Vorlesung
Software aus Komponenten

3. Komponentenmodelle

Prof. Dr. Hans-Gert Gräbe
Wintersemester 2010/11

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Begriffsbildung: Im Gegensatz zum OO-Ansatz wird die Unterscheidung zwischen Programm und Daten wieder stärker betont

- Verhalten wird von **Komponente** bestimmt, gehört zur Designzeit und in die Verantwortung der Komponenten-Entwickler
- Attributwerte sind in **Objekten** gekapselt, werden zur Laufzeit geändert, Interpretation der Werte gehört zur Welt der Komponenten-Nutzer

Praktische Granularitäts-Ebenen von Komponenten:

- Ebene einzelner Desktop-Anwendungen – Intraprozesskommunikation, Zusammenbinden einzelner Funktionalitäten zu einem Gesamtprozess
- Ebene Middleware – Interprozesskommunikation, Zusammenspiel mehrerer Prozesse, auch auf verschiedenen Rechnern, zur Erfüllung einer Gesamtaufgabe / Anwendung (unser weiteres Thema)
- Ebene Geschäftsprozessmodellierung – Zusammenspiel mehrerer Anwendungen innerhalb eines betrieblichen Informationssystems (Thema der VL „Betriebliche Informationssysteme“ usw.)

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Komponenten-Modelle

1. Erste Komponentenansätze
2. Grundlagen: Kommunikationskonzepte
3. OMG und CORBA, Common Object Request Broker Architecture
4. Sun und Java, Servlets und JSP, EJB
5. Microsofts und .NET, Common Language Runtime
6. Neuere Komponenten-Frameworks

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Der dokumentenzentrierte Ansatz

- Idee: Nutzer wird nicht mit vielen verschiedenen Applikationen konfrontiert, sondern mit Dokumenten, die aus mehreren Teilen bestehen können. Diese Teile können unterschiedliche Applikationen zur Darstellung benötigen, kennen diese aber selbst.

- Erste Realisierung unmittelbar auf der Ebene von integrierten Textdokumenten
  - Hypercard (Apple)
  - Word mit Visual Basic und VBX (Microsoft)

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Visual Basic

- Dokument besteht aus (mehreren) Formularen
- Formular kann mit Kontrolleinheit ausgestattet sein
- Kontrolleinheiten interagieren über Basic-Skripte

Flexibilität und Produktivität dieses Konzepts führten zur Herausbildung des ersten Komponentenmarkts mit Komponenten etwa zur Tabellenkalkulation oder zur Prozessautomatisierung.

OLE als Weiterentwicklung dieses Ansatzes

- Formulare ⇒ Container für beliebige Anwendungen
- Kontrolleinheit ⇒ Dokumentenserver
- Container können hierarchisch ineinander geschachtelt werden

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Der webzentrierte Ansatz

- Idee: Einbettung von beliebigen Objekten in HTML-Seiten
  - z.B. Java Applets, Form-Bestandteile
- Einheitliche und erweiterbare Darstellung im Browser durch Plugin-Technologie
- Schritt weg vom OLE-Containerkonzept und zurück zum (nicht hierarchischen) Formularansatz von Visual Basic

Aktuelle Entwicklungsrichtungen

- COM und .NET (Microsoft)
- CORBA (Object Management Group)
- Java und Java-Frameworks (Sun und inzwischen auch IBM)
- Webservices als lose gekoppeltes Konzept

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Interprozess-Kommunikation (IPC) auf OS-Ebene

