UML Klassendiagramme

Pflichtliteratur für Bachelorprüfung PIT ab Juni 2020

1

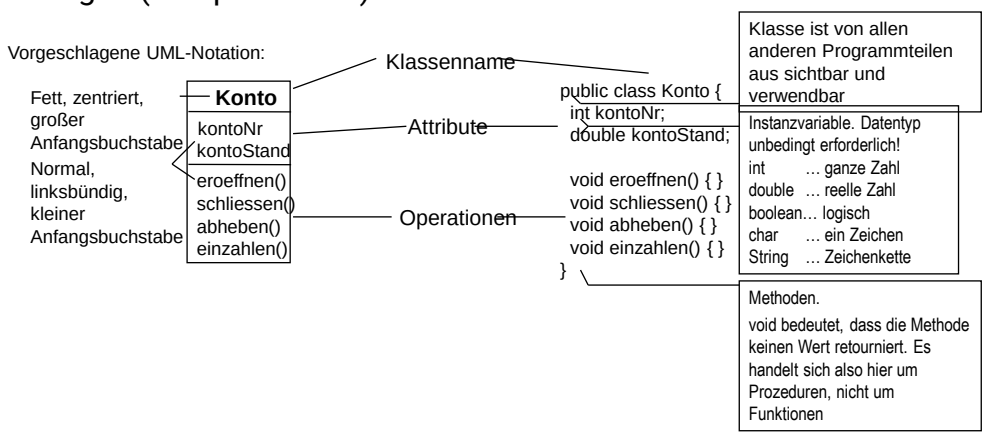
Aufgabe von Klassendiagrammen

- Identifizieren die (realen und konzeptuellen) Objekte, die für das Modell von Bedeutung sind, deren grundlegende Eigenschaften sowie die Beziehungen zwischen verschiedenen Objekten.
- Klassendiagramme sind statisch. Sie zeigen nur mögliche Beziehungen und Eigenschaften auf, machen aber keine Aussage, welche der Beziehungen zu verschiedenen Zeitpunkten existieren, bzw. relevant sind, und wie sich die Eigenschaften im Laufe der Zeit entwickeln. Sie gehören daher, wie die Use Case Diagramme zu den UML Diagrammen, die die statische Struktur (static structure) veranschaulichen.

2

Klassen

- Werden durch ein Rechteck dargestellt, das im Normalfall aus drei Abteilungen (compartments) besteht.



3

[ ] bezeichnen optionale Elemente. { } heißt beliebig oft wiederholen. | legt eine Auswahl fest.
In " eingeschlossene Zeichen sind direkt zu übernehmen. // ist der Beginn eines Kommentars.

Notationen für Attribute (1)

- Man kann nicht nur den Namen eines Attributs definieren, sondern auch verschiedene Details festlegen. Dazu dient folgende Syntax:

<attribut> ::= [<visibility>] ['/'] <name> [':' <prop-type>] ['[' <multiplicity> ']'] ['=' <default>]
['{' <prop-modifier > {',' <prop-modifier >} '}']

<visibility> ::= '+' | '-' | '#' | '~' *// + : public (Zugriff für alle Klassen)*
// - : private (Zugriff nur für diese Klasse),
// # : protected (Zugriff für dies Klassen und Klassen, die davon erben),
// ~ : package (Zugriff für alle Klassen im gleichen Package)

/ bedeutet abgeleitetes Attribut (derived attribute). Das bedeutet, der Wert dieses Attributs kann aus anderen Attributen jederzeit berechnet werden. Z.B.: isUeberzogen könnte aus dem kontoStand hergeleitet werden. (true, falls kontoStand < 0, false sonst). Erspart Rechenaufwand für oft benötigte Attributwerte. Normalerweise sind solche Attribute readOnly. Können sie aber verändert werden, so ist dafür Sorge zu tragen, dass die Werte, von denen das Attribut abhängt auch entsprechend verändert werden.
<name> ist der Name des Attributs

4

Notationen für Attribute (2)

<attribut> ::= [<visibility>] ['/'] <name> [':' <prop-type>] ['[' <multiplicity> ']'] ['=' <default>]
['{' <prop-modifier > {',' <prop-modifier >} '}']

