F Microsoft & Verteilte Objekte

F.1 Überblick

- Terminologie
- COM Architektur
- Vergleich mit CORBA
- .NET Architektur

F.2 Literatur

EdEd98. G. Eddon, H. Eddon: *Inside Distributed COM*. Microsoft Programming Series, Microsoft Press, Redmond, Wash., 1998.

OHE96. R. Orfali, D. Harkey, J. Edwards: *The essential distributed objects survival guide.* John Wiley & Sons, 1996.

Micr96. Microsoft Corporation: *DCOM technical overview.* White paper. Redmond, Wash., 1996.

Micr98. Microsoft Corporation: *DCOM architecture.* White paper. Redmond, Wash., 1998.

.

Wan+97. P. Chung, Y. Huang, S. Yajnik, D.-R. Liang, J. Shih, C.-Y. Wang, Y.-M. Wang: "DCOM and CORBA Side by Side, Step By Step, and Layer by Layer." In *C++ Report*, Jan. 1998. `http://akpublic.research.att.com/~ymwang/papers/HTML/DCOMnCORBA/S.html`

Kirt97. M. Kirtland: "The COM+ Programming Model Makes it Easy to Write Components in Any Language." In *Microsoft Systems Journal*, Dec. 1997. `http://www.microsoft.com/msj/1297/complus2/complus2.htm`

Weitere online-Artikel über .NET:

- Yale University
  `http://www.yale.edu/tp/framework.htm`
- DISCOURSE: The Berlin Distributed Computing Laboratory
  `http://www.discourse.de`

F.3 Terminology

1 OLE – Object Linking and Embedding

- Microsoft's standard for collaboration of software components
  - E.g., spreadsheet table cells in a text document
  - E.g., graphics in a spreadsheet table cell
- Defines object/component interfaces and protocols for
  - Linkage and notification for embedded components
  - "Drag and drop" of graphical objects
  - Clipboard
  - Structured storage (Compound files)
  - Scripting
- Microsoft Foundation Classes (MFC)
  - GUI programming and handling

2 COM – Component Object Model

- OLE's components belong to different processes/programs
  - Communication substrate needed
- COM as an object request broker and service provider
  - OLE components are COM objects
  - Single-machine environment
- Intra–address-space communication
  - Forwarding requests to other COM objects
  - Integration into the MFC event model
- Inter–address-space communication
  - Stubs
  - Light-weight RPC (LRPC)

3 DCOM – Distributed COM

- Extends COM to a distributed environment
  - DCE/RPC with at-most-once/exactly-once semantics

4 ActiveX

- COM enabled for the Internet (whatever that means)
  - *Just a marketing buzzword!*

5 COM+

- Improved programming environment for COM
  - Maps COM+ objects to COM objects
  - Handles reference counting and other standard procedures

F.4 COM Architecture

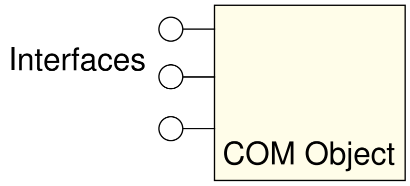
1 IDL – Interface Definition Language

▲ Not the same as CORBA IDL!

- Language for describing object interfaces
  - Independent from the target programming language
  - No mapping to language constructs
  - Definition of a binary object invocation interface *(vtables)*
- MIDL compiler = stub generator
  - Client stubs (proxies)
  - Server stubs

