E Überblick über die 3. Übung

- Einführung in CORBA
- Verwendung von CORBA-Objekten
  - Interface Definition Language (IDL)

Organisation

- 20. November 2008
  - CORBA Einführung, IDL, Mapping von IDL nach Java, Java-Client
- 27. November 2008
  - serverseitiges Mapping, POA, Namensdienst

E.1 Einführung in CORBA

- Inhalt: Programmierung von CORBA-Anwendungen
- Implementierungssprache: Java wird verwendet (aber: CORBA ist Programmiersprachenunabhängig!)
- Allgemeine Konzepte von CORBA: siehe Vorlesung
- Vor allem: Betrachtung von praktische Problemen
- Als Ergänzung: Behandlung von speziellen CORBA-Features

1 CORBA

- Common Object Request Broker Architecture and Specification (CORBA) – Zentrale Spezifikation ("The Core Spec")
- Weitere separate Spezifikationen, die auf CORBA aufbauen
  - CORBAservices
  - Domain Interfaces
  - CORBA Component Model
  - (Unified Modelling Language & Meta Object Facility)
- Viele "Task Forces" und "Special Interest Groups" innerhalb der OMG
  - Ergänzung von neuer Konzepte und Erweiterungen
  - Revision von existierenden Standards

➜ Alle OMG-Spezifikationen werden ständig weiterentwickelt!

2 CORBA-Versionen

- CORBA 1.x (October 1991)
  - CORBA-Objektmodell und Architektur
  - Schnittstellenbeschreibungssprache (Interface Definition Language, IDL)
  - Sprachabbildungen für C, C++ und Smalltalk
- CORBA 2.0 (Juli 1996)
  - Interoperabilität durch IIOP als Protokoll, das alle ORB-Implementierungen unterstützen müssen
- CORBA 2.1 (August 1997)
  - IDL-Erweiterungen
  - Neue Sprachabbildungen (Cobol, Ada)
- CORBA 2.2 (Februar 1998)
  - *Portable Object Adaptor* (POA) ersetzt *Basic Object Adaptor* (BOA)
  - Neue Sprachabbildung (Java)

2 CORBA Versionen (2)

- CORBA 2.3/2.3.1 (Juni/Oktober 1999)
  - Überarbeitete Sprachabbildungen zur Anpassung an den POA
  - Valuetypes, object-by-value-Parameter
  - Separate Dokumente für die Sprachabbildungen
- CORBA 2.4/2.4.1 (Oktober/November 2000)
  - CORBA Messaging, Minimum CORBA, Real-time CORBA
- CORBA 3.0/3.0.3 (Juni/November 2002)
  - Fault Tolerant CORBA
  - CORBA-Komponentenmodell: Unterstützung von Enterprise JavaBeans; "CORBAcomponent software marketplace": Verteilung von Komponenten

3 Informationen zu CORBA

- Wer wirklich alle Details zu CORBA wissen will, muss letztendlich die Spezifikationen lesen!
- Spezifikationen sind öffentlich verfügbar
  - OMG Webseite: **`http://www.omg.org/`**
  - Webseiten der OOVS-Übung
- Viele Bücher von sehr unterschiedlicher Qualität
- Vorsicht vor CORBA-Produktdokumentation
  - Oft werden proprietäre Erweiterungen beschrieben.

4 CORBA-Produkte vs. CORBA-Standard

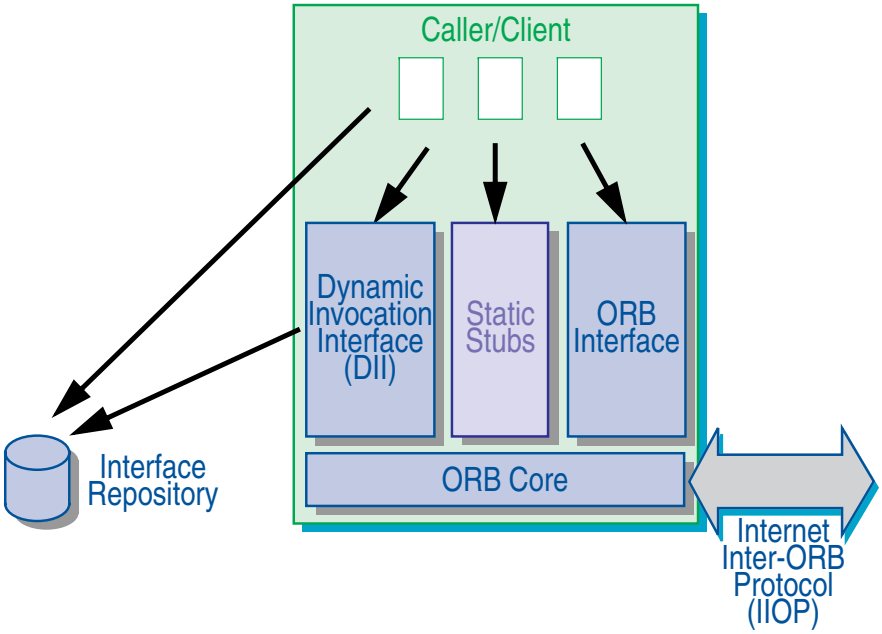
- Keine etabliertes "CORBA"-Zertifikat
  - Jeder kann behaupten, zu CORBA Version x.y kompatibel zu sein.
  - Open Group beginnt mit Produkt-Zertifizierung (seit CORBA 2.1).
- CORBA-Produkte führ(t)en proprietäre Erweiterungen ein
  - Gut, solange man sich nicht darauf verlässt
  - In der CORBA-Frühzeit ging es oft nicht anders, z.B. BOA.
  - Heute kann man (fast) alles auf einem standardisierten Weg erreichen.
- Einige Features in Produkten entsprechen nicht 100%ig den Spezifikationen
  - Z.B. Sprachabbildungen
  - Spezifikationen ändern sich, Produkte erst etwas später.

E.2 Verwendung von CORBA-Objekten

1 CORBA-Objekte aus Sicht des Klienten

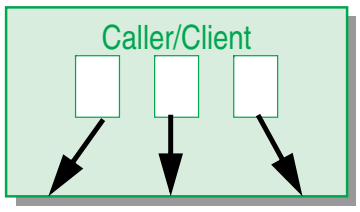
- CORBA-Objekte haben (genau) eine Schnittstelle (Interface)
  - Beschreibung der Schnittstelle in der CORBA Interface Definition Language
  - IDL-Schnittstellen sind ein "Vertrag" zwischen dem CORBA-Objekt und dessen Aufrufern.
- Aufrufer eines CORBA-Objekts haben nur eine (opake) Objektreferenz
  - Objekt-Methoden werden über die Referenz aufgerufen.
  - Das Objekt kann lokal oder entfernt sein.
  - Objektschnittstelle kann abgefragt werden (vgl. Java Reflection).
  - Aufrufe können zur Laufzeit erzeugt werden (Dynamic Invocation).
- Object Request Broker (ORB) übermittelt Aufrufe und Antworten
  - Nur der ORB kann Objektreferenzen interpretieren.
- Aufrufer/Klient ist nur eine *Rolle* bei einem Aufruf (z.B. Callbacks).

2 Architektur des Aufrufers/Klienten



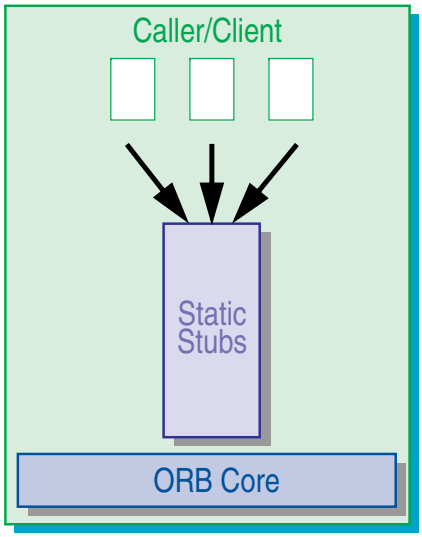
3 Der Klient

- Ruft Operationen an CORBA-Objekten auf.
- Muss selbst kein CORBA-Objekt sein.



