technische universität
dortmund

Software- Engineering für langlebige Systeme

Thomas Ruhroth | Dortmund
SoSe 2015

Softwarewartung auf Modell-Ebene

VL4

- Evolution
- Refactorings
- Co-Evolution

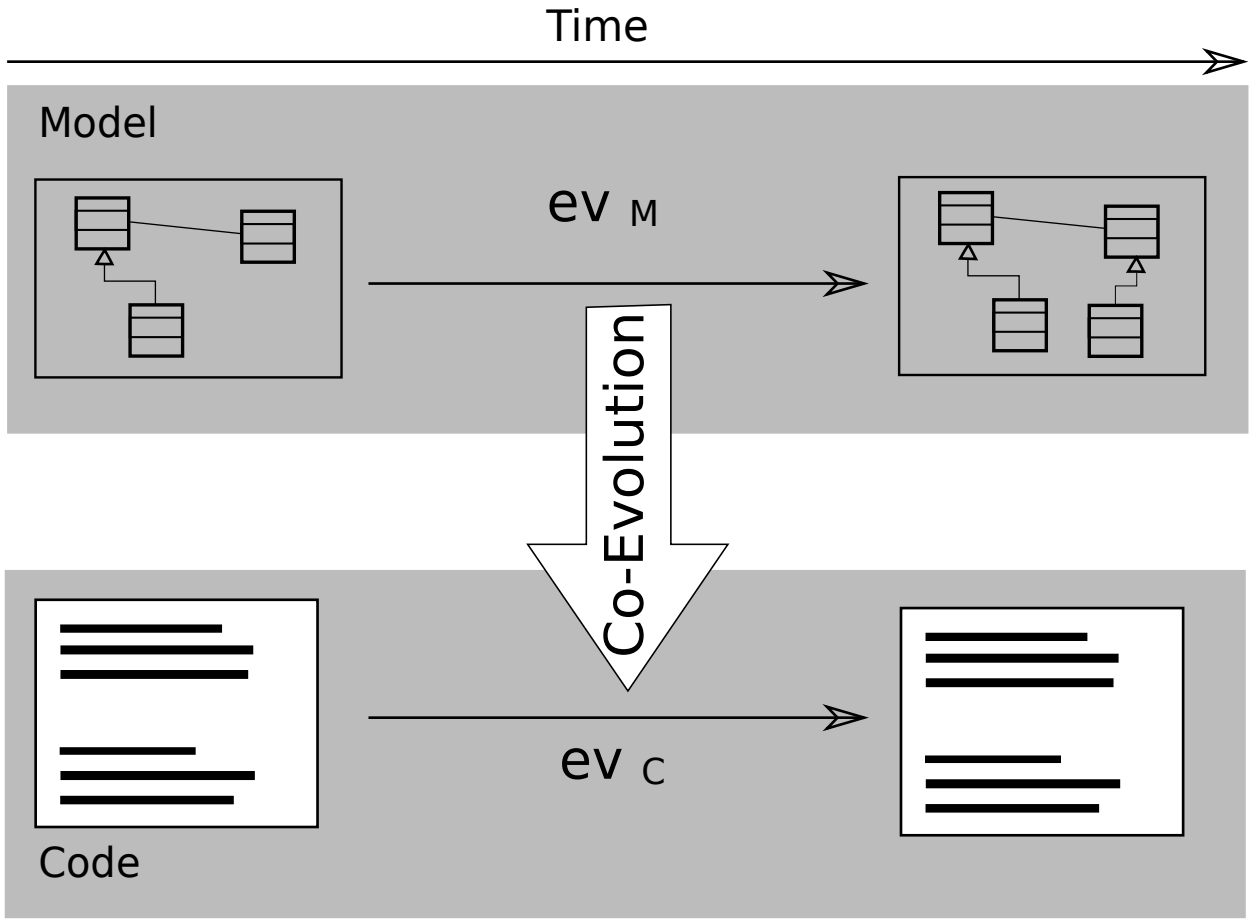
- Ziele:
  - Theoretische Grundlagen legen

Wiederholung – Modell

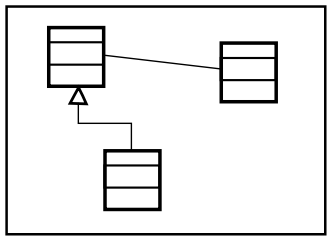
Ein Modell ist ein beschränktes Abbild der Wirklichkeit:

- Abbildung
  - Repräsentation eines natürlichen oder eines künstlichen Originals
- Vereinfachung
  - Nicht relevante Eigenschaften sind nicht dargestellt
- Pragmatismus
  - Modelle gelten nur
    - Für bestimmte Subjekte
    - Innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls
    - Für einen bestimmten Zweck

