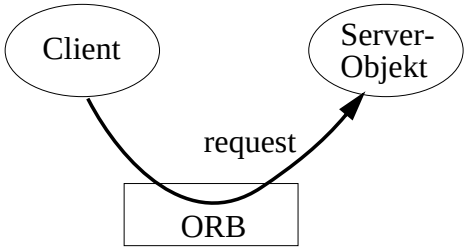
Kommunikation zwischen Objekten

- Menge interagierender Objekte typw. in zwei Rollen
  - Client-Objekt (Aufrufer)
  - Server-Objekt



- Methodenaufruf durch requests unterschiedl. Semantik
  - synchron (insbes. bei Rückgabewerten; analog zu RPC)
  - “verzögert synchron” (Aufrufer wartet nicht auf das Ergebnis sondern holt es sich später ab)
  - “one way” (asynchron: Aufrufer wartet nicht)

- Beim Methodenaufruf muss angegeben werden
  - das Zielobjekt
  - die Parameter
  - ggf. Angaben über Exceptions und Rückgabewerte

Interface Description Language (IDL)

- Sprache zur Definition von Schnittstellen (Parameter, Attribute, Superklasse bzgl. Vererbung, Exceptions...)
- lexikalisch an C++ angelehnt
- Bsp: oneway void move (in long x, in long y)

Eingabe-, Rückgabe- oder Eingabe- und Rückgabeparameter

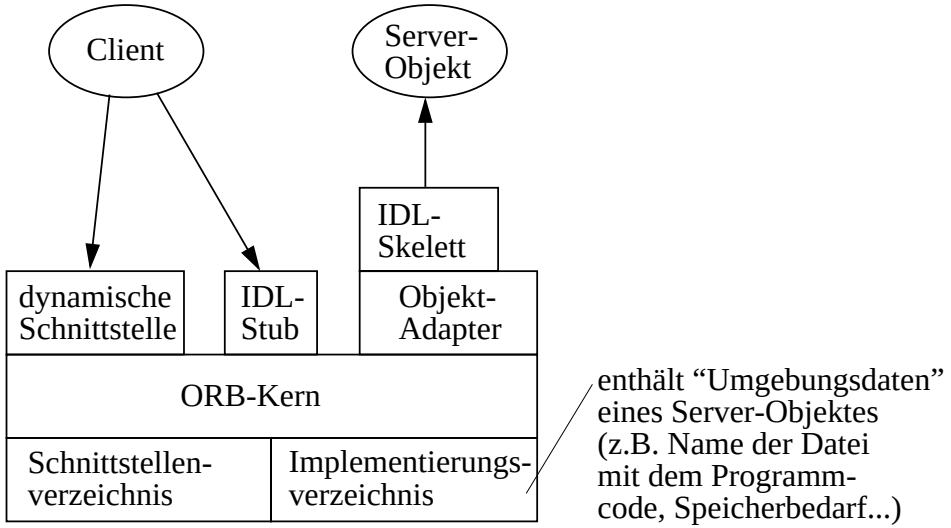
- grundsätzlicher Aufbau:

[oneway] <op_type_spec> <identifier> ($param_1$,....,$param_L$)
[raises($except_1$,...,$except_N$)] [context($name_1$,...,$name_M$)]

erlaubt Angabe möglicher Exceptions, die bei Durchführung der Operation auftreten können

operationsspezifische Informationen, die dem Operationsaufruf mitgegeben werden können

Kommunikation (2)



- ORB bietet einem Client zwei Arten von Schnittstellen für den Methodenaufruf an
  - statische Schnittstelle (Erzeugung von Stubs aus der IDL-Beschreibung analog zu RPCs)
  - dynamsiche Schnittstelle (Client kann zur Laufzeit das Schnittstellenverzeichnis abfragen und einen geeigneten Methodenaufruf zusammenstellen)

