξει το socket) φροντίζει να ακούει την θύρα με το αριθμό 8189. Αυτό επιτυγχάνεται με την μέθοδο accept του αντικειμένου αυτού, η οποία είναι blocking (κάθεται και περιμένει). Μόλις καταφθάσει TCP πακέτο αίτησης σύνδεσης στην θύρα αυτή, η accept δημιουργεί το αντικείμενο της class Socket, το αναφερόμενο εδώ ως 'incoming'. Οποιοσδήποτε θέλει να επικοινωνήσει με το πρόγραμμά μας (αντικείμενο της class EchoServer που δίδεται παρακάτω), πρέπει στην πλευρά του να δηλώσει το port 8189. Ο αριθμός αυτός θα μας μεταφερθεί μέσω του TCP πακέτου αίτησης σύνδεσης. Με την άφιξη του πακέτου αυτού, θα προκληθεί η δημιουργία του αντικειμένου 'incoming' socket από το αντικείμενο s της ServerSocket class. Συγκεκριμένα στο παράδειγμά μας, θα παίξομε τον πελάτη (client), γράφοντας σε ένα νέο command window την εντολή

telnet localhost 8189

Η εντολή αυτή θα προκαλέσει την σύνδεση του command window με το port 8189 του συστήματος με την διδόμενη διεύθυνση (εδώ ο localhost, δηλ. loopback μέσα στο ίδιο

μηχάνημα). Οτιδήποτε ακολουθεί εμφανίζεται στο ‘incoming’ socket της πλευράς του server. Για να το διαβάσομε (σαν server), ζητάμε από το αντικείμενο incoming, μέσω της μεθόδου getInputStream(), την ροή εισόδου για να την συνδέσομε με ένα νέο αντικείμενο της class InputStreamReader και με αυτό ξεφεύγομε από τα δικτυακά! Πράγματι η InputStreamReader ανήκει στο πακέτο java.io, το οποίο με import τίθεται στην διάθεσή μας. Συγκεκριμένα το νέο αντικείμενο πού κατασκευάζεται με new InputStreamReader() μετατρέπει την ροή των bytes (όπως θα εξάγονται τα δεδομένα από τα εισερχόμενα πακέτα TCP) σε ροή χαρακτήρων. Δίδομε αυτόν τον μετατροπέα στο νέο αντικείμενο in της class BufferedReader. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ταμιευτής (buffer), απ’ όπου διαβάζομε απλούς χαρακτήρες ή και ολόκληρες γραμμές. Με την τεχνική αυτή της αλυσιδωτής σύνδεση ροών διαφορετικού τύπου (chaining), εξομοιώνομε την λήψη των δεδομένων με το διάβασμα ενός οποιουδήποτε text αρχείου, που ευρίσκεται πάνω σε δίσκο. Για την έξοδο (του server με προορισμό πίσω στον client) γράφομε στο αντικείμενο out της class PrintWriter, σαν να γράφαμε σε τερματικό. Στο αντικείμενο αυτό έχομε σύνδεσει την ροή εξόδου, την οποία και αυτή λαμβάνομε από το socket μέσω της incoming.getOutputStream(). Η παράμετρος true προκαλεί την δημιουργία και αποστολή πακέτου κάθε φορά πού συμπληρώνεται μία γραμμή.

Εφόσον βρίσκομε γραμμές κειμένου να έρχονται, τις στέλνομε στην έξοδο. Όταν όμως διαπιστώσουμε το κείμενο "BYE" απολύομε την σύνδεση. Τούτο συντελείται φυσικά πάλι μέσω του αντικειμένου incoming της Socket class. Καλούμε απλά την μέθοδό του close(). Μεταγλωττίζομε το παρακάτω πρόγραμμα με javac EchoServer.java, το τρέχομε με java EchoServer, και από άλλο παράθυρο το δοκιμάζομε μέσω telnet.

```
import java.io.*;
import java.net.*;
 /** Simple server that listens to  port 8189; it echoes back all client input.
                                TEST this with commandline: 'telnet localhost  8189'   */
 public class EchoServer
 { public static void main(String[] args )
   {try
     { // establish server socket
       ServerSocket s = new ServerSocket(8189);
       // wait for client connection – as soon as this comes,
        Socket incoming = s.accept ( ); //socket obj. incoming is constructed
        BufferedReader in = new BufferedReader (new InputStreamReader(incoming.getInputStream()));
        PrintWriter out = new PrintWriter (incoming.getOutputStream(),true/* autoFlush */);
        out.println( "Hello! Enter BYE to exit." );

        // echo client input
        boolean done = false;
       while (!done)
          {String line = in.readLine();  // wait here until a line arrives !
            if (line == null) done = true;
            else
           {out.println("Echo: " + line);
             if (line.trim().equals("BYE"))
             done = true;  }
            }
        incoming.close();
      }
     catch (Exception e) { e.printStackTrace(); }
   }
 }
```

Κώδικας 1.1. EchoServer - Δημιουργία και χρήση socket στον server

Ο παραπάνω απλούστερος δυνατός server (επιστρέφει απλά την 'ηχώ') δεν μπορεί να ανταποκριθεί σε παραπάνω από μία συνδέσεις. Τούτο το διαπιστώνομε αν ανοίξουμε ένα δεύτερο παράθυρο και γράψομε την ίδια εντολή telnet, ενόσω το αντικείμενό μας της class EchoServer, έχει ήδη δημιουργήσει το socket για την κλήση στην θύρα 8189 πού ήρθε στο από το πρώτο παράθυρο. Σε αυτό δεν φταίει η μοναδικότης της θύρας 8189, στην οποία μπορούν πράγματι να απευθύνονται πολλές συνδέσεις. Ένας web server ξέρομε ότι είναι συνδεδεμένος (συνήθως) στην μοναδική θύρα 8080, και όμως ανταποκρίνεται συγχρόνως σε πάρα πολλούς clients. Το πρόβλημα είναι ότι στο παράδειγμά μας έχομε ένα μοναδικό socket, το 'incoming'. Πρέπει λοιπόν να μπορούμε να δημιουργούμε πολλά sockets, που στο επόμενο παράδειγμά μας θα είναι όλα συνδεδεμένα στην θύρα 8189. Ακόμα καλύτερα καταφεύγομε σε κάποια τεχνική πολυπρογραμματισμού και αναθέτουμε κάθε νέα σύνδεση, σε μία νέα διαδικασία, με δικό της ξεχωριστό socket. Στον κόσμο της Java αυτό σημαίνει διαφορετικά threads, όπως βλέπομε στον παρακάτω ThreadedEchoServer.

```
import java.io.*;
import java.net.*;
 /**Multithreaded server that listens to 8189; it echoes back input from each client.
TEST this with commandline: 'telnet localhost  8189' from several parallel command windows. */
 public class ThreadedEchoServer                // main class listening and building new threads and sockets
 { public static void main(String[] args )
   { try
     { int i = 1;    ServerSocket s = new ServerSocket(8189);
       for (;;)
           { Socket incoming = s.accept( );
             System.out.println("Spawning " + i);
             Thread t = new ThreadedEchoHandler(incoming, i);
              t.start();
              i++;      }
     }  catch (Exception e) { e.printStackTrace(); }
   }
 }

 /**  This class handles the client input for one server socket  connection.  */
 class ThreadedEchoHandler extends Thread
 {  // Constructs a handler:  i the incoming socket, c the counter for the handlers (used in prompt)
    public ThreadedEchoHandler(Socket i, int c)         {  incoming = i; counter = c;  }
    public void run()
     {  try
        { BufferedReader in = new BufferedReader (new InputStreamReader(incoming.getInputStream()));
          PrintWriter out = new PrintWriter (incoming.getOutputStream(), true /* autoFlush*/);
          out.println( "Hello! Enter BYE to exit." );
          boolean done = false;
          while (!done)
             { String str = in.readLine();
               if (str == null) done = true;
               else
                    {  out.println("Echo (" + counter + "): " + str);
                       if (str.trim().equals("BYE"))  done = true;     }
              }
           incoming.close();
       } catch (Exception e){  e.printStackTrace();  }
     }
    private Socket incoming;    private int counter;
}
```

Κώδικας 1.2. ThreadedEchoServer - Αντιμετώπιση πολλαπλών συνδέσεων

Έχομε όπως πριν έναν ServerSocket s, ο οποίος φτιάχνει και αναθέτει σε ξεχωριστά threads από ένα socket 'incoming', πάντα ακούοντας την θύρα 8189. Τώρα μπορούμε να ανταποκριθούμε παράλληλα και ανεξάρτητα σε πολλά παράθυρα (clients), απ΄όπου τρέχομε το telnet ακριβώς όπως πριν.

Στοιχειώδης Client

Εδώ διαφοροποιούμεθα στο ότι αντί να περιμένουμε να ανταποκριθούμε σε μια αίτηση σύνδεσης (βλ. παραπάνω s.accept()) οπότε και κατασκευάζομε ένα socket, δημιουργούμε τώρα την σύνδεση με δική μας πρωτοβουλία. Ο παρακάτω κώδικας είναι ουσιαστικά ένα δικό μας telnet, το οποίο θα μας φανεί χρήσιμο και στην συνέχεια στο να αρχικοποιούμε κατά τις επιθυμίες μας διαφόρους παραμέτρους της σύνδεσης. Θα μπορούμε να απευθυνόμαστε στους παραπάνω servers, αλλά και στους servers άλλων εφαρμογών πού θα ακολουθήσουν. Θα επεμβαίνουμε μέσω ενός στοιχειώδους GUI για να καθορίζουμε παραμέτρους αλλά και το κείμενο / πληροφορία που θα θέλουμε να στείλουμε, όπως πριν με το telnet. Για καλύτερη κατανόηση τρέχουμε πρώτα το παρακάτω πρόγραμμα του MyTelnet, που από μόνο του δίνει την αίσθηση του τι συμβαίνει.

Ονομάζουμε τώρα το socket πού θα φτιάξουμε outgoing σε αντίθεση με το incoming πού είχαμε πριν (βλ. μέθοδο connectToServer πού καλείται με το πάτημα του κουμπιού CONNECT). Το αντικείμενο (class Socket) incoming είχε δημιουργηθεί στο προηγούμενο παράδειγμα (που ήταν server) από ένα αντικείμενο της class SocketServer, την στιγμή πού έφθασε η κλήση. Εδώ δημιουργούμε απ' ευθείας το αντικείμενο (class Socket) outgoing με έναν constructor,

Socket outgoing = new Socket(host, port);

Προσδιορίζομε με String τον host και με Integer το port αυτού, δηλ. την πλήρη πληροφορία για το που θέλομε να συνδεθούμε. Η σύνδεση συντελείται αμέσως - αν όλα πάνε καλά. Αν όχι θα περιμένομε επ' άπειρον το πακέτο επιβεβαίωσης κλήσης. Πράγματι το πρόγραμμά μας θα κρεμάσει στην εντολή in.readLine(), όπου προσπαθούμε να διαβάσουμε το κείμενο πού έχομε προβλέψει να έρθει μέσα στο πρώτο πακέτο που θα επιστρέψει ο server, δηλ. το "Hello! Enter BYE to exit." του προηγούμενου EchoServer. Την περίπτωση αυτής της αναμονής θα την διορθώσουμε πιο κάτω.

Η αποστολή δεδομένων (μέθοδος sendData καλούμενη με πάτημα του κουμπιού SEND), καθώς και η λήψη (κώδικας μέσα στο κουμπί SEE RESPONSE) είναι όπως τις είδαμε στον EchoServer. Σε ανεξέλεγκτη αναμονή μπορούμε επίσης να περιπέσουμε και στην λήψη. Αρκεί να πατήσουμε SEE RESPONSE, όταν δεν έχομε στείλει τίποτε με το SEND και άρα δεν έχομε λάβει τίποτα από τον EchoServer.

Με αποστολή του κειμένου BYE, προκαλούμε τον EchoServer να κλείσει από την πλευρά του το socket, άρα και την σύνδεση. Όπως είδαμε και στην άλλες περιπτώσεις (άφιξη επιβεβαίωσης εγκατάστασης κλήσης, άφιξη δεδομένων) το προγραμματιστικό μοντέλο πού ακολουθείται δεν βασίζεται σε κάποιου είδους interupts. Πρέπει λοιπόν εμείς, στην πλευρά του client, να διαπιστώσουμε της κατάσταση της σύνδεσης με ένα isClosed() πού επιστρέφει boolean. Δεν έχομε λάβει πρόνοια για τούτο, ούτε για κατάργησης της κλήσης απ'ευθείας από την πλευρά του MyTelnet. Τούτο θα ήταν απλό με ένα outgoing.close().

Πιο ενδιαφέρουσα είναι η περίπτωση του Half-Close που θα δούμε παρακάτω σε συνδυασμό με τις εφαρμογές πάνω από TCP.

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;
import java.net.*;
import java.io.*;

public class MyTelnet  extends JFrame {
  private JTextArea msgBody, rcvText;
  private JTextField toUrl,toPort;
  private JButton con,send,receive;
  private PrintWriter  out;
  private BufferedReader in;


  public MyTelnet()
  {
    super( "MyTelnet Screen" );

    Box bHor = Box.createHorizontalBox();
    Box bVerIn = Box.createVerticalBox();
    Box bVer = Box.createVerticalBox();

    toUrl = new JTextField( "localhost", 5);
    bHor.add(toUrl );

    toPort = new JTextField( "8189", 5);
    bHor.add(toPort );

     con = new JButton( "CONNECT          ");
       con.addActionListener(
          new ActionListener() {
             public void actionPerformed( ActionEvent e )
             {connectToServer(toUrl.getText(), Integer.parseInt(toPort.getText()));}
           }
        );
    bVerIn.add(con);

    send = new JButton( "SEND                ");
       send.addActionListener(
          new ActionListener() {
             public void actionPerformed( ActionEvent e )
             {try {sendData(msgBody.getText()) ; }
              catch(IOException exception) {}
             }
           }
        );
    bVerIn.add(send );


     receive = new JButton( "SEE RESPONSE");
       receive.addActionListener(
          new ActionListener() {
             public void actionPerformed( ActionEvent e )
             {try { //'hangs' waiting for data reception
                    String recvData = in.readLine();                  //%%
                    rcvText.setText(recvData);                         //%%
                    //%%  Replace above 2 lines with next 3:       //%%
```

```
                    //String recvData;                                  //%%
                    //while ((recvData = in.readLine()) != null)   //%%
                    //{rcvText.append(recvData + "\r\n");}        //%%
                                    //one more %% line below %%
                  }
                catch(IOException exception) {}
              }
            }
          );
    bVerIn.add(receive);

    bHor.add(bVerIn);

     bVer.add(bHor);

     msgBody = new JTextArea( "Body", 10, 15 );
     bVer.add( new JScrollPane( msgBody ) );

     rcvText = new JTextArea( 10, 15 );
     rcvText.setEditable(false);
     bVer.add( new JScrollPane( rcvText ) );

     Container c = getContentPane();
     c.add( bVer );
     setSize( 425, 200 );
     show();
  }


  private void connectToServer(String host, int port)
  { try {
          Socket outgoing = new Socket(host, port);                    //&&
          //&& Remove last line and insert next 2, for 10sec connection timeout
          // Socket outgoing = new Socket();                           //&&
          // outgoing.connect(new InetSocketAddress(host, port), 10000);//&&
          //outgoing.setSoTimeout(4000);                              //%% 4sec timeout for data arrivals
          out = new PrintWriter(outgoing.getOutputStream());
          in = new BufferedReader(new InputStreamReader(outgoing.getInputStream()));
          String connResp = in.readLine();              //'hangs' waiting for connection confirm
          rcvText.setText(connResp);
        }
   catch(IOException exception) {}
  }

private void sendData (String textToSend) throws IOException
 { out.print(textToSend);
   out.print("\r\n"); // CR+LF to complete line
   out.flush(); }

public static void main( String args[] )
   { MyTelnet app = new MyTelnet();
     app.addWindowListener(
       new WindowAdapter() {public void windowClosing( WindowEvent e ) {System.exit( 0 );} } );
   }
}
```

Κώδικας 1.7. MyTelnet - Δημιουργία και χρήση socket στον client

Θα αντιμετωπίσουμε τώρα με timeouts τις δύο περιπτώσεις ανεξέλεγκτης αναμονής πού εντοπίσαμε:

(α) Περίπτωση αναμονής για επιβεβαίωση εγκατάστασης κλήσης.
Κατασκευάζουμε πρώτα ένα ασύνδετο socket και μετά ζητάμε με την μέθοδο connect την σύνδεση στην συγκεκριμένη διεύθυνση μαζί όμως και με τον προσδιορισμό ενός timeout.

```
// first construction of an 'unconnected' socket, …
Socket outgoing = new Socket();//…then connection with timeout in msec
outgoing.connect(new InetSocketAddress(host, port), timeout);
```

Δίδομε έτσι χρονικό περιθώριο για να έρθει η επιβεβαίωση της σύνδεσης. Αν αυτό δεν γίνει εγκαίρως δεν πέφτομε σε απροσδιόριστη αναμονή αλλά δημιουργείται ένα αντικείμενο της class SocketTimeoutException προς πληροφόρησή μας και το πρόγραμμα συνεχίζει. Αν ενεργοποιήσουμε τον κώδικα σύμφωνα με τις οδηγίες των σχολίων '&&', τότε προσπαθώντας να συνδεθούμε σε ανύπαρκτο server, δεν πέφτομε σε άπειρη αναμονή.

(β) **Περίπτωση αναμονής για άφιξη δεδομένων.**
Είναι η περίπτωση πού πάμε να διαβάσομε δεδομένα αφιχθέντα σε ένα αντικείμενο της class BufferedReader, με read (διάβασμα ενός χαρακτήρα) ή readLine (διάβασμα μίας γραμμής). Αν η μέθοδος

```
outgoing.setSoTimeout(4000); // waiting for 4sec maximum
```

έχει κληθεί πριν από όλα αυτά τα διαβάσματα μας εξασφαλίζει μία ειδοποίηση της εκπνοής του timeout χρόνου αναμονής (με SocketTimeoutException) και συνέχιση του προγράμματος. Εδώ τούτο γίνεται κατά την αρχική εγκατάστασή της σύνδεσης. Τώρα μπορούμε επίσης να διαβάζομε διαδοχικές γραμμές στην λήψη, μέχρι να βρούμε την κενή. Στο κώδικα του MyTelnet ενεργοποιούμε τις γραμμές όπου υπάρχουν σχόλια '%%', ακολουθώντας τις σχετικές οδηγίες.

Συμπερασματικά παρατηρούμε τα εξής στα παραπάνω χαρακτηριστικά παραδείγματα προγραμματισμού sockets σε server και client:

- Με την Java, ο προγραμματισμός των sockets είναι θέμα 1-3 γραμμών κώδικα! Αποστολή και λήψη μηνυμάτων εξομοιώνεται με τις γενικές αρχές του I/O στην γλώσσα αυτή.

- Το αντικείμενο SocketServer αφορά τον server, δηλ. αυτόν πού δέχεται κλήσεις και οφείλει να ανταποκριθεί σε αυτές. Αντίθετα ο client επενεργεί αποκλειστικά με αντικείμενο Socket.

- Υπάρχει πάντοτε θέμα 'πολυπρογραμματισμού' για τον server, το οποίο στην περίπτωση της Java επιλύεται με threads.

- Υπάρχει θέμα εισαγωγής timeouts σε όλες τις περιπτώσεις πού αναμένομε κάτι να αφιχθεί από την άλλη μεριά.

Δεν μας απασχολεί το port no του client. Ο client δεν αναμένει δημιουργία νέας σύνδεσης από την πλευρά του δικτύου ώστε να χρειάζεται να γνωρίζει που να την συνδέσει. Στην μεριά του client ασχολούμαστε μόνο με το αντικείμενο socket που εμείς δημιουργήσαμε και μέσω του οποίου χρησιμοποιούμε και διαχειριζόμαστε την σύνδεση.

2. Πρόσβαση σε Διαδικτυακές Εφαρμογές

Με στοιχειώδεις γνώσεις για το πρωτόκολλο με το οποίο ανταποκρίνεται κάθε γνωστή διαδικτυακή εφαρμογή μπορούμε να έχομε άμεση πρόσβαση σε αυτή. Τα πρωτόκολλα αυτά είναι μάλλον απλά και σχεδόν πάντα ανταλλάσσουν ευκόλως κατανοητά μηνύματα κειμένου (text based). Θα δούμε το HTTP (HyperText Transfer Protocol) και το SMTP (Simple Mail Transport Protocol). Με το παραπάνω δικό μας πρόγραμμα MyTelnet διαμορφώνουμε τα text based μηνύματα σαν client, όπως κατά περίπτωση απαιτείται, και τα αποστέλλομε σαν TCP data μέσω του κουμπιού SEND. Τα μηνύματα αυτά στέλνονται πάνω από μία σύνδεση TCP πού έχει ήδη εγκατασταθεί με το προηγούμενο πάτημα του κουμπιού CONNECT.

Ένα απλό πείραμα θα μας πείσει. Με το MyTelnet συνδεόμαστε στο port 80 οποιουδήποτε host (www.xyz.com, δηλ. σε οποιονδήποτε server), ή στο 8080 αν αυτός είναι ένας δεύτερος HTTP server μέσα στον δικόν μας υπολογιστή. Μετά στέλνομε σαν δεδομένα ακριβώς την γραμμή GET / HTTP/1.0 και **δύο enter**, χωρίς κανένα backspace – άρα πριν συνδεθούμε καθαρίζουμε το κείμενο στο παράθυρο αποστολής του μηνύματος. Λαμβάνουμε πίσω το .html κείμενο της εισαγωγικής σελίδας του site.

Στην γενικότερη περίπτωση (π.χ. στο μήνυμα πού θα κατασκεύαζε ένας browser), αποστέλλεται ένα

GET /*path_ιστοσελίδας_στον_server* HTTP/1.0

αν ήδη υπάρχει σύνδεση στον server www.xyz.com, ή ακόμη ισοδύναμα, αν δεν υπάρχει

GET *www.xyz.com/path_ιστοσελίδας_στον_server* HTTP/1.0.

Πρέπει να ακολουθούν δύο enter, τα οποία αντιστοιχούν σε δύο κενές γραμμές: η πρώτη είναι το σημάδι μεταξύ επικεφαλίδας και σώματος του μηνύματος HTTP και η δεύτερη υποδηλώνει κενό σώμα μηνύματος. Όπως θα δούμε, στην περίπτωση του GET, οτιδήποτε είναι προς αποστολή προς τον server εντάσσεται στην επικεφαλίδα.

HTTP (HyperText Transfer Protocol)

Ένας HTTP server είναι απλά ένα ‘μηχάνημα’ πού ανταποκρίνεται σε HTTP μηνύματα πού έρχονται από έναν ή πολλούς HTTP clients. Ο client, όπως ο δικός μας MyTelnet, ανοίγει μία σύνδεση σε αυτόν στο port 8080. Ο HTTP server οφείλει συνεχώς να ‘ακούει’ στο port 8080 και να δέχεται την κλήση, όπως ο δικός μας EchoServer. Στην πράξη είναι απαράδεκτο η αποδοχή της πρώτης κλήσης να αποκλείει τις εισερχόμενες αιτήσεις εγκατάστασης κλήσης επιπλέον clients, οπότε κάθε σοβαρός HTTP server πρέπει να θεωρείται σαν επέκταση μάλλον του ThreadedEchoServer. Ο client (συνήθως συγχρόνως με την αίτηση κλήσης) ζητά κάτι (request), π.χ. με το μήνυμα GET, όπως παραπάνω. Ο HTTP server απαντά θετικά ή αρνητικά (response) και απολύει από την μεριά του την TCP σύνδεση. Σε αυτό το επίπεδο, όλα τελειώνουν εδώ – δεν μένει τίποτα για το μέλλον, για τούτο και το πρωτόκολλο HTTP (σχεδόν αποκλειστικά η σήμερα χρησιμοποιούμενη version 1.1) αναφέρεται σαν stateless. Τούτο το κάνει και πολύ απλό, αν επιπλέον προσθέσουμε ότι όλα τα ανταλλασσόμενα μηνύματα είναι σε μορφή κειμένου. Εφόσον δεν υπάρχουν καταστάσεις δεν υπάρχουν και εκκρεμότητες από το παρελθόν και κάθε μήνυμα απαιτεί μία, το πολύ, απάντηση. Τα κύρια HTTP μηνύματα είναι τα GET και POST (μηνύματα request) καθώς και το μήνυμα απόκρισης (response).

Με το μήνυμα GET ζητείται μία σελίδα. Αν ο host και το port έχουν ήδη καθορισθεί με την σύνδεση, απομένει ο εντοπισμός της σελίδας μέσα στον server καθώς και η ενδεχόμενη συναποστολή ορισμένων παραμέτρων πού θα καθοδηγήσουν τον server στην επιλογή ή διαμόρφωσή της κατά τις επιθυμίες του client. Όλα αυτά διαπιστώνονται γράφοντας σε έναν browser την επιλογή
http://www.cn.ntua.gr/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=71&Itemid=62&lang=el
η οποία εμπεριέχει όλα τα δεδομένα για να γίνει η σύνδεση TCP και να ορισθούν οι παράμετροι της αίτησης μέσω HTTP. Συγκεκριμένα

- εμείς (ο client) επιλέγομε σαν host το cn.ntua.gr και έμμεσα το port 80 με το πρόθεμα www που υποδηλώνει το πρωτόκολλο
- εντοπίζομε την σελίδα index.php (η επέκταση.php δηλώνει σελίδα τεχνολογίας PHP – αλλά αυτό είναι θέμα του host)
- συναποστέλλομε με το GET τις παραμέτρους με τα ονόματα option, task, id, Itemid, lang και αντίστοιχα (μετά από '=') τις τιμές com_content, blogcategory, 71, 62, el

Εναλλακτικά, μπορούμε να συνδεθούμε με το MyTelnet (ή ακόμη και με telnet) στο cn.ntua.gr, port 80 και κατόπιν να στείλουμε (σε μία γραμμή, απλό κενό μετά το GET και πριν το HTTP/1.0, πάλι χωρίς κανένα άλλο χαρακτήρα, backspace, κλπ):
GET /index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=71&Itemid=62&lang=el HTTP/1.0
ακολουθούμενο από δύο enter

Και τα δύο περιέχουν ακριβώς την ίδια πληροφορία και προκαλούν την αποστολή πίσω των ίδιων δεδομένων. Οι παράμετροι συντάσσονται, μετά ένα '?', σαν ζεύγη name/value διαχωριζόμενα μεταξύ τους με '&'. Αποστέλλονται μόνο αλφαριθμητικά σύμβολα. Το κενό συμβολίζεται με '+' και κάθε άλλος χαρακτήρας με τον κώδικα ASCII μετά από %, π.χ. η παράμετρος FullName με την τιμή της 'M. Smith' στέλνεται σαν (2e είναι το ASCII της τελείας σε hex)

FullName =M%2e+Smith

Είδαμε λοιπόν ότι στο σημείο αυτό η δουλειά του browser δεν διαφέρει από αυτήν πού επιτελεί ο κώδικας του MyTelnet. Όλα καταλήγουν σε μία σύνδεση στο επίπεδο TCP, στην αποστολή του μηνύματος GET του HTTP και στην λήψη της απάντησης HTTP (HTTP response). Το μήνυμα GET αποτελείται μόνο από επικεφαλίδα, της οποίας το τέλος ορίζεται με μια υποχρεωτική κενή γραμμή. Σαν απόκριση λαμβάνεται στην περίπτωση επιτυχίας (όλα πήγαν καλά και ανευρέθη η ζητούμενη ιστοσελίδα)

HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 28 Jun 2005 11:51:49 GMT
Server: Apache/1.7.33 (Unix) PHP/4.7.10 mod_ssl/2.8.22 OpenSSL/0.9.7c
X-Powered-By: PHP/4.7.10
Set-Cookie: lang=deleted; expires=Mon, 28-Jun-2004 11:51:48 GMT; path=/
Set-Cookie: mbfcookie=deleted; expires=Mon, 28-Jun-2004 11:51:48 GMT; path=/
Set-Cookie: mbfcookie[lang]=el; expires=Wed, 29-Jun-2005 11:51:49 GMT; path=/
Set-Cookie: sessioncookie=2803d11cfc3939a0ce58710fdcb36c07; expires=Tue, 28-Jun-2005 23:51:49 GMT; path=/
Expires: Mon, 26 Jul 1997 05:00:00 GMT
Last-Modified: Tue, 28 Jun 2005 11:51:50 GMT
Cache-Control: no-store, no-cache, must-revalidate
Cache-Control: post-check=0, pre-check=0
Pragma: no-cache

```
Connection: close
Content-Type: text/html
```

- κενή γραμμή και ακολουθεί η προς παρουσίαση σελίδα–

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-7"?><!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XH
TML 1.0 Transitional//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-7" />
<title>Iae?iaoa - Computer Networks Laboratory</title>
 <meta name="description" content=",,,,,,,,CN - Computer Networks Laboratory" />
 <meta name="keywords" content=",,,,,,,,computer networks, lab, laboratory, ntua, iccs" />
…… κλπ, κλπ
```

Σχήμα 2.1. Μήνυμα απόκρισης σε GET (επιτυχία – κωδ. 200 OK στην επικεφαλίδα)

Ο browser αντιλαμβάνεται την γλώσσα του σώματος του μηνύματος απόκρισης (συνήθως html ή xml όπως εδώ) και την παρουσιάζει ωραία, πράγμα το οποίο βεβαίως αδυνατεί να κάνει το MyTelnet, ή το command window. Στην περίπτωση αποτυχίας (στο GET, αντί /index.php γράφομε την ανύπαρκτη σελίδα /index1.php), η απόκριση είναι πάλι μία σελίδα html, με τυποποιημένη όμως την παρουσίαση της αποτυχίας ανεύρεσης με τον κωδικό της Error 404 (<TITLE>404 Not Found</TITLE>).

```
HTTP/1.1 404 Not Found
Date: Tue, 28 Jun 2005 12:04:28 GMT
Server: Apache/1.7.33 (Unix) PHP/4.7.10 mod_ssl/2.8.22 OpenSSL/0.9.7c
Connection: close
Content-Type: text/html; charset=iso-8859-1
```

- κενή γραμμή και ακολουθεί καθαρή html–

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//IETF//DTD HTML 2.0//EN">
<HTML><HEAD><TITLE>404 Not Found</TITLE></HEAD>
<BODY>
   <H1>Not Found</H1>
        The requested URL /index1.php was not found on this server.<P>
    <HR><ADDRESS>Apache/1.7.33 Server at
       <A HREF="mailto:webmaster@cn.ntua.gr">www.cn.ntua.gr</A> Port 80</ADDRESS>
 </BODY>
</HTML>
```

Σχήμα 2.2. Μήνυμα αποτυχίας σε GET (‘404 Not Found’ στην επικεφαλίδα)

Τέλος ας δούμε και το GET πού αποστέλλεται από έναν πραγματικό browser (IE5). Πάλι έχομε μόνο επικεφαλίδα ακολουθούμενη από μία κενή γραμμή, ή επικεφαλίδα όμως τώρα περιέχει και άλλες πληροφορίες πού έχουν να κάνουν με της δυνατότητες παρουσίασης / επεξεργασίας πού έχει ο συγκεκριμένος browser, κλπ.

```
GET /index.html HTTP/1.1                          // καλούμε κάποιον server τοπικά (localhost)
Accept: image/gif, image/x-xbitmap, image/jpeg,  …, application/msword, */*
Accept-Language: el,en-gb;q=0.5
Accept-Encoding: gzip, deflate
```

If-Modified-Since: Mon, 13 Dec 2004 01:06:43 GMT // στείλε μου μόνον αν έχεις αλλαγή μετά από...
User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible: MSIE 6.0; Windows NT 5.1; SV1)
Host: localhost: 8080
Connection: Keep-Alive // μετά την αποστολή απόκρισης, ΜΗΝ κλείσεις την σύνδεση TCP

- *κενή γραμμή –*

Σχήμα 2.7. Μήνυμα GET αποστελλόμενο από πραγματικό browser

Το παραπάνω μήνυμα το είδαμε μέσω του προγράμματος TCP Monitor, που εξηγείται στην επόμενη παράγραφο.

Με το μήνυμα POST ο client δεν στέλνει μόνο επικεφαλίδα, αλλά και σώμα (body) μηνύματος. Αυτό μπορεί να είναι οσονδήποτε μεγάλο. Έτσι μεταξύ των άλλων, το μήνυμα POST επιλύει περιορισμούς μεγίστου μήκους πού ενίοτε τίθενται για το μέγεθος μίας επικεφαλίδας του HTTP και που ανακύπτουν στην περίπτωση του GET.

Το σώμα του POST εκτείνεται σύμφωνα με το μήκος του, πού δηλώνεται με το υποχρεωτικό Content-Length: ... πεδίο της επικεφαλίδας. Η πρώτη γραμμή της επικεφαλίδας περιέχει υποχρεωτικά το πεδίο Content-Type: type, όπου type συνήθως text/plain ή text/html ή application/octet-stream ή application/x-www-form-urlencoded. Οπωσδήποτε το μήνυμα POST, είναι το ενδεικνυόμενο για την αποστολή δεδομένων από τον client στον server. Έτσι 'ανεβάζομε' και ιστοσελίδες (γραμμένες σε html, δηλ. Content-Type: text/html) για 'δημοσίευση' σε έναν web server.

POST www.server.com/index.html HTTP/1.0
Referer: http://www.somewhere.com/links.html
Proxy-Connection: Keep-Alive
User-Agent: Mozilla/4.76 (Windows ME; U) Opera 5.11 [en]
Host: www.server.com
Accept: text/html, image/gif, image/jpeg, image/png, */*
Accept-Language: en
Accept-Charset: iso-8859-1,*,utf-8
Content-Length: *the_counted number of characters in the body*
Cookie: orangemilano=192218887821987

- κενή γραμμή –

Μήνυμα (π.χ. περιεχόμενο ιστοσελίδας προς ανάρτηση)

Σχήμα 2.4. Μήνυμα POST

Πριν στείλει ο client οποιοδήποτε μήνυμα POST, πρέπει πρώτα το σώμα (body) του να έχει πλήρως αποθηκευθεί σε κάποιο buffer, ώστε να υπολογισθεί το μήκος του.

Είδαμε το πρωτόκολλο HTTP και τις διαδικασίες λήψης και εκπομπής των μηνυμάτων του GET και POST. Υπάρχουν επιπλέον μηνύματα μικρότερης σημασίας, όπως το HEAD (ο client ζητά μόνο τις επικεφαλίδες σελίδων στον server) και το DELETE (ο client ζητά την διαγραφή σελίδων στον server). Το τι κάνουν, ή μπορούν να κάνουν οι διάφορες αρχιτεκτονικές στον server με βάση το πρωτόκολλο HTTP, αποτελεί αντικείμενο ξεχωριστό πού σχετίζεται με τις διάφορες επικρατούσες τεχνολογίες (servlets, Active Server Pages – ASP, Java Server Pages - JSP, Common Gateway Interface - CGI,

Hypertext Preprocessor - PHP, κλπ). Μερικές θα γνωρίσουμε πιο κάτω. Επίσης μένει να εξηγηθεί πώς το HTTP μεταφέρει πληροφορία, η οποία κατ΄αρχήν δεν αποτελείται από χαρακτήρες, όπως π.χ. μία εικόνα.

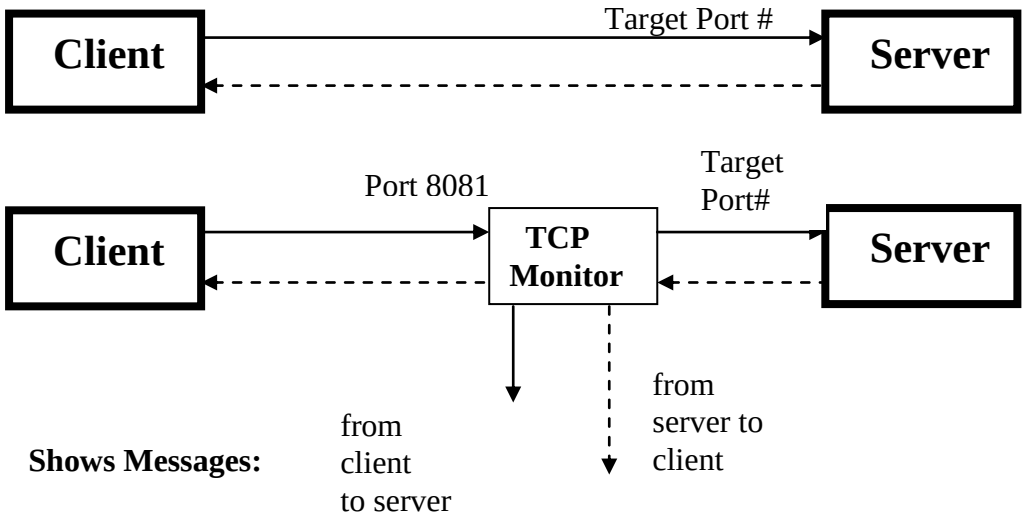
Παρακολούθηση Μηνυμάτων με TCP Monitor

Στην προηγούμενη και στις επόμενες ενότητες μπορούμε να παρακολουθήσομε τα ίδια τα μηνύματα πού μεταφέρονται μεταξύ client και server. Στην πλευρά του client εγκαθιστούμε έναν 'TCP Monitor' σύμφωνα με το παρακάτω Σχήμα 2.5.

Η μόνη μετατροπή πού χρειάζεται όταν παρεμβάλλεται ο TCP Monitor είναι ο client να μιλά σε αυτόν (στο 'Listen Port#' 8081) και αυτός να μιλά σε οποιονδήποτε server ('Target HostName', στα παραδείγματά μας θέτομε 'localhost') και θύρα αυτού ('Target Port#'). Στην αντίθετη διεύθυνση συμβαίνουν τα ανάλογα: ο server απαντά και η απάντηση, πριν επιδοθεί στον client, περνά μέσα από τον TCP Monitor. Ο server είναι τελείως ουδέτερος και ανυποψίαστος για την παρεμβολή του TCP Monitor. Στον client, η μόνη απαιτουμένη αλλαγή είναι να μην μιλά στον server αλλά στον TCP Monitor. Ο TCP Monitor ενεργοποιείται (από το directory του client) με την εντολή

java org.apache.axis.utils.tcpmon

Περνάμε τα παραπάνω αναφερθέντα στοιχεία στο πρώτο παράθυρο πού ανοίγει (Admin), πατάμε Add και εμφανίζεται νέο tab με το επιλεγέν Port #. Αφήνοντας την διαδικασία του TCP Monitor να τρέχει, έχομε τώρα την 'φωτογραφία' όλων των μηνυμάτων πού διακινούνται.



Σχήμα 2.5. Παρεμβολή και διευθύνσεις TCP Monitor

Μπορούμε τώρα να επαναλάβομε το παραπάνω παράδειγμα και να δούμε τα πραγματικά HTTP πακέτα που ανταλλάσσονται. Θα έχομε τρία ανοικτά παράθυρα (command windows), για τον client, για τον TCP Monitor και για τον server.

SMTP (Simple Mail Transport Protocol - RFC 821)

Ένας SMTP server είναι απλά ένα 'μηχάνημα' πού ανταποκρίνεται σε SMTP μηνύματα πού έρχονται από έναν ή πολλούς SMTP clients. Ο client, όπως ο δικός μας MyTelnet, ανοίγει μία σύνδεση σε αυτόν στο port 25. Ο SMTP server οφείλει συνεχώς να 'ακούει' στο port 25 και να δέχεται την κλήση, όπως ο δικός μας EchoServer. Συνδεόμαστε λοιπόν εδώ μέσω του MyTelnet στον SMTP server (π.χ. theseas.ntua.gr), γράφομε το παρακάτω κείμενο και το αποστέλλομε πατώντας SEND:

HELO <*αποστέλλων host*> *(οτιδήποτε και αν γράψομε, επιστρέφει την IP διεύθυνσή μας)*
MAIL FROM: <*email address αποστολέως*>
RCPT TO: <*email address παραλήπτη*>
DATA
<*το κείμενο του email – με enter (" \r\n") διαχωρίζονται οι γραμμές)*>
. <- *υποχρεωτική τελεία*>
QUIT

Διαβάζοντας γραμμή προς γραμμή το μήνυμα αυτό, ένας SMTP server (κατάλληλα ανεπτυγμένος με βάση τον δικό μας ThreadedEchoserver) αντιλαμβάνεται τα επιμέρους πεδία και πράττει αναλόγως. Ιδιαιτέρως σημειώνομε το τρόπο πού βρίσκει το τέλος. Δεν βασίζεται στο μήκος των δεδομένων όπως είδαμε στο HTTP, αλλά περιμένει γραμμή με μία μεμονωμένη τελεία. Με το 'QUIT' διακόπτεται η σύνδεση με τον SMTP server. Το πρωτόκολλο SMTP βασίζεται λοιπόν στον διαχωρισμό γραμμών (line oriented). Θεωρητικά δεν ενδιαφέρει τον SMTP server από ποίον client κατέφθασε το μήνυμα. Το ίδιο το μήνυμα SMTP έχει όλη την απαιτούμενη πληροφορία (μοντέλο ταχυδρομικής υπηρεσίας). Θα προωθήσει λοιπόν αυτό το μήνυμα email παραπέρα, με τελική κατάληξη στον παραλήπτη. Ενδιάμεσοι κόμβοι SMTP θέτουν στην επικεφαλίδα επιπλέον πληροφορία για την ακολουθείσασα διαδρομή. Εξηγήσαμε εδώ το πρωτόκολλο της αρχικής παράδοσης του

‘γράμματος’ στο ‘ταχυδρομείο’ και όχι το λίγο πιο πολύπλοκο πρωτόκολλο προώθησης των ‘γραμμάτων’ ανάμεσα στα ‘ταχυδρομικά γραφεία’. Όπως βλέπομε μπορούμε να στείλομε *email* σε οποιονδήποτε από οποιονδήποτε! Στην πράξη όμως σήμερα πλέον κατά την διαδρομή εφαρμόζονται οι όλο και εκτεινόμενες πολιτικές ασφάλειας (antiSPAM κλπ).

Διάφορα

Half-close για Δήλωση Τερματισμού Αίτησης

Είδαμε την αποκλειστική χρήση του request / response μοντέλου. Ο client αιτείται (request) και ο server αποκρίνεται (response). Τίθεται όμως το θέμα του πώς αντιλαμβάνεται ο server πού τελειώνει η αίτηση. Παρ΄ όλο που επιδιώξαμε να ανάγουμε τα πάντα σε γενικό I/O, εδώ υπάρχει πρόβλημα: όταν γράφομε σε ένα αρχείο, γνωρίζομε που είναι το τέλος και έχομε εμείς την εξουσία να κλείσομε το αρχείο μετά την εγγραφή όλων των δεδομένων, εφόσον δεν περιμένουμε καμία απόκριση. Στην δικτυακή περίπτωση πρέπει ο server να γνωρίζει ότι ο client τελείωσε με την αίτηση, χωρίς όμως να έχει κλεισθεί η σύνδεση TCP, καθόσον αυτή χρειάζεται για την απόκριση. Στα HTTP και SMTP είδαμε τις σχετικές τεχνικές λύσεις (μήκος, το σημάδι τέλους αντίστοιχα). Στην γενική περίπτωση η λύση έγκειται στο λεγόμενο half-close: ο client ‘κλείνει’ την κατεύθυνση ‘client προς server’ και μένει ακόμη ανοικτή η ‘server προς client’ για να μπορέσει να στείλει ο server την απόκριση. Στον client έχομε

```
…
writer.print(. . .);                 //τελικό γράψιμο στον  buffer εξόδου
writer.flush();                      //τελική αποστολή - αναγκαστικό άδειασμα του buffer
socket.shutdownOutput();             //half-close
```

ενώ ο server χρησιμοποιεί κατόπιν την μέθοδο close(), όπως έχομε ήδη δει.

MIME για Αποστολές πέραν του Απλού Κειμένου

Με το MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions), το οποίο καταφεύγει στην κωδικοποίηση Base64, μπορούμε να μετατρέψομε σε ‘ASCII’ οποιαδήποτε ακολουθία ακεραίων οκτάδων (bytes). Τα bits μίας ακολουθία 3 τέτοιων οκτάδων (3*8=24 bits) χωρίζονται σε 4 εξάδες (4*6=24 bits). Κάθε εξάδα απεικονίζεται σε έναν από τους 2^6=64 χαρακτήρες ‘ASCII’ του παρακάτω πίνακα. Όταν η ακολουθία μας δεν έχει ακέραιη την τελευταία 24αδα των bits, τότε καταλήγει είτε με μία 8αδα είτε με μία 16αδα - είμαστε ικανοί για byte, όχι για bit alignement της πληροφορίας!. Τότε η κωδικοποίηση Base64 προσθέτει στο τέλος ‘=’ ή ‘= =’ αντίστοιχα.

```
private static char[] toBase64 =          // 64 chars: 'A' - 'Z', 'a' - 'z', '0' -  '9', then '+' , '/'
{
 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', 'G', 'H', 'I', 'J', 'K', 'L', 'M', 'N', 'O', 'P', 'Q', 'R', 'S', 'T', 'U', 'V', 'W', 'X',
'Y', 'Z', 'a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'f', 'g', 'h', 'i', 'j', 'k', 'l', 'm', 'n', 'o', 'p', 'q', 'r', 's', 't', 'u', 'v', 'w', 'x', 'y',
'z', '0', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', '+', '/'
 };
```

Σχήμα 2.6. Πίνακας για κωδικοποίηση Base64

Αφού γίνει η παραπάνω απεικόνιση στέλνονται πλέον (οι παραπάνω) χαρακτήρες 'ASCII', έκαστος με 7 bit. Στον δέκτη συμβαίνουν τα αντίστροφα. Το MIME είναι, πέραν από τις δικτυακές εφαρμογές, ευρέως διαδεδομένο, γενικής χρήσεως πρωτόκολλο. Καλύψαμε εδώ την δυνατότητα αποστολής οποιασδήποτε άλλης πρωτογενούς πληροφορίας πού ξεφεύγει από την ακολουθία χαρακτήρων, π.χ. μίας εικόνας.

3. Προγραμματισμός σε Επίπεδο URL

Είδαμε παραπάνω τα κοινά χαρακτηριστικά του προγραμματισμού εφαρμογών όπως το HTTP και SMTP. Αυτά επεκτείνονται και σε άλλες εφαρμογές που δεν γνωρίσαμε, π.χ. FTP (File Tranport Protocol). Κεντρικά σημεία είναι το πρωτόκολλο, ο server προς τον οποίον απευθύνεται ο client, το port (θύρα) και ενδεχομένως ο συγκεκριμένος στόχος (τα αποκαλούμενα resources) μέσα στην εφαρμογή (π.χ. η σελίδα πού θέλομε να κατεβάσομε από τον server) – τούτο δεν αφορά το SMTP. Επιπλέον όλα συντελούνται με την ίδια χρήση των sockets, μέσω TCP. Όλα αυτά συντελούν στο να ομαδοποιηθούν τα παραπάνω σε κάτι ενιαίο γύρω από την έννοια του URL (Uniform Resource Locator). Οι σχετικές classes που προσφέρει η Java δεν περιορίζονται στην χρήση ενός εντοπιστή ενός στόχου μέσα στο διαδίκτυο (locator). Περιλαμβάνουν και την απόκτηση της πληροφορίας από / χρήση υπηρεσία του server με όλα όσα κάναμε παραπάνω με την διαχείριση και χρήση sockets. Άρα ουσιαστικά θα δούμε περίπου τα ίδια, αλλά σε ανώτερο και απλούστερο προγραμματιστικά επίπεδο.

Σαν τυπική λοιπόν περίπτωση, κατασκευάζομε ένα αντικείμενο της class URL και μετά ανοίγουμε (μέθοδος openStream της class URL) μία ανωτέρου επιπέδου σύνδεση. Τούτο δεν μας επιστρέφει πλέον ένα socket, αλλά ένα αντικείμενο της class InputStream, απ΄ όπου απλά διαβάζουμε τα δεδομένα:

```
InputStream uin = url.openStream();
BufferedReader in = new BufferedReader(new InputStreamReader(uin));
String line;
while ((line = in.readLine()) != null)
{process line;}
```

Είναι φανερό ότι οι παραπάνω ευκολίες περιορίζονται κυρίως στην άντληση πληροφοριών από το διαδίκτυο και δεν αφορούν οποιαδήποτε διαδικτυακή εφαρμογή.

Διαφοροποίηση μεταξύ URIs, URLs και URNs

Το URI (Uniform Resource Identifier) σαν γενικότερη έννοια (όχι όμως σαν κλάση – πατέρας στην κληρονομικότητα της Java), περιλαμβάνει τις περιπτώσεις του URL (Uniform Resource Locator) πού είδαμε παραπάνω, αλλά και το URN (Uniform Resource Name). Επίσης το URI καθορίζει μόνον στο πώς αναφερόμαστε σε έναν πόρο (στόχο, resource - URI reference) και δεν έχει λειτουργικές δυνατότητες (δηλ. μεθόδους) για την πρόσβαση σε αυτόν, όπως είδαμε παραπάνω. Διατυπωμένο αλλιώς: η πολυπλοκότητα της σύνταξης των αναφορών σε πόρους δημιούργησε την ανάγκη η class URI να ασχολείται με

την ονοματολογία την ίδια, ώστε να διευκολύνεται η class URL στην καθ΄ αυτό πρόσβαση. Το URI είναι ένας γενικός όρος για ονόματα και διευθύνσεις διατυπωμένα σε μορφή text (και όχι π.χ. σε μορφή binary). Το URL είναι ένα σύνολο εκφράσεων URI που περιέχουν τον άμεσο τρόπο πρόσβασης μέσω Internet.
Ξεκινώντας από μερικά παραδείγματα URL, όπως

http://maps.yahoo.com/py/maps.py?csz=Cupertino+CA
ftp://username:password@ftp.*yourserver*.com/pub/file.txt
mailto:cay@*anybody*.com
αλλά και file:///d:/*somefolder*/... (αρχείο στο localhost)

καταλαβαίνουμε την ανάγκη η class URI να ορίζει τον συντακτικό κανόνα

[scheme:]schemeSpecificPart[#fragment]

με προαιρετικά πεδία ([]) και το '#' να κατέχει την θέση προκαθορισμένων συμβόλων (π.χ. '?', '+', κλπ). Επιπλέον σε ένα προγραμματιστικό περιβάλλον μπορούμε για διευκόλυνση να ορίζομε το URI σχετικά: όταν το πεδίο 'scheme:' υπάρχει, αποκαλούμε το URI απόλυτον (absolute), αλλιώς είναι σχετικό (relative). Όταν, όπως στην τρίτη πάνω περίπτωση, το schemeSpecificPart δεν περιλαμβάνει '/', τότε καλείται ημιδιαφανές (opaque). Ένα απόλυτο και μη-ημιδιαφανές (absolute non-opaque) URI, ή ένα σχετικό URI είναι πάντα ιεραρχικό, π.χ.

```
http://java.sun.com/index.html          // absolute non-opaque
../../java/net/Socket.html#Socket()     // relative
```

πράγμα αναμενόμενο, εφόσον κινούμεθα προς συγκεκριμένη διαδικτυακή διεύθυνση, και κατόπιν στην ιεραρχία αρχειοθέτησης μέσα σε αυτήν. Τέλος το fragment έχει σημασία μόνο μέσα στα πλαίσια του συγκεκριμένου πόρου και δεν αφορά την διαδικασία εντοπισμού του πόρου αυτού.

Σε αναλογία με τα παραπάνω είναι και οι μέθοδοι πού διατίθενται στην class URI. Από την μία μας επιτρέπεται η σύνθεση τέτοιων δομών από τα επί μέρους, ή δίδοντας έτοιμο το σχετικό string

```
URI(String scheme, String host, String path, String fragment)
URI(String str)
```

και από την άλλη μία πλούσια επιλογή getXyz, μας επιτρέπει να πάρουμε τα επί μέρους (getPath, getPort, getFragment, getScheme) από το πλήρες URI. Τέλος, για να δούμε και την συσχέτιση, η myURI.toURL() επιστρέφει ένα αντικείμενο της class URL κατασκευασμένο από το αντικείμενο myURI της class URI.

Άντληση Πληροφορίας από Web Server με URLConnection

Επανερχόμενοι αποκλειστικά στο HTTP, εξετάζουμε πάλι την περίπτωση άντλησης πληροφορίας από έναν web sever. Αυτή ως γνωστόν γίνεται μέσω του μηνύματος GET, το οποίο όμως εδώ θα κατασκευάζομε προγραμματιστικά και όχι συντάσσοντας 'με το χέρι'

ολόκληρο το μήνυμα, όπως πριν. Με ανάλογο προγραμματιστικά τρόπο, θα αναλύομε και το μήνυμα απόκρισης (HTTP response) που θα μας έρθει από τον (web) server. Προς τούτο διατίθεται η class URLConnection με περισσότερες δυνατότητες από την class URL. Καμία εκ των δύο δεν είναι απόγονος της άλλης, και οι δύο απορρέουν απ΄ ευθείας από την class Object. Εφόσον όλα τα απαιτούμενα για την σύνδεση στοιχεία είδαμε ότι περιλαμβάνονται στο url, τι περιμένουμε εδώ επί πλέον από τα παράδειγματα που δείξαμε παραπάνω; Η απάντηση είναι ότι τώρα διαμορφώνουμε προγραμματιστικά την επικεφαλίδα του μηνύματος GET καθώς και τις συνθήκες υπό τις οποίες αυτή θα **αποσταλεί** από τον client. Η διαμόρφωση αυτή κατευθύνει και τον web sever σε ιδιαίτερη για το εκάστοτε GET συμπεριφορά πριν αποκριθεί. Το ίδιο θα συμβεί και με την επικεφαλίδα της απόκρισης, από την οποία θα αντλούμε προγραμματιστικά, ότι στοιχείο ενδεχομένως μας ενδιαφέρει. Τέλος το σώμα της απόκρισης θα μας διατίθεται μέσω InputStream, δηλ. θα εξισούται με το διάβασμα ενός αρχείου. Τα βήματα μίας τέτοιας διαδικασίας στην πλευρά μας (client) είναι:

(α) Άνοιγμα (προετοιμασία) της σύνδεσης με

URLConnection mycon = url.openConnection();

απ΄ όπου αποκτώμε το αντικείμενο mycon της Class URLConnection. Από εδώ και πέρα θα απευθυνόμεθα σε αυτό για τα περαιτέρω.

(β) Καθορισμός των συνθηκών της σύνδεσης (request properties) με μεθόδους σαν τις

```
setDoInput (tue);          //  αυτό true και το επόμενο false προκειμένου για GET
setDoOutput(false);        //  σημαίνει αποστολή GET και όχι POST !!
setIfModifiedSince;        //  ενδιαφέρει πληροφορία μόνο να αλλαξε μετά από ..
setUseCaches;              // εξέτασε πρώτα πιθανή πληροφορία σε cache του browser
setAllowUserInteraction;   // ενδιαφέρει μόνον για applets (δικαιώματά τους)
setRequestProperty;        // εμφάνισε πρώτα διάλογο για username, password - ότι δοθεί
τοποθετείται
                           // π.χ. στο ftp://username:password@ftp.yourserver.com/pub/file.txt
```

(κάθε μία από τις παραπάνω καλείται σαν mycon.Xyz() – οι παράμετροι δεν φαίνονται παραπάνω). Όλες αυτές οι μέθοδοι θα διαμορφώσουν κατάλληλα την επικεφαλίδα του GET που (ενδεχομένως!) θα αποσταλεί αλλά όχι μόνον αυτό. Προσδιορίζουν επίσης ιδιότητες στα δύο άκρα πριν γίνει η σύνδεση. Για παράδειγμα η σύνδεση (κλάση URLConnection, βλ. (γ) αμέσως παρακάτω) κατασκευάζει πάντα ένα input stream για να διαβάζομε σαν client από τον server αλλά όχι και ένα output stream. Όταν λοιπόν θελήσομε στη επόμενη παράγραφο να αναρτήσουμε πληροφορία στον server, πρέπει πρώτα να καλέσομε την μέθοδο mycon.setDoOutput(true), από τις παραπάνω.

(γ) Καθ' αυτό σύνδεση με

mycon.connect();

οπότε γίνεται η σύνδεση στο επίπεδο του socket αλλά και με τον συγκεκριμένο server και αποστέλλεται το GET. Αν όλα πάνε καλά, λαμβάνεται πίσω στον client το μήνυμα της HTTP response, το οποίο και εξετάζεται παρακάτω πάλι μέσω μεθόδων του αντικειμένου mycon.

(δ) Εξέταση της πληροφορίας στην επικεφαλίδα που επεστράφη (επικεφαλίδα του μηνύματος απόκρισης - HTTP response) με μεθόδους σαν

getContentType, getContentLength, getContentEncoding, getDate, getExpiration, getLastModified

Και πάλι, κάθε μία τις παραπάνω καλείται σαν mycon.Xyz(). Η σημασία τους είναι λίγο-πολύ προφανής, αν τις παραβάλομε με την πληροφορία που επιστρέφεται στην επικεφαλίδα της HTTP response. Γενικώτερα οι getHeaderFieldKey(n) και getHeaderField(n)

επιστρέφουν το όνομα και την τιμή του n–στου πεδίου της επικεφαλίδας, πάντα σαν κείμενο (String). Αν τέτοια δεν υπάρχουν επιστρέφεται 'null'.

(ε) πρόσβαση στην επιστρεφόμενη πληροφορία (body της απόκρισης = 'requested resource data') με getInputStream.

```
BufferedReader in = new BufferedReader(new
                                InputStreamReader(mycon.getInputStream()));
String line;
while ((line = in.readLine()) != null)
{
process line
}
```

Στο τελικό βήμα (ε) το InputStream είναι ακριβώς αυτό πού επιστρέφεται με την μέθοδο openStream της URL class. Πράγματι απλώς προσθέσαμε εδώ ιδιαίτερα για το HTTP ενδιάμεσα βήματα για καλύτερο έλεγχο του webserver, πάντα μέσα στο πρωτόκολλο HTTP. Η πλέον κοινότυπη διαδικασία για έναν client σαν απόρροια του βήματος (γ) είναι η παρουσίαση μίας επιστραφείσης σελίδας .html (περίπτωση web browsing). Θα δώσουμε μόνο ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα, καθόσον οι δυνατότητες και περιπτώσεις είναι πολύ εκτεταμένες.

