Vorlesung „Methoden des Software Engineering“

Block C „Anforderungen“

C.3 Anforderungsmodellierung: Zielorientierte Methoden

Christian Prehofer

Unter Verwendung von Materialien von Martin Wirsing

Vorlesungsübersicht

A. Einführung	Einführung
B. Prozess	1. Agile Methoden / Scrum
C. Anforderungen	1. Anforderungsanalyse
	2. Anforderungsspezifikation
	3. Zielorientierte Methoden
D. Architektur	1. Methodischer Entwurf
	2. Systemarchitektur und Middleware
	3. Muster
E. Formale Methoden	1. Schnittstellenbeschreibung,
	2. Modellprüfung
F. Test, Validierung, Verifikation	1. Qualitätsmanagement und SW-Test
	2. Black-Box, White-Box test
	3. Test-gesteuerter Entwurf
B.Prozess	2. Vorgehensmodelle
	3. Projektmanagement, Prozessverbesserung

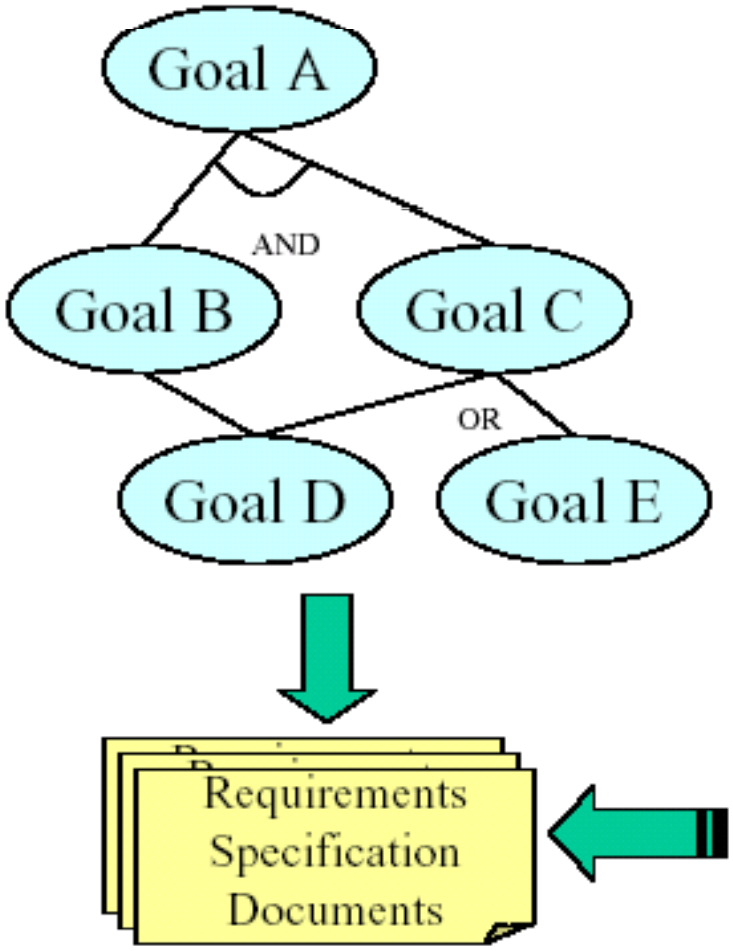
Ziele

- Einführung in zielorientierte Ansätze des Requirement Engineering geben
- Die KAOS-Methode lernen
  - Unterschiedliche Arten von Zielen
  - Und/Oder-Verfeinerung zur Strukturierung von Zielen
  - Obstruktionsanalyse
  - Konflikterkennung
  - Vorgehensweise zum Requirement Engineering

Zielorientierung ...

- Kommt aus traditionellen Ansätzen der Systementwicklung

  („Context Analysis“, „Definition Study“, „Participative Analysis“)
- Behandelt in IEEE-Std-830
- Ignoriert durch UML, „wird aber benötigt“ sagen Fowler, Cockburn
- Zunehmend berücksichtigt in RE-Forschung



Zielorientierte Ansätze

- Ansatz
  - Zielt auf das „Warum Systeme konstruiert werden“
  - Die Gründe („Warum“) werden ausgedrückt als eine Menge von Zielen der Betroffenen (Stakeholder)
  - Verfeinerung von Zielen führt zu den speziellen Systemanforderungen
  - Zielanalyse
    - Dokumentation, Strukturierung und Klassifikation von Zielen
  - Zielevolution
    - Verfeinerung, Ausarbeitung und Operationalisierung von Zielen
  - Zielhierarchien zeigen Verfeinerungs- und Obstruktionsbeziehungen
- Vorteile
  - Explizite Deklaration von Zielen ermöglicht Erkennung und Lösung von Konflikten
- Nachteile
  - Keine direkte Abbildung auf Artefakte des Systems oder der Umgebung
  - Änderung von Zielen nur schwer zu beherrschen

