Vorlesung
Software aus Komponenten

2. Grundlagen

Prof. Dr. Hans-Gert Gräbe
Wintersemester 2011/12

Komponenten als sozio-technische Artefakte

Eine Software-Komponente ist eine Einheit der Komposition mit durch Kontrakt spezifizierten Schnittstellen und nur expliziten Kontext-Abhängigkeiten. Eine Software-Komponente kann unabhängig verteilt werden und zur Komposition durch Dritte verwendet werden.

- Definition wurde erstmals so 1996 auf der „European Conf. on OO Programming“ gegeben [Szyperski, Pfister]
- technische Seite: Unabhängigkeit, Schnittstellen-Kontrakt, Zusammenbau
- soziale Seite: Dritte, Verteilung
- Diese Verbindung ist typisch für jeden tragfähigen Komponenten-begriff nicht nur im Software-Bereich

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Schnittstellen-Kontrakt

- Muss die Verwendung der Komponente in einem Produktiv-System genau beschreiben
- Technische Aspekte:
  - Schnittstellen im engeren Sinne
  - Entpackung, Konfiguration, Installation der Komponente
  - Instanziierung und Beschreibung des Verhaltens der durch die Komponente erzeugbaren Objekte durch ihre Schnittstellen (Laufzeitverhalten)
  - Beschreibung der Ressourcenanforderungen der Komponente sowie der Anforderung an die Lokalisierungs-Umgebung
    - auch als Kontext-Abhängigkeit bezeichnet
  - enthält:
    - Komponenten-Modell = Spezifikation der Kompositions-Regeln
    - Komponenten-Plattform = Spezifikation der Regeln für Entpackung, Installation und Aktivierung von Komponenten

UNIVERSITÄT LEIPZIG

Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

- Schnittstellen-Spezifikation als Kontrakt zwischen
  - Nutzer der **Funktionalität** einer Schnittstelle und
  - Anbieter der **Implementierung** dieser Schnittstelle
- verbreiteter Zugang auf technischer Ebene: durch Vor- und Nachbedingungen (Hoare-Kalkül: {V} P {N})
  - Nutzer sichert die Vorbedingungen V
  - Anbieter sichert dann Nachbedingung N
  - Problem: Sichert funktionale Eigenschaften, aber weder Performanz von P noch Termination überhaupt
- heute üblich: auch nicht-funktionale Aspekte im Kontrakt erfassen
  - Beispiel: Service Level Agreement
    - enthält Qualitätsaussagen für den Betrieb wie Verfügbarkeit, Fehlerrate, Datensicherheit etc.
  - Konsequenzen im Einsatz sind ähnlich gravierend wie funktionale Fehler

UNIVERSITÄT LEIPZIG

Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

- „undokumentierte Features“
  - Auf Komponenten-Verhalten wird oft jenseits der Spezifikation auch aus Beobachtung des laufenden Betriebs geschlossen.
    - Siehe Beispiel „fragile Basisklasse“
  - Ist auch typisches Ergebnis eines „Debugging“-Prozesses bei Fehlersuche
  - Kleine Fehler sind ökonomischer auf der Nutzerseite als auf der Anbieterseite zu beheben
  - Open-Source-Ansatz

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Direkte und indirekte Schnittstellen

- Direkte Schnittstelle: Schnittstelle der Komponente selbst
  - meist prozeduraler Natur
- Indirekte Schnittstelle: Schnittstelle von Objekten, die in der Komponente erzeugt werden
  - meist objektorientierter Natur
- Vereinheitlichung durch Einführung eines statischen Objekts möglich
  - typischer Ansatz von OO Sprachkonzepten
- Überladung indirekter Schnittstellen und späte Bindung
  - Provider des Dienstes hängt vom Objekt ab
  - Derselbe Dienst kann über dieselbe Schnittstelle innerhalb desselben Komponenten-Kontexts von unterschiedlichen Anbietern kommen

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Schnittstellen und Versionen

- Problem: Schnittstellen können ihr Verhalten zwischen Versionen wechseln
- Management traditionell über Versionsnummern
  - Komponente als unteilbare Einheit => Versionsnummern nur für ganze Komponenten
- Versions-Information in Import- und Exportschnittstellen
  - direkte Schnittstellen: Abfrage zur Bindungszeit, also (nur) vor dem ersten Schnittstellenaufruf
  - indirekte Schnittstellen: Abfrage vor jedem Aufruf erforderlich
    - Alternative: Integration ins Management der Objektidentität
- Problem der Versions-Information, wenn eine Objektreferenz Komponentengrenzen überschreitet
  - Objekt bietet eigene Dienste an
    - etwa Rückgabe in einem bestimmten Format
  - Objekt nutzt Dienste anderer => dynamische Versionskontrolle