```
import java.io.*;     // This program connects to an URL and displays the response header data
import java.net.*;  //  and the first 10 lines of the  requested data. Supply on the command line the URL and
import java.util.*; //  an optional username and password  (HTTP basic authentication).
 public class GETwithURL
 { public static void main(String[] args)
   { try
     {  String urlName;
       urlName = args[0];
       URL url = new URL(urlName);
       URLConnection mycon = url.openConnection();
       mycon.connect();
       // print header fields, i.e. the 'keys' (names) with their string values
       // until a key returns a null value
       int n = 1;  String key;
       while ((key = mycon.getHeaderFieldKey(n)) !=null)
           {  String value = mycon.getHeaderField(n);
              System.out.println("The Key '" + key + "' has value '" + value + "'");  n++; }
        System.out.println("----- Showing the getMethods of the mycon obj -----");
        System.out.println("getContentType: " + mycon.getContentType());
        System.out.println("getContentLength: " + mycon.getContentLength());
        System.out.println("getContentEncoding: " + mycon.getContentEncoding());
        System.out.println("getDate: " + mycon.getDate());
        System.out.println("getExpiration: " + mycon.getExpiration());
        System.out.println("getLastModifed: " + mycon.getLastModified());
        System.out.println("----------");
       BufferedReader in = new BufferedReader(new
       InputStreamReader(mycon.getInputStream()));
       String line;  n = 1;        // print first ten lines of contents
       while ((line = in.readLine()) != null && n <= 10)
                {  System.out.println(line);  n++;  }
     if (line != null) System.out.println(". . .");
     }  catch (IOException exception)  {  exception.printStackTrace();  }
   }
}
```

Κώδικας 3.1. Διαχείριση του GET μέσω URLConnection

Δοκιμάζομε τον παραπάνω κώδικα δίδοντας το επιθυμητό URL στην command line, π.χ.
java GETwithURL "file:///d:/.../..." (περίπτωση τοπικού αρχείου)
Σαν πηγή πληροφορίας δοκιμάζουμε οποιαδήποτε από τις περιπτώσεις URL, που γνωρίσαμε πιό πάνω (http:, ftp:, file:). Με το παραπάνω πρόγραμμα τυπώνουμε πρώτα τα πεδία (όνομα και τιμή) της επικεφαλίδας του μηνύματος που επιστρέφεται, μετά εξάγομε επιλεγμένη πληροφορία από την επικεφαλίδα και τέλος τυπώνουμε τις πρώτες δέκα γραμμές του σώματος. Οτιδήποτε είναι κείμενο (text) εμφανίζεται χωρίς πρόβλημα. Με το παραπάνω σημείο (β) δεν ασχολούμαστε. Δεν χρειάζεται εδώ (στο GET), καθόσον οι τιμές που θέτουν τα setDoInput (tue) και setDoOutput(false) είναι ήδη πάντα βαλμένες στον client σαν default. Διαφορετική είναι η κατάσταση με το POST, το οποίο τώρα θα εξετάσομε.

Αποστολή Πληροφορίας σε Web Server με URLConnection

Ας δούμε πως διαφοροποιούνται τα παραπάνω, όταν δεν στέλνομε στον server παραμέτρους μέσω GET προκειμένου να μας απαντήσει κατάλληλα, αλλά δική μας πληροφορία. Όταν η πληροφορία πού πρέπει να αποσταλεί στον (web) server είναι εκτεταμένη, έστω και στην μορφή πολλών ζευγών name/value pairs, καταφεύγομε στο μήνυμα POST. Η πληροφορία αυτή δεν ενσωματώνεται στην επικεφαλίδα σαν προέκταση του URL όπως στο GET, αλλά αποτελεί το σώμα του μηνύματος. Τα βήματα τώρα στην πλευρά μας (client) είναι:

(α) Άνοιγμα (προετοιμασία) της σύνδεσης με
```
URLConnection mycon = url.openConnection();
```
απ΄ όπου αποκτώμε το αντικείμενο mycon της Class URLConnection. Από εδώ και πέρα θα απευθυνόμεθα σε αυτό για τα περαιτέρω

(β) Εκφράζομε μετά την επιθυμία μας για μία output connection.
```
mycon.setDoOutput(true);
```
Τούτο πρακτικά σημαίνει ότι θα σταλεί και σώμα από τον client, το οποίο θα πρέπει να διαβάσει ο server. Το σώμα αυτό πρέπει να γραφεί στην πλευρά του client σε ένα output stream. Η παραπάνω μέθοδος κάνει δυνατό το επόμενο βήμα.

(γ) Από το αντικείμενο mycon λαμβάνομε μία ροή εξόδου για να αποστείλουμε τα δεδομένα μας. Προκειμένου να στείλομε κείμενο, χειριζόμαστε αυτήν την ροή σαν PrintWriter:
```
PrintWriter out = new PrintWriter(mycon.getOutputStream());
```

(δ) Στέλνομε τα δεδομένα σαν name1=value1&name2=value2& κοκ
```
out.print(name1 + "=" + URLEncoder.encode(value1) + "&");
out.print(name2 + "=" + URLEncoder.encode(value2));
```
Τα παραπάνω θα αποτελέσουν το σώμα του μηνύματος, μετά από μία κενή γραμμή κάτω από την επικεφαλίδα του POST. Επίσης, το μήνυμα δεν μπορεί να φύγει πριν συμπληρωθεί αποθηκευμένο στο αντικείμενο out, καθόσον πρέπει πρώτα να υπολογισθεί και τοποθετηθεί στην επικεφαλίδα το μήκος του σώματος.

(ε) Τέλος κλείνομε το output stream (όχι την σύνδεση!) με
```
out.close();
```

και αναμένομε την απόκριση, την οποία διαβάζομε ακριβώς όπως πριν (βήμα (ε)). Η απόκριση αυτή ουσιαστικά μας ενημερώνει αν η πληροφορία ελήφθη κανονικά από την μεριά του server. Στο παραπάνω σημείο (δ) καλύψαμε την περίπτωση όπου το σώμα του μηνύματος είναι μία αλληλουχία ζευγών name/value. Αυτή είναι η τυπική περίπτωση όταν απαντάμε σε μία 'φόρμα' που έχει ληφθεί προηγουμένως, κατά πάσα πιθανότητα με GET. Όλες οι απαντήσεις/επιλογές μας συγκεντρώνονται σαν τέτοια ζεύγη (όνομα παραμέτρου και τιμή που πληκτρολογήσαμε για αυτή) και αποτελούν το σώμα του μηνύματος POST. Άλλη περίπτωση χρήσης του POST είναι όταν στέλνομε περιεχόμενο (ιστοσελίδα για ανάρτηση) στον web server.

Για να δούμε και τις δύο περιπτώσεις, πρέπει τώρα να στραφούμε στον server.

4. Η Πλευρά του Server

Η Java όπως και άλλες γλώσσες προγραμματισμού για το διαδίκτυο υπεισέρχονται στο περιβάλλον web και στον client (web client) και στον server (web server). Ο web client αποκαλείται και thin client. Όλες οι βαριές εργασίες (αναζήτηση πληροφοριών σε βάσεις, εκτέλεση της λογικής μίας εφαρμογής, κλπ.) μετατοπίζονται στον server. Ο server είναι υπερσύνολο του web server. Ο web server είναι αυτός πού επικοινωνεί με τους web clients κάτω από το περιβάλλον web πού εξετάζομε εδώ, ενώ ο server, ως υπερσύνολο, περιλαμβάνει με συγκεντρωτικό τρόπο την εκτέλεση των υπολοίπων αναγκαίων διαδικασιών που ενδεικτικά αναφέρθηκαν. Είναι αξιοπερίεργο ότι το διαδίκτυο προάγει τελικά μία συγκεντρωτική αντιμετώπιση. Αντί για κατανομή των διεργασιών, μετατοπίζει την πλειοψηφία τους στον server. Εν τούτοις το σημαντικό πλεονέκτημα που έχει πλέον εδραιωθεί, είναι η απλούστευση και γενίκευση του client. Ουσιαστικά έχομε να κάνομε κυρίως με τους δύο επικρατήσαντες browsers (Internet Explorer και Netscape), οι οποίοι μάλιστα έχουν και σχεδόν τα ίδια χαρακτηριστικά. Το πρωτόκολλο HTTP, ο browser και οι mark up γλώσσες HTML, XML αποτελούν τελικά την παγκοσμίως αποδεκτή βάση του δικτυακού προγραμματισμού. Με το HTTP μεταφέρομε την πληροφορία και μάλιστα υπό την μορφή σελίδων αποτελουμένων από χαρακτήρες (ASCII). Μέσα σε αυτές περικλείονται τα πάντα (χαρακτήρες, κείμενα πολυμέσων, κώδικας προς εκτέλεση). Ο τελικός και μόνος αποδέκτης είναι ο browser ως παγκόσμια μηχανή παρουσίασης στον χρήστη καθώς και συλλογής των αντιδράσεών του. Για όλα αυτά διατίθενται διάφορες τεχνικές λύσεις στην πλευρά του server (στατικές σελίδες .html, servlets, δυναμικές σελίδες JSP, ASP, κλπ), αλλά η συγκεκριμένη συνεισφορά της Java είναι και για τον client (τα applets) και για τον server (τα servlets). Το applet είναι κώδικας που καταλήγει ενσωματωμένος σε HTML σελίδα για εκτέλεση στον client. Το servlet προσφέρει την δυνατότητα αλληλεπίδρασης των λειτουργιών στον server σύμφωνα με όσα ανταλλάσσονται με τον browser.

Το Servlet

Όλα τα servlets (που διατίθενται μέσω είτε της GenericServlet class είτε της HttpServlet class) πρέπει να πραγματοποιούν το Servlet interface (δηλ. πρέπει να πραγματοποιούν όλες

της μεθόδους που ορίζονται σε αυτό). Όλα αυτά περιέχονται στα javax.servlet και javax.servlet.http packages της Java. Ιδιαίτερα το HttpServlet ορίζει εκείνες τις μεθόδους και interfaces που επιτρέπουν στον web server να ανταποκρίνεται στην αλληλεπίδραση με τον web client (browser) μέσω του πρωτοκόλλου http, δηλ. ουσιαστικά να μπορεί να αντιμετωπίζει την άφιξη των μηνυμάτων GET και POST. Εξ αυτού ονομάζεται και HTTP server. Το Servlet interface του GenericServlet έχει τις εξής μεθόδους: Η void init(ServletConfig config) καλείται αυτόματα από τον server, ο οποίος δημιουργεί και το αντικείμενο ServletConfig πού περιέχει παραμέτρους αρχικοποίησης. Με την μέθοδο getServletConfig() ανακτάται πρόσβαση στις παραμέτρους αυτές, που εντάσσονται στο επιστρεφόμενο αντικείμενο ServletConfig. Με την getServletInfo() επιστρέφεται ένα String με διάφορες πληροφορίες για το δημιουργηθέν servlet (εκδότης του, version, κλπ) και με την void destroy() καθαρίζεται το servlet από τον server. Το περισσότερο όμως ενδιαφέρον για την κατ' εξοχήν λειτουργία και χρήση του servlet, έχει η

void service (ServletRequest request, ServletResponse response)

Εξειδικεύοντας τα παραπάνω interfaces, η HttpServlet class εγγενώς διακρίνει τις αιτήσεις GET και POST του πρωτοκόλλου HTTP μέσω των δυνατοτήτων πολυμορφισμού της Java. Έτσι μόλις καταφθάνει στον server μία αίτηση GET ή POST του client, δημιουργούνται τα δύο αντικείμενα httpServletRequest και httpServletResponse και καλείται η μέθοδος service, η οποία με την σειρά της καλεί, ανάλογα με το αν κατέφθασε GET ή POST, την μέθοδο doGet ή doPost. Αυτές είναι μέθοδοι της HttpServlet class και συνυπάρχουν μαζί με άλλες σχετικές και παρόμοιες, με τις οποίες δεν θα ασχοληθούμε περαιτέρω (doDelete, doOptions, doPut, doTrace). Οι doGet και doPost λαμβάνουν σαν ορίσματα τα ορίσματα httpServletRequest request και httpServletResponse response της μητέρας τους, δηλ της μεθόδου service. Ο προγραμματίζων σε περιβάλλον servlets δεν έχει τελικά παρά να γράψει τις δικές του εκδόσεις για την doGet ή την doPost (κλασσική μεθοδολογία 'method overriding' της Java). Σε αυτές το αντικείμενο request μας διαθέτει οτιδήποτε πληροφορία περιείχε το μήνυμα (σε επικεφαλίδα και σώμα), ενώ το αντικείμενο response προσφέρεται σε εμάς για να διαμορφώσομε την απόκρισή μας σαν server. Από αυτό το αντικείμενο response θα δημιουργηθεί το μήνυμα απόκρισης.

Μέσω των μεθόδων του αντικειμένου httpServletRequest μπορούμε να έχουμε

- την τιμή μίας παραμέτρου πού έχει στείλει ο client με GET ή POST. Δίδοντας το όνομα name (σαν String) της παραμέτρου, μας επιστρέφεται η τιμή της getParameter(name), πάλι σαν String. - το ίδιο γίνεται με array από String, συλλήβδην για πολλές παραμέτρους (μέθοδος String[] getParameterValues(String name)).
- την απαρίθμηση όλων των ονομάτων (χωρίς τιμές) των παραμέτρων πού μετέφερε το POST. Τώρα η getParameterNames() επιστρέφει ένα Enumeration.
- όλα τα cookies πού αποθηκεύει ο client, σαν array από Cookie objects (μέθοδος Cookie[] getCookies()).
- το HttpSession object, το οποίο κρατιέται στον server. Η μέθοδος HttpSession getSession(boolean create), επιστρέφει μία αναφορά σε ένα αντικείμενο session. Δίδομε την παράμετρο create σαν false, όταν υπάρχει ήδη session, αλλιώς δίδοντας true, αιτούμεθα την δημιουργία μίας session.

Με τα cookie και session θα ασχοληθούμε ειδικότερα παρακάτω.

Μέσω των μεθόδων του αντικειμένου httpServletResponse, μπορούμε

- να ανοίξουμε ένα stream εξόδου, οπότε γράφοντας κατόπιν σε αυτό, αναλαμβάνει ο server την αποστολή των γραφέντων στον client. Η ServerOutputStream getOutputStream() φτιάχνει ένα byte-based, ενώ η PrintWriter getWriter() ένα character-based stream εξόδου. Σχετικός είναι και ο ορισμός του τύπου κατά MIME, τον οποίον πρέπει να μάθει ο browser του client για να προσαρμόσει την εμφάνιση. Έτσι με την μέθοδο void setContentType (String type) ορίζομε τον τύπο, με πιο συχνή περίπτωση το type = "text/html".

- να προσθέσουμε ένα cookie, το οποίο θα καταφθάσει στον client για αποθήκευση πάνω στην επικεφαλίδα του HTTP response. Δίδομε ένα Cookie object με την μέθοδο void addCookie(Cookie cookie).

Η παρακάτω class επεκτείνει την HttpServlet προγραμματίζοντας την doGet σύμφωνα με τις επιθυμίες μας. Ενώ η doGet της αρχικής HttpServlet δεν κάνει τίποτε άλλο από το να ανταποκρίνεται στο GET request του http με την ένδειξη BAD_REQUEST() σαν απάντηση, εδώ την βλέπομε να αποστέλλει χρήσιμη πληροφορία. Τούτο επιτυγχάνεται μέσω του αντικειμένου response που δηλώνεται ως HttpServletResponse, δηλ. ως αυτό που απαιτεί σαν παράμετρο η doGet.

```
import javax.servlet.*;
import javax.servlet.http.*;
import java.io.*;

public class HTTPGetServlet extends HttpServlet {
    public void doGet (HttpServletRequest request,
                       HttpServletResponse response)
            throws ServletException, IOException
    {
        PrintWriter output;

        response.setContentType ("text/html") ;
        output = response.getWriter() ;

        StringBuffer buf = new StringBuffer()  ;
        buf.append( "<HTML><HEAD><TITLE>\n") ; // write here line-by-line the html for the desired page
        buf.append( "A simple servlet example\n") ;
        buf.append( "</TITLE></HEAD><BODY>\n") ;
        buf.append( "<H1>Welcome to servlets !</H1>\n") ;
        buf.append( "</BODY></HTML>") ;          // end of desired page
        output.println (buf.toString()) ;
        output.close (); // PrintWriter stream closed->buffer is flashed to client !!!
     }
}
```

Κώδικας 4.1. Το HTTPGetServlet, σαν στοιχειώδες servlet

Με την μέθοδο setContentType ορίζομε σαν text/html τον τύπο της απάντησής μας (ο γνωστός τύπος του MIME). Κατόπιν η αναφορά output ορίζεται σαν μία αναφορά σε αντικείμενο PrintWriter, ένα αντικείμενο της Java (μέσα στο java.io), που συμπεριφέρεται σαν εκτυπωτής, δέχεται δηλαδή σειριακά διαδοχικούς χαρακτήρες. Ένα τέτοιο αντικείμενο όμως μας διαθέτει εκ κατασκευής και το HttpServletResponse: με την μέθοδο getWriter μας επιστρέφει μια αναφορά (reference) σε αυτό την οποία ταυτίζομε με την δική μας

output . Από κει και πέρα, μπορούμε να κάνομε με το output όσα μας επιτρέπει η Java (append – προσθήκη κειμένου, println – 'εκτύπωση γραμμής', close ()). Όλα αντιστοιχούνται αυτόματα εδώ όχι βεβαίως σε πραγματική εκτύπωση, αλλά σε αποστολή προς τον web client του συρμού των χαρακτήρων μέσω μίας απόκρισης (response). Στην συγκεκριμένη περίπτωση ο συρμός είναι αυτός ο οποίος ως σελίδα html θα εμφανισθεί από τον browser. Τελικά η κλήση της μεθόδου doGet ενός αντικειμένου της class HTTPGetServlet, θα προκαλέσει την εμφάνιση της συγκεκριμένης σελίδας html στην οθόνη του web client.

Συνοπτικά, τι πετύχαμε με τον παραπάνω κώδικα; Ορίσαμε το τι θα κάνει ο web server όταν λαμβάνει GET. Η δουλειά μέχρις εδώ έγινε χάρις (α) στην αρχική εγκατάσταση του servlet στον web server (δεν εξηγήθηκε) (β) στις προπρογραμματισμένες δυνατότητες όλων των αντικειμένων των class GenericServlet και HttpServlet και (γ) στις πρόσθετες δυνατότητες πού προγραμματίσαμε κατά τον δικό μας σχεδιασμό της class HTTPGetServlet.

Η όλη χρήση του servlet είναι να στέλνει γραμμή προς γραμμή, με ενίοτε χιλιάδες διαδοχικές γραμμές println, την σελίδα .html στον browser. Βεβαίως σε επιλεγμένα σημεία μπορεί ο κώδικας να διαφοροποιεί την έξοδο αυτή, έτσι ώστε να έχομε τις λεγόμενες δυναμικές σελίδες. Πάντως παραμένει σαν γενικό χαρακτηριστικό των servlets το γεγονός ότι πρόκειται για κώδικα στον οποίο σε μεγάλο βαθμό είναι απλά ενσωματωμένη η HTML.

Για να προκαλέσομε την εμφάνιση της παραπάνω σελίδας, κτυπάμε τοπικά με τον browser

http://localhost:8080/<*κάποιο όνομα που οδηγεί στο HTTPGetServlet*>

πού προσδιορίζει το πρωτόκολλο (http), το μηχάνημα (εδώ localhost) όπου είναι εγκατεστημένος ο server, την πύλη 8080 όπου ο web server αναμένει αιτήσεις (request) των client, και κάπως τον αποδέκτη HTTPGetServlet. Βεβαίως δεν θα γίνει τίποτε αν δεν φροντίσομε τώρα να βάλομε τον κώδικα του servlet που δημιουργήσαμε στον server, μαζί με την επιπλέον πληροφορία που σχετίζεται με αυτόν.

Το Servlet μέσα στον Server

Η παρακάτω διαδικασία αποσκοπεί στο να δώσει στον server την πληροφορία για το πώς θα κατευθύνει τις αιτήσεις του client στα κατάλληλα αρχεία ή διαδικασίες που είναι εγκατεστημένες μέσα του. Ειδικότερα για τα servlets, υπάρχει μία προκαθορισμένη αρχιτεκτονική πού αποκαλείται servlet container. Αυτή συνυπάρχει μέσα στην γενική αρχιτεκτονική του εκάστοτε server και εδώ θα περιγράψομε την περίπτωση του Tomcat. Ο Tomcat είναι, μεταξύ των άλλων, ένας servlet container, δηλαδή ένα περιβάλλον μέσα από το οποίο εκτίθενται στο διαδίκτυο όσα εκτελούν τα διάφορα από αυτόν φιλοξενούμενα servlets. Τούτο ακριβώς θα δούμε ευθύς αμέσως. Ο Tomcat τρέχει σε ένα περιβάλλον ενός κοινού web ή HTTP server, στην συγκεκριμένη περίπτωση του Apache. Αυτός συνυπάρχει αλλά δεν φαίνεται στα παρακάτω, καθόσον ασχολείται στο να δέχεται και να αποστέλλει HTTP μηνύματα, περίπου όπως γνωρίσαμε πιο πάνω. Ο Tomcat (και ο Apache) ξεκινά / σταματά με το batch file startup / shutdown μέσα στο C:\jakarta-tomcat-3.3.2\bin.

Όπως θα δούμε μία εφαρμογή web πέραν του κώδικα (class file) του servlet, περιλαμβάνει συνήθως και άλλα συμπληρωματικά αρχεία. Όλα αυτά αποτελούν έναν κατάλογο (dir) με προκαθορισμένη δομή, το οποίον στην περίπτωσή μας ονομάζουμε myServletDir. Έχει την

παρακάτω δομή και τοποθετείται πάντα (όπως και κάθε άλλη παράλληλα εκτεθειμένη εφαρμογή) κάτω από το webapps του Tomcat. Τα πλαγιαστά είναι δικές μας ονομασίες, ενώ τα όρθια είναι ονόματα πού αναγνωρίζονται έτσι από τον Tomcat. Κατ' αρχήν φορτώνομε οποιοδήποτε στατικό αρχείο (π.χ. index.html, mytest.html ή ακόμη test.txt, κλπ.) κάτω από το folder *myServletDir*, δηλ. C:\jakarta-tomcat-3.3.2\webapps*myServletDir*\test.txt και το βλέπομε από τον browser με http://localhost:8080/*myServletDir*/test.txt. Ειδικά το index.html εμφανίζεται αν προσδιορίσομε μόνο http://localhost:8080/*myServletDir (*η default σελίδα της εφαρμογής μας). Αυτή είναι η απλούστερη εργασία κάθε web server.

myServletDir
index.html
mytest.html
WEB-INF
web.xml
classes
HTTPGetServlet.class
lib
other.jar
other_directories

Σχήμα 4.1. Ο κατάλογος myServletDir της εφαρμογής μέσα στον server
(dir του Tomcat, κάτω από το οποίο κρεμάμε αυτήν και άλλες εφαρμογές είναι το C:*jakarta-tomcat-3.3.2\webapps*)

Τώρα τοποθετούμε την μεταγλωττισμένη class του servlet μας σύμφωνα με το παραπάνω μονοπάτι:
C:\jakarta-tomcat-3.3.2\webapps*myServletDir*\WEB-INF\classes\ HTTPGetServlet.class
Χρειάζεται όμως και ένας λεγόμενος Deployment Descriptor (DD), ο οποίος καλείται πάντα web.xml, πάντα κάτω από το folder WEB-INF. Είναι σε μορφή .xml και δίνει όλες τις απαιτούμενες αντιστοιχήσεις μεταξύ του ονόματος της 'εφαρμογής', του ονόματος πού η εφαρμογή αυτή είναι γνωστή και προσβάσιμη από τους browsers και του ονόματος του αρχείου (εδώ java class), το οποίο την εκτελεί. Αυτά είναι και τα ελάχιστα στοιχεία, τα οποία και θα δούμε εδώ. Υπάρχουν και πάμπολλά άλλα, σχετικά με την έκθεση (deployment) της 'εφαρμογής' στο διαδίκτυο. Για να αναγνωρίζεται λοιπόν το servlet μας πάμε και διαμορφώνομε το αρχείο web.xml ως εξής (το editing με Notepad και μετά αποθήκευση σαν 'All Files' και προέκταση .xml)

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!--    Copyright 1999-2004 The Apache Software Foundation ...  -->

<!DOCTYPE web-app
   PUBLIC "-//Sun Microsystems, Inc.//DTD Web Application 2.2//EN"
   "http://java.sun.com/j2ee/dtds/web-app_2_2.dtd">

<!-- web-app element was originally found empty - the following are additions
     for the demonstration of HTTPGetServlet  -->
<web-app>
  <servlet> <!-- the following name will refer to the sepecified class -->
    <servlet-name>ServletDemo</servlet-name>
    <servlet-class>HTTPGetServlet</servlet-class>
  </servlet>
   <servlet-mapping><!-- the following (same) name will be called as the specified url patttern -->
                          so hitting http://localhost:8080/myServletDir/firstServletDemo/* (any thing) -->
                          will lead  to HTTPGetServlet      -->
    <servlet-name>ServletDemo</servlet-name>
```

```
    <url-pattern>/firstServletDemo/*</url-pattern>
  </servlet-mapping>
</web-app>
```

Σχήμα 4.2. Το web.xml σαν Deployment Descriptor της HTTPGetServlet.class

Η ενδιαφέρουσα πληροφορία είναι αυτή των στοιχείων servlet-name, servlet-class και url-pattern, το οποία και καθορίζουν τις παραπάνω αντιστοιχήσεις. Μέσα στο αρχείο web.xml ο συνδετικός κρίκος είναι το στοιχείο servlet-name πού του δώσαμε εμείς την αυθαίρετη τιμή ServletDemo. Αυτό μέσα στο στοιχείο servlet συνδέεται με τον κώδικα (το servlet-class), ενώ το ίδιο, χάριν του εξωτερικού κόσμου, συνδέεται μέσα στο servlet-mapping με το url-pattern. Με την πληροφορία αυτή μπορεί να εκτεθεί (deployed) η εφαρμογή πού εκτελεί το servlet είναι. Σηκώνουμε τον Tomcat, κτυπάμε από τον browser τον localhost, θύρα 8080, το γενικό αρχείο το οποίο περικλείει όλη την εφαρμογή μας (myServletDir), την ονομασία της εφαρμογής μας στο διαδίκτυο (firstServletDemo) και τίποτε (ή οτιδήποτε) μέσα σε αυτή, και μας εμφανίζεται η σελίδα πού δημιούργησε ο κώδικας του servlet, όπως τον γράψαμε πιο πάνω. Προφανώς ο Tomcat χρησιμοποίησε τις αντιστοιχήσεις που επισημάναμε για να γίνει η δουλειά. Ο εξωτερικός κόσμος (το διαδίκτυο) βλέπει όλη την δομή μέχρι το WEB-INF, αυτού μη συμπεριλαμβανομένου. Ειδικότερα ο κώδικας (HTTPGetServlet.class) δεν φαίνεται, παρά μόνον καλείται με το alias πού καθορίσαμε στο web.xml (firstServletDemo).

Τα όσα κάναμε παραπάνω μπορούν να γίνουν σύμφωνα με μία προτυποποιημένη γενίκευση. Η γενική ιδέα είναι ότι το folder webapps με το περιεχόμενό του είναι προσβάσιμο από το διαδίκτυο και περιέχει άλλους καταλόγους (folders) με εφαρμογές web. Μέσα σε καθεμία από αυτές έχομε στατικές σελίδες, αλλά για το WEB-INF, που περιέχει όλα όσα είδαμε πιο πάνω, και επίσης τους υποκαταλόγους lib και other_directories σε πιο εξελιγμένες περιπτώσεις. Κάθε παιδί του webapps είναι λοιπόν αυτόνομο και η κανονική διαδικασία επιτρέπει την εισαγωγή του σαν αρχείο .war (Web Application Archive - WAR). Αυτό είναι κάτι ανάλογο με τα .jar της Java, δηλ. όλη η δομή του παραπάνω σχήματος 2.5 συμπιεσμένη σε ένα μοναδικό αρχείο. Τέτοιο myServletDir.war μπορούμε να κατασκευάσομε με την εντολή

```
jar cvfM myServletDir.war WEB-INF index.html test.text
```

εκδιδόμενη μέσα από το myServletDir. Το κατασκευασθέν myServletDir.war τοποθετούμε μέσα στο webapps. Ο Tomcat, καθώς σηκώνεται, επεκτείνει αυτόματα όσα τέτοια αρχεία .war βρει κάτω από το webapps και δημιουργεί το ίδιο dir που εμείς φτιάξαμε 'χειροκίνητα'. Μπορούμε να αντιπαραβάλουμε στο σημείο αυτό τις άλλες προεγκατεστημένες εφαρμογές του Tomcat, δηλ. τα dir αρχεία ROOT, admin, examples, soap, με τα αντίστοιχα .war αρχεία, από τα οποία προήλθαν. Για να δούμε την εσωτερική δομή των τελευταίων απλά τα κτυπάμε δύο φορές. Μπορούμε να θεωρήσομε ένα τέτοιο αρχείο .war σαν αυτόνομη οντότητα που πραγματοποιεί μία εφαρμογή web και όταν τοποθετηθεί μέσα στον κατάλογο webapps κάθε servlet container και όχι μόνο του Tomcat.

Τα servlets φιλοξενούνται και εκτίθενται κατά στην αρχιτεκτονική του servlet container (εδώ Tomcat) μέσα σε έναν server (εδώ κρυμμένος Apache). Ο container, όπως είδαμε, είναι ένας τρόπος φορμαλισμού της σχέσης του ανεξαρτήτου κώδικα πού αντιμετωπίζει της αιτήσεις του client μέσα στο περιβάλλον του γενικότερου web server. Ο φορμαλισμός αυτός είναι γενικά αποδεκτός και έτσι το ίδιο αρχείο WAR, μπορούμε να το πάρομε και να το τρέξομε κάπου εκτός Tomcat. Τα servlets στην ουσία δεν είναι παρά classes της Java. Έχουν το προτέρημα να είναι σε ετοιμότητα στην μνήμη, ενόσω 'τρέχει' ο Tomcat. Δεν φορτώνονται δηλαδή την στιγμή πού καταφθάνει ένα μήνυμα από τον client. Αυτό δίνει

καλή χρονική απόκριση. Επειδή μένουν συνεχώς ενεργά μπορούν να κρατηθεί μέσα τους την πληροφορία πού δημιουργήθηκε κατά την απόκριση προς ένα μήνυμα και μετά την συμπλήρωση του κύκλου request (με GET ή POST) – response. Αυτός είναι ένας τρόπος να αποκτήσομε state (δηλ. δυνατότητα 'μνήμης') πάνω από το stateless HTTP. Άλλον τρόπο θα δούμε παρακάτω με τα cookies. Το βασικό μειονέκτημα των servlets είναι εύκολο να το δούμε ακόμη και στο απλοϊκό παράδειγμά μας. Αν μας ζητηθεί να αλλάξομε το ελάχιστο μέσα στην ιστοσελίδα που παράγει και αποστέλλει, χρειάζεται ξανά μεταγλώττιση της HTTPGetServlet.class, επαναδημιουργία του αρχείου .war (το οποίο δυνατόν να περιλαμβάνει και πάμπολλα άλλες classses), επανατοποθέτησή του στον server. Αυτό και άλλα σχετικά κάνουν δύσκολη την ανάπτυξη και έλεγχο πολύπλοκων εφαρμογών. Ο κύριος λόγος είναι ότι όλη η λογική της εφαρμογής και οι δομές των δεδομένων είναι περιπλεγμένα με όλες τις λεπτομέρειες της παρουσίασης, μέσα στον ίδιο κώδικα. Τα HTML statements ευρίσκονται σαν ορίσματα χιλιάδων εντολών εκτύπωσης, όπως οι μέθοδοι append της StringBuffer class, ή και η println της PrintWriter (βλ. Κώδικα 4.1).

Τέλος πολλά servlets, μέσα στον κοινό servlet container και το καθένα εξειδικευμένο για να απαντά τις διαφορετικές δυνατές αιτήσεις, αποτελούν μία εφαρμογή web (web application). Βασικό χαρακτηριστικό είναι, ότι χωρίς εμείς να κάνομε τίποτα, το περιβάλλον αυτό αντιμετωπίζει πολλαπλές κλήσεις από πολλούς clients προς την ίδια υπηρεσία συγχρόνως. Στην περίπτωσή μας εδώ, τούτο επιτυγχάνεται με το multi threading της Java.

Χρήση Cookies και Sessions

Ας δούμε κατ΄ αρχήν τους τρόπους αποστολής αιτήσεων με τα εκάστοτε δεδομένα τους από τον client στον server. Αυτό γίνεται με την ενσωμάτωση στοιχείων GUI (τα λεγόμενα controls) σε οποιαδήποτε σελίδα .html. Δημιουργούμε την παρακάτω σελίδα με Notepad και την σώνουμε σαν myClientPage.html (επιλογή 'All Files', επέκταση .html). Μετά την κτυπάμε δύο φορές και βλέπουμε τι εμφανίζει.

```
<!-- A form for selection of user choices (inputted data to be sent by GET)
     two text boxes, three radio buttons; , submit and reset buttons.   -->
<HTML>
<HEAD>  <TITLE>A form to be filled in and submitted </TITLE> </HEAD>
<BODY>
  <FORM ACTION="http://localhost:8080/somewhere"  METHOD="GET">
      <INPUT TYPE="text" NAME="firstName" >    Put your name<BR>
      <INPUT TYPE="text" NAME="lastName" >   ... and surname<BR>
      <STRONG>Select the Continent of your Destination:<br></STRONG>
     <PRE>
     <INPUT TYPE="radio" NAME="continent" VALUE="Europe">check here for Europe<BR>
     <INPUT TYPE="radio" NAME="continent" VALUE="Asia">check here for Asia<BR>
     <INPUT TYPE="radio" NAME="continent" VALUE="America" CHECKED>check here for
America<BR>
     </PRE>
     <INPUT TYPE="submit" VALUE="Submit">
     <INPUT TYPE="reset"> </P>
  </FORM>
</BODY>
</HTML>
```

Σχήμα 4.3. (Στατική) Σελίδα / Φόρμα στον browser

Αυτήν την σελίδα την αντιλαμβάνεται οποιοσδήποτε κοινός browser, ο οποίος εμφανίζει και τα σχετικά στοιχεία GUI. Επιπλέον ο browser, συμμορφούμενος με την παράμετρο METHOD=”GET” ή “POST”, αποστέλλει με πάτημα του ‘Submit’ τα δεδομένα της επιλογής μας αναλόγως, δηλ. με μήνυμα GET ή POST. Ο προορισμός είναι η τιμή σαν url της παραμέτρου ACTION. Πρόκειται για μία ΄φόρμα΄, η οποία ουσιαστικά συλλέγει και αποστέλλει τις επιλογές του καθήμενου μπροστά στον browser. Δεν έχομε ακόμη φροντίσει για την υποδοχή της στη μεριά του server, αλλά εν τούτοις βλέπομε να κωδικοποιούνται κατά το γνωστά στο GET οι τιμές πού έδωσε ο χρήστης. Η σελίδα η ίδια είναι στατική ακόμη και αν έχει κατεβεί αρχικά από κάποιον server. Δεν έχει δημιουργηθεί δυναμικά από κάποιο πρόγραμμα και σαν φόρμα είναι πάντα η ίδια. Με αυτήν θα εξηγήσουμε τα cookies και sessions. Σε αντίθεση με αυτήν η στοιχειώδης ΄φόρμα΄ πού δημιουργήσαμε και επιδείξαμε με το HTTPGetServlet είναι δυναμική. Δημιουργήθηκε από κάποιο πρόγραμμα (αυτό του servlet) που έτρεξε στον server, το οποίο κάλλιστα θα μπορούσε να την διαφοροποιεί ανάλογα με τα δεδομένα του περιβάλλοντος (π.χ. προηγούμενες επιλογές του χρήστη, κλπ).

Cookies

Τα cookies είναι πληροφορία που ο server μπορεί να αποθηκεύσει στον δίσκο του client. Η πληροφορία παραμένει προσβάσιμη από τον server για κάποιο χρόνο και κάτω από ορισμένες συνθήκες. Έτσι ένας server μπορεί, εξυπηρετώντας μεγάλο αριθμό clients, να συμπεριφέρεται στον καθένα με ελαφρά εξειδικευμένο τρόπο, χωρίς ο ίδιος ο server να είναι υποχρεωμένος να διατηρεί ένα τεράστιο όγκο πληροφορίας. Τυπική περίπτωση είναι όταν επισκεπτόμαστε μία ιστοσελίδα την επομένη ημέρα και βλέπομε αυτήν να θυμάται τις επιλογές που κάναμε την προηγουμένη. Η πληροφορία αυτή δεν κρατήθηκε στον server, αλλά στον ίδιο τον δικό μας client. Είναι άλλωστε χρήσιμη μόνον όταν ο συγκεκριμένος client, επανασυνδεθή στον ίδιο server.

Παραπάνω είδαμε τις μεθόδους των αντικειμένων httpServletRequest και HttpServletResponse. Όλη η σχετιζόμενη πληροφορία πάνω στην γραμμή μεταφέρεται στην επικεφαλίδα των μηνυμάτων HTTP όταν πρόκειται για GET και στο σώμα όταν πρόκειται για POST. Στον παρακάτω κώδικα CookieServlet, ο server δημιουργεί ένα cookie στον client, το οποίο μετά λαμβάνει υπ όψιν. Όλα τα cookies αποστέλλονται από τον client πίσω στον server μέσα σε κάθε GET προς τον συγκεκριμένο server, από τον οποίο έχουν αρχικά προέλθει. Πρακτικά δηλαδή υπενθυμίζει σε κάθε ευκαιρία στον server: σε εμένα, σαν client, είχες στείλει σε προηγούμενη σύνδεση αυτήν την πληροφορία. Βεβαίως τα cookies δεν μπορούν να συσσωρεύονται συνεχώς μέσα στον client. Συνήθως σβήνονται σύμφωνα με μία εκπνοή χρόνου (timeout) για το καθένα, αλλά και με άλλους τρόπους.

```
// Setting and Retrieving Cookies
import javax.servlet.*;
import javax.servlet.http.*;
import java.io.*;

public class CookieServlet extends HttpServlet {
  private String names[] = { "Europe", "Asia", "America", "Africa" };
  private String cities[] = { "Athens and Rome", "Peking and Amman",  "New York", "Cairo" };
```

```
public void doPost( HttpServletRequest request,                // reaction to the reception of POST
                HttpServletResponse response )   throws ServletException, IOException
{
  PrintWriter output;
  String conti = request.getParameter( "continent" );   // choice made will be sent back to client
  Cookie c = new Cookie( conti, getCities( conti ) );   // to be stored theree as a cookie
  c.setMaxAge( 120 );  // seconds until cookie removed
  response.addCookie( c );  // must preceede getWriter
  response.setContentType( "text/html" );
  output = response.getWriter();

   // send HTML page to client
  output.println( "<HTML><HEAD><TITLE>" );
  output.println( "Cookies" );
  output.println( "</TITLE></HEAD><BODY>" );
  output.println( "<P>Welcome to Cookies!<BR>" );
  output.println( "<P>" );
  output.println( conti );
  output.println( " is an interesting continent !" );
  output.println( "</BODY></HTML>" );
  output.close ();    // close stream
}
public void doGet( HttpServletRequest request,        // reaction to the reception of GET
                HttpServletResponse response )
                throws ServletException, IOException
{
  PrintWriter output;
  Cookie cookies[];

  cookies = request.getCookies(); // get client's cookies

  response.setContentType( "text/html" );
  output = response.getWriter();

  output.println( "<HTML><HEAD><TITLE>" );
  output.println( "Cookie with cities has been read !" );
  output.println( "</TITLE></HEAD><BODY>" );

  if ( cookies.length != 0 ) {                                  // many cookies !!
    output.println( "<H1>Recommended Destinations</H1>" );
    // get the name of each cookie
    for ( int i = 0; i < cookies.length; i++ )
      output.println(
        "In " + cookies[ i ].getName() + " we recommend to visit "
         + cookies[ i ].getValue() + "<BR>" );
  }
  else {
    output.println( "<H1>Sorry, no recommendation possible !</H1>" );
    output.println( "You did not select a continent or " );
    output.println( "the cookies have expired." );
  }

  output.println( "</BODY></HTML>" );
  output.close();    // close stream
}

private String getCities( String conString)
{
  for ( int i = 0; i < names.length; ++i )
```

```
      if ( conString.equals( names[ i ] ) )
        return cities[ i ];

    return "";  // no matching string found
  }
}
```

Κώδικας 4.2. Το CookieServlet για επίδειξη των cookies

Στον παραπάνω κώδικα

- η doPost δημιουργεί και αποστέλλει στον client ένα cookie, στο οποίο αποθηκεύει για το μέλλον την επιλογή μίας ηπείρου, πού έγινε στον client και ελήφθη στον server με μήνυμα POST (βλ. φόρμα DestinationSelection.html παρακάτω). Έρχεται δηλαδή από τον client μία παράμετρος με το όνομα continent, η τιμή της διαβάζεται με την μέθοδο getParameter (βλ. μέθοδο doPost) του αντικειμένου request και φτιάχνεται σαν cookie το ζεύγος των strings: η ήπειρος (String conti) και το String των πόλεων σε αυτή (String που επιστρέφει η getCities). Κάθε cookie είναι ένα ζεύγος ονόματος παραμέτρου / τιμής, π.χ. εδώ Europe= Athens and Rome. Μετά τίθεται σαν χρόνος ζωής του cookie τα 120sec και το cookie προστίθεται (addCookie) στο αντικείμενο response, ορίζονται τα υπόλοιπα στοιχεία της επικεφαλίδας του μηνύματος και κατά τον συνήθη τρόπο (διαδοχικά println) διαμορφώνεται το σώμα της απόκρισης. Με το output.close κλείνει η ροή αυτή και αποστέλλεται η απόκριση (response). Μέσα στην επικεφαλίδα της περιλαμβάνεται το cookie. Η απόκριση επιβεβαιώνει οπτικά με την σελίδα html στον χρήστη την επιλογή του, αλλά και προκαλεί την αποθήκευση της επιλογής αυτής μέσα στον δίσκο του.

- στην doGet διαβάζεται το cookie μέσα από την επικεφαλίδα του μηνύματος GET που κατέφθασε από τον client. Είπαμε παραπάνω ότι ο browser οφείλει χωρίς άλλη δική μας ενέργεια να στείλει στον server, όλα τα cookies πού έχει και έχουν προέλθει από αυτόν. Τα cookies ευρίσκονται στην επικεφαλίδα του GET και εξάγονται από αυτή μέσα στην doGet με ένα request.getCookies(). Από εκεί και πέρα δημιουργείται κατά τα γνωστά μία νέα σελίδα html, η οποία αποστέλλεται πίσω στον χρήστη.

Για την δοκιμή των παραπάνω φτιάχνομε και δύο ιστοσελίδες/φόρμες html στον browser μας. Και οι δύο έχουν την ιδιότητα της φόρμας, δηλαδή περιέχουν στοιχεία GUI με τα οποία ο χρήστης καθορίζει τις επιλογές του. Στην παρακάτω DestinationSelection.html έχομε αποκλειστική επιλογή με κουμπιά ="radio" και κουμπιά πατήματος για ="submit" και ="reset". Όλη η λειτουργικότητα αυτών είναι ευθύνη του (οποιουδήποτε !) browser. Αυτός είναι επίσης υπεύθυνος να αποστέλλει τα ζεύγη ονόματος /τιμής των παραμέτρων πού επιλέγει ο χρήστης. Αυτές ορίζονται μέσα στον .html κώδικα της φόρμας, για παράδειγμα NAME="continent" VALUE="Europe". Με πάτημα του submit, οι επιλογές φεύγουν προς τον server. Ποίος είναι αυτός καθορίζεται με το FORM ACTION= ... . Ορίζεται επίσης ο τρόπος αποστολής. Αυτός καλείται ΄μέθοδος΄, δηλ. METHOD="POST" ή στην άλλη φόρμα METHOD="GET". Η πρώτη θα προκαλέσει αποστολή μηνύματος POST με τις παραμέτρους στο σώμα του και κλήση της doPost() στον server, η άλλη αποστολή μηνύματος GET με τις παραμέτρους και τα cookies στην επικεφαλίδα του και κλήση της doGet() στον server.

```
<!-- A form for selection a of a continent. Selection to be sent by POST -->
<HTML>
<HEAD>
  <TITLE>Cookie will be written in our disc</TITLE>
</HEAD>
<BODY>
  <FORM ACTION="http://localhost:8080/myExamplesDir/firstCookieDemo"
                                                                    METHOD="POST">
    <STRONG>Select the Continent of your Destination:<br> </STRONG>
    <PRE>
    <INPUT TYPE="radio" NAME="continent" VALUE="Europe">check here for Europe<BR>
    <INPUT TYPE="radio" NAME="continent" VALUE="Asia">check here for Asia<BR>
    <INPUT TYPE="radio" NAME="continent" VALUE="America" CHECKED>check here for
America<BR>
    <INPUT TYPE="radio" NAME="continent"  VALUE="Africa">check here for Africa<BR>
    </PRE>
    <INPUT TYPE="submit" VALUE="Submit">
    <INPUT TYPE="reset"> </P>
  </FORM>
</BODY>

</HTML>
```

Κώδικας 4.3. Η φόρμα DestinationSelection.html με αποστολή μέσω POST

Στην παρακάτω DestinationSelection.html ο χρήστης απλά πατά το στοιχείο submit με τιμή "Recommend Cities" (ουσιαστικά εδώ το label πού τυπώνεται πάνω στο κουμπί). Αυτό προκαλεί αποστολή μηνύματος GET. Το ενδιαφέρον εδώ είναι ότι μέσα στην επικεφαλίδα του αποστέλλονται και τα cookies και μάλιστα χωρίς εμείς να γράψομε τίποτα ιδιαίτερο για αυτό.

```
<!-- Cities available from the chosen continent -->
<HTML>
<HEAD>
  <TITLE>Cookie taken into Account</TITLE>
</HEAD>
<BODY>
  <FORM ACTION="http://localhost:8080/myExamplesDir/firstCookieDemo"
      METHOD="GET">
    Press
    <INPUT TYPE=submit VALUE="Recommend Cities">
    for cities in your chosen continet
  </FORM>
</BODY>
</HTML>
```

Κώδικας 4.4. Η φόρμα CitiesRecommendation.html με αποστολή μέσω GET

Θα μπορούσαμε να εκθέσουμε την νέα εφαρμογή σε ένα τελείως ανεξάρτητο κατάλογο (π.χ. MyCookiesDir) κάτω από το webapps σύμφωνα με την γνωστή δομή του Σχήματος 4.1. Αντ' αυτού προτιμάμε να εκθέσουμε και το HTTPGetServlet και το CookieServlet μαζί για να γνωρίσομε και αυτήν την περίπτωση. Προς τούτο κατασκευάζομε ένα myExamplesDir και κάτω από αυτό το index.html και το WEB-INF. Μέσα στο τελευταίο

βάζομε το παρακάτω web.xml και το classes, όπου τίθενται και το HTTPGetServlet.class και το CookieServlet.class. Το νέο αρχείο WAR δημιουργείται μέσα από το myExamplesDir με

jar cvfM myExamplesDir.war WEB-INF index.html

και τίθεται κάτω από το C:\jakarta-tomcat-3.3.2\webapps. Το παλαιό HTTPGetServlet ενεργοποιείται τώρα με δύο τρόπους, κτυπώντας

είτε το νέο http://localhost:8080/myExamplesDir/firstServletDemo

είτε το παλαιό http://localhost:8080/myServletDir/firstServletDemo

(υποτίθεται ότι συνυπάρχουν κάτω από το webapps και το myServletDir (με το web.xml του Σχήματος 4.2) και το myExamplesDir (με το web.xml του παρακάτω Σχήματος 4.4)).

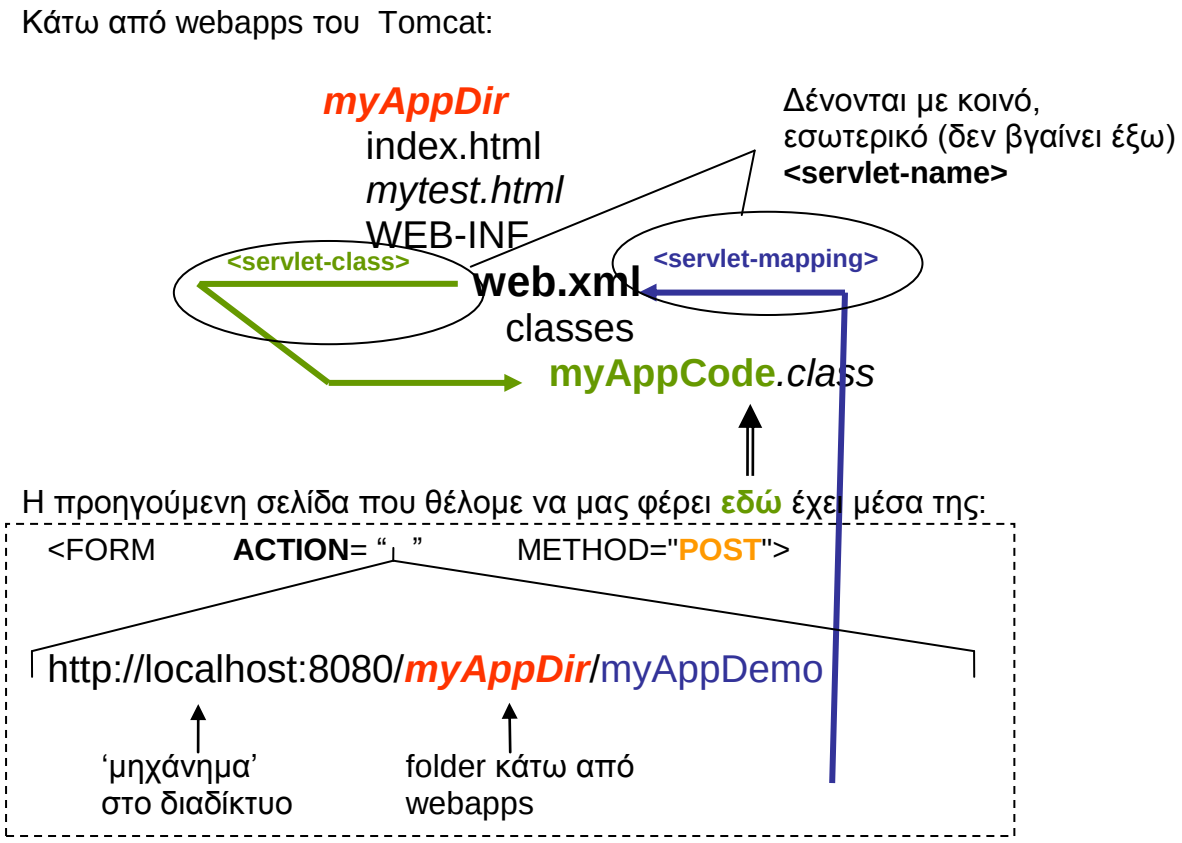
Στο παρακάτω web.xml βλέπομε πάλι τον συνδετικό ρόλο του στοιχείου servlet-name μεταξύ των στοιχείων servlet και servlet-mapping ξεχωριστά για κάθε μία από τις δύο εφαρμογές (HTTPGetServlet και CookieServlet).

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!--
  Copyright 1999-2004 The Apache Software Foundation
 -->

<!DOCTYPE web-app
   PUBLIC "-//Sun Microsystems, Inc.//DTD Web Application 2.2//EN"
   "http://java.sun.com/j2ee/dtds/web-app_2_2.dtd">

<!-- web-app element was originally found empty - the following are additions
     for the demonstration of HTTPGetServlet -->
<web-app>
  <servlet> <!-- the following name will refer to the sepecified class -->
    <servlet-name>ServletDemo</servlet-name>
    <servlet-class>HTTPGetServlet</servlet-class>
  </servlet>
  <servlet> <!-- the following name will refer to the sepecified class -->
    <servlet-name>CookieDemo</servlet-name>
    <servlet-class>CookieServlet</servlet-class>
  </servlet>

   <servlet-mapping><!-- the following (same) name will called as the specified url patttern
                         so hitting http://localhost:8080/myExamplesDir/firstServletDemo/* (any thing)
                         will lead  to HTTPGetServlet    -->
    <servlet-name>ServletDemo</servlet-name>
    <url-pattern>/firstServletDemo/*</url-pattern>
   </servlet-mapping>
   <servlet-mapping><!-- the following (same) name will called as the specified url patttern
                         so hitting http://localhost:8080/myExamplesDir/firstCookieDemo/* (any thing)
                         will lead  to CookieServlet  -->
    <servlet-name>CookieDemo</servlet-name>
    <url-pattern>/firstCookieDemo/*</url-pattern>
    </servlet-mapping>
</web-app>
```

Σχήμα 4.4. Το web.xml για δύο εφαρμογές (HTTPGetServlet.class και CookieServlet.class)

Η χρήση της πληροφορίας του παραπάνω web.xml από τον server στην διάρκεια της εκτέλεσης της εφαρμογής web ανακεφαλαιώνεται στο παρακάτω Σχήμα 4.5. Για λόγους ταχύτητας η πληροφορία αυτή δεν εξάγεται από το web.xml την ώρα της εκτέλεσης. Ο

server διαβάζει τα web.xml όλων των εφαρμογών web που του έχουν ανατεθεί (όλες σαν την myAppDir κάτω από το webapps) κατά το startup και ενημερώνει σχετικούς εσωτερικούς πίνακες.



Σχήμα 4.5. Η χρήση web.xml κατά την εκτέλεση της εφαρμογής

Και τέλος η δοκιμή. Πατάμε στον browser την φόρμα DestinationSelection.html και επιλέγομε μια ήπειρο. Με το submit η επιλογή μας φθάνει στον server, ο οποίος την επιβεβαιώνει. Κλείνομε τον browser. Το ίδιο το HTTP είναι stateless. Ρωτήσαμε / ζητήσαμε κάτι και λάβαμε την απόκριση, χωρίς κανένα παραμένον σημάδι (state). Και όμως εδώ αυτό δεν ισχύει διότι υπάρχουν τα cookies! Πατάμε λοιπόν μετά στον browser την φόρμα CitiesRecommendation.html, η οποία μας προσκαλεί να πατήσομε το κουμπί 'Recommend Cities'. Όταν το πατάμε, φαινομενικά δεν στέλνομε τίποτα, αλλά στα κρυφά πάει το cookie πίσω στον server. Έτσι βλέπομε το ΄μαγικό΄ να 'θυμάται' ο server την επιλογή μας για την ήπειρο. Η 'μνήμη' του όμως είναι στον client! Αν κάνομε πολλές διαδοχικές επιλογές μέσω DestinationSelection.html, θα δούμε πράγματι το αποτέλεσμα πολλών cookies. Όσο καθυστερούμε το πάτημα του 'Recommend Cities', τόσο θα 'ξεχνιούνται' οι επιλογές μας, καθώς θα σβήνονται στον client λόγω εκπνοής χρόνου τα αντίστοιχα cookies. Αν θέλομε να δούμε και την διαβίβαση των cookies, χρησιμοποιούμε τον TCP Monitor. Βεβαίως πρέπει τότε στις δύο ιστοσελίδες μας να κτυπάμε αυτόν και όχι κατευθείαν τον server. Βλέπομε λοιπόν, όταν π.χ. επιλέγομε διαδοχικά America, αμέσως μετά Europe και μετά κτυπάμε το CitiesRecommendation.html,

- μέσα στην απόκριση προς το POST μία ιδιαίτερη γραμμή της επικεφαλίδας να φέρει το cookie ως:
  Set-Cookie: America=New York; Expires ‘ακριβής χρόνος’

- μετά
  Set-Cookie: Europe=Athens and Rome; Expires ‘ακριβής χρόνος’

- και μέσα στο GET μία ιδιαίτερη γραμμή της επικεφαλίδας να φέρει δύο cookies διαχωριζόμενα με ‘;’:
  Cookie: America=New York; Europe=Athens and Rome

Είναι φανερό ότι η χρήση των cookies είναι απαραίτητη για να αποφευχθεί η κατάληψη πόρων στον server, όταν αυτός θέλει να θυμάται την προϊστορία της αλληλεπίδρασής του με μεγάλο αριθμό πελατών. Οι πόροι αυτοί του server συνίστανται σε μνήμη και σε κώδικα για την λογική διαχείρισης της πληροφορίας αυτής. Από την άλλη μεριά, τίθεται θέμα ασφάλειας όταν ο server, χωρίς καν να το γνωρίζομε γράφει και διαβάζει πληροφορία στον/από τον δίσκο μας. Όλοι οι browsers δίδουν τις δυνατότητες διαγραφής των cookies ή και πλήρους απενεργοποίησης του μηχανισμού αυτού, όπως εξηγείται παρακάτω.

Τέλος και μία δευτερεύουσα παρατήρηση. Όταν πατάμε το ‘Submit’ της DestinationSelection.html, εμφανίζεται σαν ‘Address’ στον browser η επιθυμητή διεύθυνση

http://localhost:8080/myExamplesDir/firstCookieDemo

χωρίς τίποτε άλλο (η φόρμα έχει POST και όχι GET). Όταν όμως πατάμε το ‘Recommended Cities’ της CitiesRecommendation. html εμφανίζεται

http://localhost:8080/myExamplesDir/firstCookieDemo?

Το τελευταίο ‘?’ υπάρχει εδώ λόγω του GET της φόρμας, δηλ. για να εισάγει την ακολουθία ενδεχομένων παραμέτρων που επιλέγησαν στην φόρμα. Εδώ βεβαίως δεν έχομε τίποτα, διότι στην περίπτωση αυτή τον ρόλο τους αναλαμβάνουν τα cookies.

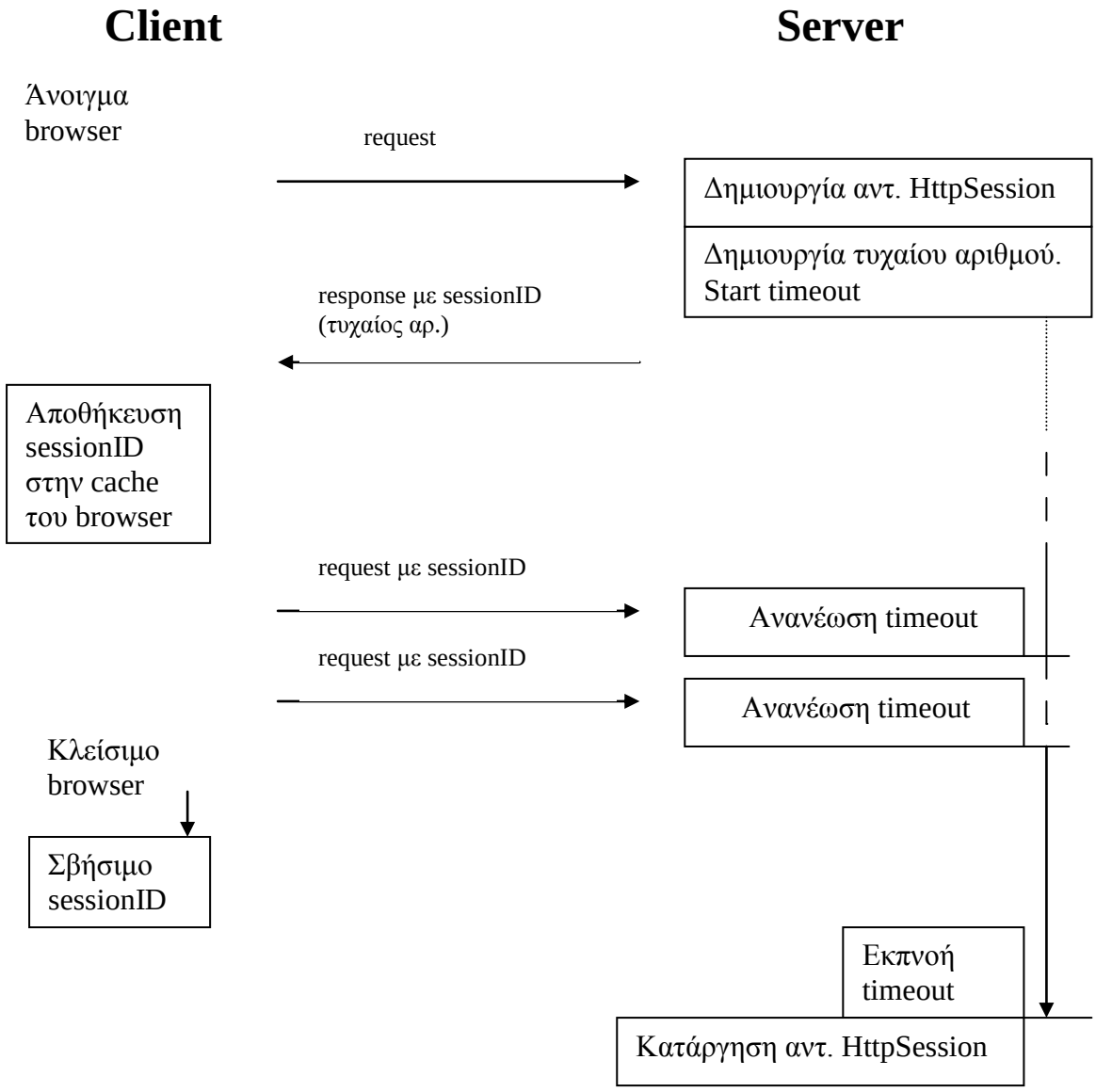
Session

Η δημιουργία ενός αντικειμένου της class HttpSession στον web server, είναι ένας εναλλακτικός τρόπος να κρατιέται πληροφορία σχετική με την σύνοδο, αλλά την φορά αυτή στον web server. Με την πρώτη άφιξη ενός GET μπορούμε να δημιουργήσομε αντικείμενο της HttpSession με την μέθοδο request.getSession(true) (του request object). Σε κάθε επόμενη άφιξη GET, η ίδια μέθοδος με παράμετρο false, μας επιστρέφει την αναφορά στο δημιουργηθέν αντικείμενο. Αν δηλαδή το mySession είναι ένα αντικείμενο HttpSession και το valueNames ένα array από String, με

```
mySession =  request.getSession(false);
valueNames = mySession.getValueNames() ;
```

παίρνομε τα ονόματα των παραμέτρων πού κρατιούνται στον web server στα πλαίσια αυτού του session. Το ενδιαφέρον είναι ότι η αναφορά στο αντικείμενο mySession διατηρείται μέσω

ενός και μοναδικού cookie, του sessionID (με τιμή έναν τυχαίο αριθμό δημιουργούμενο από τον server), σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα. Όσα ευρίσκονται μέσα σε περίγραμμα



Σχήμα 4.5. Η εξέλιξη του session και του sessionID cookie

συντελούνται αυτόματα, εφόσον στο servlet χρησιμοποιείται προγραμματιστικά session. Το sessionID cookie διατηρείται όχι στον δίσκο του client αλλά στην cache του browser. Αυτό σημαίνει ότι αν κλείσουμε τον browser, χάνεται το αποθηκευμένο sessionID και μαζί με αυτό κάθε τρόπος αναφοράς από τον client στο αντικείμενο session του server. Στην μεριά του server, το αντικείμενο session θα σβησθεί με timeout (της τάξεως των 20 λεπτών). Άρα συμπερασματικά:

- τα cookies εν γένει είναι ζεύγη ονόματος/τιμής παραμέτρων πού αποθηκεύονται στον δίσκο του client και διατηρούνται εκεί στην βάση ενός timeout

- ειδικά το sessionID cookie είναι ένα ζεύγος sessionID/τυχαίος αριθμός πού αποθηκεύεται στην cache του client και διατηρείται εκεί ενόσω μένει ανοικτός ο browser. Το sessionID αποστέλλεται σαν παράμετρος σε κάθε αποστολή από τον client στον server για να μπορεί αυτός να συνδέσει τον browser με την συγκεκριμένη 'συνομιλία' (session). Αν, για ένα συγκεκριμένο διάστημα, δεν έρχεται και πάλιν η παράμετρος αυτή από τον client στον server, σβήνεται στον server το αντικείμενο session.

Το παρακάτω συγκεκριμένο παράδειγμα είναι το ίδιο με αυτό του Κώδικα 4.1., αλλά πραγματοποιημένο με session αντί cookies.

