Überblick

Organisation

- Vorlesung
- Übung
- Prüfungen

Einführung

- Verteilte Systeme
- Eigenschaften und Herausforderungen
- Vom lokalen zum verteilten System

Vorlesung

- Verantwortliche
  - Tobias Distler Raum 0.039 distler@cs.fau.de
  - Jürgen Kleinöder Raum 0.043 jk@cs.fau.de
- Termin
  - Donnerstag, 10:15 – 11:45 Uhr
  - Raum 0.031-113
- Web-Seiten
  - Skript: https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS16/V_VS/Vorlesung/
  - Literatur: https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS16/V_VS/Literatur/
- Fragen und Rückmeldungen sind erwünscht!

- Client-Server-Systeme
  - Grundlagen
  - Fernaufrufe
  - Effizienz
  - Fehlertoleranz
- Replizierte Systeme
  - Replikationstechniken
  - Kommunikation innerhalb einer Replikatgruppe
  - Georeplikation
- Verteilte Algorithmen
  - Synchronisation von Uhren
  - Gegenseitiger Ausschluss
  - Wahl eines Anführerknotens

Übung

- Verantwortliche
  - Christopher Eibel Raum 0.041 `ceibel@cs.fau.de`
  - Tobias Distler Raum 0.039 `distler@cs.fau.de`
  - Timo Hönig Raum 0.045 `thoenig@cs.fau.de`
  - Stefan Reif Raum 0.036 `reif@cs.fau.de`
- Termine
  - Tafelübung: Dienstag, 14:15 – 15:45 Uhr, 0.031-113 (ab 19.04.)
  - Rechnerübung: Mittwoch, 14:00 – 16:00 Uhr, 02.151-113 (ab 20.04.)
- Web-Seite
  - `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS16/V_VS/Uebung/`
- Anmeldung
  - Web-Anmeldesystem *Waffel*
  - `https://waffel.informatik.uni-erlangen.de`

Übung

- Tafel- und Rechnerübung
  - Ergänzende und vertiefende Informationen zur Vorlesung
  - Hilfestellungen zur Bearbeitung der Übungsaufgaben
  - Klärung von Fragen
  - Abgabe der Übungsaufgaben
- Themen
  - Anwendung von Java Remote Method Invocation (RMI)
  - Entwicklung eines eigenen Fernaufrufsystems
  - Fehlertolerante Fernaufrufe
  - Aktive Replikation von Diensten
  - Verteilte Synchronisation
  - Lesen und Begutachten von Fachliteratur

Prüfungen

- Informatik (Bachelor und Master)
  - Vertiefung „Verteilte Systeme und Betriebssysteme“
  - 5 ECTS- oder 7,5 ECTS-Modul
- Informations- und Kommunikationstechnik
  - Bachelor: „Wahlmodule aus EEI und INF“ (5 ECTS-Modul)
  - Master: „Wahlpflichtmodul aus INF“ (5 ECTS- oder 7,5 ECTS-Modul)
    - Eingebettete Systeme
    - Kommunikationsnetze
    - Kommunikationsnetze und Übertragungstechnik
- Varianten
  - 5 ECTS: Vorlesung + Übung
    - Erfolgreiche Bearbeitung aller abzugebenden Übungsaufgaben
    - Mündliche Prüfung über Vorlesungs- und Übungsstoff
  - 7,5 ECTS: Vorlesung + erweiterte Übung
    - Erfolgreiche Bearbeitung aller abzugebenden Übungsaufgaben
    - Erfolgreiche Bearbeitung aller Zusatzsaufgaben
    - Mündliche Prüfung über Vorlesungs- und Übungsstoff

Überblick

Verteilte Systeme

- Typische Merkmale verteilter Systeme
  - **Mehrere Rechner**, die unabhängig voneinander ausfallen können
  - **Verbindung durch ein Netzwerk**
    - Interaktion nur durch Nachrichtenaustausch möglich
    - Netzwerk unzuverlässig und mit variablen Latenzen
    - Moderate Übertragungsgeschwindigkeit im Vergleich zu Mehrkernsystemen

    $\rightarrow$ Unterschied zu Parallelrechnern
  - **Kooperation von Knoten** zur Lösung einer gemeinsamen Aufgabe
- Definition von [Tanenbaum et al.]

