

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



Probleme mit gewöhnlichen Referenzen bei Rückrufen

■ 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



Umsetzungsmöglichkeiten in verteilten Systemen

„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

■ 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 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 Unterstützung durch Betriebssystem bzw. Laufzeitumgebung lösbar



Verwaltung von Rückruf-**{Stubs,Skeletons}**

- Naiver Ansatz
 - Bei jeder Weitergabe einer Objektreferenz wird ein neuer Stub sowie ein neuer Skeleton erzeugt
- Unnötig, falls dieselbe 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?



Freigabe von Stubs und Skeletons

- 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



- 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



Mögliche Probleme

- 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



Vorgehensweise

- 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



Messungen

- 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



Zeitmessung in Java

- 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. [...]”