```
// Using Session
import javax.servlet.*;
import javax.servlet.http.*;
import java.io.*;

public class SessionServlet extends HttpServlet {
  private String names[] = { "Europe", "Asia", "America", "Africa" };
  private String cities[] = { "Athens and Rome", "Peking and Amman",  "New York", "Cairo" };

  public void doPost( HttpServletRequest request,
                      HttpServletResponse response )
    throws ServletException, IOException
  {
    PrintWriter output;
    String conti = request.getParameter( "continent" );

//                      Replace the following 3 'cookie' lines
//Cookie c = new Cookie( conti, getCities( conti ) );
//c.setMaxAge( 120 );  // seconds until cookie removed
//response.addCookie( c );  // must precede getWriter
// BY
    //create a new session (with arg 'true')
    HttpSession session  = request.getSession(true);
    session.putValue(conti, getCities( conti ));
 //

    response.setContentType( "text/html" );
    output = response.getWriter();

    // send HTML page to client
    output.println( "<HTML><HEAD><TITLE>" );
    output.println( "Session" );
    output.println( "</TITLE></HEAD><BODY>" );
    output.println( "<P>Welcome to Sessions!<BR>" );
    output.println( "<P>" );
    output.println( conti );
    output.println( " is an interesting continent !" );
    output.println( "</BODY></HTML>" );
    output.close();    // close stream
  }

  public void doGet( HttpServletRequest request,
                     HttpServletResponse response )
                     throws ServletException, IOException
  {
    PrintWriter output;
```

```
//                      Replace the following 2 'cookie' lines
//     Cookie cookies[];
//     cookies = request.getCookies(); // get client's cookies
// BY
     //do not create a new session (with arg 'false')
     HttpSession session  = request.getSession(false);
     String contiNames[];

      if ( session != null )
          contiNames=session.getValueNames();
      else
        contiNames = null;


     response.setContentType( "text/html" );
     output = response.getWriter();

     output.println( "<HTML><HEAD><TITLE>" );
//   output.println( "Cookie with cities has been read !" );
     output.println( "</TITLE></HEAD><BODY>" );

//    if ( cookies.length != 0 ) {

      if ( contiNames != null && contiNames.length != 0 ) {
       output.println( "<H1>Recommended Destinations</H1>" );

//      for ( int i = 0; i < contiNames.length; i++ )
//         output.println(
//            "In " + cookies[ i ].getName() + " we recommend to visit "
//             + cookies[ i ].getValue() + "<BR>" );
//    }
      for ( int i = 0; i < contiNames.length; i++ ) {
         String val = (String) session.getValue(contiNames[i]);
         output.println(
              "In " + contiNames[i] + " we recommend to visit "
              + val + "<BR>" );
        }
      }

     else {
       output.println( "<H1>Sorry, no recommendation possible !</H1>" );
       output.println( "You did not select a continent or " );
       output.println( "the session has been terminated." );
     }

     output.println( "</BODY></HTML>" );
     output.close();    // close stream
  }

  private String getCities( String conString)
  {
    for ( int i = 0; i < names.length; ++i )
      if ( conString.equals( names[ i ] ) )
        return cities[ i ];

    return "";  // no matching string found
  }
}
```

Κώδικας 4.5. Το SessionServlet για επίδειξη της HttpSession

Φαίνονται σημειωμένες οι αλλαγές έναντι του αντίστοιχου servlet για cookies. Το αντικείμενο session της class HttpSession το αποκτώμε πάντα από το αντικείμενο request με

```
HttpSession session  = request.getSession(true);
```

Σε αυτό αποθηκεύομε τα ζεύγη όνομα παραμέτρου /τιμή πού θέλομε

```
session.putValue(conti, getCities( conti ));
```

Όταν μας ξαναμιλήσει ο client, αυτομάτως έχομε την αναφορά στο σωστό session (μέσω του sessionID cookie) και ανακτώμε το αντικείμενο session απλά με

```
HttpSession session  = request.getSession(false);
```

Από αυτό παίρνομαι το τι είχαμε αποθηκεύσει με

```
contiNames=session.getValueNames();
```

δηλ. κατ' αρχήν τα ονόματα των παραμέτρων (σαν vector). Ο σκοπός είναι προφανής. Ο server δεν χρειάζεται έξω από αυτήν την αντιμετώπιση του GET του συγκεκριμένου client, να θυμάται τίποτα, ενόσω ασχολείται με χιλιάδες άλλους. Όταν χρειασθεί, όπως εδώ, απλά ανατρέχει στο συγκεκριμένο αντικείμενο session. Αφού αποκτήσαμε τώρα τα ονόματα των παραμέτρων, ανακτώμε τις τιμές με

```
String val = (String) session.getValue(contiNames[i]);
```

Πρέπει πάντα να ελέγχομε αν η αναφορά στο session (δηλ το sessionID cookie) έχει πραγματικά σταλεί από τον client, αλλιώς τίποτα από τα παραπάνω δεν είναι δυνατόν. Ο δε client πιθανόν να μην ανταποκρίνεται στην διακίνηση των cookies όπως εμείς λογαριάζομε (βλ. επομένη παράγραφο).

Ακολουθώντας την γνωστή διαδικασία με προφανείς αλλαγές, μπορούμε να δοκιμάσουμε το SessionServlet με τις δύο φόρμες του client, την DestinationSelection.html και την CitiesRecommendation.html. Εδώ όμως πρέπει να ανοίξομε την δεύτερη χωρίς να κλείσουμε τον browser, αλλιώς εξαφανίζεται το SessionID cookie από την cache του. Με το TCP Monitor μπορούμε να δούμε και τον ρόλο του SessionID cookie.

Η Διαχείριση των Cookies στους Browsers

Ο χρήστης του browser έχει την δυνατότητα διαχείρισης των cookies. Συγκεκριμένα για τον

Firefox: Πατάμε Tools, Options και στην καρτέλα Privacy ανοίγουμε τα cookies. Μπορούμε να επιτρέψουμε την αποδοχή τους, να τα δούμε αποθηκευμένα, να σβήσομε τα αποθηκευμένα και με 'ask me everytime' στο 'Keep Cookies' να τα βλέπομε και να τα εγκρίνομε/απορρίπτομε καθώς έρχονται.

IE5: Πατάμε Tools, Internet Options και στην καρτέλα Privacy πατάμε Advanced, Override Cookie Handling και επιλέγουμε prompt.

Netscape:

Τα παραπάνω είναι πολύ χρήσιμα για την κατανόηση και το debugging των παραδειγμάτων με cookies και session. Μπορούμε να δούμε αν τα cookies ενεγράφησαν πραγματικά στον client (ή τον browser), καθώς και αν ο server αντιμετωπίζει σωστά την περίπτωση να μην ανακτά τα cookies (ή το sessionID cookie) από τον δίσκο του client (ή

την cache του browser), λόγω εκπνοής χρόνου, σβησίματος στον client, κλπ. Η cache του browser χάνει τα περιεχόμενά της όταν κλείσουμε τον browser.

Server-Side Scripting και Σχέση Servlets με JSP (JavaServer Pages)

Όπως είδαμε στο παραπάνω παράδειγμα, η συγγραφή κώδικα και σελίδων HTML με servlets είναι αρκετά κοπιώδης με συνεχείς χρήσεις της εντολής println. Αντίθετα η JSP (JavaServer Pages), έχει σαν βάση την HTML σελίδα, μέσα στην οποία μόνο για την πραγματοποίηση της αλληλοδραστικότητας, παρεμβάλλεται κώδικας Java. Αυτή είναι μία σελίδα .jsp, όπου παρεμβάλλεται κώδικας μέσα σε HTML, αντί HTML μέσα σε κώδικα. Στην πραγματικότητα η JSP βασίζεται στα servlets. Η μηχανή της JSP παράγει από την .jsp σελίδα πηγαίο κώδικα servlet. Την πρώτη φορά πού απαιτείται, μεταγλωττίζεται αυτός ο πηγαίος κώδικας σε ένα class file για την τρέχουσα και για κάθε μελλοντική χρήση. Έχουμε δηλαδή τα παρακάτω βήματα:

1. Ένας κοινός browser αναζητά (request) μία .jsp σελίδα
2. Ο server ανευρίσκει την αναζητηθείσα .jsp σελίδα και την παραδίδει στο 'JSP Servlet Engine'.
3. Την πρώτη φορά η .jsp σελίδα περνιέται από τον σχετικό parser, αλλιώς εκτελείται απ΄ευθείας το βήμα 7.
4. Δημιουργείται ο πηγαίος κώδικας του servlet από το αρχείο .jsp. Αυτόματα δημιουργείται σειρά από println statements ισοδύναμα ως προς την τελική εμφάνιση με τα γραμμένα σε HTML.
5. Ο πηγαίος κώδικας μεταγλωττίζεται σε class.
6. Δημιουργείται το servlet με κλήση των μεθόδων init και service.
7. Τα παραγόμενα από το servlet δεδομένα αποστέλλονται από τον server στον client για παρουσίαση σαν κοινή HTML σελίδα

Το παραπάνω σενάριο αποτελεί server side scripting: ο πιο κοινός browser κτυπά .jsp σελίδες στον server, σαν να ήταν σελίδες .html. Ο browser δεν αντιλαμβάνεται τίποτα, διότι ο server δεν τις αποστέλλει πριν εκτελέσει τον ενσωματωμένο κώδικα Java και δημιουργήσει εκ του αποτελέσματος καθαρά .html σελίδες. Αυτές είναι πού τελικά στέλνονται και τις οποίες εμφανίζει ο browser. Εφόσον εμπλέκεται κώδικας, οι σελίδες είναι δυναμικές, δηλ. αλλάζουν περιεχόμενο (ή και εμφάνιση) σαν αποτέλεσμα της εκτέλεσης του κώδικα στον server. Η αντίστοιχη τεχνολογία της Microsoft είναι η ASP (Active Server Pages), με την διαφορά ότι χρησιμοποιείται η VBScript αντί της Java. Υπάρχει και η περίπτωση της JavaScript μίας απλοποιημένης (και διαφορετικής) Java σε μορφή scripting γλώσσας. Υπάρχει και η περίπτωση του client-side scripting, όπου η σελίδα περιέχουσα JavaScript κατεβαίνει στον browser. Τότε αυτός, στην μεριά του (εφόσον έχει ενσωματωμένη δυνατότητα), κάνει την μετατροπή σε αμιγώς .html σελίδα και την παρουσιάζει. Το client-side scripting δεν είναι τόσο διαδεδομένο και δεν θα το εξετάσομε εδώ περαιτέρω.

Θα φτιάξουμε ένα παράδειγμα server-side scripting περίπου ανάλογο των προηγουμένων (Κώδικες 4.3, 4.4). Γράφομε σαν καθαρές .html εντολές, όσα ήταν πριν μέσα σε println(). Για το δυναμικό μέρος καταφεύγομε στην Java. Έτσι έχομε μέσα σε σελίδα .html τον κώδικα πάντα περικλειόμενο μεταξύ <%...%>. Στα σημεία αυτά πρέπει κανονικά μετά την εκτέλεση να δημιουργείται ένα τμήμα αποδεκτού κειμένου .html. Για πλήρη αντιστοιχία

παίρνομε την SessionServlet.class του παραδείγματος της παραγράφου Session και δημιουργούμε τις παρακάτω δύο Continent.jsp και Cities.jsp σελίδες.

```
..<%! private String names[] = { "Europe", "Asia", "America", "Africa" };
       private String cities[] = {"Athens and Rome", "Peking and Amman",
                                                  "New York", "Cairo" };
    private String getCities( String conString)
  { for ( int i = 0; i < names.length; ++i )
     if ( conString.equals( names[ i ] ) )   return cities[ i ];
     return "";  }                                    // no matching string found
 %>
<HTML><HEAD><TITLE>JSP FIRST PAGE</TITLE></HEAD>
<BODY>
  <% String conti = request.getParameter ("continent") ;
       session.putValue(conti, getCities( conti ));%>
  <P>Welcome to JavaServer Pages - JSP !<BR>
  <P>
    <%= "Good choice ! " +  conti  %>     is an interesting continent !
</BODY></HTML>
```

Κώδικας 4.6. Η Continent.jsp σελίδα δημιουργούσα session ανταποκρινόμενη σε POST

```
<%!private String names[] = { "Europe", "Asia", "America", "Africa" };
    private String cities[] = {"Athens and Rome", "Peking and Amman",
                                                  "New York", "Cairo" };
    private String getCities( String conString)
     {
       for ( int i = 0; i < names.length; ++i )
          if ( conString.equals( names[ i ] ) ) return cities[ i ];
        return "";  // no matching string found
     }
%>

   <HTML><HEAD><TITLE> JSP Second Page </TITLE></HEAD>
   <BODY>
    <% String contiNames[];
     if ( session != null )  contiNames=session.getValueNames();
    else
      contiNames = null;
     if ( contiNames != null && contiNames.length != 0 ) { %>

     <H1>Recommended Destinations</H1>
   <%
     for ( int i = 0; i < contiNames.length; i++ ) {
       String val = (String) session.getValue(contiNames[i]);
       out.println(
            "In " + contiNames[i] + " we recommend to visit "
            + val + "<BR>" );
        }
     }
    else { %>
      <H1>Sorry, no recommendation possible !</H1>
          You did not select a continent or the session has been terminated.
   <% }
    %>
  </BODY></HTML>
```

Κώδικας 4.7. Η Cities.jsp σελίδα υποστηρίζουσα session και ανταποκρινόμενη σε GET

Ο κώδικας, ο οποίος κανονικά θα ήταν ενσωματωμένος μέσα στην μέθοδο service του servlet παρεμβάλλεται οπουδήποτε θέλομε ανάμεσα σε '<%' και '%>'. Θυμίζομε ότι αυτό σημαίνει κώδικας ο οποίος προηγουμένως ήταν μέσα στην doPost ή doGet, μέθοδοι οι οποίες προέρχονται από την service. Χρησιμοποιούμε ακόμη και το

<%= *java expression giving String*; %>

για να βγάλομε κατευθείαν κείμενο για .html. Γενικός κώδικας, έξω από το doPost ή doGet (π.χ. η βοηθητική μέθοδος getCities και δηλώσεις γενικών μεταβλητών), πρέπει να περικλείεται μεταξύ '<!%' και '%>'. Τα αντικείμενα request, response, session (και άλλα) είναι γνωστά και χρησιμοποιήσιμα χωρίς περαιτέρω ενέργειες από μέρους μας, όπως είχαμε στις παραγράφους περί cookies και session. Το αντικείμενο out (έναντι του output) είναι επίσης χρησιμοποιήσιμο για την έξοδο κειμένου για το html. Η out.println("*some-string*") πού χρησιμοποιούμε είναι η προηγούμενη output.println("*someString*") και θα μπορούσε και αυτή να αντικατασταθεί με καθαρό html. Μένουν ανεξήγητες πολλές άλλες διευκολύνσεις και λεπτομέρειες, αλλά το τι συμβαίνει διαφαίνεται αρκετά καθαρά. Η κάθε σελίδα .jsp αυτόματα επιστρέφεται πίσω στα αντίστοιχα τμήματα της SessionServlet.class από την οποία εμείς (χειροκίνητα) την δημιουργήσαμε. Τέλος για το deployment απλώς θέτομε τις Continent.jsp και Cities.jsp μέσα σε ένα folder, π.χ. JspExamples, κάτω από το webapps και αλλάζομε τις διευθύνσεις σε

http://localhost:8080/JspExamples/Continent.jsp και
http://localhost:8080/JspExamples/Cities.jsp

μέσα στις δύο φόρμες. Κατά τα άλλα η συμπεριφορά του παραδείγματος δεν πρέπει να διαφέρει έναντι αυτού με session μέσα από servlet. Παρατηρούμε την αισθητή καθυστέρηση ανταπόκρισης, αλλά μόνον την πρώτη φορά που κτυπάμε την σελίδα .jsp. Όπως είπαμε, τότε γίνεται η δημιουργία της class ενός ισοδύναμου servlet. Από το σημείο αυτό, τούτο μένει στην μνήμη έτοιμο να ανταποκριθεί ταχύτατα όπως και στα προηγούμενα παραδείγματα. Σε επαγγελματικά περιβάλλοντα λαμβάνεται πρόνοια να μη υποστεί την καθυστέρηση αυτή ο 'πρώτος πελάτης' και προκαλείται από τον σύστημα μία εικονική κλήση για να επιτελεσθούν προκαταρκτικά τα ανωτέρω.

Αν φανταστούμε μία πραγματική εφαρμογή δυναμικών σελίδων με δεκάδες χιλιάδες γραμμές html για πολύπλοκες και (αισθητικά ωραίες) σελίδες με λίγες επιλογές και δυναμικά χαρακτηριστικά εδώ και εκεί, βλέπομε την κομψότητα πού επιτυγχάνομε με την JSP. Θα είχαμε χιλιάδες println να κατακλύζουν τις λίγες γραμμές λογικής μέσα στο αντίστοιχο servlet. Από την άλλη, αν κάνομε το παραμικρό συντακτικό λάθος μέσα στην .jsp σελίδα (είτε στον κώδικα, είτε στην σωστή αλληλουχία των οριοθετήσεων με την καθαρή html) βλέπομε μηνύματα σφάλματος πού ελάχιστη βοήθεια δίνουν. Επί πλέον δεν νοούνται δοκιμές και debugging έξω από το πλήρες περιβάλλον με την συμμετοχή του server. Ο λόγος βεβαίως είναι η πλήρης αυτοματοποίηση μέχρι την γλώσσα μηχανής και το deployment, στον οποίο δεν έχομε καμία συμμετοχή και δυνατότητα επέμβασης.

Ανεξαρτήτως τεχνολογίας (cookies, session, JSP, κλπ) το πλήρες σενάριο θα ήταν, την πρώτη φορά πού θα επισκεφθούμε το site να μας κατέβει η DestinationSelection σαν μία (στατική) σελίδα πού παίζει τον ρόλο φόρμας για αυτόν πού κάθεται στον browser. Αφού επιλέξομε την ήπειρο, κατόπιν να μας κατέβει μαζί με την επιβεβαίωση της επιλογής μας (δυναμικό μέρος) η CitiesRecommendation (άλλη στατική σελίδα σαν φόρμα), να πατήσομε το "Recommend Cities" και να μας επιστραφεί η τελική (δυναμική) σελίδα. Με την JSP είναι ζήτημα σχεδιασμού αν θα έχομε μία ενιαία σελίδα, ή αν η μία θα μας οδηγεί σε άλλη ξεχωριστή, όπως περίπου κάναμε εδώ. Και πάλιν θα έπρεπε το κοινό μέρος να μην επαναλαμβάνεται, αλλά να διατίθεται σε πολλές σελίδες, είτε σαν κοινή μέθοδος ή ορισμοί είτε να εντάσσεται με κάποιο 'include'. Για όλα αυτά υπάρχουν απαντήσεις μέσα στα πλαίσια των ενεργών σελίδων (JSP, ASP, PHP, κλπ).

5. Εισαγωγή στην XML

Η XML (Extended Mark-up Language) είναι μια δηλωτική γλώσσα πού ήρθε μετά την ASN1. Κύρια διαφορά είναι ότι στην XML χρησιμοποιούνται αποκλειστικά χαρακτήρες (character based, έναντι της ASN1 πού είναι bit coded). Επιπλέον η δομή της είναι ταυτοχρόνως πιο απλή αλλά και πιο εύκαμπτη. Από άλλη οπτική γωνία, στην XML ένα κείμενο χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση δομημένης πληροφορίας στο διαδίκτυο.

Όπως και στην HTML (Hyper Text Mark-up Language - και η XML - είναι γλώσσα πού επισημαίνει επιπλέον πληροφορία αναφερόμενη στο βασικό κείμενο. Στην XML προσδιορίζομε την πληροφορία αυτή με την βοήθεια ετικετών (tags), δηλ. με ένα αναγνωριστικό περικλειόμενο από <>. Με τις ετικέτες (tags) επιτυγχάνουμε το "markup". Tags υπάρχουν και στην HTML, π.χ. το ζεύγος <B> </B> ή το μοναδικό
. Αυτά όμως είναι προκαθορισμένα και σχετίζονται μόνο με την εμφάνιση του κειμένου. Τα tags της XML είναι προσδιορίσιμα ελεύθερα από τον χρήστη, ο οποίος μπορεί να τους δίδει και όποια σημασία αυτός ορίσει. Για τούτο πρέπει και πάντα να ζευγαρώνονται, δηλ. <text1>my car is here</text1>. Το αναγνωριστικό <text1> </text1> δεν προσδιορίζει αναγκαστικά το πώς θα εμφανισθεί το περικλειόμενο κείμενο (όπως θα έκανε το <B> </B> της HTML), αλλά μπορεί π.χ. να συνδυάζεται με μία ενέργεια, όπως θα καθορίζει δικός μας κώδικας που θα επεξεργασθεί το αρχείο XML. Το ζεύγος <text1> και </text1> ορίζει ένα **στοιχείο** (element), του οποίου το όνομα είναι το text1 και το περιεχόμενο οτιδήποτε περικλείεται μεταξύ του <text1> (opening tag) και του <text1> (closing tag).

Το επόμενο βήμα είναι η ενθυλάκωση (nesting) που δίδει την δύναμη να κατασκευασθούν στοιχεία με πολύπλοκη εσωτερική δενδρική δομή, π.χ.

```
<message>
   <to>you@yourAddress.com</to>
   <from>me@myAddress.com</from>
   <subject>XML Is Really Cool</subject>
   <text>
      How many ways is XML cool? Let me count the ways...
   </text>
  <another_text/>
</message>
```

Τα πυκνοτυπωμένα είναι tags (αναγνωριστικά), πάντα ζευγαρωμένα. Τόσο τα tags, όσο και η περικλειόμενη πληροφορία είναι πάντα κείμενο (text) (μία εξαίρεση παρακάτω). Η XML είναι εύκαμπτη, ευκόλως εννοούμενη, άλλα βεβαίως και σπάταλη σε κωδικοποίηση (text αντί bits). Στο παραπάνω παράδειγμα έχουμε στοιχεία με το όνομα message, to, from, subject, text, another_text. Το στοιχείο another_text είναι κενό (empty element) και αντί ζεύγους <another_text> (ανοίγοντος) και </another_text> (κλείνοντος tag), έχομε την συντομογραφία <another_text/>, πού ανοίγει και κλείνει συγχρόνως. Συνήθως, όπως παρατηρούμε και στο παραπάνω παράδειγμα, το περιεχόμενο του στοιχείου είναι άλλο (άλλα) ενθυλακωμένα στοιχεία, ή / και κείμενο (text). Ένα στοιχείο με περιεχόμενο μόνο κείμενο λέγεται text element. Επίσης για το περικλειόμενο κείμενο χρησιμοποιείται και ο ορισμός PCDATA (Parsed Character Data)), καθόσον το κείμενο αυτό λαμβάνεται υπ΄όψιν σαν ενιαία και ξεχωριστή οντότητα από τους parsers (βλ. παρακάτω).

Το πρώτο παράδειγμα είναι ένας κατάλογος διευθύνσεων (address book). Η πρώτη σειρά θα εξηγηθεί παρακάτω. Με cut & paste αντιγράψτε το παρακάτω κείμενο στο Notepad και σώστε το με .xml. Μετά ανοίξτε το με τον browser (IE5). Το παρακάτω αποτελεί ένα πλήρες κείμενο XML (XML document).

```
<?xml version="1.0"?>
<addressbook>
  <!-- This is my good friend Bob. -->
  <contact>
    <name>Bob Rizzo</name>
    <city>New York</city>
    <address>1212 W 304th Street</address>
    <state>New York</state>
    <zip>10011</zip>
    <phone>
      <voice>212-555-1212</voice>
      <fax/>
    </phone>
    <email>frizzo@fruity.com</email>
    <web>http://www.fruity.com/rizzo</web>
    <company>Bob&amp;apos;s Ratchet Service</company>
  </contact>

  <!-- This is my old college roommate Peter. -->
  <contact>
    <name>Peter Rosenberg</name>
    <address>1162 E 412th Street</address>
    <city>New York</city>
    <state>New York</state>
    <zip>10011</zip>
    <phone>
      <voice>212-555-1818</voice>
      <fax>212-555-1819</fax>
    </phone>
    <email>srosenberg@fruity.com</email>
    <web>http://www.fruity.com/rosenberg</web>
    <company>Rosenberg&amp;apos;s Shoes &amp;amp; Glasses</company>
  </contact>
</addressbook>
```

Παράδειγμα 5.1. Κείμενο addressbook.xml

Η δενδρική μορφή είναι προφανής και μπορούμε στον browser να ανοιγοκλείνουμε τα στοιχεία (φύλλα κάποιου βάθους). Παρατηρήστε επίσης πώς διαχωρίζονται τα σχόλια, πώς κλείνει ένα στοιχείο (element) που δεν έχει πληροφορία, (υπάρχει παραπάνω τέτοιο παράδειγμα), πώς γράφονται τα δεσμευμένα σύμβολα &, ‘. (το “ γίνεται " και τα <,> < , > αντίστοιχα – δοκιμάστε τα). Ο browser απλώς αντιλαμβάνεται και αποκωδικοποιεί το συντακτικό της δομής και την παρουσιάζει σαν δένδρο. Παραβιάζοντας την σύνταξη βλέπομε σχετικές παρατηρήσεις πού εκδίδει ο browser.

Μεταβλητές Ιδιοτήτων – Attributes

Κάθε στοιχείο (element) δυνατόν να έχει και ιδιότητες (attributes) οι μεταβλητές των οποίων μαζί με τις τιμές τους συντάσσονται σύμφωνα με το παράδειγμα

<movie type=”comedy” rating=”for adults” year=”1998”> …. </movie>

Το tag (movie) συνοδεύεται από ότι ο χρήστης θέλει να περιλάβει σαν ιδιότητες (comedy, rating, year). Κάθε μεταβλητή ιδιότητας φέρει σαν τιμή ένα text string. Η σημασία και χρήση των attributes είναι θέμα του χρήστη ή της εφαρμογής που επεξεργάζεται το XML. Κάθε μεταβλητή ιδιοτήτων θα μπορούσε να αποτελέσει υποστοιχείο (sub element), δηλ. το παραπάνω παράδειγμα θα μπορούσε να γραφεί σαν:

```
<movie>
        <type>comedy</type>
        <rating>for adults</rating>
        <year>1998</year>
</movie>
```

Το τι θα προτιμηθεί έγκειται συνήθως στην εμπειρία του προγραμματιστή (π.χ. ένα μακρύ κείμενο δεν θα ήταν κομψό ή πρακτικό να περιλαμβάνεται στις ιδιότητες).

Η πρώτη γραμμή <?xml version="1.0"?> αποτελεί εντολή προς τον parser (όλες οι εντολές αυτές περικλείονται από <? ?>), δηλ. το πρόγραμμα πού αποκωδικοποιεί την δομή του XML. Μέσα σε αυτήν την εντολή το ‘version’ είναι μεταβλητή ιδιοτήτων. Το string xml είναι δεσμευμένη λέξη και δεν μπορείτε να χρησιμοποιηθεί για attribute, ούτε για tag.

Άλλα Περιεχόμενα Στοιχείου

Πέραν του κειμένου, μπορούμε να περιλάβουμε οποιαδήποτε κωδικοποιημένη ή μη ψηφιακή πληροφορία (εικόνα, video), η οποία όμως περικλείεται από <![CDATA[..]]>. Ο όρος CDATA (Character Data) είναι σε αντίθεση με τον PCDATA (Parsed CDATA), δηλαδή η CDATA δεν υπόκειται σε parsing. Ο parser αγνοεί το περικλειόμενο, το οποίο διοχετεύεται όπου προβλέπει η εφαρμογή.

Ένα πλήρες κείμενο XML (XML document), είναι ένα αρχείο text (δημιουργημένο με Notepad, Word, κάποια εφαρμογή κλπ) το οποίο έχει την κατάληξη .xml. Περιέχει μία και μόνη δενδρική δομή, κάτω από μία και μοναδική ρίζα. Το στοιχείο ρίζας (root element) συμβολίζεται γενικά με / και δεν φαίνεται στο αρχείο κειμένου που αντιπροσωπεύει το .xml. Ακριβώς κάτω από την ρίζα υπάρχει το μοναδικό document element, στα παραπάνω παραδείγματα έχομε /addressbook, /movie. Το document element (addressbook, movie) δεν χρειάζεται αναγκαστικά να συμπίπτει με το όνομα του αρχείου. Έτσι κάθε κείμενο XML παρομοιάζεται με ένα σύστημα αρχειοθέτησης με root directory το .xml αρχείο, folders, subfolders τα elements και files το περιεχόμενο των elements. Αυτή η αναλογία βοηθά μνημοτεχνικά την κατανόηση της δομής του XML, χωρίς όμως περαιτέρω προεκτάσεις.

Παράδειγμα

Το παρακάτω vehicles.xml εμπεριέχει όσα παρουσιάσθηκαν παραπάνω και θα χρησιμεύσει στην κοινό κείμενο εφαρμογής μεθόδων και τεχνολογιών για την επεξεργασία XML κειμένων.

```
<?xml version="1.0"?>

<!--This is the way to write a comment-->
<vehicles>The root element (must be exactly one) is opened; this the first opening tag
    <cars type = "passenger car">
      <sedan no_doors="4"/><!--This was both an openening and a closing tag-->
      <jeep price="high">Another jeep defined below</jeep>
      <formula1 price= "very high">
              <![CDATA[<tag_to_be_ignored>Whatever placed here remains unparsed,
                </tag_to_be_ignored>, etc, qwerty, <, !, ""=,  ASDD, etc,...]]>
      </formula1>
     </cars>

    <trolleys/><!--only a placeholder - to be expanded later-->

    <ambulances type ="public use" importance="1">
            <?targetdatabase SELECT * FROM Hospitals?>
    </ambulances>

    <jeeps type="military car" importance="2">
       <jeep price="3000" colour="brown" user="army"/>
       <jeep price="5200" user="navy" colour="gray"/>
       <jeep price="2800" colour="blue" user="air force"/>
    </jeeps>

    <lories>
        Some text belonging to 'lories'
       <lory1 no_of_axes="2" tons="three">lory one text</lory1>
       <lory2 no_of_axes="6" tons="14">
            <traction motor="400PS" no_of_axes="3"/>
            <tender lenght="15.53m" no_of_axes="3"/>
       </lory2>
       More text belonging to 'lories', placed between its subelements
       <military_lory/>
    </lories>

</vehicles>
<!--the root element has just been closed; this is necessarily the last closing tag-->
```

Παράδειγμα 5.2. Το κείμενο vehicles.xml (θα χρησιμοποιείται και παρακάτω)

Namespaces

Με τα namespaces εξασφαλίζεται ελευθερία και ανεξαρτησία στην επιλογή του κειμένου των tags, δηλαδή στην ονοματοδότηση των επί μέρους στοιχείων (elements) ανάμεσα σε διαφορετικά κείμενα. Ας υποθέσομε ότι ένα στοιχείο υπάρχει σε διαφορετικά κείμενα με το ίδιο όνομα.

Δηλαδή έχομε <any_tag>text1</any_tag> στο doc1.xml και <any_tag>text2</any_tag> στο doc2.xml. Αν τώρα φέρομε μαζί τα δύο αυτά στοιχεία, για παράδειγμα σε ένα τρίτο doc3.xml, δεν θα μπορούν να διαφοροποιούνται με βάση το όνομά τους. Η λύση έρχεται με ένα πρόθεμα και μία σύμβαση πού υποδηλοί το πού έχει ορισθεί το κάθε στοιχείο. Έτσι γράφουμε στο doc3.xml το tag του πρώτου σαν nsp1:any_tag και το tag του δεύτερου σαν nsp2:any_tag. Όλα τα στοιχεία πού ορίζονται τοπικά μέσα στο doc3.xml δεν φέρουν κανένα πρόθεμα, δηλαδή έχουν το default namespace. Επομένως δυνατόν να συνυπάρχουν και τα τρία tags: nsp1:any_tag, nsp2: any_tag και any_tag. Πώς όμως εξασφαλίζεται η μοναδικότης των προθεμάτων πού επιλέγονται ανεξάρτητα σε διάφορα σημεία του κόσμου; Τα ίδια τα προθέματα nsp1, nsp2 ορίζονται αποκλειστικά στο doc3.xml και διασυνδέονται με κάποια URIs, των οποίων η μοναδικότητα είναι έτσι ή αλλιώς εξησφαλισμένη. Έτσι μπορούμε να ορίσομε στην αρχή του δικού μας vehicles.xml (μέσα στο opening tag αυτού) τα nsp1, nsp2

```
<vehicles xmlns:it= "http://www.italian_trolleys.com"
          xmlns:ru= "http://www.russian_trolleys.com">
```

και μετά να αναφερόμαστε στο κείμενο μας σε it:trolleys, ru:trolleys, τα οποία είναι διαφορετικά του δικού μας trolleys. Άρα τα namespaces δίδουν την δυνατότητα συσχέτισης στοιχείων ενός κειμένου XML με συγκεκριμένα URIs. Προσέξτε επίσης ότι αρκεί κάποιος ορισμός URIs στην αρχή του στοιχείου (συνήθως του root) όπου θα γίνει χρήση κάποιου namespace. Η χρήση κάποιου tag σαν it:trolleys, ru:trolleys μέσα στο κείμενο δεν απαιτεί σύνδεση με το αντίστοιχο URI, ούτε καν να είναι αυτό το URI υπαρκτό. Μπορούμε τώρα να αντικαταστήσομε μέσα στο στοιχείο <vehicles > την γραμμή <trolleys/><!--only a placeholder - to be expanded later--> με

```
  <it:trolleys design="elegant">Italian trolleys are very old and no longer in operation
    <it:capacity passenger_no="108"/>
  </it:trolleys>

   <ru:trolleys design="spartan">Russian trolleys are old and some are in operation
    <ru:capacity passenger_no="124"/>
   </ru:trolleys>

  <trolleys design="modern">Greek trolleys are new and many in operation
    <capacity passenger_no="132"/>
 </trolleys>
```

Παράδειγμα 5.3. Εισαγωγή των namespaces

Παραπάνω βλέπομε την χρήση των δύο ορισθέντων namespaces καθώς και του default, πού δεν φέρει κανένα πρόθεμα.

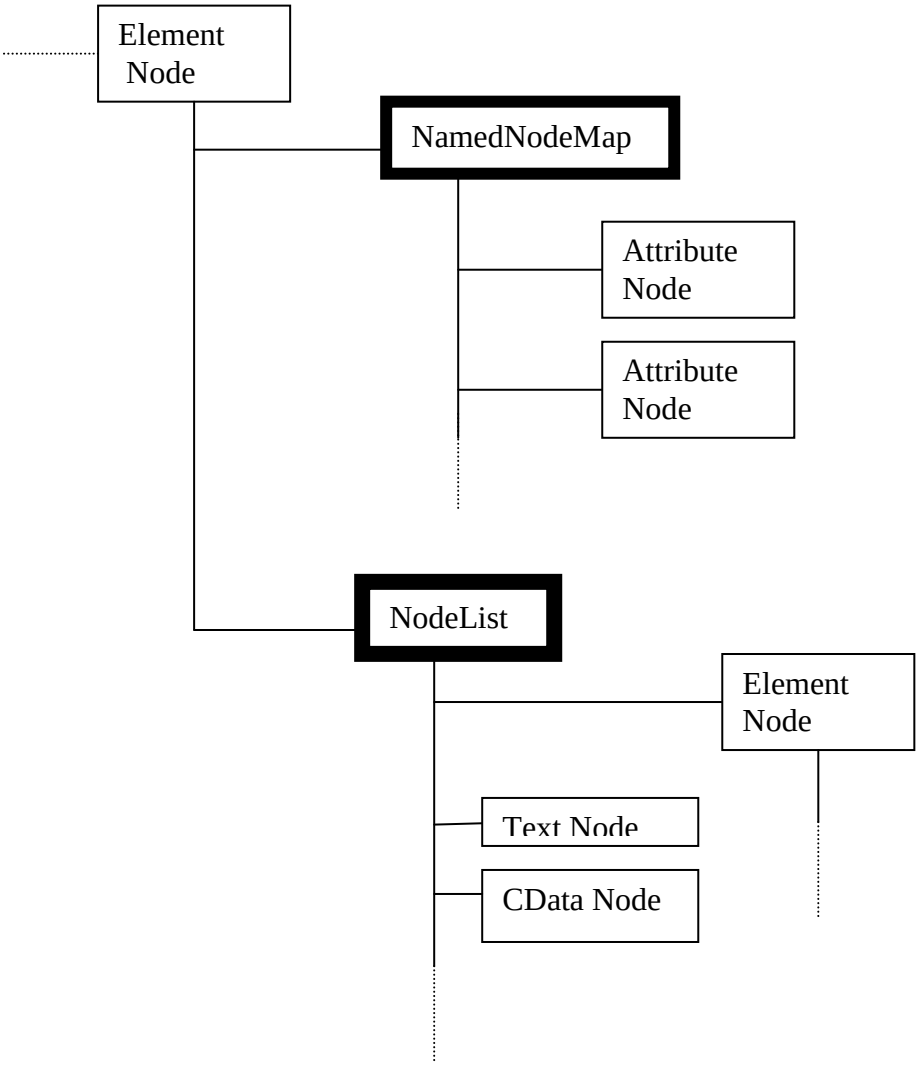
6. Σημασία και Χρήση της XML

Η σημασία της XML έγκειται στο γεγονός ότι διατίθενται έτοιμοι τρόποι σύνδεσης της δομής των κειμένων της με τα πλέον σύγχρονα προγραμματιστικά περιβάλλοντα. Τέτοια υπάρχουν για διάφορες γλώσσες, αλλά εμείς θα επικεντρωθούμε κυρίως στην Java. Στην διαδικασία αυτή εμπλέκεται πάντα ένας parser. Ο parser κατέχει κεντρικό ρόλο στην αντιστοίχηση και αλληλοσύνδεση της δενδρικής δομή του κειμένου XML με την αντίστοιχη (συνήθως αντικειμενοστραφή) δομή στην χρησιμοποιούμενη γλώσσα, με δεδομένο ότι το κείμενο XML είναι ένας συρμός χαρακτήρων ανταλλασόμενος μέσω μίας επικοινωνιακής σύνδεσης, ενός αρχείου στον δίσκο, κλπ. Ο parser αποκτά τέτοια σημασία, πού θεωρείται πλέον *core technology*. Οι παρακάτω παρουσιαζόμενοι parsers είναι οι πλέον διαδεδομένοι (και open source!), αλλά υπάρχει εκτεταμένο περαιτέρω αντικείμενο για ειδικά περιβάλλοντα, ιδιαίτερες απαιτήσεις απόδοσης, ελαχιστοποιημένο κώδικα (π.χ. για ενσωματωμένα συστήματα), κλπ.

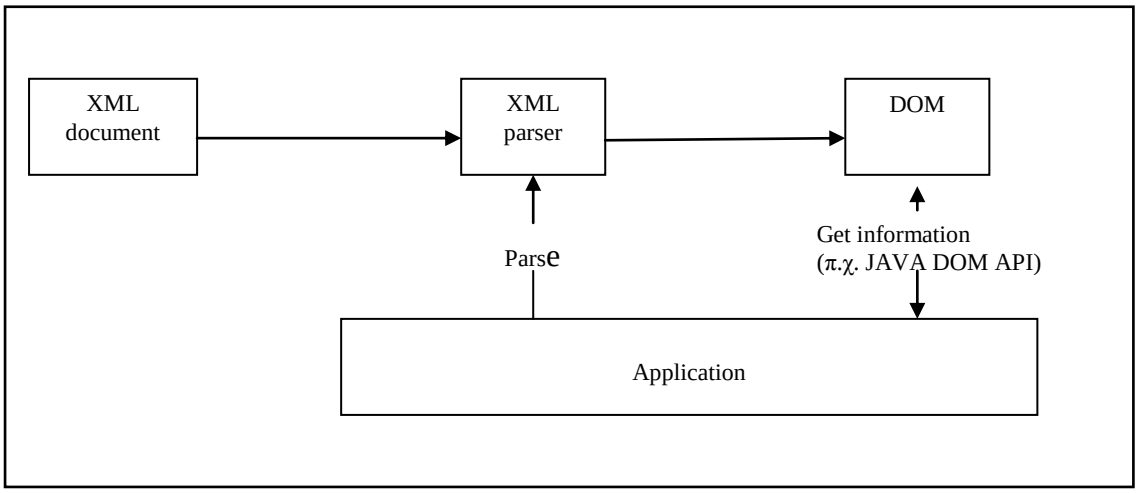
XML και DOM (Document Object Model)

Το **Document Object Model** (**DOM**) μας βοηθά να θεωρήσομε την δενδρική μορφή του XML κειμένου με αντικειμενοστραφή τρόπο και να επέμβουμε σε αυτό με συγκεκριμένα interfaces. Με το XML DOM μπορούμε να δημιουργήσομε ένα XML κείμενο, να πλοηγηθούμε μέσα σε αυτό και να προσθέσομε, μεταβάλομε και αφαιρέσομε στοιχεία του. Ένα XML κείμενο περνά από έναν parser, ο οποίος δημιουργεί και τα σχετικά αντικείμενα όπως προδιαγράφει το DOM. Με τα διατιθέμενα interfaces (μέσω JavaScript, VBScript, Java, κλπ) κάνουμε τις επιθυμητές επεξεργασίες και κατόπιν, αν θέλομε, στην αντίθετη κατεύθυνση δημιουργούμε ένα νέο παρηλλαγμένο κατά τις επιθυμίες μας XML κείμενο. Κεντρική ιδέα του **DOM** είναι το **Node Object** με το αντίστοιχό του **Node Interface**, το οποίο θα δούμε παρακάτω σε λεπτομέρεια. Όμως εδώ σαν Node (κόμβος) νοείται όχι μόνον το κάθε στοιχείο (element) του XML, αλλά πέραν του Element Node, έχομε το Attribute Node, το Text Node, το CDATA Node και άλλα περιφερειακής σημασίας. Η όλη δενδρική δομή, στην οποία εντάσσεται κατά DOM κάθε κείμενο XML, δίδεται το Σχήμα 6.1. Όλα τα μη μαυρισμένα τετράγωνα είναι **Node Objects.**

Σημαντικό χαρακτηριστικό του DOM είναι ότι η διαδικασία του parsing γίνεται δια μιάς και χωρίς δική μας επέμβαση κατά την εξέλιξή της. Σύμφωνα με το Σχήμα 6.2 , ο parser μετατρέπει το κείμενο XML στο αντίστοιχο δένδρο (κατά το Σχήμα 6.1), το οποίο διατίθεται στο προγραμματιστικό μας περιβάλλον.



Σχήμα 6. 1. Η ιεραρχία κατά το DOM



Σχήμα 6.2. Γενική αρχή DOM

Ερχόμαστε τώρα στα μαυρισμένα τετράγωνα του Σχήματος 6.1. Ο **NamedNodeMap** περιέχει τα attributes. Είναι μία μη διατεταγμένη συλλογή (collection), καθόσον κάθε attribute ανευρίσκεται με το όνομά του, χωρίς να ενδιαφέρει η σειρά. Αντίθετα η **NodeList** αποτελούμενη από Text Node, άλλα Element Nodes, κλπ. είναι μία διατεταγμένη λίστα. Συνεπώς, σύμφωνα με όσα γνωρίζομε, ένα τυπικό XML element αποτελείται αφ΄ενός από έναν NamedNodeMap (εντός του οποίου περικλείονται όλα τα attributes, σαν Attribute Nodes) και αφ΄εταίρου από μία NodeList (η οποία περιλαμβάνει xyz Nodes, όπου xyz τα ενδεχόμενα Text, CDATA, κλπ, και εν τέλει κάποια (child) Element). Τούτο ακριβώς θέλει να δείξει το Σχήμα 6.1. Για παράδειγμα παρατηρούμε το **nodes_example.xml**.

```
<root>
<level1A a1="value_a1" a2="value_a2">This is level 1, Item A
  <level2>This is level 2, Item A_21</level2>
  <level2>This is level 2, Item A_22</level2>
  <level2></level2>
</level1A>

<level1B b1="value_b1" b2="value_b2"  ></level1B>

<level1C>This is level 1, Item C
    <level2 >This is level 2, Item C_21
       <level3>This is level 3, Item C_21_31</level3>
       <level3>This is level 3, Item C_21_32</level3>
    </level2>
    <level2 c1="value_c1" c2= "value_c2">This is level 2, Item C_22 </level2>

</level1C>

</root>
```

Παράδειγμα 6.1. Το κείμενο nodes_example.xml.

Τώρα θα χρησιμοποιήσομε το MSXML (Microsoft XML) DOM του IE5. Δημιουργούμε την παρακάτω web σελίδα με ενσωματωμένη JavaScript (σε ίδιο directory με το παραπάνω κείμενο).

```
<HTML>
<HEAD><TITLE>DOM Demo</TITLE>

<SCRIPT language="Javascript">

 var objDOM;
 objDOM=new ActiveXObject("MSXML.DOMDocument");
 objDOM.async=false;
 objDOM.load("nodes_example.xml");
```

```
  // begin of code for navigating within the XML document
  var objCurrNode;                //points to current node
  var objNamedNodeMap;       //points to collection of all attributes

// an initial output of the whole XML document...
alert(objDOM.xml);

  objCurrNode= objDOM.documentElement;
  alert(objCurrNode.nodeName);//the nodeName property of the objCurrNode
  alert(objCurrNode.nodeValue);

  objCurrNode= objDOM.documentElement.firstChild;
  alert(objCurrNode.nodeName);
  alert(objCurrNode.nodeValue);
  alert(objCurrNode.getAttribute("a2"));//method of objCurrNode

  objNamedNodeMap=objCurrNode.attributes;
          //we obtain the collection of all attributes
  alert(objNamedNodeMap.item(0).name);
  alert(objNamedNodeMap.item(0).value);
  alert(objNamedNodeMap.item(1).name);
  alert(objNamedNodeMap.item(1).value);

  objCurrNode= objDOM.documentElement.firstChild.firstChild;
  alert(objCurrNode.nodeName);
  alert(objCurrNode.nodeValue);

  objCurrNode= objDOM.documentElement.firstChild.firstChild.nextSibling;
  alert(objCurrNode.nodeName);
  alert(objCurrNode.nodeValue);

  objCurrNode= objDOM.documentElement.lastChild;
  alert(objCurrNode.nodeName);
  alert(objCurrNode.nodeValue);

  objCurrNode= objDOM.documentElement.lastChild.firstChild;
  alert(objCurrNode.nodeName);
  alert(objCurrNode.nodeValue);

alert("End of the xml document tour.. ...xml document modification follows..");

</SCRIPT>

</HEAD>


<SCRIPT language="Javascript">
```

```
  // here some examples for modifying the given XML document

var objNewNode;   //will refer to new tag
var objNewText;   //will refer to new text

//use of objDOM methods for constructing the new ....
objNewNode = objDOM.createElement("NEW_level2");
//and assign value to the ext property of ...
objNewNode.text="welcome to our NEW_level2"

//, hang it to the existing tree (where?)
objDOM.documentElement.lastChild.appendChild(objNewNode);

//and again display everything in its new form
alert(objDOM.xml);

alert("End of the xml modifications.....");

</SCRIPT>

<BODY>
<P>.....bye !!!!.....</P>
</BODY>
</HTML>
```

Κώδικας 6.1. Περιήγηση μέσα στο nodes_example.xml με JavaScript

Σημειώνεται ότι η αντικατάσταση του "<" με τον ειδικό χαρακτήρα &lt των tags έγινε προκειμένου να εμφανίζονται τα tags στον browser ως κείμενο και επομένως ολόκληρο το XML κείμενο. Διαφορετικά ότι είναι μεταξύ των "<" ">" λαμβάνεται ως HTML tag από τον browser και δεν τυπώνεται. Η αντικατάσταση μόνο του "<" αρκεί προφανώς.

Το objDOM αναφέρεται σε ένα MSXML.DOMDocument, που δημιουργείται σαν ActiceXObject (τεχνολογία Microsoft). Μέσα σε αυτό, με την μέθοδό του load(), φορτώνομε το XML. Πρώτα με το alert(objDOM.xml) δείχνουμε όλο το XML κείμενο.

Τώρα θα περιδιαβούμε μέσα σ' αυτό με τις μεθόδους των αντικειμένων κατά DOM και την γνωστή μας (από τις σελίδες ASP) JavaScript. Η μέθοδος alert() θα μας παρουσιάζει σε Ok MessageBox το τι θέλουμε να δούμε, ουσιαστικά την θέση μας μέσα στην δενδρική μορφή του XML (η οποία όμως τώρα, κατά DOM, θεωρεί σαν κόμβους ξεχωριστά το tag, attributes, text, κλπ κατά την ιεραρχία κατά DOM). Το objCurrNode σαν μεταβλητή αναφέρεται διαδοχικά σε διαφορετικούς κόμβους (nodes) μέσω των ιδιοτήτων firstChild, lastChild, previousSibling, nextSibling, πού έχει (όχι πάντα - ανάλογα με την θέση του) ένας κόμβος. Όλες αυτές οι ιδιότητες επιστρέφουν άλλους κόμβους. Όταν πέσουμε σε attributes, χρησιμοποιούμε το NamedNodeMap interface. Αυτό αντιπροσωπεύει μία μη διατεταγμένη συλλογή (collection) κόμβων, δηλ. εδώ τα (ίσως) πλέον του ενός, αλλά πάντα ονοματισμένα attributes. Μπορούμε να αναφερθούμε σε κάθε attribute ξεχωριστά με το item (*index*), όπου το *index* αρχίζει από το 0 (0 το πρώτο attribute, 1 το δεύτερο, κοκ) . Τα ίδια ισχύουν και για το NodeList interface, αλλά εδώ έχουμε διατεταγμένη συλλογή. Τέλος

τα nodeName, nodeValue είναι οι πιο χρήσιμες ιδιότητες του εκάστοτε κόμβου. Ανάλογα με τον τύπο του κόμβου, επιστρέφεται και η αντιστοιχούσα τιμή κατά τον πίνακα :

NodeType	nodeName	nodeValue
Element Node	Tag name	NULL
Attribute Node	Name of attribute	Value of attribute
Text Node	#text	Content of the text node
CDATA Node	#cdata-section	Content of the CDATA section

Πίνακας 6.1. Όνομα και τιμή για κάθε τύπο κόμβου

Για να μετατρέψουμε το κείμενο XML μέσω του DOM, υπάρχουν οι μέθοδοι removeChild(oldChild), appendChild(newChild), replace(newChild,oldChild), insertBefore(newChild,refChild), με αναφορές στον τρέχοντα (refChild), παλαιό και νέο κόμβο. Με την cloneNode(deep) κλωνοποιούμε τον κόμβο, είτε μόνον του (με deep=false), είτε αυτόν και όλο το υποδένδρο πού κρέμεται από κάτω του (με deep=true). Για να δημιουργήσομε ένα κόμβο, άσχετο και ασύνδετο κατ΄ αρχήν με το κείμενο XML, χρησιμοποιούμε την μέθοδο createElement(tagName) ενός "document". Ανάλογες είναι και οι createTextNode(data), createAttribute(name), createCDATASection(data). Ότι δημιουργήσομε με αυτό τον τρόπο μπορεί μετά να κρεμασθεί στο δένδρο, όπως εξηγήθηκε.

Σημειώνεται ότι το παραπάνω παράδειγμα αποτελεί client side scripting (και όχι server side scripting όπως είχαμε με τις ενεργές σελίδες ASP). Ο browser του client ανοίγει μία σελίδα html στην οποία παρεμβάλλεται κώδικας μίας scripting γλώσσας. Τέτοιες υπάρχουν πολλές: JavaScript, VBScript, PerlScript, Python. Η πρώτη έρχεται μαζί με όλους τους browsers, η δεύτερη είναι ενσωματωμένη μόνον στον Explorer.

Σώστε τώρα την παραπάνω web σελίδα την αναφερόμενη στο σχετικό XML. Φέρτε την με τον browser και δείτε μέσω του IE5 πώς ο κώδικας μας περιάγει μέσα στο XML κείμενο κάνοντας αλλαγές σε αυτό.

Τα παραπάνω ήταν μία γρήγορη εισαγωγή με την βοήθεια της JavaScript. Θα δούμε τώρα πιο συστηματικά το DOM (Level2) API πού δίδει η Java. Το API (Application Programming Interface) είναι ένα σύνολο classes τα οποία διατίθενται στην εφαρμογή πού γράφουμε, προκειμένου αυτή να χρησιμοποιήσει τις δυνατότητες που δίδει (στην συγκεκριμένη περίπτωση) το DOM. Όταν λοιπόν κάποιος ισχυρίζεται ότι μας διαθέτει προς χρήσιν ένα DOM Java API θα πρέπει, μεταξύ άλλων, να έχει πραγματοποιήσει σε Java, την class Node, η οποία θα πρέπει να μας επιτρέψει να κάνομε ορισμένα πράγματα με κάθε αντικείμενο του τύπου (της class) Node. Διατυπώνουμε τούτο πιο αυστηρά: Ένα αντικείμενο μίας class στον ορισμό της οποίας αναφέρεται ...implements Node, διαθέτει οπωσδήποτε μία σειρά από μεθόδους (methods), όλες σχετιζόμενες με όσα ο χρήστης (η εφαρμογή μας) μπορεί να κάνει με κάθε DOM node.

Έχομε λοιπόν τις ακόλουθες μεθόδους

```
public interface Node {
    public String getNodeName();
    public String getNodeValue() throws DOMException;
    public void setNodeValue(String nodeValue) throws DOMException;
    public short getNodeType();
    public Node getParentNode();
    public NodeList getChildNodes();
    public Node getFirstChild();
    public Node getLastChild();
    public Node getPreviousSibling();
    public Node getNextSibling();
    public NamedNodeMap getAttributes();
    public Document getOwnerDocument();
    public Node insertBefore(Node newChild, Node refChild) throws DOMException;
    public Node replaceChild(Node newChild, Node oldChild) throws DOMException;
    public Node removeChild(Node oldChild) throws DOMException;
    public Node appendChild(Node newChild) throws DOMException;
    public boolean hasChildNodes();
    public Node cloneNode(booean deep);
    public void nolmalize();
    public boolean isSupported(String feature, String version);
    public String getNamespaceURI();
    public String getPrefix();
    public void setPrefix(String prefix) throws DOMException;
    public String getLocalName();
    public boolean hasAttributes();

// Node Type Constants
    public static final short ELEMENT_NODE;
    public static final short ATTRIBUTE_NODE;
    public static final short TEXT_NODE;
    public static final short CDATA_SECTION_NODE;
    public static final short ENTITY_REFERENCE_NODE;
    public static final short ENTITY_NODE;
    public static final short PROCESSING_INSTRUCTION_NODE;
    public static final short COMMENT_NODE;
    public static final short DOCUMENT_NODE;
    public static final short DOCUMENT_TYPE_NODE;
    public static final short DOCUMENT_FRAGMENT_NODE;
    public static final short NOTATION_NODE;
}
```

Σχήμα 6.3. DOM (Level 2) API της Java - Node interface

Στην κάθε (πάντα public) μέθοδο του παραπάνω Node interface, φαίνεται καθαρά τι παράμετρο ζητά κάθε μέθοδος και τι επιστρέφει και τα περισσότερα είναι προφανή. Έστω nodeobj ένα αντικείμενο μίας class που πραγματοποιεί (implements) το Node interface. Τότε η nodeobj.getNodeName() επιστρέφει το όνομα του nodeobj σαν String. Το τι σημαίνει ΄όνομα΄ καθορίζεται κατά περίπτωση σύμφωνα με τον Πίνακα 1 ανάλογα με τον τύπο του nodeobj. Ο τύπος λαμβάνεται με nodeobj.getNodeType(), οπότε το short πού επιστρέφεται θα είναι μία από τις παραπάνω οριζόμενες σταθερές. Σύμφωνα με τον Πίνακα 1 εκτελείται στην αντίθετη κατεύθυνση και η nodeobj.setNodeValue(nodeValue). Την περιδιάβασή μας την επιτυγχάνουμε, όπως και στο προηγούμενο παράδειγμα της JavaScript, με nodeobj.getFirstChild() και τα παρεμφερή, πού όλα επιστρέφουν άλλο αντικείμενο της class Node. Ανάλογα ισχύουν για παρεμβολή (insert), αντικατάσταση

(replace), εξαφάνιση (remove), προσθήκη (append), κλωνοποίηση (clone) κόμβων. Εδώ χρειάζονται δεδομένα εισόδου της class Node κατά περίπτωση, μας επιστρέφεται δε πάλι ο κατά περίπτωση κόμβος. Η πεμπτουσία του DOM φαίνεται με τις nodeobj.getChildNodes() και nodeobj.getAttributes(), πού μας επιστρέφουν αντικείμενο της class NodeList και NamedNodeMap αντίστοιχα, πάντα κατά το Σχήμα 1.

Οι class NodeList και class NamedNodeMap είναι βεβαίως και αυτές interface του DOM, οριζόμενες ως εξής

```
public interface NodeList {
    public Node item(int index);
    public int getLength();
}

public interface NamedNodeMap {
    public Node getNamedItem(String name);
    public Node setNamedItem(Node arg) throws DOMException;
    public Node removeNamedItem(String name) throws DOMException;
    public Node item(int index);
    public int getLength();
    public Node getNamedItemNS(String namespaceURI, String localName);
    public Node setNamedItemNS(Node arg) throws DOMException;
    public Node removeNamedItemNS(String namespaceURI, String localName)
                                                    throws DOMException;
}
```

Σχήμα 6.4. DOM (Level 2) API της Java - NodeList και NamedNodeMap interface

Φαίνεται καθαρά από τις διατιθέμενες μεθόδους η διαφορετική φύση των παραπάνω, δηλ. η διατεταγμένη λίστα NodeList, έναντι της μη διατεταγμένης συλλογής NamedNodeMap.

Όπως γνωρίζομε κόμβος (node) είναι και κάθε attribute. Όπως βλέπομε παρακάτω το Attr extends Node, δηλαδή είναι ότι και το interface Node, αλλά με περαιτέρω ιδιότητες και μεθόδους. Αυτές οι πρόσθετες μέθοδοι δίδονται στο Attr interface.

```
public interface Attr extends Node {
    public String getName();
    public boolean getSpecified();
    public String getValue();
    public void setValue(String value) throws DOMException;
    public Element getOwnerElement();
}
```

Σχήμα 6.5. DOM (Level 2) API του Java - Attr interface

Το ίδιο το Element Node, σαν επέκταση του Node έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθόσον περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, και την διαχείρηση των attributes (εισαγωγή νέων, διαγραφή παλαιών, εξαγωγή ενός για επεξεργασία, κλπ). Βεβαίως το Element είναι το μόνον Node πού έχει attributes (ενσωματωμένα σε NamedNodeMap).