Zielorientierter Ansatz: Übersicht

- **Ziel**
  - Eigenschaft, die durch das System erreicht werden soll...
    - Beschreibung einer Absicht
    - „System“ = Software + Umgebung, aktuelles oder geplantes System
- **Anforderung**
  - Spezifiziert, wie ein Ziel durch das neue System erfüllt werden soll
- **Arten von Zielen**
  - Zu erreichende Ziele (achievement goal, dual: cease goal)
  - Zu bewahrende Eigenschaften (maintenance goal, dual: avoid goal)
  - Weiche Ziele (soft goal)
- **Obstruktionen (Obstacle) und Constraints**
  - Eine Obstruktion ist ein Verhalten, das ein gegebenes Ziel verhindert
  - Ein Constraint ist eine Bedingung für das Erreichen eines Ziels
- **Tips**
  - Verknüpfe Stakeholder mit jedem Ziel (zeigt Sichten und Konflikte)
  - Use Cases zur Realisierung von Zielen
  - Explizite Berücksichtigung von Obstruktionen hilft zur Erkennung von Ausnahmen

Arten von Zielen

- **Unterschiedliche Abstraktionsniveaus**
  - Strategische, grobgranulare, organisationsweite Ziele
    - „mehr Fahrgäste bedienen“ (Zugkontrolle)
    - „effektiver Zugriff auf den aktuellen Stand der Wissenschaft“ (Bibliothekssystem)
  - Technische, feingranulare, designspezifische Ziele
    - „Kommando zur Geschwindigkeitsanpassung alle 3 Sek. senden“ (Zugkontrolle)
    - „Mahnung versenden am Ende der Ausleihperiode, falls das Buch nicht zurückgegeben wurde“ (Bibliothekssystem)
- **Funktionale/Nichtfunktionale Ziele**
  - Funktionale Ziele für erwartete Dienste
    - „Zugbeschleunigung berechnen“
    - „Buchbestellung erfüllen“
  - Nichtfunktionale Ziele für Dienstqualität: Sicherheit, Performanz, Kosten, Bedienbarkeit, ...
    - „Minimale Bremsdistanz einhalten“ (Safety)
    - „Zugriff auf Info über Entleiher verhindern“ (Security)
  - Nichtfunktionale Ziele für Entwicklungsqualität: Anpassbarkeit, Interoperailität, Wiederverwendbarkeit, ...

Ziele und Stakeholder

- **Zielerreichung erfordert die Zusammenarbeit der beteiligten Aktoren**
  - „Sicherer Transport“: On-board Zugkontrollsystem, Zugpositionsbestimmungssystem, Stationscomputer, Fahrgäste, Zugführer, ...
  - „Buchexemplar zurückgeben“: Ausleiher, Bibliothekspersonal und -Software
  - Je feingranularer ein Ziel, desto weniger beteiligte Aktoren:
    - „Kommando zur Geschwindigkeitsanpassung alle 3 Sek. senden“: Stationscomputer
    - „Mahnung versenden am Ende der Ausleihperiode“: Bibliothekssoftware
- **Ziele von Beteiligten sind mögliche Quelle für Konflikte**
  - „Buch nach 2 Wochen zurückgeben“: Bibliothekspersonal
  - „Buch so lange wie möglich behalten“: Ausleiher

Methoden zur Modellierung von Zielen

- URN („User Requirement Notation“)
  - Nachfolger von i* (Yu, Mylopoulos)
  - Standardisierung durch ITU-T
  - Verbindet Zielorientierte Sprache GRL mit Use Case Maps
- KAOS
  - Axel van Lamsweerde, R. Darimont, E. Letier
  - Spezifikation von Zielen:
    - Graphisch und textuell
  - KAOS/UML: Integration mit UML
- Weitere GBRAM, Troops, ..
- Werden auch in andere gängige Tools/Methoden integriert

Im Folgenden stellen wir KAOS vor

Modellierung von Zielen in KAOS: Typen von Zielen

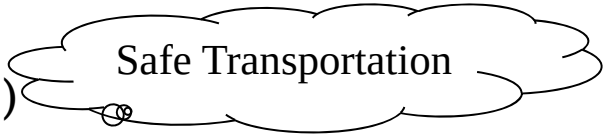
- Typ definiert Klasse mit vorgeschriebenem oder bevorzugtem Verhalten
  - Achieve Goal: Zu erreichendes Ziel
    - CurrentCondition implies **eventually** TargetCondition
      Z.B. Achieve[TrainProgress]