- Objektadapter: Steuert anwendungsunabhängige Funktionen des Server-Objekts
  - z.B. Aktivierung des Server-Objektes bei Eintreffen eines requests, Authentifizierung von requests, Zuordung von Objektreferenzen zu Objektinstanzen etc.
  - zuständig ausserdem für Registrierung von Services
  - es gibt einen standardisierten Basic Object Adapter (BOA), der für viele Anwendungen ausreichende Grundfunktionalität bereitstellt

Server-Objekte

- Bereitsstellung von Services teilweise analog zu Prozeduren, die im Rahmen von RPCs verwendet werden

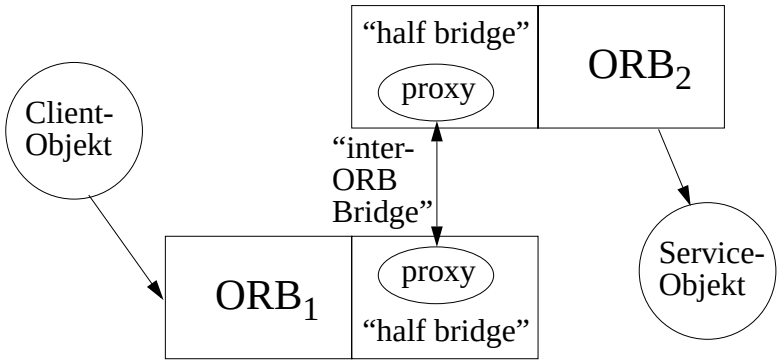
- Objekte können ein aus der IDL-Spezifikation generiertes Objekt-Skelett nutzen

- Objekt muss sich beim lokalen Objekt-Adapter anmelden und dabei eine "server policy" angeben
  - *Shared Server:* kann mit mehreren anderen aktiven Server-Objekten von einem einzigen Prozess verwaltet werden
  - *Unshared Server*
  - *Server per Method:* Start eines eigenen Prozesses bei Methodenaufruf
  - *Persistent Server:* ein Shared Server, der von CORBA initial bereits gestartet wurde

- Objekt muss sich ferner beim Implementierungsverzeichnis anmelden
  - damit es bei einem Methodenaufruf gefunden wird

CORBA 2.0

- Insbesondere Interoperabilität von ORB's verschiedener Herstellerimplementierungen gefordert



- ORB Bridge: Formatkonvertierung und Weiterleitung eines requests etc. an einen anderen ORB
  - Schnittstellen und Konventionen für solche Bridges sind im CORBA-Standard festgelegt
  - "Request Level Bridge" besteht aus zwei Teilen mit einer CORBA-Schnittstelle, welche bei Bedarf Proxy-Objekte erzeugen, die die Aufrufkonvertierung vornehmen

- Inter-ORB-Kommunikation mittels bestimmter Protokolle
  - GIOP (General Inter-ORB Protocol); es muss mindestens eine auf TCP/IP-aufbauende Realisierung geben (diese ist im "Internet Inter-ORB Protocol" (IIOP) festgelegt)
  - ESIOP (Environment-Specific Inter-ORB Protocol) ist optional; es existieren Realisierungen aufbauend auf DCE

CORBA - weitere Entwicklungen (insbesondere CORBA 3.0)

- Messaging Service
  - Objekte können sich asynchrone Nachrichten schicken (store & forward)
- Objects by Value
  - Kopie eines Objektes wird übergeben, nicht nur Referenz
- Persistente Objekte
  - "Abspeichern" von Objekten
- Komponenten-Modell
- Java-Unterstützung
  - Generieren von IDL aus Java bzw. Java-RMI ("reverse mapping")
- Firewall-Unterstützung
  - klassische Firewalltechnik (z.B. Services identifiziert mit Portnummern) versagt teilweise; Callbacks erscheinen als Aufruf von aussen...
- Minimum CORBA
  - Unterstützung von embedded systems (i.w. Weglassen von Dynamik)
- Realzeit-Unterstützung
- Fault Tolerant CORBA