```
public interface Element extends Node {
    public String getTagName();
    public String getAttribute(String Name);
    public void setAttribute (String name, String value) throws DOMException;
    public void removeAttribute (String name) throws DOMException;
    public Attr getAttributeNode(String Name); //returns a whole Attr object
    public Attr setAttributeNode(Attr newAttr) throws DOMException; //sets a new Attr & returns the same
    public Attr removeAttributeNode(Attr oldAttr) throws DOMException;
    public NodeList getElementsByTagName(String name);
    //missing some, name space related
    public boolean has Attribute(String name);
     //missing one, name space related
}
```

Σχήμα 6.6. DOM (Level 2) API του Java - Element interface

Ένα πλήρες κείμενο XML αποτελεί αντικείμενο της class Document. Όπως βλέπομε παρακάτω η Document extends Node, δηλαδή είναι ότι και η class Node, αλλά με περαιτέρω ιδιότητες και μεθόδους. Αυτές οι πρόσθετες μέθοδοι δίδονται στο Document interface.

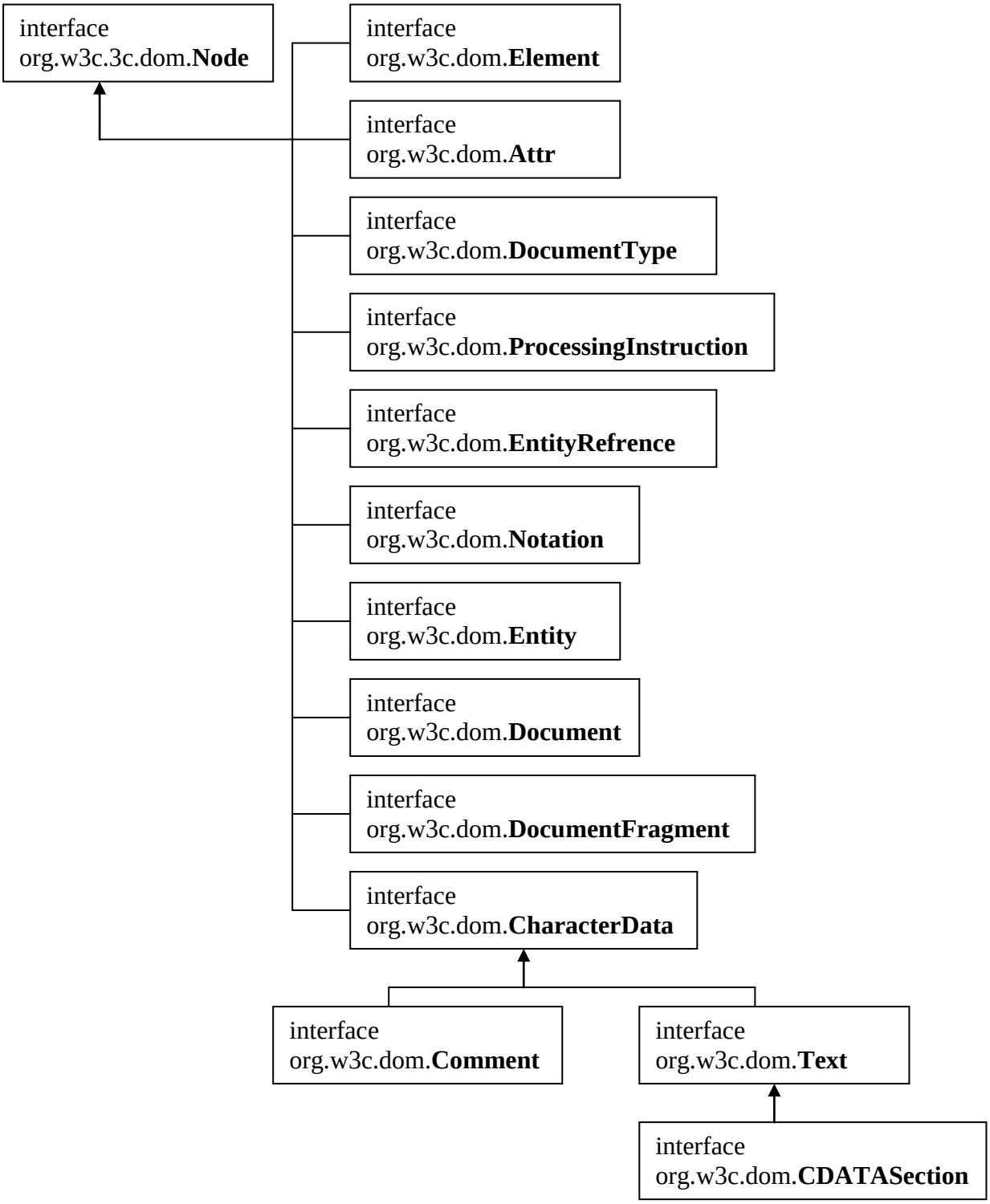
```
public interface Document extends Node {
    public DocumentType getDocType();
    public DOMImplementation getImplementation();
    public Element getDocumentElement();
    public Element createElement(String tagName) throws DOMException;
    public DocumentFragment createDocumentFragment();
    public Text createTextNode(String data);
    public Comment createComment(String data);
    public CDATASection createCDATASection (String date) throws DOMException;
    public ProcessingInstruction
            createProcessingInstruction (String target, String data) throws DOMException;
    public Attr  createAttribute(String name) throws DOMException;
    public EntityReference  createEntityReference (String name) throws DOMException;
    public NodeList getElementsByTagName(String tagname);
    public Node importNode(Node importedNode, boolean deep) throws DOMException;
    public Element createElementNS(String namespaceURI, String qualifiedName)
                                                        throws DOMException;
    public Attr  ceateAttributeNS(String namespaceURI, String qualifiedName)
                                                        throws DOMException;
    public NodeList
       getElementsByTagNameNS(String namespaceURI, String qualifiedName)
                                                        throws DOMException;
    public Element getElementById(String elementId);
}
```

Σχήμα 6.7. DOM (Level 2) API του Java - Document interface

Η getDocumentElement() επιστρέφει το root element. Τούτο είναι της class Element, η οποία είναι εξειδίκευση της Node (Element extends Node, πράγματι έχομε κατά το Σχήμα 1 και 'Element Node'). Κάθε νέο Element (οποιασδήποτε class) το οποίο θέλουμε να κατασκευάσομε και να εντάξομε στο υπάρχον μοντέλο XML κατά DOM, ανήκει αναγκαστικά σε κάποιο document. Γι' αυτό υπάρχουν τα διάφορα createXYZ (createNS λαμβάνοντας υπ' όψιν το namespace) πού επιστρέφουν αντικείμενο τύπου XYZ. Το κάθε τέτοιο xyz είναι (εξειδίκευση του) node και μπορεί να αποτελέσει κατόπιν όρισμα εισόδου στις σχετικές μεθόδους του Node interface πού δώσαμε παραπάνω.

Σημειώνουμε επίσης ότι υπάρχουν και μία σειρά ορισμών
public interface Xyz extends Node {…}
όπου το Xyz είναι Attr, CDATASection, CharacterData, Document (εδόθη ήδη), DocumentFragment, DocumentType, Element (σχολιάστηκε παραπάνω), Entity, EntityReference, Notation, ProcessingInstruction. Τα περισσότερα είναι γνωστά μας σαν περιπτώσεις (εξειδικεύσεις) του Node κατά DOM. Τέλος υπάρχουν και τα Comment και Text σαν εξειδικεύσεις της class CharacterData, ενώ το CDATASection είναι εξειδίκευση της Text.

Η πλήρης εικόνα των classes (interfaces) του DOM API και της ιεραρχίας των, δίδεται στο παρακάτω σχήμα. Παρατηρούμε ότι η ιεραρχία αυτή αντικατοπτρίζει την κληρονομικότητα της Java (ή του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού) και όχι την ιεραρχία ενός κειμένου XML. Το κάθε interface x προσθέτει μεθόδους επιπλέον αυτών που βρήκε στον πατέρα του y, δηλ. x extends y. Με την class x (κάθε interface είναι και class !) μπορούμε να κάνομε περισσότερα πράγματα διότι η x είναι πιο εξειδικευμένη από την y. Χαρακτηριστική περίπτωση είναι η Document, η οποία στην έννοια του XML περιέχει ένα Node, αλλά εδώ σαν class (ή interface) είναι ιεραρχικά παιδί του Node. Για τούτο κληρονομεί όλες τις μεθόδους του και έχει και άλλες επιπλέον. Σε όλες τις περιπτώσεις δίδονται οι προς χρήσιν μέθοδοι υπό την μορφή των interfaces πού φαίνονται στο Σχήμα 6.6. Οι classes ευρίσκονται στα packages org.w3c.dom.xyz.



Σχήμα 6.8. Ιεραρχία του DOM API

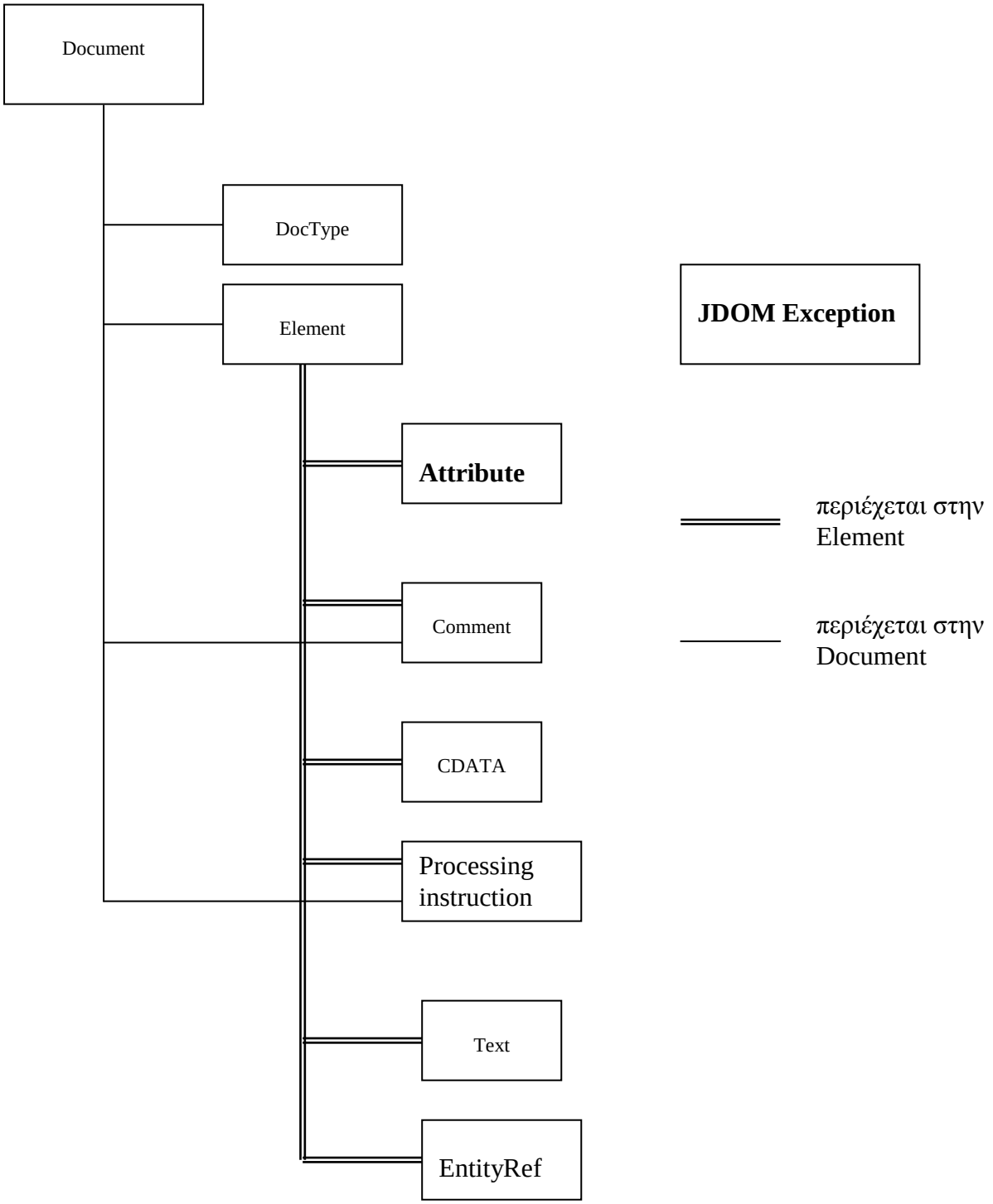
Δεν είναι παράξενο, ότι μελετώντας το Java API του DOM ανακαλύπτομε όλη την θεωρεία του XML. Για τούτο και δώσαμε παραπάνω μια κάπως λεπτομερέστερη περιγραφή χωρίς συγκεκριμένο παράδειγμα σχετικού προγράμματος σε Java.

XML και JDOM (Java Document Object Model)

Το **Java Document Object Model** (**JDOM**) μας προσφέρει πρόσβαση σε ένα κείμενο XML μέσω μίας δενδρικής δομής (όπως και το DOM), αλλά εδώ αποκλειστικά μέσω ανοικτού Java API. Οι σχετικές classes σε UML μορφή δίδονται στο Σχήμα 6.9. **Το JDOM είναι διαφορετικό του Java API του DOM, που παρουσιάσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο**. Με τις μεθόδους του JDOM, που θα παρουσιασθούν παρακάτω, επεξεργαζόμαστε την δομή πού δημιουργείται σαν αναπαράσταση του XML. Ένα αντικείμενο Document είναι η αναπαράσταση του όλου κειμένου XML και συγχρόνως περιέχει τα άλλα JDOM αντικείμενα πού αντιστοιχούνται σύμφωνα με τις ονομασίες τους απ΄ ευθείας στις αντίστοιχες του XML. Το (XML) Element του JDOM δεν περιέχει τα μέρη του ομαδοποιημένα σε NodeList και NamedNodeMap όπως στο DOM. Επιπλέον μπορούμε να επηρεάσουμε (θέσουμε, αλλάξουμε, σβήσουμε) το περιεχόμενο ενός (XML) Element, χωρίς να μεταφερόμαστε και να δουλεύομε σε κάθε σε επιμέρους 'κόμβους' (Attribute, Text, CDATA Node, κλπ) ξεχωριστά. Για παράδειγμα η getAttributes() μέθοδος της Element class επιστρέφει μια (Java) List. Επιπλέον δεν υπάρχει εδώ TextNode. Το κείμενο (text) ενός Element απλά επιστρέφεται από την getText() μέθοδο του Element class. Κατά συνέπειαν, αντικείμενα όπως Element, Attribute, ProcessingInstruction, Comment, κλπ μπορούν να δημιουργηθούν με το New. Τούτο χρησιμοποιείται για την κατασκευή ενός XML κειμένου εκ του μηδενός. Η ουσιώδης διαφορά έγκειται ότι ενώ το JDOM δεν νοείται έξω από την Java, οι δομές του DOM είναι ανεξάρτητες και πέραν από συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού. Άλλο αν εμείς παραπάνω τις αντιμετωπίσαμε με JavaScript, ή δώσαμε τα σχετικά interface σε περιβάλλον Java.

Το JDOM παρέχει τον τρόπο πρόσβασης στα στοιχεία του κειμένου XML, αλλά για την εισαγωγή / εξαγωγή του XML αναγκαστικά βασίζεται σε κάποιον parser (συγκεκριμένα τον SAX parser που θα δούμε παρακάτω) ή στην δενδρική δομή της ιεραρχίας του DOM (αν διατίθενται τέτοια).

Θα δούμε τώρα το μέρος της εισαγωγής ενός XML, στο παρακάτω παράδειγμα μέσω του SAX parser. Δημιουργούμε πρώτα έναν SAXBuilder. Αυτός χρησιμοποιώντας το SAX, μετατρέπει με την μέθοδό του build το κείμενο του αρχείου vehicles.xml σε ένα document, δηλ. στο αντικείμενο doc της γενικότερης class Document του Σχήματος 7. Τώρα, με το αντικείμενο jtp της class JDOMTreeProc, πού εκτίθεται πιο κάτω, διερχόμαστε αναδρομικά όλα τα elements (στοιχεία) του doc.



Σχήμα 6.9. Τα αντικείμενα (object model) του JDOM με βάση την σχέση ‘περιέχεται’

```
import java.io.*;
import java.util.*;
import org.jdom.*;
import org.jdom.input.SAXBuilder;


public class XMLtoJDOMClasses {
 public static void main(String args[]) throws FileNotFoundException,IOException,JDOMException
  {
     System.out.println("hello from Vehicle classes demo" + "\n"  +"\n");
  //Build the Document object doc instantiating the inputted
  //XML tree structure, via a JDOM tree (sxhma above)
     SAXBuilder builder = new SAXBuilder();
     Document doc = builder.build(new FileInputStream("vehicles.xml"));

  //call our only method of jtp (see processElement of JDOMTreeProc below).
  //This will process the root of the doc object,
  //(i.e. the root element of the XML) passed as an argument.
  //Method getRootElement of doc is found in the JDOM API
     JDOMTreeProc jtp = new JDOMTreeProc();
     jtp.processElement(doc.getRootElement());
  }
}
```

Κώδικας 6.2. Επίσκεψη με αναδρομή σε όλα τα elements μέσω JDOM (1/2)

Η JDOMTreeProc (βλ. επόμενο κώδικα) έχει την μέθοδο processElement, η οποία εξάγει το περιεχόμενο του κάθε στοιχείου σε μία list (mixedContent). Εδώ τοποθετούνται όλα τα αντικείμενα πού αποτελούν το περιεχόμενο του τρέχοντος element, εκτός από τα attributes. Τα attributes δεν θεωρούνται περιεχόμενο, αλλά ιδιότητες του Element. Τα attributes εξάγονται μέσω μίας λίστας κατ΄ ευθείαν από το element (getAtributes() για όλα, getAttribute(String name) για ένα προς ένα – αλλά τότε πρέπει να γνωρίζομε εκ των προτέρων το όνομα). Επίσης το κείμενο μπορεί να εξαχθεί και αυτό απ΄ ευθείας από το Element με την getText(). Για αναφορά στα πραγματικά περιεχόμενα του Element, χρησιμοποιείται ένα γενικό αντικείμενο (object), το οποίο κατά περίπτωση γίνεται casted σαν Text, Comment, κλπ, Element (οπότε τώρα παιδί του τρέχοντος), βλ. Σχήμα 7. Τρέχοντας τις δύο παραπάνω Java classes, εμφανίζομε τα Text και Attributes όλων των κόμβων. Προσέξτε ότι η processElement καλείται αναδρομικά. Τα στοιχεία της mixedContent είναι αντικείμενα με διάφορες ιδιότητες και χρησιμοποιούμε την getText για τα Text και Comment προκειμένου να τυπώσουμε το κείμενό τους σαν String. Το αντικείμενο CDATA τυπώνεται δύο φορές, μια σαν αντικείμενο Text (η CDATA είναι κατασκευασμένη σαν subclass της Text) και μία σαν CDATA. Το αντικείμενο ProcessingInstruction έχει κατά την θεωρεία PITarget (η εφαρμογή στην οποίαν απευθύνεται η ακολουθούσα εντολή), δεδομένα (DATA, δηλ. η εκφώνηση της εντολής) και βεβαίως πατέρα στον οποίον ανήκει (Parent). Και τα τρία εξάγονται σαν κείμενα.

Όλα τα παραπάνω είναι πλέον κοινή Java και η διδόμενη παρακάτω μέθοδος επεξεργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί γενικότερα επί οποιουδήποτε αρχικού XML.

```
import java.io.*;
import java.util.*;
import org.jdom.*;
import org.jdom.input.SAXBuilder;

public class JDOMTreeProc
{
public void processElement(Element el)
{
  // Print name and text of el
  System.out.println("\n----------------------------------------");
  System.out.println("\nNEW ELEMENT named: "+ el.getName()+ ", with text:"+ el.getText());
 //Print attribute names and values:
 //(to do this first get all attributes via a list)
   List attributeList = el.getAttributes();
  printAttributes(attributeList);

  //mixedContent list will contains the contents of el
  // ---!!! Attributes are NOT considered contents of el ---!!
  List mixedContent = el.getContent();
   //Contents can be Text, Comment, ProcessingInstruction, ...
  //scan the content list, assigning first each of the list's
  //inhomogeneous elements to a general object o
  for (Iterator i = mixedContent.iterator(); i.hasNext();)
    {
       Object o = i.next();
    //if object o belongs to some particular class
   //(Text,etc, see JDOM classes),
   //we use casting and make o a pointer to an object
   //of this class, then place an appropriate call.
      if (o instanceof Text){processText((Text)o);};
      if (o instanceof Comment){processComment((Comment)o);};
      if (o instanceof ProcessingInstruction)
         {processProcessingInstruction((ProcessingInstruction)o);};
      if (o instanceof EntityRef){processEntityRef((EntityRef)o);}
      if (o instanceof CDATA){processCDATA((CDATA)o);}
      if (o instanceof Element)
        {//here a recursive call to this same method !!!!
                        processElement((Element)o);}
    }
}

 public void printAttributes(List attributeList)
 {
   System.out.println("ATTRIBUTES (name/value pairs):");
 for (Iterator i = attributeList.iterator(); i.hasNext();)
    {
       Attribute att = (Attribute)i.next();
       System.out.print(att.getName()+ "="+ att.getValue() + "    ");

     }
 }

 public void processText(Text text)
 {
 //we output the (possibly void) element text once more
 System.out.println("\nANOTHER output of TEXT:  " + text);
  }

 public void processProcessingInstruction(ProcessingInstruction pi)
```

```
{
System.out.println("\nPI Target        :  " + pi.getTarget());
System.out.println("\nPI Data          :  " + pi.getData());
System.out.println("\nPI Parent element:  " + pi.getParent());
}

public void processEntityRef(EntityRef er)
{
//related to DDT - see later
}

public void processCDATA(CDATA cd)
{//print as CDATA contents
System.out.println("\nCDATA printed as text:  " + cd.getText());
}


public void processComment(Comment cm)
{
System.out.println(">>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>  COMMENT: " + cm.getText());
}

}
```

Κώδικας 6.3. Επίσκεψη με αναδρομή σε όλα τα elements μέσω JDOM (2/2)

Στην αντίθετη κατεύθυνση, για την σειριακή εξαγωγή σε αρχείο .xml, χρειάζεται ένας XMLOutputter. Κατασκευάζεται στην αρχή και του παραδίδουμε στο τέλος το υπό δημιουργίαν doc και το επιθυμητό FileOutputStream (με το όνομα του προς δημιουγίαν newVehicle.xml). Κατασκευάζουμε τώρα το doc εκ του μηδενός. Χρησιμοποιείται το new καθώς και η μέθοδος addContent του κάθε δημιουργηθέντος element για να πάμε πιο κάτω (αρχίζοντας από το root element0). Επίσης το root (elemet0 ονομασθέν lory3) ορίζεται σαν doc. Με την setxxxx (xxxx για Attribute, Text) εμπλουτίζομε ένα element με τις ιδιότητες και το κείμενο του. Τέλος για να δείξουμε ότι τα αντικείμενα των JDOM classes συμπεριφέρονται όπως κάθε object της Java, εφαρμόζουμε σε ένα από αυτά την μέθοδο toString.

```
import java.io.*;
import java.util.*;
import org.jdom.Document;
import org.jdom.Element;
import org.jdom.Attribute;
import org.jdom.output.*;
import org.jdom.Comment;

public class CreateXML
{

  public static void main(String args[]) throws FileNotFoundException,IOException
  {
     System.out.println("Creation of new XML");
     XMLOutputter outputter = new XMLOutputter("  ",true);
     FileOutputStream output = new FileOutputStream("newVehicle.xml");

 //new Document object, with element lory3 as root
            Element element0 = new Element("lory3");
            Document doc = new Document(element0);

 //add a comment
      Comment com = new Comment("This is a new entry to vehicles");
      doc.addContent(com);

 //new Element object to be used below
            Element element1 = new Element("tender");

 //One four_line statement!.... Creates
 //child, grandchild, grandchild's attribute at once!
 //setAttribute is method of Element
 //AND returns the (same) element object - therefore we continue
 //with setText, another method of Element !!!!!
            element0.addContent(new Element("traction")
              .addContent(new Element("tractionbody")
                .setAttribute(new Attribute("type","extra heavy"))
                  .setText("text for tractionbody")));

//element1 will become child of element
            element0.addContent(element1);

       element1.setText("some text,").addContent(".... more text");

//Method output will create an xml document as specified on top
     outputter.output(doc,output);

//the JDOM objects (here an Element object) are usual java objects,
//to demonstrate this, we apply the most common object method toString
     System.out.println(element0.toString());

     System.exit(0);
  }
 }
```

Κώδικας 6.4. Σειριακή εξαγωγή δομής κατά JDOM, σε αρχείο .xml

XML και Java DOM (Document Object Model σε Java)

Θα ξαναδούμε εδώ όσα δόθηκαν στο πλάισο του **Java Document Object Model** (**JDOM**) στο πλαίσιο του αυστηρού **DOM** πραγματοποιημένο στην γλώσαα **Java.** Ο σκοπός μας είναι ο ιδιος, δηλ.

- το διάβασμα ενός αρχείου xml και το περιδιάβασμα μέσα στην δομή DOM που δημιουργείται. Η **DOMNavigator** είναι η τελείως αντίστοιχη της προηγούμενης XMLtoJDOMClasses.

```
import org.w3c.dom.*;        // this is the 'DOM' in our downloaded java
import javax.xml.parsers.*; //... and the parsers!  (DOM & SAX, see later for SAX)
import java.io.*;

public class DOMNavigator{
  public static void main(String[] args) {
    try{
        //With following 3 lines we realize the chain:
        //DocumentBuilderFactory->DocumentBuilder->Document
        //and build an (DOM) Document doc from the input file
       DocumentBuilderFactory fact = DocumentBuilderFactory.newInstance();
       DocumentBuilder builder = fact.newDocumentBuilder();
       Document doc = builder.parse("generalXML.xml");
       //Examine document element
       System.out.print("Name of document element is.. ");
       //DocumentElement is the too element !
       System.out.print(doc.getDocumentElement().getNodeName());
       System.out.print(" ... and its value is ..  "); //this must be NULL !!
       System.out.println(doc.getDocumentElement().getNodeValue());
       //... just a demonstration for 'getElementsByTagName'
       System.out.print("No of elements named 'jeep' anywhere in the doc is ..  ");
       System.out.println(doc.getElementsByTagName("jeep").getLength());

       //Iteratively examine every element, starting again from doc element
       myDOMTreeProc dtp = new myDOMTreeProc();
       dtp.processNode(doc.getDocumentElement());
    }     catch (Exception e){ e.getMessage(); }
  }
}


class myDOMTreeProc
{
public void processNode(Node el)
{ System.out.println("\n////////////////////////////// ITERATIVE NODE PROCESSING ////////////////////");
  NodeList mixedContent = el.getChildNodes();
   int noOfChildren = mixedContent.getLength();
  System.out.println("Element named '" + el.getNodeName() +
        "' with parent '" + el.getParentNode().getNodeName() +
        "' has " + noOfChildren + " child nodes (of any kind) and " +
        " has content:");
```

```
  for ( int i = 0 ; i < noOfChildren ; i++ )
   { Node currNode = mixedContent.item(i);
     if (currNode.getNodeType() == Node.TEXT_NODE)
     { System.out.println(currNode.getNodeType() + "-Text.....: " + currNode.getNodeValue()); };
     if (currNode.getNodeType() == Node.COMMENT_NODE)
     { System.out.println(currNode.getNodeType() + "-Comment.....: " + currNode.getNodeValue()); };
     if (currNode.getNodeType() == Node.PROCESSING_INSTRUCTION_NODE)
     { System.out.println(currNode.getNodeType() + "-PI.....: " + currNode.getNodeValue()); };
     if (currNode.getNodeType() == Node.CDATA_SECTION_NODE)
     { System.out.println(currNode.getNodeType() + "-CDATA.....: " + currNode.getNodeValue()); };
     if (currNode.getNodeType() == Node.ELEMENT_NODE)
     {   NamedNodeMap allAttr = currNode.getAttributes();
        System.out.println(currNode.getNodeType() + "-Element '"
                        + ((Element)currNode).getTagName() + "' has "+ allAttr.getLength() +" attribute(s): ");
                        // to use the Element method 'getTagName()', casting was used above
        for ( int k = 0 ; k < allAttr.getLength() ; k++ )
        { System.out.println(allAttr.item(k).getNodeName() + " = " +
                                                        allAttr.item(k).getNodeValue());}
          processNode(currNode); ; // recursive call to this same method !!!!
      }
    }
}
}
```

Κώδικας 6.5. Εισαγωγή αρχείου .xml σε DOM, αναδρομική επίσκεψη σε όλα τα elements

- η εκ του μηδενός δημιουργία μίας δομής DOM και η εξαγωγή της σε αρχείο xml. Η **CreateDOMandXML** είναι η τελείως αντίστοιχη της προηγούμενης CreateXML.

```
import org.w3c.dom.*;
import javax.xml.parsers.*;
import javax.xml.transform.*;
import javax.xml.transform.dom.*;
import javax.xml.transform.stream.*;
import java.io.*;

public class CreateDOMandXML
{
   public static void main(String[] args)
   {
   System.out.println("Creating DOM, filling DOM, outputting XML file.");
   try{
   //With following 3 lines we realize the chain:
   //DocumentBuilderFactory->DocumentBuilder->Document
   //and build an (empty) (DOM) Document doc from nothing
   DocumentBuilderFactory fact = DocumentBuilderFactory.newInstance();
   DocumentBuilder builder = fact.newDocumentBuilder();
   Document doc = builder.newDocument();// an empty Document doc has been built
   //Now we put some content into doc
   Element top = doc.createElement("topElement");// a stand alone DOM Element
   doc.appendChild(top); // is put into the empty doc (the top element is a child of doc!)
   Element flchild = doc.createElement("firstLevelChildElement");
   flchild.setAttribute("att1","some value");
   top.appendChild(flchild); // the initial element top obtains flchild as child
   //... we have created an nonempty xml as DOM structure (in memory)
   //Outputting is just a case for 'tranform', so:
   //TransformerFactory->Transformer
   TransformerFactory trFac = TransformerFactory.newInstance();
```

```
   Transformer tr = trFac.newTransformer();
   //We want to given the Transformer tr, its source (the DOM structure) & its result (a file)
   DOMSource source = new DOMSource(doc);
   StreamResult result =  new StreamResult(new File("newXmlFile.xml"));
   // ... and we transform, i.e. transform our (DOM) doc into a text (xmL) file !
   tr.transform(source, result);
      }catch(Exception e){System.out.println(e.getMessage());}
   System.out.println("Done...");
  }
}
```

Κώδικας 6.6. Σειριακή εξαγωγή DOM σε αρχείο .xml

Παρατηρούμε την εξής σημαντική παραλληλία για το πώς εισερχόμεθα στο προγραμματιστικό κόσμο του DOM. Κατασκευάζομε ένα DocumentBuilderFactory

```
DocumentBuilderFactory fact = DocumentBuilderFactory.newInstance();
```

από αυτό κατασκευάζομε έναν DocumentBuilder

```
DocumentBuilder builder = fact.newDocumentBuilder();
```

και τώρα

- άν έχομε ήδη ένα αρχείο xml (περίπτωση της DOMNavigator), διαβάζοντάς το, δημιουργούμε και γεμίζομε ένα Document (που είναι η δομή DOM) με την μέθοδο parse του DocumentBuilder

```
Document doc = builder.parse("generalXML.xml");
```

- αν θέλομε ένα Document (που είναι μια δομή DOM αλλά κενή, περίπτωση της CreateDOMandXML) το δημιουργούμε με

```
Document doc = builder.newDocument();
```

Από την στιγμή που έχομε ένα τέτοιο Document (που είναι μια δομή DOM) έχομε όλο το οπλοστάσιο των interfaces Σχήματα. 6.3 – 6.7 του DOM API. Ιδιαίτερα μας ενδιαφέρει το interface Document (Σχήμα. 6.7) που εργάζεται σε ένα επίπεδο πάνω από το μοναδικό top element, δηλ. περικλείει όλο το xml, κενό ή όχι.

Η διαδικασία της εξαγωγής του Document είναι μια από τις πολλές περιπτώσεις ενός ‘μετασχηματισμού’ την οποία επιτελεί ένας Transformer. Τον δημιουργούμε με διαδικασία παρόμοια με την παραπάνω

```
TransformerFactory trFac = TransformerFactory.newInstance();
Transformer tr = trFac.newTransformer();
```

Ο Transformer έχει πηγή (source), που στην περίπτωσή μας εδώ είναι DOMSource

```
DOMSource source = new DOMSource(doc);
```

και αποτέλεσμα (result), που στην περίπτωσή μας εδώ είναι StreamResult το οποίο μας οδηγεί σε αρχείο σαν να ήταν μία απλή εκτύπωση.

```
StreamResult result =  new StreamResult(new File("newXmlFile.xml"));
```

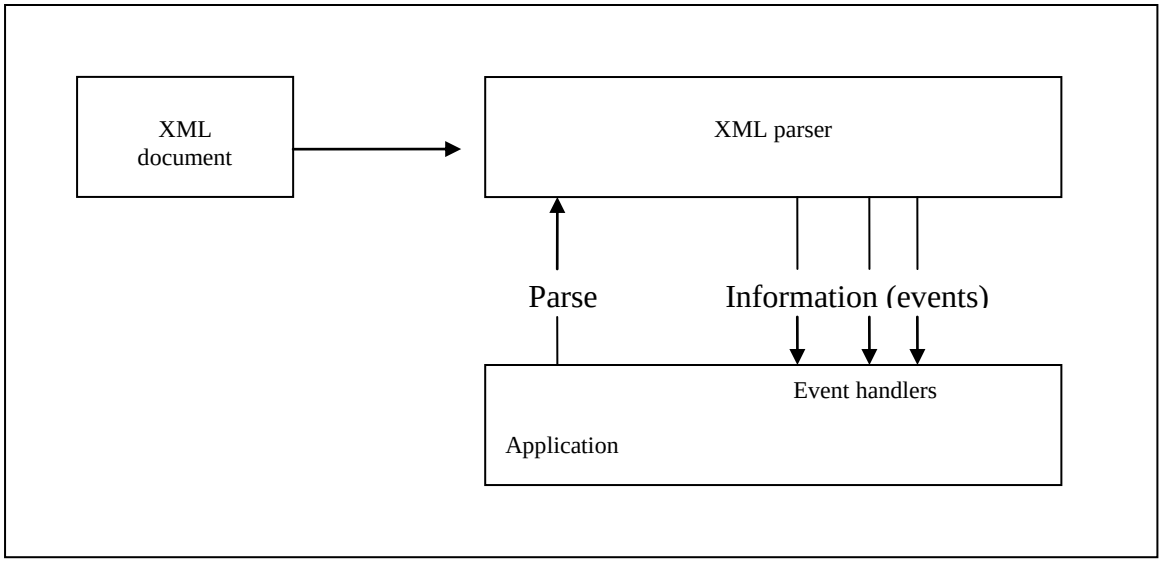
Με αυτά τα δύο προετοιμασμένα, απλώς χρησιμοποιούμε την μέθοδο transform

```
tr.transform(source, result);
```

του Transformer και τελειώνομε! Άλλες περιπτώσεις οι οποίες καλύπτονται με τον ίδιο Transformer θα δούμε παρακάτω στο κεφάλαιο περί XSLT (μετασχηματισμοί XML).

XML και SAX (Simple API for XML)

Στη βάση όλων των παραπάνω ευρίσκεται το SAX (Simple API for XML), προσφερόμενο από τον SAX parser, τον οποίο μπορούμε να φανταστούμε σαν έναν σειριακό αναγνώστη (SAX reader) του κειμένου XML, χαρακτήρα προς χαρακτήρα. Ο SAX parser αναγνωρίζοντας τα διάφορα μέρη του XML αρχείου, δημιουργεί αντίστοιχα συμβάντα (events), στα οποία το δικό μας πρόγραμμα οφείλει να ανταποκριθεί σύμφωνα με τις επιθυμίες μας. Ο SAX parser διαβάζει την ταινία (συρμό χαρακτήρων) του XML κειμένου και ανιχνεύει και σταματά σε συγκεκριμένα σημεία. Σε κάθε σταμάτημα δημιουργείται ένα συμβάν (event) προς τον δικό μας event handler. Μόλις ο event handler αντιμετωπίσει το event, συνεχίζει ο parser μέχρι το επόμενο σημείο. Στο Σχήμα 4. φαίνεται η σειριακή είσοδος του κειμένου XML στον SAX parser. Αυτός ελέγχεται από την εφαρμογή στην οποία δηλώνει πίσω (callbacks) συμβάντα, δηλαδή την ανίχνευση των επί μέρους μερών του υπό ανάγνωση XML .



Σχήμα 6.10. Γενική αρχή SAX parser

Ο ContentHandler (ενσωματωμένος σε μορφή interface μέσα στον SAX parser) είναι ένας event handler κατά τα γνωστά της Java, ο οποίος δημιουργεί κλήσεις πίσω στην εφαρμογή κάθε φορά πού ένα αξιοπρόσεκτο γεγονός (parsing event) διαπιστώνεται κατά την σειριακή ανάγνωση του κειμένου XML. Ένα interface είναι ο ορισμός μεθόδων (βλ. π.χ. startDocument, StartElement, κλπ). Στην περίπτωσή μας η πλειοψηφία αυτών των μεθόδων θα καλείται όταν διαπιστώνονται οι ομώνυμες περιπτώσεις (αρχή του κειμένου, στοιχείου XML αντίστοιχα). Ο XMLEventsPresentor, παρακάτω σαν δική μας πραγματοποίηση του ContentHandler interface, οφείλει να προγραμματίσει όλες τις μεθόδους αυτές, έστω και με τετριμμένο τρόπο (άμεση επιστροφή χωρίς καμία ενέργεια). Σαν τον ContentHandler, υπάρχουν στον SAX και άλλα τρία παρόμοια interfaces ErrorHandler, DTDHAndler, EntityResolver, με αντίστοιχη φιλοσοφία χρήσης, τα οποία όμως δεν ενδιαφέρουν εδώ και αφήνονται απραγματοποίητα (δηλ. δεν προχωράμε σε αντίστοιχη implementation). Δημιουργούμε πρώτα ένα αντικείμενο SAXParser και μετά μέσω αυτού ένα αντικείμενο XMLReader, το οποίο και θα διαβάσει το XML κείμενό μας. Στον XMLReader αντικείμενο προσκολλάται και το ContentHandler αντικείμενο πού

δημιουργήσαμε. Τέλος καλούμε την μέθοδο parse, η οποία αυτόματα δημιουργεί όλα τα callbacks, δηλαδή τις κλήσεις πού γίνονται κάθε φορά που στην διαδικασία της σειριακής ανάγνωσης ο parser ανακαλύπτει το διαπιστώνει το αντίστοιχο συμβάν. Ανάλογα με το τι βρίσκει, μας το διαθέτει μέσω αυτής της κλήσης και διάφορα σχετικά αντικείμενα πού ενδιαφέρουν, π.χ. στην περίπτωση του element όλη την πληροφορία πού σχετίζεται με το όνομά του. Στο συμβάν εμφάνισης νέου element, μας δίδεται η ευκαιρία να διαβάσομε και τα attributes. Μέσω του interface Attributes (σαν Vector της Java) δίδομε στο παράδειγμα ένα εκ των προτέρων γνωστό μας όνομα attribute (το colour), μας επιστρέφεται η θέση πού βρίσκεται (μηδενική, πρώτη, δεύτερη κλπ μέσα στο element) και κατόπιν χρησιμοποιώντας αυτήν διαβάζομε την τιμή.

Σημειωτέον, ότι χωρίς επιπλέον δική μας προσπάθεια δεν υπάρχει ουσιώδης πληροφορία για το πού ευρίσκεται μέσα στο XML η διαδικασία του parsing , π.χ. σε ποίο βάθος του δένδρου. Κρατώντας στην εφαρμογή μας μία προϊστορία δυνατόν να καταγράφουμε δομημένη την πληροφορία για το τι συνέβη / διαβάστηκε σε κάθε στιγμή. Δεν υπάρχει εν τούτοις κανένας τρόπος να γνωρίζομε τι έπεται, δεδομένου ότι το δικό μας μέρος (της εφαρμογής) προχωρά παράλληλα με τον SAXParser και XMLReader, ο οποίος δεν έχει ακόμη διαβάσει πιο πέρα. Αν πάλι επιθυμούμε γνώση του σημείου, όπου ευρίσκεται ανά πάσα στιγμή ο parser χρησιμοποιούμε την class Locator. Δημιουργούμε το αντικείμενό της lc και το δηλώνουμε στον ContentHandler χρησιμοποιώντας την μέθοδο setDocumentLocator με την μοναδική εντολή this.lc = locator; Απ΄ όλες τις μεθόδους της δοκιμάζουμε παρακάτω την getLineNumber, πού μας δίδει την θέση (αριθμό γραμμής) μέσα στο αρχείο, όπου διαπιστώθηκε από τον SAXParser το συγκεκριμένο συμβάν.

```
import org.xml.sax.*;
import org.xml.sax.helpers.*;
import javax.xml.parsers.*;

//XMLEventsPresentor will be defined as an implementation of the ContentHandler interface.
//The ContentHandler interface contains the definition of a number of methods,
//which are automatically called, when the corresponding parsing event occurs.
//In our XMLEventsPresentor implementation we have to implement each and every one
//of these methods (even in a trivial way).
public class XMLEventsPresentor implements ContentHandler
{
 private Locator lc;              //will be registered below

 public static void main(String[] args)  throws Exception
 {
  System.out.println("Here we go..");
  XMLEventsPresentor xmlep = new XMLEventsPresentor();
  xmlep.go();
 }

 public void go() throws Exception
 {
  SAXParserFactory spf = SAXParserFactory.newInstance();
  //We create first a parser object and then,
  //through a method of it, a reader object
  SAXParser sp = spf.newSAXParser();
  XMLReader sr = sp.getXMLReader();
  //We have to declare the ContentHandler to the reader
  //and then we can issue the 'parse' command to
  //(invoke the parse method of) the reader
  sr.setContentHandler(this);
```

```
  sr.parse("file:///D:/George/JavaClasses/Code/vehicles.xml");
 }

 //Implementations of ALL ContentHandler interface methods:

 public void setDocumentLocator(Locator locator)
 {                    //Register the locator
     this.lc =locator ;
 }

 public void startDocument() throws SAXException
 {
   System.out.println("Starting with the XML document...");
 }

 public void endDocument() throws SAXException
 {
   System.out.println("..... XML document finished");
 }

  public void startPrefixMapping(String prefix, String uri)
                              throws SAXException
 {}

  public void endPrefixMapping(String prefix)
                               throws SAXException
 {}

  public void startElement(String namespaceURI, String localName,
                  String qName, Attributes atts)
           throws SAXException
 {
    //demonstrate use of locator: show the line of this event
    System.out.println("START of Element " + qName
              + " at line no "+ lc.getLineNumber());

    //get the index no of the attribute named 'colour' and
    //use this to find the colour value (wherever applicable)
    System.out.println("Attribute colour has index no"
              + atts.getIndex("colour") + " and value "
              + atts.getValue(atts.getIndex("colour")));
 }

  public void endElement(String namespaceURI, String localName,
                  String qName)              throws SAXException
 {System.out.println("END of Element   "+ qName); }

  public void characters(char ch[], int start, int lenght)
                                 throws SAXException  {}

   public void ignorableWhitespace(char ch[], int start, int lenght)
                                  throws SAXException  {}

   public void processingInstruction(String target, String data)
                                  throws SAXException  {}

   public void skippedEntity(String name) throws SAXException  {}
}
```

Κώδικας 6.7. Το ContentHandler interface και η ‘πραγματοποίηση’ των μεθόδων του

Με τον SAX parser ευρισκόμεθα στο κατώτερο προγραμματιστικά περιβάλλον που μας δίδει πλήρη πρόσβαση στο XML. Η ένταξη των δικών μας επιθυμιών (εφαρμογή μας) είναι πιο επίπονη από ότι με το DOM ή JDOM, αλλά οι διαθέσιμες δυνατότητες και η ταχύτητα εδώ υπερτερούν. Δεν περιμένομε να δημιουργηθεί και να μας προσφερθεί η πλήρης δομή του XML σύμφωνα με το DOM ή JDOM μοντέλο, αλλά ειδοποιούμεθα και μπορούμε να ανταποκριθούμε στα σχετικά συμβάντα on the fly, καθώς διαβάζεται το XML κείμενο και χωρίς να περιμένομε το τέλος αυτής της ανάγνωσης.

7. XML και XSL

Με την **XSL (eXtensible Stylesheet Language)** μορφοποιούμε ένα κείμενο XML. Στη νέα του μορφή μπορεί πάλι να είναι XML (ή HTML), όπως το θέλει ένας άλλος αποδέκτης. Η μορφοποίηση, δηλαδή η μετατροπή ενός αρχείου .xml εισόδου κάτω από οδηγίες γραμμένες σε ένα κείμενο σε αρχείο .xsl, μπορεί να γίνει είτε μέσω του browser, είτε μέσω ενός XSLT (XSL Transformation) Processor. Η έξοδος είναι το μεταμορφωμένο αρχείο .xml ή .htm. Στην περίπτωση του IE5, υπάρχει ενσωματωμένος ο Microsoft XML (MSXML) parser, ο οποίος υποστηρίζει και μορφοποιήσεις σύμφωνα με τις περισσότερες προδιαγραφές της XSL. Θα περιγράψομε παρακάτω πώς μπορεί ένας parser να κάνει μία τέτοια μορφοποίηση. Με τον IE5 μπορούμε να έχομε μόνον έξοδο .htm, η οποία και εμφανίζεται. Με αυτό θα ασχοληθούμε πρώτα με βάση το παρακάτω αρχικό κείμενο XML. Το κείμενο Cars.xml πρέπει να είναι ευκατανόητο, με μοναδικό νέο στοιχείο την δεύτερη σειρά, όπου ο parser εντέλλεται να χρησιμοποιήσει το "stylesheet" CarPresentor.xsl. Άρα το παρακάτω XML κείμενο περιέχει με την (τονισμένη) αναφορά του στο stylesheet CarPresentor.xsl τις οδηγίες για το πώς θα πρέπει να εμφανισθεί από τον IE5.

```
<?xml version="1.0"?>

<!-- REFERENCE TO THE STYLESHEET: -->
<?xml-stylesheet href="CarPresentor.xsl" type="text/xsl"?>

<vehicles>
  <vehicle year="1996" make="Land Rover" model="Discovery">
    <mileage>36500</mileage>
    <color>black</color>
    <price>$22100</price>
 </vehicle>

  <vehicle year="1998" make="Land Rover" model="Discovery">
    <mileage>3550</mileage>
    <color>red</color>
    <price>$31995</price>
  </vehicle>

  <vehicle year="1996" make="Chevrolet" model="Suburban 2500">
    <mileage>49300</mileage>
    <color>green</color>
    <price>$25995</price>
  </vehicle>
</vehicles>
```

Παράδειγμα 7.1. Το κείμενο Cars.xml με την αναφορά του στο stylesheet CarPresentor.xsl.

Αν 'κτυπήσομε' το Cars.xml με τον IE5, θα δούμε, αντί ενός κειμένου XML, έναν ωραίο πίνακα! Πώς έγινε αυτό;

Ας δούμε το CarPresentor.xsl (επόμενο listing), δηλ το κείμενο πού θα δώσει τις οδηγίες στον IE5 για να δημιουργήσει το νέο HTML κείμενο, και το οποίο αναφέρεται στην δεύτερη γραμμή του Cars.xml. Οι οδηγίες αυτές συνίστανται είτε σε νέα στοιχεία XML, οπότε γράφονται κατά τα ήδη γνωστά, είτε σαν μετατροπές πού αναφέρονται σε στοιχεία του αρχικού XML, πράγμα πού μας ενδιαφέρει τώρα πρωτίστως. Κάθε κείμενο .xsl είναι και αυτό γραμμένο συμβατά με την σύνταξη της XML και περιλαμβάνει ιδιαίτερες ετικέτες (tags με το πρόθεμα xsl:), οι οποίες και ορίζουν τις επιπλέον λειτουργικότητες. Κάθε αρχείο .xsl, σαν συντακτικά ισχύον κείμενο XML (valid XML), μπορεί να διαβασθεί αυτόνομα κατά τα γνωστά (π.χ. μέσω του browser). Η πρώτη γραμμή δηλώνει την έκδοση της χρησιμοποιούμενης XML (όπως πριν) και η δεύτερη χρειάζεται για δήλωση των χρησιμοποιουμένων στοιχείων του XSL. Συναντάμε εδώ την γνωστή μας έννοια του namespace: Η δεύτερη γραμμή δηλώνει, ότι οτιδήποτε έχει το πρόθεμα xsl: (‘xmlns:xsl=...’, δηλ. ‘το xml namespace είναι το ...’) αποκτά την σημασία πού ορίζεται στο "http://www.w3.org/TR/WD-xsl". Αυτό μπορεί να φαίνεται σαν διεύθυνση δικτυακού τόπου, αλλά ουδέποτε θα πάμε σε αυτόν. Απλά σημαίνει ότι αυτός ο οποίος θα εμφανίσει το κείμενο (εδώ ο IE5) πρέπει να έχει προγραμματίσει όλα όσα έχουν συμφωνηθεί ‘μέσα στον΄ τόπο αυτό, δηλ. ουσιαστικά στο αντίστοιχο πρότυπο. Προσέξτε επίσης ότι το xmlns:xsl δεν είναι τίποτε άλλο παρά attribute του στοιχείου xsl:stylesheet. Το xsl:stylesheet είναι και το root element του κειμένου CarPresentor.xsl, καθόσον ανοίγει στην δεύτερη σειρά και κλείνει στην τελευταία.

Ο σκοπός εδώ είναι να εμφανισθούν τα δεδομένα του XML σε μορφή πίνακα. Η εμφάνιση του πίνακα προετοιμάζεται με τα αρχικά στις αρχικές γραμμές του κειμένου XSL, ανεξάρτητα του Cars.xml. Το ενδιαφέρον είναι μόνον το πώς επιλέγομε και γράφομε μέσα στον πίνακα πραγματική πληροφορία ‘τραβηγμένη’ μέσα από το Cars.xml. Όλο το κείμενο XSL περικλείεται μεταξύ <xsl:stylesheet …> και </xsl:stylesheet>. Μέσα σε αυτό ορίζονται templates (εκμαγεία). Το αρχικό φαίνεται μεταξύ <xsl:template match="/"> και το </xsl:template> της προτελευταίας σειράς. Κάθε εκμαγείο έχει το attribute match, με το οποίο δηλώνεται επί ποίου υποδένδρου του κειμένου XML θα εφαρμοσθεί το template αυτό. Μπορούμε αυτό να το διατυπώσουμε και αλλιώς: εφόσον υπάρχει κάποιο υποδένδρο στο αρχικό XML πού να ταιριάζει με την τιμή του match (εδώ το root, δηλ. θα ταιριάζει όλο το Cars.xml), θα εφαρμοσθεί το template αυτό και μέσα σε αυτό το υποδένδρο. Κάθε αναφορά στο αρχικό XML περιορίζεται στο υποδένδρο πού ορίσθηκε με το match. Τούτο δεν σημαίνει πολλά εδώ πού πρόκειται για το ‘/’, αλλά παρακάτω θα δούμε templates καλούμενα μέσα από templates (ενθυλάκωση - nesting), οπότε κάθε template συνεπάγεται και ένα (σύνολο από) υποδένδρο(α), το(α) λεγόμενα context node(s). Ας δεχθούμε προς το παρόν εδώ ότι, λόγω του template, έχομε πέσει μέσα σε ένα υποδένδρο, οριζόμενο από αυτό το context node.

Μέσα στο template μπορούν να παρατίθενται οποιαδήποτε στοιχεία XML (άσχετα με το αρχικό μας XML το οποίο κάλεσε το συγκεκριμένο XSL), τα οποία θα εμφανίζονται κατά τα γνωστά. Εκτός από αυτά, στοιχεία / εντολές του κατ΄ εξοχήν XSL (τα εισαγόμενα με xsl:) αναφέρονται και συλλέγουν στοιχεία από το αρχικό XML, πάντα όμως μέσα από το υποδένδρο όπου βρισκόμαστε σύμφωνα με τα παραπάνω. Έτσι το <xsl:for-each ....> ..... <xsl:for-each/>, επιλέγει όλα τα στοιχεία στο υποδένδρο (εδώ το root ‘/’), σύμφωνα και με τα attributes order-by (κριτήριο ταξινόμησης) και select (στοιχείο επί του οποίου εφαρμόζεται). Τα attributes αυτά έχουν μέσα στο XSL την γνωστή σύνταξη (attribute=’’xyz”). Κατόπιν με το στοιχείο XSL xsl:value-of παίρνεται τελικά η τιμή (δηλ. το text), ή με @ το attribute του επιλεγέντος XML στοιχείου. Ουσιαστικά τα στοιχεία / εντολές του XSL μας δίνουν την δυνατότητα να πλοηγηθούμε μέσα στον επιλεγέντα

context node και να επιλέξουμε στην διαδρομή μας οτιδήποτε επιθυμούμε. Για παράδειγμα, το select (attribute του value-of) περιέχει μια λεγόμενη XPath expression, δηλαδή ένα μονοπάτι πού αρχίζει στον context node. Επίσης μπορούμε να θεωρήσομε ότι xsl:for-each είναι ένα mini template μέσα στο αρχικό, διότι μας φέρνει (στην περιοχή της ισχύος του) σε κόμβο ή σύνολο κόμβων (όλα τα vehicle) κάτω από τον context node (root /). Αυτό είναι προσωρινό και μόλις βγούμε από το select element, επανέρχεται ο ισχύων context node, όπως ορίσθηκε από το match του template το οποίο 'εκτελούμε'.

Το πλήρες κείμενο CarPresentor.xsl είναι

```
<?xml version="1.0"?>
<xsl:stylesheet xmlns:xsl="http://www.w3.org/TR/WD-xsl">

  <xsl:template match="/">
    <html>
      <head>
        <title>Used Vehicles</title>
      </head>
          <body background="Money.jpg">
       <h1 style="background-color: #446600;
         color: #FFFFFF; font-size: 20pt; text-align: center;
         letter-spacing: 1.0em">Used Vehicles</h1>
       <table align="center" border="2">
         <tr>
           <th>Year</th>
           <th>Make</th>
           <th>Model</th>
           <th>Mileage</th>
           <th>Color</th>
           <th>Price</th>
         </tr>
<!--This template has had so far only presentation elements,  -->
<!--  without any reference to the target xml document -->
<!--  We now refer to the  the target xml document -->
         <xsl:for-each order-by="+ price" select="vehicles/vehicle">
           <tr>
             <td><xsl:value-of select="@year"/></td>
             <td><xsl:value-of select="@make"/></td>
             <td><xsl:value-of select="@model"/></td>
             <td><xsl:value-of select="mileage"/></td>
             <td><xsl:value-of select="color"/></td>
             <td><xsl:value-of select="price"/></td>
           </tr>
         </xsl:for-each>
       </table>
     </body>
   </html>
  </xsl:template>
</xsl:stylesheet>
```

Παράδειγμα 7.2. Το stylesheet CarPresentor.xsl.

Τώρα θα εφαρμόσομε το αρχείο vehicles_transformer.xsl επί του vehicles.xml καλώντας τον xalan XSLT Processor γραμμένο σε Java μέσω command line.