Modelle und Code

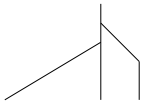


Aufbau



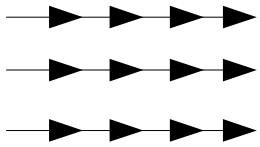
Modell

Semantik



Transitions-
System

Semantik



Systemtraces

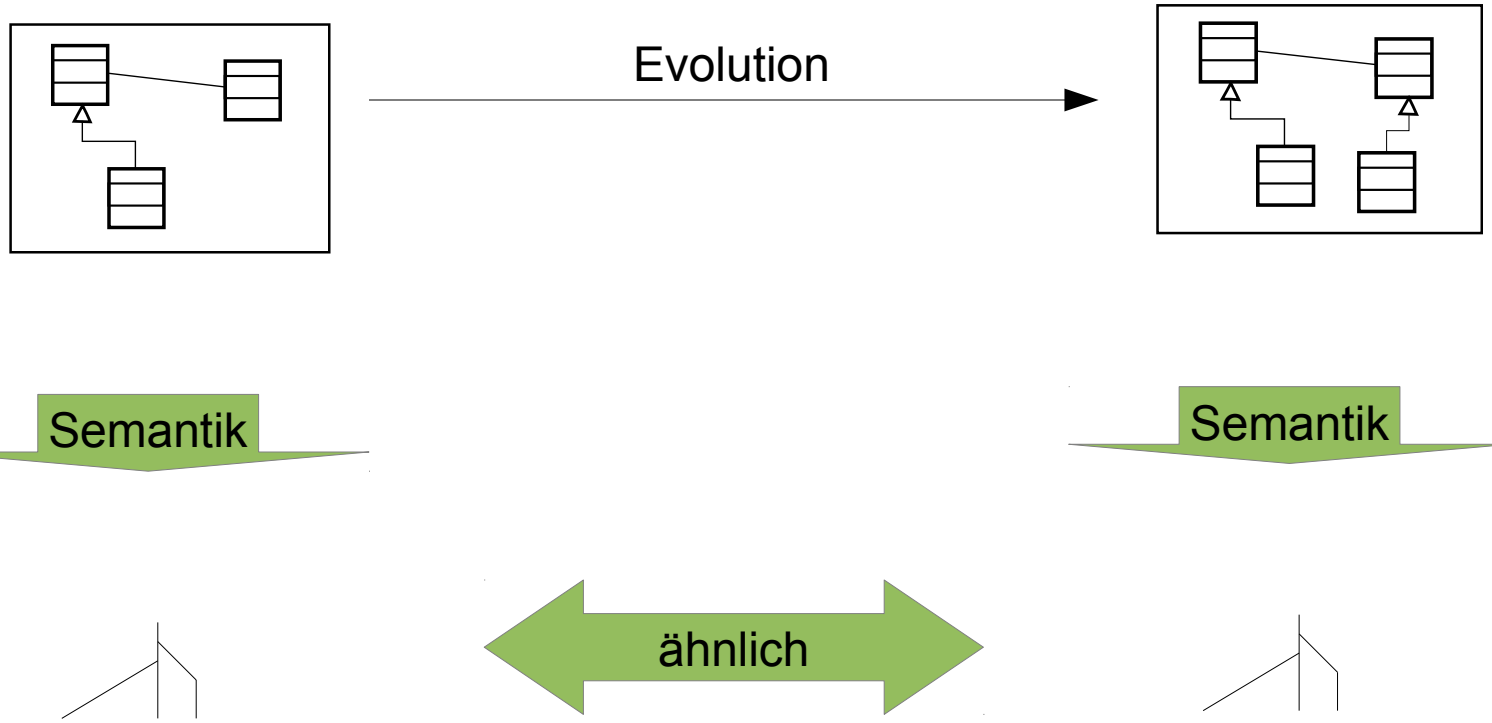
Interessanter Teil
aber komplizierte Semantiken

Vorgehen vergleichbar

Klein und einfach genug
für einen Vorlesungsblock

Variationen der Semantik

Evolution - Ziel



Ähnlich Semantik

- Gleichheit ist (meist) zu stark, da sich bei der Evolution etwas ändern soll.
- Es soll nicht etwas vollkommen anders sein, da die Evolution eine Anpassung ist.

Sprachvergleich

- Sprachäquivalenz
- Bisimulation
- Refinement
  - Trace
  - Failure
- Aus Refinement abgeleitete Gleichheit

Sprach-Äquivalenz

Zwei Transitionssysteme T_1 und T_2 sind sprachäquivalent, wenn Sie die gleiche Menge von Systemtraces Tr besitzen:

$$Tr(T_1) = Tr(T_2)$$

Bisimulation [Park,Milner]

Seien $T_i = (Q_i, \rightarrow_i, q_{0,i})$, $i = 1,2$ Transitionssysteme

Eine Relation $R \subseteq Q_1 \times Q_2$ heißt

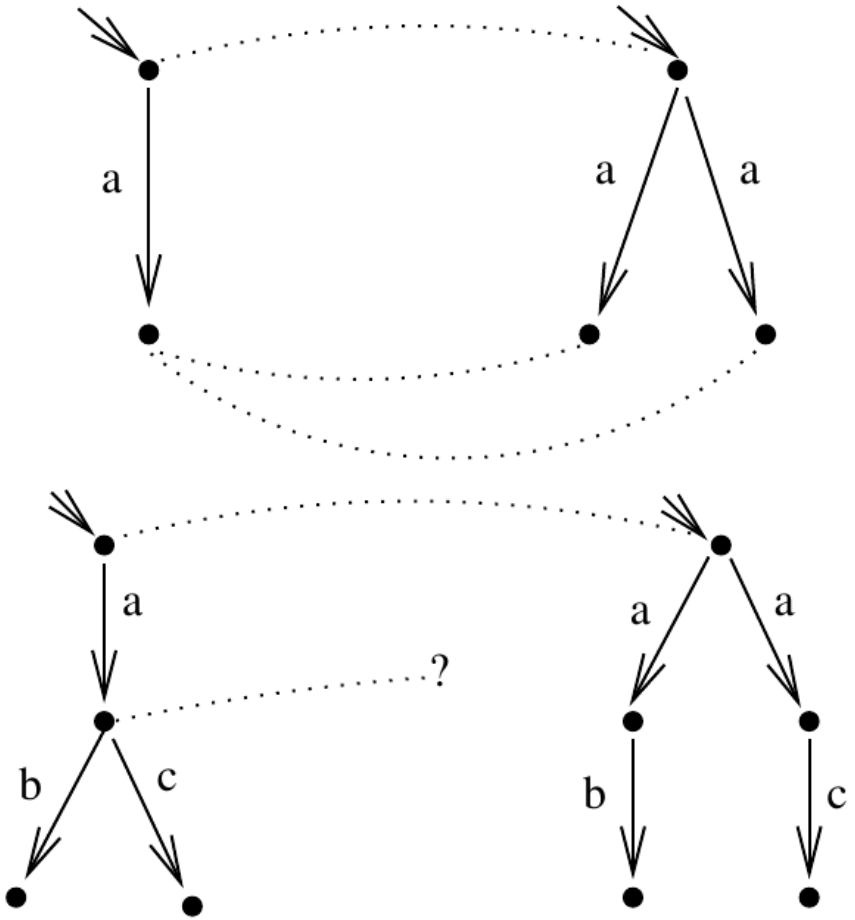
starke Bisimulation zwischen T_1 und T_2,

falls $(q_{0,1}, q_{0,2}) \in R$ ist und
für alle $(q_1, q_2) \in R$, $\alpha \in$ Act, $p_1 \in Q_1$, $p_2 \in Q_2$ gilt:

1. $q_1 \text{-}\alpha\rightarrow_1 p_1 \Rightarrow \exists\, p_2 : q_2 \text{-}\alpha\rightarrow_2 p_2$ und $(p_1, p_2) \in R$,
2. $q_2 \text{-}\alpha\rightarrow_2 p_2 \Rightarrow \exists\, p_1 : q_1 \text{-}\alpha\rightarrow_1 p_1$ und $(p_1, p_2) \in R$.

T_1 und T_2 heißen stark bisimulationsäquivalent ($T_1 \sim T_2$),
falls es eine starke Bisimulation zwischen T_1 und T_2 gibt.

Beispiel



(Bisimulation $\neq$ Sprachäquivalenz)

Trace - Refinement

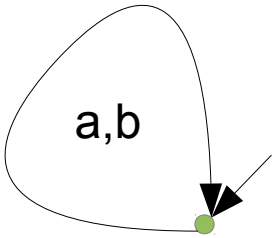
- Idee Refinement:
  - Ein konkretes System ist ein Refinement eines abstrakten Systems, wenn das konkrete System nur Verhalten zeigt welches das abstrakte auch zeigen kann:

- Trace-Refinement:

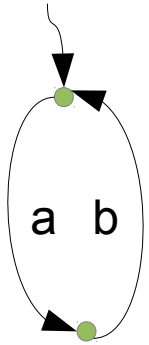
  Ein Transitionssystem Tc ist ein Refinement eines Transitionssystems Ta, gdw

  $$Tr(Tc) \subseteq Tr(Ta)$$

Beispiel



(a|b)*



(ab)*

Failure

Ein System wird durch seine Failures dargestellt.

Als Failure wird ein Paar (s,X) bezeichnet :

- s : ein Trace eines Prozesses ist,
- X : Menge der Ereignisse, die nach s ablehnen kann.

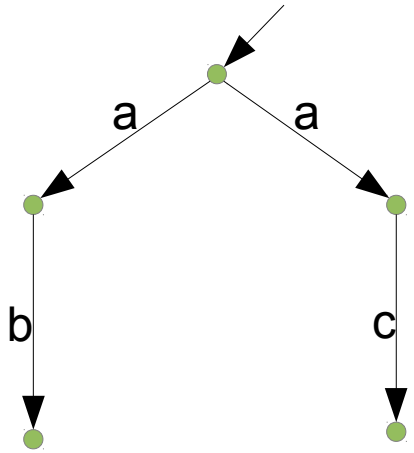
Die Menge F beschreibt die Menge aller Failures eines Transitionssystems.

Failure-Refinement:

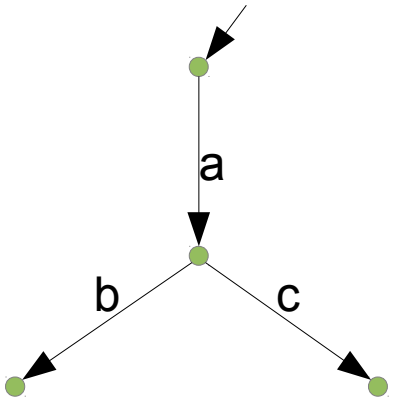
Ein Transitionssystem Tc ist ein Failure-Refinement eines Transitionssystems Ta, gdw

$$F(Tc) \subseteq F(Ta)$$

Beispiel

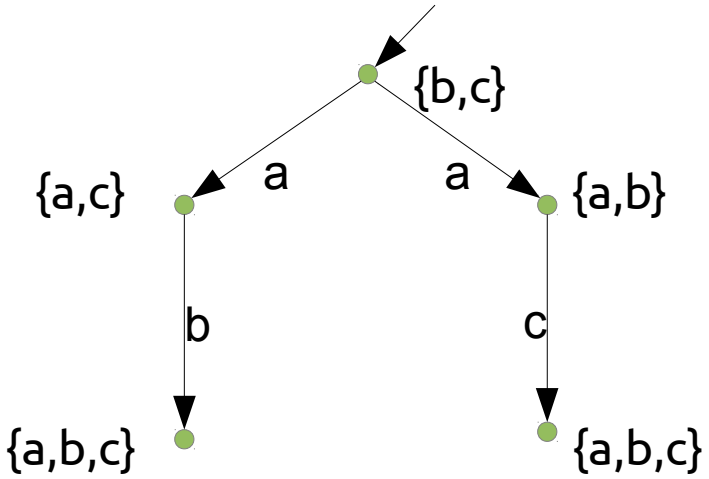


<a,b>
<a,c>
<a>
<>

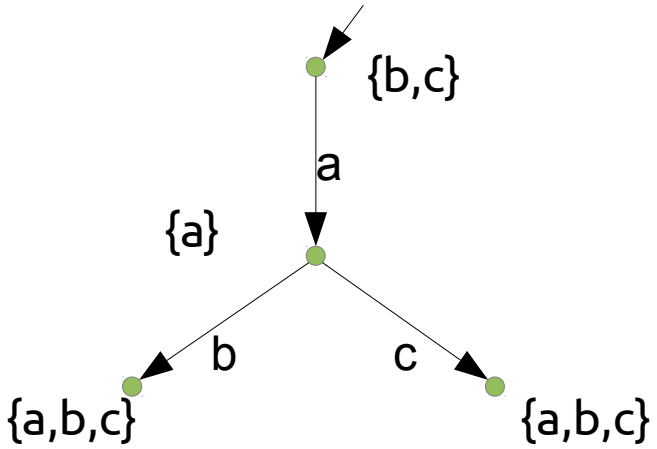


<a,b>
<a,c>
<a>
<>

Beispiel



(<a,b>, {a,b,c}), (<a,b>, {b,c}),...
(<a,c>, {a,b,c}), (<a,c>, {b,c}),...
(<a>, {a,c}), (<a>, {a,b}),...
(<>, {b,c}), (<>, {b}), (<>, {c}), (<>, {})