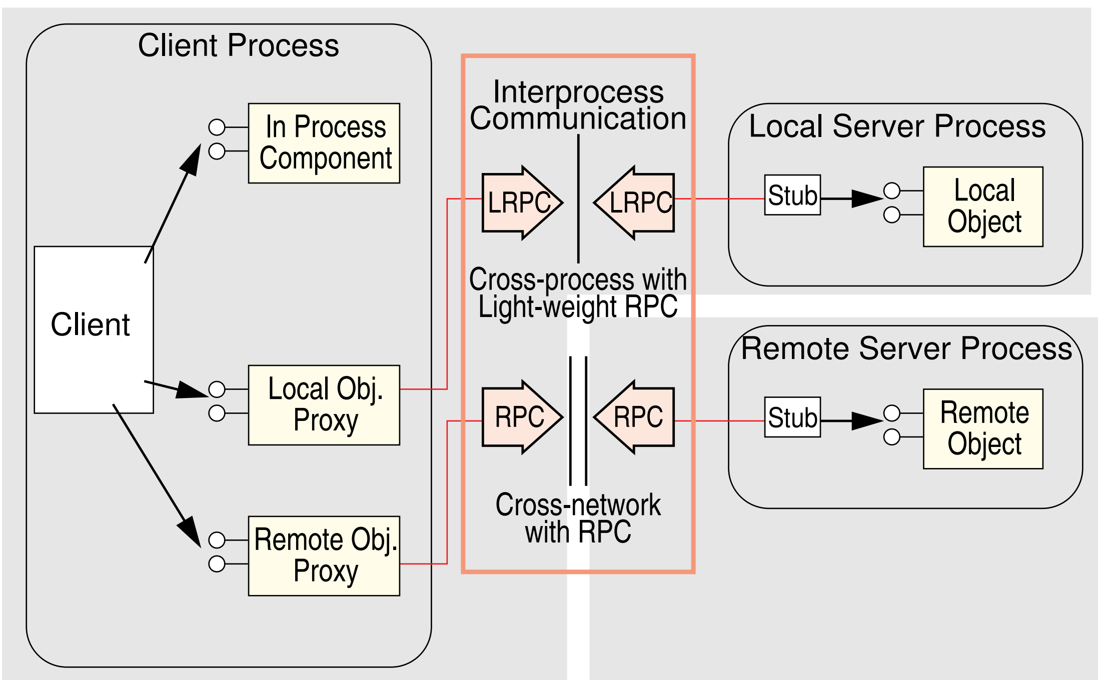
2 Object Model

- Objects can have multiple interfaces
  - Multiple versions of one interfaces
  - Different interfaces for different purposes
  - Means to investigate the other interfaces
- Single inheritance on interfaces
  - Every interface inherits from **`IUnknown`**, which implements methods for finding other interfaces
  - Multiple inheritance must be emulated by multiple interfaces



- Centralized object approach

2 Object Model (2)



3 Process of Creation and Binding

- Creation of a server object
  - Description of the object interfaces in IDL
  - Programming server class and class factory in a target language
  - Registration of the class factory in the registry
  - On client demand an object is created
  - A transient object reference is marshalled and handed out to the client
- Binding to the server object at the client site
  - Retrieve class ID of factory object from the registry
  - Invoke **`CoCreateInstance()`** method, which returns a reference to the object
  - Proxy (client stub) is automatically installed
    (code needs to be registered in the registry)
  - Method invocations using the proxy

3 Process of Creation and Binding (2)

- Proxies are COM objects
  - Class of the proxy object must be known at the client site
    (registered at the registry)
- *Custom Marshalling*
  - User may create his own proxy objects
    - Intelligent proxies
    - Non-RPC communication
  - Custom marshalling is similar to the fragmented object approach

4 Monikers

- COM does not know persistent object references
  - If a server object is deactivated the object reference will be invalid.
- Monikers
  - COM object
  - Knows a name for a "persistent" object
  - Can (re-)create the object and
  - feed it with its former state
- "Names"
  - URLs
  - Filenames
  - e.g., `c:\windows\test.xls!a1-d4` for spreadsheet cells in a particular file

F.5 Comparison to CORBA

- IDL and language mapping
  - **CORBA:** IDL is mapped to language constructs
    - Mapping is easier
  - **DCOM:** IDL defines binary data layout, language constructs are mapped to this layout
    - Heterogeneous binary component can be hosted in one address space
- Persistent object references
  - **CORBA:** POA and implementation repository
    - Arbitrary and user-defined implementations
  - **DCOM:** Monikers as mediators

F.5 Comparison to CORBA (2)

- Communication
  - **CORBA:** RPC-based invocation (at-most-once/exactly-once)
  - **DCOM:** RPC-based invocation (at-most-once/exactly-once) plus Custom Marshalling
    - Arbitrary communication mechanisms can be used
- Binding
  - **CORBA:** Interface-dependent stub must be known at client site
  - **DCOM:** Class ID and code of proxy must be registered at the registry
- Dynamic invocation
  - **CORBA:** DII, interface repository
  - **DCOM:** `IDispatch` interface, type library

F.5 Comparison to CORBA (3)

- Availability
  - **CORBA:** Virtually all platforms
  - **DCOM:** Windows 95/98/NT, MacOS, recently Solaris
- Bodies
  - **CORBA:** OMG and its several hundred members
  - **DCOM:** Microsoft and some supporters
- ★ CORBA defines gateways to the DCOM world
  - "Fully" interoperable

F.6 .NET-Architektur

1 Motivation & Ziele (1)

- 1. Ziel: Effiziente Ausführung sehr vieler Anwendungen
  - ◆ Ausführung in Prozessen ist zu teuer
    - ➤ Ressourcen pro Prozess
    - ➤ Umschaltung zwischen Prozessen
    - ➤ Interprozesskommunikation
- Lösung (1)
  - ◆ Ausführung in einem Adressraum
    - ➤ CICS (IBM, 1969)
  - ◆ Probleme
    - ➤ kein Schutz zwischen Anwendungen
    - ➤ Fehler in einer Anwendung können Gesamtsystem gefährden