```
<?xml version="1.0"?>
<xsl:stylesheet version="1.0"  xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">

<!-- OUTER template: -->
<xsl:template match="/"><!-- this match makes "/" the context node -->

    <!--  create a new element with a specified name -->
    <xsl:element name="jeep_users">Organizations using jeeps are:
      <!-- the following will fill the new element -->
      <!--  the XPath expression starts from the context node -->
      <xsl:for-each select="vehicles/jeeps/jeep">
            <xsl:value-of select="@user"/> and .....
      </xsl:for-each>
    </xsl:element>

    <!--  same as above, but NO content will be generated because
          XPath expresion does NOT start from context node !!!! -->
    <xsl:element name="jeep_not_found">

      <xsl:for-each select="jeeps/jeep">
            <xsl:value-of select="@user"/>
      </xsl:for-each>
    </xsl:element>

    <!-- The context node moves now down to ...  -->
    <xsl:apply-templates select="vehicles/lories"/>

    <!-- The context node moves up again to ..  -->
    <xsl:apply-templates select="vehicles/ambulances"/>

    <!-- The context node moves up again to ..  -->
    <xsl:apply-templates select="vehicles/jeeps/jeep"/>
</xsl:template><!-- END of OUTER template -->

<!-- FIRST template called by outer template -->
<xsl:template match="lories">
     This text will be printed in the place of node lories
     <!-- The context node moves now down to lory1 -->
     <xsl:apply-templates select="lory1"/>
</xsl:template><!-- End of FIRST template called by outer template -->

<!-- SECOND tmplate called by outer template -->
     <xsl:template match="ambulances">
     This text will be printed in the place of ambulances
</xsl:template><!-- End of SECOND template called by outer template -->

<!-- THIRD template called by outer template -->
     <xsl:template match="jeep">
     This text will be printed in the place of EACH jeep
</xsl:template><!-- End of THIRD template called by outer template -->

<!-- Template called by FIRST template called by outer template -->
<xsl:template match="lory1">
...and  this is the text for lory1
</xsl:template><!-- End of ... -->

</xsl:stylesheet>
```

Παράδειγμα 7.3. Το vehicles_transformer.xsl (προς εφαρμογήν επί του vehicles.xml)

Η αναφορά στο αρχείο .xsl γίνεται τώρα στο command line

java org.apache.xalan.xslt.Process -IN vehicles.xml -XSL vehicles_transformer.xsl

δηλ. εφάρμοσε την διαδικασία .... Xalan.xslt.Process του επί του vehicles.xml σύμφωνα με τις οδηγίες του vehicles_transformer.xsl, το οποίο μπορεί να απομακρυνθεί από την δεύτερη γραμμή του vehicles.xml. Μετά το –IN έρχεται το .xml εισόδου, μετά το –XSL το .xsl του μετασχηματισμού και μετά ένα –OUT θα μπορούσαμε να ορίσουμε ένα .xml ή .html εγγραφής του αποτελέσματος. ΠΡΟΣΟΧΗ: Ο παραπάνω τρόπος πειραματισμού με τον xalan είναι πάντοτε προτιμητέος, καθόσον οι browsers δεν ανταποκρίνονται συχνά σε πολλά από τα υποσχόμενα εδώ, ή και σε οποιοδήποτε άλλο σύγγραμμα.

Επειδή το νέο .xml μέσα στο .xsl, δεν περικλείεται καθ' ολοκληρίαν σε στοιχείο <html>, δεν θα έχομε έξοδο html, αλλά απλή έξοδο κειμένου στην κονσόλα χειρισμού. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να δημιουργήσουμε ένα πραγματικό .xml στην έξοδο (θα μπορούσε να εξαχθεί και σαν αρχείο). Προς αυτήν την κατεύθυνση, το xsl στοιχείο <xsl:element name="xyz"> δημιουργεί πράγματι ένα νέο XML element ονοματισμένο xyz, όπως κάνομε παρακάτω με το στοιχείο <xsl:element name="jeep_users">. Παρ΄ όλον ότι δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά με το προηγούμενο παράδειγμα, βλέπομε εδώ μια πραγματική περίπτωση XSLTransformation - XSLT: δεν εμφανίζομε ένα XML με ωραίο τρόπο αλλά το μετατρέπομε σε κάποιο άλλο (νέο) XML. Μπορούμε να απευθυνθούμε στο αρχικό .xml και να αντλήσουμε από εκεί πληροφορία, π.χ. με @user λαμβάνομε την τιμή του attribute user.

XSLT και XPath

Η XSLT χρησιμοποιεί το XPath για να ορίσει και να ανεύρει συγκεκριμένα σύνολα (κόμβους – nodes) μέσα στο κείμενο XML είτε πρόκειται για στοιχεία (element nodes), ιδιότητες (attribute nodes), κόμβους κειμένου (text nodes), κλπ όπως στην σύμβαση κατά DOM. Επιπλέον μπορεί να περιέχει και συναρτήσεις επί αυτών των συνόλων. Η XPath, ενίοτε χαρακτηριζόμενη και σαν 'γλώσσα' είναι η sql του xml. Είναι πολύ πιο πλούσια, καθόσον μας περιηγεί μέσα σε δενδρικές δομές και όχι απλούς συσχετιζόμενους πίνακες. Παρατηρούμε ότι στοιχεία της XSLT σαν τα xsl:apply-templates, xsl:for-each, xsl:value-of έχουν την ιδιότητα (attribute) select, ενώ το στοιχείο xsl:template έχει το attribute match. Και στα δύο οι τιμές δίδονται σαν Strings με την προτυποποιημένη σύνταξη XPath με την εξής λεπτή διαφορά. Στο η XPath εκφράζει το σύνολο κόμβων το οποίο επιλέγομε (στο οποίο θέλομε να μεταβούμε) ενώ το match περιέχει (πάλι σε XPath) ένα pattern, δηλ. την συνθήκη που πρέπει να εκπληρεί ένας κόμβος προκειμένου να επιλεγεί. Οι δυνατές εκφράσεις στην διατύπωση ενός τέτοιου pattern αποτελούν υποσύνολο αυτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια XPath expression πού μπορούμε να βρούμε στο select. Ένα pattern επιστρέφει πάντα ένα node-set. Μία XPathExpression μπορεί να επιστρέφει και, π.χ., αριθμό (βλ. παρακάτω count()).

Το XPath δημιουργεί 'μονοπάτια' μέσα στην δομή του κειμένου XML με τρεις τρόπους: (α) σχετικά ως προς το υπό επεξεργασίαν στοιχείο, (β) απόλυτα (ως προς το root) και (γ) με την βοήθεια pattern matching, όπου π.χ. μπορεί να εντοπισθεί στοιχείο με πατέρα το στοιχείο A και απόγονο το στοιχείο B. Στο ταίριαγμα μπορούν και να υπεισέρχονται και attributes, π.χ. το @ μας οδηγεί στο attribute. Το αποτέλεσμα της ανεύρεσης μέσω των εκφράσεων του XPath είναι στην γενική περίπτωση όχι ένας κόμβος, αλλά ένα σύνολο κόμβων (nodes-set), ή ακόμη και το κενό σύνολο. Επιπλέον με τα XPath Functions (π.χ. με

το count()) μπορούμε να ανεύρομε χρήσιμες τιμές πού απορρέουν από τον ενδεχομένως άγνωστο κόμβο (ή κόμβους), στο οποίο μας έχει φέρει το 'μονοπάτι'.

Η XPath βλέπει ένα έγγραφο XML σαν ένα δένδρο κόμβων, ουσιαστικά με τον ίδιο τρόπο, όπως και το δένδρο του DOM (Document Object Model tree). Στο δένδρο αυτό ορίζονται τα εξής 7 διαφορετικά είδη.

1. η ρίζα του εγγράφου – document root
2. κόμβος στοιχείου (στοιχείο) – element node (element)
3. κόμβος κειμένου (κείμενο) – text node (text)
4. κόμβος ιδιότητας – attribute node (attribute)
5. κόμβος PI – PI node (Processing Instruction)
6. κόμβος σχόλιο – comment node
7. κόμβος namespace – namespace node

Είναι σημαντικό να ξεκαθαριστεί ότι η XPath εντοπίζει όχι μόνον μεμονωμένους κόμβους του κάθε παραπάνω είδους άλλα συχνότερα σύνολα αυτών, επί των οποίων π.χ. θα θέλαμε να εφαρμοσθεί ένα template. Τούτο θα γίνει πράγματι, εφόσον επαληθευθεί το pattern του match, πάλι γραμμένο σε XPath. Πιθανόν να επιστραφεί και το κενό σύνολον (κόμβων) αν τα κριτήρια πού θέτονται δεν ικανοποιούνται πουθενά πάνω στο προδιαγεγραμμένο μονοπάτι αναζήτησης. Το κενό σύνολον (κόμβων) χαρακτηρίζεται σαν 'empty node'. Η ρίζα του εγγράφου (document root ή root node) είναι ο κόμβος της XPath, οποίος περιέχει ολόκληρο το έγγραφο. (ΔΕΝ είναι το μοναδικό document element όπως έχομε προηγουμένως διευκρινίσει). Στην XPath η **ρίζα του εγγράφου** συμβολίζεται με **/**

Υποτίθεται τώρα ότι έχομε φθάσει σε κάποιο κόμβο του εγγράφου που ανήκει σε ένα από τα 7 παραπάνω είδη κόμβων. Παρουσιάζομε τώρα τις 13 διαφορετικές κατευθύνσεις (axes) στις οποίες μπορούμε να προχωρήσομε, ή καλύτερα τους 13 διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους μπορούμε να επιλέξομε κόμβους (διαφόρων ειδών) με εκκίνηση το σημείο που βρισκόμαστε (ΤΚ ο τρέχων κόμβος - current node). Ο παρακάτω Πίνακας 7.1 δείχνει και επεξηγεί την κάθε axis. Το 'σύμβολο' θα χρησιμοποιηθεί μόνο στην 'συντομογραφία' των XPath Expressions που θα μάθομε πιο κάτω.

Axis	**Σύμβολο**	(ΤΚ ο τρέχων κόμβος - current node) **Οδηγεί προς**
child	**τίποτα**	τα (άμεσα) παιδιά του ΤΚ - **ΕΙΝΑΙ ΤΟ Default Axis**
descendant	//	τα παιδιά, παιδιά των παιδιών, κλπ του ΤΚ – ΟΧΙ attributes
parent	**..**	τον γονέα του ΤΚ
ancestor		τους προγόνους του ΤΚ μέχρι και την ρίζα
following-sibling		τα επόμενα αδέλφια του ΤΚ (άδειο αν ο ΤΚ είναι attribute)
preceding-sibling		τα προηγούμενα αδέλφια του ΤΚ (άδειο αν ο ΤΚ είναι attribute)
following		τους κόμβους που στο έγγραφο έπονται του ΤΚ, ΕΚΤΟΣ των descendant του ΤΚ (άδειο αν ο ΤΚ είναι attribute)
preceding		τους κόμβους που στο έγγραφο προηγούνται του ΤΚ, ΕΚΤΟΣ των ancestor του ΤΚ (άδειο αν ο ΤΚ είναι attribute)
self	**.**	τον ίδιον τον ΤΚ
attribute	**@**	τα attributes του ΤΚ (άδειο αν ο ΤΚ δεν είναι element node)
namespace		τους namespace κόμβους του ΤΚ (άδειο αν ο ΤΚ δεν είναι element node)
descendant-or-self		την ένωση των descendant και self αξόνων
ancestor-or-self		την ένωση των ancestor και self αξόνων

Πίνακας 7.1. Οι 13 axes του XPath.

Προχωράμε με διαδοχικά βήματα εντοπισμού. Ένα βήμα εντοπισμού (location step) πρέπει, σύμφωνα με τα προηγούμενα να σχετίζεται με κάποιο axis - για αυτό άλλωστε ορίστηκαν τα axes. Έτσι για το κάθε βήμα εντοπισμού γράφομε καταρχήν το όνομα του axis (ένα από τα 13 του Πίνακα 7.1), μετά διπλό colon (::) και μετά (ενδεχομένως – δες πιο κάτω) το όνομα του στοιχείου που θέλομε να επιλέξομε. Ως εδώ πιθανόν να επιλέξαμε όχι ένα, αλλά πολλά στοιχεία, αν βεβαίως υπάρχουν πολλά στοιχεία με το ίδιο όνομα στο συγκεκριμένο axis. Μπορούμε τώρα με προαιρετικά predicates να περιορίσομε το μέχρι τώρα επιλεγέν σύνολο κόμβων. Κάθε predicate δρα σαν φίλτρο. Αν είναι πολλά ενώνονται με υπονοούμενο λογικό AND. Το κάθε predicate περιέχει μία συνθήκη ανάμεσα σε [] και το αποτέλεσμα είναι ότι κρατιούνταν μόνον οι κόμβοι οι οποίοι εκπληρούν την συνθήκη αυτή. Η γενική διατύπωση είναι

axis::node-test[predicate-1]…[predicate-n]

και ένα παράδειγμα βήματος εντοπισμού το descendant::car[not(position()=2)] , όπου μέσα στο φίλτρο χρησιμοποιήθηκαν η XPath function position() και ο λογικός operator not. Αλλεπάλληλα βήματα εντοπισμού (location steps) γραφόμενα το ένα πίσω από το άλλο και διαχωριζόμενα με / σχηματίζουν εν τέλει το πλήρες μονοπάτι εντοπισμού (location path). Το μονοπάτι εντοπισμού (location path) είναι απόλυτο (absolute), δηλ. αρχίζει πάντα από την ρίζα, αν αρχίσομε με /

/locationStep_1/ locationStep_2 / locationStep_n

ή σχετικό (relative), δηλ. αρχίζει από την θέση μας (ορισμός πιο κάτω), αν ΔΕΝ γράψομε ένα αρχικό /

locationStep_1/ locationStep_2 / locationStep_n

Έχομε και το * σαν wildcart καθώς και τις συντομευμένες εκφράσεις XPath (αν και όπως αναφέρονται στην στήλη ‘Σύμβολο’ του παραπάνω Πίνακα). Επίσης στις συντομευμένες εκφράσεις το :: δεν γράφεται. Έτσι τα

descendant::car[not(position()=2)]/attribute::* και //car[not(2)]/@*

είναι ισοδύναμα. Παρατηρούμε ότι το child axis συντομεύεται σε ‘τίποτα’ και ότι οι πιό σπάνια χρησιμοποιούμενες axes δεν έχουν συντομεύσεις. Τέλος, όλες οι εκφράσεις XPath, σαν τιμές του select ή match (τιμές ενός xml attribute !!) τίθενται ανάμεσα σε " ". Το παρακάτω Σχήμα 7.1 δίνει παραδείγματα

parent::x 1 location step (συντομογραφία ..[x])

δίδει το πολύ έναν κόμβο, δηλ. τον πατέρα (αυτός είναι πάντα το πολύ ένας) του context node, ΑΝ αυτός λέγεται x -- Αλλιώς δίνει τον empty node. Με /.. ή /*@ (1 location step, τώρα όμως ξεκινώντας απόλυτα από την ρίζα) παίρνομε το empty node, αφού η ρίζα δεν έχει πατέρα ούτε attributes.

../x 2 location steps

πήγαινε στον πατέρα και μετά στα παιδιά του που λέγονται x. Άρα δίδει όλα τα sibling του context node που λέγονται x, μαζί με το ίδιο τον context node, αν λέγεται x -- Πιθανώς τον empty node

***[@x]** 1 location step με φίλτρο

Δίδει όλα τα παιδιά του context node (το 'τίποτα' σημαίνει child axis) που έχουν attribute που λέγεται x -- Πιθανώς τον empty node

***[x]** 1 location step με φίλτρο

Δίδει όλα τα παιδιά του context node που έχουν κάποιο παιδί που λέγεται x -- Πιθανώς τον empty node

Η σειρά εφαρμογής των φίλτρων έχει σημασία !

***[name()='x'][1]**

πάρε τα παιδιά του context node,
κράτησε αυτά με το όνομα x
κράτησε το πρώτο

***[1][name()='x']**

πάρε τα παιδιά του context node,
κράτησε το πρώτο
κράτησε αυτά με το όνομα x

έτσι, αν έχομε τα παιδιά με την σειρά y,x,z, παίρνομε για τα παραπάνω αριστερά και δεξιά :

x **άδειο node-set**

Σχήμα 7.1. Παραδείγματα εκφράσεων XPath

Παρατηρούμε ότι μέσα στην έκφραση XPath (που θα περικλειθεί με " "), για να εκφράσομε ενα String, π.χ. την τιμή της συνάρτησης name() στο φίλτρο, θέτομε μονά quotes ' '.

Διαδικασία Εφαρμογής Templates

Για να καταλάβουμε την διαδικασία εφαρμογής των templates πρέπει να διευκρινίσομε την σχέση μεταξύ των xsl:apply-templates select="node-set-expression" και xsl:template match="pattern", όπου τα node-set-expression και pattern εκφράζονται με XPath. Χονδρικά το xsl:apply-templates είναι η κλήση και το xsl:template, σαν ορισμός του template, η καλούμενη ρουτίνα. Εν τούτοις δεν είναι σωστό να θεωρήσομε απλά μία εκτέλεση του αρχείου .xsl (stylesheet), με κλήσεις υπορουτινών, όπως στον κλασσική εκτέλεση ενός προγράμματος. Η εξήγηση πρέπει συνεχώς να αναφέρεται και να μεταπίπτει από το κείμενο .xml στο κείμενο .xsl και πάλι πίσω. Πρόκειται για functional και όχι για procedural programming. Η XSLT σε αυτό το σημείο συγγενεύει με την Lisp.

Υποθέτομε ότι ο XSLT Processor ευρίσκεται σε κάποιον κόμβο από το 'τρέχον σύνολο κόμβων' (current node set). Συνήθως αρχικά αυτό το σύνολο αυτό είναι η ρίζα "/" του κειμένου XML. Κατόπιν

(α) ο XSLT Processor, για κάθε κόμβο "X" του τρέχοντος συνόλου κόμβων ψάχνει για τα στοιχεία <xsl:template match="pattern"> του stylesheet (αρχείο .xsl), τα οποία δυνητικά ταιριάζουν στον κόμβο αυτό. Από αυτά επιλέγει εκείνο πού προσφέρει το

ειδικώτερο ταίριαγμα. Μεταξύ των <xsl:template match="/book/chapter/paragraph"> και <xsl:template match="paragraph"> το πρώτο είναι ειδικώτερο και θα είναι αυτό που θα εφαρμοστεί – το άλλο ‘σκιάζεται’.
(β) το επιλεγέν <xsl:template match="pattern"> εφαρμόζεται με "X" ως τον τρέχοντα κόμβο.
(γ) εάν κατά τη εκτέλεση του (β) ευρεθεί <xsl:apply-templates select="node-set-expression"> δημιουργείται ένα νέο ‘τρέχον σύνολο κόμβων’ και η διαδικασία συνεχίζεται αναδρομικά. Το παραπάνω "node-set-expression" ανευρίσκεται με το XPath σχετικά ως προς τον κόμβο "X" και όχι απόλυτα (ως προς την ρίζα), εφόσον η έκφραση XPath δεν αρχίζει με το root "/" .

Βλέπομε, ότι τόσο το ‘τρέχον σύνολο κόμβων’ όσο και ο τρέχον κόμβος συνεχώς αλλάζουν και μάλιστα όχι πάντα στην κατεύθυνση κατάβασης από την ρίζα στα φύλλα του κειμένου XML επί του οποίου εφαρμόζεται ο μετασχηματισμός XSLT. Δεν αποκλείεται επίσης η επανειλημμένη επίσκεψη στον ίδιο κόμβο. Μέσα σε ένα <xsl:stylesheet> το κάθε ένα από τα <xsl:template> μπορεί να εμφανίζεται MONON σαν παιδί του <xsl:stylesheet>, είναι δηλαδή top-level element. Σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει ενθυλάκωση (nesting) ενός <xsl:template> μέσα σε άλλο.

Ας δούμε τώρα την παραπάνω διαδικασία εφαρμοζόμενη επί του vehicles.xml σύμφωνα με το stylesheet vehicles_transformer.xsl. Ξεκινάμε με την ρίζα του vehicles.xml (X="/") στην οποία ταιριάζει το “OUTER template..” του stylesheet. Η XPath "vehicles/jeeps/jeep" πού χρησιμοποιείται, είναι σχετική με τον τρέχοντα κόμβο "/". Πιο κάτω πέφτομε στην περίπτωση (γ) και το νέο ‘τρέχον σύνολο κόμβων’ μεταπίπτει στο μοναδικό στοιχείο "vehicles/lories". Ψάχνονται πάλι όλα τα templates του stylesheet και ευρίσκεται να ταιριάζει το "FIRST template ..". Μέσα σε αυτό ξαναπέφτουμε στην περίπτωση (γ) και το ‘τρέχον σύνολο κόμβων’ μεταπίπτει στο "lory1". Από όλα τα templates ταιριάζει τώρα το “Template called by "FISRT template .. ". Μετά την εκτέλεση αυτού, το ‘τρέχον σύνολο κόμβων’ επιστρέφει στο "vehicles/lories", μετά πίσω στο "/" και μετά στο "vehicles/ambulances". Σε αυτό ευρίσκεται να ταιριάζει το "SECOND template .. ", εκτελείται, το ‘τρέχον σύνολο κόμβων’ επιστρέφει στο "/" και μετά στο "vehicles/jeeps/jeep" για το οποίο ταιριάζει το "THIRD Template.. ". Κατόπιν επιστρέφομε στο "/" και η διαδικασία τερματίζεται.

Παρακολουθώντας τα παραπάνω βλέπομε ότι η προγραμματιστική εκτέλεση των παραπάνω εμπλέκει δύο διαδικασίες parsing πού τρέχουν αλληλοδιαδόχως:

- η μία εφαρμόζεται επί του .xml και ευρίσκει τους κόμβους πού θα αποτελέσουν το ‘τρέχον σύνολο κόμβων’, ορμώμενη από το<xsl:apply-templates select="node-set-expression"> του .xsl.
- η άλλη εφαρμόζεται επί του .xsl και ευρίσκει τον κόμβους xsl:template match="pattern"> (δηλ το template) πού ταιριάζει καλύτερα σε εκείνον τον κόμβο, μέσα στο ‘τρέχον σύνολο κόμβων’, με τον οποίον τώρα ασχολούμαστε.

Και οι δύο παραπάνω διαδικασίες χρησιμοποιούν το XPath. Πρέπει όμως να υπάρχει και διασφάλιση έναντι της περίπτωσης η παραπάνω διαδικασία να διακοπεί ατερμάτιστη, όταν κανένα template δεν ευρίσκεται να ταιριάζει στον τρέχοντα κόμβο του κειμένου .xml. Εδώ υπεισέρχεται η έννοια ‘ειδικώτερο template’ στο σημείο (α), καθώς και η ύπαρξη των ενσωματωμένων εκμαγείων. Πέραν των templates πού εμείς γράφομε στο κείμενο .xsl, υπάρχουν και τέσσερα ενσωματωμένα (built-in templates). Αυτά τα φανταζόμαστε στο

παρασκήνιο και έτοιμα να εφαρμοστούν (με την σειρά προτεραιότητας όπως παρατίθενται παρακάτω), αν κανένα από τα γραμμένα στο κείμενο .xsl δεν προσφέρει πλησιέστερο ταίριαγμα. Τότε λοιπόν εφαρμόζεται όποιο από τα παρακάτω στην σειρά ταιριάξει πρώτο. Με '|' εκφράζεται το OR.

```
------------------------------------------------------------------------------------------------------------
--
<xsl:template match="*|/">
  <xsl:apply-templates/>
</xsl:template>
```

Αυτό ταιριάζει σε οποιοδήποτε στοιχείο (element), όπως υπονοεί το σύμβολο "*", και στην ρίζα "/". Δεν ταιριάζει σε attributes, text, PI (processing instructions), comment. Λόγω του <xsl:apply-templates>, το 'τρέχον σύνολο κόμβων' του βήματος (γ) αποτελείται τώρα από όλα τα παιδιά του τρέχοντος κόμβου (πού είναι αυστηρά elements – όχι attributes, text, PI).

```
------------------------------------------------------------------------------------------------------------
--
<xsl:template match="*|/" mode="m">
  <xsl:apply-templates mode="m"/>
</xsl:template>
```

Ισχύουν τα ίδια με το παραπάνω, αλλά τώρα εφαρμόζεται σε σχέση με το attribute mode, βλέπε παρακάτω διευνκρίνιση.

```
------------------------------------------------------------------------------------------------------------
--
<xsl:template match="text()|@*">
  <xsl:value-of select="."/>
</xsl:template>
```

Σε αντίθεση με τα δύο παραπάνω, τώρα ταιριάζει το template σε οποιοδήποτε κόμβο attribute και text. Το αποτέλεσμα είναι να αντιγραφούν όλα τα attribute και text στο αποτέλεσμα.

```
------------------------------------------------------------------------------------------------------------
--
<xsl:template match="processing-instruction()|comment()"/>
```

Τώρα ταιριάζει το template σε οποιαδήποτε PI ή comment (σχόλιο). Το αποτέλεσμα είναι τίποτα, οπότε τα PI ή comment δεν αντιγράφονται στο αποτέλεσμα.

```
------------------------------------------------------------------------------------------------------------
--
```

Είναι τώρα προφανές, ότι η διαδικασία δεν μπορεί να διακοπεί χωρίς να ληφθεί υπ' όψιν ολόκληρο το κείμενο .xsl. Επίσης αν δοκιμάσομε τον φαινομενικά κενό μετασχηματισμό

```
<?xml version="1.0"?>
<xsl:stylesheet version="1.0"  xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform"/>
```

πού είναι απολύτως αποδεκτό σαν περιεχόμενο ενός αρχείου .xsl, πάνω σε ένα αρχείο .xml όπου υπάρχει text, θα δούμε ότι κάτι εξάγεται. Τούτο εξηγείται με τα παραπάνω.

Ευκολίες παρέχει και το mode attribute, που είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται ως εξής. Με το να υπάρχει το mode attribute στο

```
<xsl:apply-templates select="myXPath1" mode="myMode"/>
```

δεν λαμβάνονται υπ΄ όψιν άλλα templates, παρά μόνον αυτά που φέρουν mode attribute με την τιμή myMode, δηλαδή τα

```
<xsl:template match="pattern_matching_myXPath1" mode="myMode"/>
```

και όχι τα

```
<xsl:template match="pattern_matching_myXPath1" mode="otherMode"/>
```

Άρα έχομε έναν εύκολο τρόπο επιλεκτικής συμπεριφοράς της διαδοχής των μετασχηματισμών ανάλογα με σενάρια, που το καθένα αντιστοιχεί σε άλλο mode.

Παραδείγματα και Ειδικές Περιπτώσεις

Το παρακάτω, απλό στην εμφάνιση κείμενο identity.xsl παίρνει το αρχικό κείμενο και αποδίδει ένα με τα ίδια στοιχεία (elements) και ιδιότητες (attributes).

```
<xsl:stylesheet version="1.0"  xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">

<xsl:output method="xml" version="1.0" encoding="UTF-8" indent="yes"/>
   <xsl:template match="@*|node()">
        <xsl:copy>
            <xsl:apply-templates select="@*|node()"/>
        </xsl:copy>
   </xsl:template>
</xsl:stylesheet>
```

Παράδειγμα 7.4. Το identity.xsl (‘μοναδιαίος μετασχηματισμός’)

Με το στοιχείο xsl:output καθορίζομε τον τρόπο εμφάνισης του αποτελέσματος του μετασχηματισμού. Το attribute method="xml" δίδει πραγματικό κείμενο xml και όχι html, ή απλό κείμενο στην κονσόλα, όπως παραπάνω. Με encoding=”UTF-8” ορίζομε την κωδικοποίηση χαρακτήρων και με το indent="yes" θέτουμε σε εφαρμογή μία αυτόματη εισαγωγή κενών, ώστε τα υποστοιχεία να ‘μπαίνουν πιο μέσα’ και η τελική εμφάνιση να εμφανίζει πιο παραστατικά την δενδρική δομή. Το βασικό μας template ταιριάζει είτε σε οποιοδήποτε attribute (@*) είτε σε οποιοδήποτε κόμβο - παιδί (element, text, comment, κλπ). Ο διαχωρισμός χρειάζεται διότι η συνάρτηση node() του XPath επιστρέφει κάθε κόμβο παιδί, εκτός όμως των attributes. Επομένως το βασικό template ταιριάζει και εφαρμόζεται στην αρχή στο root και κατόπιν σε κάθε attribute και κάθε κόμβο – παιδί. Το ότι συνεχίζουμε από το root στα παρακάτω, οφείλεται στην ύπαρξη του <xsl:apply-templates select="@*|node()"/> μέσα στο βασικό template. Και τέλος με το xsl:copy αντιγράφεται ο τρέχον κόμβος (χωρίς τα παιδιά του) στο βαθμιαία σχηματιζόμενο δένδρο του αποτελέσματος. Εφαρμόζοντας τον xalan XSLT Processor κατά τα ήδη γνωστά, βλέπομε το αποτέλεσμα του identity.xsl επί οποιουδήποτε κειμένου .xml.

Ένας τρόπος προσέγγισης των δυνατοτήτων της XSLT είναι να ξεκινήσομε από το πλήρες αρχικό κείμενο .xml και στο παραπάνω identity.xsl να προσθέτομε templates με πιο εξειδικευμένες τιμές στο attribute match. Τότε, στα σημεία πού επιθυμούμε, θα εφαρμόζονται αυτά, ως ειδικώτερα. Το παρακάτω template μετατρέπει το attribute με το όνομα motor, οπουδήποτε ευρίσκεται, σε στοιχείο με το ίδιο όνομα. Προσθέτομε το

template αυτό μέσα στο stylesheet (identity.xsl) και το εφαρμόζουμε με τον xalan επί του vehicles.xml.

```
   <xsl:template match="@motor">
     <xsl:element name="{name()}"><!--{} means 'evaluate'- do not take 'name()' as string -->
         <xsl:value-of select="."/>       <!-- teleia stands for 'self' axis, so value of motor attribute -->
     </xsl:element>
   </xsl:template>
<!-- Why {} in name attribute but not in select attribute?     Because name expects any string as value,
whereas select expects an XPath  Expression and teleia is such a valid  XPath Expression -->
```

Παράδειγμα 7.5. Πρόσθετο εξειδικευμένο template

Ανάλογα θα μπορούσαμε να προσθέσουμε / μετατρέψουμε σε συγκεκριμένα σημεία. Προσθέτουμε οποιοδήποτε πρόσθετο template στα προϋπάρχοντα του identity.xsl και δοκιμάζουμε.

Η αντίθετη μεθοδολογία είναι να αρχίσουμε από το τίποτε και διαδοχικά να κτίζουμε το .xml εξόδου επιλέγοντας / μετατρέποντας από το αρχικό (με εντατική χρήση του XPath), περίπου όπως ήταν και τα πρώτα παραδείγματα του κεφαλαίου αυτού. Η γενική δομή τώρα αποτελείται από την παράθεση μίας σειράς templates, εκ των οποίων το πρώτο ταιριάζει στην ρίζα, καθώς και από κλήσεις apply-tenmplates μέσα από αυτά.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
    <xsl:output method="html"/>

    <!-- OUTER TEMPLATE: the whole original document is matched **-->
    <xsl:template match="/">
       <html>
          <head>
              <title>Text for Title</title>
          </head>
         <body>
              <xsl:apply-templates select="XPath_Expression">
         </body>
       </html>
    </xsl:template>

    <!—  ANOTHER TEMPLATE "xyx"*****************************-->
    <xsl:template match="xyx">
       [and so on …]
              <xsl:apply-templates select="another_XPath_Expression"/>
       [more contents or multiple apply-templates …]
    </xsl:template match="xyx">

    <!--  YET ANOTHER TEMPLATE "xyx"************************-->

</xsl:stylesheet>
```

Παράδειγμα 7.6. Γενική δομή .xsl για την εξ αρχής κατασκευή νέου κειμένου

Το παραπάνω είναι γραμμένο για έξοδο πάλι σε .html.

Γνωρίσαμε μερικά στοιχεία της XSLT – (XSL Transformations) και πράγματι είδαμε πώς χρησιμοποιούνται ώστε ένα κείμενο XML μετατρέπεται σε ένα άλλο. Η γενική ιδέα ήταν κάθε στοιχείο του αρχικού κειμένου να απεικονίζεται σε ένα άλλο, μπορούμε όμως ανάλογα να αντιγράφουμε (xsl:copy), προσθέτουμε (xsl:text), αφαιρούμε και να αναδιατάσσουμε (xsl:sort) στοιχεία από το αρχικό στο τελικό κείμενο, και όλα αυτά μάλιστα υπό συνθήκες (xsl:choose, xsl:if, xsl:when). Τα παραπάνω μπορούν να συνδυασθούν και με συναρτήσεις, τις XSL Functions. Παρακάτω δίδονται όλα τα στοιχεία της XSLT και από ποίους browser υποστηρίζονται (Explorer η Netscape). Δυστυχώς τα στοιχεία πού υποστηρίζονται είναι ένα υποσύνολο της πλήρους προδιαγραφής και μάλιστα ΔΕΝ περιέχουν το πολύ χρήσιμο node() στο οποίο καταφύγαμε παραπάνω. Γι' αυτό όσα παραδείγματα δεν τρέχουν με τους browsers, πολύ πιθανόν να είναι σωστά, δίδοντας όμως τα αναμενόμενα μόνον μέσω του xalan XSLT Processor.

XSLT Elements

Element	Description	IE	NN
xsl:apply-imports	Applies a template rule from an imported style sheet	6.0	
xsl:apply-templates	Applies a template rule to the current element or to the current element's child nodes	5.0	6.0
xsl:attribute	Adds an attribute	5.0	6.0
xsl:attribute-set	Defines a named set of attributes	6.0	6.0
xsl:call-template	Calls a named template	6.0	6.0
xsl:choose	Used in conjunction with <xsl:when> and <xsl:otherwise> to express multiple conditional tests	5.0	6.0
xsl:comment	Creates a comment node in the result tree	5.0	6.0
xsl:copy	Creates a copy of the current node (without child nodes and attributes)	5.0	6.0
xsl:copy-of	Creates a copy of the current node (with child nodes and attributes)	6.0	6.0
xsl:decimal-format	Defines the characters and symbols to be used when converting numbers into strings, with the format-number() function	6.0	
xsl:element	Creates an element node in the output document	5.0	6.0
xsl:fallback	Specifies an alternate code to run if the XSL processor does not support an XSL element	6.0	
xsl:for-each	Loops through each node in a specified node set	5.0	6.0
xsl:if	Contains a template that will be applied only if a specified condition is true	5.0	6.0
xsl:import	Imports the contents of one style sheet into another. **Note:** An imported style sheet has lower precedence than the importing style sheet	6.0	6.0
xsl:include	Includes the contents of one style sheet into another. **Note:** An included style sheet has the same precedence as the including style sheet	6.0	6.0
xsl:key	Declares a named key that can be used in the style sheet with the key() function	6.0	6.0
xsl:message	Writes a message to the output (used to report errors)	6.0	6.0
xsl:namespace-alias	Replaces a namespace in the style sheet to a different namespace in the output	6.0	
xsl:number	Determines the integer position of the current node and formats a number	6.0	6.0
xsl:otherwise	Specifies a default action for the <xsl:choose> element	5.0	6.0
xsl:output	Defines the format of the output document	6.0	6.0

xsl:param	Declares a local or global parameter	6.0	6.0
xsl:preserve-space	Defines the elements for which white space should be preserved	6.0	6.0
xsl:processing-instruction	Writes a processing instruction to the output	5.0	6.0
xsl:sort	Sorts the output	6.0	6.0
xsl:strip-space	Defines the elements for which white space should be removed	6.0	6.0
xsl:stylesheet	Defines the root element of a style sheet	5.0	6.0
xsl:template	Rules to apply when a specified node is matched	5.0	6.0
xsl:text	Writes literal text to the output	5.0	6.0
xsl:transform	Defines the root element of a style sheet	6.0	6.0
xsl:value-of	Extracts the value of a selected node	5.0	6.0
xsl:variable	Declares a local or global variable	6.0	6.0
xsl:when	Specifies an action for the <xsl:choose> element	5.0	6.0
xsl:with-param	Defines the value of a parameter to be passed into a template	6.0	6.0

XSLT Functions

Name	Description
current()	Returns the current node
document()	Used to access the nodes in an external XML document
element-available()	Tests whether the element specified is supported by the XSLT processor
format-number()	Converts a number into a string
function-available()	Tests whether the function specified is supported by the XSLT processor
generate-id()	Returns a string value that uniquely identifies a specified node
key()	Returns a node-set using the index specified by an <xsl:key> element
system-property()	Returns the value of the system properties
unparsed-entity-uri()	Returns the URI of an unparsed entity

XPath Functions

Name	Description	Syntax
count()	Returns the number of nodes in a node-set	number=count(node-set)
id()	Selects elements by their unique ID	node-set=id(value)
last()	Returns the position number of the last node in the processed node list	number=last()
local-name()	Returns the local part of a node. A node usually consists of a prefix, a colon, followed by the local name	string=local-name(node)
name()	Returns the name of a node	string=name(node)
namespace-uri()	Returns the namespace URI of a specified node	uri=namespace-uri(node)
position()	Returns the position in the node list of the node that is currently being processed	number=position()

String Functions

Name	Description	Syntax & Example
Concat()	Returns the concatenation of all its arguments	string=concat(val1, val2, ..) **Example:** concat('The',' ','XML') Result: 'The XML'
Contains()	Returns true if the second string is contained within the first string, otherwise it returns false	bool=contains(val,substr) **Example:** contains('XML','X') Result: true
normalize-space()	Removes leading and trailing spaces from a string	string=normalize-space(string) **Example:** normalize-space(' The XML ') Result: 'The XML'
starts-with()	Returns true if the first string starts with the second string, otherwise it returns false	bool=starts-with(string,substr) **Example:** starts-with('XML','X')

		Result: true
string()	Converts the value argument to a string	string(value) **Example:** string(314) Result: '314'
string-length()	Returns the number of characters in a string	number=string-length(string) **Example:** string-length('Beatles') Result: 7
substring()	Returns a part of the string in the string argument	string=substring(string,start,length) **Example:** substring('Beatles',1,4) Result: 'Beat'
substring-after()	Returns the part of the string in the string argument that occurs after the substring in the substr argument	string=substring-after(string,substr) **Example:** substring-after('12/10','/') Result: '10'
substring-before()	Returns the part of the string in the string argument that occurs before the substring in the substr argument	string=substring-before(string,substr) **Example:** substring-before('12/10','/') Result: '12'
translate()	Takes the value argument and replaces all occurrences of string1 with string2 and returns the modified string	string=translate(value,string1,string2) **Example:** translate('12:30',':','!') Result: '12!30'

Number Functions

Name	**Description**	**Syntax & Example**
Ceiling()	Returns the smallest integer that is not less than the number argument	number=ceiling(number) **Example:** ceiling(7.14) Result: 4
floor()	Returns the largest integer that is not greater than the number argument	number=floor(number) **Example:** floor(7.14) Result: 3

number()	Converts the value argument to a number	number=number(value) **Example:** number('100') Result: 100
Round()	Rounds the number argument to the nearest integer	integer=round(number) **Example:** round(7.14) Result: 3
sum()	Returns the total value of a set of numeric values in a node-set	number=sum(nodeset) **Example:** sum(/cd/price)

Boolean Functions

Name	**Description**	**Syntax & Example**
boolean()	Converts the value argument to Boolean and returns true or false	bool=boolean(value)
false()	Returns false	false() **Example:** number(false()) Result: 0
lang()	Returns true if the language argument matches the language of the the xsl:lang element, otherwise it returns false	bool=lang(language)
not()	Returns true if the condition argument is false, and false if the condition argument is true	bool=not(condition) **Example:** not(false())
true()	Returns true	true() **Example:** number(true()) Result: 1

8. XML-RPC

Η εξ αποστάσεως κλήση μίας διαδικασίας (Remote Procedure Call - RPC) αποτελεί την πεμπτουσία του μοντέλου πελάτου – εξυπηρετητή (client - server) στα κατανεμημένα συστήματα. Μία ή πολλές διαδικασίες (μέθοδοι στην ορολογία της Java) ευρίσκονται διαθέσιμες στον εξυπηρετητή (στον κοινό server) προς γενική χρήση από τον πελάτη (συνήθως έναν από πολλούς clients). Ο client πρέπει να αποστείλει πληροφορία πού καθορίζει (α) το όνομα της διαδικασίας (μεθόδου) και (β) τις παραμέτρους εισόδου. Αφού εκτελεστεί η διαδικασία στον server, πρέπει να επιστραφεί (γ) το αποτέλεσμα πίσω στον client. Οι παράμετροι εισόδου αλλά και το αποτέλεσμα δυνατόν να είναι πολύπλοκες δομές, στην περίπτωσή μας αντικείμενα της Java. Πριν την ανάπτυξη της XML, η κλασσική κλήση RPC, προσπαθούσε να κωδικοποιήσει τα (β) και (γ) σε μορφή κειμένου (textual representation) με ειδικό και ιδιαίτερα συμφωνημένο τρόπο για κάθε γλώσσα, υπολογιστικό περιβάλλον, κλπ. Πάνω σε αυτή την προϊστορία, ήρθε ο συνδυασμός XML και Java να δώσει μια πολύ κομψή διέξοδο. Η XML προσφέρει μια απλή έκφραση σε μορφή κειμένου (textual representation), αλλά και ένα προτυποποιημένο τρόπο δόμησης του κειμένου αυτού. Προσθέτοντας τώρα την δυνατότητα μετάβασης από κείμενο XML σε δομές της Java (και αντίστροφα), με βάση τις τεχνολογίες των προηγουμένων κεφαλαίων, αποκτώμε ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον γνωστό σαν XML-RPC.

Παρακάτω θα δημιουργήσομε έναν XML-RPC server (class XmlRpcMyServer) και θα δηλώσομε σε αυτόν έναν handler μέσω της addHandler, μεθόδου του αντικειμένου server της class WebServer. Κατόπιν με την XmlRpcMyClient θα δημιουργήσομε έναν πελάτη (client). Σκοπός μας είναι να δούμε τον πελάτη να καλεί εξ αποστάσεως (Remote Procedure Call - RPC) μίαν μέθοδο του handler και να παίρνει απάντηση, και τα δύο με χρήση κωδικοποίησης κατά XML. Ο server θα ακούει στην υποδοχή (socket) 8585. Το αντικείμενο της Handler class είναι γνωστό στον Client με το όνομα “hello” και περιέχει μία μέθοδο (θα μπορούσε και περισσότερες), της οποίας το όνομα είναι γνωστό στον client (“sayHello”). Πρόκειται πράγματι για Remote Procedure Call (RPC), πού στο περιβάλλον της Java ανάγεται στην εξ αποστάσεως κλήση μίας μεθόδου (της sayHello). Η XML συνεισφέρει στο να στέλνει ο client στην μέθοδο αυτή τις παραμέτρους εισόδου και στο να του επιστρέφεται από τον server το αποτέλεσμα. Στην περίπτωσή μας ο client θα στέλνει ένα String “onoma” και θα του επιστρέφεται το String “hello onoma”. Τα προτερήματα του XML-RPC, σε σχέση με τις παλαιότερες τεχνικές client server, θα εξηγηθούν μετά το παράδειγμα.

Κατ΄ αρχήν δημιουργούμε τον handler (class HelloHandler). Κάθε τέτοιος handler περιέχει μίαν ή περισσότερες μεθόδους (εδώ την μοναδική sayHello). Ο σκοπός είναι μέσω της δήλωσης ενός ή περισσοτέρων τέτοιων handlers στον ένα και μοναδικό server να κάνουμε τις μεθόδους αυτές προσπελάσιμες εξ αποστάσεως (remotely). Η δική μας μέθοδος sayHello απλώς επικολλά και επιστρέφει το όνομα πού της δίνομε στο String “Hello”.

```
public class HelloHandler {

 public String sayHello(String name)
  {  return "Hello " + name;  }
}
```

Κώδικας 8.1. Η μέθοδος sayHello πρός ενσωμάτωση στον server

Στον παρακάτω κώδικα του server δημιουργούμε το αντικείμενο server σαν νέον WebServer περνώντας και σαν args[0] τον αριθμό της υποδοχής (socket), όπου επιθυμούμε να ακούει. Μετά δηλώνομε στον server τον προκατασκευασμένο handler (μέθοδος addHandler του server). Μέσω της addHandler ορίζομε επίσης το αναγνωριστικό ("hello") με το οποίο ο handler αυτός θα είναι γνωστός.

```
import java.io.IOException;
import org.apache.xmlrpc.*;
import org.apache.xerces.parsers.*;

public class XmlRpcMyServer {

 public static void main(String args[]) throws  ClassNotFoundException
 {
    //Specify driver for parsing/encoding from/to XML
    //(XmlRpc is static !)
     XmlRpc.setDriver("org.apache.xerces.parsers.SAXParser");

    //Instantiate & start the server
     System.out.println("Server geting up");
     WebServer server = new WebServer(Integer.parseInt(args[0]));
     server.start();

    //Register the handler
    server.addHandler("hello", new HelloHandler());
      System.out.println("Handler registered");
  }
}
```

Κώδικας 8.2. Ο server πού φιλοξενεί την μέθοδο sayHello

Τέλος έχομε τον client. Στο δημιουργούμενο αντικείμενο client της XmlRpcClient ορίζομε την υποδοχή την οποίαν αυτός θα καλεί. Η προς κλήση μέθοδος στην μεριά του server καθορίζεται σύμφωνα με τα παραπάνω με hello.sayHello. Τούτο σαν String περνιέται στην μέθοδο execute του client. Επίσης έχομε και τις παραμέτρους πού ζητά η sayHello. Αυτές οι παράμετροι (εδώ ένα μόνον String) πρέπει να περαστούν στην μορφή μίας Java Vector class. Το αποτέλεσμα πού επιστρέφει η μέθοδος του handler στον server προς αποστολήν πίσω στον client ορίζεται σαν ένα γενικό αντικείμενο (Java object). Στην συγκεκριμένη περίπτωση γνωρίζομε ότι είναι String, οπότε με casting αποκτώμε το αποτέλεσμα. Έτσι η έκφραση

(String)client.execute ("hello.sayHello", params);

αντιπροσωπεύει το Remote Procedure Call (RPC) και ισοδυναμεί με μία τοπική κλήση μεθόδου πού θα γινόταν μέσα στον client. Στην πραγματικότητα ο client κωδικοποιεί το όρισμα της execute, δηλαδή το ("hello.sayHello", params) και το στέλλει στον server. Ο server εντοπίζει την class πού έχει το αναγνωριστικό hello, μετά την μέθοδο sayHello αυτής της class και τέλος εξετάζει αν ο Vector των params πού ήλθε ταιριάζει με την δήλωση των arguments της μεθόδου. Τα βήματα αυτά είναι κλασσικά βήματα όπως και στη (τοπική) κλήση οποιασδήποτε μεθόδου στην Java. Επίσης ισχύει και το overloading της μεθόδου: δυνατόν να υπάρχουν στον handler πολλές μέθοδο με το ίδιο όνομα, αλλά με διαφορετικό signature, δηλαδή διαφορετική διάταξη παραμέτρων εισόδου. Στην περίπτωση αυτή θα κληθεί η μέθοδος εκείνη της οποίας το signature ταιριάζει με τον Vector των παραμέτρων πού έστειλε ο client.

```
import java.io.IOException;
import java.util.Vector;
import org.apache.xmlrpc.*;
import org.apache.xerces.parsers.*;


public class XmlRpcMyClient {

 public static void main(String args[])
       throws ClassNotFoundException,IOException, XmlRpcException
  {
     String serverPort = args[0];
     XmlRpc.setDriver("org.apache.xerces.parsers.SAXParser");
    //Specify the server and port
     XmlRpcClient client=new XmlRpcClient("http://localhost:" + serverPort  + "/");

    //Create a request
    Vector params= new Vector();
    params.addElement(args[1]);

    //Make request and print result
     String result =
        (String)client.execute ("hello.sayHello",params);
     System.out.println("Response from Server: " + result);
  }
}
```

Κώδικας 8.3. Ο client πού καλεί την μέθοδο sayHello

Αφού μεταγλωττίσουμε τα παραπάνω με τον javac, σηκώνουμε τον server με την εντολή στο command window (μέσα από το directory της XmlRpcMyServer.class)

start java XmlRpcMyServer 8085

Η start είναι εντολή του command window. Ανοίγεται ένα δεύτερο παράθυρο, όπου τώρα τρέχει ο server, ο οποίος τώρα 'ακούει' στην θύρα 8085. Τούτο μπορεί να διαπιστωθεί με Ctrl+Alt+Del, όπου ο Task Manager δείχνει μία java.exe να τρέχει (αυτή του σηκωμένου server). Τώρα πληκτρολογούμε στο αρχικό παράθυρο

java XmlRpcMyClient 8085 somename

Η πρώτη παράμετρος δίδει την θύρα (port) του server, όπου θέλομε να στείλομε την κλήση. Η δεύτερη είναι η παράμετρος της κλήσης. Όλα τα επιδιωκόμενα πραγματοποιούνται και πληροφορούμεθα, ότι ο client έλαβε πίσω 'hello somename'.

Τελικά πού ευρίσκεται η συμμετοχή του XML; Στους server και client δημιουργήσαμε έναν SAX parser με την μέθοδο setDriver της class XmlRpc. Αυτή εισήχθη και στον server και στον client, ως ανήκουσα στο package org.apache.xmlrpc. Επειδή μάλιστα είναι static, δεν χρειάζεται instantiation (δημιουργία object με new). Η μέθοδος setDriver ορίζει την χρήση ενός SAX parser. Με αυτόν ο client κωδικοποιεί την αίτηση του σε XML και ο server αποκωδικοποιεί την αίτηση του client από XML σε αντικείμενα Java. Μετά ο server κωδικοποιεί τα επιστρεφόμενα από τις μεθόδους του handler αντικείμενα σε XML προς αποστολήν πίσω στον client. Ο υπόλοιπος WebServer δεν γνωρίζει από XML, απλώς λαμβάνει και στέλνει μέσω HTTP στην προκαθορισμένη υποδοχή. Τέλος στον client αποκωδικοποιείται το XML σε ένα αντικείμενο Java, από το οποίο λαμβάνομε με casting

τον αναμενόμενο τύπο. Όλα επιτυγχάνονται με την συνεισφορά της XmlRpc class και του parser πού όρισε.

Στο παραπάνω παράδειγμα ο client απέστειλε και έλαβε πίσω ένα απλό String. Ποίες άλλες δομές θα μπορούσαν να διευθετηθούν από την class XmlRpc πού χρησιμοποιήσαμε; Η απάντηση ευρίσκεται στον παρακάτω πίνακα με τους χρησιμοποιήσιμους τύπους και την αντιστοίχησή τους στα δύο περιβάλλοντα. Ο παρακάτω πίνακας συνεχώς εμπλουτίζεται σε νέες εκδόσεις (βλ. www.xmlrpc.com).

XML-RPC data type	Java type
Int	int
boolean	boolean
string	String
double	double
DateTime.iso8601	Date
struct	Hashtable
array	Vector
base64	byte[]
Nil	null

Πίνακας 8.1. Τύποι πού περιλαμβάνονται στο XML-RPC

Τέλος μπορούμε και να 'φωτογραφήσουμε' την ανταλλαγή των μηνυμάτων HTTP με τα ενσωματωμένα κείμενα XML, πού αντιστοιχούν στο παραπάνω παράδειγμα. Αυτά μπορούμε πράγματι να τα καταγράψομε με έναν TCP Monitor, όπως δίδεται παρακάτω. Ο client στέλνει το μήνυμα του Σχήματος 8.1, ο server στέλνει αυτό του 8.2 (προσέξτε πάντα την κενή γραμμή κάτω από το HTTP header)

```
POST /PRC2 HTTP/1.1
User-Agent:  Apache Web Server  /7.1 Beta
Host: newInstance.com
Content-Type: text/xml
Content-lngth: ….

<?xml version=”1.0”?>
<methodCall>

<methodName>hello.sayHello</methodName>
  <params>
     <param>
      <value><string>George</string></value>
     </param>
  </params>
</methodCall>
```

```
HTTP/1.1 200 OK
Connection: close
Content-Type: text/xml
Content-length: ….
Date : ……
Server:  Apache Web Server  /7.1 Beta

<?xml version=”1.0”?>
<methodResponse>
  <params>
     <param>
      <value><string>HelloGeorge</string>
      </value >
     </param>
  </params>
</methodResponse>
```

Σχήμα 8.1. (αριστερά) Το μήνυμα HTTP του client με την κλήση της μεθόδου sayHello
Σχήμα 8.2. (δεξιά) Το μήνυμα HTTP του server με την απάντηση της κλήσης της sayHello

Σημειώνεται ότι ο τρόπος αποτύπωσης της αίτησης και της απόκρισης στο XML είναι προκαθορισμένος στις προδιαγραφές του XML-RPC χωρίς δυνατότητα δικής μας

επέμβασης. Για παράδειγμα τα χρησιμοποιούμενα tags των στοιχείων έχουν προκαθορισμένα ονόματα (βλ. και την XML-RPC στήλη του παραπάνω πίνακα). Προχωρώντας περαιτέρω θα υπερβούμε και αυτόν τον περιορισμό στο κεφάλαιο περί SOAP.

Αναδιαταξιμότητα του Server

Μεγάλη σημασία έχει η δυνατότητα διαταξιμότητας (configurability) πού μπορούμε να επιτύχουμε για τον Server στο περιβάλλον XML-RPC. Ο παραπάνω κώδικας του server, δεν προσφέρει αυτήν την ιδιότητα. Η προσθήκη ενός πρόσθετου handler απαιτεί recomplilation για να ληφθεί υπ΄όψιν ο νέος κώδικας. Στην θέση της απολύτου αναφοράς

server.addHandler("hello", new HelloHandler())

πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κάτι σαν

server.addHandler(handlerName, Class.forName(handlerClass).new Instance())

Τώρα τα handlerName και handlerClass διαβάζονται από εξωτερικό (configuration) file. Χρησιμοποιείται επίσης η τεχνική του 'dynamic class loading': η Class.forName(handlerClass) επιστρέφει την class με το ζητούμενο όνομα, από την οποία η new Instance() κατασκευάζει το αντικείμενο, το οποίο προσδένεται στον Server. Με τον τρόπο αυτό, με απλό reboot, ο server ενημερώνεται για το νέο σύνολο των handlers και των μεθόδων πού θέλομε να προσφέρουμε στους χρήστες. Βεβαίως οι χρήστες (clients) εξακολουθούν να πρέπει να είναι ενημερωμένοι για τις νέες υπηρεσίες που διατίθενται (για το όνομά τους και τις απαιτούμενες παραμέτρους εισόδου). Επιτύχαμε όμως να μην απαιτείται διακοπή λειτουργίας για recompilation του server.

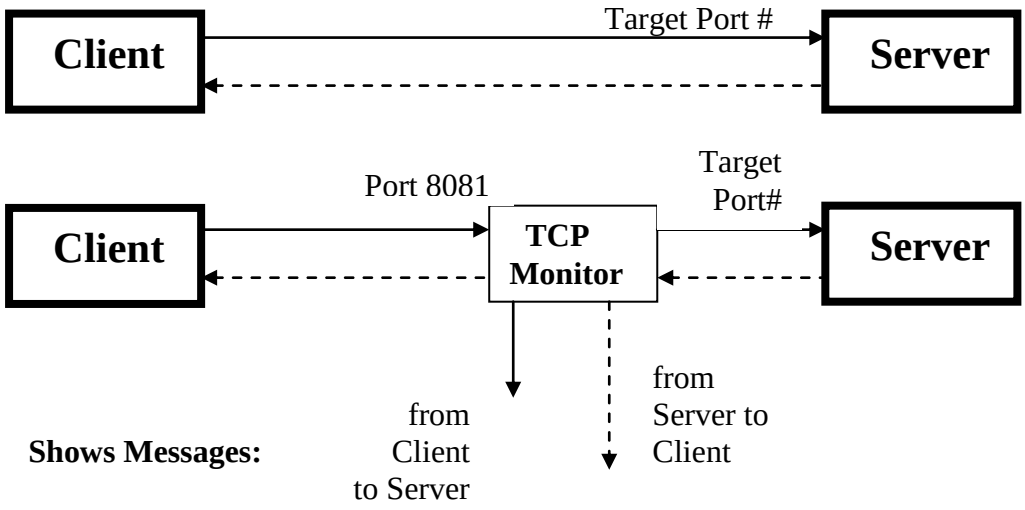
Παρακολούθηση Μηνυμάτων με TCP Monitor

Στην προηγούμενη και επόμενη ενότητα μπορούμε να παρακολουθήσομε τα ίδια τα μηνύματα πού μεταφέρονται μεταξύ server και client. Στην πλευρά του client εγκαθιστούμε έναν 'TCP Monitor' σύμφωνα με το παρακάτω Σχήμα 8.7.

Η μόνη μετατροπή πού χρειάζεται όταν παρεμβάλλεται ο TCP Monitor είναι ο client να μιλά σε αυτόν (στο 'Listen Port#' 8081) και αυτός να μιλά σε οποιονδήποτε server ('Target HostName', στα παραδείγματά μας θέτομε 'localhost') και θύρα αυτουνού ('Target Port#'). Στην αντίθετη διεύθυνση συμβαίνουν τα ανάλογα: ο server απαντά και η απάντηση, πριν επιδοθεί στον client, περνά μέσα από τον TCP Monitor. Ο server είναι τελείως ουδέτερος και ανυποψίαστος για την παρεμβολή του TCP Monitor. Στον client, η μόνη απαιτουμένη αλλαγή είναι να μην μιλά στον server αλλά στον TCP Monitor. Ο TCP Monitor ενεργοποιείται (από το directory του client) με την εντολή

java org.apache.axis.utils.tcpmon

Περνάμε τα παραπάνω αναφερθέντα στοιχεία στο πρώτο παράθυρο πού ανοίγει (Admin), πατάμε Add και εμφανίζεται νέο tab με το επιλεγέν Port #. Αφήνοντας την διαδικασία του TCP Monitor να τρέχει, έχομε τώρα την 'φωτογραφία' όλων των μηνυμάτων πού διακινούνται.

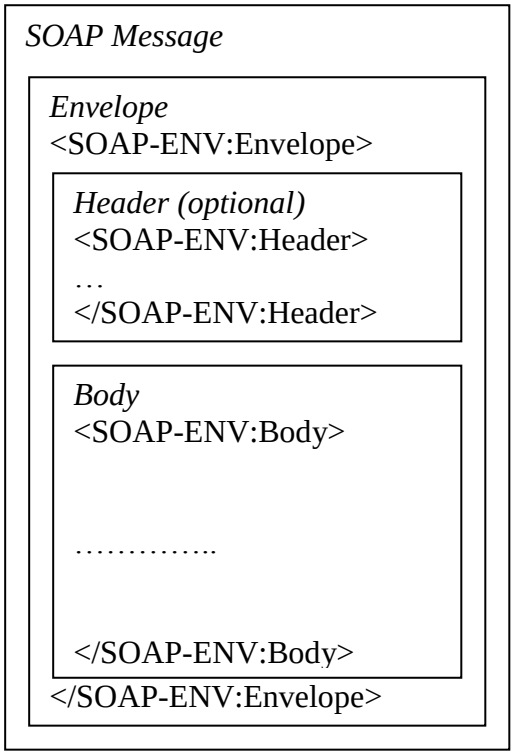


Σχήμα 8.7. Παρεμβολή και διευθύνσεις με τον TCP Monitor

Μπορούμε τώρα να επαναλάβομε το παραπάνω παράδειγμα του XML-RPC και να δούμε τα πραγματικά HTTP πακέτα που ανταλλάσσονται. Θα έχομε τρία ανοικτά παράθυρα (command windows), για τον server, για τον TCP Monitor και για τον client.

9. SOAP

Το Simple Object Access Protocol (SOAP) επιτρέπει την κατά παραγγελίαν διάρθρωση του κειμένου XML που μεταφέρει την 'πληροφορία' μεταξύ client και server πάνω από HTTP, χωρίς αυτή να υπόκειται στα προκαθορισμένα πρότυπα πού χρησιμοποιεί το XML-RPC. Η 'πληροφορία' μπορεί τώρα να είναι ένα αντικείμενο (object) κάποιας class ορισμένης από την εφαρμογή, έτσι ώστε το SOAP να δρά σαν serializer: η δομή του αντικειμένου μετατρέπεται προς και από μία σειριακή ροή δεδομένων πάνω στο 'σύρμα' μετάδοσης. Η μετατροπή γίνεται σύμφωνα με κανόνες και πρότυπα βασισμένα στην XML και από κοινού συμφωνημένα σε client και server (το πρωτόκολλο SOAP). Το SOAP προωθείται και μέσα στα πλαίσια της Java (www.w3.org/TR/SOAP) και από την Microsoft (msdn.microsoft.com). Μία αναφορά (μέσω της ιδιότητας encodingStyle) στην διάρθρωση της κωδικοποίησης σε XML περιλαμβάνεται στο μήνυμα, έτσι ώστε ο δέκτης προκαταρκτικά να γνωρίζει και αποφασίζει αν και πώς θα ασχοληθεί με το αυτό. Γενικά το SOAP διαχωρίζει σαφώς σώμα (body - περιεχόμενο) και το φάκελο (envelope) πού το περιλαμβάνει, και τα δύο εκφρασμένα σε XML. Ένα envelope μπορεί να έχει προαιρετικά μία επικεφαλίδα (header) και body με πολλά άμεσα στοιχεία – παιδιά, τα οποία αποτελούν τα λεγόμενα body blocks. Το SOAP μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μέσα στα πλαίσια του RPC (SOAP-RPC.) σαν πιο εξελιγμένο και δυνατότερο του XML-RPC και για γενική μεταφορά πληροφορίας άσχετης με τις εξ αποστάσεως κλήσεις (SOAP Messaging).



Σχήμα 9.1. Γενική δομή μηνύματος SOAP και σχέση μεταξύ envelope, (header) και body

SOAP-RPC

Με το Simple Object Access Protocol (SOAP) η προεργασία της κλήσης μίας RPC όπως στο προηγούμενο παράδειγμα ακολουθεί μία πιο ελέγξιμη διαδικασία. Πρέπει κατ΄ αρχήν να δημιουργηθεί στην πλευρά του client ένα Call object και σε αυτό να δηλωθούν ξεχωριστά τα στοιχεία της κλήσης. Όπως φαίνεται στο παρακάτω παράδειγμα, τούτο πρέπει να γίνει για το URI του server, για το όνομα της μεθόδου, για τον τρόπο κωδικοποίησης (είναι προς το παρόν σχεδόν πάντα ο ίδιος) και για τις παραμέτρους (πάλι μέσω Vector). ‘Υπάρχουν ενδεχομένως και άλλα στοιχεία τα οποία εδώ παραλείπονται. Έχοντας τώρα αυτό το Call object στη μνήμη, μπορούμε δυναμικά να διαμορφώνουμε τις κλήσεις μας αντί του παγιωμένου στο πρόγραμμα τρόπου πού είχαμε πριν.

```
// Creating and determining the Call Object
Call call = new Call();
// With different ‘set…’ methods we configure this call object for further use
call.setTargetObjectURI(“…”);
call.setMethodNameURI(“hello”);
call.setEncodingStyleURI(Constants.NS_URI_SOAP_ENC);
call.setParams(params);          // params always is an object of class Vector
```

Σχήμα 9.2. Δημιουργία και χρήση του Call object

Η κλήση γίνεται πάλι με μέθοδο του Call object

```
// Invocation of the Remote Procedure Call
Response res = call.invoke(new URL("…"), "");
```

Σχήμα 9.3. Απόκριση μέσω του Call object

Οπότε τώρα πλέον ο client δεν έχει παρά να συνεχίσει με την επεξεργασία της απόκρισης, η οποία έχει δημιουργηθεί μέσα στον client σαν res (Response object).

Το μήνυμα πού θα μεταδοθεί έχει τώρα την μορφή πού ακολουθεί το SOAP αποτελούμενο από Envelope (φάκελο) και Body (σώμα, περιεχόμενο), βεβαίως πάντα κωδικοποιημένο κατά XML. Πολλοί φάκελοι με περιεχόμενο μπορούν να αποσταλούν το ένα κάτω από το άλλο μέσα στο ίδιο μήνυμα (SOAP Message). Στο κάλυμμα τίθεται όλη εκείνη η πληροφορία πού προσδιορίζει αποστολέα και παραλήπτη, τρόπο κωδικοποίησης (encodingStyle attribute) και αναμενόμενης επεξεργασίας του σώματος, κλπ. Σκοπός είναι ο παραλήπτης να μπορέσει να κρίνει αν έχει την δυνατότητα και αν τον ενδιαφέρει να επεξεργασθεί το σώμα. Αν συγκρίνομε το παρακάτω παράδειγμα με το κοινό RPC (εδώ πλέον έχομε SOAP-RPC), θα δούμε ότι τέτοια πληροφορία δεν παρείχετο πριν εντός του μεταφερομένου XML μηνύματος.

```
<soap:Envelope
    xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
    soap:encodingStyle="http://myHOST.com/encodings/seecureEncoding"
>
  <soap:Body>
      <article> ….
      </article>
      …..
  </soap:Body>
</soap:Envelope>
```

Σχήμα 9.4. Βασικά στοιχεία του μηνύματος SOAP

Επιπλέον έχομε απελευθερωθεί από τους περιορισμούς των τύπων που μπορούν να ανταλλαγούν, είτε σαν παράμετροι εισόδου είτε σαν απόκριση της κλήσης (παραπάνω 'Πίνακας Τύπων' πού ισχύει για το κοινό RPC). Εδώ κάθε δομή εκφρασμένη σε XML και συμβατή με ένα προσυμφωνημένο XML Schema είναι αποδεκτή σαν περιεχόμενο του σώματος.

Το SOAP διαχωρίζει σαφώς σώμα (body - περιεχόμενο) και το κάλυμμα (envelope) πού το περιλαμβάνει. Και τα δύο καθώς και όλο το μήνυμα είναι εκφρασμένα σε XML.

Παράδειγμα Υπηρεσίας SOAP-RPC

Εδώ θα χρειασθούμε ένα ‘servlet engine’. Τα servlets είναι memory-resident προγράμματα πού τρέχουν μέσα σε ένα servlet engine (ή ‘servlet container’). Επειδή ευρίσκονται ανά πάσα στιγμή στην μνήμη ανταποκρίνονται ταχύτατα σε αιτήσεις πού καταφθάνουν στον (web) server από τους clients, χωρίς τις επιβαρύνσεις δημιουργίας μίας διαδικασίας (process creation) και κατοπινού καθαρισμού της (process cleanup). Τα servlets μπορούν να νοηθούν σαν applets, πού τρέχουν όμως στον server και δεν δείχνουν GUI στον χρήστη. Με το τρόπο αυτό επεκτείνονται οι δυνατότητες ενός web server. Για παράδειγμα στην τεχνολογία JSP (Java Server Pages) έχομε δυναμικές σελίδες web χρησιμοποιώντας περαιτέρω εξειδικευμένα servlets.

Ένας web server μπορεί να ανταποκρίνεται σε πακέτα HTTP. Τούτο σημαίνει ότι μπορεί να αντιμετωπίζει αιτήσεις πού καταφθάνουν σύμφωνα με το πρωτόκολλο HTTP, και συγκεκριμένα τα πακέτα GET και POST. Ο web (ή HTTP) server ‘ακούει’ την θύρα (π.χ. 8080) μίας σύνδεσης TCP και όταν καταφθάνει μία τέτοια αίτηση από ένα πελάτη (client) την προωθεί στο κατάλληλο πρόγραμμα (καλύτερα software component) πού είναι υπεύθυνο για την επεξεργασία της. Επιπλέον αναλαμβάνει να διεκπεραιώσει την (ενδεχόμενη) απάντηση του software component και να την αποστείλει μέσω HTTP πίσω στον πελάτη. Τέτοιος web server είναι ο Tomcat και στις περιπτώσεις πού θα δούμε στην ενότητα αυτή το περιεχόμενο κάθε μηνύματος πού είτε λαμβάνει, είτε εντέλλεται να αποστείλει πίσω στον client είναι κωδικοποιημένο με την μορφή του πρωτοκόλλου SOAP.

SOAP Server

Αφού εγκαταστήσομε τον Tomcat Server από το http://jakarta.apache.org στο ...\jakarta-tomcat-7.7.2 μπαίνουμε στο folder ...\jakarta-tomcat-7.7.2\bin. Εκεί μέσα βλέπομε όσα μπορούμε να κάνομε μέσω command line. Με την εντολή startup, βλέπουμε τον Tomcat να σηκώνεται σε διαφορετικό παράθυρο. Με την shutdown εξαφανίζεται μαζί με το παράθυρό του. Ο Tomcat ‘ακούει’ στην θύρα 8080. Κτυπώντας με το browser την http://localhost:8080, την http://localhost:8080/soap καθώς και την http://localhost:8080/soap/servlet/rpcrouter βλέπομε ότι ανταποκρίνεται (στην τελευταία έστω και αρνητικά). Επίσης ότι xyz.html βάλομε στο …\jakarta-tomcat-7.7.2\webapps\ROOT, εμφανίζεται με επίσκεψη στο http://localhost:8080/xyz.html. Πρέπει βέβαια να καταλάβει ο server την νέα προσθήκη (shutdown και πάλι startup).

