

Verteilte Systeme – Übung

Tobias Distler, Klaus Stengel, Timo Hönig,
Christopher Eibel, Tobias Klaus

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme)

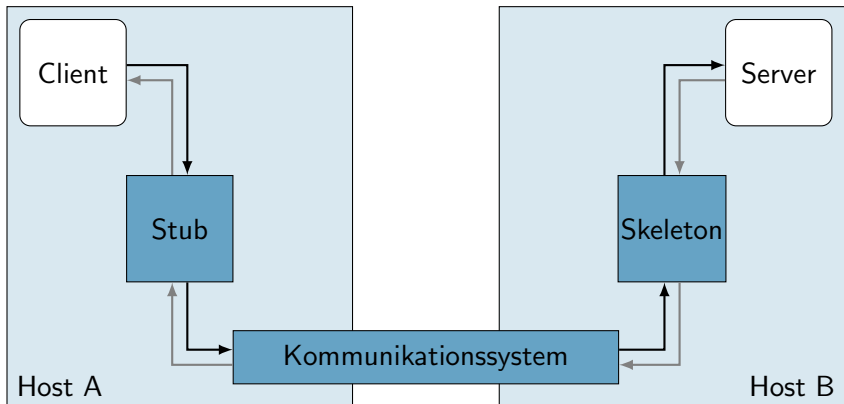
www4.cs.fau.de

Sommersemester 2013



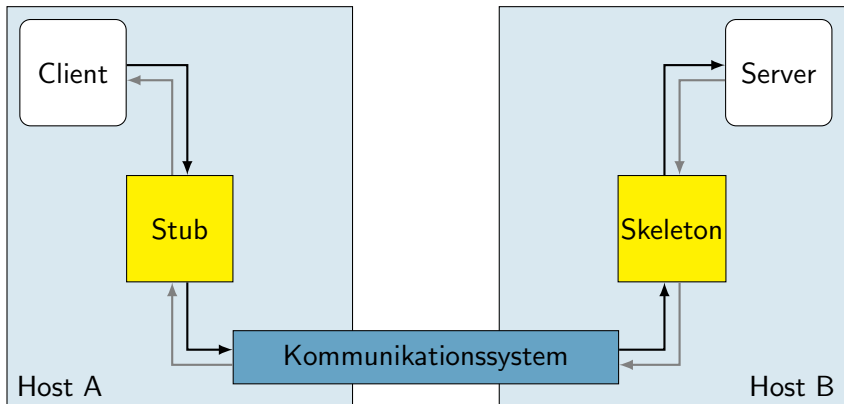
Verteilte Systeme: Übungsaufgaben 1-3

- Entwicklung eines eigenen Fernaufrufsystems
- Orientierung an Java RMI



Übungsaufgabe 2

- Unterstützung von Rückrufen
- Evaluation des eigenen Fernaufrufsystems



Rückrufe
Evaluation von Systemen



- Beispielszenario [Vergleiche Übungsaufgabe 1.]
 - Server-Seite

```
public interface VSBoard extends Remote {  
    public void post(VSBoardMessage message);  
    public VSBoardMessage [] get(int n);  
    public void listen(VSBoardListener listener);  
}
```

- Client-Seite

```
public interface VSBoardListener extends Remote {  
    public void newMessage(VSBoardMessage message);  
}
```

- Der Server muss den Client (per Fernaufruf) zurückrufen können
- Dem Server muss eine Referenz auf den Client vorliegen



- Lokaler Methodenaufruf
 - Identischer Adressraum
 - Referenz auch in aufgerufener Methode gültig
 - Rückruf erfordert keine spezielle Betrachtung
 - Fernaufruf
 - Unterschiedliche Adressräume
 - Referenz normalerweise nicht in aufgerufener Methode gültig
[Ausnahme: z. B. „Distributed Shared Memory (DSM)“-Systeme]
 - Einfache Übertragung einer Referenz (meist) nicht sinnvoll
- Spezielle Semantiken für Fernaufrufe notwendig



„Rückruf“ per **Call-by-Value-Result**

- Funktionsweise
 - Auf Server-Seite wird eine Kopie des Originalobjekts erzeugt
 - Aufgerufene Methode kann Kopie modifizieren
 - Kopie wird an Client zurückgesendet
 - Originalobjekt wird durch Kopie ersetzt
- Nachteile
 - Gültigkeit der Referenz ist beschränkt auf Methodenausführung
 - Bei Beendigung der Methode wird Kopie für Server wertlos
 - Referenz kann nicht dauerhaft gespeichert werden
 - Komplettes Objekt wird doppelt übertragen
 - Betrifft auch Daten, die auf Server-Seite nicht benötigt werden
 - Problematisch für große Objekte