  - Cease Goal: Unerwünschte Eigenschaft, die abgestellt werden soll

  - Maintain Goal: Zu bewahrende Eigenschaft
    - CurrentCondition implies **always** TargetCondition **unless** NewSituation
      Z.B. Maintain[DoorsClosedWhileMoving]

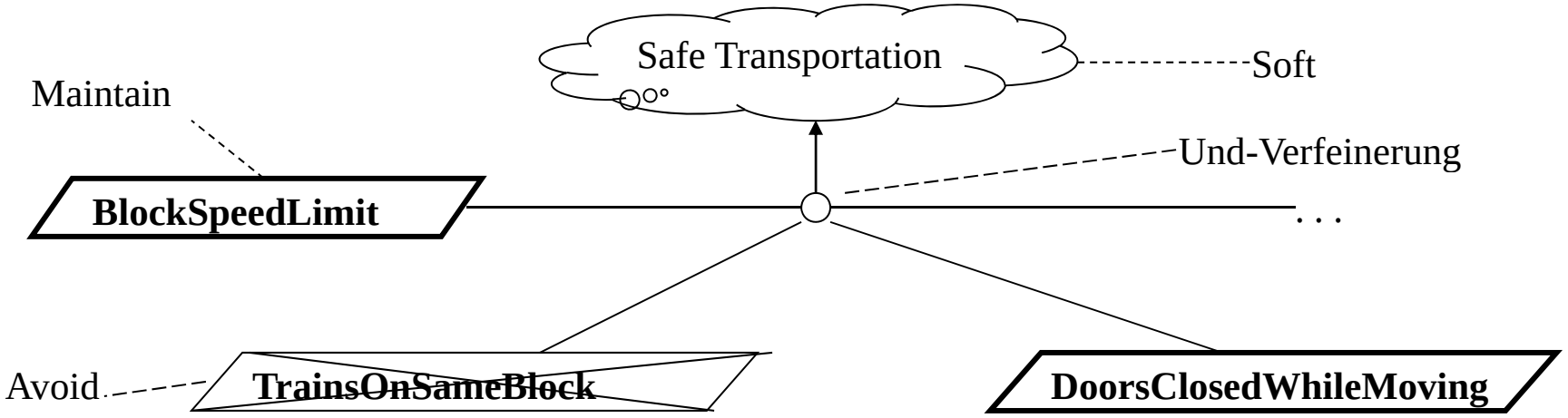
  - Avoid Goal: Zu verhindernde Eigenschaft
    - CurrentCondition implies **not** TargetCondition
      Z.B. Avoid[TrainsOnSameBlock]

  - Softgoal: Weiches Ziel (hilft Präferenzen zu setzen, wenn Alternativen ausgewählt werden)
    - Z.B. Safe Transportation



Modellierung von Zielen in KAOS: Typen

- Softgoals versus Achieve/Maintain goals
  - Die Erfüllung eines Softgoals kann nicht eindeutig festgestellt werden
    - Nur qualitatives Schließen möglich
  - Die Erfüllung eines Achieve/Maintain Goals kann verifiziert werden
    - Formales Schließen möglich