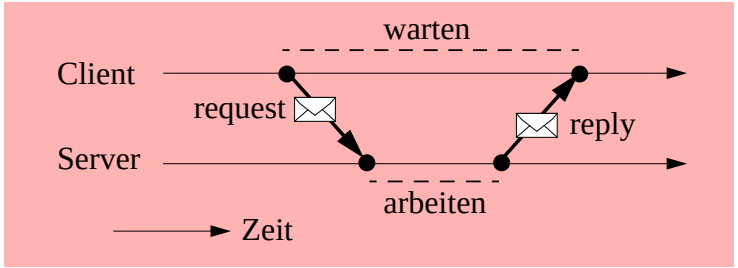
  hierzu gibt es z.Z. wenig mehr als gutgemeinte Absichten (bestenfalls Experimentelles)
  - durch redundante Einheiten
- CORBA-URLs des Interoperable Naming Service
  - z.B.: iioploc://meinefirma.com:683/NamingService
  - löst damit das Bootstrapping-Problem des Namensdienstes

Neu: Messaging Service

- Asynchrones Kommunikationsparadigma

- Motivation:
  - mobile Geräte (PDA, Laptop,...) sind oft nicht online
  - bei sehr grossen verteilten Systemen sind unausweichlich stets einige Geräte bzw. Services nicht erreichbar (Netzprobleme etc.)

- CORBA basierte bisher auf einer engen ("synchronen") Kopplung von Client und Server



- Asynchron:
  - Entkopplung von Sender / Empfänger
  - Sender blockiert nicht solange bis Nachricht angekommen ist
  - Nachricht kann von Hilfsinstanzen ("Router") zwischengespeichert werden, bis Empfänger (bzw. bei Antwort: Sender) erreichbar ist
  - Antwort kann ggf. von anderem Klient als ursprünglichem Sender entgegengenommen werde

Asynchronous Method Invocation

- Bisherige Möglichkeiten eines Methodenaufrufs in CORBA:
  - "synchron" (insbes. bei Rückgabewerten; analog zu RPC)
  - "verzögert synchron" (Aufrufer wartet nicht auf das Ergebnis, sondern holt es sich später ab)
  - "one way" (Aufrufer wartet nicht) mit "best effort"-Semantik ("fire and forget")

nur bei Dynamic Invocation Interface (DII)

gedacht war an UDP-Implementierung; Semantik (z.B. Fehlermeldung bei Misslingen?) implementierungsabhängig

---

- Neu: Asynchronous Method Invocation (AMI)
  - geht auch bei statisch generierten Stubs
  - bisher umständlich mit mehreren Threads simuliert (bzw. DII)

- Zwei Aufruftechniken bei AMI: (1) Callback
  - Client gibt dem Aufruf eine Objektreferenz für die Antwort mit
  - Callback-Objekt kann sich im Prinzip irgendwo befinden
  - Kommunikations-Exceptions werden im Callback-Objekt ausgelöst

- (2) Polling
  - Client erhält sofort ein Objekt zurück, das er für Polling oder zum Warten auf Antwort nutzen kann

Time-independent Invocation (TII)

- Teil des Messaging Services: Aufruf von Objekten, die nicht aktiv sind oder zeitweise nicht erreichbar sind

- Aufruf-Nachrichten werden von zwischengeschalteten "Router Agents" verwaltet
  - Store and Forward-Prinzip
  - Router Agent beim Client ermöglicht disconnected operations
  - Router Agent beim Server kann dessen Eingangsqueue verwalten

- "Interoperable Routing Protocol" sorgt dafür, dass Router Agents verschiedener Hersteller interagieren

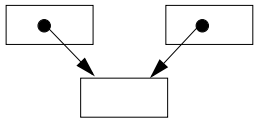
- Quality of Service (QoS) steuerbar (als "Policy")
  - z.B. max. Round Trip-Zeit: dadurch müssen Router Agents Nachrichten nicht beliebig lange aufbewahren
  - oder z.B. Aufrufreihenfolge: Soll Router seine gespeicherten Aufträge zeitlich geordnet oder nach Prioritäten oder... ausliefern?

