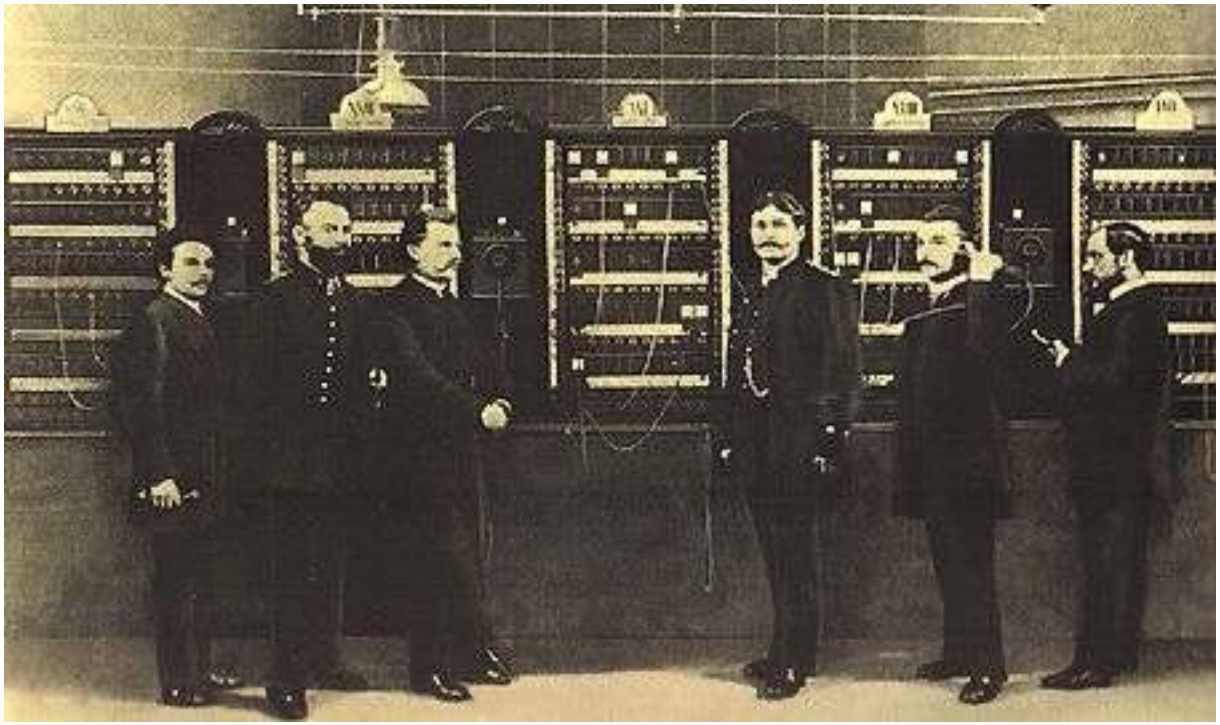
Automatisierung von Java Anwendungen (9)

Bean Scripting Framework for ooRexx (BSF4ooRexx), 3

Sockets (Paket "java.net")

Prof. Dr. Rony G. Flatscher

Telefon-Vermittlung, 1



Telefon-Vermittlungs-Stelle in Berlin um 1881

Quelle: http://www.sultan-zonk.de/history/telefon/vermittlung.htm (Abruf: 2003-06-06)

Sockets, 1

- "Socket" (deutsch: "Steck-Öffnung")
  - Konzept/Vorstellung kommt ursprünglich aus den Anfangszeiten der Telefonie
    - Vermittlungs-Schrank (englisch: "Switchboard"), der über eine entsprechende Anzahl an Steck-Öffnungen aufweist
      - Für jede "Amtsleitung" eine Steck-Öffnung
      - Für jeden Telefonanschluss innerhalb des Unternehmens eine Steck-Öffnung
    - Steck-Verbinder (Verbindungskabel), um zwei Steck-Öffnungen miteinander zu verbinden ("stöpseln", "verstöpseln")
      - Über diese (händisch hergestellte) Verbindung wird kommuniziert (telefoniert)

Sockets, 2

- "Socket" (deutsch: "Steck-Öffnung")
  - Ablaufbeispiel

    (1) Die Telefonvermittlung nimmt einen Anruf entgegen und fragt nach dem gewünschten Teilnehmer

    (2) Die Telefonvermittlung "verstöpselt" mit einem Kabel die Öffnung des eingehenden Anrufs mit der Öffnung des gewünschten Teilnehmers

