

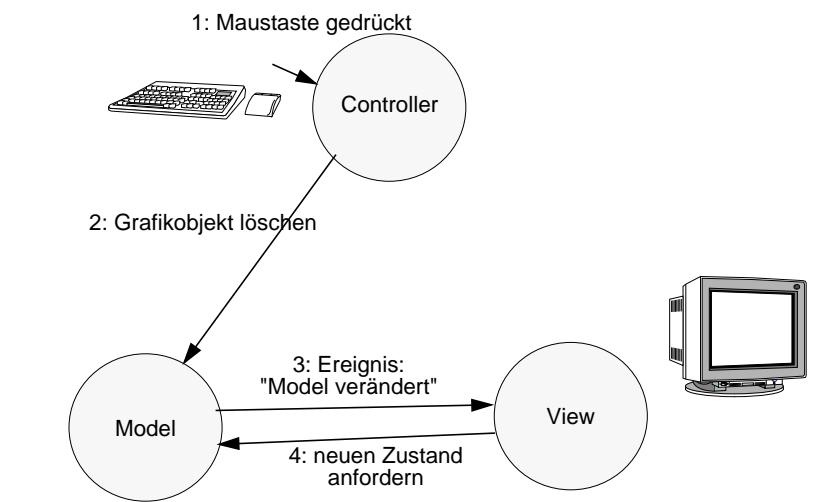
## F Überblick über die 5. Übung

- verwendete Entwurfsmuster (Designpattern)
- SecurityManager
- RMI

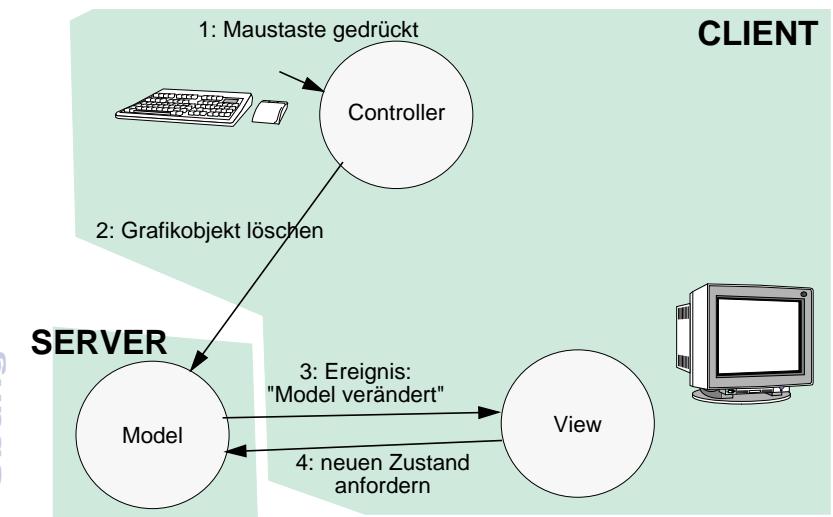
## F.1 Design Patterns (Entwurfsmuster)

- "elements of reusable design"
- Beispiele:
  - ◆ Model-View-Controller
  - ◆ Observer
  - ◆ Iterator
  - ◆ Proxy
  - ◆ Command
  - ◆ Factory

## 1 Model-View-Controller

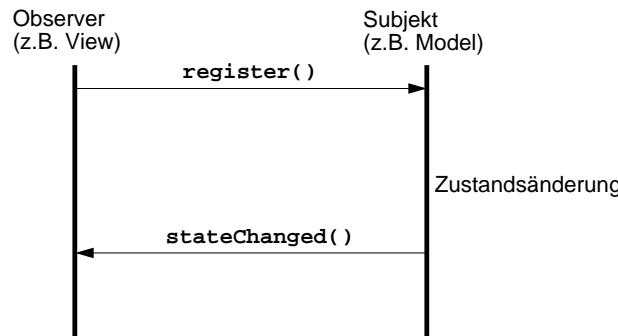


## 1 Model-View-Controller (2)



## 2 Observer

- wird z.B. im MVC-Muster verwendet um Änderungen des Modells zu beobachten



F.1 Design Patterns (Entwurfsmuster)

F.5

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F-Design-Patterns.fm 2006-11-20 10:36

## 3 Iterator

- wird verwendet um durch eine Menge von Objekten zu "laufen"
- Ein Iterator ist dafür verantwortlich die aktuelle Position zu verwalten.

```

class Iter implements java.util.Enumeration {
    int cursor=0;
    Shape[] shapes;

    public Iter(Shape[] shapes) {
        this.shapes = new Shape[shapes.length];
        System.arraycopy(shapes, 0, this.shapes, 0, shapes.length);
    }

    public boolean hasMoreElements() {
        while (cursor<shapes.length && shapes[cursor]==null) cursor++;
        return cursor < shapes.length;
    }

    public Object nextElement() { return shapes[cursor++]; }
}
  