- Beachte: QoS ist ein gewichtiger Name für ein einfaches Prinzip ohne feste Garantien

Objects by Value

- Bisher war nur *Referenzübergabe* möglich
  - um es Objekten zu gestatten, Methoden anderer Objekte aufzurufen, konnten bisher Objektreferenzen als Parameter übergeben werden
  - Objekt selbst bleibt aber "am Platz", Aufruf wird also immer als Fernaufruf über das Netz geschickt
  - ferner kommt es zum gelegentlich unerwünschten Aliasing-Effekt: unbedachte Rückwirkungen auf das "Originalobjekt"

- Bei *Wertübergabe* wird das Objekt serialisiert und im Adressraum des Empfängers eine Kopie angelegt
  - Marshalling des Objektzustandes (d.h. der *Daten*)
  - auf Empfängerseite existiert eine Factory, die das Objekt als Kopie (mit eigener Identität) erzeugt (wie macht die Factory das?)
  - was geschieht bei Alias-Zeigern bzw. Zyklen bei der Serialisierung komplexer Strukturen?



- Bei heterogenen Umgebungen: Wie transportiert man das *Verhalten* des Objektes zum Empfänger?
  - es handelt sich um ausführbaren Code (für welche Maschine?)
  - kann von verschiedenen Sprachen (C, Java,...) erzeugt worden sein
  - einfach bei Java auf beiden Seiten: Bytecode ist unabhängig vom Maschinentyp durch die JVM in gleicher Weise interpretierbar
  - ansonsten muss die Factory beim Empfänger (aber wo kommt die her?) sich den Code besorgen (aus lokaler Bibliothek, übers Netz...)

- Leider können jedoch keine normalen CORBA-Objekte per Value übergeben werden, nur sogen. "valuetypes"
  - neues Konstrukt der IDL (--> für Anwender dadurch kompliziert)
  - Wertübergabe echter Objekte wäre zu schwierig

Real-Time CORBA

- Ziel: Vorhersagbares Ende-zu-Ende-Verhalten (insbesondere beim entfernten Methodenaufruf)
  - sowohl für “Hard Real-Time”
  - als auch für “Soft Real-Time” (mit nur statistischen Aussagen)
- Basiert auf einem zugrundeliegendem Realzeit-BS
- Einige Mechanismen:
  - Prioritäten
  - Timeouts für Aufrufe
  - Multithreading (mit geeignetem Scheduling), Threadpools
  - private (statt gemultiplexte) Verbindungen
  - austauschbare Kommunikationsprotokolle
- Anwendungsgebiete z.B.:
  - verteilter Telefonswitch
  - Prozessautomatisierung
  - Avionics (?)
  - ...

CORBA Components: Komponenten

- Was sind Komponenten?
  - eigenständige, wiederverwendbare “Softwarebausteine”
  - wohldefinierte Schnittstelle
  - Implementierung vollständig gekapselt (unsichtbar von aussen)
- Warum Komponenten?
  - schnelle Anwendungsentwicklung
  - einfache und damit hohe Wiederverwendbarkeit
  - vorgefertigte Standard-Komponenten
  - grafische Tools zum “Zusammenstecken” der Komponenten
- Elemente eines Komponenten-Modells
  - Definition (Aussehen einer Komponente)
  - Interaktion (Austausch von Nachrichten zwischen Komponenten)
  - Komposition (Zusammenbau mehrerer Komponenten)
  - Konfiguration (Anpassen an spezielle Bedürfnisse)
  - Introspektion (Herausfinden der Schnittstellen zur Laufzeit)
  - Persistenz (Speichern/Wiederherstellen von Komponenten)
  - Verpackung (Auslieferung von Komponenten)

CORBA Components: Allgemeines

- Serverseitiges Komponenten-Modell, Ähnlichkeiten zu EJB

  Enterprise Java Beans, Java-basiertes Komponentenmodell von Sun

- Anbindung von EJB an CORBA Components spezifiziert

- Tiefgreifende Änderungen und Erweiterungen am CORBA-Objektmodell, dem ORB und der IDL notwendig