1 Motivation & Ziele (1)

- Lösung (2)
  - ◆ Ausführung in einem Adressraum + Software-Schutzkonzept
    - ➤ Java (Sun, 1995)
  - ◆ Probleme
    - ➤ Microsoft & Sun
    - ➤ Sprachabhängigkeit
    - ➤ Konzept für mehrere unabhängige Anwendungen in einer JVM
  - ◆ gute Ideen
    - ➤ Objektorientierung + Typisierung
    - ➤ Bytecode mit voller Typinformation
    - ➤ kontrollierte Code-Ausführung + Garbage Collection

1 Motivation & Ziele (2)

- 2. Ziel: Web-Anwendungen
  - sichere, effiziente Ausführung von Web-Services
  - flexible Ausführung von Software in heterogenen, verteilten Systemen
- Lösung
  - Ausführung in einem Adressraum + Software-Schutzkonzept
  - Hardware-Plattform-unabhängiger Code
  - Middleware-Unterstützung für Ausführung und Kommunikation
    - Java und EJB
  - Probleme
    - Microsoft & Sun
    - nur Java
    - nur bedingter Schutz (durch Typisierung) innerhalb einer JVM, aber keine Ressourcenkontrolle

2 .NET-Framework — Überblick

- Sicht des Anwendungsentwicklers
  - Softwareentwicklungsumgebung (Visual Studio .NET) mit umfangreicher Unterstützung durch Klassenbibliotheken
    - vergleichbar zu Java
- Systemarchitektur- und Betriebssystemsicht
  - Architektur einer Programmiersprachen-unabhängigen Ausführungsplattform
    - Common Language Infrastrucure (CLI)
  - konkrete Ausführungsumgebung für Windows-Anwendungen: Betriebssystem innerhalb des Betriebssystems
    - Common Language Runtime (CLR)
    - Ausführung mehrerer Programme für verschiedene Benutzer
    - Ressourcenverwaltung
    - Gewährleistung von Sicherheit

3 Sprachunterstützung

- Programme werden in Zwischencode übersetzt
  - ➤ Microsoft Intermediate Language (MSIL)
  - ➤ ähnlich zu Java-Bytecode
- MSIL wurde sprachunabhängig entworfen
  - ➤ nicht auf Java beschränkt
  - ➤ nicht nur objektorientierte Sprachen
- Microsoft und Drittanbieter bieten Unterstützung für über 20 Sprachen an
  - ➤ C++
  - ➤ C# (C++-Derivat mit Ideen aus Java)
  - ➤ Visual Basic
  - ➤ JavaScript
  - ➤ J# (= Java 1.1.4)
  - ➤ Perl
  - ➤ COBOL, Smalltalk, APL, Pascal, …

4 Common Language Infrastructur — CLI

- definiert die Regeln für die sprach-unabhängige Zusammenarbeit zwischen Anwendungen bzw. Software-Komponenten
  - ➤ Common Type System (CTS)
    - welche Datentypen gibt es und wie werden sie behandelt
  - ➤ Instruktionssatz (MSIL)
    - 220 Befehle, ausgerichtet auf JIT - nicht auf Interpretation
  - ➤ Thread-Aufbau
  - ➤ Aufbau von ladbaren Software-Modulen (Assemblies)
    - vergleichbar mit jar-Dateien
  - ➤ Laufzeitunterstützung durch die CLR
    - Laufzeitprüfung für statisch nicht prüfbare Dinge
  - ➤ standardisiert (mit C#) durch ECMA und ISO

5 Common Language Runtime

- Plattform zur kontrollierten Ausführung verschiedener .NET-Anwendungen innerhalb eines Windows-Prozesses
  - ◆ weitgehend vergleichbar mit Funktion der JVM
    - ➤ jeweils nur typ-konforme Operationen erlaubt
    - ➤ kein Zugriff auf "fremde" Daten (anderer Funktionen/Objekte)
    - ➤ Arraygrenzen-Überprüfung
    - ➤ keine Freigabe von noch-referenzierten Objekten
    - ➤ eingeschränkter Zugriff auf Systemschnittstelle
- MSIL-Code wird vor der ersten Ausführung überprüft (Verifier) und in Maschinencode übersetzt (JIT-Compiler)
- CLR wird für beim Laden von .NET-Anwendungen (spezielle .exe/.dll-Dateien) automatisch gestartet
    - ➤ CLR läuft in einem Windows-Prozess ab
    - ➤ CLR bearbeitet *Managed Code*