```

F.1 Design Patterns (Entwurfsmuster)

F.6

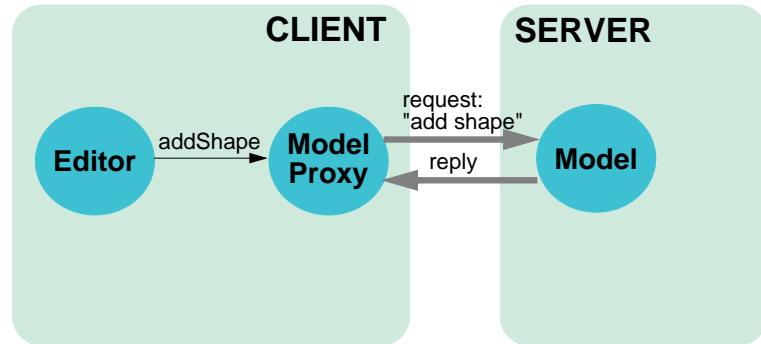
Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

F.1 Design Patterns (Entwurfsmuster)

## 4 Proxy

- wird verwendet um einen lokalen Stellvertreter zu einem entfernten Objekt zu haben
- implementiert die gleiche Schnittstelle wie das "echte" Objekt
- LibraryFrontend mit entfernter SimpleDB:



Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

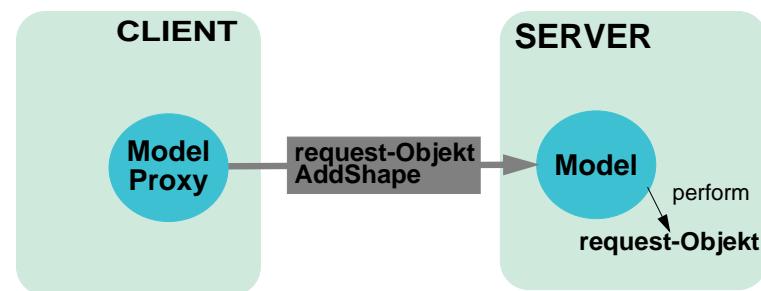
F-Design-Patterns.fm 2006-11-20 10:36

F.7

F.1 Design Patterns (Entwurfsmuster)

## 5 Command

- wird verwendet um eine Anfrage zum Server zu transferieren
- Der Zustand enthält Informationen vom Client
- Die `perform()`-Methode wird vom Server aufgerufen
- Die Parameter enthalten Informationen vom Server



Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

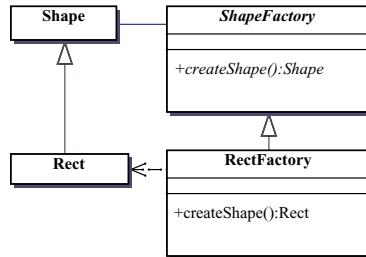
F-Design-Patterns.fm 2006-11-20 10:36

F.8

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 6 Factory

- Definiert eine Klassenschnittstelle zum Erzeugen von Objekten
- Konkrete Unterklassen entscheiden, von welcher Klasse das zu erzeugende Objekt ist



F.1 Design Patterns (Entwurfsmuster)

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F-Design-Patterns.fm 2006-11-20 10:36

F.9

## F.2 Java Sicherheit

- Sandboxing
- Bytecode Verifier
- Security Manager
- Implementierung der Java-Bibliotheken

F.2 Java Sicherheit

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F-Java-SecurityManager.fm 2006-11-20 10:36

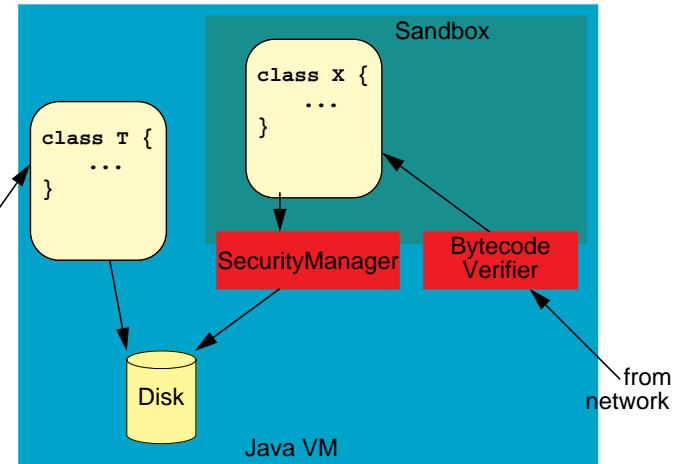
F.10

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

F.2 Java Sicherheit

## 1 Sandboxing

- Klassen, die vom Klassenlader geladen wurden, werden innerhalb einer Sandbox ausgeführt



Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F-Java-SecurityManager.fm 2006-11-20 10:36

F.11

## 2 SecurityManager

- Prüft, ob eine Klasse eine Operation durchführen darf.
- `System.getSecurityManager()` liefert den globalen SecurityManager zurück
- Überprüfungen müssen von der geschützten Klasse selbst durchgeführt werden

```

SecurityManager security = System.getSecurityManager();
if (security != null) {
    security.checkConnect(address.getHostAddress(), port);
}
  
```

- `System.setSecurityManager()` installiert einen globalen SecurityManager
  - ◆ diese Methode kann (normalerweise) nur einmal aufgerufen werden!

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

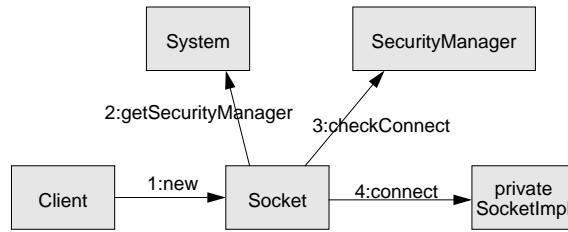
F-Java-SecurityManager.fm 2006-11-20 10:36

F.12

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

### 3 SecurityManager und Sockets

- Beispiel Netzwerkkommunikation: Erzeugung eines neuen Sockets:



### 4 Beispiel SecurityManager

```
public class SimpleSecurityManager extends SecurityManager {
    public void checkRead(String s) {
        if (...) {
            throw new SecurityException("checkread");
        }
    }
}
```

### 5 Was wird durch einen SecurityManager geschützt?

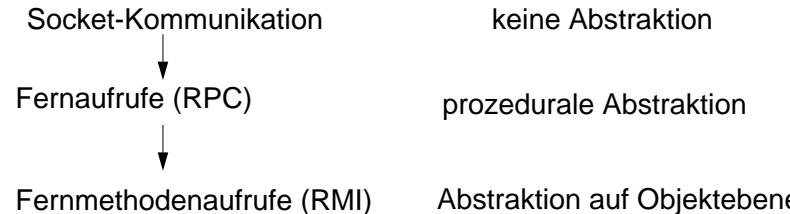
- Zugriffe auf das lokale Dateisystem
- Zugriffe auf das Betriebssystem
  - ♦ Ausführen von Programmen
  - ♦ Lesen von System Informationen
- Zugriffe auf das Netzwerk
- Thread Manipulationen
- Erzeugung von *factory* Objekten (Socket Implementierung)
- JVM: Linken von native code, Verlassen des Interpreters, Erzeugung eines Klassenladers
- Erzeugung von Fenstern
- ...

### 6 AppletSecurityManager

Security Checks	AppletSecurityManager
checkCreateClassLoader	nicht erlaubt
checkConnect	nur erlaubt, wenn die URL des Klassenladers der Klasse den Zielrechner enthält
checkExit	nicht erlaubt
checkExec	nicht erlaubt

## F.3 Fernmethodenaufrufe Remote Method Invocation (RMI)

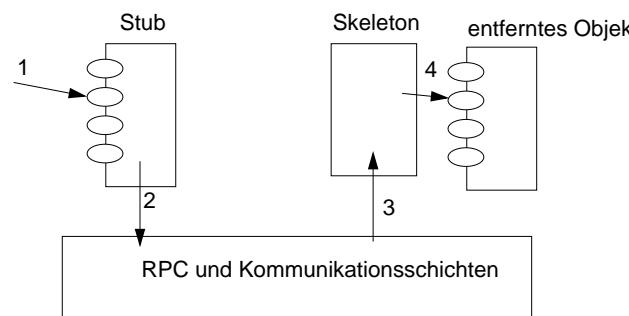
- ermöglicht Abstraktion in einem verteilten System



- Fernmethodenaufrufe: Aufruf von Methoden an Objekten auf anderen Rechnern
- Transparente Objektreferenzen zu entfernten Objekten

## 1 Überblick

- Stub: Stellvertreter (Proxy) des entfernten Objekts.
- Skeleton: Ruft die Methoden am entfernten Objekt auf.