(<a,b>, {a,b,c}), (<a,b>, {b,c}),...
(<a,c>, {a,b,c}), (<a,c>, {b,c}),...
(<a>, {a}), (<a>, {}),
(<>, {b,c}), (<>, {b}), (<>, {c}), (<>, {})

Refinement- Äquivalenzen

- Refinements bilden eine Halbordnung
  - Transitiv
  - Reflexiv
  - Antisymmetrisch

- Die aus der Antisymmetrie folgende Äquivalenz wird auch als Refinement-Äquivalenz bezeichnet

Evolutionsfilter

- Bei der Evolution soll das System an definierten Stellen geändert werden, an allen anderen Stellen soll das System gleich bleiben.
- Die sich ändernden Eigenschaften kann man aus der Semantik „herausfiltern“ und dann die Systeme vergleichen:

T_1 und T_2 seien zwei Transitionssysteme

fi sei eine Funktion, die Transitionssysteme auf Transitionssysteme abbildet (Filterfunktion)

Wenn $fi(T_1) =_s fi(T_2)$

sind die Transitionssysteme ähnlich in Bezug auf den Filter fi unter der Semantik S.

Evolutions-Transformation Formal

Eine Evolutions-Transformation ist eine Funktion t: Model $\times$ Parameter $\rightarrow$ Model unter Berücksichtigung einer Semantik s und eines Evolutionsfilters fi, gdw. Wenn für alle $M_{1,}$ und M_2mit

$$M_2 = t(M_1,\ldots)$$

gilt

$$fi([[M_1]]) =_s fi([[M_2]])$$

Evolution

- Häufig ist es schwer eine Evolution ev wie in der Definition zu definieren.
  - Gründe:
    - Eine Evolution muss wieder in der Sprache liegen (s. Def)
    - Eine Evolution muss ein wohlgeformtes Ergebnis haben (sonst ist die Semantik in der Def nicht definiert)
    - Es sollen keine exotischen Sonderfälle betrachtet werden müssen.
- Eine Evolution ev ist ein Tupel $(p,t)_s$ wobei p ein Prädikat über das Modell und die Parameter ist. t ist eine Evolutions-Transformation. Beide Bestandteile hängen evtl. von einer Semantik s ab.

Refactorings

- Refactorings sind Evolutionen bei denen der Evolutionsfilter fi die Identität ist

$$fi = id$$

- Refactorings verändern das Programm/Modell im Sinne der Semantik nicht.

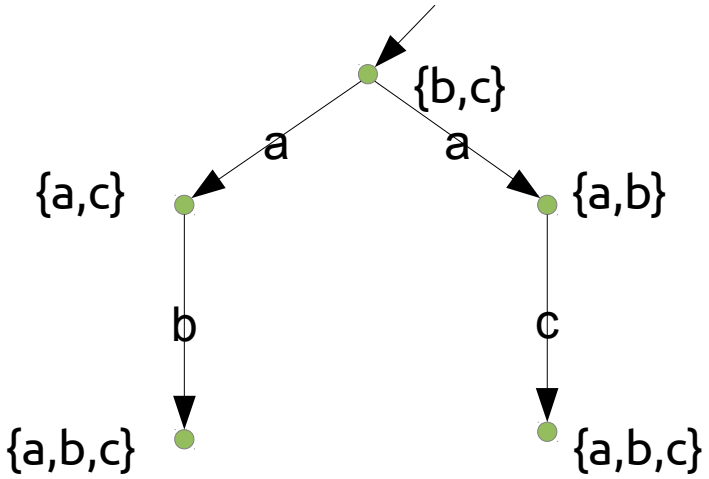
Exkurs: Code-Refactorings

- Auf Code kann die formale Definition angewandt werden
- Statt einer formalen Semantik findet man die Ausführung des Programms vor.
- Statt formaler Beweise der Verhaltenserhaltung
  - Werden Tools eingesetzt, bei denen man vertraut, dass sie richtig funktionieren
  - Test-Suites zur Prüfung des Verhaltens verwendet.

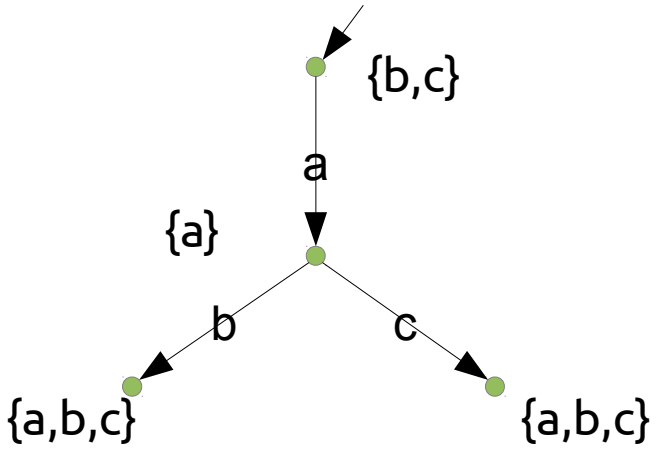
- Refactorings werden häufig wie Designpattern in Sammlung gepflegt

- Mehr, wenn wir wieder beim Code angekommen sind.....

