Verteilte Systeme

Jürgen Kleinöder

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme)
www4.cs.fau.de

Sommersemester 2013

http://www4.cs.fau.de/Lehre/SS13/V_VS

Überblick

- Architekturelemente
  - Kommunikationsteilnehmer
  - Kommunikationsparadigma
  - Rollen und Verantwortlichkeiten
  - Orte
- Architekturmuster
  - Layering (Ebenen)
  - Tiered Architecture (Stufen)
  - Thin Clients
  - Proxies
  - Brocker
  - Reflection

Architekturelemente: Kommunikationsteilnehmer

System-orientierte und Problem-orientierte Sichtweise

- Prozesse: intuitive Systemsicht, führt zu der weit verbreiteten Darstellung von verteilten Systemen als Menge von Prozessen, die über IPC-Mechanismen interagieren
  - ? sehr kleine Systemen ohne ein Prozess-Konzept
  - ? Threads — eigentlich sind nicht die Prozesse, sondern die Threads die Kommunikationsteilnehmer
- Objekte: Problem-orientierte Sicht — in einem verteilten Objekt-basierten System bestehen Anwendungen aus einer Menge verteilter, interagierender Objekte
  - ? Objekte mit mehreren Threads
- Komponenten: Weiterentwicklung des Objekt-Konzepts hin zu Software-Bausteinen
- Web Services: ähnlich zu Komponenten, aber explizit auf das WWW als Kommunikationsplattform ausgerichtet

Architekturelemente: Kommunikationsparadigmen

direkte Kommunikation

- Interprozesskommunikation
  - *low-level*-Mechanismen für Nachrichtenübertragung
- Fernaufruf
  - *Request-Reply-Protokolle*
  - Prozedur-Fernaufruf
  - Methoden-Fernaufruf
- Details in Kapitel 5

Architekturelemente: Kommunikationsparadigmen

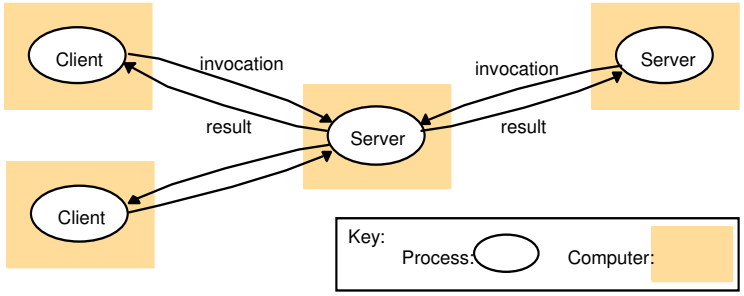
indirekte Kommunikation

- Gruppenkommunikation
  - Abstraktionsmechanismus für mehrere Nachrichtenempfänger
  - Sender kennt nur die *Gruppe*, nicht aber die konkreten Empfänger
  - Basismechanismus für fehlertolerante Systeme
- Publish-subscribe Mechanismen
  - Viele Produzenten (*Publisher*) verteilen Informationseinheiten (*Events*) an eine große Menge von Empfängern (*Subscribers*).
- Message Queues
  - Indirekte 1:1-Kommunikation, entkoppelt über *Briefkasten*
- Tuple Spaces
  - Prozesse platzieren strukturierte Dateneinheiten (*Tuples*) in einem persistenten Speicherbereich (*Tuple Space*), andere Prozesse können die Daten dort lesen oder entnehmen.
  - Leser und Schreiben mussen nicht gleichzeitig existieren.
- Distributed Shared Memory
  - Abstraktion für gemeinsamen Speicher im Verteilten System.

Architekturelemente: Rollen

Client-Server

- üblichste Kommunikationsart in Verteilten Systemen



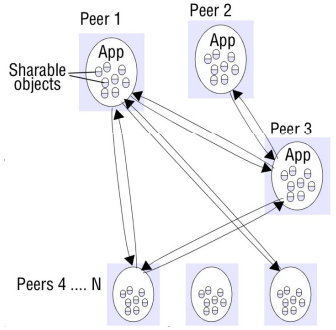
Instructor's Guide for Coulouris, Dollimore, Kindberg and Blair, Distributed Systems: Concepts and Design Edn. 5
© Pearson Education 2012

- Prozesse nehmen *Client*- oder *Server*-Rolle ein.
- Server können zur Erbringung ihres Dienstes auch die Dienste weiterer Server in Anspruch nehmen — und werden damit zu Klienten.
- Beispiele: Web-Server, Mail-Server, File-Server, ...