6 Assemblies

- Anwendungen (.exe) bzw. Anwendungskomponenten (.dll) für .NET
  - ➤ Portable Execution (PE) Files
- Metadaten (Manifest) zur Selbstbeschreibung
    - ➤ Name, Version, Authentisierungsinformation
    - ➤ enthaltene Dateien, Typinformationen
    - ➤ Liste referenzierter Assemblies
- statische Assemblies
- dynamische Assemblies
  - ◆ zur Laufzeit von anderen .NET-Anwendungen erzeugte Assemblies
    - ➤ z. B. zur Template-basierten Codegenerierung in Entwicklungsumgebungen

7 Virtual Execution System — VES

- Teil der CLR
- Class Loader
- Verifier
- Domain-Konzept
  - ➤ Kapselung der Ausführung von Assemblies
- Thread-Unterstützung
- Sicherheits-Management
- Garbage Collection
- Metaprogrammierung / Reflexion

8 Unmanaged / Unsafe Code

- Aufruf von Komponenten / Bibliotheksfunktionen / COM-Objekten, die nicht in MSIL vorliegen
  - ◆ Werden nicht von der CLR verwaltet: *Unmanaged Code*
  - ◆ Freigabe der Ressourcen bleibt dem Aufrufer überlassen (kein Garbage Collector)
- Verwendung von Zeigeroperationen: *Unsafe Code*
  - ◆ Direkter Zugriff auf den Speicher, keine Garbage Collection
  - ◆ Code muss als "unsafe" gekennzeichnet werden

9 Application Domains

- eine .NET-CLR wird in einem virtuellen Adressraum ausgeführt
  - keine Hardware-Kapselung innerhalb der CLR
- Software-Kapselung der Ausführung von Assemblies
  - kein direkter Zugriff auf Assemblies anderer Domains möglich
  - CLR verhindert Übergabe von Objekt-Referenzen zwischen Domains
  - Interaktion nur über speziell gesicherten Inter-Domain-Kommunikationsmechanismus möglich
- eigene Domains werden erzeugt wenn
  - Code mit anderen Sicherheits-Einstellungen/Zugriffsrechten geladen wird
  - Isolation zwischen Code-Teilen explizit gewünscht wird
  - Code unabhängig voneinander terminieren können soll
- Terminierung von Domains
  - kontrollierte Freigabe aller belegten Ressourcen

9 Application Domains (2)

- CLR startet mit einer *Default Application Domain*
- Default Application Domain lädt *Hosting Code*
  - baut Umgebung für eine Anwendung auf
  - erzeugt weitere Application Domains
- Weitere Application Domains führen *User Code* aus
  - *User Code* enthält die eigentliche Anwendungslogik
  - Ist in Form von Assemblies geladen
  - In der Regel mehee Assemblies pro Application Domain
- Code Access Security
  - Legt Rechte basierend auf Code-Characteristiken (Evidence) fest
  - Evidence = Quelle des Codes (lokal, remote) oder Signaturen
- Role-based Security
  - Rechte basierend auf aktuellem Benutzer (z. B. login-Information)

10 Programmierung verteilter Systeme

- Verteilungskonfiguration
  - Fernaufruf: Fernverweis auf Objekt wird übergeben (call by reference)
  - Serialisierung: Objektkopie wird übergeben (call by value)
- Objekterzeugung:
  - Bekanntmachung eines öffentlichen Objekts (lokale Erzeugung)
  - Fernerzeugung eines öffentlichen Objekts (Erzeugung wird lokal vorbereitet, aber erst durchgeführt, wenn ein Client darauf zugreift)
  - Fernerzeugung eines privaten Objekts
- Proxy und Skeleton werden implizit zur Laufzeit aus Metadaten generiert
- XML-Konfigurationsdatei legt Verteilung fest

10 Programmierung verteilter Systeme

- Unterstützung verschiedener Transportprotokolle
  - z.B. TCP oder HTTP, Binärformat oder XML
- Eingriffsmöglichkeiten in das Nachrichtenformat (*Formatters*) und den Transport von Nachrichten (*Sinks*, *Channels*)
  - Verschlüsselung, Kompression, Mitführen von Zusatzinformationen
- "Leasing Distributed Garbage Collector"
  - Objektreferenz ist nur für eine bestimmte Zeit gültig
  - Lease wird durch Fernaufruf verlängert
  - kein Referenzzähler oder periodisches Pingen notwendig (DCOM)