<prop-type>
*ist der Typ des Attributs. Hier können die primitiven Typen integer, boolean, string und unlimited natural (natürliche Zahlen mit 0 und * für unendlich) verwendet werden, aber auch vor- und selbstdefinierte Typen (Klassen). Meist werden einfach die Datentypen der zur Implementierung verwendeten Programmiersprache verwendet.*
<multiplicity>
legt die Anzahl der Elemente fest. Default ist 1.
Syntax ist <untergrenze>..<obergrenze>.
Falls beide Werte gleich sind, kann einfach nur dieser Wert angegeben werden (z.B.: 5).
*Als Obergrenze ist auch ' * ' erlaubt.*
Beispiele:
[1..10] von 1 bis 10, *[5] genau 5,*
[3..] mindestens 3,* *[0..3] höchstens 3,*
[0..] oder auch nur [*] beliebig viele*
<default> ist ein Ausdruck, der den Defaultwert (die Defaultwerte) für das Attribut angibt.

5

Notationen für Attribute (3)

<prop-modifier> ::= 'readOnly' | 'union' | 'subsets' <property-name> | 'redefines' <property-name> | 'ordered' | 'unique' | <prop-constraint>

readOnly
bedeutet, dass dieses Attribut nur einmal initialisiert wird und dann nicht mehr verändert werden kann. Wann die Initialisierung stattfindet, legt UML nicht fest. Wird allerdings ein Defaultwert angegeben, so gilt das bereits als Initialisierung. (Entspricht dem Konzept von Konstanten in Programmiersprachen).
union
bedeutet, dass dieses (zumeist abgeleitete) Attribut die Vereinigung von mit subsets spezifizierten Untermengen ist.
subsets <property-name>
bedeutet, dass dieses Attribut eine Untermenge der im Attribut property-name enthaltenen Werte enthält
redefines <property-name>
legt fest, dass dieses Attribut nur ein anderer Name (alias) für das Attribut <property-name> ist. Wird zumeist in Verbindung mit Vererbung verwendet.

6

Notationen für Attribute (4)

<prop-modifier> ::= 'readOnly' | 'union' | 'subsets' <property-name> | 'redefines' <property-name> | 'ordered' | 'unique' | <prop-constraint>

ordered
gibt für Attribute mit einer Multiplizität größer 1 an, dass die einzelnen Werte geordnet (sortiert) zugreifbar sind. Welches Sortierkriterium verwendet wird, gibt UML nicht vor. Es ergibt sich zumeist aus dem Kontext (z.B. alphabetisch für Strings, numerisch für Zahlen, etc.)

unique
gibt für Attribute mit einer Multiplizität größer 1 an, dass die einzelnen Werte eindeutig sein müssen. Jeder Wert darf also (innerhalb diese Attributs in einem Objekt) höchstens einmal auftreten. In verschiedenen Objekten darf der gleiche Wert natürlich sehr wohl wiederholt auftreten

<prop-constraint>
gibt zusätzliche Einschränkungen an, die erfüllt sein müssen. Entspricht einem logischen Ausdruck in OCL, einer Programmiersprache (z.B.: Java) oder natürlicher Sprache. Dieser Ausdruck muss zu jedem Zeitpunkt den Wert true ergeben. Constraints können mit einem Namen versehen werden, indem man dem Ausdruck den Namen mit einem Doppelpunkt voranstellt. Z.B.: kontoGedeckt: not(isUeberzogen)

7

Notationen für Operationen

- Für Operationen (Methoden in Java) gilt eine ähnliche Syntax:

<operation> ::= [<visibility>] <name> '(' [<parameter-list>] ')' [':' [<return-type>] ['{' <oper-property> [',' <oper-property>]* '}']]

<name>
ist der Name der Operation

<return-type>
ist der Typ des retournierten Wertes. Für Prozeduren sollte der return-type entfallen, oft wird auch (in Anlehnung an die verwendete Programmiersprache) void verwendet.

<oper-property>::='redefines' <oper-name> | 'query' | 'ordered' | 'unique' | <oper-constraint>
redefines <oper-name> bedeutet, dass die ererbte Operation oper-name neu definiert wird.
query bedeutet, dass die Operation den Zustand des Systems nicht verändern darf.
ordered bedeutet, dass die Werte im gelieferten Returnwert sortiert sind.
unique bedeutet, dass jeder Wert im gelieferten Returnwert nur einmal auftreten darf.
<oper-constraint> gibt zusätzliche Bedingungen an, die erfüllt sein müssen. Die Syntax dieser Constraints ist analog zu den Constraints bei Attributen.

