

Verteilte Systeme – Übung

Rückrufe bei Fernaufrufen

Sommersemester 2025

Harald Böhm, Christian Berger, Tobias Distler

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Informatik 4 (Systemsoftware)

<https://sys.cs.fau.de>



Lehrstuhl für Informatik 4
Systemsoftware



Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Rückrufe

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