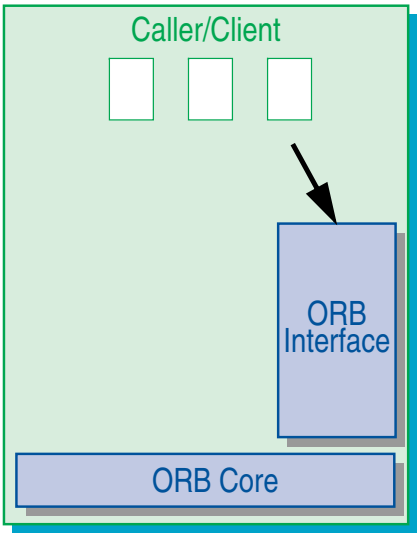
4 Statische Stubs

- Können automatisch aus der IDL-Schnittstelle erzeugt werden.
- Marshalling der Aufrufparameter
- Demarshalling der Rückgabewerte/Exceptions des Aufrufes



5 ORB-Schnittstelle

- Export von ersten Objektreferenzen (ORB, POA, Services, ...)
- Verarbeitung von Objektreferenzen (Umwandlung in Strings und umgekehrt)

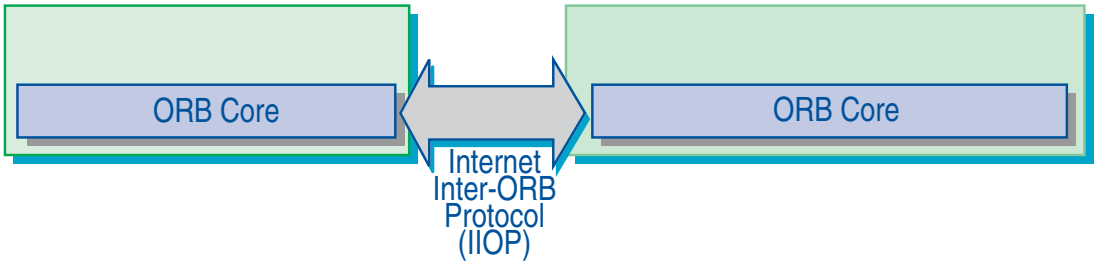


6 Der Kern des ORB (ORB Core)

- Übertragung von Aufrufen mit Hilfe von Informationen in den Objektreferenzen

7 General Inter-ORB Protocol (GIOP)

- Standard-Transportprotokoll zwischen ORBs
- Grundlage für die Interoperabilität
- GIOP über TCP-Verbidungen: Internet Inter-ORB Protocol (IIOP)
- Jeder CORBA 2.x ORB muss IIOP implementieren



8 Zusammenfassung Aufrufer/Klient

- Müssen selbst keine CORBA-Objekte sein.
- Können Operationen an CORBA-Objekten aufrufen.
- Opake Objektreferenzen
- ORB überträgt die Aufruf-Daten.

E.3 Interface Definition Language (IDL)

- Grundlegendes
- Bezeichner (Identifiers)
- Primitive Datentypen
- Zusammengesetzte Datentypen
- Schnittstellen von CORBA-Objekten
- Designfragen

1 Grundlegendes

- IDL dient der Beschreibung von Datentypen und Schnittstellen.
- Unabhängig von der/den Implementierungs-Programmiersprache(n)
- Syntax ist stark an C++ angelehnt
  - Beschreibung von Daten und Schnittstellen (Typen, Attribute, Methoden, ...)
  - Keine steuernden Anweisungen (if, while, for, ...)
- Präprozessor wie in C++
  - **`#include`** um andere IDL-Dateien einzubinden
  - **`#define`** für Makros
- Kommentare wie in C++ und Java:

```
// Das ist ein einzeiliger Kommentar
/*
 * Das ist ein mehrzeiliger
 * Kommentar
 */
```

2 Bezeichner (Identifiers)

- Bestimmte reservierte Wörter
  - **`module`**, **`interface`**, **`struct`**, **`void`**, **`long`**, ...
- Alle anderen Kombinationen von kleinen und großen Buchstaben, Zahlen und Unterstrichen sind erlaubt.
  - Erstes Zeichen muss Buchstabe sein!
- "_" als Escape-Zeichen für reservierte Wörter
  - z.B. "**`_module`**", um einen Bezeichner "**`module`**" zu erzeugen
  - Vereinfacht Erweiterung der Menge der reservierten Wörter.

2 Bezeichner (Identifiers)

- Sobald ein Bezeichner benutzt ist, sind alle anderen Varianten mit anderer Gross-/Kleinschreibung verboten!
- Beispiel:

```
module Beispiel1 { ... };
module BEISPIEL1 { ... };    // illegal in IDL
```

- Sinn:
  - Erlaubte Abbildung von IDL zu Sprachen, die nicht "case-sensitive" sind
  - Erhalte Schreibweise von Bezeichner für "case-sensitive" Sprachen

3 Module

- Namensraum (scope) für IDL-Deklarationen
- Syntax:

```
module Name {
    Deklarationen
};
```

- Zugriff auf andere Namensräume über den `"::"`-Operator
- Beispiel:

```
module Beispiel1 {
    typedef long IDNumber;
};
module Beispiel2 {
    typedef Beispiel1::IDNumber MyID;      // typedef long MyID;
};
```


4 Datentyp-Deklarationen

- Alias für einen existierenden Datentyp
- Syntax:

```
typedef existing_type alias;
```

- Beispiel:

```
typedef long IDNumber;
```

5 Primitive Datentypen

- Integer-Zahlen
  - **`short`** -2^{15} to $2^{15}-1$
  - **`unsigned short`** 0 to $2^{16}-1$
  - **`long`** -2^{31} to $2^{31}-1$
  - **`unsigned long`** 0 to $2^{32}-1$
  - **`long long`** -2^{63} to $2^{63}-1$
  - **`unsigned long long`** 0 to $2^{64}-1$
- Fliesskommazahlen (IEEE-Standard für binäre Fliesskommazahlen-Arithmetik, ANSI/IEEE Std 754-1985)
  - **`float`** einfache Genauigkeit
  - **`double`** doppelte Genauigkeit
  - **`long double`** erweiterte Genauigkeit (mindestens 15 Bit Exponent und 64 Bit Basis)

5 Primitive Datentypen (2)

- Zeichen
  - **`char`** ISO 8859-1 (Latin1) Zeichen
  - **`wchar`** multi-byte character (z.B. Unicode)
  - Länge hängt von Implementierung und Programmiersprache ab.
- **`boolean`**
  - Nur die Werte TRUE und FALSE
- **`octet`**
  - Länge 8 bit
  - Keine Konvertierung bei der Übertragung
- **`any`**
  - Kapselung für beliebigen CORBA-Datentyp
- **`void`**

6 Strukturen

- Gruppierung von mehreren Typen in einer Struktur
- Syntax:

```
struct Name {
    Deklaration von Struktur-Elementen
};
```

- Beispiel:

```
struct AmountType {
    float value;
    char currency;
};
```

- Verwendung:

```
AmountType amount;
```


6 Geschachtelte Strukturen

- Strukturen können innerhalb anderer Strukturen definiert werden.
- Beispiel:

```
struct AmountType {
    struct ValueType {
        long integerPart;
        short fractionPart;
    } amount;
    char currency;
};
```

- Strukturen erzeugen einen eigenen Namensraum (scope)!
- Kompletter Name von obigem Typ:

```
AmountType::ValueType
```

7 Aufzählungen

- Aufzählungen mit festgelegter Menge an möglichen Werten
- Syntax:

```
enum name {
    value1, value2, ...
};
```

- Beispiel:

```
enum Color {
    GREEN, RED, BLUE
};
```


7 Aufzählungen

- Achtung: Aufzählungen erzeugen keinen eigenen Namensraum!
- Zugriff auf Werte von Aufzählungen:

```
GREEN
```
not `Color::GREEN`

- Nicht erlaubt::

```
interface A {
    enum E { E1, E2, E3 };        // line 1
    enum BadE { E3, E4, E5 };     // Fehler: E3 is bereits
}                                 // definiert
```

8 Arrays

- Ein- und Mehrdimensionale Arrays
  - ◆ Feste Grösse in jeder Dimension
- Syntax:

```
typedef element_type name[positive_constant][positive_constant]...;
```

- Beispiel:

```
typedef long Matrix[3][3];
```

- Achtung:
  Array-Datentypen müssen mit **typedef** deklariert werden, bevor man sie verwenden kann!

9 Sequences

- Eindimensionales Array
  - ◆ Variable Grösse
  - ◆ Optional maximale Grösse ("bounded sequence")
- Syntax:

```
typedef sequence<element_type> name;                    // unbounded
typedef sequence<element_type,positive_constant> Name;  // bounded
```

- Beispiel:

```
typedef sequence<long> Longs;
typedef sequence< sequence<char> > Strings;
```

- Achtung:
  Auch Sequence-Datentypen müssen vor Verwendung mit **typedef** deklariert werden!

10 Zeichenketten

- Zeichenketten
  - Ähnlich zu **`sequence<char>`** und **`sequence <wchar>`**
  - Spezieller Datentyp aus Performance-Gründen
  - Zeichenketten müssen nicht mit **`typedef`** deklariert werden.
  - Ebenfalls optional maximale Grösse festlegbar
- Syntax:

```
typedef string name;                          // unbounded
typedef string<positive_constant> name;       // bounded
typedef wstring name;                         // unbounded
```

- Beispiel:

```
typedef string<80> Name;
```


11 Konstanten

- Symbolische Namen für spezielle Werte
- Syntax:

```
const type Name = Konstantenausdruck;
```

- Konstantenausdruck
  - Konstante Werte (Zahlen/Zeichen/Zeichenketten/Enums je nach ***`type`***)
- Beispiel:

```
const Color WARNING = RED;
```

12 Schnittstellen (Interfaces)

- Sichtbare Schnittstelle von CORBA-Objekten
- Enthält:
  - Attribute
  - Operationen
  - Lokale Typen, Konstanten, Exceptions
- Syntax:

```
interface name {
    Deklaration von Attributen und Operationen (sowie Typen und Exceptions)
}
```

- Schnittstellen definieren ebenfalls einen eigenen Namensraum.
- Die Namen von Attributen und Operationen müssen eindeutig sein!
  - Kein "Overloading!"