> „Ein verteiltes System ist eine **Kollektion unabhängiger Computer**, die ihren Nutzern wie ein einzelnes **einheitliches System** erscheint.“

- Literatur

Andrew S. Tanenbaum and Maarten van Steen
Distributed systems: Principles and paradigms (2nd edition)
Prentice-Hall, Inc., 2006.

Verteiltheit und ihre Konsequenzen

- Ausprägungen
  - Physische Verteiltheit
    - Hardware: Erhöhte Latenzen aufgrund von Entfernungen
    - Software: Unabhängige Prozesse auf verschiedenen Rechnern
  - Logische Verteiltheit
    - Aufteilung von Aufgaben auf mehrere eigenständige Komponenten
    - Kein Alleinstellungsmerkmal physisch verteilter Systeme
    - Problemstellungen verteilter Systeme auch in Mehrkernrechnern zu finden
- Konsequenzen
  - Knoten haben nicht zwingend dieselbe Sicht auf den Systemzustand
  - Unschärfeprinzip: Knotensicht auf den Systemzustand ist
    - entweder aktuell, aber unvollständig
    - oder vollständig, aber veraltet
  - Herangehensweise
    - Kein Verlass auf globale Sichten (z. B. eine gemeinsame Zeitbasis)
    - Kombination der lokalen Sichten unterschiedlicher Knoten

Eigenschaften und Herausforderungen

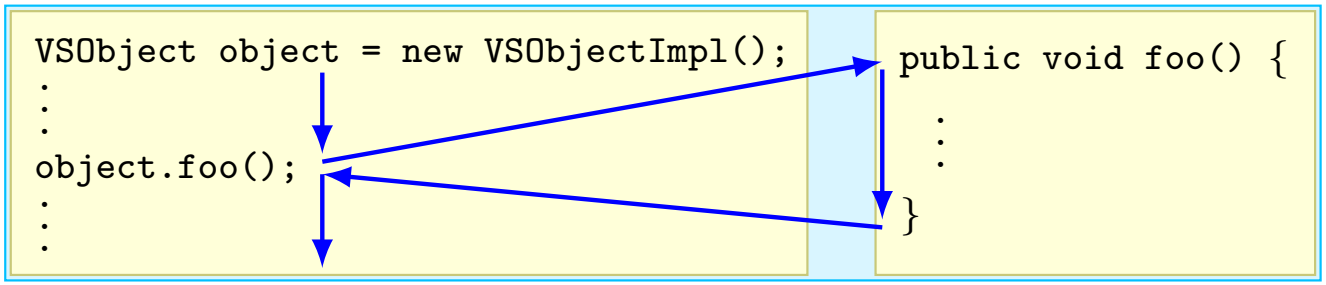
- Nebenläufigkeit
  - Knoten stellen Betriebsmittel zur gemeinsamen Nutzung zur Verfügung
  - „Gleichzeitige“, sich überlappende Zugriffe sind wahrscheinlich
  - Koordinierung der Zugriffe erfordert mitunter verteilte Algorithmen
- Fehlerbehandlung
  - Umgang mit verschiedenen Fehlerklassen
    - Ausfälle
    - Beliebiges Fehlerverhalten (*Byzantinische* Fehler)
  - Wünschenswerte Maßnahmen sind nicht in jedem Fall praktikabel
    - Fehlererkennung
    - Fehlermaskierung
    - Fehlertolerierung
  - Wiederherstellung nach unterschiedlichen Fehlerarten
    - Transiente Fehler: Automatisierte Mechanismen zur Konsistenzwahrung
    - Permanente Fehler: Manuelle Reparatur fehlerhafter Komponenten