    (3) Anrufer und gewünschter Teilnehmer können nun miteinander kommunizieren

Sockets, 3

- TCP/IP "Sockets"
  - Kommunikationspartner sind zwei Programme
  - 65.536 Steck-Öffnungen stehen prinzipiell zur Verfügung
    - Nummeriert von 0 bis 65.535
      - "Portnumber" ("Öffnungsnummer", "Port"-Nummer)
      - Port-Nummern 0 bis 1024 besonders geschützt
        - Z.B. in Unix-Systemen nicht für normale Benutzer verfügbar
    - "Well-Known-Ports"
      - Z.B. Port-Nummer "80": für WWW-Anfragen
        - Programm, das über das Protokoll "http" angesprochen werden muss
        - Z.B. Apache Server, Microsoft's IIS (Internet Information Server)

Sockets, 4

- TCP/IP "Sockets"
  - Zuordnung von "Port"-Nummern
    - Vordefinierte "well-known ports": http, ftp, telnet, gopher, ...
      - Normalerweise aus dem reservierten Nummernkreis: von 1 bis 1024
    - Datei "services"
      - Z.B. auch Öffnungsnummern für Datenbanken wie DB2, Oracle, ...
    - Ab Port-Nummer 1025 frei verfügbar
      - Kollissionen dann, wenn eine Port-Nummer bereits von einem anderen Programm benutzt wird
      - Aber auch hier Konventionen, z.B. Portöffnung "8080", für WWW-Serversoftware von normalen (nichtprivilegierten) Benutzern
        - Wird häufig für "http"-Server benutzt, die von Programmierern vorübergehend (z.B. für Testzwecke) benötigt werden

Telefon-Vermittlung, 2

Auf Ihrem Rechner:
65.535 Anschlüsse (Ports)!

Vermittlungs-Schrank ("Switchboard") mit 100 Anschlüssen
Quelle: http://www.sultan-zonk.de/history/telefon/vermittlung.htm
(Abruf: 2003-06-06)

IP-Adressen und Rechnernamen, 1

- Jeder Rechner besitzt eine weltweit (!) eindeutige IP-Adresse
  - Internet-"Telefonnummer" eines Rechners
  - Zwei Versionen von Adressen im Einsatz
    - **IPv4**-Adressen: **32-Bit** Werte (4 Bytes), Notation "A.B.C.D"
      - Viele Rechner verfügen auch über eine "loopback"-Adresse
        - 127.0.0.1
        - "localhost"
      - Für die Entwicklung und das Testen von Socket-Programmen
    - **IPv6**-Adressen: **128-Bit** Werte (16 Bytes), verschiedene Notationen
      - Adressraum für die Welt viel zu klein geworden
      - Neuere Version, soll langfristig IPv4-Adressen ablösen
      - Adressraum praktisch unzählbar groß
  - Java-Klasse "**InetAddress**"

IP-Adressen und Rechnernamen, 2

- Rechnername
  - Für Menschen leichter merkbar als "nackte" Zahlen
  - "Namensdienste"
    - Verwalten die Abbildung "Rechnername → IP-Adresse"
    - Erlauben es, dass Rechner über beliebig viele verschiedene Rechnernamen verfügen können
      - Besitzt ein physischer Rechner mehrere Rechnernamen, werden alle Rechnernamen mit derselben IP-Adresse "aufgelöst"
    - Programm "`nslookup`"
      - Erlaubt u.a. das interaktive Auflösen von Rechnernamen zu IP-Adressen über die Kommandozeile

IP-Adressen und Rechnernamen, 3

- Rechnername und Domain ("Domäne")
  - Jeder Rechner gehört zu einer Gruppe ("Domain")
  - Gruppennamen werden weltweit verwaltet
    - Sollen sicherstellen, dass die Namensauflösung weltweit funktioniert
  - Beispiele

    - www.uni-augsburg.de
    - www.wiwi.uni-augsburg.de
    - www.wu-wien.ac.at
    - teletext.orf.at
    - www.sony.com
    - www.netscape.net

IP-Adressen und Rechnernamen, 4

- IP-Adress-Objekte in Java
  - Klasse "**InetAddress**"
  - Achtung! *Keine Konstruktoren öffentlich verfügbar!*

    →Benutzen Sie daher die folgenden statischen Methoden, die Instanzen dieser Klasse zurückliefern:

    `InetAddress InetAddress.getByName(String hostname)`

    - Z.B.

```
InetAddress   ia=InetAddress.getByName("www.uni-augsburg.de");
```

    `InetAddress InetAddress.getByAddress(byte[] addr)`

    - Z.B.

```
byte    addr[]={ (byte)137, (byte)250, (byte)121, (byte)221 };
InetAddress ia=InetAddress.getByAddress(addr);
```

    `InetAddress InetAddress.getLocalHost()`

    - Adresse *Ihres* eigenen Rechners, auf dem das Programm läuft

```
InetAddress   ia=InetAddress.getLocalHost();
```

IP-Adressen und Rechnernamen, 5

```
import java.io.*;
import java.net.*;
import java.util.*;
class getHostInfo
{
    public static void main (String args[])
    {
        InetAddress ia=null;
        if (args.length==0) // give localhost-infos
        {       // attempt to get InetAddress object of localhost
            try { ia=InetAddress.getLocalHost(); }
            catch (UnknownHostException uhe)
            {
                System.err.println("No localhost defined for your computer!");
                System.exit(-1);
            }
        }
        else
        {       // attempt to get InetAddress object by hostname
            try { ia=InetAddress.getByName(args[0]); }
            catch (UnknownHostException uhe)
            {
                try     // attempt to get InetAddress object by IP address
                {
                    StringTokenizer st = new StringTokenizer(args[0], ".");
                    byte ab[] = new byte [st.countTokens()];    // create appropriate byte array
                    for (int i=0; st.hasMoreTokens();i++)       // loop over tokens
                        ab[i]=Byte.parseByte(st.nextToken());   // get value and create byte of it

                    ia=InetAddress.getByAddress(ab);
                }
                catch (UnknownHostException uhe2)
                {
                    System.err.println("["+args[0]+"]: not a valid hostname nor IP-address!");
                    System.exit(-1);
                }
            }
        }
        System.out.println("         HostName: ["+ia.getHostName()+"]\n"+
                           "       IP address: ["+ia.getHostAddress()+"]\n\n"+
                           "canonicalHostName: ["+ia.getCanonicalHostName()+"]\n"+
                           "       toString(): ["+ia+"]");
    }
}
```

Java-Klasse "Socket"

- Java-Klasse "Socket"
  - Baut eine Verbindung zu einem Rechner und einem Ziel-(Server)-programm auf, das auf diesem Rechner läuft
    - Rechner wird mit einer IP-Adresse oder einem Namen angegeben
    - Port-Nummer des Zielprogrammes ist dabei eine ganze Zahl ("int")
  - Ein- und Ausgabeoperationen sind über "Stream" realisiert
    - "InputStream"-Objekt zum Lesen von erhaltenen Daten
      - "getInputStream()"
    - "OutputStream"-Objekt zum Senden von Daten
      - "getOutputStream()"
    - Sockets werden mit der Methode "close()" geschlossen