Τώρα θα δημιουργήσομε μία υπηρεσία, την οποία και θα καλέσουμε με SOAP από έναν client. Η παρακάτω class VCatalog (vehicle catalog), υλοποιημένη γύρω από τον Hashtable catalog, επιτρέπει μέσω των μεθόδων της να προσθέσουμε ένα νέο όχημα carModel με τον κατασκευαστή του carMaker (μέθοδος addV), να εύρομε τον κατασκευαστή ενός οχήματος (getMaker) και να πάρουμε όλον τον κατάλογο οχημάτων / κατασκευαστών (listV).

```
package VShop;/*if present this MUST be the first statement,*/
                /* followed by 'imports'*/
import java.util.Hashtable;

public class VCatalog {
   /**The vehicles, by carModel */
   private Hashtable catalog;
```

```
    public VCatalog(){
       catalog=new Hashtable();

       //Some content
       catalog.put("Buick","General Motors");
       catalog.put("Mustang","Ford");
       catalog.put("4CV","Citroen");
       catalog.put("Jeep","General Motors");
       catalog.put("Beatle","Volkswagen");
    }

    public void addV(String carModel, String carMaker) {
       if ((carModel==null)||(carMaker==null)){
           throw new IllegalArgumentException("carModel and carMaker cannot be null.");
       }
       catalog.put(carModel,carMaker);
    }

    public String getMaker(String carModel) {
       if (carModel==null){
        throw new IllegalArgumentException("carModel cannot be null.");
       }

       //Return the requested vehicle
       return (String)catalog.get(carModel);
    }

    public Hashtable listV(){return catalog;}
}
```

Κώδικας 9.1. Η Vcatalog πού πραγματοποιεί την υπηρεσία VehicleCatalog

Μεταγλωττίζοντας τον παραπάνω κώδικα με javac, έχομε μία πλήρη, διαθέσιμη class, άσχετη με RPC και SOAP. Ως εκ τούτου και η παρακάτω διαδικασία εκθέσεως Java classes στο διαδίκτυο μέσω SOAP είναι γενική και εφαρμόσιμη σε ότι προϋπάρχει. Μετά την μεταγλώττιση δημιουργούμε ένα αρχείο jar (Java Archive File) κατά την πρακτική της Java, ως εξής. Τοποθετούμε την VCatalog.class κάτω από ένα folder (VShop) και από τον parent αυτού του folder γράφομε την εντολή

jar cvf V.jar VShop/VCatalog.class

Το όνομα του αρχείου V.jar είναι αυθαίρετο. Το .jar θα ανοιχθεί και μέσα του θα ευρεθεί η VCatalog.class, όταν αυτό χρειασθεί. Προσέξτε όμως ότι το folder VShop πρέπει να είναι αυτό πού έχει αναφερθεί στην εντολή package VShop (αναγκαστικά η πρώτη εντολή μέσα στο VCatalog.java).

Επόμενο βήμα είναι η κατασκευή του λεγομένου Deployment Descriptor (DD). Ο DD, σε μορφή XML, λαμβάνεται υπ΄όψιν από τον SOAP server, την ώρα πού αυτός αναλαμβάνει να διαθέσει την υπηρεσία (βλ. παρακάτω 'deploy'). Ο DD ορίζει τα εξής: (α) την URN της υπηρεσίας στο διαδίκτυο, (β) τις εκτιθέμενες μεθόδους της υπηρεσίας (γ) τους handlers οι οποίοι θα αναλάβουν τις διαδικασίες σειριοποίησης και αποσειριοποίησης (serialization / deserialization). Στο δικό μας VCatalogDD.xml πού ακολουθεί, το (α) ορίζεται με το attributes id του εξωτερικού στοιχείου service, το (β) με τα methods και class (η class VCatalog μέσα στο package VShop) του στοιχείου provider, ενώ σχετικό με το (γ) θα το δούμε αργότερα. Το τελευταίο εσωτερικό στοιχείο faultListener σχετίζεται και με τις

ισχυρές δυνατότητες του SOAP στην διαχείριση λαθών, τις οποίες και θα δούμε παρακάτω. Όλη η υπηρεσία θα είναι στο διαδίκτυο γνωστή σαν 'VehicleCatalog' (με το URN της). Προσέξτε ότι όλα τα ονόματα των στοιχείων αποκτούν σημασία πού ορίζεται κάτω από το namespace "http://xml.apache.org/xml-soap/deployment", συντομευμένο μέσα στο κάτω κείμενο σαν isd.

```
<isd:service xmlns:isd ="http://xml.apache.org/xml-soap/deployment"
             id = "urn:VehicleCatalog">

    <isd:provider
            type="java" scope ="Application" methods="addV getMaker listV">
       <isd:java class="VShop.VCatalog" static="false" />
    </isd:provider>

    <isd:faultListener>org.apache.soap.server.DOMFaultListener</isd:faultListener>

 </isd:service>
```

Σχήμα 9.5. Το VCatalogDD.xml, Deployment Descriptor της υπηρεσίαςVehicleCatalog

Παρατηρούμε επίσης ότι ο Deployment Descriptor έχει ιδιαίτερη μορφή για κάθε διαφορετική (π.χ. Tomcat όπως εδώ) SOAP engine. Τούτο φαίνεται από το εξωτερικό στοιχείο service του οποίου το namespace πρέπει να αναφέρεται στο "http://xml.apache.org/xml-soap/deployment". Στην περίπτωση π.χ. μίας άλλης SOAP engine, όπως η Axis, θα είχαμε διαφορετικό εξωτερικό στοιχείο π.χ. με άλλο namespace (π.χ. "http://xml.apache.org/axis/wsdd"). Τούτο δεν εμποδίζει την διαλειτουργικότητα: ο Deployment Descriptor αναφέρεται στην εσωτερική δομή του κάθε συγκεκριμένου server, χωρίς επιρροή στην δομή και σύνταξη των μηνυμάτων SOAP.

Τώρα δε απομένει παρά να θέσομε την δημιουργηθείσα υπηρεσία στην διάθεση του server. Προς τούτο ρίχνομε το παραπάνω αρχείο V.jar (πού περιέχει τον κώδικα της υπηρεσίας), μέσα στο folder ...\jakarta-tomcat-7.7.2\lib\common, όπου ο Tomcat αναμένει να ευρίσκει κάθε ζητούμενη υπηρεσία.. Τέλος με την παρακάτω command line διατάζομε τον server να εκθέσει την υπηρεσία

```
java org.apache.soap.server.ServiceManagerClient
                http://localhost:8080/soap/servlet/rpcrouter deploy …\VCatalogDD.xml
```

Με αυτήν την command line εντολή τρέχομε την Java class ServiceManagerClient (την ευρισκόμενη στο soap.jar) με παραμέτρους εισόδου (α) το πού θα ενεργήσει, (β) τι θα κάνει (εδώ έκθεση υπηρεσίας – deploy) και (γ) σύμφωνα με ποίον Deployment Descriptor θα εκθέσει την υπηρεσία.

Αν αντί τα (β) και (γ) γράψομε μόνο την παράμετρο list βλέπομε ότι τώρα ο server διαθέτει 'στο κοινό' την υπηρεσία urn:VehicleCatalog, όπως ακριβώς του υπέδειξε ο Deployment Descriptor. Με τα (β) και (γ) να είναι query urn:BvehicleCatalog, μας απαντά ο server στο command window με όλον τον Deployment Descriptor. Με τα (β) και (γ) να είναι undeploy urn:VehicleCatalog, μπορούμε να αποσύρομε (undeploy) την υπηρεσία, πράγμα πού μπορεί να πιστοποιηθεί με ένα νέο list. Προσέξτε ότι το soap.jar είναι και αυτό τοποθετημένο στο ίδιο folder με το V.jar της υπηρεσίας μας (τούτο εξηγείται στις διαδικασίες εγκατάστασης – βλ. τέλος σημειώσεων).

Συνεχίζομε με την υπηρεσία εκτεθειμένη. Αυτή η ίδια, δηλ. η VShop.VCatalog, στο διαδίκτυο γνωστή ως VehicleCatalog, ευρίσκεται έτοιμη να ανταποκριθεί, στο folder ...\jakarta-tomcat-7.7.2\lib\common, χωρίς να έχει ακόμη κληθεί από κανέναν.

SOAP Client

Μεταγλωττίζομε την παρακάτω VAdderLister.java

```
import java.net.URL;
import java.util.Enumeration;
import java.util.Hashtable;
import java.util.Vector;
import org.apache.soap.Constants;
import org.apache.soap.Fault;
import org.apache.soap.SOAPException;
import org.apache.soap.rpc.Call;
import org.apache.soap.rpc.Parameter;
import org.apache.soap.rpc.Response;


public class VAdderLister {

    public void addlist(URL url, String model, String manufacturer)
       throws SOAPException{

       //Build the Call object
       Call call = new Call();
       call.setTargetObjectURI("urn:VehicleCatalog");
       call.setMethodName("addV");
       call.setEncodingStyleURI(Constants.NS_URI_SOAP_ENC);

//------------  A D D I N G ----------------------------------------------------
        System.out.println("Adding vehicle model '" + model + "' by " + manufacturer);

       // Set up the parameters of the call
       Vector params = new Vector();
       params.addElement(new Parameter("model", String.class, model, null));
       params.addElement(new Parameter("manufacturer", String.class, manufacturer, null));
       call.setParams(params);

       // Invoke the call
       Response response;
       response = call.invoke(url, "");
       if (!response.generatedFault())
           {       System.out.println("Successful Vehicle addition");}
       else {       Fault fault = response.getFault();
                   System.out.println("Error: " + fault.getFaultString());}

//------------  L I S T I N G ----------------------------------------------------
            System.out.println("Listing the new updated catalog");

       // The Call object already in place,
       // updating only the relevant properties of this object
       call.setMethodName("listV");
       call.setParams(null); //the listV method has no input arguments
```

```
        // Invoke the call (using the same Response object)

      response = call.invoke(url, "");
      if (!response.generatedFault())
          {       System.out.println("Successful invocation of the listV method");
                  Parameter returnValue = response.getReturnValue();
                  Hashtable catalog = (Hashtable)returnValue.getValue();
                  Enumeration e = catalog.keys();
                  while (e.hasMoreElements()){
                      model =(String)e.nextElement();
                      manufacturer= (String) catalog.get(model);
                      System.out.println("  '" + model + "' by " + manufacturer);}
          } else {
            Fault fault = response.getFault();
            System.out.println("Error reported: " + fault.getFaultString());
          }

    }

    public static void main(String[] args) {
          if (args.length !=3)
        {System.out.println("Put url, model and manufacturer as arguments !!");
        return;}

      try {
          // URL for SOAP server to connect to
          URL urll = new URL(args[0]);

          // Get values for the new vehicle
          String model = args[1];
          String manufacturer= args[2];

          //Add the new vehicle, then list catalog
          VAdderLister adderlister = new VAdderLister();
          adderlister.addlist(urll, model, manufacturer);
      }  catch (Exception e) {e.printStackTrace();}
    }
}
```

Κώδικας 9.2. Η VAdderLister σαν πελάτης της υπηρεσίας VehicleCatalog

Η VAdderLister.class τρέχεται με (τρεις) παραμέτρους εισόδου. Η πρώτη ορίζει την διεύθυνση, όπου διατίθεται η VehicleCatalog, της οποίας καλούνται εξ αποστάσεως οι μέθοδοι addV και listV. Με

java …\VAdderLister http://localhost:8080/soap/servlet/rpcrouter "Cortina" "Ford"

προστίθεται στον κατάλογο πού διατηρείται στον server ένα νέο μοντέλο (Cortina) με τον κατασκευαστή του (Ford), πράγμα πού διαπιστώνεται ευθύς μετά με τον πλήρη Hashtable πού επιστρέφεται από την listV. Ο Hashtable αυτός είναι και η πιο πολύπλοκη δομή πού έχομε μέχρι τώρα δει να διακινείται με SOAP. Για να την δούμε πραγματικά χρησιμοποιούμε τον TCP Monitor.

Στον παραπάνω κώδικα βλέπομε την δημιουργία του Call object, το οποίο μάλιστα χρησιμοποιείται το ίδιο δύο φορές για κλήση δύο διαφορετικών μεθόδων, δηλ. call.setMethodName("addV") και μετά call.setMethodName("listV"). Οι μέθοδοι αυτοί καθορίζονται με τα ονόματα πού ορίζει ο DD και βεβαίως είναι ευθύνη του γράφοντος τον client να θέσει στην κλήση τις σωστές παραμέτρους (μέθοδος call.setParams του Call object). Η ίδια η κλήση συντελείται με την μέθοδο invoke του Call object, η οποία

επιστρέφει πάντα ένα αντικείμενο της class Response. Μέσα του ευρίσκεται η τιμή της απόκρισης της υπηρεσίας πού εκτελείται στον server, αν βεβαίως τέτοια τιμή υπάρχει (η μέθοδος της υπηρεσίας δεν είναι void). Η επιστρεφόμενη τιμή είναι της class Parameter και εξάγεται από το Response object μέσω της μεθόδου του getReturnValue(). Κατόπιν, με casting, αποτυπώνομε το αντικείμενο της γενικής class Parameter, σε αντικείμενο της class πού γνωρίζομε ότι είναι, π.χ.

```
Hashtable catalog = (Hashtable)returnValue.getValue();
```

Η returnValue είναι αντικείμενο της class Parameter, εξήχθη με την getValue() από το Response object, και επειδή αναμένομε αντικείμενο της class Hashtable, την αποτυπώνομε σε τέτοιο με το πρόθεμα (Hashtable). Το Response object έχει και άλλα χρήσιμα μέσα του, π.χ. αντικείμενο της class Fault, εξαγόμενο με getFault(), κλπ.

Ανακεφαλαίωση

Τα παραπάνω βήματα συνοψίζονται ως ακολούθως:

(α) Σηκώσαμε έναν (Tomcat) server.
(β) Θέσαμε σε συγκεκριμένο subfolder του server την class (σε μορφή jar) πού αντιπροσωπεύει την επιθυμητή υπηρεσία με τις διακριτές μεθόδους της.
(γ) Γράψαμε έναν Deployment Descriptor (σε μορφή XML), ο οποίος μεταξύ άλλων περιέχει το όνομα της υπηρεσίας και τις διακριτές μεθόδους της πού θα διατεθούν.
(δ) Στην πλευρά του server προβήκαμε στην διαδικασία έκθεσης (deploy) της υπηρεσίας, αναφερόμενοι στο αρχείο του Deployment Descriptor. Είδαμε κατόπιν ότι το όνομα της υπηρεσίας αυτής πράγματι δίδεται από τον server (με list).
(ε) Στην πλευρά του client, κάθε class, μέσω ενός Call object, μπορεί να χρησιμοποιήσει εξ αποστάσεως την υπηρεσία πού εξετέθη από τον server. Αυτό πραγματοποιείται με κλήσεις των μεθόδων της, όπως αναφέρονται στον Deployment Descriptor της. Επιστρέφονται στον client όχι μόνον οι τιμές των αποκρίσεων (response) των μεθόδων της υπηρεσίας, αλλά και πιθανές αναφορές σφαλμάτων πού πηγάζουν από την εκτέλεσή τους στον server. Η όλη επικοινωνία γίνεται μέσω SOAP πάνω από HTTP.

Παρατηρούμε ότι στην πλευρά του server, η υπηρεσία είναι τελείως γενική με καμία γνώση του ότι θα εξυπηρετήσει κλήσεις εξ αποστάσεως. Επίσης ούτε ο server την γνωρίζει την στιγμή πού σηκώνεται και συμβουλεύεται τον Deployment Descriptor ποίους τύπους δεδομένων θα έχει να αποκωδικοποιήσει (κατά την λήψη) και κατόπιν να κωδικοποιήσει (κατά την αποστολή). Αυτό γίνεται δυναμικά. Στην λήψη λαμβάνει την σχετική πληροφορία μέσα από το SOAP μήνυμα. Αφού παραδώσει τις παραμέτρους εισόδου στις ζητούμενες μεθόδους, πληροφορείται από τον byte code (μέσα στο αρχείο .jar) της υπηρεσίας ποίου τύπου θα είναι η απόκριση για να την κωδικοποίηση και την αποστείλει πίσω στον client. Στο παράδειγμά μας μάλιστα υπήρχε και η περίπτωση ενός Hashtable. Όλα γίνονται από το SOAP engine πού είναι ενσωματωμένο στον server. Στην πλευρά του client έχομε πράγματι ρητά ζητήσει την συνδρομή της SOAP engine εφόσον στον κώδικά μας έχουμε εισάγει τον απαιτούμενο byte code με τα import org.apache.soap.xyz.

Η σύνταξη των SOAP μηνυμάτων και η μεταφορά τους μέσω HTTP μπορεί να εξετασθεί με τον TCP Monitor.

Είναι προφανές ότι τα παραπάνω μπορούν να γίνουν με τύπους (classes) δεδομένων, τους οποίους πρέπει εκ των προτέρων να γνωρίζει το SOAP engine πώς να αντιμετωπίσει (απο-

και κωδικοποιήσει). Με άλλα λόγια δεν έχομε ακόμη ξεφύγει ουσιαστικά από τις δυνατότητες του απλού RPC. Είναι επίσης προφανές ότι για την μεταφορά (πάντα μέσω SOAP) πιο πολύπλοκων η πιο εξειδικευμένων δομών, χρειάζονται να επιστρατευθεί επιπλέον κατάλληλος κώδικας. Αυτό θα το δούμε τώρα για την μεταφορά 'σειριακά μέσω του σύρματος' αντικειμένων της Java.

Μεταφορά JavaBeans μέσω SOAP

Θα εκτελέσουμε τώρα SOAP RPC όπου θα ανταλλάσσονται αντικείμενα της Java, όχι όμως οποιασδήποτε αυθαίρετης μορφής. Θα πρέπει τα αντικείμενα αυτά να έχουν την δομή των JavaBeans. Τούτο σημαίνει πρακτικά ότι θα πρέπει να υπάρχει πάντα ένας non argument constructor και για κάθε property Xyz του αντικειμένου να διατίθενται οι μέθοδοι getXyz και setXyz. Πιο συγκεκριμένα η παρακάτω VehicleBean class δίδει αντικείμενα JavaBeans σχετικά με το προηγούμενο παράδειγμά μας (μοντέλα αυτοκινήτων, κατασκευαστές, τώρα πρόσθετα και έτος). Όλες οι αναφερθείσες απαιτήσεις εκπληρούνται στο παρακάτω κώδικα / ορισμό του δικού μας JavaBean, το οποίο ονομάζουμε VehicleBean.

Η πρώτη γραμμή του παρακάτω κώδικα δεν ανήκει στον ορισμό της VehicleBean class. Απαιτείται, κατ΄αρχήν, για λόγους πού θα εξηγηθούν παρακάτω.

```
package BVShop;
//if present 'package' MUST be the first statement (possibly) followed by 'import'
// The following class follows the structure of a 'Java Bean'

public class VehicleBean {
    /**The properties of the VehicleBean*/
    String VModel;
    String VManufacturer;
    String VYear;

    /** The following non-argument constructor MUST be always present*/
    /** for this class to be a Java Bean*/
    public VehicleBean(){}

    /** Another constructor CAN also be always present*/
    /**  the following initializes all properties whenever a new object is instantiated (with 'new') - */
    public VehicleBean(String model,String manu,String year){
          this.VModel= model; this.VManufacturer = manu; this.VYear= year;}

    /** get & set methods for all properties MUST be present*/
    public String getVModel(){return VModel;}
    public void setVModel(String model){this.VModel= model;}
    public String getVManufacturer(){return VManufacturer;}
    public void setVManufacturer(String manu){this.VManufacturer= manu;}
    public String getVYear(){return VYear;}
    public void setVYear(String year){this.VYear= year;}

    //toString is an in-built method for every Java object. Outputs an informative string
    public String toString(){
          return "" + VModel + "' by " + VManufacturer + " (" + VYear + ")";}
}
```

Κώδικας 9.3. Ορισμός VehicleBean

SOAP Server (με JavaBeans)

Ας υποθέσουμε ότι τώρα θέλουμε να διαθέσουμε μία υπηρεσία, παρόμοια με την προηγουμένη VehicleCatalog. Η παρακάτω παρουσιαζόμενη BVehicleCatalog θα είναι γραμμένη για το παραπάνω VehicleBean και οπωσδήποτε πιο κομψή καθόσον θα προσθέτει, αποθηκεύει και επιστρέφει ολόκληρα αντικείμενα (VehicleBean) και θα δεν ασχολείται μεμονωμένα (και 'χύμα') με τις επιμέρους παραμέτρους των. Το σημαντικότερο είναι ότι τώρα ολόκληρα αντικείμενα θα πρέπει να 'σειροποιούνται' πριν την μεταφορά τους 'πάνω από το σύρμα'. Για αυτό θα καταφύγουμε στην βοήθεια της BeanSerializer class, πού διατίθεται μαζί με το Apache SOAP. Έτσι ο κώδικας BVCatalog πού δίδεται παρακάτω είναι αυτός της VCatalog ελαφρά τροποποιημένος. Ο Hashtable αποθηκεύει τώρα αντικείμενα VehicleBean με το όνομα του μοντέλου (Vmodel) σαν κλειδί. Η addV αναμένει σαν παράμετρο εισόδου ένα VehicleBean και δεν επιστρέφει τίποτα – απλώς προσθέτει μία σχετική εγγραφή στο Hashtable. Η getVehicleBean αναμένει σαν παράμετρο εισόδου ένα String και επιστρέφει ένα αντικείμενο VehicleBean. Τέλος η listV() δεν έχει παράμετρο εισόδου και επιστρέφει Hashtable, το οποίο όμως περιέχει και αυτό αντικείμενα VehicleBean.

```
package BVShop;
/*if present 'package MUST be the first statement,*/
/* (possibly) followed by 'import'*/
import java.util.Hashtable;

public class BVCatalog {
    /**The vehicles as Hashtable*/
    /** the car Model is the key for finding entries  */
    private Hashtable catalog;

    public BVCatalog(){
       /** the old catalog remains*/
       /** but now the catalog (Hashtable) will contain also beans !!!*/
       catalog=new Hashtable();

       /**Some content - we NOW polulate with some objects!!*/
       addV(new VehicleBean("Buick","General Motors","1948"));
       addV(new VehicleBean("Mustang","Ford","1960"));
       addV(new VehicleBean("4CV","Citroen","1950"));
       addV(new VehicleBean("Jeep","General Motors", "1942"));
       addV(new VehicleBean("Beatle","Volkswagen","1938"));
    }
    /** FIRST METHOD TO BE EXPOSED - addV */
    /** input argument is now a single ('complex') object !!*/
    /** nothing is returned*/
    public void addV(VehicleBean  vObj) {
       if (vObj == null){
           throw new IllegalArgumentException("The object provided cannot be null.");
       }
       /** entry format for the Hashtable: key,data */
       /** vObj.getVModel gets the 'key' out of the bean object*/
       catalog.put(vObj.getVModel(),vObj);
       System.out.println("Addition at server side: " + vObj.getVModel());
     }

    /** SECOND METHOD TO BE EXPOSED - getVehicleBean */
    /** input argument is a String */
    /** a ('complex') object is returned */
```

```
    public VehicleBean getVehicleBean(String model) {
       if (model==null){
           throw new IllegalArgumentException("carModel cannot be null.");
       }

       //Return the requested vehicle - NOW AS AN OBJECT !!!!
       return (VehicleBean)catalog.get(model);
    }

    /** THIRD METHOD TO BE EXPOSED - listV */
    /** NO input argument - a whole table is returned */
    /** ... , and that with ('complex') objects as entries !!!!*/
    public Hashtable listV(){return catalog;}
}
```

Κώδικας 9.4. Η BVCatalog πού πραγματοποιεί την υπηρεσία BVehicleCatalog

Η BVCatalog.java πρέπει να βρει κατά την μεταγλώττισή της την BVShop/VehicleBean.class (λόγω του package BVShop). Ευρισκόμενοι στο anyForder, δημιουργούμε το παιδί anyForder/BVShop, ρίχνομε μέσα στο BVShop τις BVCatalog.java, VehicleBean.java (και οι δύο με 'package BVShop;' σαν πρώτη γραμμή) και μεταγλωττίζομε μέσα από το anyForder

javac BVShop/BVCatalog.java

Μέσα στο BVShop έχουν τώρα δημιουργηθεί τα VehicleBean.class και BVCatalog.class. Μέσα από το anyForder δημιουργούμε το BV.jar με την εντολή

jar cvf BV.jar BVShop/VehicleBean.class BVShop/BVCatalog.class

Το BV.jar εμπεριέχει δύο classes: την VehicleBean.class και την BVCatalog.class. Το όνομα του αρχείου BV.jar είναι αυθαίρετο και η συγκεκριμένη επιλογή του δεν έχει καμμία σημασία. Πάλι ρίχνομε όπως πριν το BV.jar μέσα στο ...\jakarta-tomcat-7.7.2\lib\common.

Ο νέος Deployment Descriptor είναι ο BVCatalogDD.xml (σε όλα τα νέα έχομε προσθέσει το 'B' – λόγω 'Beans'). Δεν ενοχλεί το ότι μερικές από τις μεθόδους έχουν τα ίδια ονόματα, καθόσον όλες ανήκουν σε υπηρεσία διαφορετικά ονοματισμένη (BVehicleCatalog αντί VehicleCatalog).

```
<isd:service xmlns:isd ="http://xml.apache.org/xml-soap/deployment"
             id = "urn:BVehicleCatalog">

    <isd:provider
            type="java" scope ="Application" methods="addV getVehicleBean listV">
       <isd:java class="BVShop.BVCatalog" static="false" />
    </isd:provider>

    <isd:faultListener>org.apache.soap.server.DOMFaultListener</isd:faultListener>

    <isd:mappings>
        <isd:map encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
                xmlns:x="urn:VBean_xmlns" qname="x:vObj"
                javaType="BVShop.VehicleBean"
                java2XMLClassName="org.apache.soap.encoding.soapenc.BeanSerializer"
                xml2JavaClassName="org.apache.soap.encoding.soapenc.BeanSerializer"/>
    </isd:mappings>

</isd:service>
```

Σχήμα 9.6. Το BVCatalogDD.xml, Deployment Descriptor της υπηρεσίας BVehicleCatalog

Το πραγματικά καινούργιο είναι η ότι τώρα οι μέθοδοι δέχονται (η addV) ή επιστρέφουν (άμεσα η getVehicleBean, έμμεσα η listV) Java αντικείμενα (JavaBeans)! Ως εκ τούτου πρέπει να δοθεί στον server η πληροφορία του πώς θα γίνει η απεικόνιση (map) του ειδικού τύπου (εδώ bean) στην διαδικασία σειριοποίησης / αποσειριοποίησης. Το νέο στοιχείο map μέσα στο mappings κάνει ακριβώς αυτό. Εδώ το mappings περιέχει μία μοναδική 'απεικόνιση', το στοιχείο map με τις ιδιότητές του (attributes). Σαν attributes δίδονται (α) το encodingStyle – πάντα όπως αναγράφεται, (β) ένα αυθαίρετο namespace πού εδώ συντομεύεται απλά με x καθώς και το όνομα πού θα χρησιμοποιούμε για τον τύπο αυτό (μόνο για τους σκοπούς της μεταφοράς του πάνω στο 'σύρμα'), (γ) το πώς ορίζεται ο τύπος αυτός και (δ) το πού θα βρεθούν οι classes πού θα κάνουν τις μετατροπές java–xml και xml-java. Πρόκειται φυσικά για την class BeanSerializer, εφόσον καθώς είπαμε, όταν ανταλλάσσομε αντικείμενα, αυτά θα είναι υποχρεωτικά της δομής των (Java)Beans. Η BeanSerializer καλύπτει με τις μεθόδους της και τις μετατροπές και για τις δύο διευθύνσεις, δηλ. επιτελεί serialization και deserialization. Για την μεταφορά αντικειμένων πού δεν εμπίπτουν στην δομή των JavaBeans πρέπει να γράψουμε (ή να βρούμε) επί τούτου ιδιαιτέρους serializer. Τούτο είναι αποφευκτέο και αξίζει αντ΄ αυτού να φροντίσομε να πέσουμε στα χνάρια πού δόθηκαν παραπάνω μετατρέποντας τις δομές μας ώστε να είναι συμβατές με τα JavaBeans. Ο server, συμβουλευόμενος το παραπάνω <isd:mappings>, γνωρίζει τώρα πώς θα χειρισθεί τα συγκεκριμένα JavaBeans, επιπλέον όλων των άλλων δομών του κοινού SOAP-RPC (δηλ. αυτές του Πίνακα 4.1.). Θα δούμε επίσης πώς τα όσα συμφωνούνται στο <isd:mappings> θα αναφερθούν στον client κατά την δημιουργία του Call object. Παρατηρούμε επίσης, ότι ο κώδικας της υπηρεσίας του server (BVCatalog παραπάνω) δεν ασχολείται με το <isd:mappings>. Τούτο βεβαίως ενδιαφέρει την διαδικασία λήψης / αποστολής μέσω SOAP, πού αποτελεί μέρος της γενικής υποδομής του (Tomcat) server προικισμένης με SOAP (λόγω του soap.jar), και όχι της κάθε επιμέρους υπηρεσίας που αυτός εκθέτει.

SOAP Client (με JavaBeans)

Τώρα πρέπει και ο client να χρησιμοποιήσει την ίδια BeanSerializer class. Τούτο διαπιστώνεται στην παρακάτω BVAdderLister.java με τα επιπρόσθετα imports (έναντι της προηγουμένης VAdderLister.java). Ιδιαιτέρως αναφέρομε τις classes SOAPMappingRegistry και BeanSerializer, πού θα ασχοληθούν με τα beans. Το αντικείμενο reg της class SOAPMappingRegistry ('μητρώον απεικονίσεων΄) θα απεικονίζει οτιδήποτε αναφέρεται μέσα στην υπηρεσία BVehicleCatalog σαν vObj με την βοήθεια του αντικειμένου serializer της class BeanSerializer και σύμφωνα με τον τρόπο κωδικοποίησης πού εμείς προσδιορίζομε. Έτσι με την μέθοδο mapTypes, καθορίζομε (α) μία απαιτούμενη σταθερά, (β) ένα QualifiedName πού έχει το πρόθεμα VBean_xmlns και όνομα vObj, (γ) την ίδια την class πού ορίζει το bean, και τέλος (δ,ε) τους serializer, (de)serializer. Πρόκειται βασικά για πληροφορία στην πλευρά του client, πού πρέπει φυσικά να ταυτίζεται με αυτήν του Deployment Descriptor στην πλευρά του server. Παρατηρούμε εδώ ότι αντιστοιχήσεις πού γίνονται στον server πρωτυποποιημένα μέσω του Deployment Descriptor, πρέπει στον client να επαναληφθούν σε πλήρη αντιστοιχία, αλλά με 'χειροκίνητο' τρόπο. Έτσι η SOAPMappingRegistry προσφέρει κατά κάποιον τρόπο τον αποδοχέα της πληροφορίας που στον client γράφεται σαν isd:mappings.

Η δημιουργία και χρήση του Call object καθώς και η επεξεργασία του Response object παραμένουν όπως πριν.

```
import java.net.URL;
import java.util.Enumeration;
import java.util.Hashtable;
import java.util.Vector;
import org.apache.soap.Constants;
import org.apache.soap.Fault;
import org.apache.soap.SOAPException;

import org.apache.soap.encoding.SOAPMappingRegistry;
import org.apache.soap.encoding.soapenc.BeanSerializer;

import org.apache.soap.rpc.Call;
import org.apache.soap.rpc.Parameter;
import org.apache.soap.rpc.Response;

import org.apache.soap.util.xml.QName;

public class BVAdderLister {

    public void addlist(URL url, String model, String manufacturer, String year)
       throws SOAPException{

       // Build the object with the data given by user
       VehicleBean vObj = new VehicleBean(model, manufacturer, year);

       //VehicleBean must now be mapped ... so SOAP can use it
       SOAPMappingRegistry reg = new SOAPMappingRegistry();
       BeanSerializer serializer = new BeanSerializer();
       reg.mapTypes(Constants.NS_URI_SOAP_ENC,
           new QName("urn:VBean_xmlns","vObj"),
           VehicleBean.class, serializer, serializer);

       //Build the Call object
       Call call = new Call();
       //How to map, where to send, method to call, encoding "style"
       call.setSOAPMappingRegistry(reg);
       call.setTargetObjectURI("urn:BVehicleCatalog");
       call.setMethodName("addV");
       call.setEncodingStyleURI(Constants.NS_URI_SOAP_ENC);


//------------  A D D I N G ----------------------------------------------------
        System.out.println("Adding vehicle model '" + model + "' by " + manufacturer);

       // Set up the parameters of the call
       Vector params = new Vector();

       //in the instructions given to the 'Serializer' - see Depl. Descr.
       params.addElement(new Parameter("vObj", VehicleBean.class, vObj, null));
       call.setParams(params);

       // Invoke the call
       Response response;
       response = call.invoke(url, "");
```

```
        //We do not expect something back, unless there is a fault!!
        if (!response.generatedFault())
            {       System.out.println("Server reported NO FAULT while adding vehicle");}
        else {        Fault fault = response.getFault();
                    System.out.println("Server reported FAULT while adding:");
                    System.out.println(fault.getFaultString());}


//------------ L I S T I N G ----------------------------------------------------
         //We use the same Call Object and change this as appropriate
        /* Another method is now called*/
        call.setMethodName("listV");
        /* NO parameters here !!*/
        /*(we cannot have a call with arguments as before)*/
        call.setParams(null);
        // Invoke the call; here we expect something back !!
        response = call.invoke(url, "");

        /*Extract the value returned in the form of a 'Parameter' Object*/
        Parameter returnValue = response.getReturnValue();
        /*Cast the 'Parameter' Object onto a Hashtabel Object*/
        Hashtable catalog = (Hashtable)returnValue.getValue();
        Enumeration e = catalog.keys();
        while (e.hasMoreElements()) {
             String VModel = (String)e.nextElement();
             VehicleBean vo = (VehicleBean)catalog.get(VModel);
             System.out.println("  '" + vo.getVModel() + "' by " + vo.getVManufacturer() +
                ", year " + vo.getVYear());
        }
    }



         public static void main(String[] args) {
            if (args.length != 4)
         {System.out.println("Put url, model, manufacturer & year as arguments !!");
         return;}

       try {
             // URL for SOAP server to connect to
             URL urlink = new URL(args[0]);

             // Get values for the new vehicle
             String model = args[1];
             String manufacturer = args[2];
             String year = args[3];
             //Add the new vehicle,
             BVAdderLister adderlister = new BVAdderLister();
             adderlister.addlist(urlink, model, manufacturer, year);
      }  catch (Exception e) {e.printStackTrace();}
    }
}
```

Κώδικας 9.5. Η BVAdderLister πελάτης της υπηρεσίας BVehicleCatalog

Στον παραπάνω κώδικα γίνονται δύο κλήσεις στον server, η πρώτη με στόχο την μέθοδο addV και η δεύτερη την μέθοδο listV. Χρησιμοποιούμε το ίδιο Call object και για τις δύο. Την δεύτερη φορά αλλάζουμε στο αντικείμενο call μόνο όσα διαφέρουν. Εδώ σημειώνουμε, ότι χωρίς το call.setParams(null), θα καλέσουμε πάλι με τις παλαιές

παραμέτρους, και θα έχομε λάθος (signature) στον server, καθόσον η listV δεν έχει παραμέτρους εισόδου. Μετά την επιστροφή από την δεύτερη κλήση, κάνουμε casting σε Hashtable το επιστρεφόμενο, το οποίο είναι πάντα (και στο παράδειγμα χωρίς αντικείμενα) της class Parameter. Τα όσα ακολουθούν μέσω της Enumeration, αποσκοπούν μόνο στο να τυπώσουν τα στοιχεία του πίνακος των οχημάτων και δεν έχουν ιδιαίτερη σημασία.

Στην πλευρά του client δεν χρειάζεται να εμπλακούμε σε διαδικασία δημιουργίας .jar. Μεταγλωττίζομε το VehicleBean.java στο ίδιο folder (αυτήν την φορά χωρίς την πρώτη εντολή package) και μετά μεταγλωττίζομε το BVAdderLister.java, όπου βεβαίως χρησιμοποιείται η VehicleBean.class. Μετά τρέχομε τον client από το ίδιο folder με

java BVShop.BVAdderLister http://localhost:8080/soap/servlet/rpcrouter "Smart" "Swatch" "2001"

(αντί 8080, θέτουμε το port#, στο οποίο ακούει TCP Monitor - αν ευρίσκεται σε λειτουργία) και παρατηρούμε το παράθυρο του client, του server, αλλά και του TCP Monitior. Στο τελευταίο διαπιστώνουμε τον όγκο και σημασία της δουλειάς πού έγινε από το SOAP, σχεδόν μαγικά !

Serialization και Deserialization

Εξετάζοντες το folder
...\jakarta-tomcat-7.7.2\webapps\soap\WEB-INF\classes\org\apache\soap\encoding\soapenc διαπιστώνομε ότι υπάρχουν classes για serialization / deserialization όλων των δομών πού συναντήσαμε στο απλό και στο SOAP-RPC, π.χ. array, boolen, date, hashtable, bean, …. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η BeanSerializer class. Αυτή εμπεριέχει και τον deserializer. Στις παρακάτω περιγραφόμενες διαδικασίες φαίνεται καθαρά πως χρησιμεύει η δομή πού υποθέσαμε (JavaBean) και η οποία απαιτεί την ύπαρξη getXyz, setXyz και default constructor. Ουσιαστικά το XML μεταφέρει την αναγκαία και ικανή πληροφορία για να επανακατασκευαστεί το αντικείμενο στην άλλη πλευρά.

Ο bean serializer δημιουργεί το XML από το JavaBean ονομάζοντας το εδώ με την βοήθεια του προθέματος "urn:VBean_xmlns" και του ονόματος"vObj". Μετά περνά από serialization κάθε μεταβλητή (property) πού υποστηρίζεται από ένα getXyz (είτε απλή είτε αναδρομικά σαν ένα εσωτερικό JavaBean). Στην άλλη άκρη ο bean deserializer δημιουργεί από το XML το αντικείμενο (JavaBean). Εδώ χρησιμεύει ο default constructor, πού είναι πάντα στην Java πλήρως προσδιορισμένος (ίδιο όνομα με την class, κανένα όρισμα). Μετά αποκαθίσταται κάθε μεταβλητή (property) με κλήση της setXyz. Το τι ακριβώς μεταφέρεται σύμφωνα με τις υποδείξεις μέσα στον κώδικα client και server, αλλά και του Deployment Descriptor, φαίνεται ωραία με την χρήση του TCP Monitor.

Συνεισφορά του SOAP στην Αναφορά Σφαλμάτων

Εδώ θα δούμε πώς το SOAP μπορεί ακόμη και να επιστρέψει στον client μηνύματα σφάλματος πού δημιουργήθηκαν στον server. Ήδη στον client είδαμε ότι από το αντικείμενο response εξάγομε με fault.getFaultString() μία περιγραφή του αντικειμένου fault. Αυτό το fault έρχεται πίσω, εφόσον δημιουργηθεί στον server, και προέρχεται από το διαγνωστικό πού είναι σε θέση να παράγει ο server στην προσπάθειά του να ανταποκριθεί στην ζητούμενη υπηρεσία. Μεταφέρεται χάρις στο SOAP. Το SOAP είναι σε θέση να μετατρέπει κάθε αντικείμενο Fault της Java σε XML δομή κατά DOM. Στον παραπάνω Deployment Descriptor έχομε ήδη επικαλεσθεί στο στοιχείο <isd:faultListener> την class org.apache.soap.server.DOMFaultListener και η επιθυμητή αναφορά σφάλματος ήδη επιστρέφεται στον client. Δεν έχομε λοιπόν παρά να την δούμε να μεταφέρεται μέσω του TCP Monitor. Προκαλούμε ένα σφάλμα μέσα στην μέθοδο addV του server (πού εμφανίζεται στο runtime): απλά απομακρύνομε την γραμμή catalog = New Hashtable. Η addV δεν έχει που να εγγράψει και επιστρέφεται μία αναφορά σφάλματος πού δημιουργήθηκε στον server.

Στο επιστρεφόμενο SOAP μήνυμα υπάρχουν στον φάκελο <SOAP-ENV:Fault> τα <faultcode> και <faultstring> με περιεχόμενο που δημιουργεί το ίδιο το πρωτόκολλο SOAP, αλλά και το στοιχείο XML <stacktrace> με περιεχόμενο την πλήρη αναφορά σφάλματος (stack trace) της Java. Παρατηρούμε επίσης ότι τα παραπάνω αποτελούν και άλλο παράδειγμα ειδικής κωδικοποίησης και αποστολής ‘πάνω στο σύρμα’ (με serialization / deserialization) αντικειμένου Java. Πριν είχαμε οποιοδήποτε JavaBean και τώρα οποιοδήποτε Fault object. Αν στην πλευρά του client, με περαιτέρω κώδικα, επεξεργαζόμαστε και εκτυπώναμε το περιεχόμενο text του <stacktrace> element, θα βλέπαμε την πλήρη αναφορά σφαλμάτων πού θα εξέδιδε η ίδια η γλώσσα (εδώ η Java) αν η εκτέλεση της ζητηθείσης υπηρεσίας γινόταν τοπικά. Έτσι εξομοιώνουμε και σε αυτό το σημείο την τοπική κλήση με την εξ αποστάσεως (RPC).

Επιπλέον η αναφορά σφάλματος ξεφεύγει από την δομή του SOAP πού γνωρίσαμε να ασχολείται με την κωδικοποίηση (serialization / deserialization) μεταβλητών, είτε εισόδου σε, είτε εξόδου από κλήσεις μεθόδων. Αν θεωρήσομε το ίδιο το σφάλμα σαν ένα γενικό κείμενο XML, μπορούμε να πούμε ότι στην περίπτωση αυτή έχομε μαζί με το SOAP-RPC (Remote Procedure Call) και SOAP Messaging, δηλαδή την μεταφορά αυτούσιων μηνυμάτων (πάντα κειμένων XML) μέσω SOAP. Με την περίπτωση αυτή στην γενικότητά της ασχολείται η επομένη παράγραφος.

SOAP Messaging

Είδαμε πώς το SOAP μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσα στα πλαίσια του RPC (SOAP-RPC) εξελιγμένο και δυνατότερο του απλού XML-RPC. Σε αυτό της τον ρόλο η λεγόμενη ‘SOAP engine’ δρα και στις δύο πλευρές και:

- σειριοποιεί κλήσεις μεθόδων σε πακέτα SOAP
- αποσειριοποιεί πακέτα SOAP σε κλήσεις κατά τις συμβάσεις της Java

Τώρα, στα πλαίσια του SOAP Messaging θα δούμε πώς η ίδια ‘SOAP engine’ μπορεί να χρησιμεύσει και για την γενική μεταφορά πληροφορίας σε XML άσχετης (κατ’ αρχήν) με

τις εξ αποστάσεως κλήσεις. Δρώντας πάλι και στις δύο πλευρές (αποστολέας και λήπτης) η SOAP engine θα:

- περιτυλίγει κείμενα XML μέσα σε πακέτα SOAP (κατά την αποστολή)
- εξάγει κείμενα XML μέσα από πακέτα SOAP (κατά την λήψη)
- θέτει αιτήσεις (SOAP requests) και διεκπεραιώνει τις αποκρίσεις (SOAP responses)
- δέχεται αιτήσεις (SOAP requests) και επιστρέφει αποκρίσεις (SOAP responses)

Πέραν του ρόλου της SOAP engine παρατηρούμε ότι μία εφαρμογή στον δέκτη ενός μηνύματος (SOAP Message) θα πρέπει να μπαίνει στην δομή ενός κειμένου XML, περιτυλιγμένου εντός του SOAP μηνύματος. Τούτο έρχεται σε αντίθεση με την ευκολία πού είχαμε στην συγγραφή, για παράδειγμα, της υπηρεσίας BVCatalog για τον προηγούμενο SOAP-RPC server. Η BVCatalog ήταν τελείως ουδέτερη ως προς το RPC και το SOAP, πιο συγκεκριμένα ως προς την διαχείριση του μηνύματος πού μετέφερε τις παραμέτρους είτε εισόδου είτε απόκρισης. Τώρα μία τυπική μέθοδος στα πλαίσια του SOAP Messaging θα πρέπει να επιδρά επί ενός αντικειμένου request και response έχοντας την μορφή:

```
public void methodName(Envelope env, SOAPContext  req, SOAPContext  res)
        throws java.io.IOException, javax.mail.MessagingException
```

Τα δύο παραπάνω αντικείμενα, req και res αντίστοιχα, ανήκουν στην class SOAPContext. Εδώ μπορούμε να παρατηρήσομε και τις αναλογίες με τον μηχανισμό ερωταποκρίσεων στο απλό http και τις classes HttpServletRequest, HttpServletResponse response. Επιπλέον η παραπάνω μέθοδος θα (μπορεί να) αναφέρεται αμέσως στον φάκελο (envelope) του SOAP και να αντιμετωπίζει η ίδια τα ενδεχόμενα σφάλματα είτε επικοινωνίας (IOException), είτε του ιδίου του πρωτοκόλλου ή μηνύματος SOAP (MessagingException). Επιπλέον υπάρχει ο περιορισμός να φέρει το ίδιο όνομα με την ρίζα (root element) του περιεχομένου (SOAP message content). Παρατηρούμε επίσης ότι, σε αντίθεση με τα παραδείγματα του RPC, η ίδια μέθοδος δεν επιστρέφει τίποτα (void). Το αποτέλεσμα της επεξεργασίας του κειμένου πού έρχεται με το αντικείμενο req, μπορεί να καταλήγει στο αντικείμενο res. Στην περίπτωση αυτή έχομε πάλι την έννοια του server. Εδώ ο server δέχεται ένα κείμενο XML, το μετατρέπει και, πάλι σαν XML, το επαναστέλλει στον αρχικό αποστολέα ή σε κάποιον τρίτο.

Ας υποθέσουμε ότι το σταλμένο από τον client και εισερχόμενο στον server μήνυμα είναι ουσιαστικά το γνωστό μας vehicles, σαν κείμενο XML. Για απλούστευση του κώδικα του client, το παρακάτω vehiclesSOAP.xml είναι ήδη φτιαγμένο όπως πρέπει να αποσταλεί στον server, δηλ. πλήρες μήνυμα SOAP και βεβαίως εμπεριέχει το vehicles.xml. Τούτο αποτελεί αυτούσιο το Body της SOAP Envelope με την σημαντική προσθήκη ενός απαιτούμενου namespace, πού αναφέρεται στο όνομα πού θα δώσουμε στην υπηρεσία SOAP Messaging, πού κατασκευάζομε (urn:Messaging_Service).

```
<s:Envelope xmlns:s="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
<s:Body>
<vehiclesSOAP xmlns="urn:Messaging_Service">
   <cars …
------   το περιεχόμενο του vehicles.xml όπως πριν   --------
   </lories>
</vehiclesSOAP>
</s:Body>
</s:Envelope>
```

Σχήμα 9.7. Το vehicles.xml μέσα στο SOAP Message

Ο παρακάτω κώδικας είναι του client. Διαβάζεται ένα αρχείο .xml όπως το παραπάνω, και ένα url από το command line. Από το αρχείο σε μορφή κειμένου η unmarshall φτιάχνει ένα αντικείμενο env της class Envelope. Γενικά ο όρος 'marshall' υπονοεί την μετατροπή ενός αντικειμένου σε κάποια συμφωνημένη σειριακή μορφή και ο 'unmarshall' το αντίθετο. Εδώ έχουμε το περίεργο ότι ενώ είχαμε ένα κείμενο, το μετατρέψαμε σε μία δομή .xml, για να σταλεί πάλι σαν κείμενο 'πάνω στο σύρμα'. Βεβαίως τούτο έγινε εδώ, απλά και μόνο για να δειχθεί, ότι πράγματι το SOAP θα κάνει αυτή την δουλειά για να μεταφέρει το μήνυμα από τον client στον server: πράγματι το αντικείμενο msg της org.apache.soap.messaging.Message θα φροντίσει να σταλεί το αντικείμενο env στο σωστό url και εκεί μέσα να απευθυνθεί στην σωστή υπηρεσία.

```
import java.io.BufferedReader;
import java.io.FileReader;
import java.io.IOException;
import java.net.URL;
import javax.xml.parsers.DocumentBuilder;
// for SAX & DOM
import org.w3c.dom.Document;
import org.xml.sax.InputSource;
import org.xml.sax.SAXException;
/// for SOAP
import org.apache.soap.Constants;
import org.apache.soap.Envelope;
import org.apache.soap.SOAPException;
import org.apache.soap.messaging.Message;
import org.apache.soap.transport.SOAPTransport;
import org.apache.soap.util.xml.XMLParserUtils;

public class MessagingClient {
  // the following method coverts the .xml file into a SOAP message
  // and the sends this to seviceURL
  public void sender (URL serviceURL, String msgFilename)
          throws IOException, SAXException, SOAPException {

          // Handle the XML document supplied in the input file
          FileReader readerObj = new FileReader(msgFilename);
          DocumentBuilder builder = XMLParserUtils.getXMLDocBuilder();
          Document doc = builder.parse(new InputSource(readerObj));

          if (doc == null) {
          throw new SOAPException(Constants.FAULT_CODE_CLIENT,"Error in XML parsing");
          }

          // Create Message Envelope
          Envelope env = Envelope.unmarshall(doc.getDocumentElement());

          // Send the Message
          Message msg = new Message();
          msg.send(serviceURL, "urn:Messaging_Service", env);

          // Receive response (e.g. to the previous message sent)
   }


 public static void main(String args[])   {
    if (args.length !=2) {
          System.out.println("Please give the url and the .xml message file");
          return; }

    try {
          URL serviceURL = new URL(args[0]);

          MessagingClient messagingClientObj = new MessagingClient();
          messagingClientObj.sender(serviceURL, args[1]);

    } catch (Exception e) {e.printStackTrace();}
 }
}
```

Κώδικας 9.6. Δημιουργία μηνύματος SOAP και αποστολή του από τον client

Ο κώδικας του server αποτελείται ουσιαστικά από την μέθοδο vehiclesSOAP, η οποία πρέπει να έχει το ίδιο όνομα με το όνομα της ρίζας του μηνύματος πού έφθασε. Ο κώδικας θέλει να δείξει ότι πράγματι εισάγεται το vehicles σε μορφή DOM στην μνήμη του δέκτη (server), καθόσον θα μπορούμε να περιηγηθούμε μέσα σε αυτό, να τυπώσουμε την τιμή συγκεκριμένων attributes, να αλλάξουμε την τιμή άλλων και να επαναστείλομε πίσω το μέρος του μεταβληθέντος vehicles. Η λήψη και προετοιμασία για επεξεργασία επιτελείται με τον παρακάτω κώδικα.

```
public void vehiclesSOAP(Envelope env, SOAPContext  req, SOAPContext  res)
        throws java.io.IOException, javax.mail.MessagingException   {
   // Get the vehicles element as the first body entry of the SOAP message;
   // here there is one body element - in general could be many!
   // so in general we put these in a vector,
   // then iterate though it and final get the XML in DOM into memory!
   Vector bodyEntries = env.getBody().getBody Entries();
   Element vehicles_in_DOM = (Element)bodyEntries.iterator().next;
  // .............}
```

Κώδικας 9.7. Κώδικας για την εξαγωγή σε DOM, του κειμένου XML που έφθασε με SOAP

Με το συμβάν της έλευσης του μηνύματος καλείται αυτόματα η vehiclesSOAP, η οποία και μας δίδει το αφιχθέν SOAP Envelope μέσω του αντικειμένου env. Αυτή δεν επιστρέφει τίποτα (void), καθόσον έχομε μήνυμα και όχι RPC. Με env.getBody().getBodyEntries() αποκτώμε όλα τα BodyEntries elements. Αυτά θα μπορούσαν να ήταν πολλά: είδαμε ότι ένα Envelope μπορεί να έχει περισσότερα του ενός block. Ένας πιο πολύπλοκος server, θα μπορούσε να ασχοληθεί με πολλά κείμενα XML λαμβανόμενα μέσα στο ίδιο μήνυμα SOAP. Η env είναι αντικείμενο της class Envelope (έχομε κάνει import org.apache.soap.Envelope), η μέθοδος getBody() του αντικειμένου env επιστρέφει ένα αντικείμενο της class Body (ΔΕΝ έχομε κάνει import org.apache.soap.Body), ενώ τελικά η getBodyEntries() class επιστρέφει από το αντικείμενο αυτό ένα της class Vector. Χρησιμοποιείται Vector, για την γενική περίπτωση των πολλών στοιχείων Body. Εδώ όμως έχομε ένα, άρα και 'πρώτο', το οποίο μας το βγάζει από το bodyEntries το iterator σε ένα και μοναδικό βήμα. Μετά το casting, από γενικό αντικείμενο / στοιχείο της Vector αποκτώμε αντικείμενο (XML) Element. Το vehicles είναι πλέον στην μνήμη σε μορφή DOM με το όνομα vehicles_in_DOM. Από εδώ και πέρα ακολουθεί η επεξεργασία του, όπως μάθαμε στη ενότητα για το DOM, με την διαφορά ότι εδώ εργαζόμαστε σε Java και όχι σε JavaScript. Το τι γίνεται, εξηγείται εύκολα με αναφορά στο DOM Java API.

Επιλέγουμε να στείλουμε πίσω μόνο το μέρος του κειμένου, όπου έγιναν αλλαγές. Χρησιμοποιούμε το ίδιο αντικείμενο bodyEntries πού φτιάξαμε για την υποδοχή του μηνύματος, και αφού το καθαρίσουμε, του προσθέτουμε το κομμάτι προς αποστολή, δηλ. bodyEntries.add(jeeps_in_DOM). Και το αντικείμενο env εξακολουθεί να υπάρχει (παππούς του bodyEntries με νέο εγγονάκι!). Στην μέθοδό του marshall ορίζουμε ποίος θα γράψει, δηλ. το writerObj. Θα έπρεπε να ορίσουμε και ένα XMLJavaMappingRegistry, αν είχαμε ειδικούς τύπους να μετατραπούν σε XML όπως στο XMP-SOAP. Το null σημαίνει ότι τέτοια περίπτωση δεν υπάρχει στο SOAP Messaging (η marshall / unmarshall είναι κοινή και στα δύο περιβάλλοντα). Τέλος η setRootPart του αντικειμένου res (για response), πού μας δόθηκε με την κλήση της vehiclesSOAP, καθορίζει το τι θα φύγει και τι μορφής είναι αυτό πού θα σταλεί (writerObj.toString(),"text/xml"). Δίδεται τώρα ο πλήρης κώδικας του server.

```
package MSS;
import java.io.IOException;
import java.io.StringWriter;
import java.net.MalformedURLException;
import java.net.URL;
import java.util.Enumeration;
import java.util.Vector;
import java.util.List;
import java.util.Iterator;
import javax.mail.MessagingException;

//for SOAP
import org.apache.soap.Constants;
import org.apache.soap.Envelope; //*New!!! for messaging */
import org.apache.soap.Fault;
import org.apache.soap.SOAPException;
import org.apache.soap.encoding.SOAPMappingRegistry;
import org.apache.soap.encoding.soapenc.BeanSerializer;
import org.apache.soap.rpc.Call;
import org.apache.soap.rpc.Parameter;
import org.apache.soap.rpc.Response;
import org.apache.soap.rpc.SOAPContext;
import org.apache.soap.util.xml.QName;

// DOM related
import org.w3c.dom.Document;
import org.w3c.dom.Element;
import org.w3c.dom.NodeList;

public class MessagingServer {
    public void vehiclesSOAP(Envelope env, SOAPContext  req, SOAPContext  res)
            throws java.io.IOException, javax.mail.MessagingException   {

        System.out.println(".... inside MessagingServer's vehiclesSOAP method");

        // Get the vehicle element as the first body entry of the SOAP message;
        // here there is one body element - in general could be many!
        // so in general we put these in a vector,
        // then iterate though it and finally get the XML in DOM form into memory!


        Vector bodyEntries = env.getBody().getBodyEntries();
        Element vehicles_in_DOM = (Element)bodyEntries.iterator().next();
        System.out.println(vehicles_in_DOM.getTagName() +
                    ".... first body entry extracted out of SOAP");

        // DOM processing in Java for transforming the XML

        // A test that we actually have access to vehicles through DOM:
        // Go to all vehicles>jeeps>jeep and print all colour attributes
        Element jeeps_in_DOM =
            (Element)vehicles_in_DOM.getElementsByTagName("jeeps").item(0);
        NodeList jeepList = jeeps_in_DOM.getElementsByTagName("jeep");

        for (int i=0, len=jeepList.getLength(); i<len; i++){
        Element jeep = (Element)jeepList.item(i);
        System.out.println("Printing jeep colour from within DOM: "
                                + jeep.getAttribute("colour"));
             jeep.getAttributeNode("user").setValue("military");
             System.out.println("Jeep 'user' changed - check that in the response");
```

```
            // Build the response SOAP message
            bodyEntries.clear(); // reuse of same Vector object
            bodyEntries.add(jeeps_in_DOM);
        StringWriter writerObj = new StringWriter();
        env.marshall(writerObj,null);

        // Send envelope back to client
        res.setRootPart(writerObj.toString(),"text/xml");
            }
    }
}
```

Κώδικας 9.8. Ο server δέχεται, μετατρέπει και επαναστέλλει το μήνυμα SOAP

Και τέλος μένει το MessagingServiceDD.xml, δηλ. ο Deployment Descriptor. Ορίζομε μία μέθοδο και μόνο, την vehiclesSOAP, η οποία και θα ασχοληθεί με το μήνυμα. Η java class δίδεται πάλι μέσω .jar (βλ. παρακάτω) και το id είναι εκείνο, που αναφέρθηκε στο namespace πού εισήχθη στο κορυφαίο στοιχείο vehiclesSOAP. Φυσικά δεν υπάρχει πληροφορία για κωδικοποίηση ειδικών τύπων.

```
<isd:service xmlns:isd ="http://xml.apache.org/xml-soap/deployment"
             id = "urn:Messaging_Service">
    <isd:provider
             type="java" scope ="Application" methods="vehiclesSOAP">
        <isd:java class="MSS.MessagingServer" static="false" />
    </isd:provider>
    <isd:faultListener>org.apache.soap.server.DOMFaultListener</isd:faultListener>
</isd:service>
```

Σχήμα 9.8. Το MessagingServiceDD.xml, Deployment Descriptor της υπηρεσίας πού παρέχει ο MessagingServer

Τώρα είμαστε έτοιμοι για δοκιμή. Χρειάζεται και πάλι .jar με την γνωστή διαδικασία,

jar cvf MServer.jar MSS/MessagingServer.class

Για deployment της υπηρεσίας έχουμε κατά τα γνωστά

java org.apache.soap.server.ServiceManagerClient
http://localhost:8080/soap/servlet/rpcrouter **deploy** *C:*\MessagingServiceDD.xml

Σηκώνουμε και τον TCP Monitor, καθόσον είναι απαραίτητος για να δούμε το μήνυμα client προς server και πίσω. Για να τρέξουμε τον client, πρέπει τώρα να του δώσουμε την διεύθυνση του messagerouter και όχι του rpcrouter, όπως πριν!

java MessagingClient http://localhost:8081/soap/servlet/**messagerouter**
C:\vehiclesSOAP.xml

Δεν προβλέψαμε να δούμε τίποτα στη μεριά του client, ούτε αυτός επεξεργάζεται το μήνυμα πού επιστρέφεται. Βλέπομε όμως όσα γίνονται στο παράθυρο του server, και βεβαίως στον TCP Monitor το αποστελλόμενο και επιστρεφόμενο από τον server μήνυμα.

Το παραπάνω παράδειγμα, με επαναποστολή όχι αναγκαστικά στον αρχικό αποστολέα, θα μπορούσε να αποτελέσει την βάση ενός ενδιαμέσου πράκτορα λήψης, επεξεργασίας και

προώθησης εντολών / παραγγελιών από πελάτες (clients, σαν αρχικοί αιτούντες) σε ένα τελικό αποδέκτη (ο προμηθευτής). Μία επέκταση της class MessagingServer, ως ενδιάμεσος, θα επενεργεί μόνο σε μηνύματα SOAP XML αποτελώντας κατ΄ εξοχήν περίπτωση SOAP Messaging και όχι SOAP-RPC.

10. Ανακεφαλαίωση Πρωτοκόλλων Εφαρμογών

Τα ευρέως αποδεκτά και προτυποποιημένα πρωτόκολλα είναι πάντα text based, δηλαδή βασίζονται στην μετάδοση (εκτυπώσιμων) χαρακτήρων. Σε αντίθεση binary πρωτόκολλα, αν και οικονομικότερα για την μετάδοση αφορούν παρωχημένες επιλογές ή και λύσεις που αφορούν κλειστά περιβάλλοντα και επί μέρους προϊόντα. Πάντως η ενσωμάτωση τέτοιων μερικών λύσεων μέσα σε κείμενα XML δεν αποκλείεται (χρήση κόμβων με CDATA). Εξ' άλλου οι βασικές λειτουργίες του browser αφορούν την εμφάνιση της html που είναι και αυτή text based.