Architekturelemente: Rollen

Peer-to-Peer

- Interaktion gleichberechtigter Prozesse im Netzwerk



Instructor's Guide for Coulouris, Dollimore, Kindberg and Blair, Distributed Systems: Concepts and Design Edn. 5
© Pearson Education 2012

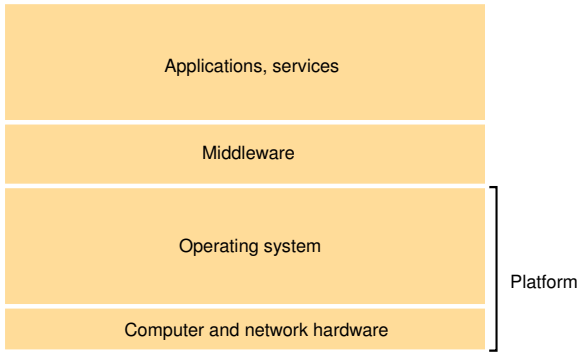
- zentralisierte P2P-Systeme: Server zur Verwaltung vorhanden
- Beispiele: Datei-Tauschbörsen

Architekturelemente: Orte

- Dienste auf mehrere Server abbilden
  - Prozesse auf mehreren Rechnern erbringen gemeinsam einen Dienst
  - Teile des Dienstes können auf verschiedene Server platziert werden
  - Lastverteilung zwischen gleichartigen Servern
- Caching
  - kürzlich benötigte Objekte werden näher am Klienten gespeichert
  - bei Anfragen wird die Aktualität des Objekts überprüft und nur bei Bedarf vom eigentlichen server neu übertragen
- Mobiler Code
  - Code wird vom Server geladen und lokal ausgeführt
  - Beispiele: *Applets*, Javascript
- Mobile Agenten
  - Programme wandern zwischen Rechnern und führen Aufgaben aus
  - Beispiel: Installation und Wartung von Software in einem Firmennetzwerk

Architekturmuster: Ebenen *(Layers)*

- Grundlegendes Abstraktionskonzept
  - jede Ebene nutzt die Dienste der darunterliegenden Ebene
  - jede Ebene bietet nach oben eine Software-Abstraktion an (und verbirgt damit Implementierungsdetails)



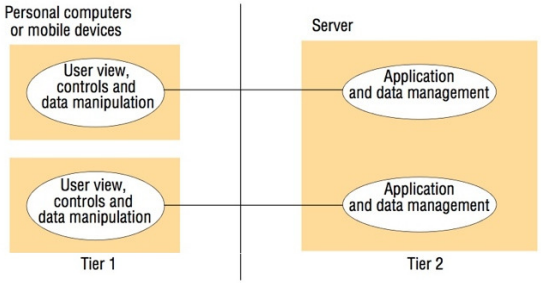
Instructor's Guide for Coulouris, Dollimore, Kindberg and Blair, Distributed Systems: Concepts and Design Edn. 5
© Pearson Education 2012

Architekturmuster: Ebenen *(Layers)* (2)

- Plattform für Verteilte Systeme:
  - umfasst die grundlegenden Hardware- und Software-Ebenen
    z. B. Intel x86 / Windows, ARM / Linux
  - bietet einfache Mechanismen zur Kommunikation und Koordination von Prozessen im Verteilten System
    z. B. TCP/IP-Implementierung mit Socket-Schnittstelle
- Middleware
  - verbirgt Heterogenität und bietet Programmierparadigma-gerechte Schnittstellen
  - Plattform für verteilte interagierende Prozesse oder Objekte
  - unterstützt verteilte Anwendungen durch geeignete Abstraktionen und Dienste
    z.B. Nameservice, verteilte Transaktionen, Objektmigration, ...
  - Beispiel: CORBA

Architekturmuster: Stufen *(Tiers)*

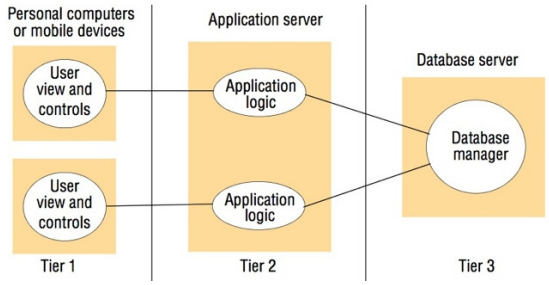
- Komplementär zu dem Konzept der Ebenen
  - Ebenen dienen der vertikalen Strukturierung eines Dienstes in Abstraktionsebenen
  - Organisation in Stufen *(Tiering)* strukturiert die Funktionalität einer Ebene in verschiedene Server, ggf. auf verschiedenen Knoten im Netz