Beispiel



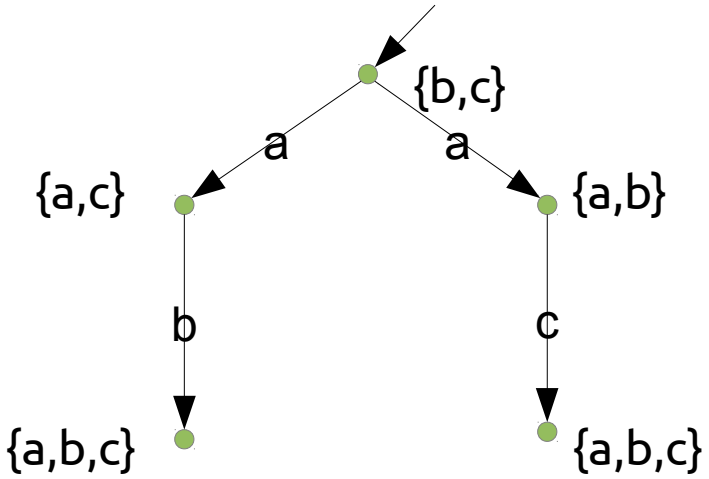
(<a,b>, {a,b,c}), (<a,b>, {b,c}),...
(<a,c>, {a,b,c}), (<a,c>, {b,c}),...
(<a>, {a,c}), (<a>, {a,b}),...
(<>, {b,c}), (<>, {b}), (<>, {c}), (<>, {})



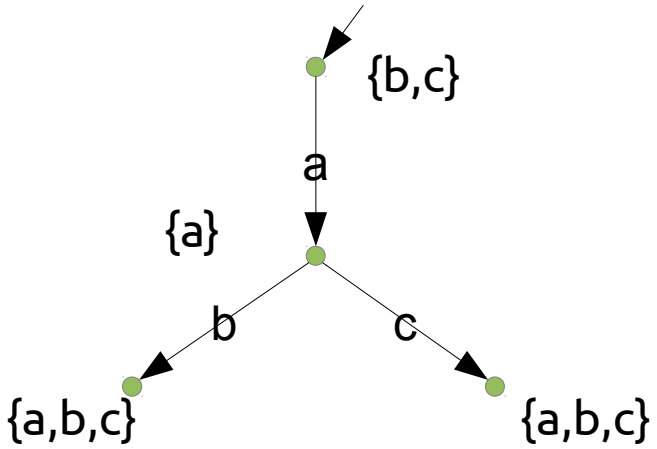
(<a,b>, {a,b,c}), (<a,b>, {b,c}),...
(<a,c>, {a,b,c}), (<a,c>, {b,c}),...
(<a>, {a}), (<a>, {}),
(<>, {b,c}), (<>, {b}), (<>, {c}), (<>, {})

Beispiel

$$fi(x) = \{ s \mid \exists f \text{ mit } (s,f) \in x\}$$

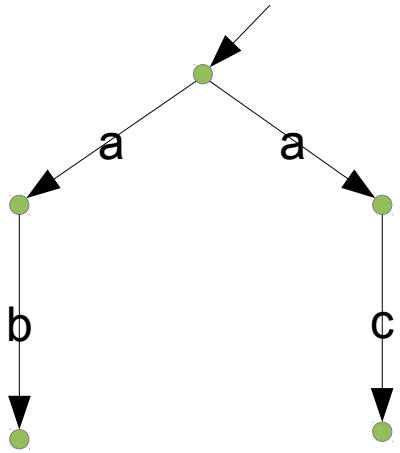


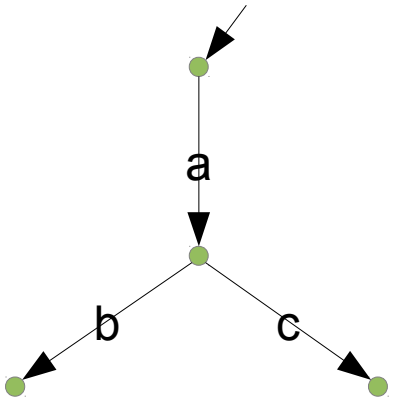
(<a,b>, {a,b,c}), (<a,b>, {b,c}),...
(<a,c>, {a,b,c}), (<a,c>, {b,c}),...
(<a>, {a,c}), (<a>, {a,b}),...
(<>, {b,c}), (<>, {b}), (<>, {c}), (<>, {})



(<a,b>, {a,b,c}), (<a,b>, {b,c}),...
(<a,c>, {a,b,c}), (<a,c>, {b,c}),...
(<a>, {a}), (<a>, {}),
(<>, {b,c}), (<>, {b}), (<>, {c}), (<>, {})