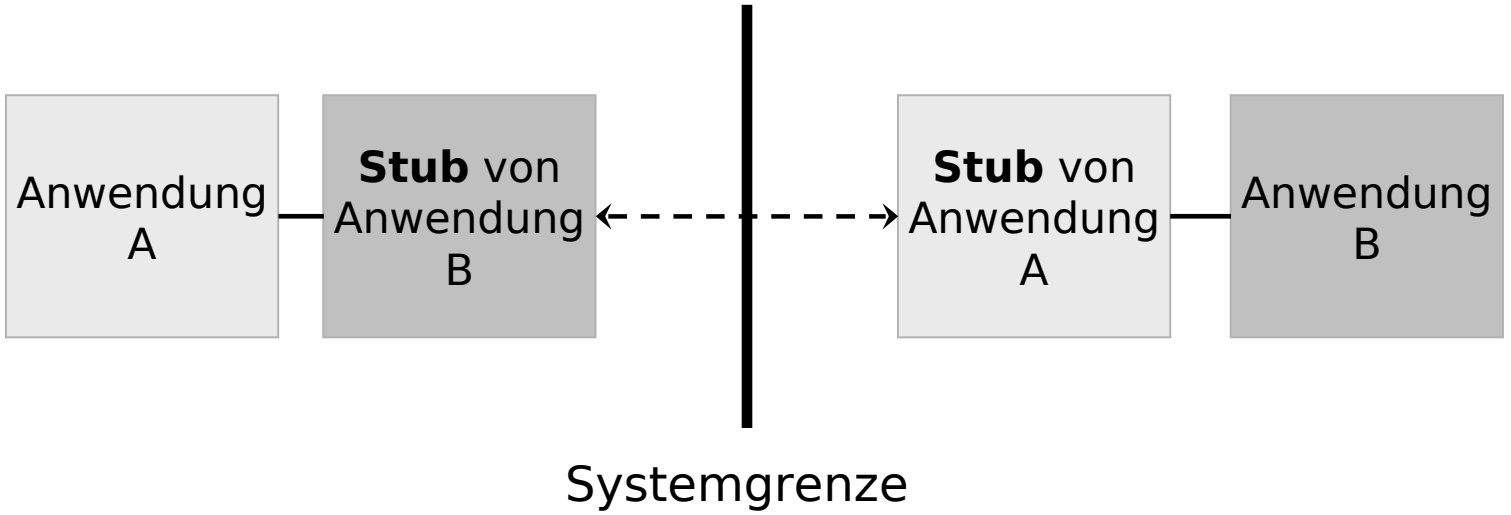
- Charakteristika
  - kaum plattformübergreifend standardisiert
  - nicht Teil des von-Neumann-Modells
  - Prozess = virtueller Rechner auf physischem Host
- IPC-Modelle: Dateien, Pipes, Sockets, Semaphore, shared memory
  - außer Sockets keins so weit standardisiert, dass es plattformübergreifend eingesetzt werden könnte.
  - außer shared memory skalierbar und internetfähig
  - operiert auf Bitebene. Das ist zu kompliziert für komplexe Anwendungen

IPC operiert auf Bitebene und ist deutlich zu kompliziert für komplexe Anwendungen.

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Remote Procedure Calls (RPC, 1984)

- Ansatz: Stubs, die auch entfernte Prozeduraufrufe lokal aussehen lassen
  - Aufgabe des Stub: Serialisierung bzw. Deserialisierung des Prozeduraufrufs und der Aufrufparameter unter Beachtung von plattformabhängiger Byte-Kodierung, Zahldarstellung, ...



UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

- Nutzung leichtgewichtiger RPC zur IPC auf derselben Maschine (Windows NT)
- Vorteil: einheitliches Abstraktionsniveau für alle Kommunikationserfordernisse (innerhalb eines Prozesses, zwischen Prozessen, zwischen Computern)
- Nachteile:
  - Versteckte Kommunikationskosten (Unterschied um Faktor $10...10^4$), Client kann nicht unterscheiden, ob lokaler oder entfernter Aufruf
  - blockierendes Konzept
  - Umgang mit Versionierung und Evolution von Komponenten vollkommen unklar

Das RPC-Konzept bildet zusammen mit dynamisch linkbaren Bibliotheken (DLL) die Basis für das einfachste Komponenten-Framework (und ist das heute am weitesten verbreitete).

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Objekte und Methoden

- RPC ist ein statisches Aufrufkonzept
- Besonderheit von Methoden gegenüber Prozeduren:
  - werden dynamisch an Hand der Charakteristika des Objekts (=Instanz seiner Klasse) ausgewählt
    - erst nach dieser Auswahl kann der RPC-Mechanismus greifen
    - Klassen müssen dazu genügend (binär kodierte) Information bieten, die durch Introspektion zur Laufzeit abgefragt werden kann
  - Objektreferenzen als Aufrufparameter
    - Keine automatischen Objektkopien

Der RPC-Ansatz ist deutlich aufzubohren, wenn mit Objekten und Methoden mit laufzeitabhängigem Verhalten umgegangen werden soll.