- Anfrage: Objekt ID, Methoden ID, Parameter

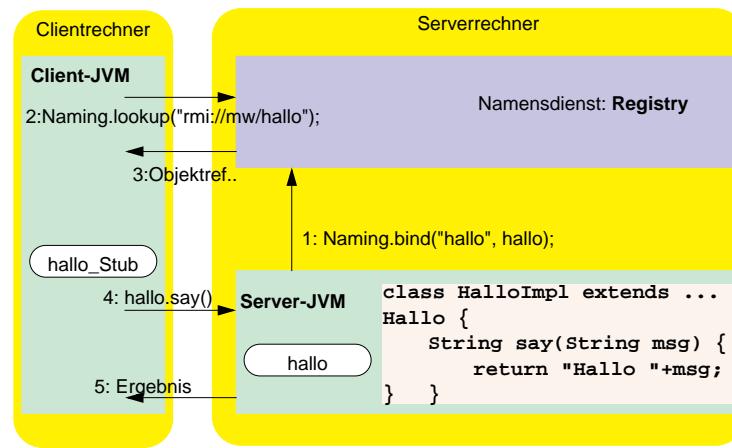
## 2 Einführung

- *Remote Object* (entferntes Objekt): Ein Objekt welches aus einer anderen JVM heraus genutzt werden kann
- *Remote Interface*: Beschreibt die Methoden eines entfernten Objekts.
- Ein *remote Interface* muss von `java.rmi.Remote` abgeleitet sein.
- Zugriffe auf ein entferntes Objekt sind nur über *remote Interfaces* möglich.
- Die Klasse eines entfernten Objekts muss mindestens ein *remote Interface* implementieren.
- Entfernte Objekte können selbst wieder entfernte Objekte nutzen.
- Parameter werden wie folgt übergeben:
  - ◆ **by value**: Bei allen Parametern die keine entfernten Objekte sind
  - ◆ **by reference**: Bei Parametern welche `java.rmi.Remote` implementieren

## 3 lokaler vs. fern Methodenaufruf

- jeder Aufruf kann eine `RemoteException` auslösen.
  - ◆ dabei weiß der Aufrufer nicht ob die Methode komplett, teilweise, oder gar nicht ausgeführt wurde
- Entfernte Objekte können nur über Interfaces angesprochen werden.
- Normale Objekte werden kopiert anstatt eine Referenz darauf zu übergeben.

## 4 RMI Operation



F.3 Fernmethodenaufrufe Remote Method Invocation (RMI)

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F-Java-RMI.fm 2006-11-20 14.20

F.21

## 5 Registry (1)

- Die *Registry* übernimmt als Namesdienst die Abbildung von Objektnamen auf Objektreferenzen.
- Der Zugriff erfolgt über die Klasse `java.rmi.Naming`:
  - `void Naming.bind(String name, Remote obj)`  
registriert ein Objekt unter einem eindeutigen Namen,  
falls das Objekt bereits registriert ist wird eine Exception ausgelöst
  - `void Naming.rebind(String name, Remote obj)`  
registriert ein Objekt unter einem eindeutigen Namen,  
falls das Objekt bereits registriert ist wird der alte Eintrag gelöscht
  - `Remote Naming.lookup(String name)`  
liefert die Objektreferenz zu einem gegebenen Namen
  - `void Naming.unbind(String name)`  
löscht den Namenseintrag
- Die Registrierung ist nur bei der Registry auf dem aktuellen Rechner möglich!

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F-Java-RMI.fm 2006-11-20 14.20

F.22

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 5 Registry (2)

- Einen bestimmten Port verwenden:
  - Die Registry nimmt TCP/IP-Verbindungen an Port 1099 entgegen.
  - als Parameter kann jedoch ein anderer Port angegeben werden z.B. 10412:  
`rmiregistry 10412`
  - Wenn eine Registry an einem bestimmten Port verwendet werden soll, so muss die URL, die bei `bind/rebind/unbind/lookup` verwendet wird diesen Port enthalten:

`Naming.rebind("rmi://faui40:10412/hallo", hallo)`

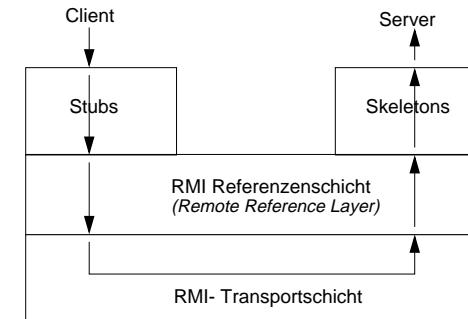
`Naming.lookup("rmi://faui40:10412/hallo")`