12 Schnittstellen - Attribute

- Öffentliche Objektvariablen
  - Schreibzugriff kann verhindert werden (Nur-Lese-Attribute)
  - Keine Instanzvariablen
- Syntax:

```
attribute type name;                    // read & write
readonly attribute type name;           // read-only
```

- Beispiel:

```
interface Account {
    readonly attribute float balance;
};
```

12 Schnittstellen – Operationen

- Methoden von CORBA-Objekten mit:
  - Methoden-Name
  - Rückgabe-Datentyp
  - Aufruf-Parameter
  - Exceptions
  - (Aufruf-Kontext)
- Syntax:

```
return_type name( parameter_list ) raises( exception_list );
```

- Nur der Methodenname ist signifikant
  - Kein Overloading durch Parametertypen
- Methodenaufruf mit "best-effort"-Semantik (keine Rückgabe-Werte und keine Exceptions erlaubt)

```
oneway void name( parameter_list );
```


12 Schnittstellen – Parameterübertragung

- Für jeden Parameter muss die Übertragungsrichtung angegeben werden:
  - **in** nur vom Klienten zum Server
  - **out** nur vom Server zum Klienten
  - **inout** in beiden Richtungen
- Syntax:

```
( copy_direction1 type1 name1, copy_direction2 type2 name2, ... )
```

- Beispiel:

```
interface Account {
    void makeDeposit( in float sum );
    void makeWithdrawal(  in float sum,
                          out float newBalance );
};
```

12 Schnittstellen – Vererbung

- Ableitung von neuen Schnittstellen von existierenden
- Mehrfache Vererbung möglich
- Syntax:

```
interface name : inherited_interface1, inherited_interface2, ... {
    Declaration of additional attributes and operations
};
```

- Namen von geerbten Attributen und Operationen müssen eindeutig sein.
  - Ausnahme: Bezeichner, die auf verschiedenen Pfaden geerbt werden, aber von der selben Basisklasse stammen, sind erlaubt.

12 Schnittstellen – Vererbung (2)

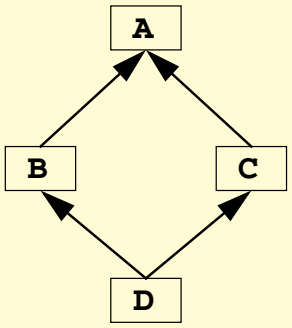
- Weder "Overloading" noch "Overriding" ist erlaubt:

```
module Foo {
    interface A {
        void draw( in float num );
    };

    interface B {
        void print( in float num);
        void print( in string str); // Fehler: Overloading
    };

    interface C: A, B {
        void draw( in float num);   // Fehler: Overriding
    };
};
```

12 Schnittstellen – Vererbung (3)

- Erlaubter Vererbungsgraph in CORBA:

```
module Foo {
    interface A {
        void draw( in float num );
    };

    interface B : A {
    };

    interface C : A {
    };

    interface D : B, C {
    };
};
```



13 Exceptions – User Exceptions

- Benutzer-Exceptions werden im Benutzercode auf Serverseite erzeugt und zum Klienten weitergereicht.
- Syntax:

```
exception name {
    Declaration of data elements
};
```

- Exceptions sind eine spezielle Form von Strukturen
  - Nur Datenelemente, keine Operationen
  - Keine Vererbung von Exceptions!
- Beispiel:

```
interface Account {
    exception Overdraft { float howMuch; };
    void makeWithdrawal( in float sum )
                raises( Overdraft );
};
```

13 Exceptions – System Exceptions

- "System Exceptions" werden vom ORB bei internen Fehlern erzeugt.

```
module CORBA {
    enum completion_status {  COMPLETED_YES, COMPLETED_NO,
                              COMPLETED_MAYBE};
    exception UNKNOWN {
        unsigned long      minor;
        completion_status  completed;
    };
    exception BAD_PARAM {
        unsigned long      minor;
        completion_status  completed;
    };
    exception NO_MEMORY  {
        unsigned long      minor;
        completion_status  completed;
    };
    exception COMM_FAILURE  {
        unsigned long      minor;
        completion_status  completed;
    };
```


14 Vorwärtsdeklarationen

- Problem: Zirkuläre Abhängigkeiten in den Deklarationendeclarations
  - Schnittstelle **A** enthält Operation **op_b()**, die Objekt vom Typ **B** liefert
  - Schnittstelle **B** enthält Operation **op_a()**, die Objekt vom Typ **A** liefert
- Lösung: Vorwärtsdeklaration
  - Deklariere einen Bezeichner für einen Typ, aber nicht den Typ selbst
- Beispiel:

```
interface B;       // Forward declaration
interface A {
    B op_b();
};
interface B {
    A op_a();
};
```

15 IDL-Zusammenfassung

- Beschreibung von Datentypen und Schnittstellen von CORBA-Objekten
- C++-ähnliche Syntax
- Primitive Datentypen (**`short`**, **`long`**, **`boolean`**, **`char`**, ...)
- Zusammengesetzte Datentypen (**`struct`**, **`union`**, **`enum`**)
- Arrays
- "Template types" (**`sequence`**, **`string`**, **`fixed`**)
- Objekt-**`interface`** mit Attributen und Operationen
- Fehlersignalisierung mit Exceptions

E.4 Abbildung von IDL nach Java

- Abbildung der IDL-Datentypen nach Java
- Abbildung von Objektschnittstellen nach Java

1 Allgemeine Bemerkungen

- Abbildung von IDL-Datentypen auf Java-Schnittstellen und Klassen
- Abbildungs-Spezifikation Version 1.2 vom August 2002
- Enthält Abbildung für die POA-Schnittstellen.
- Wichtige Ziele:
  - Portable Stubs
    - ➤ Stubs können über das Netzwerk geladen werden.
    - ➤ Stubs müssen mit jedem lokal installierten ORB funktionieren, unabhängig vom ORB-Kern.
    - ➤ Schnittstelle zwischen Stubs und ORB festgelegt, um Austauschbarkeit zu garantieren.
  - Umgekehrte Abbildung von Java nach IDL sollte möglich sein.
- Bezeichner von IDL werden unverändert in Java verwendet.
  - Bei Namenskollisionen wird _ (underscore) vorangestellt.

2 Primitive Typen

- Ganzzahlen
  - **`short`** wird zu **`short`**
  - **`unsigned short`** wird zu **`short`**
  - **`long`** wird zu **`int`**
  - **`unsigned long`** wird zu **`int`**
  - **`long long`** wird zu **`long`**
  - **`unsigned long long`** wird zu **`long`**
  - Grosse **`unsigned`**-Werte werden in Java negativ!
- Fliesskommazahlen
  - **`float`** wird zu **`float`**
  - **`double`** wird zu **`double`**
  - **`long double`** bisher nicht spezifiziert

2 Primitive Types (2)

- Zeichen
  - **`char`** wird zu **`char`**
  - **`wchar`** wird zu **`char`**
  - Weil Java **`char`** eine Obermenge von IDL **`char`** enthalten kann, kann das Marshalling eine **`CORBA::DATA_CONVERSION`**-Exception auslösen.
- **`boolean`** bleibt **`boolean`**
- **`octet`** wird zu **`byte`**
- **`any`**
  - Klasse **`org.omg.CORBA.Any`**
  - **`insert`**- und **`extract`**-Methoden für primitive Datentypes
  - Für andere Datentypen **`insert_`**- and **`extract`**-Methoden in der Helper-Klasse dieses Types

3 Helper-Klassen

- Eine Helper-Klasse für jeden IDL-Typ (hier *name*)

```
public class nameHelper {
    public static void insert( org.omg.CORBA.Any a, Name t )
        {...}
    public static name extract( org.omg.CORBA.Any a ) {...}
    public static org.omg.CORBA.TypeCode type() {...}
    public static String id() {...}
    public static name read(
        org.omg.CORBA.portable.InputStream istream ) {...}
    public static void write(
        org.omg.CORBA.portable.OutputStream ostream,
        name value ) {...}

    // nur für Helper von einem Interface
    public static name narrow( org.omg.CORBA.Object obj )
        {...}
}
```

3 Helper-Klassen (2)

- **`extract`** und **`insert`**
  - Methoden zum Einfügen und Entnehmen dieses Tyes in/aus **`any`**-Object
- **`type`** und **`id`**
  - Erfragen von Typ-Code und Typ-Information (Repository-ID) für diesen Typ
- **`read`** und **`write`**
  - Methoden zum Marshalling und Demarshalling in portablen Stubs
- **`narrow`**
  - Exisitiert nur in Helper-Klassen für **`interface`**
  - Modifikation der sichtbaren Schnittstelle einer Objektreferenz (Casting)

4 Holder-Klassen

- Java besitzt nur call-by-value-Semantik (Objektreferenzen können nicht verändert werden!).
- **`out`**- und **`inout`**-Parameters benötigen call-by-reference.
- Kapselung der Parameter in einem Holder-Objekt (hier für Typ *name*)

```
final public class nameHolder
            implements org.omg.CORBA.portable.Streamable {
    public name value;

    public nameHolder() {...}
    public nameHolder( name initial ) {...}

    public void _read( org.omg.CORBA.portable.InputStream i )
        {...}
    public void _write(org.omg.CORBA.portable.OutputStream o )
        {...}
    public org.omg.CORBA.TypeCode _type() {...}
}
```

5 IDLEntity

- Leere Markierungs-Schnittstelle
- Geerbt bei allen aus IDL generierten Schnittstellen und Klassen
- Deklaration:

```
package org.omg.CORBA.portable;

public interface IDLEntity extends java.io.Serializable
{}
```


6 Module

- IDL:

```
module name {
    Deklarationen
};
```

- Abbildung zu Java "**`package`**"
- Java:

```
package name;
```

Abbildung für Deklarationen

- Abbildung vom Modul **`CORBA`** zum Package **`org.omg.CORBA`**

7 Typ-Deklarationen

- IDL:

```
typedef existing_type alias;
```

- Java:
  - Nur Helperklasse für *alias*
  - Für den Typ selbst muss Abbildung von *existing_type* benutzt werden.