Beispiel

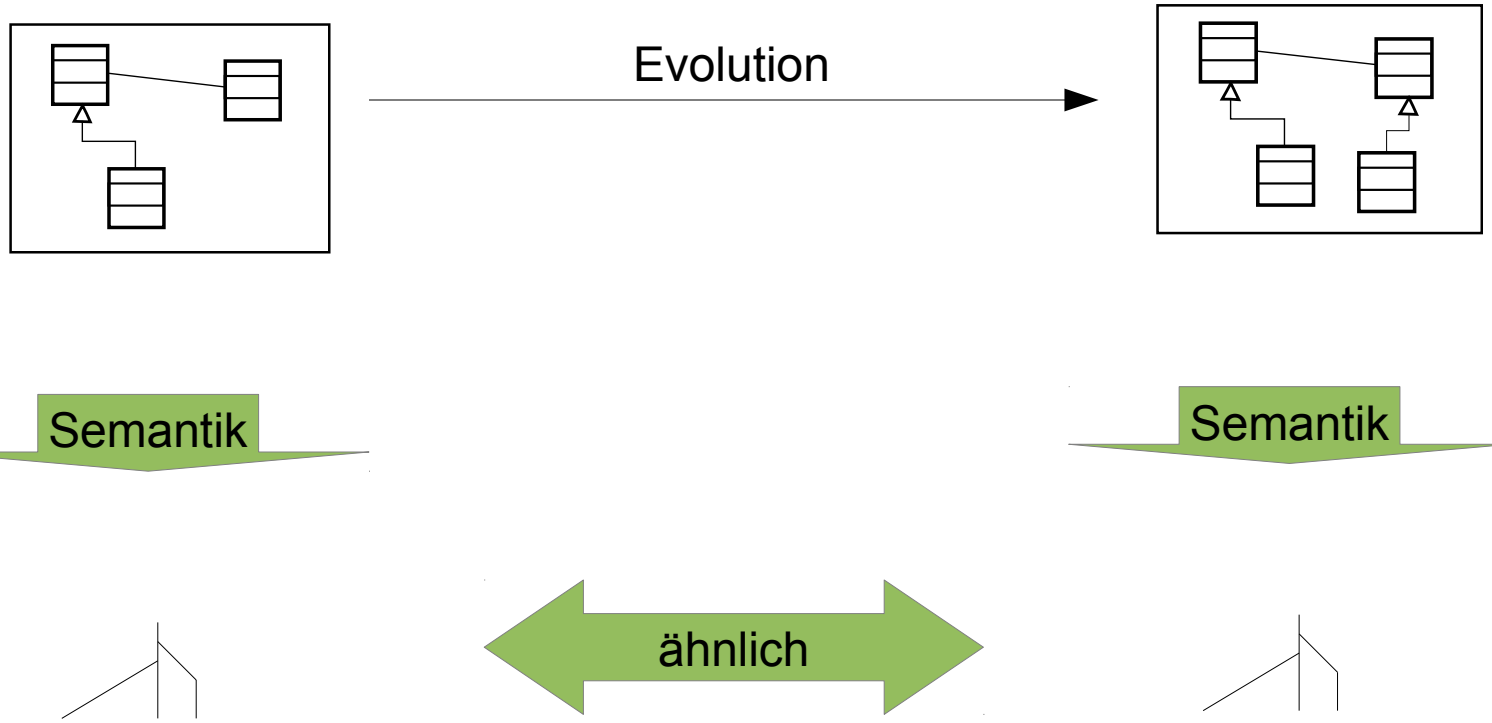




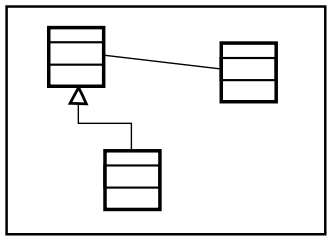
<a,b>
<a,c>.
<a>.
<>

<a,b>
<a,c>
<a>
<>

Evolution - Ziel

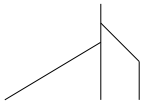


Bisheriger Aufbau



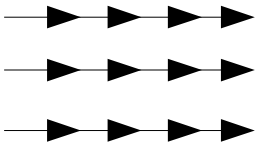
Modell

Semantik



Transitions-
System

Semantik



Systemtraces

Interessanter Teil
aber komplizierte Semantiken

Vorgehen vergleichbar

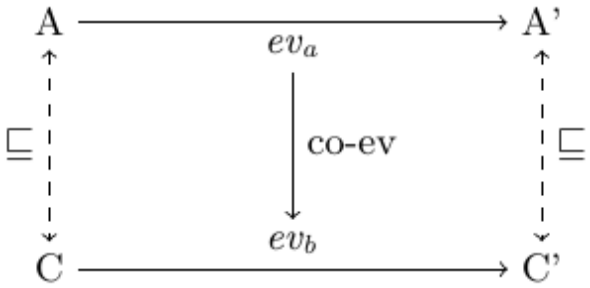
Klein und einfach genug
für einen Vorlesungsblock

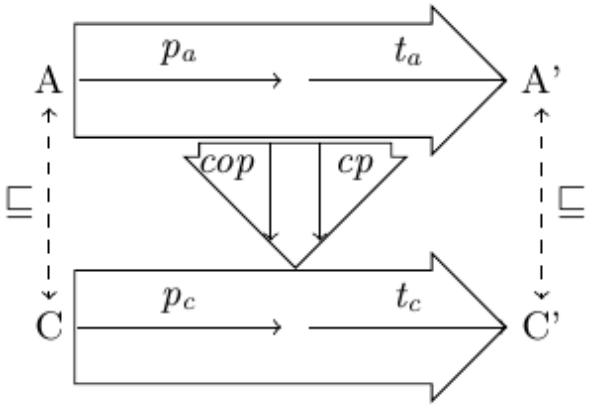
Variationen der Semantik

Einige übliche Basis-Evolutionen auf objektorientierten Sprachen

- Hinzufügen/Löschen einer leeren Klasse (Refactoring)
- Hinzufügen von Operationen, Feldern, Typen
- Löschen von nicht genutzten Operationen, Feldern, Typen (Refactoring)
- Ändern der Funktion einer Operation
- Hinzufügen/Entfernen von Assoziationen
- ...

Idee





Beispiel

- Das Beispiel baut auf Object-Z auf
  - Objektorientierte Erweiterung von Z
  - Idee:
    - Aus ZF-Mengenlehre abgeleitet
    - Invarianten, Vor- und Nachbedingungen
  - Hinweise:
    - Details sind nicht prüfungsrelevant
    - Wichtig: Idee der Basis (prüfungsrelevant)
    - Ein reales und dennoch kleines Beispiel

technische universität
dortmund

Table 1
Base evolutions for Object-Z classes: A source Object-Z class, A' class obtained by evolution.