*<parameter-list>::=<parameter> [','<parameter>]**

8

Notationen für Operationen: Parameter

<parameter-list>::= <parameter> {‘,’<parameter>}

<parameter> ::= [<direction>] <parameter-name> ‘:’ <type-expression>[‘[‘<multiplicity>’]’] [‘=’ <default>]
[‘{‘ <parm-property> [‘,’ <parm-property>] ‘}’]*

<direction>::= ‘in‘ | ‘out‘ | ‘inout‘ | ‘return‘
return bietet eine optionale Möglichkeit, den Returnwert zu definieren.
Default ist ‚in‘ (Das ist in Java auch die einzig mögliche Parameterart).

<parameter-name>
ist der Name des Parameters

<type-expression>
gibt den Typ des Parameters an

<mutliplicity>
Multiplizität analog zu Attributen

<default>
Defaultwert, der verwendet wird, wenn beim Aufruf der Operation der Parameter nicht mitgeliefert wird.

<parm-property>
Zusätzliche Eigenschaften (ähnlich den Constraints bei Attributen und Operationen)

9

Beispiele

Konto

-kontoNr:String {readOnly}
~typ:String
#/zinssatz:double=0.3 {zinssatz>0, zinssatz<10}
-kontoStand:double=0 {kontoStand in rahmen}
+rahmen:KontoRahmen
#buchungen:Buchung[*]
#zeichnungsberechtigt:Person[1..10]

~eröffnen(typ:String=“Giro“, zb:Person[1..10]):boolean
+getKontoStand():double
+einzahlen(betrag:double)
+auszahlen(betrag:double){precondition:konto Stand in rahmen, postcondition: kontoStand in rahmen}

Conditions werden in Java (und den meisten anderen Programmiersprachen) nicht unterstützt und müssen daher im Code an den entsprechenden Stellen im Programmablauf verifiziert, bzw. aufrecht erhalten werden.

```
public class Konto {
  private final String kontoNr;
  private double kontoStand=0;
  protected Buchung[ ] buchungen;
  protected double zinssatz=0.3;
  String typ;
  public KontoRahmen rahmen;
  protected Person[ ] zeichnungsberechtigt;

  public int getAnzahlKonten() {return 0;}
  boolean eroeffnen(String typ, Person[ ] zb )
{return true;}
  boolean eroeffnen(Person[ ] zb ) {typ = “Giro“;
return true;}
  public double getKontoStand() {return 0;}
  public void einzahlen(double betrag) { }
  public void auszahlen(double betrag) { }
```

Variable darf nur einmal (mit default Wert oder im Konstruktor) initialisiert und danach nicht mehr verändert werden.

Java Arrays haben fixe Größe. Es gibt aber auch dynamische Datenstrukturen bei deren Verwendung die Einhaltung der minimalen und maximalen Elementanzahlen im Code sichergestellt werden muss.

Java unterstützt keine Defaultwerte für Parameter. Geeignetes Überladen (Overloading) der Methode bietet aber den gleichen Effekt.

Retournieren von Werten mit passendem Datentyp notwendig, wenn der Returntyp nicht void ist!

10

Statische Attribute und Methoden

- Jede Methode wird genau immer für ein Objekt (eine Instanz) der Klasse aufgerufen. Jede Instanz hält eigene Kopien der jeweiligen Attribute (Instanzvariablen) vor.
- Manchmal ist es vorteilhaft, eine Methode aufrufen zu können, ohne sich auf ein bestimmtes Objekt zu beziehen, bzw. Attribute zu haben, die sich auf alle Objekte der Klasse gleichzeitig beziehen.
- Dafür gibt es statische Attribute und Methoden (auch Klassenvariablen und Klassenmethoden) genannt.

Innerhalb statischer Methoden darf nur auf statische Attribute und Methoden der Klasse zugegriffen werden!

```
public class Konto {
  private static int anzahlKonten=0;
  public static int getAnzahlKonten() {return anzahlKonten;}
}
```

anzahlKonten gibt die Anzahl der insgesamt aktuell vorhandenen Konten an. Diese Anzahl muss beim Anlegen eines Kontos immer erhöht und beim Auflösen wieder vermindert werden.

11

Konstruktor und Destruktor

- In vielen Fällen müssen beim Erstellen eines neuen Objekts (Instanziierung) Aktionen gesetzt werden, um das Objekt in einen gültigen Anfangszustand zu bringen (Initialisierung) und den Umgebungszustand entsprechend zu aktualisieren (z.B.: Erhöhen des Zählers für Konten, wie auf der vorhergehenden Folie).
- Analog dazu muss am Ende des Lebenszyklus eines Objekts (Destruktion) wieder ‚aufgeräumt' werden.
- Für diese Zwecke stehen in Programmiersprachen Konstruktoren und Destruktoren zur Verfügung.