- Beispiel:

```
// IDL
typedef long IDNumber;

// Java
public class IDNumberHelper {...}
final public class IDNumberHolder
        implements org.omg.CORBA.portable.Streamable {
    public int value;
    ...
}
```


8 Strukturen

- IDL:

```
struct name {
    Deklaration von struct-Elementen
};
```

- Abbildung zu einer "**`public final`**"-Klasse mit Helper und Holder
  - Elemente werden zu "**`public`**" Variablen
  - Leerer Konstruktor, sowie Konstruktor, der alle Variablen initialisiert

- Java:

```
public final class name
    implements org.omg.CORBA.portable.IDLEntity
{
    Mapping for structure elements as public variables
    public name() {}
    public name( Mapping_for_structure_elements ) {...}
}
```

8 Strukturen (2)

- Beispiel:

```
// IDL
struct Beispiel {
    float value;
    char currency;
};

// Java
final public class Beispiel
    implements org.omg.CORBA.portable.IDLEntity
{
    public float value;
    public char currency;
    public Beispiel() {}
    public Beispiel( float value, char currency ) {
        this.value = value;
        this.currency = currency;
    }
}
```


9 Aufzählungen

- IDL:

```
enum name {
    value1, value2, ...
};
```

- Abbildung auf eine "**`public final`**"-Klasse mit **`Helper`** and **`Holder`**
  - ◆ Werte werden auf Integer-Werte abgebildet (Bezeichner *_value1, ...*).
  - ◆ Statische Instanzen innerhalb der Enumeration-Klasse
- Java:

```
public final class name
        implements org.omg.CORBA.portable.IDLEntity
{   public static final int _value1 = int_value1;
    public static final name value1 = new name( _value1 );
    ...
    private final int __value;
    private name( int value ) { this.__value = value; }
    public int value() { return __value; }
    public static name from_int( int value ) {...};
}
```

9 Aufzählungen

- Beispiel:

```
// IDL
enum Color { GREEN, RED, BLUE };

// Java
final public class Color
    implements org.omg.CORBA.portable.IDLEntity
{
    private int __value;
    private int __size = 3;

    final public static int _GREEN = 0;
    final public static Color GREEN = new Color( _GREEN );
    final public static int _RED = 1;
    final public static Color RED = new Color( _RED );
    final public static int _BLUE = 2;
    final public static Color BLUE = new Color( _BLUE );

    private Color( int value ) { this.__value = value; }
    public int value() { return __value; }
    public static Color from_int( int value ) {
        switch( value ) {...}
    }
}
```


10 Arrays

- IDL:

```
typedef element_type name[positive_constant][positive_constant]...;
```

- Abbildung auf Java Arrays, sowie **`Helper`** und **`Holder`**
  - Array-Elemente haben den Datentyp, der sich aus der Java-Abbildung von *element_type* ergeben.

- Beispiel:

```
// IDL
typedef long Matrix[3][3];

// Java
public class MatrixHelper {...}
final public class MatrixHolder
        implements org.omg.CORBA.portable.Streamable {
    public int[][] value;
    ...
}
```

11 Sequences

- IDL:

```
typedef sequence<element_type> name;                    // unbounded
typedef sequence<element_type,positive_constant> name;  // bounded
```

- Abbildung genauso wie bei eindimensionalen Arrays
  - Längenüberprüfung für "bounded sequences" wird nur beim Marshalling gemacht.
- Beispiel:

```
// IDL
typedef sequence<long> Longs;

// Java
public class LongsHelper {...}
final public class LongsHolder
        implements org.omg.CORBA.portable.Streamable {
    public int[] value;
    ...
}
```


12 Zeichenketten

- IDL:

```
typedef string name;                    // unbounded
typedef string<positive_constant> name; // bounded
typedef wstring name;                   // unbounded
```

- Abbildung auf **`java.lang.String`**
  - Exceptions beim Marshalling, wenn die Länge überschritten wird oder Zeichen nicht auf CORBA **`char`** abgebildet werden können
  - Holderklasse: **`org.omg.CORBA.StringHolder`**
- Beispiel:

```
// IDL
typedef string<80> Name;

// Java
public class NameHelper {...}
```

13 Konstanten

- Symbolische Namen für spezielle Werte
- IDL:

```
const type name = constant_expression;
```

- Abbildung von lokalen Konstanten in IDL-Schnittstellen
  - **"final public static"**-Variablen im Java-Interface
  - Beispiel:

```
// IDL
interface Beispiel {
    const Color WARNING = RED;
};

// Java
public interface Beispiel ... {
    final public static Color WARNING = (Color) Color.RED;
    ...
}
```


13 Konstanten (2)

- Abbildung von Konstanten außerhalb von IDL-Schnittstellen
  - Eigene Klasse mit Namen der Konstanten und lokalen Wert *value*
  - Beispiel:

```
// IDL
module Beispiel {
    const Color WARNING = RED;
};

// Java
package Beispiel;
public interface WARNING {
    final public static Color value = (Color) Color.RED;
};
```

14 Schnittstellen

- IDL:

```
interface name {
    Deklaration von Attributen und Operationen (sowie Typen und Exceptions)
};
```

- Abbildung auf:
  - **public** Java interface *name***Operations**
  - **public** Java interface *name*
  - *name***Helper**- und *name***Holder**-Klassen
  - Stub- und Skeleton-Klasse

14 Schnittstellen (2)

- Java:

```
public interface nameOperations
{
    Mapping for attributes and operations
}
public interface name extends org.omg.CORBA.Object,
        nameOperations, org.omg.CORBA.portable.IDLEntity
{...}

final public class nameHolder
        implements org.omg.CORBA.portable.Streamable {...}
public class nameHelper {...}
```

14 Schnittstellen – Vererbung

- IDL:

```
interface name : inherited_interface1, inherited_interface2, ... {
    Declaration of additional attributes and operations
};
```

- Abbildung auf Vererbung von Java-Schnittstellen
- Java:

```
public interface nameOperations
        extends inherited_interface1Operations,
                inherited_interface2Operations, ...
{
    Mapping for additional attributes and operations
}
public interface name
        extends inherited_interface1, inherited_interface2, ...,
        nameOperations, org.omg.CORBA.portable.IDLEntity
{}
final public class nameHolder
        implements org.omg.CORBA.portable.Streamable {...}
public class nameHelper {...}
```


14 Schnittstellen – Attribute

- IDL:

```
attribute type name;                    // read & write
readonly attribute type name;           // read-only
```

- Abbildung auf ein Paar von Zugriffsmethoden
- Java:

```
public Mapping_for_type name();                 // get attribute
public void name( Mapping_for_type );           // set attribute (not if read-only)
```

- Beispiel:

```
// IDL
interface Account {
    readonly attribute float balance;
};

// Java
public interface AccountOperations {
    public float balance();
}
```

14 Schnittstellen – Operationen

- IDL:

```
return_type name( parameter_list ) raises( exception_list );
```

- Abbildung auf Methoden im Java-Interface
- Java:

```
public Mapping_for_return_type name( Mapping_for_parameter_list )
    throws Mapping_for_exception_list;
```


14 Schnittstellen – Parameterübertragung

- IDL:

```
( copy_direction1 type1 name1, copy_direction2 type2 name2, ... )
```

- Abbildung von Parametertypen hängt von der Kopierrichtung ab:
  - **in** nach *Mapping_for_type*
  - **out** und **inout** nach *type***Holder**
- Beispiel:

```
// IDL
interface Account {
    void makeWithdrawal(  in float sum,
                          out float newBalance );
};

// Java
public interface AccountOperations {
    public void makeWithdrawal(  float sum,
                                 FloatHolder newBalance );
}
```

14 Schnittstellen

- Beispiel:

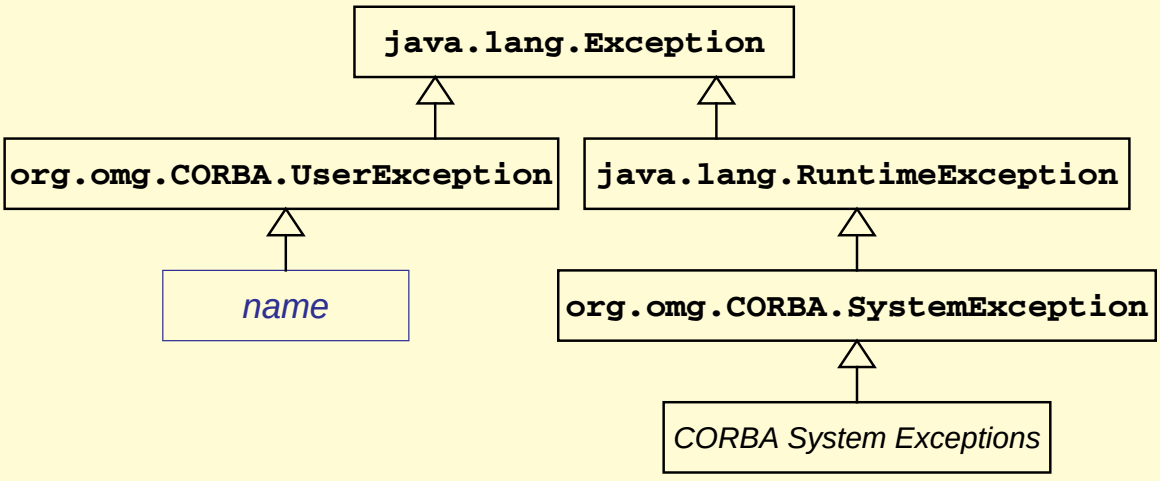
```
//IDL
module Bank {
    interface Account {
        void withdraw(in double amount);
        void deposit(in double amount);
        void transfer(inout Account src, in double amount);
        readonly attribute double balance;
    };
};

// Java
package Bank;
public interface AccountOperations {
    public void withdraw(double amount);
    public void deposit(double amount);
    public void transfer(AccountHolder src, double amount);
    public double balance();
}
public interface Account extends org.omg.CORBA.Object,
    AccountOperations, org.omg.CORBA.portable.IDLEntity {}
```