Οι δομές XML, είτε χρησιμοποιούμενες για RPC είτε για XML Messaging είναι και αυτές ειδικότερης δομής text based περιεχόμενα ή και αυτόνομα μηνύματα πρωτοκόλλων, όπως το SOAP. Άρα το XML είναι η βάση πρόσβασης σε προσφερόμενες λειτουργίες (RPC), είτε για κωδικοποίηση και μετάδοση δομημένης πληροφορίας, όπως π.χ. μία προσφορά ή ένα τιμολόγιο.

Τα GET και POST του http

Τα GET και POST είναι τα μηνύματα του πρωτοκόλλου http (Hypertext Transfer Protocol) για την κωδικοποίηση και μετάδοση παραμέτρων, όπως τα ζεύγη ονομασίας/τιμής (name/value pairs), μαζί με την συνακόλουθη σημαντική πληροφορία κατά την αίτηση (request) πληροφορίας ή υπηρεσίας. Μία σειρά γραμμών από 'http request headers' στην επικεφαλίδα τους ορίζει, μεταξύ άλλων, τι αναζητεί ο πελάτης (client) από τον εξυπηρετητή (server). Ο τελευταίος αποκρίνεται , με μία σειρά γραμμών από 'HTTP response headers' ακολουθούμενες, σε περίπτωση επιτυχίας, από την ζητούμενη πληροφορία.

Το http GET περνά τις παραμέτρους σαν 'url-encoded text', το οποίο επικολλάται πίσω από URL του server, ο οποίος εντέλλεται να επεξεργασθεί την αίτηση (request). Αυτό το 'url-encoded text' είναι γνωστό και σαν 'query string'.

Το http POST κωδικοποιεί τις παραμέτρους με ίδιο τρόπο όπως το GET (url-encoded text). Αντί όμως να μεταφέρονται σαν μέρος του URL, τα ζεύγη ονομασίας/τιμής (name/value pairs) περνούν στον server σαν σώμα του μηνύματος HTTP request.

Το SOAP πάνω από http

Το SOAP είναι ένα απλό και ελαφρύ πρωτόκολλο βασισμένο στο XML για την ανταλλαγή δομημένης πληροφορίας πάνω στο web. Ο σχεδιασμός του SOAP έχει γίνει με την απλότητα ως πρωταρχική, παρέχοντας έτσι το ελάχιστο σε λειτουργικότητα. Το πρωτόκολλο ορίζει ένα πλαίσιο μηνύματος χωρίς πληροφορία σημαντική για τα επίπεδα μεταφοράς και εφαρμογής. Για τούτο και είναι δομημένο (modular) και εύκολα επεκτάσιμο.

Με το να ταξιδεύει πάνω από τα κοινά, προτυποποιημένα πρωτόκολλα μεταφοράς, το SOAP χρησιμοποιεί την ανοικτή αρχιτεκτονική του Internet και αποκτά αξία για χρήση από οποιοδήποτε σύστημα είναι ικανό να υποστηρίξει τα πλέον βασικά πρότυπα του Internet. Η υποδομή που απαιτείται για την υποστήριξη μιας υπηρεσίας Web XML και συμβατής με το SOAP, είναι μάλλον απλοϊκή. Είναι όμως και αρκετά ισχυρή καθόσον, προσθέτοντας

σχετικώς ολίγα στην υπάρχουσα υποδομή, επιτρέπει την πρόσβαση στην υπηρεσία σε παγκόσμια κλίμακα. Οι προδιαγραφές του πρωτοκόλλου SOAP (http://www.w3.org/TR/soap) αποτελούνται από τέσσερα κύρια μέρη, που περιέχουν:

(α) έναν υποχρεωτικό επεκτάσιμο φάκελο (envelope) για την ενθυλάκωση των δεδομένων. Ο φάκελος SOAP ορίζει ένα μήνυμα SOAP και είναι η βασική ανταλλασσόμενη μονάδα μεταξύ επεξεργαστών μηνυμάτων SOAP. Τούτο είναι και το μόνο υποχρεωτικό μέρος της προδιαγραφής.

(β) προαιρετικούς κανόνες κωδικοποίησης των δεδομένων. Με αυτούς παρουσιάζονται τύποι δεδομένων όπως αυτοί ορίζονται στις εφαρμογές καθώς και ένα ενιαίο μοντέλο για σειριοποίηση μοντέλα δεδομένων χωρίς σύνταξη.

(γ) μία μορφή ανταλλαγής μηνυμάτων του τύπου RPC-style (request/response). Κάθε μήνυμα SOAP είναι μία μετάδοση μονής κατεύθυνσης. Αν και οι ρίζες του SOAP ευρίσκονται στο RPC, το SOAP δεν περιορίζεται στο να είναι ένας μηχανισμός request/response. Όπως θα δούμε στην συνέχεια, οι υπηρεσίες XML web συχνά συνδυάζουν μηνύματα SOAP για να πραγματοποιήσουν την μορφή αυτή, αλλά το ίδιο το SOAP δεν επιβάλλει αυτήν την συγκεκριμένη μορφή ανταλλαγής μηνυμάτων.

(δ) ένα δέσιμο μεταξύ SOAP και HTTP. Και αυτό το μέρος είναι προαιρετικό. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το SOAP σε συνδυασμό με κάθε μηχανισμό μεταφοράς (π.χ. SMTP, FTP, ή και ένα floppy disk), αρκεί αυτός να είναι ικανός να μεταφέρει την SOAP envelope.

11. Αντιπαραβολή Εφαρμογών και Υπηρεσιών

Ένας web server δέχεται μηνύματα / αιτήσεις (request, συνήθως GET ή POST) και είναι εις θέσιν να απαντήσει με μηνύματα / αποκρίσεις (response). Η σύνταξη των μηνυμάτων και οι κανόνες της απλής αυτής αλληλεπίδρασης αποτελούν το πρωτόκολλο http. Πάνω σε αυτή την κοινή και απλούστατη βάση κτίζονται για διαφορετικούς σκοπούς διαφοροποιημένοι τρόποι αλληλεπίδρασης. Διακρίνομε λοιπόν περιπτώσεις, όπου ένας εξυπηρετητής (server)

(α) εξυπηρετεί τους ΄πελάτες’ του (clients) αποστέλλοντάς τους σελίδες για παρουσίαση σε html. Απαιτείται αναγκαστικά η χρήση του πρωτοκόλλου http, και ο server ανταποκρίνεται με μήνυμα response στα μηνύματα request (GET ή POST) του client. Στο εσωτερικό του, ο server είτε έχει στατικές σελίδες αποθηκευμένες, είτε τις κατασκευάζει την ώρα που ζητούνται (με χρήση servlet) είτε χρησιμοποιεί μία μεικτή τεχνολογία (δυναμικές σελίδες). Αποθηκεύει σελίδες (στατικές ή δυναμικές) τις οποίες αποστέλλει στον πελάτη. **Ο τελικός ‘πελάτης’ είναι ο** (άνθρωπος καθήμενος μπροστά στον) **browser**. Από τον server φεύγει πάντοτε κάτι παρουσιάσιμο, άρα κωδικοποιημένο σε html. Το ‘παρουσιάσιμο’ περιλαμβάνει και ‘στοιχεία ελέγχου’ GUI (Graphical User Interface) elements ή controls πού επιτρέπουν ‘έλεγχο’ από τον χρήστη. Οπως είδαμε, παραδείγματα τέτοιων ‘GUI controls’, με τις ενέργειες τους, είναι τα

<INPUT TYPE=”text”…>,	δηλ. πλαίσιο κειμένου,
<INPUT TYPE=”radio”…>,	δηλ. κουμπιά αποκλειστικής επιλογής
<INPUT TYPE=”submit”…>	δηλ. αποστολή των δεδομένων πίσω στον server,
<INPUT TYPE=”reset”…>	δηλ. κατάργηση όλων των επιλογών

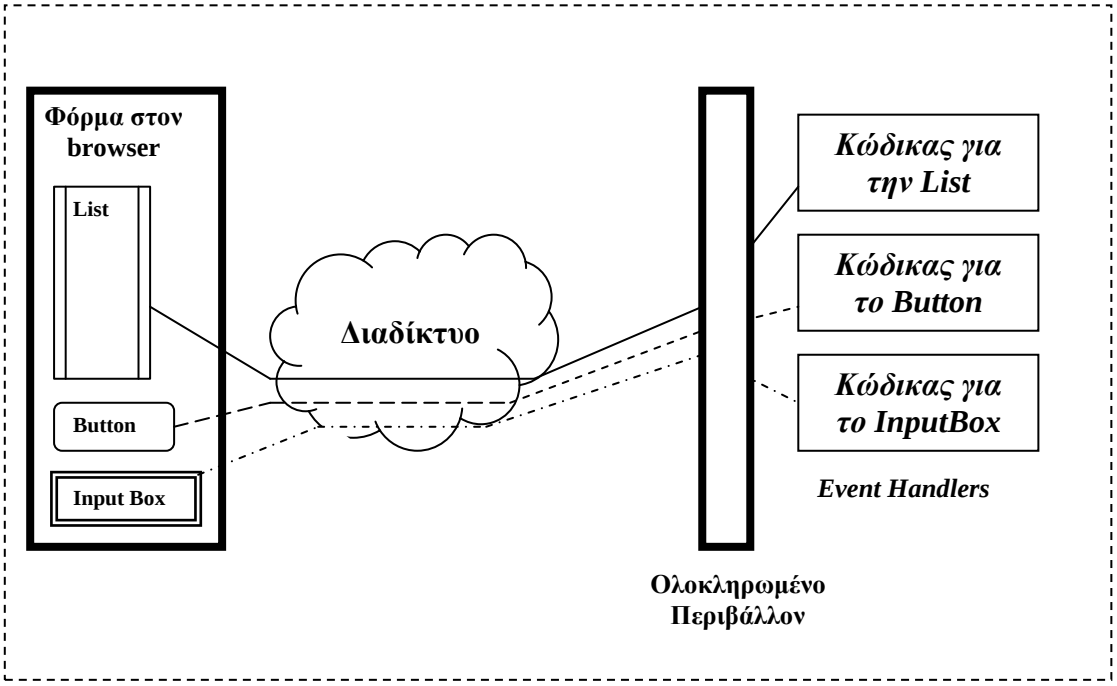
και πολλά άλλα που βασίζονται και εμπλέκουν γνωστές και προϋποτιθέμενες δυνατότητες του browser να τα παρουσιάσει στον ανθρώπινο χρήστη και να ανταποκριθεί αναλόγως, ώστε οι επιλογές του να αποσταλούν πίσω στον server. Πάνω στην βάση αυτή κτίζονται οι λεγόμενες **εφαρμογές web** (**web applications**). Λέγονται εφαρμογές διότι εμπλέκουν και περιλαμβάνουν και τον τελικό χρήστη και χαρακτηρίζονται με 'web', καθόσον κτίζονται πάνω στο http. Πραγματοποιούν το λεγόμενο **interactive web**, παρέχοντας την αλληλοδραστικότητα με τον χρήστη.

(β) εξυπηρετεί τους ΄πελάτες' του (clients) αποστέλλοντάς τους αποτελέσματα κλήσεων σε συναρτήσεις που αυτός διαθέτει για ευρεία χρήση με πρόσβαση μέσω του διαδικτύου. Χρησιμοποιείται πάλι το πρωτόκολλο http, το οποίο μεταφέρει το 'ερώτημα' και την 'απάντηση'. Το 'ερώτημα' προσδιορίζει την επιθυμητή υπηρεσία, μέθοδο μέσα σε αυτή, και τις παραμέτρους κλήσης. Η 'απάντηση' είναι το αποτέλεσμα που επιστρέφει η εκτέλεση της μεθόδου στο εσωτερικό του server. Ερώτημα και απάντηση κωδικοποιούνται όπως είδαμε σε XML, μέσα σε SOAP, μέσα σε σώμα (body) του http. Το μεταφερόμενο μέσω http **δεν** είναι κωδικοποιημένο σε html, εφόσον **δεν** προορίζεται για παρουσίαση μέσω browser. **Ο τελικός 'πελάτης' (**client) **είναι μία διαδικασία** κατάλληλα σχεδιασμένη (συνήθως από άλλους) σε κάποιο άλλο απομακρυσμένο μηχάνημα και όχι ένας γενικός browser. Βρισκόμαστε εδώ στην περίπτωση μίας **υπηρεσίας ιστού** (**web service)**, καθόσον οι δυνατότητες που προσφέρει ο server είναι γενικής χρήσεως και φτιαγμένες χωρίς την γνώση του πόσοι, ποίοι και από που (σύστημα, λειτουργικό, γλώσσα, συγκεκριμένο πρόγραμμα) θα τις χρησιμοποιήσουν μέσω του διαδικτύου. Οι υπηρεσίες αυτές πάλι χαρακτηρίζονται με 'web', καθόσον κτίζονται και εδώ πάνω σε http. Πραγματοποιούν το λεγόμενο **programmable web**, επιτρέποντας την ανάπτυξη χαλαρά συνδεδεμένων κατανεμημένων εφαρμογών. Στο πλαίσιο αυτό, οι προσφερόμενες υπηρεσίες και μέθοδοι αυτών πρέπει να διαφημίζονται / ανακαλύπτονται (service advertising) και ο τρόπος χρήσης τους να τεκμηριώνεται (service description) με κάποιο τρόπο. Έχομε εδώ σχετικά πρότυπα το UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) και το WSDL (Web Services Description Language). Επειδή η αλληλεπίδραση βασίζεται σε μηνύματα κωδικοποιημένα σε XML, και μάλιστα μέσα σε φακέλους SOAP, μιλάμε κυρίως για **XML web services.**

Ακολούθως θα δοθεί εντελώς σχηματικά τι περιλαμβάνουν οι εφαρμογές και τι οι υπηρεσίες ιστού σαν κύρια χαρακτηριστικά και σαν απαραίτητα συμπληρώματα για τον σχεδιασμό και την λειτουργία τους πάνω στο διαδίκτυο.

Περιβάλλοντα Εφαρμογών Ιστού

Η γενική ιδέα του κάθε ολοκληρωμένου περιβάλλοντος για την ανάπτυξη μίας εφαρμογής web φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 11.1. Αριστερά φανταζόμαστε μία φόρμα φορτωμένη στον browser, με τα στοιχεία ελέγχου (GUI controls) πάνω σε αυτή να δέχονται τις ενέργειες του ανθρώπινου χρήστη. Η αλληλοδραστικότητα (interaction) απαιτεί ότι σαν απόρροια κάθε τέτοιας ενέργειας κάτι πρέπει να γίνεται. Αυτό το κάτι εκτελείται δεξιά, στον server. Έχομε server side scripting ή server side programming, καθόσον υποθέτομε ότι ο client έχει περιορισμένες δυνατότητες, είναι δηλ. μόνον ένας browser.



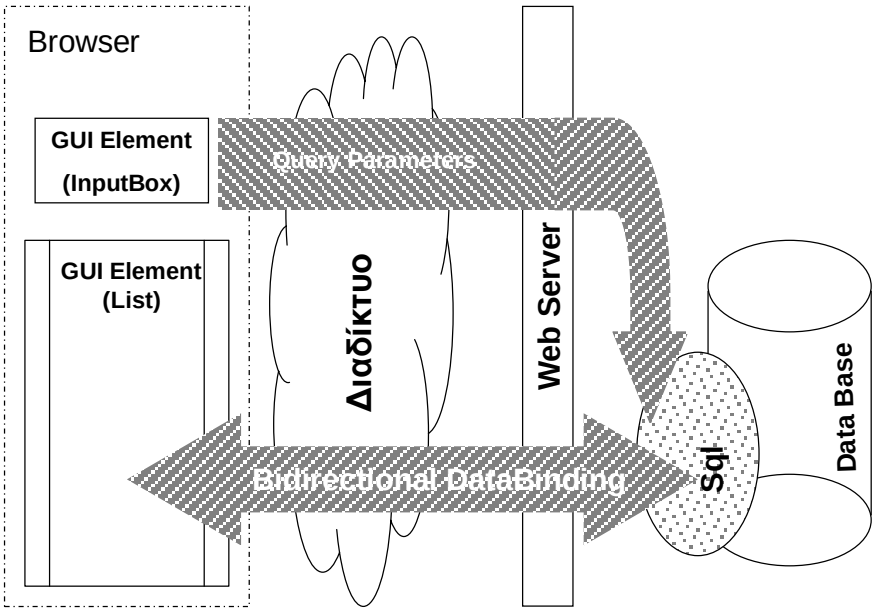
Σχήμα 11. 1. Γενική ιδέα ολοκλήρωσης εφαρμογών web

Αν ανακεφαλαιώσομε, αναλύσομε και ομαδοποιήσομε σε κάποιο αρχιτεκτονικό μοντέλο βασισμένο στις αρχές του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού τους τρόπους ανταλλαγής μηνυμάτων του http, μπορούμε να απομονώσουμε όλα τα κοινά και επαναλαμβανόμενα στοιχεία και να τα προσφέρομε έτοιμα στην μορφή ενός ολοκληρωμένου περιβάλλοντος ανάπτυξης. Αυτό που διαφοροποιείται σε κάθε συγκεκριμένη εφαρμογή είναι οι φόρμες οι ίδιες με τα στοιχεία ελέγχου που θέλομε να έχουν επάνω τους και ο τρόπος αντίδρασης του τελικού συστήματος σε ενέργειες του ανθρώπινου χρήστη. Τις τελευταίες τις μοντελοποιούμε κάτω από την γενική έννοια του συμβάντος (event). Τότε αρκεί να δώσουμε την δυνατότητα συγγραφής ρουτινών κώδικα που θα εκτελούνται (στον server) μετά από κάθε τέτοιο συμβάν. Κάθε στοιχείο ελέγχου έχει έναν (συνήθως μεγάλο) αριθμό προκαθορισμένων συμβάντων. Σε κάθε τέτοιο συμβάν μπορεί να συνδεθεί μία διαδικασία συμβάντος (event handler). Οι αλληλουχία ενεργειών του χρήστη και εκτέλεσης των σχετικών διαδικασιών συμβάντων αποτελούν ουσιαστικά την ‘εφαρμογή’. Όλες οι άλλες υποστηρικτικές διαδικασίες είναι κριμένες και πραγματοποιούνται χωρίς καμία επιπλέον προγραμματιστική μας προσπάθεια. Αυτές μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

- το πώς τα συμβάντα και η πληροφορία που εισάγεται από τον ανθρώπινο χρήση λαμβάνοντα υπ΄όψιν και στέλλονται από αριστερά προς τα δεξιά είναι ούτως η άλλως διαδικασία ενσωματωμένη στον browser.
- το πώς ο server αποκωδικοποιεί την παραπάνω πληροφορία από τα λαμβανόμενα μηνύματα http και μας την διαθέτει για τον προγραμματισμό των event handlers είναι η συνεισφορά του ολοκληρωμένου περιβάλλοντος.
- το πώς ο κώδικάς μας μπορεί να καθορίζει τις επόμενες ενέργειες προσφέρεται πάλι από τον ολοκληρωμένο περιβάλλον (π.χ. ο τονισμός κάποιου στοιχείου ελέγχου στην τρέχουσα φόρμα, ή η παρουσίαση της επομένης φόρμας). Οι μηχανισμοί με τους οποίους αυτά πραγματοποιούνται είναι και αυτοί γενικοί και έτοιμοι βασιζόμενοι βεβαίως στην μεταφορά της κατάλληλης πληροφορίας μέσω http.

Κάθε λοιπόν περιβάλλον ανάπτυξης έχει ένα γραφικό τρόπο για να σχεδιάζομε τις φόρμες (κατά την ανάπτυξη) και μας επιτρέπει την συγγραφή του κώδικα των event handlers. Από αυτά συντάσσεται αυτόματα η html που αποδίδει τις σχεδιασθείσες φόρμες. Στο run time οι φόρμες στέλνονται προς τον browser και τα αποτελέσματα των ενεργειών του χρήστη πίσω στον server. Επιπλέον, στον server, τρέχει και κώδικας πίσω από κάθε στοιχείο ελέγχου (code behind). Εκεί λαμβάνονται υπ΄ όψιν τα συμβάντα και η μεταβλητή πληροφορία πάνω στις φόρμες σύμφωνα με το δικό μας προγραμματισμό των event handlers.

Ένα μεγάλο μέρος των απαιτήσεων και των σχετικών τεχνολογιών που τις εξυπηρετούν αφορά την βάση δεδομένων, που σχεδόν πάντα υπάρχει πίσω από κάθε server και αποτελεί ουσιαστικό μέρος της εφαρμογής. Από όλα αυτά δεν έχει ειπωθεί τίποτα ως τώρα, αλλά αντιμετωπίζονται με το ίδιο σκεπτικό όπως τα παραπάνω. Συνήθως αυτό που τελικά ο χρήστης ζητά και βλέπει μέσω του browser ευρίσκεται σαν εγγραφή και αποκτάται από την βάση με κάποιο ερώτημα. Μια τυπική πλήρης αλληλεπίδραση αναλύεται στην τυπική αλυσίδα ενεργειών που δείχνει το παράδειγμα στο παρακάτω σχήμα:



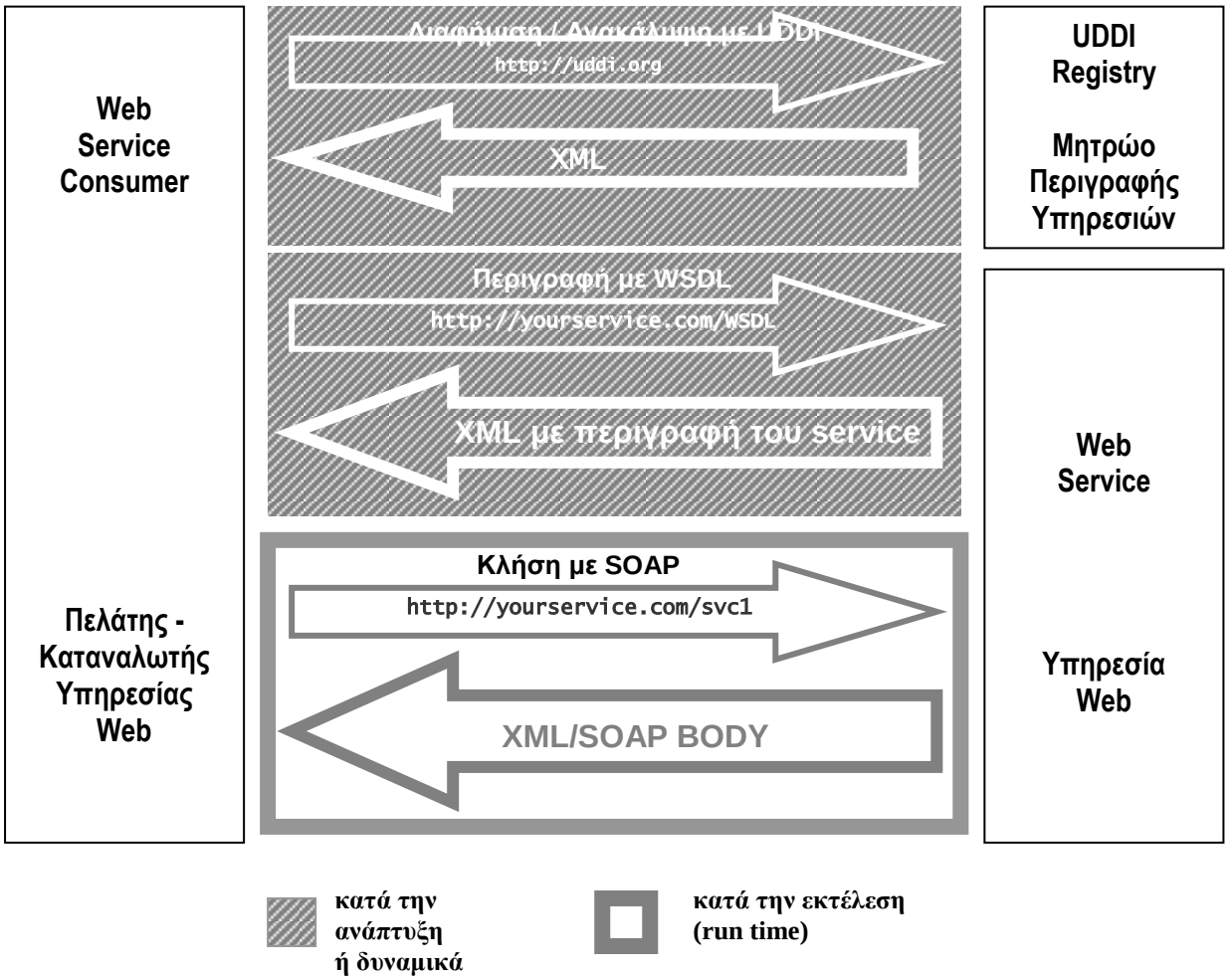
Σχήμα 11. 2. Διαδικτυακή εφαρμογή συμπεριλαμβάνουσα βάση δεδομένων

Το ολοκληρωμένο περιβάλλον μας δίνει την δυνατότητα να δέσομε και στις δύο κατευθύνσεις αυτό που φαίνεται στο GUI Element ‘List’ του browser με εγγραφές ενός ερωτήματος (query) στην βάση. Τι ίδιο το ερώτημα δυνατόν να μην είναι μία στατική sql έκφραση, αλλά να παραμετροποιείται σύμφωνα με κατάλληλη εισαγωγή δεδομένων /

παραμέτρου σε άλλο GUI Element της φόρμας. Το όλο δέσιμο ονομάζεται (bidirectional) data binding και προσφέρεται τυποποιημένο στα περιβάλλοντα ανάπτυξης.

Συντελεστές Υπηρεσιών Ιστού

Το σενάριο χρήση των υπηρεσιών web σε ένα εντελώς ανοικτό περιβάλλον φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 11.7. Στο πλήρες σενάριο, κατ΄αρχήν πρέπει να αναζητηθεί η κατάλληλη υπηρεσία με το πρωτόκολλο UDDI (Universal Description, Discovery and Integration). Ο 'πελάτης', σαν καταναλωτής, απευθύνεται σε ένα μητρώο υπηρεσιών, όπου αυτές είναι καταχωρημένες και υποτίθεται ότι διαθέτει (ίσως προγραμματισμένα) την δυνατότητα της επιλογής του ποία του είναι χρήσιμη. Ο τρόπος αναζήτησης (URL) της επιλεχθείσας του έρχεται πίσω συνταγμένος σε XML. Το 'μητρώο υπηρεσιών' είναι ουσιαστικά μία βάση δεδομένων (UDDI registration database for Web Services). Ο πελάτης απευθύνεται τώρα στον πάροχο της υπηρεσίας, ο οποίος του επιστρέφει τον τρόπο χρήσης των μεθόδων αυτής συντεταγμένο κατά το πρότυπο WSDL (Web Services Description Language). Ουσιαστικά του περιγράφονται όσα αναφέρθηκαν για την απομακρυσμένη κλήση με SOAP - RPC. (methods, arguments, return values). Ακολουθεί η πραγματική χρήση της υπηρεσίας σε run time και η απάντηση μέσω XML και SOAP.



Σχήμα 11.3. Ανακάλυψη και χρήση υπηρεσίας web

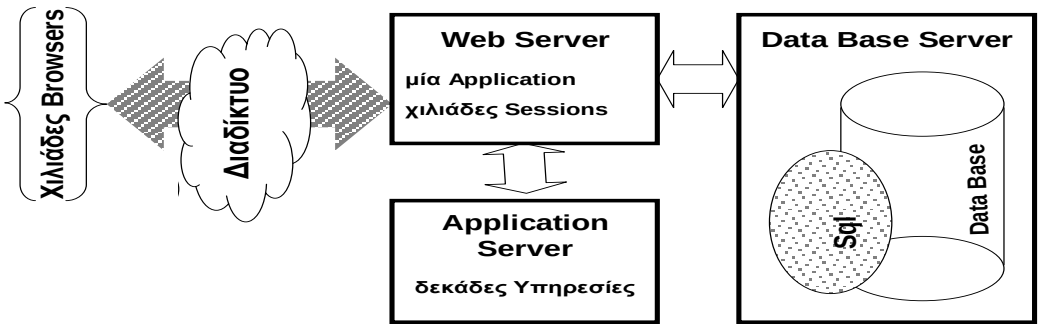
Μεγάλο βάρος τίθεται στο ορισμό και ομαδοποίηση των υπηρεσιών ιστού, έτσι ώστε να είναι χρήσιμες και εύχρηστες στον μεγαλύτερο δυνατό αριθμό πελατών. Τέτοιοι είναι, στην περίπτωση αυτή, τα άλλα προγράμματα / καταναλωτές πολύ, λίγο, ελάχιστα ή και καθόλου γνωστά ή προκαθορισμένα.

Εφαρμογές και Υπηρεσίες εκτός Ιστού

Χάρις στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό, η τυποποίηση της ανάπτυξης και η ομαδοποίηση των σχετικών λειτουργιών με χρήση των κοινών χαρακτηριστικών τους έχει θέσει το σκέλος του διαδικτύου στο παρασκήνιο. Αν παρατηρήσει κανείς αρχιτεκτονικές ιδέες όπως στα Σχήματα 11.1, 11.2, 11.3, εύκολα περιλαμβάνει με μικρές τροποποιήσεις την περίπτωση, όπου δεν υπάρχει browser και διαδίκτυο, αλλά αριστερά μία φόρμα στον ίδιο μηχάνημα (για τα Σχήματα 11.1 και 11.2) ή μία άλλη εσωτερική διαδικασία (για τα Σχήματα 11.7.). Για παράδειγμα στο περιβάλλον της MS έχομε αντίστοιχα αριστερά μια Win Form (και όχι μία Web form) ή μία Windows service(και όχι μία Web service).

Σημειώνεται ότι ιστορικά η μετάβαση που συζητείται εδώ έγινε στην αντίθετη διεύθυνση, δηλαδή το περιβάλλον που περιλαμβάνει την απομακρυσμένη πρόσβαση μέσω του διαδικτύου πραγματοποιήθηκε κατόπιν και με χαρακτηριστικά που κατά το δυνατόν να ομοίαζαν με αυτά που είχαν γίνει τρέχοντα και συνηθισμένα σε ΄τοπικά΄ περιβάλλοντα. Σημειώνεται επίσης ότι η πολυπλοκότητα και η δυνατότητες του 'τοπικού' περιβάλλοντος είναι συνήθως ένα υπερσύνολο του διαδικτυακού. Μία τοπική φόρμα έχει πολλές περισσότερες δυνατότητες ενσωματωμένες στα στοιχεία ελέγχου της (GUI elements ή controls) παρά όσα είναι δυνατά με ένα browser (γιατί !?!).

Οι έννοια της υπηρεσίες με τοπική και όχι εξ αποστάσεως κλήση (με SOAP – RPC) μέσω διαδικτύου ευρίσκεται και στο εσωτερικό του 'server'. Σε σοβαρές διαδικτυακές εφαρμογές ο 'server' 'σπάει' σε δύο (ή και σε τρία). Αφ΄ ενός έχομε μπροστά το web server που έχει όλο το βάρος της εισροής των ερωτήσεων (GET ή POST requests) και εκροής των απαντήσεων (responses) από / προς χιλιάδες browsers και αφ εταίρου, δίπλα του, τον 'application server', ο οποίος προσφέρει υπό μορφήν τοπικών υπηρεσιών όλα εκείνα που απαιτούν εκτεταμένους υπολογισμούς, αναζητήσεις σε βάσεις (μέσω ίδιου ή άλλου data base server), κλπ, βλ. Σχήμα 11.4. Έτσι ο web server αναθέτει δύσκολες και χρονοβόρες εργασίες σε άλλους και αφοσιώνεται στο μοναδικό, αλλά εξαιρετικά βαρύ, έργο να αποστέλλει σχεδόν έτοιμες πλέον ιστοσελίδες στους πελάτες του.



Σχήμα 11.4. Κατανομή εξυπηρέτησης πελατών σε περισσότερους servers

Στο σχήμα φαίνονται 'χιλιάδες' sessions, η μία για τον κάθε ενεργό browser που εξυπηρετείται από μία εφαρμογή (application). Υπάρχουν ισάριθμα Session objects και ένα Application object. Η λογική της εφαρμογής εξασφαλίζεται από μερικές 'δεκάδες' υπηρεσίες μέσα στον Application, που προσφέρουν μερικές 'εκατοντάδες' διακριτές μεθόδους. Τέλος η εφαρμογή βασίζεται σε και προσφέρει δεδομένα μέσα από μία ή περισσότερες βάσεις δεδομένων.

Οριζόντιες Υπηρεσίες

Εφαρμογές και υπηρεσίες, τοπικές ή διαδικτυακές έχουν και κατά περίπτωση διάφορα ή κοινά οριζόντια χαρακτηριστικά. Αυτά προσδίδονται από τις λεγόμενες οριζόντιες υπηρεσίες. Έχομε συνηθίσει σε πολλές από αυτές ακόμη και στο επίπεδο κοινού χρήστη προσωπικού υπολογιστού: login, undo, κλπ. Το undo έχει την ίδια σημασία και αποτέλεσμα ανεξαρτήτως προγράμματος, είναι δηλαδή οριζόντιο και κατά προτίμησιν μία φορά προγραμματισμένο για όλες τις περιπτώσεις. Το απλούστερο παράδειγμα στις διαδικτυακές εφαρμογές είναι η καταμέτρηση των επισκέψεων των πελατών μας. Επίσης μαζί με ένα σύνολο δικτυακών υπηρεσιών θα θέλαμε να έχομε ένα κοινό μηχανισμό για το έλεγχο πρόσβασης, άλλον έναν για την χρέωση, άλλον ένα για την διατήρηση log files κλπ. Οι οριζόντιες υπηρεσίες μπορούν να πραγματοποιηθούν σαν τοπικές υπηρεσίες, καλούμενες από το εσωτερικό της εφαρμογής ή από άλλες υπηρεσίες στον ρόλο, αυτή την φορά, του πελάτη.

Web Interface και Internet of Things

Η απλότητα και γενική παραδοχή του πρωτοκόλλου http επιτρέπει την φθηνή πρόσβαση μέσω web σε συσκευές πολύ απλούστερες και λειτουργικά πτωχότερες από έναν πλήρη server, όπως ο Apache που γνωρίσαμε. Έτσι σε κάθε απλή ψηφιακή συσκευή που κατασκευάζεται ή πωλείται σαν αυτόνομο σύστημα είναι πλέον σχεδόν απαίτηση να εντάσσεται και ένα ‘web interface’. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει η συσκευή να δρα και ως απλός web server. Όταν ο χρήστης της, σαν client, απευθυνθεί σε αυτή, πρέπει να του παρουσιάζεται μία έστω και στοιχειώδης web σελίδα. Η σελίδα αυτή χρησιμεύει σαν οδηγία χρήσεως, επιτρέπει την αρχικοποίηση (configuration) ή ‘διοίκηση’ (management) της συσκευής, ή αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της ίδιας της λειτουργίας δίνοντας δεδομένα (π.χ. ένα ‘web θερμόμετρο’).

Η ιδέα επεκτείνεται σε μεγάλη κλίμακα, έτσι που στο άμεσο μέλλον να μιλάμε για internet πραγμάτων. Η κάθε συσκευή ή αισθητήριο, ακόμη και ευτελούς αξίας και κατά προτίμησιν ασύρματη, θα έχει την IP διεύθυνσή της και θα ‘καταλαβαίνει’ http. Δεν έχομε όμως φθάσει μέχρι εκεί. Νέοι τρόποι εξαιρετικά δυναμικής διευθυνσιοδότησης απαιτούνται για δισεκατομμύρια τέτοιων συσκευών και η αυτονομία τους δεν επιτρέπει σπατάλη ισχύος με επανεκπομπές και πρωτόκολλο μεταφοράς τόσο πολύπλοκο όσο το TCP.

12. Η Πλευρά του Client

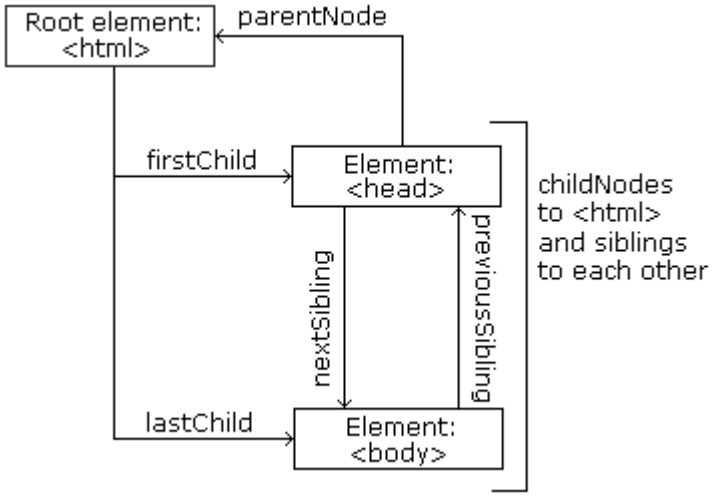
Οι αρχικοί browsers, μόλις λάμβαναν / άνοιγαν ένα κείμενο html, δημιουργούσαν την αντίστοιχη σελίδα web στην οθόνη σύμφωνα με τους ορισμούς των tags, που δεν είναι τίποτε άλλο από metadata για την παρουσίαση του κειμένου. Όμως οι σύγχρονοι browsers βλέπουν το κείμενο html σαν εξειδικευμένο XML και δημιουργούν κατ' αρχήν το XHML DOM στην μνήμη. Αυτό που εμφανίζουν εξάγεται από πληροφορία που αντλούν από αυτό το XHML DOM και όχι από το αρχικό κείμενο html. Με τον τρόπο αυτόν ανοίγεται η δυνατότητα να παρακολουθούν τις ενέργειες του χρηστή πάνω στην οθόνη, και να κάνουν σχετικές επιθυμητές μετατροπές επάνω στο XHML DOM. Εφόσον αυτό που εμφανίζεται πηγάζει αποκλειστικά από το XHML DOM, οι μετατροπές αυτές εμφανίζονται αυτόματα στην οθόνη.

DOM και XHML DOM

Είδαμε το DOM, σαν πρότυπο του W3C (World Wide Web Consortium), σαν μία γενική μοντελοποίηση της δομής XML, αλλά στο υποσύνολο δομών πού είναι εξ αρχής πιο εξειδικευμένες, μπορούμε να εξειδικεύσομε και το σχετικό DOM. Μπορούμε και να το γενικεύσομε. ορίζοντας το σαν μια διαπροσωπία (interface) που δίδει την δυνατότητα σε προγραμματιστικές γλώσσες και scripts να διαμορφώνουν το περιεχόμενο, την δομή και την παρουσίαση ενός 'εγγράφου' (εξ ου και Document Object Model - DOM). Σε κάθε περίπτωση το ίδιο το DOM είναι ανεξάρτητο οποιασδήποτε γλώσσας η script. Έχομε δηλάδή τα επίπεδα

- Core DOM – πρότυπο για οποιοδήποτε δομημένο έγγραφο
- XML DOM – πρότυπο για οποιοδήποτε έγγραφο XML (πιο εξειδικευμένο)
- XHTML DOM – πρότυπο για οποιοδήποτε έγγραφο XHTML (ακόμη πιο εξειδικευμένο)

Σε κάθε περίπτωση το DOM ορίζει αντικείμενα (objects) και ιδιότητες (properties) για κάθε είδους στοιχεία (methods), καθώς και μεθόδους για να τα επεξεργαζόμαστε. Στην περίπτωση του XML DOM είδαμε αυτά στο Σχήμα 6. 1, Πίνακα 6. 1, Σχήματα 6. 3 – 6.7. Στην περίπτωση της XHTML, έχομε html και XML συγχρόνως με το να φροντίσομε όλα τα στοιχεία του html να έχουν opening και closing tags, π.χ. κάθε
 να συνοδεύεται από ένα </br>, η να έχομε μοναδικά
. Τότε έχομε ένα κανονικό κείμενο XML, αλλά με όλα του τα στοιχεία να έχουν όχι ελεύθερα, αλλά προκαθορισμένα ονόματα, πίσω από τα οποία κρύβεται και κάποια συμφωνημένη δομή. Δηλαδή το top element ανοίγει με <html> κλείνει με </html> και τα head και body είναι πάντα σαν στοιχεία siblings και παιδιά του html. Το παρακάτω σχήμα είναι τώρα μία μερική αναπαράσταση για το XHTML DOM. Δεν μπορούμε τώρα με ένα σχήμα σαν το Σχήμα 6.1 να αναπαραστήσομε στην γενικότητα του κάθε περίπτωση ενός τέτοιου κειμένου, καθόσον έχομε πολλά ειδικευμένα στοιχεία (elements) με τα αντίστοιχα tags τους. Το ίδιο συμβαίνει με προονοματισμένα attributes, στα οποία ενδεχομένως περικλείονται σε μερικά, άλλα όχι όλα, από τα στοιχεία.



Σχήμα 1.1. Μερική Αναπαράσταση του XHTML κατά XHTML DOM

Προγραμματιστική Χρήση του XHML DOM

Υποθέτομε ότι μία σελίδα web έχει καταφθάσει και εμφανίζεται στον browser. Οι βασικές λειτουργίες που θα μας απασχολήσουν στο πλαίσιο αυτό είναι:

- Καταγραφή του συμβάντος που προξένησε ο χρήστης στην οθόνη του browser. Κλασσική περίπτωση τέτοιου συμβάντος είναι ενέργεια επί του ποντικιού (mouse cursor). Καταγραφή σημαίνει την εξακρίβωση του τι / που επέλεξε ο χρήστης. Το 'τι' σημαίνει ουσιαστικά τι είδους πάτημα (right/left click / double click, mouse up/down, κλπ) και το 'που' σε ποία περιοχή το έκανε ή σε άλλη διατύπωση ποία ήταν η πηγή (source) του συμβάντος. Το τελευταίο ουσιαστικά σημαίνει σε ποιο από τα στοιχειά του XHML DOM αναφερόταν το συμβάν.
- Εκτέλεση της αντίστοιχης ενέργειας που είναι προγραμματιστικά ορισμένη να συμβεί σαν επακόλουθο του συμβάντος που προξένησε ο χρήστης. Αυτή θα προξενεί εξαφάνιση/προσθήκη/μετατροπή κόμβου/ων του XHML DOM.

Οι παραπάνω δύο λειτουργίες είναι προγραμματιστικό αντικείμενο, το οποίο αντιμετωπίζουμε με JavaScript. Όλα τα αλλά προσφέρονται αυτομάτως από κάθε σύγχρονο browser.

Με την JavaScript να ενεργεί επί του XHML DOM της τρέχουσας σελίδας στον browser θα διαμορφώνομε την εμφάνισή της με η χωρίς άντληση πληροφορίας από τον server. Εξετάζομε πρώτα την αυστηρά τοπική περίπτωση, δηλ. όλα τα παρακάτω μπορούν να δοκιμασθούν με συμμετοχή μόνον του browser. Το παράδειγμα έχει στο δεύτερο μέρος το εμφανισιακό μέρος της σελίδας σε body. Από αυτό δημιουργείται αυτόματα το XHML DOM . Στο πρώτο μέρος υπάρχει το προγραμματιστικό μέρος σε JavaScript σαν περιεχόμενο στοιχείου script. Αυτό επενεργεί επί του XHML DOM.

```
<html>
<head>
<script type="text/javascript">
function whichElement(e)
```

```
{
 var targ;
 if (!e)  { var e=window.event; }
 if (e.target)   {  targ=e.target;  }
 else if (e.srcElement)   {  targ=e.srcElement;  }

 if (targ.nodeType==3) // defeat Safari bug
 {   targ = targ.parentNode;  }

 var tname;
 tname=targ.tagName;
 alert("You clicked on a " + tname + " element.");
 targ.style.color="blue";
 if (tname =="INPUT")
       { alert("Access by id example: " + document.getElementById("red").checked);
         document.getElementById("red").checked=true ;
       };
}
</script>
</head>

<body onmousedown="whichElement(event)">
<p>Click somewhere </p>

<h3>This is a header</h3>
<p>This is a paragraph</p>
<input type="radio" name="colors" id="red" />Red<br />
<input type="radio" name="colors" id="blue" />Blue<br />
<input type="radio" name="colors" id="green" />Green
</body>
</html>
```

Κώδικας 12.1. Παράδειγμα JavaScript επί XML DOM

Το onmousedown είναι attribute του body του κειμένου. Άρα όπου και να πατήσομε το ποντίκι το συμβάν αυτό θα συλληφθεί σαν e και θα οδηγήσει στον κώδικα της συνάρτησης που έχομε ονομάσει whichElement(event) (τιμή του onmousedown attribute).

Αν η πηγή του συμβάντος είναι ένα στοιχείο (element) του XML DOM (το e.srcElement είναι υπαρκτό) αποθηκεύεται η πηγή αυτή στο targ, το οποίο είναι element του XML DOM. Πράγματι το targ.tagName μας δίνει το όνομα του tag του στοιχείου αυτού, με άλλα λόγια αυτό που στην html γράφεται μεταξύ <>. Άρα βρήκαμε το 'που' πατήσαμε το ποντίκι! Με targ.style.color="blue" προσθέτομε στο ίδιο στοιχείο το attribute color="blue". Υπάρχει και χρήσιμος τρόπος να εντοπίζομε οποιονδήποτε στοιχείο, αρκεί να θέσομε σε αυτό ένα attribute με όνομα id και μοναδική τιμή, εδώ "red". Το στοιχείο αυτό είναι μετά εντοπίσιμο με την *getElementById* function προκειμένου να κάνομε μια μετατροπή στο συγκεκριμένο στοιχείο. Αυτομάτως βλέπομε τις συνέπειες της whichElement. Άρα πραγματοποιήσαμε μία επιθυμητή από τον χρήστη ενεργεία, δηλ το 'τι'!

Για να εκτελεστούν όλα αυτά από τον browser πρέπει να τον έχομε εξουσιοδοτήσει με 'allow blocked code'. Αλλιώς, για λόγους προληπτικής ασφάλειας, αρνείται να εκτελέσει κώδικα JavaScript τον ενσωματωμένο στην σελίδα του. Στην πράξη η παραπάνω σελίδα html θα έχει έρθει από κάποιον server και ενδεχομένως ο κώδικας να είναι κακόβουλος.

Επίσης παρατηρούμε ότι έχομε επισκιάσει με την δική μας λειτουργικότητα, την default λειτουργικότητα του πατήματος ενός radio input. Αφαιρούμε το attribute onmousedown από το body και έχομε την κανονική λειτουργικότητα των radio inputs. Αφαιρούμε και το script και παύει να μας ζητείται άδεια για το τρέξιμο του blocked code.

Παραθέτομε, όχι όμως στην πληρότητα των Σχημάτων 6.3 – 6.7, τις ιδιότητες και μεθόδους του XHTML DOM. Αν υποθέσομε ότι x είναι ένας κόμβος (node object, που εδώ σημαίνει στοιχείο HTML), τότε έχομε για κάθε element

Ιδιότητες (HTML DOM Properties) – ενδεικτικά:

- x.innerHTML – το κείμενο (text value) του x
- x.nodeName – όνομα του x
- x.nodeValue - τιμή x
- x.parentNode – ο κόμβος πατέρας του x
- x.childNodes - κόμβος παδί του x
- x.attributes – οι κόμβοι attributes του x

και **μεθόδους**:

- x.appendChild() – Προσθέτει νέο παιδί στο τέλος των παιδιών του x
- x.blur() – Αφαιρεί την εστίαση από το x
- x.click() - Εκτελεί click επί του x
- x.cloneNode() – Κλωνοποίηση του x
- x.focus() – Εστιάζει στο x
- getElementsByTagName() – Επιστρέφει τα στοιχεία με το συγκεκριμένο tagname
- x.hasChildNodes() - Επιστρέφει αν υπάρχουν στοιχεία / παιδιά
- x.insertBefore() – Παρεμβολή νέου παιδιού πριν το x
- item() - Επιστρέφει το στοιχείο με το συγκεκριμένο index (περεταίρω εξήγηση!)
- x.normalize() – Θέτει όλους τους κόμβους κειμένου κάτω από το x σε κανονικοποιημένη μορφή (περεταίρω εξήγηση!)
- x.removeAttribute() - Αφαιρεί το συγκεκριμένο attribute από το x
- x.removeChild() - Αφαιρεί στοιχείο / παιδί του x
- x.replaceChild() - Αντικαθιστά στοιχείο / παιδί του x
- x.setAttribute() – Θέτει νέο attribute στο x
- x.toString() – Απεικονίζει το x σε string (περεταίρω εξήγηση!)

Περισσότερα με παραδείγματα στο http://www.w3schools.com/jsref/dom_obj_all.asp

13. AJAX (Asynchronous JavaScript και XML)

Τα αρχικά AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) περιλαμβάνουν έναν ιδιαίτερο τρόπο συνδυασμού και χρήσης της JavaScript και του XML χωρίς να πρόκειται για μία νέα 'γλώσσα' ή τεχνολογία. Σκοπός είναι η δραματική αύξηση της δυναμικότητας της αλληλεπίδρασης (interactivity) στην πλευρά του πελάτη μεταξύ ανθρώπινου χρήστη και browser. Βασικό χαρακτηριστικό και περιορισμός στα όσα είδαμε μέχρι τώρα είναι ότι και για την ελάχιστη αλλαγή στην πλευρά του χρήστη πρέπει ο server να δημιουργήσει και στείλει μία *ολόκληρη νέα* σελίδα. Με την μεθοδολογία του AJAX αυτό θα γίνεται τώρα επιλεκτικά σε διάφορες περιοχές / οικόπεδα της σελίδας με το υπόλοιπο μέρος της να μένει σταθερό και να μην χρειάζεται ανανέωση από τον server. Προς τούτο πρέπει να έχομε πρόσβαση σε κάποιο δομημένο τρόπο που χρησιμοποιεί ο browser για να 'ζωγραφίσει' την σελίδα. Μέχρι τώρα υποθέταμε απλά ότι ο browser, σαν μαύρο κουτί, καθοδηγείται από την html που λαμβάνει μέσω του HTTP response και δημιουργεί την σελίδα. Οι μοντέρνοι όμως browsers περνούν από ένα ενδιάμεσο στάδιο, κατασκευάζοντας πρώτα το 'DOM της σελίδας'. Ο browser λαμβάνει κείμενο html, το εκλαμβάνει σαν xml και δημιουργεί στην μνήμη του το σχετικό XHTML DOM πού είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Γι' αυτό και επιμένομε στη αυστηρή χρήση της XHTML και όχι απλής HTML. Σε αυτήν όλα τα στοιχεία κλείνουν και όλα συμφωνούν με τις επιταγές της XML. Το DOM αυτό παραμένει στην μνήμη του πελάτη και ταυτόχρονα καθοδηγεί την εμφάνιση επί της οθόνης. Μπορούμε όμως τώρα να επεμβαίνουμε επιλεκτικά σε αυτό το DOM και να επηρεάζομε την τελική εμφάνιση και λειτουργικότητά της σελίδας, όπου και όπως θέλομε, χωρίς να πειράζομε το υπόλοιπό της. Επιτυγχάνεται τελικά ένας επιπλέον βαθμός διαδραστικότητας. Είδαμε πώς ξεφύγαμε από τις στατικές εφαρμογές web, σε δυναμικές εφαρμογές όπου λαμβάνονται υπ' όψιν οι επιλογές του χρήστη για την παρουσίαση της επόμενης σελίδας. Παρ' όλο πού μιλούσαμε για δυναμικές σελίδες, ή κάθε μία από μόνη της είναι στατική, καθόσον ζωγραφίζεται μία φορά και δεν αλλάζει ποτέ η ίδια. Τώρα θα έχομε πραγματικά δυναμικές σελίδες, όπου επιλεκτικά στην διάρκεια της εμφάνισής τους θα αλλάζουν περιοχές τους, χαρακτηριστικά τους (εμφανισιακά ή άλλα) και επιμέρους λειτουργικότητα (π.χ. ο ρόλος κάποιο κουμπιού), πάντα με βάση την ίδια εμφανιζόμενη σελίδα. Ο γενικός τρόπος είναι ότι εμείς θα αλλάζομε το DOM μέσω JavaScript στον browser (client side) και αυτόματα οι μετατροπές θα αντικατοπτρίζονται στην εμφάνιση ή λειτουργικότητα της εμφανιζόμενης σελίδας. Οι αλλαγές όμως αυτές εν μέρει θα προέρχονται από τον sever, π.χ. για να εμφανισθούν νέες τιμές σε έναν σταθερό πίνακα. Επομένως το HTTP response θα μεταφέρει τώρα όχι ολόκληρη σελίδα, αλλά επιλεκτικά στοιχεία που θα πρέπει να εμφανισθούν στη θέση άλλων που εστάλησαν πιο πριν.

Προχωρώντας πιο πέρα στο ίδιο σκεπτικό μπορούμε να εμπλέξομε και μετασχηματισμούς XSLT, που ούτως ή άλλως λογίζονται μέσα στην οικογένεια της XML. Το HTTP response μεταφέρει τώρα μόνο την γυμνή πληροφορία σαν δομή XML. Η εμφάνισή της μπορεί να γίνει με μία εντολή JavaScript πού καλεί ένα XSLT (που έχει σταλεί στην αρχήν της συνόδου) για να δημιουργήσει το DOM της σελίδας που εμφανίζεται στην οθόνη. Πάλι έχομε μετατόπιση της λειτουργικότητας στην πλευρά του πελάτη, δηλαδή εμπλέκομε και client-side processing στην μορφή του client-side scripting, πρακτικά client-side JavaScript.

Το βασικότερο στοιχείο στον AJAX είναι το αντικείμενο XMLHttpRequest, το οποίο δημιουργούμε και διαχειριζόμαστε μέσα στο JavaScript πρόγραμμα στον browser. Μέσα και πίσω από αυτό κρύβεται όλη η αλληλεπίδραση με τον server. Φανταζόμαστε ότι η σελίδα ήδη υπάρχει στον browser. Η ονομασία υποδηλώνει ότι το HTTP request μας θα

έχει σαν περιεχόμενο μια δομή XML, πράγμα πολύ πιο πλούσιο από τα απλά ζεύγη όνομα /τιμή παραμέτρου χρήστη. Η απάντηση από τον server μπορεί να έρθει όπως πριν σαν html/text, αλλά τώρα και σαν XML. Όταν λοιπόν έχομε ήδη μία σελίδα στον browser, όχι μόνον σαν κείμενο html άλλα με όλη την μορφή της σε DOM, ερωτάμε τον server και δεχόμαστε την απάντηση του σε XML. Με τις τεχνολογίες που μάθαμε μπορούμε τώρα να εξάγομε τα επιθυμητά δεδομένα από το XML της απόκρισης και διαμορφώνοντας με client-side scripting το DOM της τρέχουσας σελίδας να την αλλάξομε επιλεκτικά.

Συνοπτικά το AJAX δεν είναι μια νέα τεχνολογία, αλλά με χρήση αυτών που μάθαμε επιτυγχάνει την δυναμική ενημέρωση μέρους της τρέχουσας σελίδας στον browser αποφεύγοντας την αποστολή από τον server και λήψη / εμφάνιση από τον browser μίας ολόκληρης νέας σελίδας.

Συμπλήρωση ενός div με Κείμενο απο τον Server

Θα δούμε τώρα ένα πρώτο παράδειγμα. Είναι εξαιρετικά απλό αλλά δείχνει όλη την χρησιμότητα του AJAX, καθόσον σε μία σελίδα που ήδη υπάρχει στον browser, συμπληρώνεται επιλεκτικά μία περιοχή (div) με κείμενο που αντλείται από τον server.

```
<html>
<head>
<script type="text/javascript">
function loadXMLDoc()
{
var xmlhttp;
if (window.XMLHttpRequest)
  {// code for IE7+, Firefox, Chrome, Opera, Safari
  xmlhttp=new XMLHttpRequest();
  }
else
  {// code for IE6, IE5
  xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
  }
xmlhttp.onreadystatechange=function()
  {
  if (xmlhttp.readyState==4 && xmlhttp.status==200)
    {

////////////////////////  Folowing lines for xml case ONLY - ////////////////////////////////
/////////////// extracts text from xml doc at server, with content ////////////////////////
//<vehicles><car>Toyota</car><car>Opel</car><car>VW</car></vehicles>
////////////////////////////////// uncomment 6 lines below ////////////////////////////////////
//      xmlDoc=xmlhttp.responseXML;
//      txt="";
//      x=xmlDoc.getElementsByTagName("car");
//     for (i=0;i<x.length;i++)
//       {txt= txt+ x[i].childNodes[0].nodeValue + "<br />"; }
//     document.getElementById("myDiv").innerHTML=txt;
/////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

    document.getElementById("myDiv").innerHTML=xmlhttp.responseText;
    }
  }
//GET or POST specifies the request, url to server, page therein, true/false is for synchronous/synchronous
```

```
//Three cases: plain text, text produced by servlet, xml – Comment out one out of three
xmlhttp.open("GET","http://localhost:8080/myServletDir/someText.txt",true); //plain text
//xmlhttp.open("GET","http://localhost:8080/myServletDir/firstServletDemo",true);//servlet text
//xmlhttp.open("GET","http://localhost:8080/myServletDir/someXML.xml",true);//xml

xmlhttp.send();               //in the case of post:  xmlhttp.send(string_to_be_sent_as_body_of_POST)
}
</script>
</head>
<body>

<div id="myDiv"><h2>Let AJAX change this text</h2></div>
<button type="button" onclick="loadXMLDoc()">Change Content</button>

</body>
</html>
```

Σχήμα 13.1. Παράδειγμα για AJAX που φέρνει πληροφορία από server

Υποθέτομε ότι η παραπάνω είναι μία σελίδα που έχει έλθει και την εμφανίζει ο browser. Για δοκιμή απλώς την φέρνομε πάνω στο desktop σαν .html και την ανοίγομε. Το body αυτής της σελίδας είναι κάτω από το head (επικεφαλίδα) και περιέχει ένα div και ένα button. Το συμβάν onclick του button αυτού είναι μία 'παράμετρος' που όμως έχει τιμή (πάντα σαν text !) την κλήση μίας συνάρτησης, συγκεκριμένα της loadXMLDoc. Αυτή ορίζεται μέσα στο στοιχείο script που στο παράδειγμα μας είναι ενσωματωμένο στον header. Αυτό σημαίνει ότι μόλις πατήσομε το button και εκτελεστεί αυτή η συνάρτηση, ότι παράξει αυτή σαν κείμενο θα μπει σε επιλεγμένη θέση της σελίδας. Επομένως πετύχαμε προγραμματιστικά με JavaScript να αλλάξομε ένα μέρος μόνον της παρούσης σελίδας – όχι να φέρομε μία εντελώς νέαν.

Επιπλέον η νέα πληροφορία θα έλθει από τον server, στο απλό αυτό παράδειγμα σαν κείμενο - text. Αυτό γίνεται μέσω του αντικειμένου xmlhttp που είναι το επίσημο XMLHttpRequest είτε το ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP") στην περίπτωση ενός παλαιοτέρου MS browser. Αφού αυτό δημιουργηθεί γίνονται τα ακόλουθα:

- Με την μέθοδό open του xmlhttp προετοιμάζομε ένα request, εδώ με GET και στο συγκεκριμένο url για να βρούμε μέσα στον server το ζητούμενο κείμενο
  `xmlhttp.open("GET","http://localhost:8080/myServletDir/someText.txt",true);`
  Το αρχείο στην επάνω περίπτωση ευρίσκεται αυτούσιο στο webapps/myServletDir. Μπορεί και να δημιουργηθεί από servlet, όπως είδαμε στον Κώδικα 4.1, με
  `xmlhttp.open("GET","http://localhost:8080/myServletDir/firstServletDemo",true);`
- Το request φεύγει με την μέθοδο send
  `xmlhttp.send();`
  ενώ έχομε επιλέξει το 'asynchronous' ('true' στην παραπάνω open). Αυτό σημαίνει ότι ο κώδικας JavaScript δεν θα κολλήσει στο σημείο αυτό περιμένοντας την απάντηση του server. Τούτο θα συνέβαινε με την επιλογή 'synchronous' ('false' στην παραπάνω open). Και πότε θα ασχοληθούμε με την απάντηση του server στην ασύγχρονη περίπτωση; Όταν με το έναυσμα της λήψης της δημιουργηθεί εσωτερικό συμβάν και σηκωθεί η σημαία xmlhttp.onreadystatechange. Έχομε ορίσει και προγραμματίσει την σχετική function(), η οποία θα κληθεί αυτομάτως και θα εκτελώντας τα κατωτέρω.
- Με την λήψη της απάντησης από τον server εξετάζομε αν οι μεταβλητές readyState και xmlhttp.status του αντικειμένου xmlhttp πήραν της τιμές 4 και 200 αντίστοιχα. Το

200 είναι το γνωστό HTTP/1.1 200 OK στην επικεφαλίδα του response μηνύματος, βλ. Σχήμα 2.1. Τότε θα τρέξει η γραμμή
document.getElementById("myDiv").innerHTML=xmlhttp.responseText;
Στην αριστερή πλευρά απευθυνόμαστε στο element με id="myDiv", που είναι στοιχείο του 'document' και το document αυτό δεν είναι άλλο από την ίδια την html σελίδα σε μορφή DOM μέσα στην μνήμη του browser. Πράγματι η μέθοδος getElementById του document ειναι μέρος του API του XHTML και επιστρέφει στοιχείο σύμφωνα με την προκαθορισμένη από εμάς τιμή ενός 'id' attribute, το οποίο έχομε προβλέψει. Στο στοιχείο document.getElementById("myDiv") υπάρχει σαν περιεχόμενο το innerHTML, δηλ. το μέρος του html που είναι το εσωτερικό του div με id="myDiv". Αυτό το γεμίζομε με την ποσότητα δεξιά, δηλ με το responseText του xmlhttp που δεν είναι άλλο από αυτό που έστειλε ο server με το μήνυμα response της απάντησης του.