Konstruktor wird für jedes neu instantiierte Objekt automatisch aufgerufen. Kann für verschiedene Parameterkombinationen überladen werden. Die parameterlose Version wird Defaultkonstruktor genannt.

Heißt wie die Klasse und hat keinen Returntyp. (Kann in Spezialfällen auch nicht public sein.)

Im konkreten Fall wird die (anschließend nicht mehr änderbare) kontoNr generiert und anzahlKonten erhöht.

```
public class Konto {
  private static int anzahlKonten=0;
  private final String kontoNr

  public Konto() {kontoNr=getNextKontoNr();
anzahlKonten=anzahlKonten+1;}
  public static int getAnzahlKonten() {return anzahlKonten;}
  protected void finalize() {anzahlKonten=anzahlKonten-1;}
}
```

Destruktor wird aufgerufen, wenn das Objekt zerstört wird. Muss immer genau so aussehen.

Da in Java der genaue Zeitpunkt der Zerstörung von Objekten nicht definiert ist (garbage collection), werden Destruktoren hier nur selten verwendet.

Im konkreten Fall könnte ein schon geschlossenes Konto noch immer irgendwo im Speicher ‚herumliegen' und würde in anzahlKonten dementsprechend mitgezählt.

12

Beziehungen (relationships)

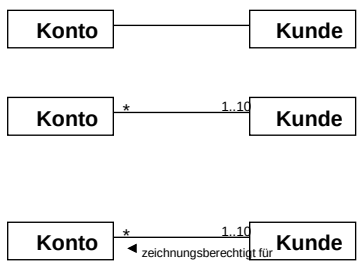
- Zwischen Klassen (und Objekten) können vielfältige Beziehungen bestehen. Diese werden in UML Diagrammen durch entsprechend ausgeführte und dekorierte Linien visualisiert:

———	Assoziationen. Verschiedene Dekorationen möglich
———▷	Generalisierung (Vererbung)
- - - - - -▷	Realisierung (realization; wird bei den Schnittstellen behandelt)
- - - - - - -	Abhängigkeit (dependency; z.B. bei <<extend>> und <<include>> bei Use Cases)

13

Assoziationen

- Assoziationen zwischen Klassen zeigen an, dass Objekte der einen Klasse zur Laufzeit mit Objekten der anderen Klasse (irgendwann) in einer Beziehung stehen.



Ein Konto steht mit einem Kunden in Beziehung

Multiplizitäten: Ein Kunde kann beliebig viele Konten haben, ein Konto kann mit mindestens einem und maximal 10 Kunden in Beziehung stehen. (Default 1. Keine eckigen Klammern wie bei Attributen oder Operationen nötig.)

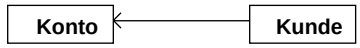
Name und Leserichtung (beides optional).

14

Assoziationen: Navigierbarkeit

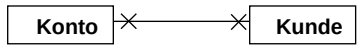
- Mit Hilfe von Pfeilen kann die Navigierbarkeit angezeigt werden. Sind gar keine Pfeile angegeben (wie auf der vorhergehenden Folie), dann kann in beiden Richtungen navigiert werden. Sonst nur in die Richtung der Pfeile.

Kunde kann seinem Konto zugeordnet werden und umgekehrt (selten auch, falls gar keine Zuordenbarkeit besteht; UML legt nicht fest, ob diese Schreibweise als navigierbar oder als nicht navigierbar interpretiert werden soll)



Konto des Kunden kann gefunden werden, aber der Kunde zum Konto nicht (wenn es sich etwa um ein geschlossenes Konto handelt und die Daten bei der Bank nicht mehr gehalten werden, der Kunde aber noch Kontoauszüge besitzt).