15 Exceptions

- IDL:

```
exception name {
    Declarations of data elements
};
```

- Abbildung auf "**`final public`**"-Klasse in folgender Klassenhierarchie:



15 Exceptions (2)

- Abbildung von lokalen Exceptions innerhalb eines IDL-Interface *name* auf "**`final public`**"-Klassen im Paket *name***`Package`**
- Beispiel:

```
// IDL
interface Account {
    exception Overdraft { float howMuch; };
    void withdraw( in double amount )raises( Overdraft );
};

// Java
public interface AccountOperations {
    public void withdraw( double amount )
        throws AccountPackage.Overdraft;
}
public interface Account extends ... {}

package AccountPackage;
final public class Overdraft
        extends org.omg.CORBA.UserException {
    public float howMuch;
    ...
}
```


15 Exceptions (3)

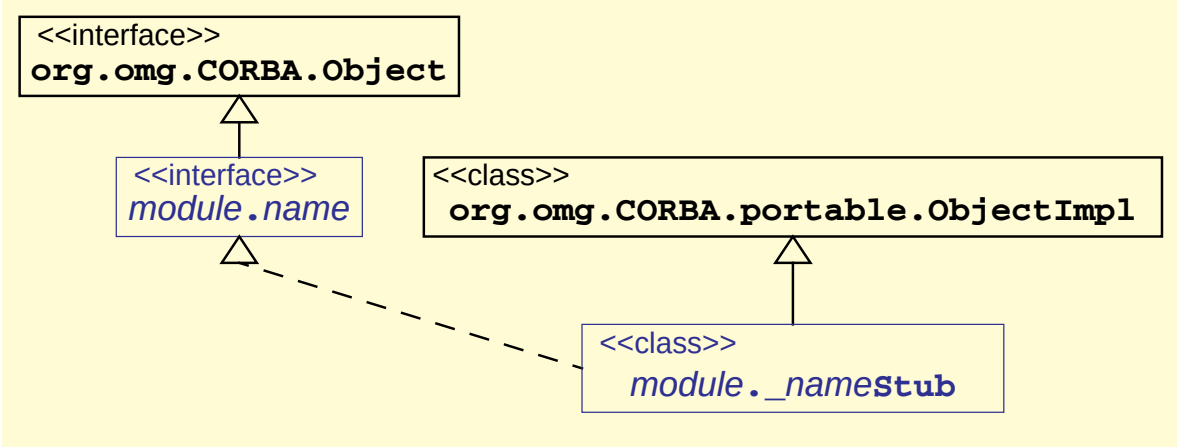
- Zusätzlich: Erzeugung von Helper- und Holder-Klassen
- Abbildung von CORBA-Systemexceptions auf "**`final public`**"-Unterklassen von **`org.omg.CORBA.SystemException`**

```
package org.omg.CORBA;
abstract public class SystemException
        extends java.lang.RuntimeException {
    public int minor;
    public CompletionStatus completed;
    protected SystemException(      String reason, int minor,
                                    CompletionStatus status) {
        super(reason); this.minor = minor;
        this.status = status;
    }
}
// CORBA::UNKNOWN
final public class UNKNOWN
        extends org.omg.CORBA.SystemException {
    public UNKNOWN() ...
    public UNKNOWN(String reason) ...
    ...
}
```


MW - Übung

16 Stubs

- Klient hat lediglich eine Java-Referenz auf das lokale Proxy-Objekt.
  - Stub-Objekt
  - Stub-Klasse wird automatisch aus der IDL-Beschreibung erzeugt
  - Stub-Objekte sind transparent für den Benutzer – Automatische Erzeugung und Vernichtung durch das CORBA-System.
- Klassenhierarchie für IDL-**`interface`** *module::name*



17 Zusammenfassung der Java-Abbildung

- Für jede IDL-Definition gibt es zwei Klassen:
  - Eine Holder-Klasse zur Übertragung von "out"- und "inout"-Parametern
  - Eine Helper-Klasse zum Marshalling und zum Einfügen/Extrahieren in/aus **`any`**-Objekten
- Primitive Datentypen werden auf Java-Typen abgebildet (Achtung: keine eins-zu-eins-Beziehung).
- IDL-Arrays und Sequenzen sind Java-Arrays.
- Für andere konstruierte Typen gibt es spezielle Klassen.
- IDL-Schnittstellen werden auf Java-Schnittstellen abgebildet.
- IDL-Exceptions sind spezielle Java-Exception-Klassen.
- Klienten besitzen Java-Referenzen auf Stub-Objekte.

E.5 Java-Klienten

- Was fehlt noch für einen vollständigen Klienten?
- Wie bekommt man die erste Referenz auf ein CORBA-Objekt?
- Beispiel "Hello World!"

1 CORBA Pseudo-Objekte

- Keine echten CORBA-Objekte
  - Nur lokal sinnvoll
  - Keine entfernter Zugriff möglich.
- Beispiele:
  - **`CORBA::Object`** Features von CORBA-Objektreferenzen
  - **`CORBA::ORB`** Schnittstelle zu ORB-Features
  - **`PortableServer::POA`** Schnittstelle zum Portable Object Adaptor
- Seit CORBA 2.5: Spezifikation von lokalen Schnittstellen in IDL ("local interface")

2 Objektreferenzen – CORBA::Object

- Operationen, die ein Klient an jedem CORBA-Objekt aufrufen kann:

```
module CORBA {
    interface Object {                                    // PIDL
        InterfaceDef get_interface();
        boolean is_nil();
        Object duplicate();
        void release();
        boolean is_a( in string logical_type_id );
        boolean non_existent();
        boolean is_equivalent( in Object other_object );
        unsigned long hash( in unsigned long maximum );
        Status create_request(    in Context ctx,
                                  in Identifier operation,
                                  in NVList arg_list,
                                  inout NamedValue result,
                                  out Request request,
                                  in Flags req_flags );
        ...
    };
};
```


2 Objektreferenzen – CORBA::Object

- **`InterfaceDef get_interface()`**
  - Liefert eine Interface-Beschreibung (vom Interface Repository) für dieses Objekt zurück.
  - Normalerweise in Verbindung mit dem Dynamic Invocation Interface (DII) verwendet
- **`boolean is_nil()`**
  - Überprüft, ob dies eine gültige Objektreferenz ist.
- **`Object duplicate()`**
  `void release()`
  - Kopieren und Löschen von Objektreferenzen
  - Referenzzählung nur lokal im Klienten
  - Die Objektimplementierung wird nicht informiert.

2 Objektreferenzen – CORBA::Object

- **`boolean is_a( in string logical_type_id )`**
  - Überprüft, ob das Objekt eine bestimmtes Interface implementiert.
  - Interface Repository ID als String, z.B. **`IDL:Bank/Account:1.0`**
- **`boolean non_existent()`**
  - Überprüft, ob dies eine Implementierung für dieses Objekt ist.
- **`unsigned long hash( in unsigned long maximum )`**
  - Hash, um Objektreferenzen zu unterscheiden
- **`boolean is_equivalent( in Object other_object )`**
  - Überprüft, ob zwei Referenzen auf das selbe CORBA-Objekt zeigen.
  - Achtung: nur "best-effort"-Semantics
    - ➤ true: Referenzen zeigen auf das selbe Objekt.
    - ➤ false: Referenzen zeigen wahrscheinlich auf verschiedene Objekte.
- **`Status create_request( ... )`** Erzeuge einen DII-Request

3 Objektreferenzen – org.omg.CORBA.Object

- Java-Abbildung auf das Interface **`org.omg.CORBA.Object`**

```
package org.omg.CORBA;

public interface Object {
    boolean _is_a( String Identifier );
    boolean _is_equivalent( Object that );
    boolean _non_existent();
    int _hash( int maximum );
    org.omg.CORBA.Object _duplicate();
    void _release();
    ImplementationDef _get_implementation();
    InterfaceDef _get_interface();
    ...
}
```

- **`duplicate`** und **`release`** nicht wirklich notwendig.
  - Java verwendet internen Garbage Collector anstatt Referenzzählung.
- Achtung: Einfach "**`Object`**" bedeutet immer **`java.lang.Object`**!

4 Die ORB-Schnittstelle – CORBA::ORB

- Standard-Operationen des ORBs

```
module CORBA {
    interface ORB {                                          // PIDL
        string object_to_string( in Object obj );
        Object string_to_object( in string str );

        typedef string ObjectId;
        typedef sequence<ObjectId> ObjectIdList;
        exception InvalidName {};
        ObjectIdList list_initial_services();
        Object resolve_initial_references(
                in ObjectId identifier ) raises (InvalidName);

        ...
    };
};
```


4 Die ORB-Schnittstelle – CORBA::ORB

- **`string object_to_string( in Object obj )`**
  `Object string_to_object( in string str )`
  - ◆ Umwandlung von Objektreferenzen in eindeutige Strings und umgekehrt
  - ◆ String-Format: **`IOR:00202020`**...
- **`ObjectIdList list_initial_services()`**
  - ◆ Liste von Diensten, die der ORB kennt, z.B. Namensdienst
- **`Object resolve_initial_references( in ObjectId identifier ) raises (InvalidName)`**
  - ◆ Liefert Objektreferenz auf den angeforderten ORB-Dienst zurück.
  - ◆ **`ObjectId`** ist ein String, z.B. "**`NameService`**".