Rückruf per **Call-by-Reference**

- Funktionsweise
 - Objekt wird auf Client-Seite für Fernaufrufe verfügbar gemacht
 - Dem Server wird als Parameter eine **Remote-Referenz** übergeben
 - Jeder Server-seitige Zugriff auf das Objekt erfolgt per Fernaufruf
 - Aufgerufene Prozedur kann Daten des Aufrufers direkt verändern
- Vorteile gegenüber Call-by-Value-Result
 - Speicherung der Referenz für spätere Verwendung möglich
 - Geringere zu übertragende Datenmenge
- Nachteil

Im allgemeinen Fall meist nur mit spezieller Unterstützung durch das Betriebssystem möglich



Call-by-Reference in objektorientierten Programmiersprachen

- Funktionsweise
 - Objekt kapselt Daten
 - Idealfall: Zugriff nur über Methodenaufrufe
 - Übertragung einer Remote-Referenz führt auf Server-Seite automatisch zur Erzeugung eines Objekt-Stub
 - Server kann transparent auf das Originalobjekt zugreifen
 - Einschränkung
 - Kein direkter Zugriff auf Objektzustand
 - z. B. keine „public“-Variablen
- Problem ohne spezielle Betriebssystem-Unterstützung lösbar



- Naiver Ansatz
 - Bei jeder Weitergabe einer Objektreferenz wird ein neuer Stub sowie ein neuer Skeleton erzeugt
 - Unnötig, falls die selbe Objektreferenz mehrfach übertragen wird
- Übliches Verfahren in Fernaufrufsystemen: Beidseitiger Einsatz von Hash-Tabellen
 - Client-Seite: Zuordnung lokaler Objektreferenzen auf Remote-Referenzen
 - Server-Seite: Abbildung von Remote-Referenzen auf Stubs



- Naiver Ansatz
 - Bei jeder Weitergabe einer Objektreferenz wird ein neuer Stub sowie ein neuer Skeleton erzeugt
 - Unnötig, falls die selbe Objektreferenz mehrfach übertragen wird
- Übliches Verfahren in Fernaufrufsystemen: Beidseitiger Einsatz von Hash-Tabellen
 - Client-Seite: Zuordnung lokaler Objektreferenzen auf Remote-Referenzen
 - Server-Seite: Abbildung von Remote-Referenzen auf Stubs

Wie lange sollen diese Informationen verfügbar gehalten werden?



■ Allgemein

■ Wo?

- Auf Applikationsebene
- Bei Rückrufen: Im Skeleton des Originalfernaufrufs (auf Server-Seite)

■ Wie?

- Explizit: z. B. konkrete Anweisung
- Implizit: z. B. Methodenende
- Automatisiert: z. B. Garbage-Collection

■ Java RMI

- Reguläre Garbage Collection: Stub wird gelöscht, sobald keine Referenz mehr auf ihn verweist
- Zusätzlich: Distributed Garbage Collection für Remote-Referenzen



- Jeder Server unterhält jeweils einen Remote-Referenzen-Zähler auf von ihm bereitgestellte Remote-Objekte
 - `dirty()`-Methode
 - Inkrementiert den Zähler
 - Aufgerufen vom Client bei Stub-Erzeugung (per Fernaufruf)
 - `clean()`-Methode
 - Dekrementiert den Zähler
 - Aufgerufen vom Client bei Stub-Freigabe (per Fernaufruf)
- Lokal bereitgestelltes Remote-Objekt wird vom Server der Garbage Collection überlassen, sobald
 - keine lokalen Referenzen mehr auf das Objekt existieren **und**
 - der Remote-Referenzen-Zähler auf Null steht



- **Leases** im Kontext von Fernaufrufen
 - Garantie des Servers an den Client, dass ein bestimmtes Remote-Objekt für eine gewisse Zeit verfügbar ist

 - Leases in Java RMI
 - Standarddauer pro Lease: 10 Minuten
 - Rückgabewert von `dirty()`-Aufrufen
 - Verlängerung durch erneuten Aufruf von `dirty()`
[Erfolgt üblicherweise nach Ablauf der Hälfte der Lease-Dauer.]
 - Ablauf eines Lease
 - Dekrementieren des entsprechenden Remote-Referenzen-Zählers
 - Bei Bedarf: Garbage-Collection des Stubs
- Leases stellen eine Absicherung des Servers gegen Verbindungsausfälle und Client-Abstürze dar



Rückrufe

Evaluation von Systemen



- Analyse des eigenen Systems
 - Leistungsfähigkeit
 - Antwortzeit
 - Durchsatz
 - Ressourcenverbrauch
 - Dienstgüte-Garantien
 - ...

- Vergleich mit anderen Systemen
 - Wie verhalten sich die unterschiedlichen Systeme in bestimmten Situationen?
 - Wo liegen die jeweiligen Stärken und Schwächen?
 - Ab welchen Punkten ist das eine bzw. das andere System besser?
 - ...