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Fragen, die ein objektorientiertes Kommunikationskonzept jenseits des RPC-Mechanismus beantworten muss

1. Wie werden Schnittstellen spezifiziert? Hier interessiert vor allem die programmiersprachen-unabhängige technisch-funktionale Spezifikation der Aufrufcharakteristika
2. Wie werden Objektreferenzen behandelt, wenn der lokale Bereich verlassen wird? Objekte können ihre Wirkung nur durch Kommunikation mit dem Objekt-Locus entfalten.
3. Wie werden Dienste aufgefunden und bereitgestellt?
4. Wie wird die Evolution von Komponenten gehandhabt? (Versionsmanagement)

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Schnittstellenspezifikation

- **Definition:** Interface ist ein abstrakter Datentyp
  - Sammlung von Operationsbezeichnern mit ihren Signaturen
  - Signatur = Typ und Aufrufmodi der Parameter

- **Schnittstellen-Beschreibung** durch spezielle Sprache: IDL
  - mehrere Standards koexistieren (insb. OMG IDL und COM IDL)
  - Java und CLR: Keine IDL, sondern sprachspezifisches Meta-Datenformat, das auf jede der IDL abgebildet werden kann, siehe http://www.omg.org
    - dazu sind entsprechende Abbildungen zu spezifizieren *Java to IDL language mapping specification* (Version 1.4 vom Jan. 2008)
    - **Umgekehrt:** Java-Werkzeug **idlj** erzeugt aus einer (OMG) IDL-Beschreibung (u.a.) ein Java *interface* (Version 1.3 vom Jan. 2003, formale Spezifikation im pdf-Format Nov. 2008)

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Namensgebung und Auffinden von Diensten

- Dienste werden über ihren Namen identifiziert
  - OMG: UUID als Standard der Open Software Foundation (DCE)
    - genügend lange Zeichenkombinationen
  - COM (Microsoft) verwendet modifizierte Version: Global Unique IDentifier (GUID)
    - Namensgebung für Interfaces (IID), Gruppen von Interfaces (categories = CATID) und Klassen (CLSID)
    - CLR: Identität durch private / public-key auf Komponentenebene
  - Java: Eindeutigkeit über zusammengesetzte Pfadnamen (Anlehnung an URL)

- Über den Namen muss wenigstens folgende Funktionalität zur Laufzeit abrufbar sein:
  - Typtest der Schnittstellen
  - Introspektion der Schnittstellen
  - dynamisches Erzeugen neuer Objekte

Die OMG und CORBA

- Geschichte, Zielstellungen, Entwicklungsetappen
- Architektur
  - Objekte, Servanten, Anwendungen
  - Schnittstellensprache OMG IDL
  - Dynamische Methodenaufrufe (DII)
  - Symmetrie des CORBA-Modells
- Der Object Request Broker (ORB)
- CORBA-Objekte und Objektreferenzen
- CORBA IDL und Datentypen

- Literatur: CORBA Spezifikation 3.0 (Juli 2002)
  - 1154 Seiten pdf-Dokument, siehe http://www.omg.org

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Zur Geschichte der OMG (Object Management Group)

- **Ausgangspunkt 1989:** Wie kommuniziert man in einem verteilten OO-System über Sprach- und Plattformgrenzen hinweg?
  - selbst auf derselben Plattform lieferten C++-Compiler inkompatiblen Bytecode, verschiedene Objektmodelle in verschiedenen Programmiersprachen, Plattformunterschiede bei Socket-Kopplung
  - „Deep gaps everywhere“
- im April 1989 von 11 Firmen gegründet
- heute mit ca. 800 Mitgliedern eines der größten Konsortien der Computer-Industrie
  - vor allem Systemanbieter und Anwender objektorientierter Techniken

Zielstellung: „Standardisierung, koste es, was es wolle“, um Interoperabilität auf allen Ebenen in einem offenen Markt für „Objekte“ zu erreichen.

Zielstellungen der OMG

- Offene Interoperabilität zwischen einer Vielzahl von Sprachen, Implementierungen und Plattformen
- mehr standardisieren als „binäre“ Standards
- Flexibilität statt Binärkompatibilität
  - „teure“ Hochsprachenprotokolle
- **Nichtkommerzielle Vereinigung** zur Entwicklung von technisch exakten und in der Praxis realisierbaren Spezifikationen
- **Vereinbarung von Standards und Spezifikationen** der Infrastruktur für verteilte, objektorientierte Anwendungen
- **Aufstellung von Richtlinien** (guidelines) zur Entwicklung von Umgebungen, in denen heterogene Systemen (verschiedene Plattformen, Betriebssysteme u.ä.) zusammenarbeiten können
- Durch standardisierte, objektorientierte Softwarekonzepte die **Entstehung eines Marktes für Komponentensoftware forcieren**