5 Die ORB-Schnittstelle – org.omg.CORBA.ORB

- Java-Abbildung auf abstrakte Klasse **`org.omg.CORBA.ORB`**

```
package org.omg.CORBA;

public abstract class ORB {

    public abstract String[] list_initial_services();
    public abstract org.omg.CORBA.Object
        resolve_initial_references( String object_name )
            throws org.omg.CORBA.ORBPackage.InvalidName;

    public abstract String
        object_to_string( org.omg.CORBA.Object obj );
    public abstract org.omg.CORBA.Object
        string_to_object( String str );

    ...
}
```


6 ORB-Initialisierung

- Erster Schritt in jeder CORBA-Anwendung
- Liefert Referenz auf ein **`CORBA::ORB`**-Objekt.
- PIDL-Spezifikation

```
module CORBA {                                          // PIDL
    typedef string ORBid;
    typedef sequence<string> arg_list;
    ORB ORB_init(  inout arg_list argv,
                   in ORBid orb_identifier);
};
```

- Auswahl eines ORBs (falls es mehr als einen gibt) via ORBid
- ORB-Parameter in Kommandozeilenargumenten
  - z.B. **`-ORB`**<suffix> <value>

7 ORB-Initialisation – org.omg.CORBA.ORB

- Java: Initialisierung über statische Methoden in **`org.omg.CORBA.ORB`**

```
public abstract class ORB {
    ...
    public static ORB init(Strings[] args,
                           Properties props );
    public static ORB init( Applet app, Properties props );
    public static ORB init();
    ...
}
```

  - Spezielle **`init`**-Methode für ORB innerhalb eines Applet
  - **`init()`** ohne Parameter liefert nur einen Singleton-ORB.
    - ➤ Kann nur spezielle Strukturen wie Typecodes erzeugen
    - ➤ Nicht geeignet für entfernte Methodenaufrufe

- Java-Properties zur Auswahl von ORB-Features, z.B.
  - **`org.omg.CORBA.ORBClass`** Klasse, die von **`init`** geliefert wird (implementiert **`org.omg.CORBA.ORB`**), z.B. **`com.ooc.CORBA.ORB`**

8 "Hello World"-Client - Interface

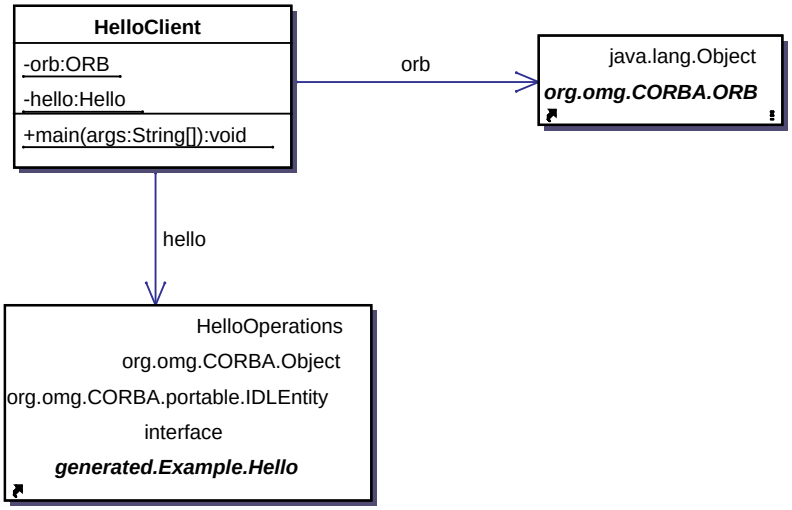
- IDL-Interface: Hello.idl

```
module Example {
    interface Hello {
        string say( in string msg );
    };
};
```

8 "Hello World"-Client - Implementierung

```
// client/HelloClient.java
package client;

import generated.Example.*;
import org.omg.CORBA.*;

public class HelloClient {
    public static void main( String[] args ) {
        try {
            // Initialise ORB
            ORB orb = ORB.init( args, null );
            // Read object reference from file Hello.ior
            BufferedReader br = new BufferedReader(
                                    new FileReader("Hello.ior"));
            String s = br.readLine();
            // Create a stub object
            org.omg.CORBA.Object o = orb.string_to_object(s);
            // Narrow to the Hello interface
            Hello hello = HelloHelper.narrow( o );
            // Do the call
            System.out.println( hello.say( " world!" ) );
        } catch(Throwable t) {
            t.printStackTrace();
        }
    }
}
```


8 "Hello World"-Client - Klassen



8 "Hello World"-Client - Starten

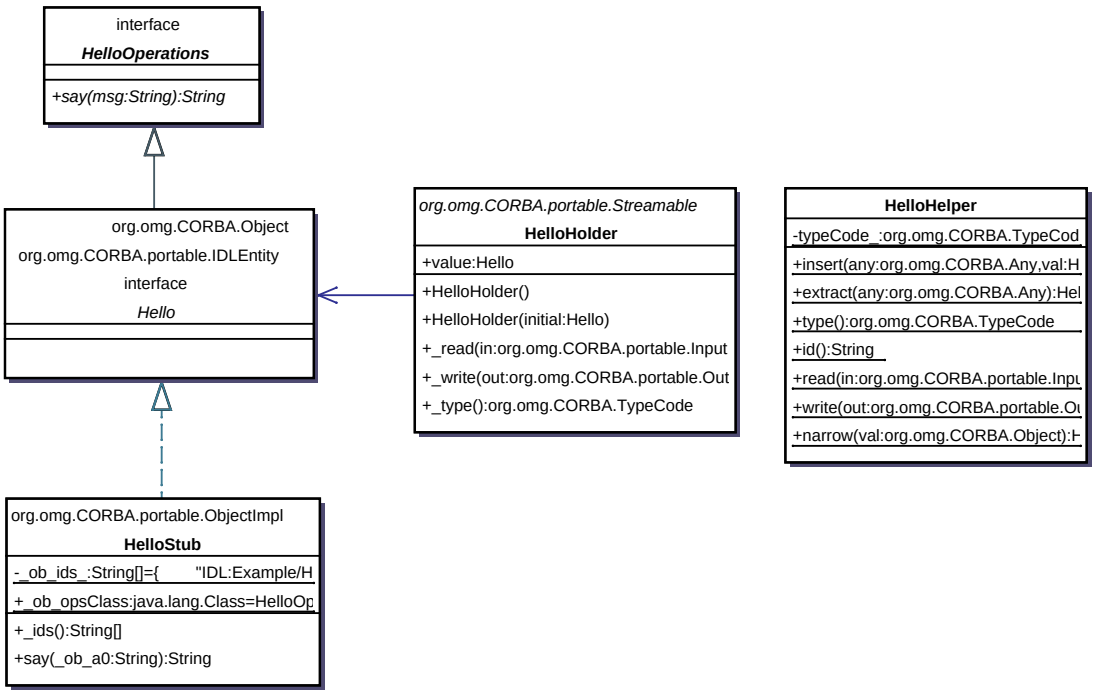
- Compilieren&Starten mit JDK 1.5 (/local/java-1.5/)

```
> idlj [-fclient] Hello.idl
> javac HelloClient.java
> java HelloClient
```

- Compilieren&Starten mit JacORB (/local/JacORB/)

```
> idl Hello.idl
> javac HelloClient.java
> jaco HelloClient

> java -Xbootclasspath:${JACORB_HOME}/lib/jacorb.jar:\
    ${JRE_HOME}/lib/rt.jar:${CLASSPATH} \
    -Dorg.omg.CORBA.ORBClass=org.jacorb.orb.ORB \
   -Dorg.omg.CORBA.ORBSingletonClass=
                  org.jacorb.orb.ORBSingleton HelloClient
```