Name	Parameter	Definition	Application condition
stateExt	$u : T$ (var. decl.)	$A'.State \mathrel{\widehat{=}} A.State \wedge [u : T]$	$u \notin \mathbf{vars}(A.State)$
stateRem	$u : T$ (var. decl.)	$A'.State \mathrel{\widehat{=}} A.State \setminus [u : T]$	$[u : T] \in \mathbf{decls}(A.State)$ $\wedge\, u \notin \mathbf{vars}(A.Init) \wedge \forall j \in A.J : u \notin \mathbf{vars}(A.Op_j)$
initExt	$pred$ (predicate)	$A'.Init \mathrel{\widehat{=}} A.Init \wedge pred$	–
initRem	$pred$ (predicate)	$A'.Init \mathrel{\widehat{=}} A.Init \setminus \{pred\}$	$pred \in \mathbf{preds}(A.Init)$
newOp	NOp (op. schema)	$A'.I \mathrel{\widehat{=}} A.I \cup \{n\}, n = \#A.I + 1$ $A'.J \mathrel{\widehat{=}} A.J \cup \{n\}$ $A'.Op_n \mathrel{\widehat{=}} NOp$	–
remOp	l (op. index)	$A'.I \mathrel{\widehat{=}} A.I \setminus \{l\}$ $A'.J \mathrel{\widehat{=}} A.J \setminus \{l\}$	$l \in A.I$
hideOp	l (op. index)	$A'.I \mathrel{\widehat{=}} A.I \setminus \{l\}$	$l \in A.I$
makeOpVis	l (op. index)	$A'.I \mathrel{\widehat{=}} A.I \cup \{l\}$	$l \in A.J$

Table 2
Complex evolutions for Object-Z classes: A source Object-Z class, A' class obtained by evolution.

Name	Parameter	Definition	Application condition
stateExt2	$u_1 : T_1, \ldots, u_n : T_n$ (var. decls.)	$A'.State \mathrel{\widehat{=}} A.State \wedge [u_1 : T_1, \ldots, u_n : T_n]$	$u_1, \ldots, u_n \notin \mathbf{vars}(A.State)$
classConj	B (class)	$A'.State \mathrel{\widehat{=}} A.State \wedge B.State$ $A'.Init \mathrel{\widehat{=}} A.Init \wedge B.Init$ $A'.Op_j \mathrel{\widehat{=}} A.Op_j \wedge B.Op_j, j \in A.J \cap B.J$ $A'.Op_j \mathrel{\widehat{=}} A.Op_j, J \in A.J \setminus B.J$ $A'.Op_j \mathrel{\widehat{=}} B.Op_j, j \in B.J \setminus A.J$ $A'.I \mathrel{\widehat{=}} A.I \cup B.I$	–
opExt	l, $pred$ (op. index, pred.)	$A'.Op_l \mathrel{\widehat{=}} A.Op_l \wedge pred$	–
opConj	l, k (op. indices)	$A'.I = A.I \cup \{n\}, n = \#A.I + 1$ $A'.Op_n \mathrel{\widehat{=}} A.Op_l \wedge A.Op_k$	$l, k \in A.I$
opChc	l, k (op. indices)	$A'.I = A.I \cup \{n\}, n = \#A.I + 1$ $A'.Op_n \mathrel{\widehat{=}} A.Op_l [] A.Op_k$	$l, k \in A.I$
ref	$\vec{p}$ (some parameters)	$A' \mathrel{\widehat{=}} ref\,(A, \vec{p})$	depends on refactoring

technische universität
dortmund

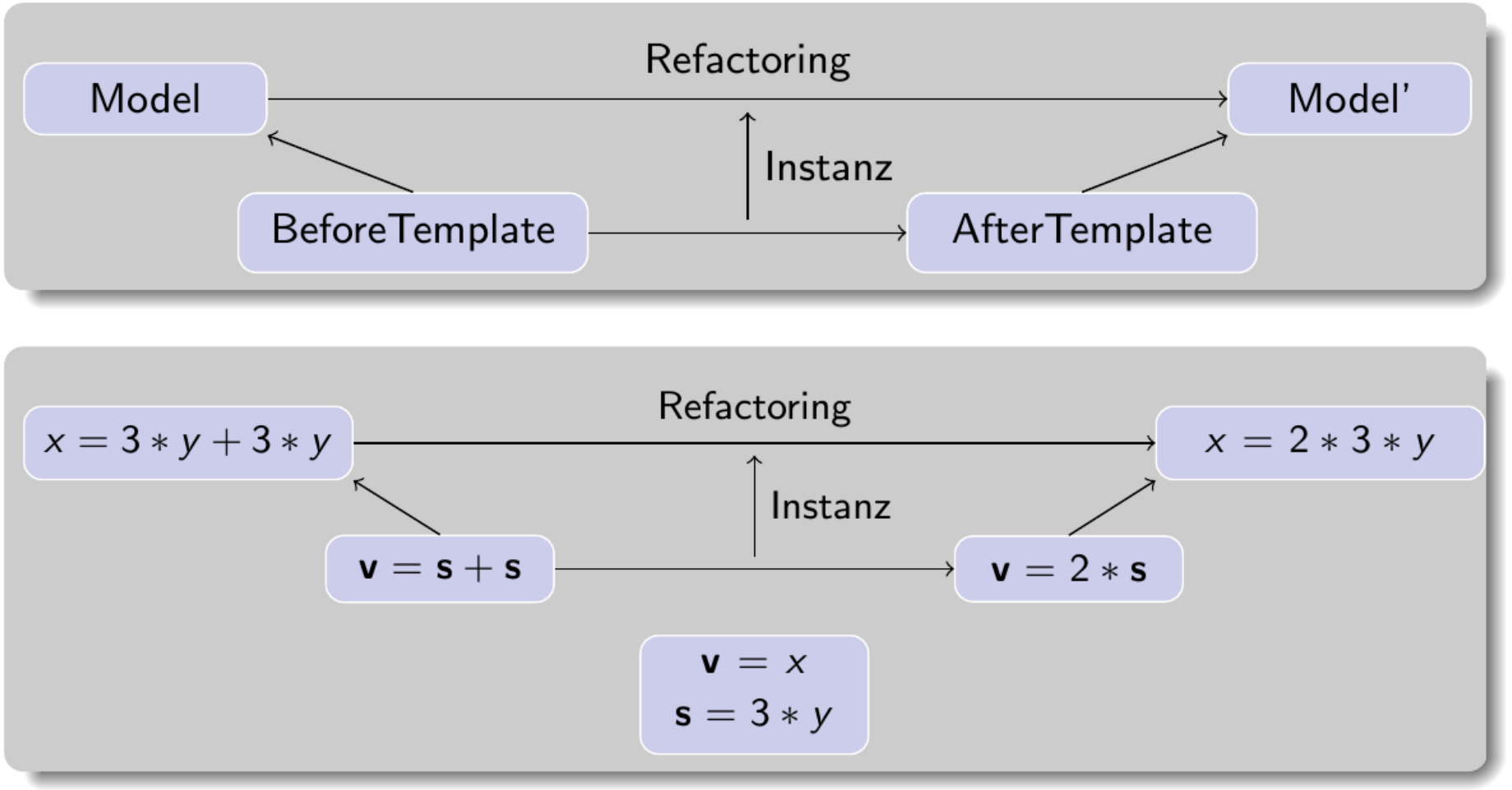
Table 3
Co-evolutions on classes A, C.