Instructor's Guide for Coulouris, Dollimore, Kindberg and Blair, Distributed Systems: Concepts and Design Edn. 5
© Pearson Education 2012

Architekturmuster: Stufen *(Tiers)* (2)

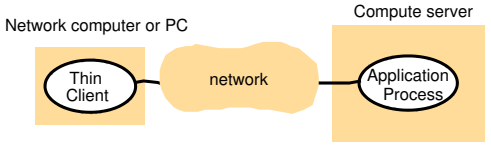
- Typische Struktur einer *three-tier*-Lösung:
  - *Presentation logic*: Benutzerinteraktion und Darstellung der Anwendung
  - *Application Logic (Business Logic)*: Anwendungsspezifische Verarbeitung der Daten (Berechnungen/Algorithmen, Strategien)
  - *Data logic*: Persistente Speicherung der Anwendungsdaten - z. B. in einer Datenbank



Instructor's Guide for Coulouris, Dollimore, Kindberg and Blair, Distributed Systems: Concepts and Design Edn. 5
© Pearson Education 2012

Architekturmuster: *Thin Clients*

- Verlagerung der Komplexität vom Endgerät des Benutzers auf Dienste im Internet
  - wird vor allem im Bereich *Cloud Computing* deutlich
  - auch in gestuften Architekturen erkennbar



Instructor's Guide for Coulouris, Dollimore, Kindberg and Blair, Distributed Systems: Concepts and Design Edn. 5
© Pearson Education 2012

Architekturmuster: *Thin Clients* (2)

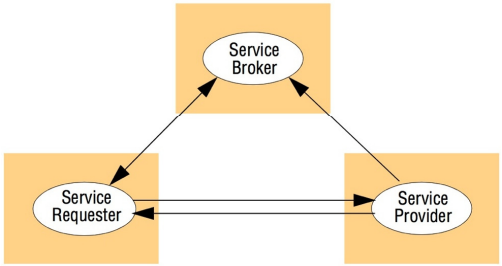
- Vorteil: Einsatz sehr einfacher Nutzer-Endgeräte
  - kostengünstig
  - einfache Installation und Wartung der Software
  - mehrere Abstufungen möglich: kleiner PC, SunRay, VNC-Software
- Funktionalität des Endgeräts wird durch eine Vielzahl von Diensten im Netz erweitert
- Problem: rechenintensive oder graphisch aufwändige Anwendungen (z. B. CAD-Systeme)
- Virtual Network Computing (VNC)
  - lokales System wird nur zur Anzeige der Grafik (auf FrameBuffer-Ebene) genutzt, jede Mausbewegung und Tastatureingabe wird an den Server übertragen

Architekturmuster: *Proxies*

- Grundlegendes Softwaremuster in verteilten Anwendungen, um Ortstransparenz zu erreichen.
  - lokaler Proxy agiert als Stellvertreter für das entfernte Objekt
  - Proxy bietet die gleiche Schnittstelle wie das entfernte Objekt
  - Verteiltheit wird vor dem Aufrufer verborgen (nicht ganz: anderes Zeit- und Fehlerverhalten möglich!)
  - Details siehe Kapitel 5
- weitere Anwendungsmöglichkeiten für Proxies
  - Zwischenspeicherung (Caching) von entfernten Objekten (Reduzierung der Netzlast, schnellere Antwort)
  - Verbergen von replizierten Objekten
  - spezielle Zugriffskontrollmechanismen

Architekturmuster: *Broker*

- Unterstützung von Interoperabilität in komplexen verteilten Infrastrukturen
  - wie findet ein Dienst-Nutzer den Dienst-Anbieter?
- typische Beispiele:
  - Naming Service in der CORBA-Middleware
  - Registry in Java RMI



Instructor's Guide for Coulouris, Dollimore, Kindberg and Blair, Distributed Systems: Concepts and Design Edn. 5
© Pearson Education 2012

Architekturmuster: *Reflection*

Reflection unterstützt zwei Konzepte:

- Introspection
  - die Möglichkeit, die Eigenschaften (z.B. Schnittstellen) eines Systems dynamisch (zur Laufzeit) zu untersuchen
  - dynamische Erzeugung von Proxies aus den Schnittstelleninformationen
  - Vermittlung von Aufrufen durch einen generischen Server an die passenden Schnittstellen hintergelagerter Diensterbringer
- Intercession / Interception
  - die Möglichkeit, dynamisch Strukturen und Verhalten zu verändern
  - Abfangen von Aufrufen (für zusätzliche Sicherheitsprüfungen, Optimierungen, Replikation, ...