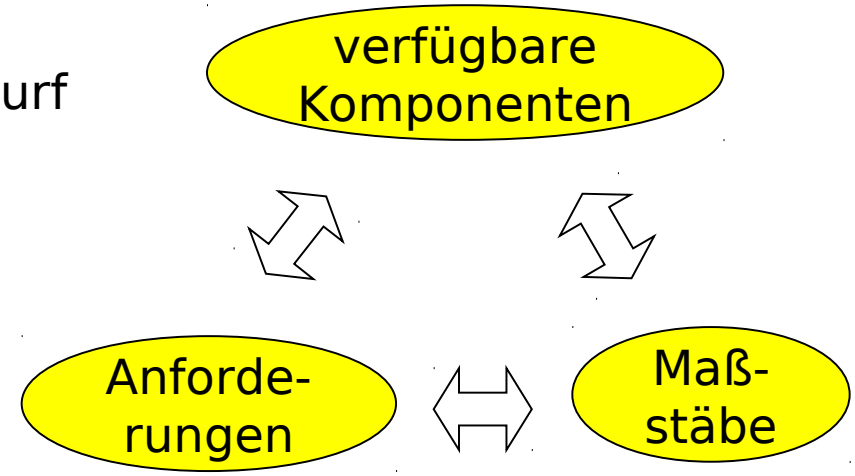
UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

- Schnittstellenversionen müssen klar als kompatibel oder klar als veraltet (deprecated) deklariert werden können
- Ansatz der unveränderlichen Schnittstellen-Spezifikation (immutable interfaces)
  - Neue Versionen nur als neue Schnittstellen
  - Veraltete Schnittstellen werden einfach nicht mehr unterstützt
  - Beispiel: COM = Component Object Model von MicroSoft
- Veränderbare Schnittstellen-Spezifikationen:
  - klares Kompatibilitäts-Konzept erforderlich
  - Installation verschiedener Komponentenversionen in derselben Umgebung kann erforderlich sein.
  - Unterscheidung zwischen Komponenten, die immer in der aktuellsten Version verwendet werden können und Komponenten, die nur in der ursprünglich installierten Version verwendet werden können
    - wird im Rahmen der CLR = Common Language Runtime verfolgt

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Komponenten abgrenzen

Problem: Wie ist ein kompletter Entwurf in Komponenten zu partitionieren?



Prinzipien:

- Modularität und Kapselung
- Abhängigkeiten zwischen K. sind expliziert
- Mehrere Abstraktionsebenen, hierarchische Strukturierung
- natürliche Zuordnung von Verantwortlichkeiten
- Migrations-Erfordernisse vorab berücksichtigen

2.5. Komponenten abgrenzen
Komponenten-Gewicht

- Wie „fett“ soll eine Komponente sein?
  - optimal, aber unreal: „richtige Schnittstellenmenge“ und keine Kontext-Abhängigkeit
  - maximal: „fette“ Komponente, die alle benötigten Dienste mitbringt (=Applikation, grobkörnig)
  - minimal: Auslagern aller bis auf die zentrale Funktionalität (=Klasse, feinkörnig)
    - „Maximizing reuse minimizes use.“
    - Grund: Explodierende Kontext-Abhängigkeit
    - würde nur unter statischen Entwicklungsbedingungen funktionieren
    - Beispiel: Linux-Probleme mit Bibliotheksversionen
  - praktisch ist hier ein je ausgewogenes Mittel zu finden
- Je detaillierter Normierung und Standardisierung, desto schlankere Komponenten sind möglich
  - Standardisierung ist in vertikalen Marktsegmenten (funktional) eher möglich als in horizontalen, aber wegen der geringen Marktgröße schwieriger

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Komponenten und Entwurf

K. als Einheit der Abstraktion

- Ansatz: white box → black box
- Entwurfsexpertise kapseln (design expertise ready for use)
- Theoretische Einschränkung der Vielfalt in der aktuellen Ebene ist Basis für größere Vielfalt in der nächsthöheren Ebene