Server-Programm

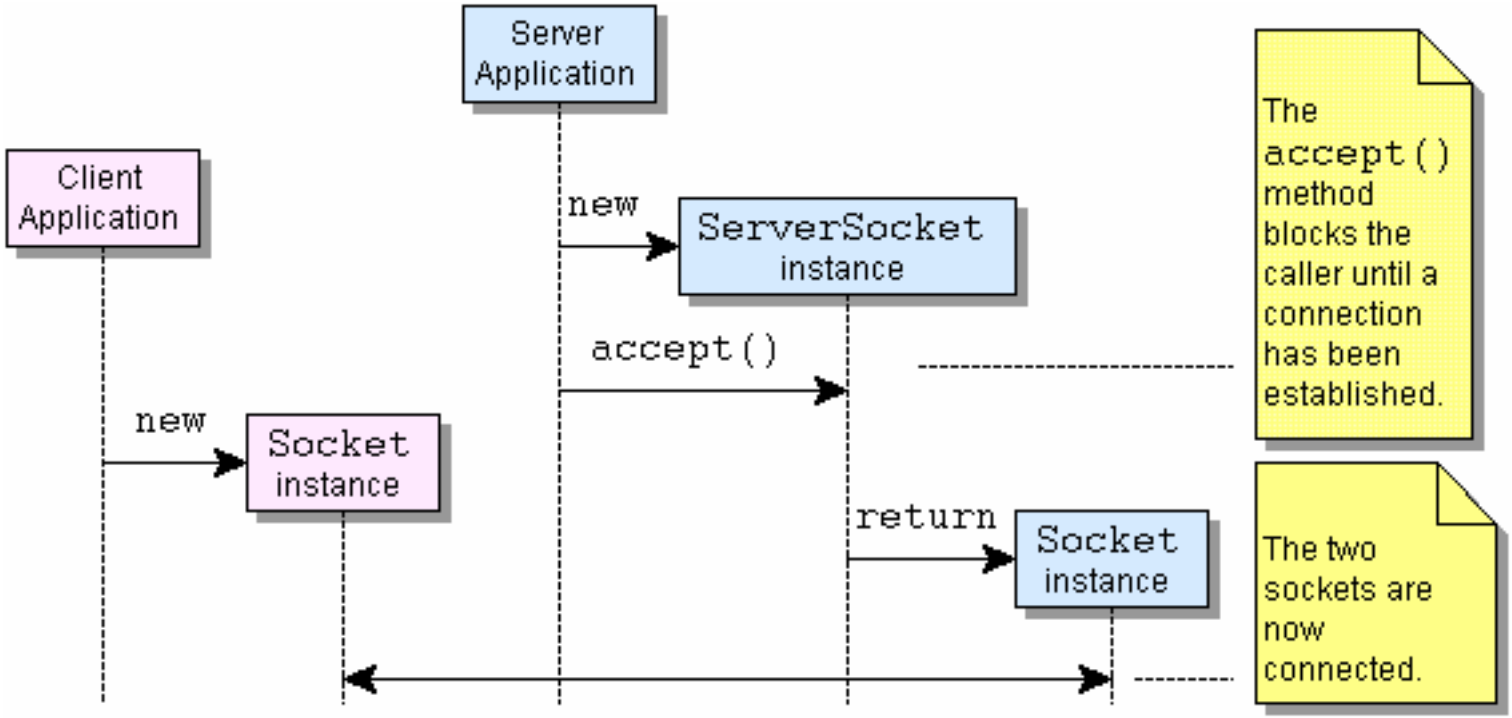
- "Server" benutzt Klasse "**ServerSocket**"
  - Programm, das auf Anfragen wartet und antwortet
  - Muss einem Port ("Steckköffnung") zugeordnet sein
    - Programm "hört" (engl. "listen") auf der festgelegten Öffnung
  - Programme, die als Server eingesetzt werden sollen, müssen
    - Eine Instanz der Klasse "**ServerSocket**" bilden
      - Die "abzuhörende" Port-Nummer kann beim Instanziieren oder über die Methode "bind(...)" festgelegt werden
    - Auf eine Anfrage warten/hören
      - Methode "accept()"
    - Auf eine Anfrage antworten
      - Kommunikation erfolgt über ein **Socket**-Objekt, das von "accept()" erzeugt und zurückgegeben wird

Client-Programm, Client und Server

- "Client"
  - Programm, das Anfragen an einen Server sendet
    - Bildet eine Instanz der Klasse "**Socket**"
      - Mehrere Konstruktoren verfügbar
        - Möglichkeit, den gewünschten Rechner anzugeben (`String`, `InetAdress`)
        - Möglichkeit, die gewünschte Port-Nummer anzugeben
      - Möglichkeit mit Methode "connect(...)" Rechner und Port-Nummer anzugeben
- "Client" und "Server"
  - Vereinbarung von Kommunikationsregeln
    - "Protokoll", z.B.
      - http, ftp, telnet, sendmail, ...
        - Als RFCs ("request for comments") im Internet verfügbar

Zusammenfassung: Schematischer Überblick

- On-line-Dokumentation über Java
  - Aus Sun's Dokumentation `j2sdk1.4.1_01/docs/guide/net/overview/overview.html`



Beispiel, Server-Programm (Java)

```
import java.io.*;
import java.net.*;

class testSocketServer
{
    public static void main (String args[])
    {
        try
        {
            ServerSocket srvSock=new ServerSocket( 8888 ); // Port-Öffnung dieses Programmes

            Socket socket2client = null;   // Socket für Client-Kommunikation
            System.out.println("Server: warte auf Client...");
            socket2client = srvSock.accept();
            System.out.println("Server: Anfrage von irgendeinem Client erhalten!");

            byte b[]=new byte [2048];    // maximal 2 KB Daten auf einmal lesen
            int anzahl=socket2client.getInputStream().read(b);
            System.out.println("Server: erhaltene Client-Daten: ["+new String(b, 0, anzahl)+"]");

            System.out.println("Server: sende Daten an Client...");
            String msg="Hallo vom Server!";
            socket2client.getOutputStream().write(msg.getBytes());
        }
        catch (Exception exc)
        {
            System.err.println("Exception: ["+exc+"]");
            exc.printStackTrace();
            System.exit(-1);
        }
    }
}
```