- Simulation
 - Messungen an einem Simulator, der das gewünschte Verhalten so gut wie möglich imitiert

- Evaluation
 - Messungen an einem konkreten System (bzw. Prototyp)



- Simulation
 - Messungen an einem Simulator, der das gewünschte Verhalten so gut wie möglich imitiert
 - Oftmals einfach zu realisieren
 - Ergebnisse spiegeln eventuell nicht exakt die Realität wider

- Evaluation
 - Messungen an einem konkreten System (bzw. Prototyp)
 - Im Allgemeinen aufwändiger zu realisieren
 - Ergebnisse entstammen einem realistischen Szenario



- Simulation
 - Messungen an einem Simulator, der das gewünschte Verhalten so gut wie möglich imitiert
 - Oftmals einfach zu realisieren
 - Ergebnisse spiegeln eventuell nicht exakt die Realität wider

- Evaluation
 - Messungen an einem konkreten System (bzw. Prototyp)
 - Im Allgemeinen aufwändiger zu realisieren
 - Ergebnisse entstammen einem realistischen Szenario

→ Evaluationen besitzen mehr Aussagekraft als Simulationen



- Nicht bzw. schwer zu evaluierende Merkmale
 - Eingeschränkte Quantifizierungsmöglichkeiten
 - Merkmal ist nicht isoliert messbar
 - ...
 - Fehlende Vergleichsmöglichkeiten
 - Eigene Variante ist konkurrenzlos [Eher selten der Fall.]
 - Andere Varianten besitzen abweichenden Fokus
 - ...
 - Beispiel: Effizienz vs. Fehlertoleranz
 - Aussagen über das Ausmaß von Fehlertoleranz können oft nicht durch Messergebnisse gestützt werden, stattdessen: oberflächliche Beschreibung (z. B. Anzahl und Art tolerierbarer Fehler)
 - Fehlertoleranz ist (fast) immer mit Effizienzeinbußen verbunden
- Der durch den Einsatz fehlertoleranter Systeme erreichbare Gewinn lässt sich schlechter evaluieren als die damit verbundenen Verluste



- Vorbereitung
 - Konzipierung der Evaluationsszenarien
 - Dokumentation der Evaluationsszenarien, -umgebung
 - Formulierung einer Erwartungshaltung
- Durchführung
 - Abarbeitung der vorbereiteten Szenarien
 - Sammlung der Messergebnisse
- Nachbereitung
 - Aufbereitung der Ergebnisse (z. B. in Diagrammen)
 - Beschreibung der Ergebnisse (textuell)
 - Interpretation der Resultate
 - Abgleich der Resultate mit der Erwartungshaltung



- Mögliche Fehlerquellen
 - Existenz einer Aufwärmphase mit atypischen Systemeigenschaften
 - Verfälschung von Messungen durch unbeabsichtigtes Caching
 - Erhöhte Netzwerklatenzen aufgrund außergewöhnlicher Lastsituationen
 - Verzögerungen durch Log- bzw. Debug-Ausgaben
 - Beeinflussung des Systems durch die Messung selbst
 - ...

- Maßnahmen zur Kompensation
 - Messungen später beginnen (nicht bereits ab dem Zeitpunkt 0)
 - Messungen mehrfach durchführen
 - Verwendung von externen Messgeräten/-programmen
 - Geschickte Wahl der Messgrößen, z. B. CPU-Zyklen statt Zeit
 - Passende Wahl der Analysegrößen bei der Nachbereitung, z. B. Median vs. arithmetisches Mittel



- Verfügbare Methoden (`java.lang.System`)
 - Aktuelle Zeit in Millisekunden

```
public static long currentTimeMillis();
```
 - Aktuelle Zeit in Nanosekunden

```
public static long nanoTime();
```
 - Hinweise
 - Beide Methoden verwenden die Zeitmessung des Betriebssystems
 - Methoden brauchen selbst Zeit zur Ausführung
- Die versprochene Granularität wird (eventuell) nicht erreicht!



- Verfügbare Methoden (`java.lang.System`)

- Aktuelle Zeit in Millisekunden

```
public static long currentTimeMillis();
```

- Aktuelle Zeit in Nanosekunden

```
public static long nanoTime();
```

- Hinweise

- Beide Methoden verwenden die Zeitmessung des Betriebssystems
- Methoden brauchen selbst Zeit zur Ausführung

→ Die versprochene Granularität wird (eventuell) nicht erreicht!

“[...] Differences in successive calls that span greater than approximately 292 years (2^{63} nanoseconds) will not accurately compute elapsed time due to numerical overflow. [...]”

[Auszug aus der Java-Dokumentation zu `System.nanoTime()`]