K. als Einheit der Analyse

- Analyse an vielen Stellen im Komponentenlebenszyklus erforderlich (Spezifikationsprüfung, Tests, Re-Engineering)
- Kopplung zwischen Einheiten bestimmt, wie weit eine individuelle Analyse zweckmäßig bzw. überhaupt möglich ist
- Regel: Einheiten für Analyse so klein wie möglich
- Regel: streng statische hierarchische Grenzen (Moduln, Subsysteme) erleichtern die Analyse

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

K. als Einheit der Erweiterung

- Beispiel: K. implementiert eine konkrete (standardisierte) Schnittstelle
- Objekte in einer Erweiterungshierarchie sind gewöhnlich enger gekoppelt als andere
  - „friends“-Mechanismus, „protected“-Schnittstelle
  - sind Ersatz für Mechanismen der Kapselung mehrerer Objekte
- unabhängige Erweiterungen und deren Koexistenz
- eine Einheit der Analyse darf nicht in mehrere Erweiterungseinheiten zerlegt werden
  - gemeinsame Analyse hat oft kontextuelle Abhängigkeiten zwischen den Teilen zur Folge

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Komponenten aus technischer Anbietersicht

K. als unabhängig compilierbare Einheit

- Compilierbarkeit und Analyse sind eng verbunden
  - white box: Analyse
  - black box: Compilierbarkeit
- sinnvolle Einheiten: Klassen oder Pakete?
- Globale Optimierung?
  - Antwort 1: Einheiten möglichst groß wählen
  - Antwort 2: Optimierung zwischen Komponenten, vielleicht sogar erst nach der Lokalisierung
- muss im Komponentenkonzept und in der Komponentenbeschreibung verankert sein

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

K. als Packungs-Einheit

- Entpackung (deployment) = Prozess der Vorbereitung der Komponente auf den Einsatz in einer speziellen Umgebung (Lokalisierung)
  - wurde lange nicht als separater Schritt betrachtet
  - Prozess der Anbindung an eine spezielle Komponentenplattform
- Konfiguration = Einstellung spezieller Eigenschaften der Komponente für den konkreten Einsatz
- Installation = plattformspezifische Aktivität, mit der eine entpackte Komponente für die Nutzung in einer speziellen Hardware-Konfiguration verfügbar gemacht wird, die von der Plattform unterstützt wird.
  - Zeit, in der auch kritische Tests ausgeführt werden, die vor dem eigentlichen Betrieb erfolgen müssen (etwa Integritätstests)
- für alle drei Aktivitäten müssen entsprechende Beschreibungen erstellt werden

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Komponenten aus technischer Nutzersicht

K. als Einheit des Ladens

- oft wird beim ersten Einsatz einer Funktionen erst entsprechender Code geladen.
- benötigt Mechanismen des dynamischen Ladens (etwa DLL)
- typisch werden dabei gleich mehrere zusammenhängende Klassen geladen
  - Komponente als Einheit des Ladens sinnvoll
- Kontrolle der Version
  - Maximale Flexibilität, wenn die Versionskontrolle auf der Ebene von Schnittstellen oder sogar Methoden erfolgt
  - Erfordert eine Zuordnung von Methodenversionen zu Komponentenversionen

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

K. als Einheit des Ladens (Fortsetzung)

- Java: Versions-Check erst zur Laufzeit
  - ist problematisch, da Inkompatibilitäten erst mitten in der Programmausführung entdeckt werden
  - Kontrolle der Erfüllbarkeit der Importrelationen
- Kontrolle von Namenskollisionen
  - Lösung: Hierarchisches Namensraum-Konzept
  - Problem der Namenskollision: Versionen derselben Komponente
- Konsistenz bereits geladener Komponenten muss erhalten bleiben
  - Konsistenz muss dazu lokale Eigenschaft sein
  - schließt z.B. globale Typprüfungsansätze aus

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

K. als Einheit der Lokalität

- Problem im Kontext verteilter Systeme: was befindet sich (lokal) auf welchem Rechner
  - typisch sind hierarchische Konzepte des Clusterns von Rechnern
  - SAN, LAN, WAN, Internet (und weitere Zwischenstufen)
  - unterschiedliche Kommunikationszeiten und -kosten
- Tradeoff: minimale Kommunikationskosten vs. maximale Ressourcennutzung
- hohe Kopplung zwischen Objekten aus derselben Komponente
  - Komponente sollte nicht auf verschiedene Prozesse oder Maschinen verteilt sein
  - Bündelung von Zugriffen auf Objekte über Prozessgrenzen hinweg
  - ein komplexer statt mehrerer einfacher Zugriffe