Beispiel, Client-Programm (Client)

```
import java.io.*;
import java.net.*;

class testSocketClient
{
    public static void main (String args[])
    {
        try
        {
            Socket socket2server= new Socket(InetAddress.getLocalHost(), 8888);
            System.out.println("CLIENT: Socket erhalten!");

            System.out.println("CLIENT: sende Daten an Server...");
            String msg="Hallo, von Deinem Klienten!";
            socket2server.getOutputStream().write(msg.getBytes());

            byte b[]=new byte [100];    // maximal 100 Bytes auf einmal lesen
            int anz=socket2server.getInputStream().read(b);
            System.out.println("CLIENT: vom Server erhalten: ["+new String(b,0,anz)+"]");
        }
        catch (Exception exc)
        {
            System.err.println("Exception: ["+exc+"]");
            exc.printStackTrace();
            System.exit(-1);
        }
    }
}
```

Beispiel, Ausgabe

Server:

Client:

```
Server: warte auf Client...

                CLIENT: Socket erhalten!

Server: Anfrage von irgendeinem Client erhalten!

                CLIENT: sende Daten an Server...

Server: erhaltene Client-Daten: [Hallo, von Deinem Klienten!]
Server: sende Daten an Client...

                CLIENT: vom Server erhalten: [Hallo vom Server!]
```

Beispiel, Server-Programm (ooRexx)

```
say  "SERVER (ooRexx): program started."

    /* create server socket listening on port 8888    */
srvSock=.bsf~new("java.net.ServerSocket",  8888)
say  "SERVER (ooRexx): starting to accept clients..."
socket2client=srvSock~accept    -- accept client, returns socket to client
say  "SERVER (ooRexx): client"  pp(socket2client~toString)  "accepted."

    /* get data from the client */
b=.bsf~bsf.createArray('byte.class',  2048)     -- create a "byte"-array
received=socket2client~getInputStream~read(b)          -- returns number of bytes read
strObject=.bsf~new('java.lang.String',  b,  0,  received)  -- create String object from array
say  "SERVER (ooRexx): data received from client:"  pp(strObject~toString)

    /* send data to client */
os=socket2client~getOutputStream
            msg="Hello from the ooRexx-server!"
say  "SERVER (ooRexx): sending"  pp(msg)  "to client..."
socket2client~getOutputStream~write(BsfRawBytes(msg))  -- turn Rexx string to byte array

say  "SERVER (ooRexx): program ended."

::requires BSF.CLS                    -- include Object Rexx support for BSF
```

Beispiel, Client-Programm (ooRexx)

```
say  "CLIENT (ooRexx): program started."

    /* create socket and connect to server on port 8888     */
lh=.bsf~bsf.import('java.net.InetAddress')  ~getLocalHost       -- get InetAddress
socket2server=.bsf~new('java.net.Socket',  lh,  8888)           -- connect to server
say  "CLIENT (ooRexx): connected to server"  pp(socket2server~toString)

    /* send the server data */
msg="Hello, this is from your ooRexx-client!"
say  "CLIENT (ooRexx): sending"  pp(msg)  "to server..."
socket2server~getOutputStream~write(BsfRawBytes(msg))  -- turn Rexx string to byte array

    /* receive data from server */
b=.bsf~bsf.createArray('byte.class',  100)  -- create a "byte"-array
received=socket2server~getInputStream~read(b)                -- returns number of bytes read
say  "CLIENT (ooRexx): data received from server: ["||BsfRawBytes(b,received)"]"

say  "CLIENT (ooRexx): program ended."

::requires BSF.CLS                    -- include Object Rexx support for BSF
```

Weitere Informationen

- Dokumentation
  - "SDK"
    - Software Development Kit
  - Tutorials
  - Guides
- **`http://java.sun.com/docs`**
  - Online-Abruf
  - Download der Dokumentation als zip-Archiv
    - Lokal entpacken
    - Dokumentation immer verfügbar!
- Ad hoc Recherche mit Suchmaschinen, z.B. **`http://www.google.de`**