8 "Hello World"-Client – Generierte Klassen

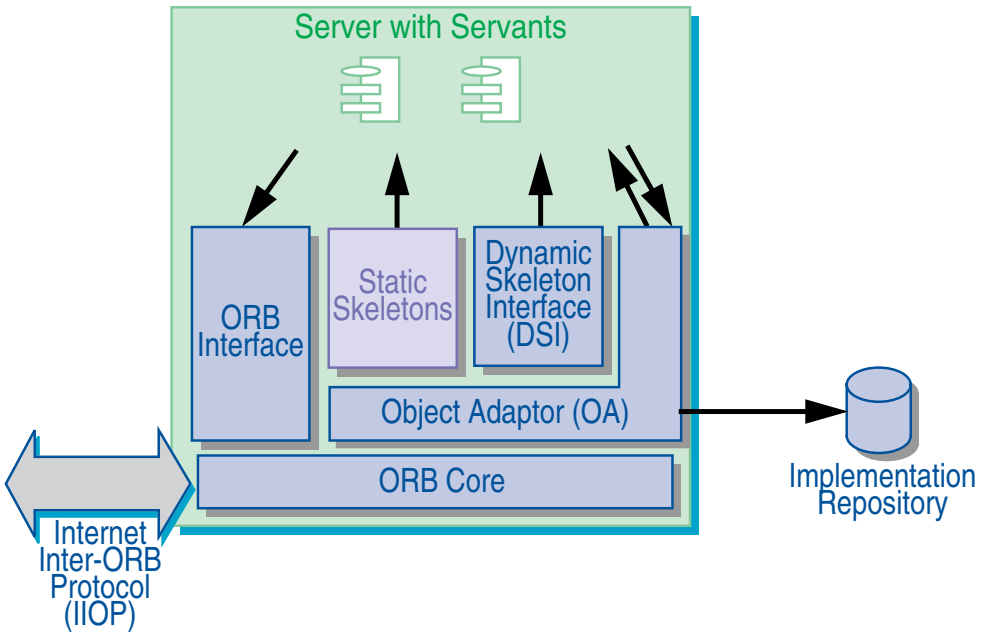


E.6 Implementierung von CORBA-Objekten

1 CORBA-Objekte

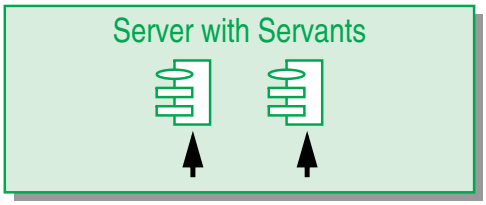
- Zugriff auf CORBA-Objekte über Objektreferenzen
  - CORBA-Objekt existiert, sobald die erste Referenz erzeugt wird.
- Funktionalität von CORBA-Objekten durch Servants bereitgestellt
  - Servants sind in einer Programmiersprache geschrieben.
  - Servant existiert möglicherweise noch nicht, wenn das CORBA-Objekt erzeugt wird.
  - Zu jeder Zeit höchstens ein Servant pro CORBA-Objekt
  - Aber verschiedene Servants zu verschiedenen Zeitpunkten möglich

2 Server-Architectur



3 Der Server und Servants

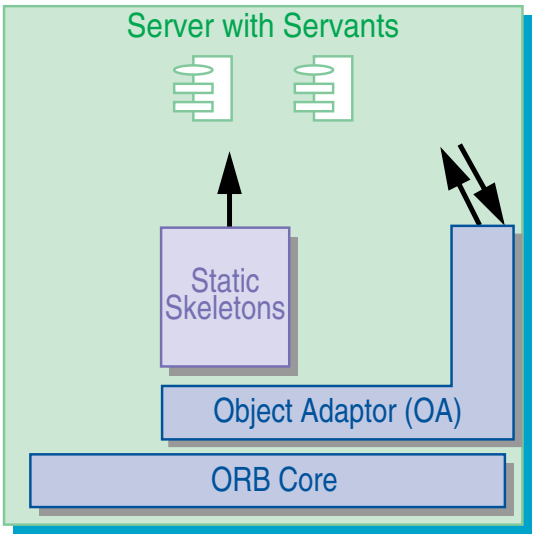
- Server
  - Prozess, der Implementierungen (Servants) von CORBA-Objekten verwaltet



- Servant
  - Implementierung von genau einem CORBA-Objekt
  - In OO-Sprachen: Spezielles Objekt, das die IDL-Schnittstelle implementiert
  - In Nicht-OO-Sprachen: Menge von Funktionen, die die IDL-Schnittstelle implementieren, und eine Datenstruktur zur Identifikation der Instanz
  - Viele Servants pro Server möglich

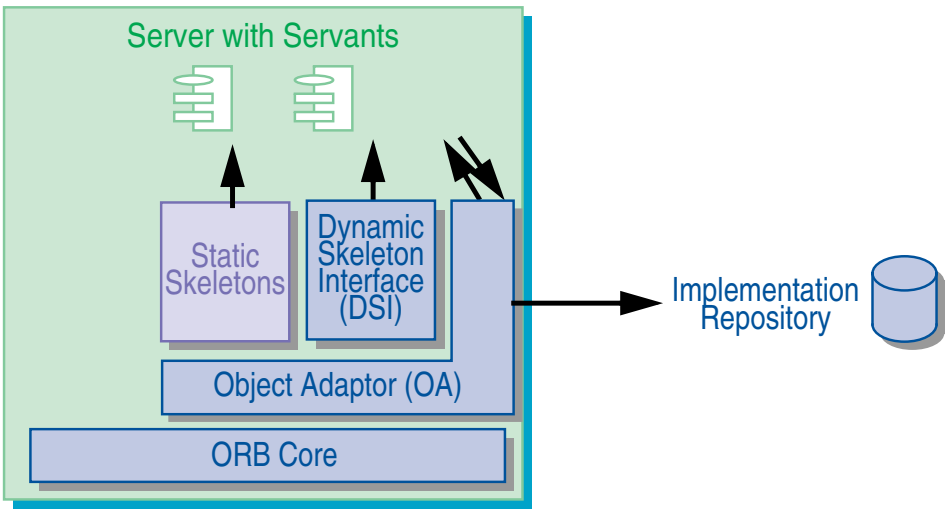
4 Statische Skeletons

- Können ebenfalls aus der IDL-Schnittstelle erzeugt werden
- Demarshalling von Aufrufparametern, Weiterleitung an den Servant
- Marshalling von Rückgabewerten oder Exceptions des Aufrufs



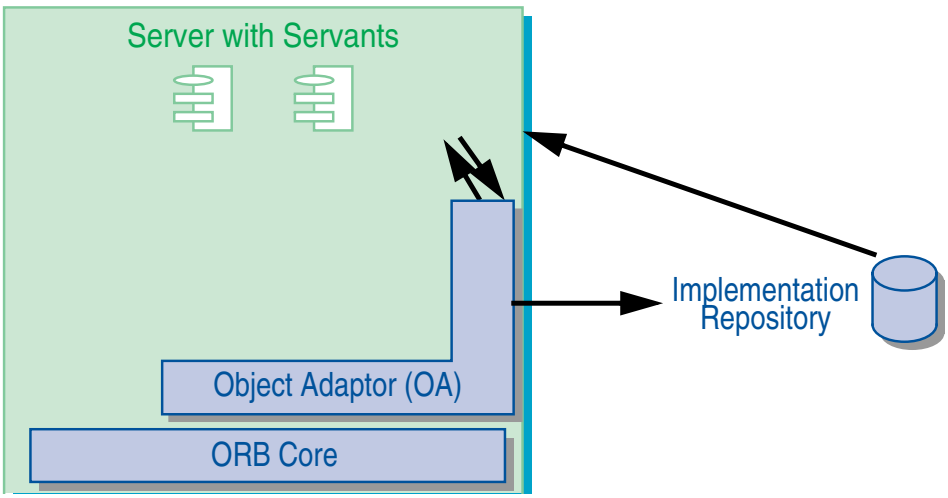
5 Object Adaptor

- Aufrufweiterleitung vom ORB-Core an die Skeletons
- Erzeugung und Verwaltung von Objektreferenzen
- Dynamische Aktivierung von Servants
- bis CORBA 2.1: Basic Object Adaptor (BOA), jetzt Portable OA (POA)



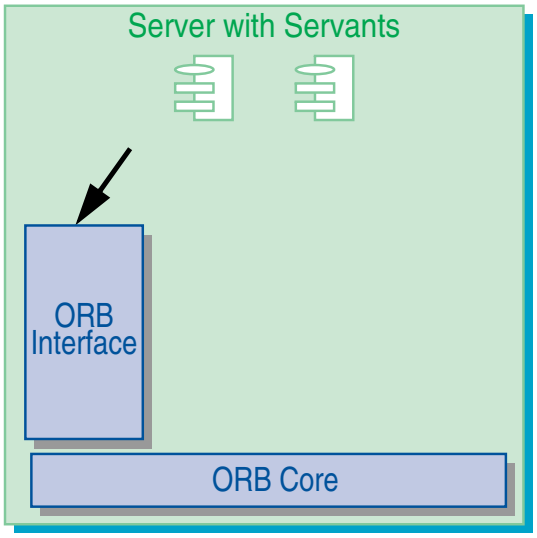
6 Implementation Repository

- Datenbank für Implementierungen von CORBA-Objekten
  - ◆ Informationen über welches Objekt von welchem Servant implementiert wird
- Oft mit "Location Forwarding Service" kombiniert
  - ◆ Dynamische Erzeugung von Server-Prozessen
  - ◆ Aufrufweiterleitung zu den dynamisch gestarteten Servern



7 ORB-Schnittstelle

- Export von initialen Objektreferenzen (ORB, OAs, Naming Service, ...)
- Manipulation von Objektreferenzen (Umwandlung in Strings und zurück)



8 Zusammenfassung Server

- Servants implementieren CORBA-Objekte.
- Server-Prozess verwaltet Servants.
- Skeletons leiten Aufrufe an Servants weiter.
- Object Adaptor verwaltet Lebenszyklus von Servants.
- Implementation Repository enthält Informationen über aktive Server und deren Servants.