Navigierbarkeit kann explizit verhindert werden (redundant)

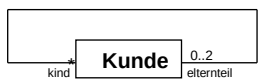


Möglich, aber in der Praxis kaum von Bedeutung

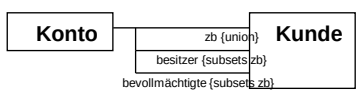
15

Assoziationen: Rollen

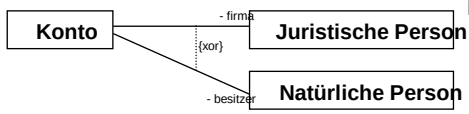
- Rollennamen können das Verständnis erleichtern, besonders wenn mehrere Beziehungen zur gleichen Klasse bestehen



Ein Kunde kann beliebig viele Kinder haben (die auch Kunden sind). Umgekehrt können höchstens zwei Elternteile auch Kunden sein. UML verlangt nicht, dass die beiden assoziierten Objekte verschieden sind. Diese Notation erlaubt also auch Kunden, die Kinder von sich selbst sind. Durch zusätzliche Constraints ließe sich das verhindern.



Zeichnungsberechtigter kann entweder Besitzer oder Bevollmächtigte sein. Es sind die gleichen Constraints, wie bei Attributen erlaubt.
(Alternative graphische Darstellung zu drei separaten Linien.)

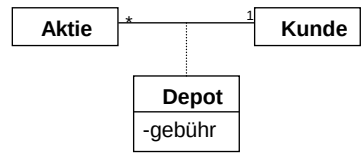


xor ist ein vordefinierter Constraint, der festlegt, dass nur jeweils eine der beiden Assoziationen zu einem bestimmten Zeitpunkt ausgeprägt sein kann.
Für die Rollen können, wie für Attribute, Sichtbarkeiten festgelegt werden.

16

Attributierte Assoziation

- Oft müssen zu einer Assoziation zusätzliche Daten (Attribute) verwaltet werden. Man behilft sich mit einer so genannten Assoziationsklasse:

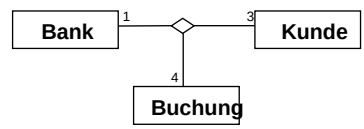


Die Aktien gehören dem Kunden, weil sie in seinem Depot verwaltet werden.

17

N-äre Assoziationen

- Eine Assoziation kann auch mehr als nur zwei Elemente verbinden:



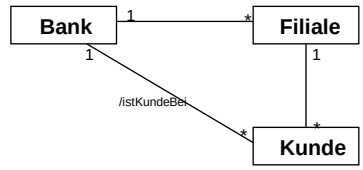
Beispiel einer ternären Assoziation. Interpretation der Multiplizitäten:
Ein Kunde hat bei einer Bank vier Buchungen.
Eine Buchung bei einer Bank hat betrifft drei Kunden.
Eine Buchung eines Kunden ist einer Bank zugeordnet.

Dies kann für beliebig viele Elemente verallgemeinert werden. Alle zuvor beschriebenen Eigenschaften (Navigierbarkeit, Rollen, Attributierungen und Qualifizierungen) können auch bei n-ären Assoziationen verwendet werden.

18

Abgeleitete Assoziationen

- Derived associations (Ähnlich wie derived attributes):



Die Assoziation „istKundeBei“ kann aus den beiden anderen hergeleitet werden. (Sollen Kunden mehrere Banken nutzen dürfen, dann muss auch die Multiplizität bei „Filiale“ passend geändert werden.)

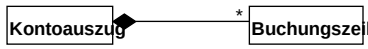
19

Aggregationen und Kompositionen

- Eine Aggregation ist eine etwas stärkere Form der Assoziation, bei der typischerweise ein Art ‚besitzt‘ Relation beschrieben wird.

Darstellung mittels leerer Raute auf der Seite des Besitzers

Die Komposition ist noch stärker und beschreibt eine Teil-Ganzes-Beziehung oder ‚besteht aus‘ Relation

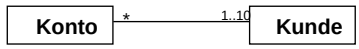


Darstellung mittels voller Raute auf der Seite des Ganzen

20

Assoziationen und Attribute

- Assoziationen sind semantisch äquivalent zu entsprechenden Attributen und werden in Programmiersprachen meist auch als Attribute implementiert. Eigenschaften der Assoziationen, die von der Programmiersprache nicht direkt unterstützt werden (z.B. Constraints) müssen im Code der entsprechenden Methoden berücksichtigt werden.




```
public class Konto {
  private Kunde[ ] zeichnungsberechtigte;
  …
}

public class Kunde {
  private Konto[ ] konten;
}
```

Der Programmcode hat die Konsistenz sicher zu stellen, d. h., dass zu ‚jedem Zeitpunkt' die jeweils entsprechenden Werte in beiden Feldern gespeichert sind.
Um Navigierbarkeit in einer Richtung zu unterbinden, wird das entsprechende Attribut einfach entfernt.

21