Eigenschaften und Herausforderungen

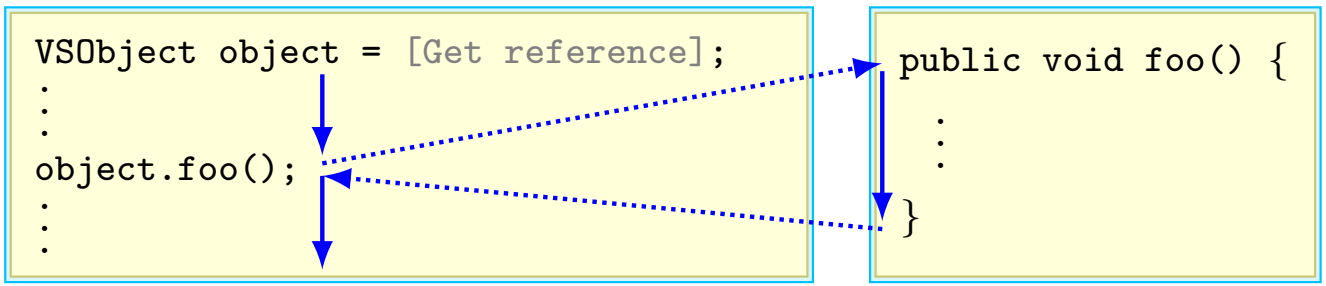
- Heterogenität
  - Knoten eines verteilten Systems sind nicht notwendigerweise gleichartig
  - Beispiele
    - Hardware: Smartwatch vs. Server
    - Programmiersprachen: Java vs. C/C++
- Indirekte Bindung
  - Konfigurierung als dynamischer Vorgang
  - Bindungsunterstützung zur Laufzeit erforderlich
- Kein einheitlicher Namensraum
  - Zusammenschluss verschiedener Namensräume
  - Namensauflösung muss gegebenenfalls über Verwaltungsgrenzen erfolgen
- Kein gemeinsamer Speicher
  - Gültigkeit von Speicherreferenzen ist auf jeweiligen Knoten beschränkt
  - Maßnahmen zum Umgang mit Referenzen erforderlich

Vom lokalen zum verteilten System

- Methodenaufruf im lokalen System
  - Ausführung der Methode im Thread des Aufrufers
  - Kein Fortschritt beim Aufrufer während der Methodenausführung



- Methoden**fern**aufruf im verteilten System
  - Rollenverteilung: Aufrufer (*Client*) und Aufgerufener (*Server*)
  - Client-Prozess unabhängig vom Server-Prozess
  - Anwendungsbeispiel: Auslagerung aufwändiger Operationen



Transparenz

- Zentrale Frage: Soll die Verteiltheit dem Client verborgen werden?
  - Ja $\rightarrow$ Ähnliche Sicht wie im lokalen Fall
  - Nein $\rightarrow$ Verteiltheit als Basis für Entwicklungsentscheidungen
- Netzwerktransparenz
  - Zugriffstransparenz
    - Lokale und entfernte Zugriffe erfolgen über identische Aufrufe
    - API: Keine Unterscheidung zwischen lokalen und entfernten Operationen
  - Ortstransparenz
    - Zugriff auf Ressourcen ohne Wissen über ihren Aufenthaltsort
    - System muss sich um das Auffinden von Ressourcen kümmern
- Migrations-/Mobilitätstransparenz
  - Ortswechsel von Clients oder Ressourcen zur Laufzeit möglich
  - Keine Beeinträchtigung durch Ortswechsel von Komponenten

Replizierte Systeme

- Redundante Auslegung der Server-Seite
  - Fehlertoleranz
    - Schutz vor Server-Ausfällen
    - Steigerung der Verfügbarkeit eines Diensts
  - Skalierbarkeit
    - Erhöhung der Leistungsfähigkeit durch zusätzliche Rechner / Ressourcen
    - Eventuell in Kombination mit einer Partitionierung des Anwendungszustands
  - Mehraufwand für Konsistenzwahrung
- Georeplikation
  - Verbesserte Fehlertoleranz durch geografische Verteilung der Replikate
  - Leistungseinbußen aufgrund hoher Latenzen
- Replikationstransparenz
  - Server-Seite erscheint dem Client als eine Einheit
  - Vorteil: Fehlertransparenz durch dynamischen Replikatwechsel realisierbar
  - Nachteil: Automatische Wahl des Replikats in manchen Fällen ineffizient