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F-Java-RMI.fm 2006-11-20 14.20

F.23

## 6 Systemarchitektur



Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F-Java-RMI.fm 2006-11-20 14.20

F.24

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 7 Stubs und Skeletons

- Stub (auf Clientseite) - implementiert das *remote interface*
  1. erhält einen `ObjectOutputStream` von der RMI - Referenzschicht
  2. schreibt die Parameter in diesen Strom
  3. teilt der RMI - Refereenzschicht mit, die Methode aufzurufen
  4. holt einen `ObjectInputStream` von der RMI - Refereenzschicht
  5. liest das Rückgabeblob aus diesem Strom
  6. liefert das Rückgabeblob an den Aufrufer
- Skeleton (auf Serverseite)
  1. erhält einen `ObjectInputStream` von der RMI - Refereenzschicht
  2. liest die Parameter aus diesem Strom
  3. ruft die Methode am implementierten Objekt auf.
  4. holt einen `ObjectOutputStream` von der RMI - Refereenzschicht
  5. schreibt das Rückgabeblob in diesem Strom.

F.3 Fernmethodenaufrufe Remote Method Invocation (RMI)

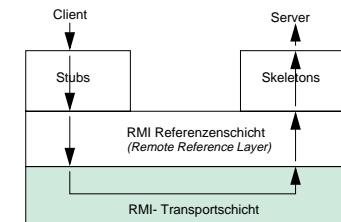
F.25

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F.3 Fernmethodenaufrufe Remote Method Invocation (RMI)

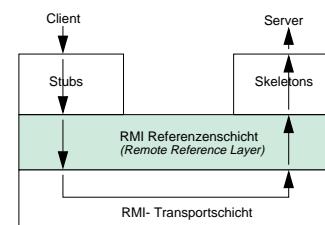
## 9 Transportschicht

- verantwortlich für die Datenübertragung zwischen den Rechnern
- aktuelle Implementierung basiert auf TCP/IP Sockets
- verschiedene Transportmechanismen sind denkbar



## 8 Referenzschicht (Remote Reference Layer)

- verantwortlich für das Aufräumen (Garbage Collection) der entfernten Objekte
- implementiert die Aufrufsemantik, z.B.:
  - ◆ unicast, Punkt-zu-Punkt
  - ◆ Aufruf an einem replizierten Objekt
  - ◆ Strategien zum Wiederaufbau der Verbindung nach einer Unterbrechung



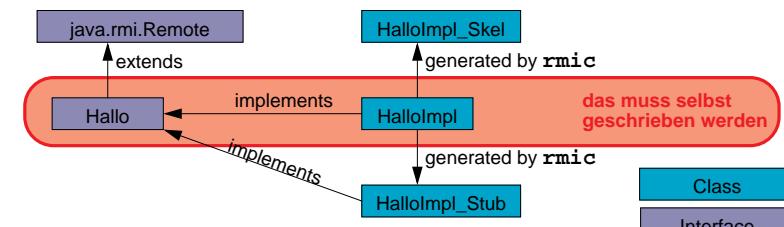
F.3 Fernmethodenaufrufe Remote Method Invocation (RMI)

F.26

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F.27

## 10 Interface und Implementierung



- Der Programmierer schreibt das *remote Interface* `Hallo` und die Implementierung `HalloImpl`.
- Der Stellvertreter (Stub) `HalloImpl_Stub` und das Skeleton `HalloImpl_Skel` werden durch `rmic` aus der Implementierung `HalloImpl` generiert.
- `RMIClassLoader`: lädt die Klassen der Parameter und des Rückgabeblobs.

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F.28

## 11 ein einfaches Beispiel

1. Remote Interface
2. Server
3. Serverinitialisierung
4. Client
5. Starten des Systems

## 11 Beispiel - Remote-Interface

- jedes entfernte Objekt muss ein Interface implementieren, das alle Methoden enthält, die das Objekt seinen Clients anbieten soll
- das Interface muss von `java.rmi.Remote` erben
- alle Methoden können `java.rmi.RemoteException` werfen
- alle Parameter und Rückgabewerte müssen
  - ◆ Serializable sein (d.h. sie müssen das Interface `java.io.Serializable` implementieren)
  - ◆ oder sie müssen entfernte Objekte sein.