- Verschiedene Kategorien von Komponenten (Service, Session, Process, Entity), die sich in Lebensdauer, Vorhandensein von Zustand und Identität unterscheiden

CORBA Components (1)

- Definition
  - spezielles CORBA-Objekt
  - funktionale Schnittstelle (mehrere Interfaces, Navigation)
  - Attribute für die Konfiguration
  - Abhängigkeiten von anderen Komponenten
  - Komponenten "leben" in Containern, die bestimmte Basisdienste bereitstellen

    Sicherheit, Persistenz, Transaktionen, ...

- Interaktion
  - Event-Modell (*Publish-Subscribe*), vereinfachte Form des Notification-Service
  - Events sind strukturiert und müssen in IDL deklariert werden
  - Events können Transaktions-Charakter haben

- Komposition
  - Aggregation (Vererbung würde Zugriff auf die Implementation der Komponente erfordern)
  - Aggregation bedeutet hier Verbinden der Komponenten durch Event-Kanäle und Skripte
  - Container enthält die "aggregierten" Komponenten und ist selbst wieder eine Komponente mit mehreren Interfaces

- Konfiguration
  - Attribute der Komponente mit Tools auf bestimmte Werte setzen
  - vordefinierte Konfigurationen (Attributwerte), die beim Erzeugen einer Komponente durch eine Factory automatisch gesetzt werden

CORBA Components (2)

- Introspektion
  - Herausfinden der Schnittstellen einer Komponente zur Laufzeit (beispielsweise der Attribute)
  - Erweiterung des Interface Repository
- Persistenz
  - Sichern / Wiederherstellen einer Komponente bzw. deren Zustand
  - Überarbeitete Version des POS, Spezifikation liegt noch nicht vor → Persistent Object Service
- Verpackung
  - Auslieferung einer Komponente in Form eines speziellen Archivs (CAR Dateien) → CORBA ARchive
  - Enthält Implementation der Komponente, der Factory und des Attribut-Editors für mehrere Plattformen, zusätzliche Ressourcen (Bilder, Fehlermeldungen), Dokumentationen und Installations-Skripte
  - Beschreibung des Archivinhalts (bzw. der Komponente) durch XML-basierte Datei (CSD Datei) → CORBA Software Descriptor
  - Aggregation mehrerer Komponenten ebenfalls durch XML-basierte Datei beschrieben (CAD Datei) → CORBA Assembly Descriptor

CORBA und DCOM

- DCOM: verteilte Version von COM (Microsoft) → Component Object Model
- Weitgehend gleiche Zielsetzung
  - Integration, Interoperabilität, Komponenten-Software, Objektmodell
  - transparenter Zugriff auf entfernte Objekte
  - statische und dynamische Aufrufe
  - IDL heisst hier MIDL (‘M’ für Microsoft) und Repository “Registry
  - Aufgaben von ORB und Object Adapter werden von einem “Service Control Manager” (SCM) wahrgenommen
- DCOM ist aber proprietär statt offen
  - entstanden aus einem “Dokumentenkomponentenmodell”
- Einige Unterschiede
  - Schnittstellen-Aggregation statt -Vererbung
  - mehrere Schnittstellen pro Objekt (aber: Komponentenmodell von CORBA 3.0)
  - DCOM hat Garbage Collection mit Referenzzähler
  - DCOM definiert ein “Binärformat”
  - ...
- Integration von CORBA und DCOM?
  - möglich bis zu einem gewissen Grad: Brücke zwischen den beiden Welten (z.B. OLE-Broker von ORBIX)

CORBA und Java

- Java ist weit verbreitet (als “Internetprogrammier-sprache”) und in gewissem Sinn eine “Konkurrenz”
  - allerdings hegemonistisch im Sinne von “überall Java / JVM”

