# B CORBA-Programmierung

## B.1 Einführung

- 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
  - (CORBAfacilities)
  - 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
  - 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 Versions (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 2.5 (Oktober 2001)
- CORBA 2.6 (Dezember 2001)
- CORBA 3 – der nächste offizielle Release, derzeit in Entwicklung
  - "Huge hype"
  - CORBA-Komponentenmodell

## 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/
- Lokale Spiegelung von interessanten OMG-Dokumenten
  - file:/proj/i4doc/CORBA/OMG/docs/index.html
  - Auch über die Webseiten der OOVS-Übung erreichbar
- Viele Bücher von sehr unterschiedlicher Qualität
  - Liste mit ausgewählten Titeln auf den Webseiten der OOVS-Übung
- Vorsicht vor CORBA-Produktdokumentation
  - Oft werden proprietäre Erweiterungen beschrieben






## 4 CORBA-Produkte versus CORBA-Standard

- Keine etabliertes "CORBA"-Zertifikat
  - Jeder kann behaupten, zu CORBA Version x.y kompatibel zu sein
  - Open Group beginnt mit Produkt-Zertifizierung
- 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






# B.2 Verwendung von CORBA-Objekten

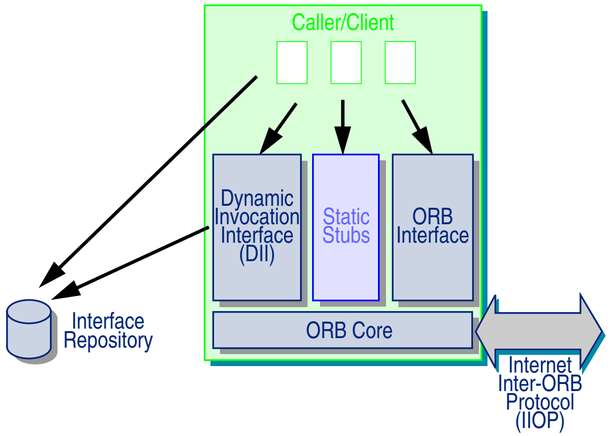
## 1 CORBA-Objekte aus Sicht des Klienten

- 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)



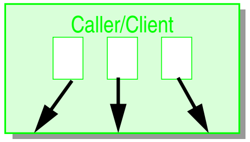



## 2 Architektur des Aufrufers/Klienten



## 3 Der Klient

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



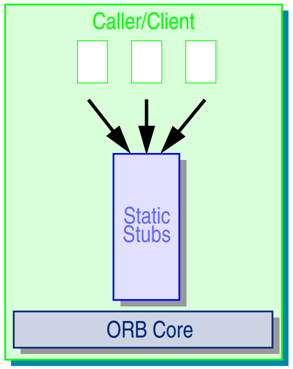






## 4 Statische Stubs

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



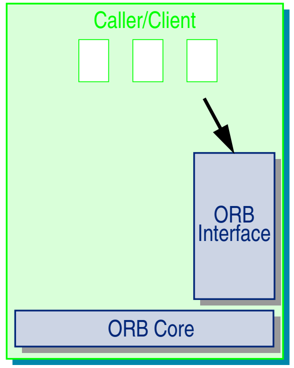






## 5 ORB-Schnittstelle

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







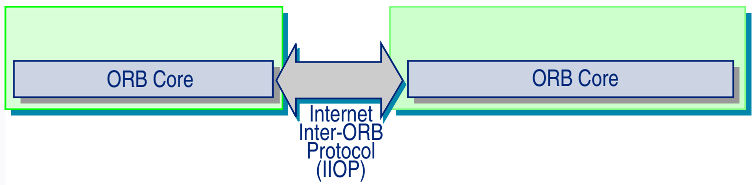


## 6 Der Kern des ORB (ORB Core)

- Übertratung 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






# B.3 Interface Definition Language (IDL)

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






## 1 Grundlegendes

- IDL dient der Beschreibung von Datentypen und Schnittstellen
- Unabhängig von der/den Implementierungs-Programmiersprache(n)
- Syntax ist stark an C++ angeleht
  - 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 anderen 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 Unions (Verbünde)

- Verbünde von verschiedenen Datentypen, die über einen Diskriminator-Wert unterschieden werden
- Syntax:

```
union Name switch( switch_type ) {
    case switch_constant: Deklaration
    ...
    default: Deklaration
};
```

- Mögliche Diskriminator-Typen:
  Ganzzahlen, Zeichen, **`boolean`**, Enumerations
- Bezeichner in den Deklarationen müssen eindeutig sein
- Beispiel:

```
union Beispiel switch( long ) {
    case 1:       long l;
    case 2:       float f;
};
```









## 9 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!









## 10 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!

## 11 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
typedef wstring<positive_constant> name;           // bounded
```

- Beispiel:

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






## 12 Festkomma-Zahlen

- Ähnlich zu Integer-Zahlen
  - Bis zu 31 Stellen
  - Skalierungsfaktor für das Dezimalkomma
- Syntax:

```
typedef fixed<positive_constant, scaling_constant> name;
```

- Beispiel:

```
typedef fixed<10,2> Amount;
```

- Achtung:
  In vielen ORBs noch nicht implementiert!






## 13 Konstanten

- Symbolische Namen für spezielle Werte
- Syntax:

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

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

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






## 14 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!"

# 14 Schnittstellen - Attribute

- Öffentliche Objektvariablen
  - Schreibzugriff kann verhintert 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;
};
```






# 14 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 );
};
```






# 14 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 );
```






# 14 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

# 14 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
    };
};
```






# 14 Schnittstellen – Vererbung (3)

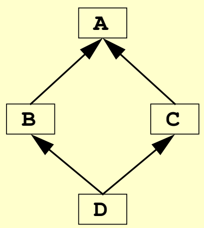
- Erlaubter Vererbungsgraph in CORBA:

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

    interface B : A {
    };

    interface C : A {
    };

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









# 15 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 );
};
```






# 15 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;
    };
    ...         // Many exceptions more
};
```

## 16 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();
};
```






## 17 Value types

- Semantische Verknüpfung von Strukturen und Schnittstellen
  - Unterstützt die Beschreibung eines komplexen Zustandes (z.B. beliebige Graphen, mit Rekursion und Zyklen)
  - Instanzen sind immer lokal im Kontext, in dem sie verwendet werden (weil sie immer kopiert werden, wenn sie als Parameter eines fernen Aufrufes übergeben werden)
  - Unterstützt sowohl öffentliche als auch private (für die Implementierung) Daten
- "Value types" unterstützen einfache Vererbung (von valuetype) und können eine Schnittstelle (interface) unterstützen






- Beispiel:

```
valuetype Person {
    public string name;    // A public state
    private long id;       // A private state

    void print();          // An operation
};
```






## 18 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
- Object-by-value durch **valuetypes**

# 19 Designfragen

- Problem: Große Datenobjekte ("High-volume data objects")
- Lösung 1: Schnittstelle mit Attributen oder Zugriffs-Operationen
  - \+ Saubere OO-Abstraktion
  - \+ Freie Verteilungsmöglichkeiten
  - – Hohe Netzlast für Datenzugriff
  - – Skalierungsprobleme in manchen ORBs
- Lösung 2: Struktur mit Daten, lokale Verpackung in Objekten
  - \+ Lokaler Datenzugriff
  - – Verletzte OO-Abstraktionen
  - – Mehrfache, nicht synchronisierte Kopien
- Lösung 3: Value type
  - \+ Lokaler Datenzugriff und OO-Abstraktion
  - – Mehrfacht, nicht synchronisierte Kopien