

Verteilte Systeme – Übung

Stubs & Skeletons: Rückrufe & Evaluation

Sommersemester 2021

Michael Eischer, Laura Lawniczak, Tobias Distler

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

www4.cs.fau.de



Lehrstuhl für Verteilte Systeme
und Betriebssysteme



FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

TECHNISCHE FAKULTÄT

Rückrufe

Evaluation von Systemen

Rückrufe

■ Beispielszenario [Vergleiche Übungsaufgabe 1.]

▪ Server-Seite

```
public interface VSAuctionService {
    public void registerAuction(VSAuction auction, int duration, VSAuctionEventHandler handler)
        throws VSAuctionException;
    public VSAuction[] getAuctions();
    public boolean placeBid(String userName, String auctionName,
        int price, VSAuctionEventHandler handler)
        throws VSAuctionException;
}
```

▪ Client-Seite

```
public interface VSAuctionEventHandler {
    public void handleEvent(VSAuctionEventType event, VSAuction auction);
}
```

→ 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 Parameterübergabe bei Fernaufrufen notwendig

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

■ Funktionsweise

- Dem Server wird eine Kopie des Originalobjekts übergeben
- Aufgerufene Methode kann Kopie modifizieren
- Kopie wird an Client zurückgesendet
- Originalobjekt wird durch Kopie ersetzt

■ Vorteile

- Einfache Implementierung (→ Serialisierung)
- Ermöglicht direkte Speicherzugriffe

■ Nachteile

- Gültigkeit der Referenz ist beschränkt auf Methodenausführung
- Komplettes Objekt wird doppelt übertragen
- Verkompliziert Synchronisation, Zugriff auf Ressourcen

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 bei großen Objekten mit wenigen Zugriffen
- Nachteil
 - Benötigt spezielle Unterstützung für Speicherzugriffe

Call-by-Reference in objektorientierten Programmiersprachen

■ Funktionsweise

- Objekt kapselt Daten
- Idealfall: Zugriff nur über Methodenaufrufe
- Übertragung einer Remote-Referenz führt auf Server-Seite 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 Unterstützung durch Betriebssystem bzw. Laufzeitumgebung lösbar

- Naiver Ansatz
 - Bei jeder Weitergabe einer Objektreferenz werden ein neuer Stub sowie ein neuer Skeleton erzeugt
→ Unnötig, falls dieselbe Objektreferenz mehrfach übertragen wird
- Mögliches 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 je 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 sind eine Absicherung des Servers gegen Verbindungsausfälle und Client-Abstürze

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
- + 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 t_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 auf Basis der Systemzeit

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

- Aktuelle Zeit in Nanosekunden auf Basis präziser(er) Zähler des Betriebssystems

```
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!

“This method provides nanosecond precision, but **not necessarily nanosecond resolution** [...] - no guarantees are made except that the resolution is at least as good as that of `currentTimeMillis()`.”

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