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Etappen der Entwicklung von CORBA

CORBA 1 (seit 1991) : **Standardisierung des ORB**

- erste Lösungen, um das Wirrwar zu entflechten
- Ansatz: Vermittlung zwischen Anfragen und Diensten durch einen Object Request Broker (ORB)
- CORBA = Common Object Request Broker Architecture
- **Meilenstein**: Schnittstellen-Definitionssprache (OMG IDL)

CORBA 2 (seit 1995–96) : **Interoperationsstandards zwischen ORBs**

- **Meilenstein**: Internet Inter-ORB Protokoll (IIOP)
- muss von jeder ORB-Implementierung unterstützt werden
- Für CORBA 2 existiert Vielzahl von Realisierungen verschiedener Anbieter und für verschiedene Plattformen

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Etappen der Entwicklung von CORBA (Fortsetzung)

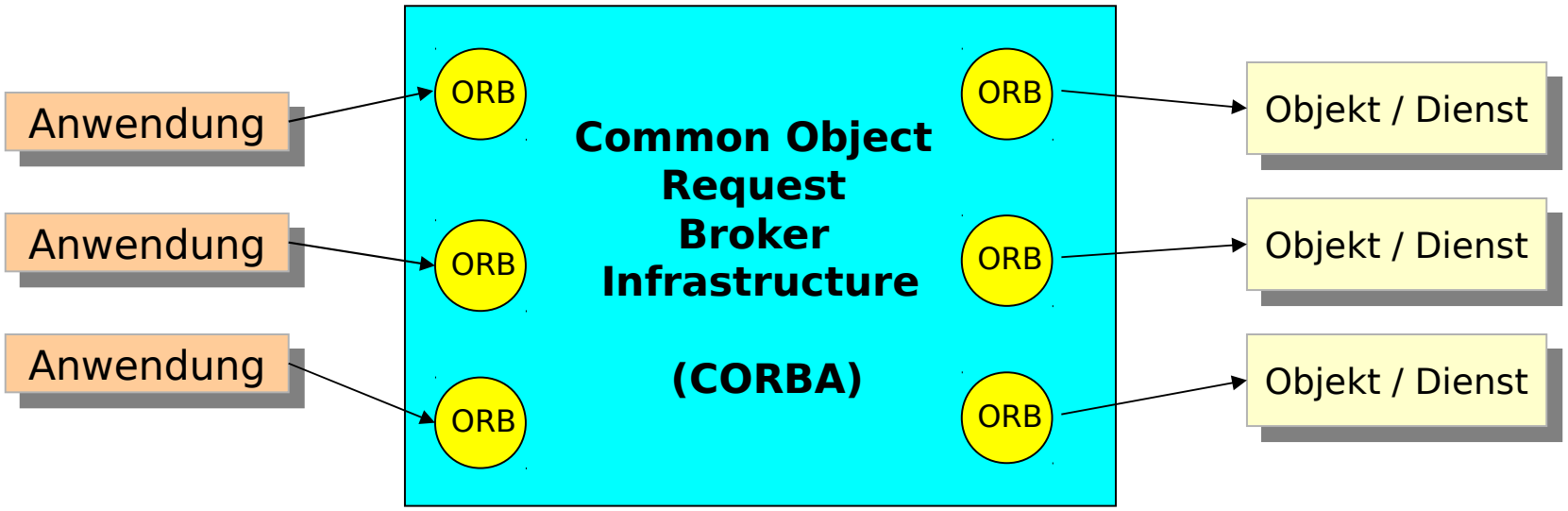
CORBA 3 (12/2002) : **Komponenten- und Systemintegration**

- Höhere Abstraktionsebene
- neue Sprachebenen zur Beschreibung von Komponenten-Eigenschaften
- seit 1998 in der Entwicklung, aber als Ganzes erst Ende 2002 freigegeben
  - CORBA 2.3 ... 2.6 (2001) : Freigabe verschiedener Standards, auf die man sich auf dem Weg zu CORBA 3 zwischenzeitlich geeinigt hatte
- **Meilenstein**: CORBA Komponentenmodel (CCM)
  - Version 4.0, April 2006
- aktuelle Version CORBA 3.1, Jan. 2008 (http://www.omg.org)
- bisher wenig Implementierungen, die CORBA 3 voll unterstützen

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

CORBA besteht im Grunde aus drei wichtigen Teilen:

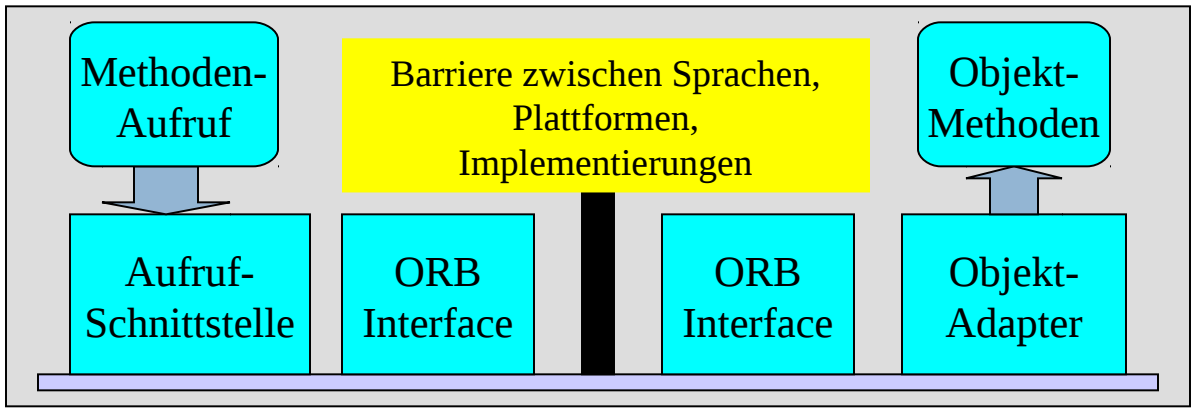
- einer Menge von Aufrufschnittstellen (Invocation Interfaces)
- den Vermittlern (Object Request Brokers – ORBs) als den Schaltstellen der Kommunikation
  - mit einem spezifizierten Protokoll, dem Internet Inter-ORB Protocol IIOP
- einer Menge von Objekt-Adaptern



UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Laufzeitbindung von Methodenaufrufen

- Aufrufschnittstelle serialisiert Aufrufargumente
- ORBs suchen Zielobjekt, -methode, organisieren Transport der Argumente
- Objektadapter: dient der Aktivierung des Diensts im Objekt. Deserialisiert außerdem Argumente und ruft entsprechende Methode des Zielobjekts auf (Skeleton-Funktion).



UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Wichtige Voraussetzungen

- Schnittstellen müssen in einer einheitlichen Sprache **definiert** werden (**Interface Definition Language - OMG IDL**)
  - wesentlicher Bestandteil des CORBA-Standards
  - ermöglicht generisches Serialisieren / Deserialisieren

```
module Example {
   struct Date {
            unsigned short Day;
            unsigned short Month;
            unsigned short Year; }

interface Ufo {
            readonly attribute unsigned long ID;
            readonly attribute string Name;
            readonly attribute Date FirstContact;
            unsigned long Contacts ();
            void RegisterContact (Date dateOfContact); }
}
```

Datentyp-Definition

Attribute der Schnittstelle

Methoden der Schnittstelle

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Wichtige Voraussetzungen (Fortsetzung)

alle Programmiersprachen, die den CORBA-Standard unterstützen, müssen **an OMG IDL gebunden** werden.

- Mapping von Datentypen
- Übersetzung des OMG IDL Operationsformats in das sprachspezifische Aufruf-Format
- Fehlerbehandlung
- existieren Anbindungen für C, C++, SmallTalk, Cobol, Java, ...

In OMG IDL beschriebene Schnittstellen werden dann

- mit einem **OMG IDL Compiler** übersetzt
- im **Interface Repository** abgelegt
- durch **Methoden der ORB-Schnittstelle** gefunden

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Wichtige Voraussetzungen (Fortsetzung)

Programmfragmente stellen **Implementierungen** für solche Schnittstellen (oder Teile davon) bereit

- Heißen **Servanten** (object servant)
- Werden über ihren Objekt-Adapter im **Implementation Repository** registriert und von diesem bei Bedarf geladen und/oder gestartet
- Objektadapter teilen dem ORB mit, welche (leichtgewichtigen) Objekte von welchen Servanten bedient werden.
- Eine Serverumgebung (typ. Prozess) kann mehrere Servanten bedienen.
- *:* - Beziehung zwischen Objekten und Servanten
- Objektbegriff hat damit leicht anderen Fokus als in der Vorlesung

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Architektur im Überblick