- Ziel: Interoperabilität durch Zusammenführung von Java RMI und CORBA IIOP

  - Remote Method Invocation: Entfernter Methodenaufruf mit Transport (und dabei Serialisierung) auch komplexer Objekte
  - auch Code (Bytecode) wird übertragen und remote ausgeführt
  - damit kann z.B. ein Proxy eines Servers (z.B. ein Druckertreiber) jeweils aktuell zur Laufzeit vom Server zum Client geschickt werden
  - der Proxy kann dann (unsichtbar für den Client) z.B. mit dem Server ein privates Protokoll realisieren oder sonstige Dinge lokal tun

- IDL automatisch aus Java-Programmen generieren
  - “reverse mapping” (weiterhin existiert natürlich IDL --> Java mapping)
  - Java-Programmierer brauchen kein IDL zu nutzen und zu lernen
  - aus Java heraus sind so Objekte anderer Sprachen ansprechbar (bzw. z.B. Java-Server, der von Clients anderer Sprachen genutzt werden kann)

- Aufbrechen des “single language Paradigmas” von Java
  - Java-Objekte werden von CORBA aus zugreifbar

- Kleinere Einschränkungen jedoch notwendig
  - Java-RMI und CORBA-IDL sind nicht deckungsgleich

CORBA und Open Source

- Open-Source-Bewegung
  - Quellcode steht allen zur Verfügung
  - Weitergabe von Änderungen, Erweiterungen,... an die Community

- Effekt von Open-Source
  - Synergien von sehr vielen Entwicklern und Nutzern
  - Erwartung: Schnellere Entwicklung und höhere Qualität
  - Konkurrenzmodell zu kommerzieller Softwareerstellung

- Beispiele für Open-Source
  - Internet: DNS / BIND, TCP/IP, sendmail, usenet news,...
  - GNU-Tools (emacs, gcc,...)
  - Tex, Linux, Apache-Web-Server, Perl
  - Mutanten: StarOffice, Netscape, Jini,...

- MICO (Mico Is COrba)
  - modularer Aufbau
  - Mikrokern-basiert
  - Open-Source CORBA-Implementierung
  - Motivation: Grundlage für Projekte in Lehre und Forschung
  - Beginn Dez. 96 (Kay Römer, Arno Puder)
  - Vers. 0.1 (4/97: 26k LOC); 2.0.0 (1/98, 130k), 2.2.7 (6/99, >300k)
  - Mailing-Liste mit derzeit > 1500 Teilnehmer
  - CORBA 2.1-Zertifizierung durch OpenGroup
  - ständige Weiterentwicklung bzgl. neuester CORBA-Versionen
  - Nutzergruppen: Lehre, Forschung, Industrie

CORBA-Produkte und Implementierungsstand

- Es gibt eine Reihe von Implementierungen von CORBA
  - d.h. ORB mit den wichtigsten Services, tools, Bibliotheken (Herbst '99):

OpenSource:	*Kommerzielle Produkte:*
- MICO	- IONA: Orbix
- JacORB	- Inprise: Visibroker
- TAO	- BEA: ObjectBroker
- omniORB	- OOC: ORBacus
- ILU	- Expersoft: PowerBroker

- Implementierungsstand ist unterschiedlich:
  - POA (CORBA 2.2): in Mico, nur Beta-Versionen in kommerziellen ORBs
  - ObV (CORBA 2.3): in Mico, noch nicht in kommerziellen ORBs
  - Firewall: erst Prototypimplementierungen
  - Messaging Service: noch nicht implementiert
  - Real Time, Fault Tolerance: nur experimentelle Systeme
  - Komponentenmodell: noch nicht endgültig spezifiziert
  - Minimum CORBA: nur experimentelle Systeme

- Wie geht es danach weiter mit CORBA? Immer mehr Ergänzungen, neue Services...?
  - CORBA kann nicht alles selbst machen (z.B. Fehlertoleranz, Realzeit, Mobilität, embedded systems, electronic commerce...)
  - Brücken (und Kompromisse) zu anderen Systemen und Techniken (z.B. XML, DNA, Jini, DCOM, Internet-Protokolle...)