## 11 Beispiel - Remote-Interface

■ Remote Interface *Bank*:

```
public interface Bank extends java.rmi.Remote {
    void deposit(Money amount, Account account)
        throws java.rmi.RemoteException;
}
```

■ Remote Interface *Account*:

```
public interface Account extends java.rmi.Remote {
    void deposit(Money amount)
        throws java.rmi.RemoteException;
}
```

■ Parameter *Money*:

```
public class Money implements java.io.Serializable {
    private float value;
    public Money(float value) { this.value = value; }
}
```

## 11 Beispiel - Server

- Der Server implementiert das Interface.
- Methoden brauchen keine `RemoteException` zu werfen.
- Zwei Alternativen zur Erzeugung eines Remote-Objektes
  - ◆ Der Server wird von `UnicastRemoteObject` abgeleitet

```
import java.rmi.server.*;
public class BankImpl extends UnicastRemoteObject implements Bank {
    public BankImpl () throws java.rmi.RemoteException {...}
    public void deposit(Money amount, Account account)
        throws java.rmi.RemoteException {
        account.deposit(amount);
    }
}
```

◆ oder es wird mit `exportObject` ein Remote-Objekt erzeugt:

```
public class BankImpl implements Bank {...}
Remote bank = UnicastRemoteObject.exportObject(new BankImpl())
```

## 11 Beispiel - Serverinitialisierung

- Das Remote-Objekt muss mit `bind` oder `rebind` in die Registry eingetragen werden.

```
Naming.bind("rmi://faui40b:10412/bank", bank);
```

Protokoll  
Rechnername  
Objektname

- RMISecurityManager:
  - ohne SecurityManager lädt der RMI Classloader keine Klassen vom Netz
  - Server-JVM muss einen SecurityManager setzen, z.B.

```
System.setSecurityManager(new RMISecurityManager());
```

◆ `RMISecurityManager` ist ähnlich `AppletSecurityManager`

## 11 Beispiel - Client

- Der Client kann sich mit `lookup` eine Referenz auf das entfernte Objekt (den Server) besorgen.

- Beispiel:

```
public class Client {
    public static void main (String argv[]) throws
        java.net.MalformedURLException,
        java.rmi.NotBoundException,
        java.rmi.RemoteException {
        Bank bank= (Bank)java.rmi.Naming.lookup
            ("rmi://faui40u:10412/bank");
        Account account = new AccountImpl();
        bank.deposit(new Money(10), account);
    }
}
```

## 11 Beispiel - System starten

- Klassen-Pfad setzen, damit `rmic` und `java (server)` die Klassen finden

```
setenv CLASSPATH /proj/i4mw/felser/aufgabe4
```

- Stubs und Skeletons erzeugen

```
rmic -d ${CLASSPATH} BankImpl AccountImpl
```

- Auf dem Serverrechner die Registry starten

```
rmiregistry 10412&
```

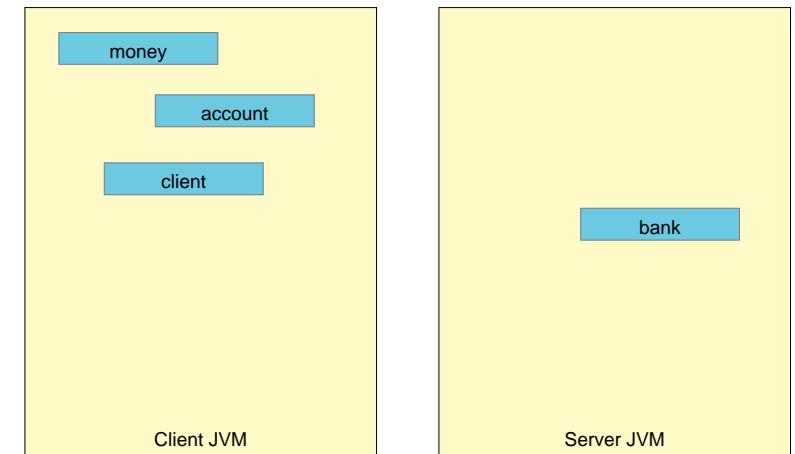
- Auf dem Serverrechner das Serverobjekt starten

```
java -Djava.rmi.server.codebase=
    file:///proj/i4mw/felser/aufgabe4/ BankImpl
```

- Von jedem beliebigen Rechner aus kann der Client nun benutzt werden:

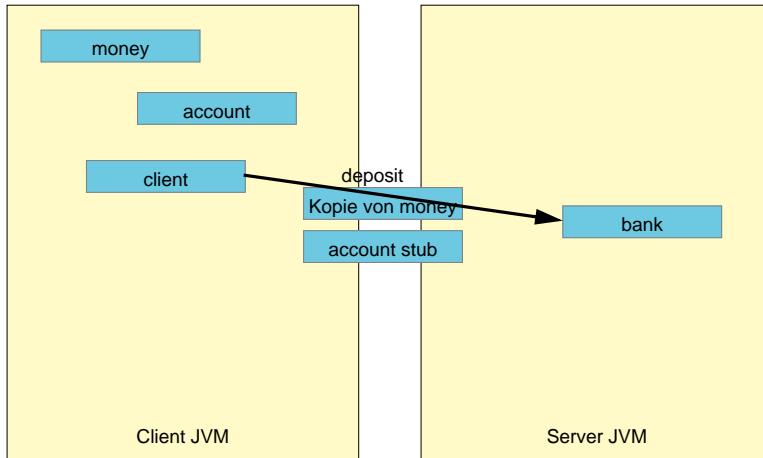
```
java Client
```

## 11 Interaktionen während des Fernmethodenaufrufes



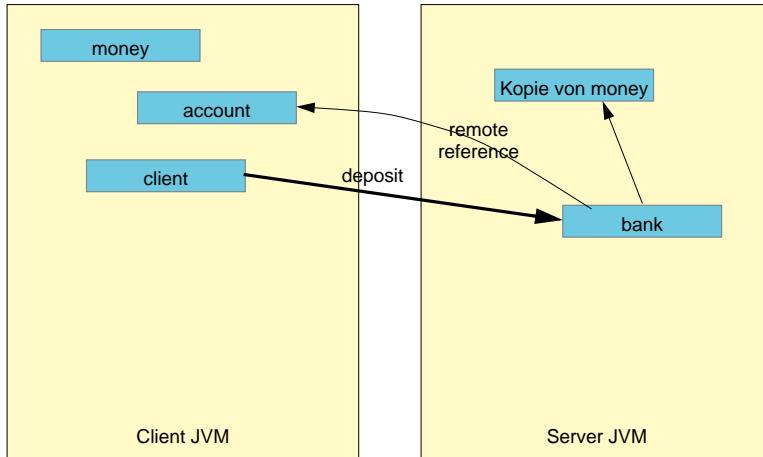
## 11 Interaktionen während des Fernmethodenaufrufes (2)

F.3 Fernmethodenaufrufe Remote Method Invocation (RMI)



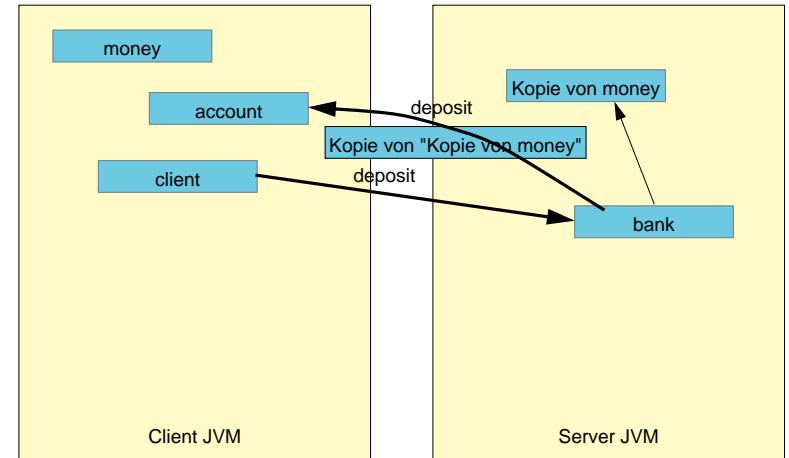
## 11 Interaktionen während des Fernmethodenaufrufes (3)

F.3 Fernmethodenaufrufe Remote Method Invocation (RMI)



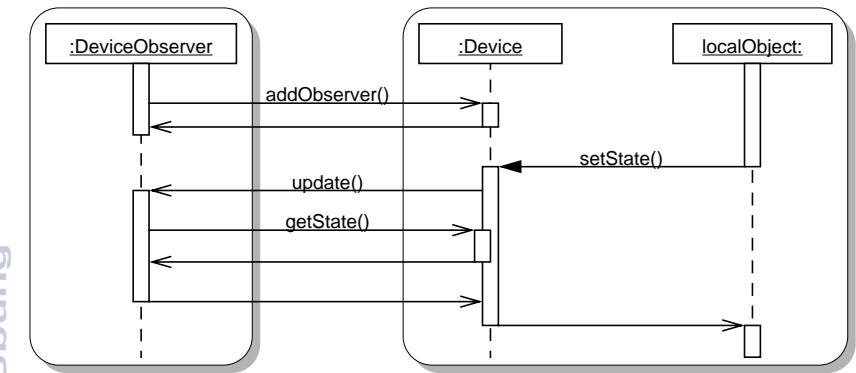
## 11 Interaktionen während des Fernmethodenaufrufes (4)