Evolution, parameter	Co-evolution, parameter	Remark
stateExt, $u : T$	stateExt, $u : T$	
stateRem, $u : T$	id, –	stateRem is refactoring
initExt, *pred*	initExt, $pred'$	calculation of $pred'$ if R functional
initRem, *pred*	id, –	
newOp, *NOp*	newOp, NOp'	calculation of NOp' if R functional and total
remOp, l	remOp, l	
hideOp, l	hideOp, l	
makeOpVis, l	?	option: newOp calculation with schema of $A.Op_l$
stateExt2, $u_1 : T_1, \ldots, u_n : T : n$	stateExt2, $u_1 : T_1, \ldots, u_n : T : n$	
class Conj, B	classConj, B	if $\mathbf{vars}(B.State) \cap \mathbf{vars}(A.State) = \varnothing$ $\wedge\, \mathbf{vars}(B.State) \cap \mathbf{vars}(C.State) = \varnothing$ $\wedge B.Init$ satisfiable
opExt, l, *pred*	?	option: re-build $C.Op_l$
opConj, l, k	opConj, l, k	if separability holds
opChc, l, k	opChc, l, k	

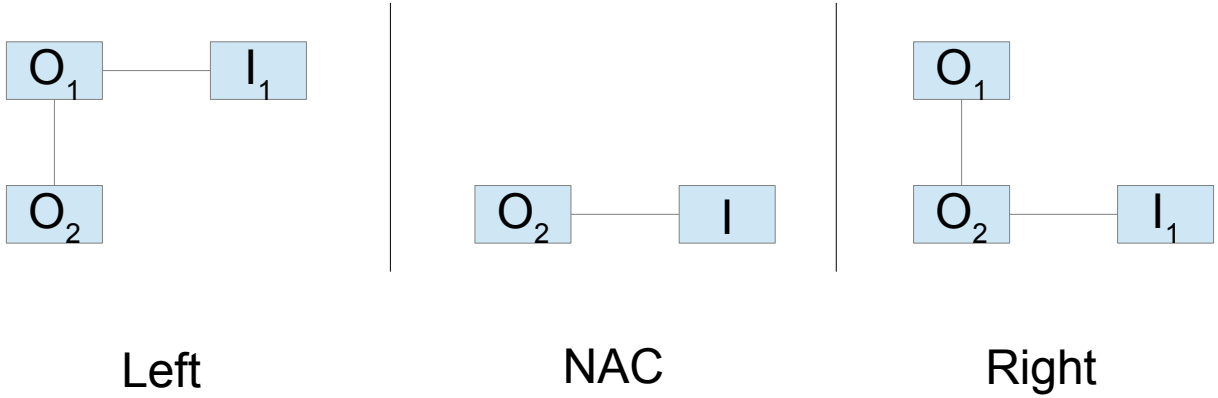
Techniken - Transformationen

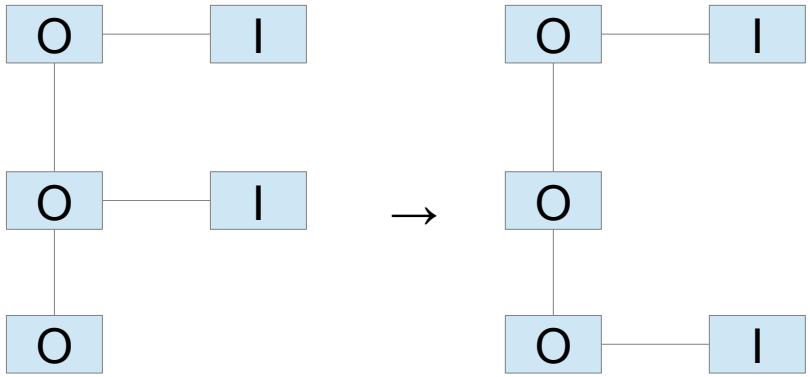
- Graphtransformationssysteme
- Rewriting Systeme
- Templatebasierte Transformationen
- Tripple-Graph-Grammatiken
- ...

Idee templatebasierter Ansätzen



Idee von Graphtransformationssystemen





NAC = Non Application Condition

Forschungsprobleme (möglich Arbeitsthemen in unserer Gruppe)

- Wie Evolutionsfolge ableiten?
  - Logging der Operationen (evtl. Ableitung nötig)
  - Berechnen aus Differenzen der Modelle/des Codes
    - Differenzen auf Modelle
- Auswahl von Co-Evolutionen
    - Für eine Evolution gibt es in der Regel mehrere mögliche Co-Evolutionen
    - Problem: Welche Ausführen

Freude: Ende des formalen Teil

- Co-Evolutionen werden beim „Top-Down gehen“ aufgegriffen.
- Nächstes Mal: Projekt-Management unter Gesichtspunkten der Langlebigkeit