E.7 Einfacher Java-Server (POA)

- Verwendung des "Portable Object Adaptor" (POA)
- Erzeugen und Aktivieren von Servants

1 Servant

- Objekt, das die Funktionalität das CORBA-Objekts implementiert
- Semantik:
  - Jede Erzeugung eines Servant erzeugt ein zugeordnetes CORBA-Objekt.
  - Nach Zerstörung des Servant existiert das zugeordnete CORBA-Objekt nicht mehr.
- IDL:

```
module PortableServer {                                    // PIDL
    native Servant;
};
```

- Java-Abbildung in eine abstrakte Klasse:

```
package org.omg.PortableServer;

public abstract class Servant {
    ...
};
```

2 Skeleton

- Basisklasse für die Implementierung des Servants
- IDL:

```
module module {
    interface name { ... };
};
```

- Java-Abbildung in eine abstrakte Klasse *name*`POA`:

```
package module;

public abstract class namePOA
        extends org.omg.PortableServer.Servant
        implements org.omg.CORBA.portable.InvokeHandler,
            nameOperations
{
    public org.omg.CORBA.portable.OutputStream _invoke(
        String op, org.omg.CORBA.portable.InputStream i,
        org.omg.CORBA.portable.ResponseHandler handler)
    { ... }
    public name _this( org.omg.CORBA.ORB orb ) { ... }
    ...
}
```


2 Skeleton

- `OutputStream _invoke( String op, InputStream i, ... )`
  - Unmarshalling der Paramter von `InputStream`
  - Weiterleitung an die Operation namens `op`
  - Marshalling der Rückgabewerte nach `OutputStream`
- *`name`* `_this( org.omg.CORBA.ORB orb )`
  - Aktiviert ein neues CORBA-Objekt.
  - Ordnet den Servant dem neuen CORBA-Objekt zu.
  - Liefert eine Objektreferenz zurück (einen lokalen Stub).
  - Mechanismus wird auch *"implizite Aktivierung"* genannt.
- Skeleton wird automatisch durch den IDL-Compiler erzeugt, z.B. mit

```
> idlj -fserver Hello.idl
```

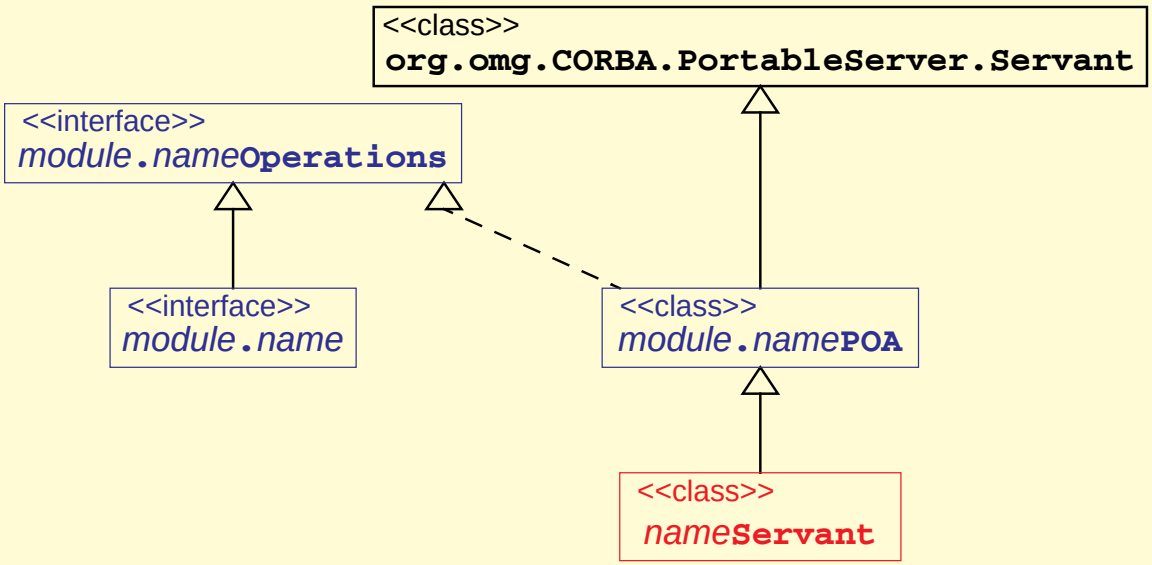
3 Implementierung Servant

- Eigene Implementierung der Objektfunktionalität
- Erbt von der Skeleton-Klasse
- Namenskonvention: *name***Servant**

```
public class nameServant extends module.namePOA {
    Implementation of methods for attributes and operations
}
```


4 Hierarchie der Servant-Implementierung

- Klassenhierarchie für das IDL-Interface *module::name*



4 Hierarchie der Servant-Implementierung

- Beispiel: Erzeugte Schnittstellen und Klassen

```
public interface AccountOperations {
    public void withdraw( double amount )
        throws AccountPackage.Overdraft;
}
public interface Account extends org.omg.CORBA.Object,
    AccountOperations, ...
{}

public abstract class AccountPOA
    extends org.omg.PortableServer.Servant
    implements AccountOperations, ...
{ ... }
```

- Beispiel: Servant

```
public class AccountServant extends AccountPOA {
    public void withdraw( double amount )
        throws AccountPackage.Overdraft {
        // Implementation of withdraw
    }
}
```


5 Was fehlt noch?

- ORB-Initialisierung (siehe Klient)
- POA-Aktivierung
  - Referenz auf RootPOA via **`resolve_initial_references`**

```
org.omg.CORBA.Object o =
                orb.resolve_initial_references( "RootPOA" );
```

  - "Narrow" auf das Interface **`org.omg.PortableServer.POA`**

```
org.omg.PortableServer.POA poa =
                org.omg.PortableServer.POAHelper.narrow( o );
```

  - POA aktivieren via **`org.omg.PortableServer.POAManager`**

```
poa.the_POAManager().activate();
```

- ORB-Hauptschleife
  - Verarbeitung von Anforderungen starten: Methode **`run()`** in **`org.omg.CORBA.ORB`**

```
orb.run();
```

6 "Hello World"-Server - Interface

- IDL-Interface: Hello.idl

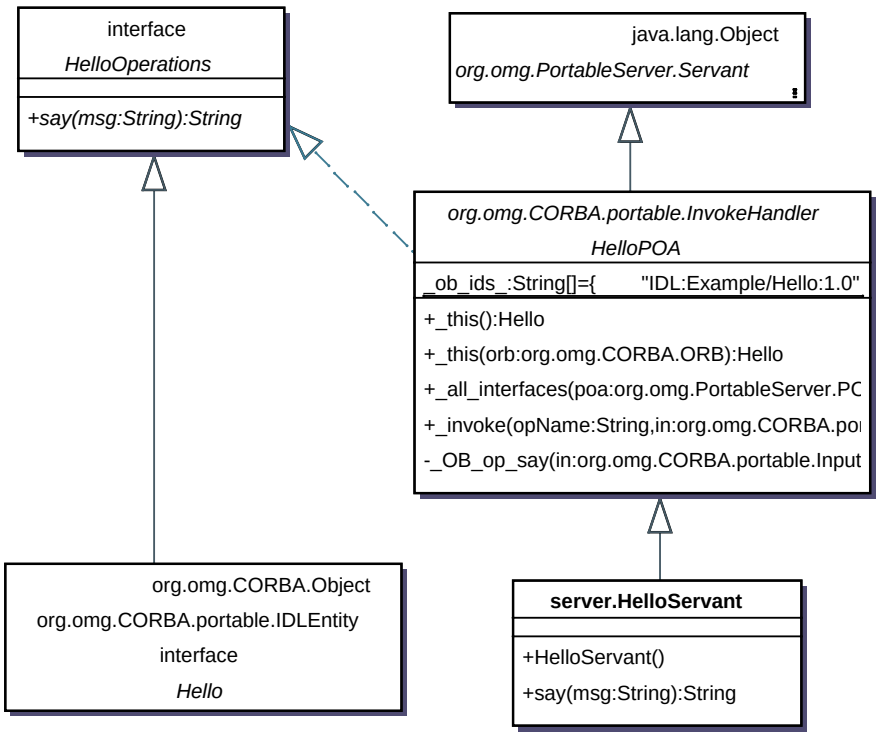
```
module Beispiel {
    interface Hello {
        string say( in string msg );
    };
};
```


6 "Hello World"-Server - Implementierung

- Servant-Implementierung mittels Vererbung

```
// server/HelloServant.java

import generated.Example.*;

public class HelloServant extends HelloPOA {

    // Constructor
    public HelloServant() {
        super();
    }

    // Operation Beispiel::Hello::say from IDL
    public String say( String msg ) {
        System.out.println( "say() called" );
        return "Hello" + msg;
    }
}
```

6 "Hello World"-Server - Klassen



6 "Hello World"-Server - Startup

```
// server/HelloServer.java
import generated.Example.*;
import org.omg.CORBA.*;
import java.io.*;
import org.omg.PortableServer.*;

public class HelloServer {
    public static void main( String[] args ) {
        try {
            // Initialize ORB
            ORB orb = ORB.init( args, null );

            // Get the RootPOA
            POA poa = POAHelper.narrow(
                orb.resolve_initial_references( "RootPOA" ));

            // Activate the RootPOA
            poa.the_POAManager().activate();

            // Create the hello servant object
            HelloServant hServ = new HelloServant();

            org.omg.CORBA.Object obj =
                 poa.servant_to_reference(hServ);

            // to be continued ...
```

6 "Hello World"-Server - Startup (2)

```
            // Write reference
            PrintWriter pw = new PrintWriter(new FileWriter(
                        "/proj/i4oovs/pub/hello/Hello.ior"));
            pw.println( orb.object_to_string( obj );
            pw.close();

            // Wait for request
            orb.run();

        } catch( org.omg.CORBA.SystemException e ) {
            //...
        } catch( Throwable t ) {
            //...
        }
    }
}
```


7 Zusammenfassung

- Initialisierung des ORB
- Aktivierung des POA
- Instantiierung von Servant(s)
- Aktivierung von Servant(s)
- Registrierung von Servant(s) beim Name Service
- Starten der ORB-Hauptschleif