F.3 Fernmethodenaufrufe Remote Method Invocation (RMI)



## 12 Beispiel Observer

- Überwachung eines Gerätes
- Benachrichtigung bei Zustandsänderung



## 12 Beispiel Observer: Remote-Interfaces

F.3 Fernmethodenaufrufe Remote Method Invocation (RMI)

- Interface für Gerät (entspricht Observable)

```
public interface Device extends java.rmi.Remote {
    public Integer getState()
        throws java.rmi.RemoteException;
    public void addObserver( DeviceObserver o )
        throws java.rmi.RemoteException;
}
```

- Interface für Geräteüberwachung (entspricht Observer)

```
public interface DeviceObserver extends java.rmi.Remote {
    public void update( Device d )
        throws java.rmi.RemoteException;
}
```

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F-Java-RMI.fm 2006-11-20 14.20

F.41

F.3 Fernmethodenaufrufe Remote Method Invocation (RMI)

## 12 Beispiel Observer: Server-Wrapper

```
public class DeviceServer {
    public static void main( String argv[] ) {
        // Security-Manager setzen
        System.setSecurityManager
            ( new java.rmi.RMISecurityManager() );
        try {
            // Implementierungsobjekt erzeugen
            DeviceImpl d = new DeviceImpl();
            // Objekt mit Namen anmelden
            java.rmi.Naming.rebind( "rmi://server/Device1", d );
        } catch ( Exception e ) {
            // Fehler
        }
    }
}
```

## 12 Beispiel: Observable-Implementierung

F.3 Fernmethodenaufrufe Remote Method Invocation (RMI)

```
public class DeviceImpl
    extends java.rmi.UnicastRemoteObject implements Device {
    private Integer state; // Zustand
    private java.util.Vector observers; // Menge der Observer
    public DeviceImpl() throws java.rmi.RemoteException {
        super();
        ... /* Initialisierung von state und observers */
    }
    // Remote-Methoden
    public Integer getState() throws java.rmi.RemoteException {
        return state;
    }
    public void synchronized addObserver( DeviceObserver o ){
        observers.addElement( o );
    }
    // lokale Methode
    public void synchronized setState( Integer s ) {
        state = s;
        ... // fuer jeden DeviceObserver o in observers
        try {
            // Remote-Aufruf an DeviceObserver
            o.update( this );
        } catch( Exception e ) { /* Fehler */ };
    }
}
```

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F-Java-RMI.fm 2006-11-20 14.20

F.42

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F-Java-RMI.fm 2006-11-20 14.20

F.43

F.3 Fernmethodenaufrufe Remote Method Invocation (RMI)

```
public class DeviceAppl extends java.awt.Frame
    implements DeviceObserver{
    private Integer state; // Zustand fuer paint()
    public static void main(String [] args){ new DeviceAppl(); }
    public DeviceAppl(){ super(...);setSize(...);setVisible(...);
        try { // Skeleton erzeugen
            java.rmi.server.
                UnicastRemoteObject.exportObject( this );
            // Device suchen
            Device d = (Device)java.rmi.Naming.lookup
                ("rmi://server/Device1" );
            state = d.getState(); // aktuellen Zustand holen
            d.addObserver( this );// als Observer registrieren
        } catch ( Exception e ) { /* Fehler */ }
    }
    public void paint( java.awt.Graphics g ) {
        g.drawString( "Current state: " + state, ... );
    }
    // Remote-Methode
    public void update( Device d )
        throws java.rmi.RemoteException {
        state = d.getState(); // veraenderten Zustand holen
        repaint(); // ruft paint() auf
    }
}
```

Übungen zu Middleware  
©Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2006

F-Java-RMI.fm 2006-11-20 14.20

F.44

## 13 Zusammenfassung

- Ein entferntes Objekt muss ein “*remote Interface*” implementieren.
- Alle Methoden des Interfaces müssen eine `java.rmi.RemoteException` werfen.
- Um ein entferntes Objekt zu erzeugen kann man entweder `java.rmi.server.UnicastRemoteObject` ableiten oder die Methode `exportObject` verwenden.
- Um entfernte Objekte an der *Registry* zu registrieren oder zu suchen kann man `java.rmi.Naming` verwenden.
- Clients verwenden nur das *remote interface*.