Απομένει να φροντίσομε ώστε και ο server να στείλει πίσω το απλό κείμενο που θα μπει στο div. Αυτό το γράφομε σαν αρχείο textForHeader.txt και το τοποθετούμε στον Tomcat κάτω από …/webapps/myServletDir/, 'όπως το ζητά το url της xmlhttp.open. Εναλλακτικά απευθυνόμαστε κατά τα γνωστά σε servlet, το οποίο θα παράξει το κείμενο δυναμικά. Στο παραπάνω παράδειγμα φέρνομε το κείμενο που μας παράγει το παράδειγμα του Κώδικα / Σχήματος 4.1. Σηκώνομε τον server ανοίγομε το myFirstAjax.html με οποιονδήποτε browser και επιβεβαιώνουμε τα παραπάνω.

Προτιμούμε το GET έναντι του POST, όταν έχομε να στείλομε ένα μικρό αριθμό ζευγών όνομα/τιμή παραμέτρου χρήστη από τον browser στον server μέσω του url αντικειμένου XMLHttpRequest, όπως το ξέρομε, π.χ.
xmlhttp.open("GET"," …/get_example?firstname=John&lastname=Smith",true);
Υπάρχει και η λεπτομέρεια του να αποφύγομε την άντληση της πληροφορία από σελίδα που δεν έρχεται πράγματι εκ νέου από τον server, αλλά από την ίδια που έχει ενδεχομένως αναζητηθεί προηγουμένως και είναι cached στον browser. Αυτό γίνεται με το να αναζητήσομε κάτι που είναι εγγυημένα νέο, δηλ. να θέσομε μία τυχαία (άρα και νέα) τιμή σε μία (ψευδο)παράμετρο του GET.
xmlhttp.open("GET"," …/get_example?t=" + Math.random()+"&firstname=John&lastname=Smith",true);

Με το POST μπορούμε να στείλομε στο σώμα (body), πάντα σε μορφή κειμένου, ενδεχομένως απροσδιορίστου μήκους, κείμενο, αλλά και xml, δηλ. δεδομένα / επιλογές του χρήστη μέσα σε δομές που έχομε εμείς προκαθορίσει. Μπορούμε να πληροφορήσομε για αυτό τον server μέσω της επικεφαλίδας (header) του μηνύματος, θέτοντας μετά το open, γραμμές setRequestHeader(*header,value*) δηλαδή
xmlhttp.setRequestHeader("Content-type","application/x-www-form-urlencoded");
και μετά
xmlhttp.send(text_content_of_POST_body);

Τροφοδοσία του innerHTML με Κείμενο Text η XML

Σημαντική είναι η ιδιότητα (attribute) x.innerHTML ενός στοιχείου x, όπως document.getElementById("myDiv").innerHTML. Η γραμμή αυτή είναι το κλειδί του AJAX, δεδομένου ότι εντοπίζει το που θα καταλήξει το 'κείμενο'- text που αντλούμε από τον server. Το κείμενο αυτό είτε θα έρχεται έτοιμο, όπως στο παραπάνω παράδειγμα, είτε θα

έρχονται από τον server τα δεδομένα για αυτό, π.χ. σαν xml, και θα διαμορφώνεται τοπικά, Αντίστοιχα εργαζόμεθα με την ιδιότητα responseText / responseXML του αντικειμένου XMLHttpRequest.

Στην **περίπτωση text** έχομε:
```
document.getElementById("myDiv").innerHTML=xmlhttp.responseText;
```

Στην **περίπτωση xml** αντλούμε από τον server κάτι σαν το αρχείο someXML.xml, και η απάντηση έρχεται με
```
xmlDoc=xmlhttp.responseXML;
```
Τώρα εξάγομε (με XML - όχι XHTML! - DOM) από το xmlDoc τα δεδομένα που θα μπουν στο text, που με την σειρά του θα μπει στο innerHTML. Ο σχετικός κώδικας είναι ενσωματωμένος στο παραπάνω παράδειγμα του Σχήματος 13.1, το οποίο δείχνει εναλλακτικά όλες τις περιπτώσεις άντλησης κειμένου πληροφορίας από τον server: έτοιμο κείμενο, κείμενο παραγόμενο από servlet, xml που μετατρέπεται σε κείμενο στον client.

Περισσότερα παραδείγματα στο http://www.w3schools.com/Ajax/Default.Asp

13. Το Περιβάλλον .Net

Έχει ενδιαφέρον να δούμε τις σχέσεις ανάμεσα στις βασικές τεχνολογίες που ανακεφαλαιώθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια καθώς και το πώς αυτές αλληλοσυμπληρώνονται. Ο πιο άμεσος τρόπος είναι να γνωρίσομε ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE, Integrated Development Environment). Εκεί θα διαπιστώσουμε κατ' αρχήν αυτές τις στενές σχέσεις και αλληλοσυσχετίσεις από το γεγονός ότι ένα τέτοιο περιβάλλον είναι ικανό να αντιμετωπίσει με σχεδόν ενιαίο τρόπο όλες τις περιπτώσεις. Θα δούμε επίσης ότι οι βασικές τεχνολογίες (μέχρι και το επίπεδο http, την ανταλλαγή μέσω SOAP, κλπ) είναι κατ' αρχήν αόρατες από τον χρήστη - σχεδιαστή. Η ανάπτυξη σε ένα τέτοιο IDE αρχίζει πάνω από αυτές και το IDE εξασφαλίζει όλες τους επικοινωνιακούς μηχανισμούς και αλληλοσυσχετίσεις αυτόματα.

Το περιβάλλον **.Net** της Microsoft επιτρέπει την συνύπαρξη και συνεργασία προγραμμάτων γραμμένων σε διαφορετικές αντικειμενοστραφείς γλώσσες, Visual Basic, C#, C++, J#, JScript. Τούτο επιτυγχάνεται διότι κάθε πρόγραμμα, γραμμένο σε οποιαδήποτε από τις γλώσσες αυτές, μεταγλωττίζεται αρχικά στην **Common Language Runtime - CLR** που είναι η πεμπτουσία του περιβάλλοντος .Net. Το CLR αντιστοιχεί στο Byte Code, σαν ενδιάμεσος κώδικας πριν την τελική εκτέλεση από κάποιον επεξεργαστή. Η Java είναι portable σε όλους τους επεξεργαστές που μπορούν να τρέξουν τον Java Byte Code. Αντίστοιχα κάθε ανάπτυξη στις παραπάνω γλώσσες μπορεί να ενταχθεί στο .Net και είναι portable σε επεξεργαστές που μπορούν να τρέξουν CLR.

Το **ASP.NET**, διάδοχος του περιβάλλοντος ASP, είναι η τεχνολογία της MS για δυναμικές σελίδες. Το προγραμματιστικό τους μέρος μπορεί να είναι στις παραπάνω γλώσσες . Οι σελίδες ASP (ASP pages) με επίθεμα .asp φιλοξενούνται στον **Internet Information Server - IIS**. Ο IIS είναι αντίστοιχος του Apache που γνωρίσαμε. Οι σελίδες .asp που κατασκευάζονται μέσα στο Visual Studio μπορούν να τρέξουν και απ΄ ευθείας μέσα από αυτό στην διάρκεια της ανάπτυξής τους (βλ. παρακάτω). Τα παρακάτω αναφέρονται στο περιβάλλον ανάπτυξης Microsoft Visual Studio 2005.

Το SDK του Περιβάλλοντος .Net (MS Visual Studio)

Με το ίδιο SDK (S/w Development Kit) του περιβάλλοντος .Net (Microsoft Visual; Studio) μπορούμε να αναπτύσσουμε κώδικα σε διάφορα από τα πλαίσια που γνωρίσαμε παραπάνω. Επιλέγομε

File -> Open (New) Web Site ASP.NET Web Site για **εφαρμογή ιστού**.
File -> Open (New) Web Site ASP.NET Web Service για **υπηρεσία ιστού**.
File -> Open (New) Windows Application για **τοπική εφαρμογή στο PC** μας.
File -> Open (New) Windows Service για **τοπική υπηρεσία στο PC** μας.

Τα παραπάνω πρέπει να υπάρχουν σαν installed templates δηλ. εγκατεστημένα (μέσα στο Visual Studio) εκμαγεία που δίδουν την αρχική δομή και αρχικές κλάσεις όσων θέλομε να κάνομε.

Οι εφαρμογές με φόρμες Windows (Win Forms) και οι εφαρμογές με φόρμες για browsers (Web Forms) δεν διαφέρουν ουσιαστικά στο υψηλό επίπεδο του σχεδιασμού μέσα από το ολοκληρωμένο περιβάλλον. Στην πραγματική βέβαια λειτουργία (run time) η διαφορά είναι αβυσσαλέα, καθόσον στην πρώτη περίπτωση οι φόρμες είναι στο ίδιο μηχάνημα με τον (υποτιθέμενο) 'server', ενώ στην δεύτερη οι φόρμες εμφανίζονται στον browser μακριά από τον πραγματικό server (δηλ. τον IIS), οποίος φιλοξενεί τις σελίδες .asp. Επειδή το σχεδιαστικό περιβάλλον έχει κρυμμένες μέσα τους όλες τις λεπτομέρειες και τα κατώτερα στρώματα πού μάθαμε, οι υποστηρίζοντες μηχανισμοί είναι σε εμάς κρυμμένοι και η ανάπτυξη και των δύο περιπτώσεων φαίνεται σχεδόν σαν ίδια.

Στην περίπτωση εφαρμογών ιστού, πού αποκλειστικά θα εξετάσομε, μπορούμε πολύ εύκολα να επεκταθούμε σε πλήρεις 3-tier applications (εφαρμογές τριών συμμετεχόντων). Σε αυτές αλληλεπιδρούν (α) ο browser, (β) ο server και (γ) μία βάση. Το (γ) αγνοήθηκε ως τώρα, ως ξένο προς τα δικτυακά, δεν μπορεί όμως να λείπει από οποιαδήποτε σοβαρή εφαρμογή. Το .Net περιβάλλον μας επιτρέπει επιπλέον να επεκταθούμε πέραν από την έννοια της κλασσικής (σχεσιακής - relational) βάσης συμπεριλαμβάνοντας και διάβασμα από / εγγραφή σε (ιεραρχικές) δομές XML. Άρα το (γ) γενικεύεται σε 'data store', μία γενική έννοια που σήμερα περιλαμβάνει βάσεις ή / και κείμενα XML. Μπορούμε λοιπόν να 'δέσομε ένα GUI element που θα εμφανίζονται στον browser είτε με έγγραφή σε μία βάση (προσβάσιμη με έκφραση sql) είτε με κλάδο ενός κειμένου XML (προσβάσιμο με έκφραση XPath).

Το Αρχείο myForm.aspx για Σελίδα Web

Η φόρμα myForm.aspx μπορεί να εμφανισθεί σε 'Design' και σε 'Source View'. Αρχικά με drag and drop από ένα tool box φέρομε τα στοιχεία GUI πάνω στον καμβά της υπό κατασκευήν δυναμικής web σελίδας (Design View). Ο 'Κώδικας' 13.1. δημιουργείται μετά αυτόματα (Source View). Δεν πρόκειται όμως για κώδικα παρά μόνο για μία σειρά δηλώσεων. Με την σειρά που εμφανίζονται οι δηλώσεις για το κάθε στοιχείο XML, θα εμφανίζονται από πάνω αριστερά προς δεξιά και κάτω τα αντίστοιχα στοιχεία GUI πάνω στον browser. Τα περισσότερα από τα παραπάνω στοιχεία XML θα αποτυπωθούν αυτόματα σε κομμάτι κώδικα html και το τελευταίο θα είναι αυτό που θα αποστέλλεται στο run time στον browser. Εξετάζοντας επομένως τον παρακάτω Κώδικα 13.1, αποκαλύπτομε την γενική ιδέα και μερικές από τις πάμπολλες λεπτομέρειες και δυνατότητες του περιβάλλοντος ανάπτυξης.

Είναι σημαντικό να αποσαφηνισθεί εξ αρχής ο ρόλος του αρχείου myForm.aspx:

(α) τα <%@ ...../>, έχουν αποκλειστικά εσωτερική χρήση και είναι συνήθως compiler directives,

(β) ο γενικός σκελεττός σε σε html αφορά την ιδια την σελίδα,

(γ) στην θέση των δηλώσεων σε μορφή XML θα επέμβει ο server και, ακολουθώντας το (α), θα τις αντικατασταστήσει με κανονική html, δημιουργώντας έτσι τα στοιχεία GUI μέσα στο (β), δηλαδή την πλήρη σελίδα πού θα αποσταλέι για εμφάνιση στον browser και

(δ) όλες οι ενέργειες πού συνδέονται με τα στοιχεία τα GUI αποτελούν το κώδικα που θα τρέχει πάντα στον server και ο οποίος, αν υπάρχει, ευρίσκεται σε άλλο αρχείο, συνδεδεμένο με το RunForm.aspx (βλέπε παρακάτω).

Κάθε control (παραπάνω περίπτωση (γ)) αντιπροσωπεύεται από ένα στοιχείο (element) ονοματιζόμενο asp:nameOfControl. Τα ονόματα των διατιθεμένων από την MS controls είναι συγκεκριμένα (εδώ χρησιμοποιούνται τα Button, Label, TreeView,,,), ενώ των controls, που φτιάξαμε εμείς, είναι δικά μας (cc1). Ακολουθούν διάφορα attributes με τις τιμές τους (όπως γνωρίζομε, πάντοτε σαν Strings). Μερικά attributes (άλλα προαιρετικά και άλλα υποχρεωτικά) αφορούν την class πατέρα ... όλων των controls. Με (το υποχρεωτικό) runat πού εδώ έχει τιμή ‘ ‘server’ δηλώνεται ότι, κατά την δημιουργία του, το συγκεκριμένου control θα συνδεθεί με κώδικα που θα τρέχει στον server (παραπάνω περίπτωση (δ)). Εδώ πάρα πολλά συντελούνται από το SDK χωρίς να φαίνονται πουθενά. Πολλά από τα attributes (προαιρετικά ή υποχρεωτικά) συνοδεύουν μόνο το συγκεκριμένο τύπο control.

Προφανώς το compiler directive
<%@ Page Language="VB" AutoEventWireup="false" CodeFile="myForm.aspx.vb" Inherits="_Default" %>
υποδηλώνει ότι εδώ πρόκειτα για (δυανμική) σελίδα ASP.NET, η οποία θα αποθηκεύεται στον server και θα αποστέλλεται (μετά από απεικόνισή της σε html) στον client. Το αρχείο myForm.aspx δεν περιέχει κώδικα σε οποιαδήποτε γλώσσα εκτός από τον γενικό σκελεττό σε html και δηλώσεις σε μορφή XML, όπως τις προδιαγράφει το συγκεκριμένο SDK. Τούτο σε πολλές περιπτώσεις αρκεί. Κώδικας, σχετιζόμενος με την σελίδα αυτή, μπορεί εν τούτοις να υπάρχει σε άλλο αρχείο, όπως θα εξηγήσουμε στην επόμενη παρλάγραφο. Ετσι με τα attributes CodeFile και Language δηλώνουμε το αρχείο αυτό και την χρησιμοποιούμενη γλώσσα (VB, δηλ. Visual Basic).

Άλλο compiler directive είναι το
<%@ Register Assembly="HelloWeb" Namespace="WebControlLibrary1" TagPrefix="cc1" %>
Με το TagPrefix δηλώνεται στον μεταγλωττιστή ότι το cc1 είναι ένα GUI Element (control) φτιαγμένο από εμάς. Παρακάτω θα δούμε την κατασκευή του cc1. Εδώ γνωρίζομε στον compiler, ότι μπορούμε να αναφερόμαστε σε αυτό το cc1 στην παρούσα σελίδα. Ουσιαστικά πρόκειται για μία δήλωση (declaration).

Το στοιχείο
<%@ Register Assembly="HelloWeb" Namespace="WebControlLibrary1" TagPrefix="cc1" %>
αφορά

Παρακάτω το τμήμα
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" >
<head runat="server"> <title>myFrom Experimenta Page</title></head>
<body> <form id="form1" runat="server">
είναι τα κλασσικά ειγαγωγικά μίας φόρμας, όπως θα γραφόντουσαν και ‘με το χέρι’. Φυσικά τα στοιχεία αυτά κλείνουν στο τέλος του αρχείου.

Ερχόμαστε τώρα στην παράθεση των συγκεκριμένων GUI Elements που επιλέχθησαν από τόν σχεδιαστή αυτής της φόρμας. Αρχίζομε με ένα button και ένα label
<asp:Button ID="runButton" runat="server" Text="Run" />
<asp:Label ID="Label3" runat="server" Text="Clients"></asp:Label>
τα οποία έχουν ‘ID’ για να αναφερόμαστε προγραμματιστικά σε αυτά, ‘Text’ το οποίο θα εμφανισθή επ’ αυτών. Ο ενδεχόμενος κώδικας που τα συνοδεύει είναι πάντοτε runat="server".

Με τις δύο μόνον γραμμές του στοιχείου asp:Xml εμφανίζομε τον ωραιότατο πίνακα με τα αυτοκίνητα (βλ. αρχή σημειώσεων της XML).

```
<asp:Xml ID="Xml1" runat="server"
DocumentSource="~/App_Data/CarsForNewXSLTNamespace.xml"
TransformSource="~/App_Data/CarPresentorNEWnamespace.xslt"></asp:Xml>
```
Αρκεί να δώσουμε την πηγή (DocumentSource) και το κείμενο XSLT (TransformSource) που θέλομε να χρησιμοποιηθεί για την εμφάνιση! Τα ίδια τα αρχεία αποτελούν φυσικά μέρος του Web Site.

Και τώρα με το asp:AccessDataSource η πιό κλασσική περίπτωση ενός πίνακα πού τροφοδοτείται από εγγραφές σε πίνακα βάση (εδώ ένας πίνακας ονόματι L3 στην Access TaHi.mdb).
```
<asp:AccessDataSource ID="TaHiDataSource" runat="server"
DataFile="~/App_Data/TaHi.mdb" SelectCommand="SELECT [Id], [Name], [CostAcc],
[nFlow], [Active] FROM [L3]"></asp:AccessDataSource>
```
Παρατηρούμε ομοιότητες και διαφορές με την περίπτωση του XML. Εδώ προσδιορίζομε το αρχείο της βάσης και την έκφραση sql. Το ίδιο το AccessDataSource δεν πρόκειται να δειχθεί στον browser και το στοιχείο asp:AccessDataSource αφορά αποκλειστικά το πως ο server θα αντλεί τα δεδομένα από την βάση. Για την εμφάνισή των απαιτείται το GUI Element DataGrid, ή GridView που διατίθεται στο toolbox και έχει συρθεί πάνω στο Design View της φόρμας.

Το GridView εμφανίζει δεδομένα σε μορφή πίνακα και πρέπει να δεθεί με το DataSource (βλ. σύνδεση μέσω του DataSourceID)
```
<asp:GridView ID="L3DGrid" runat="server" Width="352px"
DataSourceID="TaHiDataSource" AutoGenerateColumns="False" DataKeyNames="Id">
     <Columns>
       <asp:BoundField DataField="Id" HeaderText="Id"     InsertVisible="False"
       ReadOnly="True" SortExpression="Id" />
       <asp:BoundField DataField="Name" HeaderText="Name" SortExpression="Name" />
       <asp:BoundField DataField="CostAcc" HeaderText="CostAcc"
       SortExpression="CostAcc" />
       <asp:BoundField DataField="nFlow" HeaderText="NodeFlow"
       SortExpression="nFlow" />
       <asp:BoundField DataField="Active" HeaderText="Active"
       SortExpression="Active" />
     </Columns>
     <RowStyle HorizontalAlign="Right" />
     <EditRowStyle HorizontalAlign="Right" />
</asp:GridView>
```
Το HeaderText δίδει τις λεζάντες που εμφανίζονται πάνω από κάθε στήλη, κλπ.

Και τώρα θα στείλομε στον browser ένα ‘γυμνό’ XML, για το οποίο δεν έχομε εμείς φροντίσει να παρέξομε κείμενο XSLT για την εμφάνισή του. Εδώ καταφεύγομε στο TreeView, άλλο ένα έτοιμο GUI Element, ή control, ικανό βεβαίως να δείχνει οποιοδήποτε XML, καθόσον όλα τα XML είναι δένδρα. Η ιδέα είναι η ίδια: πρώτα το (εδώ XML)DataSource και κατόπιν το (εδώ Tree)View, όπου και προσδιορίζεται πως αυτό δένεται με τα δεδομένα

```
<asp:XmlDataSource id="PeopleDataSource" runat="server" DataFile="~\App_Data\peopleXml.xml"
/>

<asp:TreeView id="PeopleTreeView" runat="server" DataSourceID="PeopleDataSource">
        <DataBindings>
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="LastName"    TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="FirstName"   TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="Street"      TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="City"        TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="Region"      TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="ZipCode"     TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="Title"       TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="Description" TextField="#InnerText" />
        </DataBindings>
</asp:TreeView>
```

Τώρα, αυτό το XML, θα ανοιγοκλείνει τα φύλλα του στον browser και έτσι θα βλέπομε οποιουδήποτε μεγέθους XML.. Πώς γίνεται αυτό, αφού εμείς δε γράψαμε πουθενά σχετικό κώδικα; Το μυστικό έγκειται ότι αυτό ειδικα το GUI Element, περιέχει και κώδικα σε JavaScript που κάνει την δουλειά. Ο κώδικας αυτός απότελεί αναπόσπαστο μέρος του GUI Element, δεν εμφανίζεται πουθενα σε εμάς. Είναι σαν το παράδειγμα client side scripting που γνωρίσαμε στην ενότητα περί XML με τον κώδικα να είναι ενσωματωμένος στο control και να στέλλεται από τον server στον browser. Τούτος πρέπει να είναι για την περίπτωση αυτή 'JavaScript enabled', αλλιώς δεν θα λειτουργεί το ανοιγόκλεισμα των φύλλων. Προσέξετε ότι και εδώ εξακολουθούμε να εχομε runat="server". Τα όσα είπαμε περί τρεξίματος της JavaScript στον client, αποτελούν εσωτερική υπόθεση του control και όχι το πως ενδεχομένως εμείς θέλομε προγραμματιστικά να το χρησιμοποιήσομε.

Και τέλος μπαίνοντας στα ενδότερα φτιάχνομε και ένα δικό μας control ή GUI Element. Το namespace δεν είναι πιά asp, αλλά cc1 (δικό μας).

```
<cc1:WebCustomControl1 ID="WebCustomControl1_1" runat="server" Height="12px"
                        Text=" Hellow from Server Control made by me " Width="312px"/>
```

Είναι ένα απλό μήνυμα σε ένα Text Box αλλά κατασκευάσθηκε με ιδιαίτερο τρόπο. Η περίπτωση αυτή θα αναλυθεί ιδιατέρως πιό κάτω.

Δίνομε τώρα την πλήρη σελίδα.

```
<%@ Page Language="VB" AutoEventWireup="false" CodeFile="myForm.aspx.vb" Inherits="_Default"
%>

<%@ Register Assembly="HelloWeb" Namespace="WebControlLibrary1" TagPrefix="cc1" %>

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">

<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" >
<head runat="server">
    <title>myFrom Experimenta Page</title>
</head>
<body>
    <form id="form1" runat="server">
    <div>
         
        <asp:Button ID="runButton" runat="server" Text="Run" />
        <asp:Label ID="Label3" runat="server" Text="Clients"></asp:Label>
         
        <asp:Xml ID="Xml1" runat="server"
DocumentSource="~/App_Data/CarsForNewXSLTNamespace.xml"
TransformSource="~/App_Data/CarPresentorNEWnamespace.xslt"></asp:Xml>
        <input id="Reset1" type="reset" value="reset" /> 
           SOME HTML TEXT


        <asp:AccessDataSource ID="TaHiDataSource" runat="server"
DataFile="~/App_Data/TaHi.mdb"
            SelectCommand="SELECT [Id], [Name], [CostAcc], [nFlow], [Active] FROM
[L3]"></asp:AccessDataSource>
        <asp:TextBox ID="TextBox1" runat="server" Text="<%$ Resources:RunForm, String1
%>"></asp:TextBox>
                             
                         
                          
        <asp:GridView ID="L3DGrid" runat="server" Width="352px"
DataSourceID="TaHiDataSource" AutoGenerateColumns="False" DataKeyNames="Id">
            <Columns>
                <asp:BoundField DataField="Id" HeaderText="Id" InsertVisible="False"
ReadOnly="True"
                    SortExpression="Id" />
                <asp:BoundField DataField="Name" HeaderText="Name" SortExpression="Name" />
```

```
                <asp:BoundField DataField="CostAcc" HeaderText="CostAcc"
SortExpression="CostAcc" />
                <asp:BoundField DataField="nFlow" HeaderText="NodeFlow"
SortExpression="nFlow" />
                <asp:BoundField DataField="Active" HeaderText="Active"
SortExpression="Active" />
            </Columns>
            <RowStyle HorizontalAlign="Right" />
            <EditRowStyle HorizontalAlign="Right" />
        </asp:GridView>

      <asp:XmlDataSource
  id="PeopleDataSource"
  runat="server"
  DataFile="~\App_Data\peopleXml.xml" />


     <asp:TreeView
        id="PeopleTreeView"
        runat="server"
        DataSourceID="PeopleDataSource">
        <DataBindings>
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="LastName"    TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="FirstName"   TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="Street"      TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="City"        TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="Region"      TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="ZipCode"     TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="Title"       TextField="#InnerText" />
          <asp:TreeNodeBinding DataMember="Description" TextField="#InnerText" />
        </DataBindings>
      </asp:TreeView>
        <asp:TextBox ID="TextBox2" runat="server" BackColor=Azure></asp:TextBox>
        <cc1:WebCustomControl1 ID="WebCustomControl1_2" runat="server" />
         <br />
runat="server" Height="12px"
            Text="Hellow from Server Control made by me -
            See C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\DotNetCode\HelloWeb !!"
Width="312px" />
        </div>
    </form>
</body>
</html>
```

Κώδικας 13.1. Δήλωση των στοιχείων της σελίδας στο myForm.aspx

Το Αρχείο myForm.aspx.vb για Code Behind

Το επίθεμα .vb του αρχείου myForm.aspx.vb υποδηλώνει, ότι εδώ υπάρχει κώδικας σε γλώσσα Visual Basic, που συνοδεύει την προηγούμενη σελίδα και εξειδικεύει / εμπλουτίζει την συμπεριφορά είτε όλης της φόρμας, είτε των επιμέρους controls που αυτή φιλοξενεί. Είδαμε εξ' άλλου στην προηγούμενη παράγραφο, πώς επιτυγχάνεται η σχετική ενημέρωση του compiler. Συμπεριλαμβάνομε εδώ (θα μπορούσε να ήταν και σε ξεχωριστό αρχείο) αρχικοποιήσεις και γενικότερες ενέργειες. Τέτοιες είναι π.χ. η σύνδεση και άνοιγμα της βάσης, η αλλαγή κειμένου σε ένα text box με το πάτημα ενός button κλπ. Πρόκειται πράγματι για κώδικα πού υπάρχει στο παρασκήνιο (Code Behind) και σχετίζεται άμεσα με όσα θέλομε να συντελούνται στην όλη εφαρμογή. Ο κώδικας μπαίνει σε συγκεκριμένες θέσεις που προτείνονται από το περιβάλλον ανάπτυξης. Πέραν από δηλώσεις τύπων και μεταβλητών, δεν μπορεί να υπάρχει άλλος κώδικας παρά η κωδικοποίηση συγκεκριμένων event handlers. Η σελίδα σαν σύνολο και τα στοιχεία που την αποτελούν αντιδρούν σε χειρισμούς του ανθρώπινου χρήστη. Με αυτούς είναι συνδεδεμένα συγκεκριμένα συμβάντα (events) για τα οποία, όπου θέλομε, εξειδικεύομε ή συμπληρώνουμε την συμπεριφορά της

εφαρμογής με την πλήρωση των σχετικών ρουτινών. Αυτές αποτελούν και τους event handlers. Άλλος κώδικας, γραμμένος αλλού, δεν έχει κανένα νόημα και φυσικά δεν επιτρέπεται να υπάρχει. Στο επίπεδο αυτό ο προγραμματισμός δεν διαφέρει από την ανάπτυξη μίας εφαρμογής WinForms σε τοπικό περιβάλλον. Και εκεί οφείλομε να προδιαγράψομε τι θα συμβαίνει σε κάθε ενέργεια στην οθόνη του PC. Εδώ όμως πίσω μας και χωρίς να μας απασχολεί με αυτό το περιβάλλον ανάπτυξης, κάθε ενέργεια του χρήστη, κάθε click του, συμβαίνει μακριά, στον browser, και η κλήση στον αντίστοιχο event handler μέσα στον server γίνεται μετά από λήψη σχετικού μηνύματος http.

Άλλα Controls και Πρόσθετες Δυνατότητες

Στην περίπτωση που επιθυμούμε λειτουργικότητα που δεν προσφέρεται από κάποιο από τα controls (GUI Elements) του ASP.NET, μπορούμε να κατασκευάσομε δικά μας. Υπάρχουν δύο ειδών, τα user και τα custom controls.

Τα user controls είναι τα απλούστερα και φτιάχνονται σαν containers στους οποίους βάζομε κώδικα html για όμορφη παρουσίαση και επί μέρους άλλα προϋπάρχοντα controls. Το σύνολο εμφανίζεται σαν κάτι το ενιαίο με τις δικές του ιδιότητες και μεθόδους. Είναι κατά βάσιν η σύνδεση απλούστερων controls σε κάτι δικό μας που περιέχει την ένωση των επί μέρους λειτουργιών. Από την στιγμή που σχεδιάσθηκε, το user control αποτελεί ένα αυθύπαρκτο control, χρησιμοποιήσιμο σαν κάθε άλλο.

Ένα custom control είναι μία class, την οποία γράφομε εξ αρχής σαν εξειδίκευση της class Control ή WebControl του ASP.NET.

User Controls

Παράδειγμα ενός user control δίδεται στον παρακάτω Κώδικα 13.2. πού περιέχεται σε ένα αρχείο .ascx στην προκειμένη περίπτωση στο MoneyField.ascx. Πρόκειται για ένα TextBox και μία DropDownList, αμφότερα κανονικά controls του ASP.Net. Το user control δείχνει νομίσματα πίσω από τα οποία κρύβονται οι συντελεστές μετατροπής των μεταξύ των αξιών. Φαίνεται καθαρά ότι πρόκειται για την ομαδοποίηση πολλών controls σε ένα νέο ενιαίο που προσφέρει μία ιδιαίτερη, από εμάς ενσωματωμένη, λειτουργικότητα.. Φυσικά η πρώτη γραμμή είναι το compiler directive, που δηλώνει ότι ο κώδικας αφορά Control και όχι (web) Page

```
<%@ Control Inherits="MoneyFieldBase" Src="MoneyField.ascx.cs" %>
<asp:TextBox ID="amount" Runat="server" />
<asp:DropDownList ID="currency" AutoPostBack="true"
        OnSelectedIndexChanged="Select" Runat="server">
        <asp:ListItem Text="Euro" Value="1.0" Selected="true" />
        <asp:ListItem Text="Dollars" Value="0.88" />
        <asp:ListItem Text="Francs" Value="1.47" />
        <asp:ListItem Text="Pounds" Value="0.62" />
</asp:DropDownList>
```

Κώδικα 13.2. Το αρχείο MoneyField.ascx. που ορίζει ένα user control

Ενώ αρχεία με επίθεμα .aspx αφορούν, όπως είδαμε παραπάνω, σελίδες, το .ascx υποδηλώνει τον ορισμό ενός ‘user control’. Ως εκ τούτου έχομε εδώ το compiler directive <%@ Control attribute="value" [attribute="value" ...] %>. Τα user controls δεν μπορούν

να τρέξουν σαν αυτόνομα αρχεία. Το αρχείο τους το προσθέτομε στις σελίδες ASP.NET, όπως θα κάναμε με οποιοδήποτε άλλο control. Επίσης δεν εμπεριέχει τα στοιχεία html, body ή form. Αυτά ευρίσκονται όπως είδαμε πιο πάνω στην φιλοξενούσα δυναμική σελίδα. Επιπλέον ένα αρχείο .ascx.vb μπορεί και εδώ να συνεισφέρει 'VB κώδικα στο παρασκήνιο' (Code Behind) σύμφωνα με όσα είδαμε και με την σελίδα web.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το παραπάνω user control, όπως και όλα τα άλλα, τελικά όλα αυτόματα θα αναλυθούν και διατυπωθούν σε html για να σταλούν σε αυτήν την 'κουτή' μορφή στον αδαή browser.

Custom Controls σε αντιπαράθεση με User Controls

Τα custom controls πρέπει να μεταγλωττίζονται εκ των προτέρων σε ένα DLL, το οποίο τίθεται στον φάκελο *\bin*. Με ένα custom control επιτυγχάνομε μία τελείως νέα λειτουργικότητα που δεν περιορίζεται πλέον στο να είναι η ένωση προϋπαρχόντων στοιχείων. Κάθε νέο, δικό μας custom control πρέπει να προέρχεται από την class Control

Δημιουργία μίας Υπηρεσίας XML Web

Στην περίπτωση των εφαρμογών όπου πρωτοστατούσαν οι (δυναμικές) σελίδες web, είχαμε το αρχείο myForm.aspx όπου καθορίζονταν με δηλωτικό τρόπο τα στοιχεία πάνω στην φόρμα. Επικουρικά και όπου θέλομε παραπάνω λειτουργικότητα υπήρχε και ο κώδικας στο παρασκήνιο γραμμένος στο αρχείο myForm.aspx.vb, με το .vb να υποδηλώνει την γλώσσα. Στην περίπτωση των υπηρεσιών web η έμφαση αναστρέφεται. Δεν έχομε καθόλου το μέρος εμφάνισης, εφόσον δεν υπάρχει φόρμα να παρουσιασθεί στον χρήστη. Αντίθετα πρωταρχικό ρόλο αποκτά ο κώδικας. Άρα η
myForm.aspx αντιστοιχείται με το παρακάτω αρχείο που τώρα ονομάζομε myService.asmx (επίθεμα .asmx αντί .aspx). Περιέχει μόνον το compiler directive <%@ WebService .... %> αντί του <%@ Page .... %> που γνωρίσαμε σην σελίδα

```
<%@ WebService Language="C#" CodeBehind="~/App_Code/myService.cs"
Class="myService" %>
//The particulars of this service, including its wsdl description
//can be seen at
//http://localhost:1050/WebService/myService.asmx
```

Κώδικας 13.7. Δήλωση Υπηρεσίας στο myService.asmx

Όπως πριν, δηλώνεται με το attribute CodeBehind, το αρχείο, όπου ο compiler θα βρει τον κώδικα. Εδώ για διαφοροποίηση, προτιμάμε την γλώσσα Visual Visual C#, (επίθεμα .cs αντί .vb). Βλέπομε επίσης στο σχόλιο, ότι παρ' όλον ότι εμείς δεν κατασκευάζομε σελίδα, θα μπορέσομε να 'δούμε', σαν ανθρώπινος 'χρήστης' την υπηρεσία μέσω browser. Στο τοπικό περιβάλλον ανάπτυξης αρκεί στο τέλος να τρέξομε τον server και να 'κτυπήσομε' την 'σελίδα' myService.asmx. Θα παρουσιασθεί μία σελίδα, προκατασκεύασμένη από το περιβάλλον ανάπτυξης, που θα μας επιτρέπει να δοκιμάσομε (μέσω web) την υπηρεσία.

Ο παρακάτω Κώδικας 13.4 στο αναφερόμενο αρχείο myService.vs πραγματοποιεί (σε γλώσσα Visual Visual C#, επίθεμα .cs) την υπηρεσία XML Web εκθέτοντας τις μεθόδους

της μέσω web. Στις πρώτες γραμμές φέρονται με το ‘using’ κλάσεις από τις προϋπάρχουσες στο SDK και που χρειάζονται, με πιο ενδιαφέρον το ‘package’ System.Web.Services. Αυτό περιέχει το WebService. Η δική μας Class θα γίνει παιδί αυτής με την παρακάτω δήλωση

```
public class myService : System.Web.Services.WebService
```

και θα κληρονομήσει όλες τις ιδιότητες και δυνατότητες στις οποίες αποσκοπούμε. Θα πρέπει απλώς να την επεκτείνομε και να την εξειδικεύσουμε να κάνει τα δικά μας. Η Class myService αποτελεί και την υπηρεσία μας, η οποία και θα εκθέσει τις μεθόδους της. Για τούτο είναι και public. Σημειώνουμε ότι εδώ το αρχείο που την περιέχει (myService.vs) δεν έχει κατ΄ ανάγκην το ίδιο όνομα.

Έπονται οι μέθοδοι: Η public myService() είναι ο constructor. Εδώ είναι κενός, καλείται λοιπόν ο default constructor. Μετά έχομε τις HelloWorld, Add και Mult, που όχι μόνον είναι public αλλά έχουν και το attribute [WebMethod]. Σε αντίθεση η myService(δηλ. ο constructor) και η sub είναι public, αλλά χωρίς αυτό το attribute. Η διαφορά έγκειται στο ότι μόνον οι HelloWorld, Add και Mult εκτίθενται στο διαδίκτυο και μπορούν να κληθούν εξ αποστάσεως. Αυτές έχουν και λεκτική περιγραφή που είναι εμφανίσιμη στο διαδίκτυο.

```
using System;
using System.Web;
using System.Web.Services;
using System.Web.Services.Protocols;

[WebService(Namespace = "http://tempuri.org/",
                        Description = "Hello from myService")]
 [WebServiceBinding(ConformsTo = WsiProfiles.BasicProfile1_1)]
public class myService : System.Web.Services.WebService
{
    public myService () {}  // empty constructor – default is used

    [WebMethod(Description="Returns a hello message")]
    public String HelloWorld()
     {return  "MyHellowWorld !";}

    [WebMethod(Description = "Returns the sum")]
    public int Add(int a1, int a2)
     {return a1 + a2;}

    [WebMethod]   //here we give no description to be exposed
    public int Mult(int a1, int a2)
     {return a1 * a2;}

    // Above methods HelloWorld, Add & Mult
    // have WebMethodAttribute '[WebMethod]'
    // and thus can be remotely called across the Web

     public int Sub(int a1, int a2)
      {return a1 - a2;}
    // Above method Sub does NOThave WebMethodAttribute '[WebMethod]'
    // Although public, it canNOT be remotely called across the Web
}
```

Κώδικας 13.4. Η Υπηρεσία Web XML κωδικοποιημένη στο myService.asmx.vs

Σε πρώτη φάση, μπορούμε να θεωρήσουμε το αρχείο myService.asmx σαν μία σελίδα πού θέλομε να κτυπήσομε από το web. Πηγαίνοντας εκεί μέσω ενός browser, θα μπορέσομε να δοκιμάσουμε την υπηρεσία σαν ανθρώπινος χρήστης. Όσα δούμε εξάγονται από όσα εμείς γράψαμε για τη υπηρεσία μας και προβάλλονται με προκατασκευασμένο τρόπο: Θα δούμε

τις μεθόδους (μόνον όσες επιλέξαμε προς έκθεση στο web) και τις λεκτικές περιγραφές, όπου τέτοιες υπάρχουν. Επιλέγοντας μία από τις μεθόδους, θα κληθούμε να δώσομε τις παραμέτρους εισόδου. Μας παρατίθεται επίσης το μήνυμα POST με το οποίο θα σταλεί η παράμετρος εισόδου και το 'HTTP/1.1 200 OK' μήνυμα response με το οποίο θα μας επιστραφεί η απάντηση, στην περίπτωση που θα ήμασταν ένας μηχανικός client.

Το ενδιαφέρον είναι ότι παρήχθη αυτόματα και η περιγραφή σε wsdl, την οποία και βλέπομε σαν ανθρώπινος χρήστης! Αυτή παρατίθεται παρακάτω, όπου είναι προφανές ότι παρέχεται με δηλωτικό τρόπο, απόλυτα επεξεργάσιμο μηχανικά, οποιοδήποτε στοιχείο ενδιαφέρει τον επίδοξο client, που θα ήθελε να μας καλέσει. Επιπλέον παρατηρούμε ότι τίποτε από τα εσωτερικά του server μας δεν φανερώνεται, διότι δεν ενδιαφέρει. Πληροφορία του που και πως έχει αυτός οργανώσει τα σχετικά αρχεία, η γλώσσα και ο κώδικας της υπηρεσίας είναι εντελώς εσωτερικά θέματα που δεν ενδιαφέρουν αλλά και δεν περιορίζουν τον πελάτη.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<wsdl:definitions xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
xmlns:tm="http://microsoft.com/wsdl/mime/textMatching/"
xmlns:soapenc="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
xmlns:mime="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/mime/" xmlns:tns="http://tempuri.org/"
xmlns:s="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:soap12="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap12/"
xmlns:http="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/http/" targetNamespace="http://tempuri.org/"
xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">
  <wsdl:documentation xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">Hello from
myService</wsdl:documentation>
  <wsdl:types>
    <s:schema elementFormDefault="qualified" targetNamespace="http://tempuri.org/">
      <s:element name="HelloWorld">
        <s:complexType />
      </s:element>
      <s:element name="HelloWorldResponse">
        <s:complexType>
          <s:sequence>
            <s:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="HelloWorldResult" type="s:string"
/>
          </s:sequence>
        </s:complexType>
      </s:element>
      <s:element name="Add">
        <s:complexType>
          <s:sequence>
            <s:element minOccurs="1" maxOccurs="1" name="a1" type="s:int" />
            <s:element minOccurs="1" maxOccurs="1" name="a2" type="s:int" />
          </s:sequence>
        </s:complexType>
      </s:element>
      <s:element name="AddResponse">
        <s:complexType>
          <s:sequence>
            <s:element minOccurs="1" maxOccurs="1" name="AddResult" type="s:int" />
          </s:sequence>
        </s:complexType>
      </s:element>
      <s:element name="Mult">
        <s:complexType>
          <s:sequence>
            <s:element minOccurs="1" maxOccurs="1" name="a1" type="s:int" />
            <s:element minOccurs="1" maxOccurs="1" name="a2" type="s:int" />
          </s:sequence>
        </s:complexType>
      </s:element>
      <s:element name="MultResponse">
        <s:complexType>
          <s:sequence>
            <s:element minOccurs="1" maxOccurs="1" name="MultResult" type="s:int" />
          </s:sequence>
        </s:complexType>
      </s:element>
```

```
    </s:schema>
  </wsdl:types>
  <wsdl:message name="HelloWorldSoapIn">
    <wsdl:part name="parameters" element="tns:HelloWorld" />
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="HelloWorldSoapOut">
    <wsdl:part name="parameters" element="tns:HelloWorldResponse" />
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="AddSoapIn">
    <wsdl:part name="parameters" element="tns:Add" />
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="AddSoapOut">
    <wsdl:part name="parameters" element="tns:AddResponse" />
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="MultSoapIn">
    <wsdl:part name="parameters" element="tns:Mult" />
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="MultSoapOut">
    <wsdl:part name="parameters" element="tns:MultResponse" />
  </wsdl:message>
  <wsdl:portType name="myServiceSoap">
    <wsdl:operation name="HelloWorld">
      <wsdl:documentation xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">Returns a hello
message</wsdl:documentation>
      <wsdl:input message="tns:HelloWorldSoapIn" />
      <wsdl:output message="tns:HelloWorldSoapOut" />
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="Add">
      <wsdl:documentation xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">Returns the
sum</wsdl:documentation>
      <wsdl:input message="tns:AddSoapIn" />
      <wsdl:output message="tns:AddSoapOut" />
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="Mult">
      <wsdl:input message="tns:MultSoapIn" />
      <wsdl:output message="tns:MultSoapOut" />
    </wsdl:operation>
  </wsdl:portType>
  <wsdl:binding name="myServiceSoap" type="tns:myServiceSoap">
    <soap:binding transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http" />
    <wsdl:operation name="HelloWorld">
      <soap:operation soapAction="http://tempuri.org/HelloWorld" style="document" />
      <wsdl:input>
        <soap:body use="literal" />
      </wsdl:input>
      <wsdl:output>
        <soap:body use="literal" />
      </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="Add">
      <soap:operation soapAction="http://tempuri.org/Add" style="document" />
      <wsdl:input>
        <soap:body use="literal" />
      </wsdl:input>
      <wsdl:output>
        <soap:body use="literal" />
      </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="Mult">
      <soap:operation soapAction="http://tempuri.org/Mult" style="document" />
      <wsdl:input>
        <soap:body use="literal" />
      </wsdl:input>
      <wsdl:output>
        <soap:body use="literal" />
      </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
  </wsdl:binding>
  <wsdl:binding name="myServiceSoap12" type="tns:myServiceSoap">
    <soap12:binding transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http" />
    <wsdl:operation name="HelloWorld">
      <soap12:operation soapAction="http://tempuri.org/HelloWorld" style="document" />
      <wsdl:input>
        <soap12:body use="literal" />
      </wsdl:input>
      <wsdl:output>
        <soap12:body use="literal" />
```

```
      </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="Add">
      <soap12:operation soapAction="http://tempuri.org/Add" style="document" />
      <wsdl:input>
        <soap12:body use="literal" />
      </wsdl:input>
      <wsdl:output>
        <soap12:body use="literal" />
      </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
    <wsdl:operation name="Mult">
      <soap12:operation soapAction="http://tempuri.org/Mult" style="document" />
      <wsdl:input>
        <soap12:body use="literal" />
      </wsdl:input>
      <wsdl:output>
        <soap12:body use="literal" />
      </wsdl:output>
    </wsdl:operation>
  </wsdl:binding>
  <wsdl:service name="myService">
    <wsdl:documentation xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">Hello from
myService</wsdl:documentation>
    <wsdl:port name="myServiceSoap" binding="tns:myServiceSoap">
      <soap:address location="http://localhost:1046/WebService/myService.asmx" />
    </wsdl:port>
    <wsdl:port name="myServiceSoap12" binding="tns:myServiceSoap12">
      <soap12:address location="http://localhost:1046/WebService/myService.asmx" />
    </wsdl:port>
  </wsdl:service>
</wsdl:definitions>
```

Σχήμα 13.1. Περιγραφή σε WSDL της myservice

Παραρτήματα, Βιβλιογραφία και Χρήσιμα Links

Παράρτημα Α: Εγκατάσταση Java και Σχετικών Αρχείων (Jars)

Θα δούμε στο Παράρτημα αυτό την εγκατάσταση (Windows 2000 ή XP) της Java και των σχετικών αρχείων (jar files) που αναφέρθηκαν και χρησιμοποιούνται στα παραδείγματα αυτών των σημειώσεων.

Εγκατάσταση Java

Στο site της Java (http://java.sun.com) βρίσκουμε και κατεβάζουμε το J2SE 1.4.2 SDK. Διαλέγουμε το SDK και όχι το JRE, επίσης καλό είναι να κατεβάσουμε και το documentation το οποίο περιέχει όλες τις περιγραφές των μεθόδων.

Στην εγκατάσταση που γίνεται με διπλό κλικ στο αρχείο διαλέγουμε να εγκαταστήσουμε το SDK (j2sdk1.4.2_03) και το Java Runtime Environment (jre). Δεν είναι υποχρεωτικό να εγκαταστήσουμε το Code Samples και Source code. Καλό είναι η εγκατάσταση να γίνει σε κάποιο root directory (C:\ ή D:\). Εδώ υποθέτουμε το C:\

Για να είναι ποιο εύκολη η χρήση του μεταγλωττιστή της Java (Java Compiler – javac) καλό είναι να θέσουμε κάποια environment variables ως εξής:

Πατάμε δεξί κλικ στο My Computer, Control Panel, System, Advanced, Environment Variables όπου, φτιάχνουμε μια μεταβλητή με όνομα JAVA_HOME και τιμή το φάκελο της εγκατάστασης μας (π.χ. C:\j2sdk1.4.2_03) και μια μεταβλητή (αν δεν υπάρχει!) με όνομα Path και τιμή το φάκελο bin της εγκατάστασης της Java ακολουθούμενο από ‘;’ (π.χ. C:\j2sdk1.4.2_03\bin;).

Εγκατάσταση Tomcat

Στο site του μαθήματος δίδεται το jakarta-tomcat-7.7.2.zip. Εξάγοντας αυτό σε οποιοδήποτε folder (έστω στο C:\), δημιουργείται subfolder με όνομα jakarta-tomcat-7.7.2. Για να τρέξει ο Tomcat αρκεί να μπούμε στο ...\bin και να γράψουμε startup. Ο Tomcat ευρίσκεται στο http://jakarta.apache.org, απ΄όπου κατεβάσαμε το binary αρχείο στο site του μαθήματος.

Εγκατάσταση επί πλέον αρχείων

Για να εγκαταστήσουμε τα επιπλέον αρχεία - βιβλιοθήκες (Java Archive – επέκταση .jar) πρέπει να αντιγράψουμε τα αρχεία jdom.jar, xalan.jar, xmlrpc-1.2-b1.jar, xerces.jar, soap.jar, mail.jar, activation.jar, axis.jar, servlet.jar (που βρίσκονται στο site του μαθήματος) στους παρακάτω δύο φακέλους:
(JAVA_HOME)\jre\lib\ext (... και C ή D:\Program Files\Java\j2re1.4.2_03\lib\ext)

Με αυτό καλύπτουμε τις ανάγκες του client. Στην πλευρά του βλέπει μόνο τις classes της Java. Για τον server τα ίδια αρχεία πρέπει να ριχθούν και στο ...\jakarta-tomcat-7.7.2\lib\common (αν υπάρχει πρόβλημα και στο ...\jakarta-tomcat-7.7.2\lib).

Μέσα στο jdom.jar, κατεβασμένο από http://www.jdom.org ευρίσκεται ο jdom.jar, καθώς και ο Xerces parser.
Το xmlrpc-1.2-b1.jar είναι κατεβασμένο από http://classic.helma.at/hannes/xmlrpc/, πού μας παραπέμπει στο http://www.jdom.org .
Το xerces.jar από http://xml.apache.org .
Το soap.jar από http://xml.apache.org/dist/soap.
Το mail.jar από http://java.sun.com/products/javamail.
Το activation.jar από http://java.sun.com/products/beans/glasgow/jaf.html.

Μέσα στο axis.jar, κατεβασμένο από http://xml.apache.org/axis ευρίσκεται ο TCP Monitor.

Μεταγλώττιση και τρέξιμο των παραδειγμάτων

Κάθε παράδειγμα που υπάρχει στις σημειώσεις τρέχεται ως εξής: Αντιγράφουμε τον κώδικά σε ένα txt αρχείο και κατόπιν σώζουμε το αρχείο με όνομα, το όνομα της class και κατάληξη .java. Ανοίγουμε ένα DOS Prompt και μπαίνουμε στο directory που σώσαμε το αρχείο μας. Κατόπιν μεταγλωττίζουμε το αρχείο με

javac <όνομα αρχείου>.java.

οπότε δημιουργείται το αρχείο <όνομα αρχείου>.class που περιέχει το bytecode. Για να εκτελέσουμε τον κώδικα γράφουμε java <όνομα αρχείου> (χωρίς επίθεμα), εφόσον είμαστε στο ίδιο folder με το αρχείο αυτό.

Εάν μία class μέσα στο αρχείο program1.java αναφέρεται σε άλλη πού ευρίσκεται στο αρχείο program2.java, τότε πρέπει τα program1.java και program2.java να είναι στο ίδιο folder. Τότε η μεταγλώττιση, javac program1.java, του πρώτου αρχείου, προκαλεί και την αυτόματη μεταγλώττιση του δεύτερου και βλέπομε να δημιουργούνται στο ίδιο folder τα αρχεία program1.class και program2.class. Για να τρέξει το program1.class χρησιμοποιεί βεβαίως το program2.class, το οποίο πρέπει να παραμένει στο ίδιο folder. Για ένα πιο εξελιγμένο σενάριο, βλ. την επόμενη παράγραφο.

Δημιουργία αρχείου αρχείου .jar (πού περιλαμβάνει πολλές classes)

Στην πλευρά του server, ο bytecode πού εκτελεί την υπηρεσία πού δημιουργήσαμε χρειάζεται στις (περιπτώσεις πού περιγράφονται) να δίδεται στην μορφή αρχείου .jar. Αυτό είναι ένα συμπιεσμένο αρχείο (Java Archive, κάτι σαν .zip), το οποίο εμπεριέχει τον κώδικα μίας ή περισσοτέρων classes. Έστω ότι θέλομε να δημιουργήσομε program12.jar, πού να περιέχει το κώδικα των program1 και program2 όπως πάνω. Έστω subfolder το όνομα ενός subfolder (πού θα δημιουργήσομε παρακάτω), subfolder του folder όπου εργαζόμαστε

Σαν πρώτη γραμμή των program1.java και program2.java πού ευρίσκονται στο folder γράφομε

package subfolder;

Μεταγλωττίζομε πρώτα το program2.java, εφόσον αυτό χρησιμοποιείται από το program1.java. Μετά δημιουργούμε το subfolder, στο οποίο ρίχνομε το program2.class. Επαναλαμβάνουμε τι ίδιο με το program1.java. Με τα program1.class και program2.class μέσα στο folder/subfolder εκτελούμε από το folder την εντολή

jar cvf program12.jar subfolder/program1.class subfolder/program2.class

Το program12.jar εμφανίζεται δημιουργημένο μέσα στο folder. Το ‘manifest’ πού αναφέρεται στην απόκριση της εντολής jar cvf ... είναι μέτα-πληροφορία, δηλ. πληροφορία μέσα στο .jar για το τι διατίθεται μέσα σε αυτό. Αν ανοίξομε το program12.jar με κάποιο πρόγραμμα πού εμφανίζει δεκαεξαδικά (π.χ. το UltraEdit), θα δούμε να υπάρχουν και τα ASCII strings subfolder/program1.class και subfolder/program2.class. Παρατηρούμε επίσης ότι το όνομα program12 του .jar είναι αυθαίρετο και από μας καθορισμένο, άσχετο από το όνομα του subfolder. Σε οποιονδήποτε δοθεί το program12.jar, αν είναι ικανός να το ‘ανοίξει’ (όπως ο Tomcat), θα βρει στη διάθεσή του τις program1.class και program2.class. Ο Tomcat δεν ενδιαφέρεται για το όνομα του οποιουδήποτε .jar. Απλά τα ανοίγει όλα (π.χ. αυτά πού έχουν ριχθεί στο ...\jakarta-tomcat-7.7.2\lib\common) και βλέπει τα ονόματα όλων των classes (εδώ σαν subfolder/program1.class και subfolder/program2.class).

Παράρτημα Β: Χρησιμοποιούμενες Command Line Εντολές

Οι πιο πολύπλοκες χρησιμοποιούμενες Command Line εντολές παρατίθενται προς διευκόλυνση (για cut & paste). Θα χρειασθεί πιθανόν να αλλαχθούν μερικά *ορίσματα* ή κάτι *από τα path segments*.

Μετασχηματισμός XSLT μέσω xalan
java org.apache.xalan.xslt.Process -IN vehicles.xml -XSL *vehicles_transformer.xsl*
(και επιπλέον –OUT result.xml, αν το επιθυμούμε)

Δημιουργία .jar
jar cvf BV.jar BVShop/VehicleBean.class BVShop/BVCatalog.class
jar cvf MServer.jar MSS/MessagingServer.class
(μετά τοποθέτηση των .jar στο ...\jakarta-tomcat-7.7.2\lib\common **του Tomcat)**

Directory για startup, shutdown και εντολές ελέγχου του Tomcat
cd *C:**JavaDownloads*\jakarta-tomcat-7.7.2\bin

Για σήκωμα, κατάργηση, κλπ των διαφόρων webservices στον Tomcat
java org.apache.soap.server.ServiceManagerClient
http://localhost:8080/soap/servlet/rpcrouter **deploy** *C:*\BVCatalogDD.xml

java org.apache.soap.server.ServiceManagerClient
http://localhost:8080/soap/servlet/rpcrouter **undeploy** urn:BVehicleCatalog

java org.apache.soap.server.ServiceManagerClient
http://localhost:8080/soap/servlet/rpcrouter **query** urn:BVehicleCatalog

java org.apache.soap.server.ServiceManagerClient
http://localhost:8080/soap/servlet/rpcrouter **deploy** *C:*\MessagingServiceDD.xml

Τα παραπάνω γίνονται και μέσω του browser από **http://localhost:8080/soap/admin**

Για εμφάνιση των εγκατεστημένων στον Tomcat webservices
java org.apache.soap.server.ServiceManagerClient
http://localhost:8080/soap/servlet/rpcrouter **list**

Για να τρέξει ο TCP Monitor
java org.apache.axis.utils.tcpmon

Για να τρέξει ο client (μέσα από το folder όπου υπάρχει η σχετική .class)

... προκειμένου για SOAP **RPC**
java BVAdderLister http://localhost:8080/soap/servlet/**rpcrouter** "Smart" "Swatch" "2001"

... προκειμένου για SOAP **Messaging** (το ... 8081, λόγω TCP Monitor!)
java MessagingClient http://localhost:8081/soap/servlet/**messagerouter**
C:\vehiclesSOAP.xml

Ενδιαφέρον κείμενο για configuration και λειτουργία Tomcat
file:///*C:/JavaDownloads*/jakarta-tomcat-7.7.2/doc/tomcat-ug.html#what_servlets_jsps

Βιβλιογραφία και Χρήσιμα Links

Γενικά για Internet και web

Το **Internet Engineering Task Force (IETF**), www.ietf.org , ιδρύθηκε το 1986 και είναι ο οργανισμός προώθησης των σχετικών προτύπων. Για το web έχομε το **World Wide Web Consortium (W3C)**, http://www.w3.org. το οποίο ιδρύθηκε το 1994 από τον Tim Berners-Lee ('εφευρέτη' του web στα πλαίσια της εργασίας του στο CERN για την ανάπτυξη υποδομής ανταλλαγής δεδομένων πειραμάτων φυσικής των σωματιδίων).

Τεχνολογίες XML, www.w3.org/xml

Οι παραπάνω σημειώσεις περιέχουν απλουστευμένη ύλη από τα
Beginning XML, David Hunter, Wrox, **Java** & **XML,** Brett Mc Laughlin**, O'Reilly**,
Java and XSLT, Eric Burke**, O'Reilly**, **XSLT,** Doug Tidwell**, O'Reilly**

Για έτοιμες λύσεις (και πολύπλοκων) προβλημάτων XSLT
XSLT Cookbook, Sal Mangano**, O'Reilly**

Beginning Java Web Services, H.Bequet, M.M. Kunnumpurath, S. Rhody, A. Tost, Wrox

Για το πώς μπορούν να φανούν άμεσα χρήσιμες οι γνώσεις σε XML
Office 2003 XML, Evan Lenz, Mary McRae, Simon St.laurent, O'Reilly
(Περιγράφει το πώς η Microsoft έξάγει πλέον την εσωτερική αναπαράσταση αρχείων .doc, .xls, .mdb σε μορφή XML, για περαιτέρω εξωτερική επεξεργασία σε οποιοδήποτε περιβάλον, χρήση και επανεισαγωγή σε αυτά τα αρχεία με τα αντίστοιχα προγράμματα του Office).

Για Java

Java, how to program, Deitel & Deitel, Prentice Hall. Όλα τα εισαγωγικά και επιπλέον τα βασικά των Multithreading, Database Connectivity, Servlets, RMI, JavaBeans με καλά παραδείγματα. Σε πολύ μεγάλη πληρότητα -ίσως υπερβολική.

Core Java 2, Volume I Fundamentals Cay Horstman, Gary Cornell [Prentice Hall, the Sun Microsystems Press, Java Series]. Το καλύτερο. Δυσκολότερο του παραπάνω αλλά πραγματικά επικεντρωμένο στην ουσία.

Java 2 Programmer, Bill Brogden & Marcus Green, QUW Certification. Για certification exam . Πολύ περιεκτικό αλλά πληρέστατο και χρήσιμο με πολλά quiz μεγάλης διδακτικής αξίας. Δεν αρκεί μόνο του.

Java Cookbook, Ian Darwin, O' Reilly. Όχι για αρχή, αλλά πολύ χρήσιμο για δεύτερο στάδιο.

Στο www.w3schools.com tutorials για JavaScript, DOM, XSLT.