Modellierung von Zielen in KAOS: Definition von Zielen

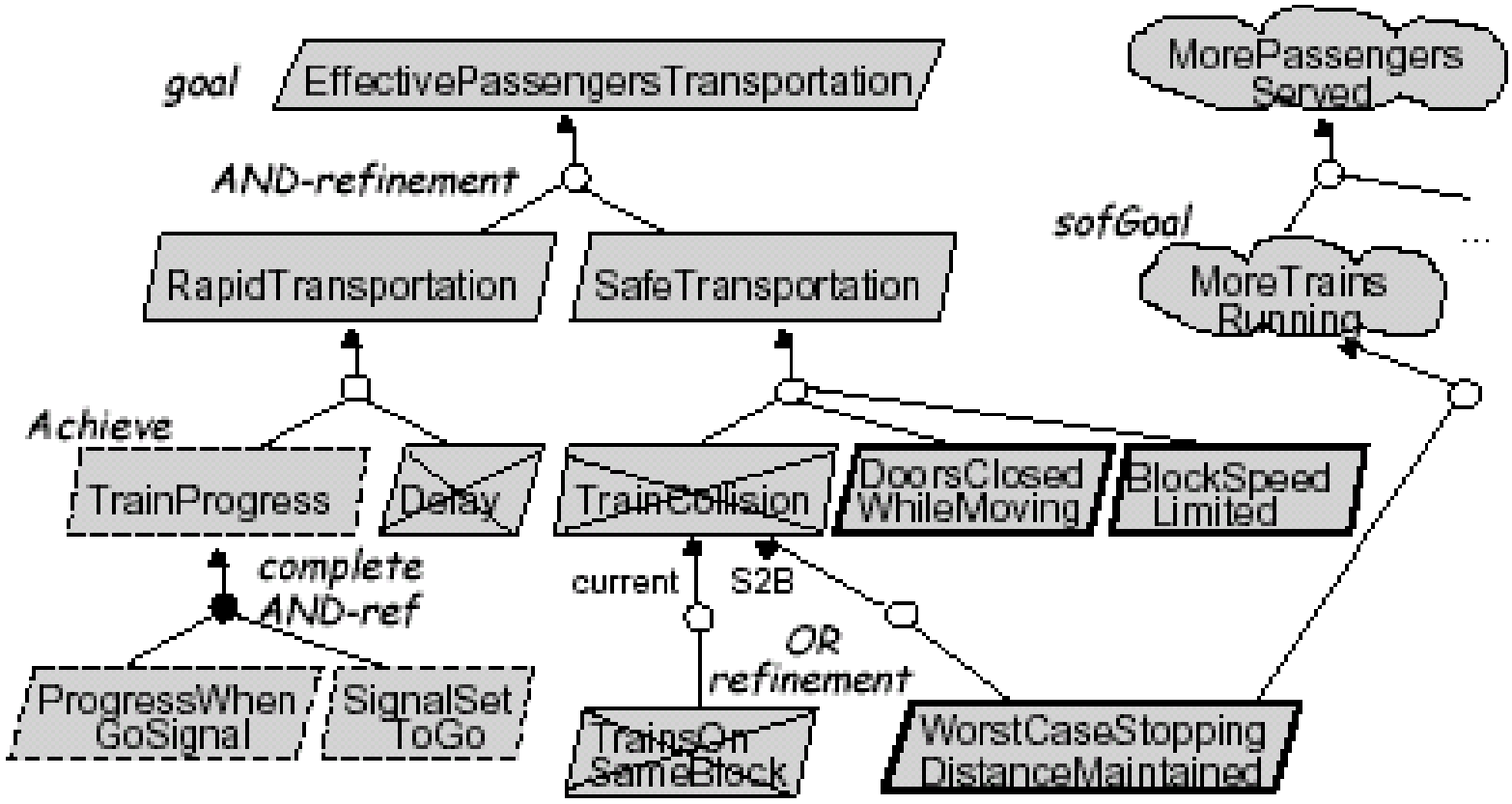
- **Attribute beschreiben zieleigene Eigenschaften**
  - Name BlockSpeedLimit
  - Definition Ein Zug sollte nicht schneller fahren als die maximal erlaubte Geschwindigkeit des Blocks
  - [Priorität] highest, high, ..., lowest (optional)
  - [Owner] Aktor, der das Ziel verlangt hat

- **Attribute werden zur Spezifikation und zum Schließen verwendet (z.B. zum Konfliktmanagement)**

Modellierung von Zielen in KAOS: Beziehungen zwischen Zielen

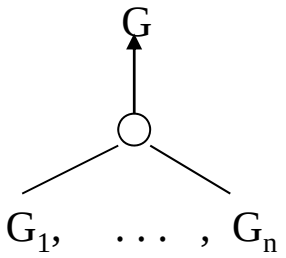
- **Beziehungen zu anderen Zielen**
  - And/Or-Verfeinerung
  - Verhinderung (Obstruction)
  - Konflikt
- **Beziehungen zwischen unterschiedlichen Modellen (Verfolgbarkeit)**
  - Referenz auf Objekte
  - Verantwortung von Aktoren
  - Abdeckung von Use Cases
  - Realisierung von Zielen durch Operationen (Operationalisierung)

Und/Oder-Verfeinerung: Beispiel



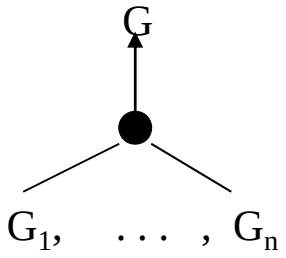
Und/Oder-Verfeinerung

- Ziel G wird **Und-verfeinert** in Unterziele $G_1,..., G_n$, falls die Erfüllung von $G_1,..., G_n$ zur Erfüllung von G beiträgt.

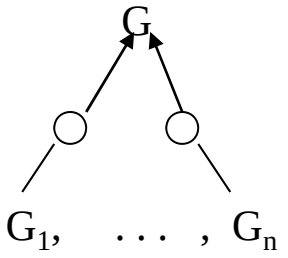


- Die Menge $\{G_1,..., G_n\}$ ist eine **vollständige Und-Verfeinerung** von G, falls $G_1,..., G_n$ zur Erfüllung von G genügen (einschließlich der Anwendungsbereichseigenschaften Dom), d.h. falls

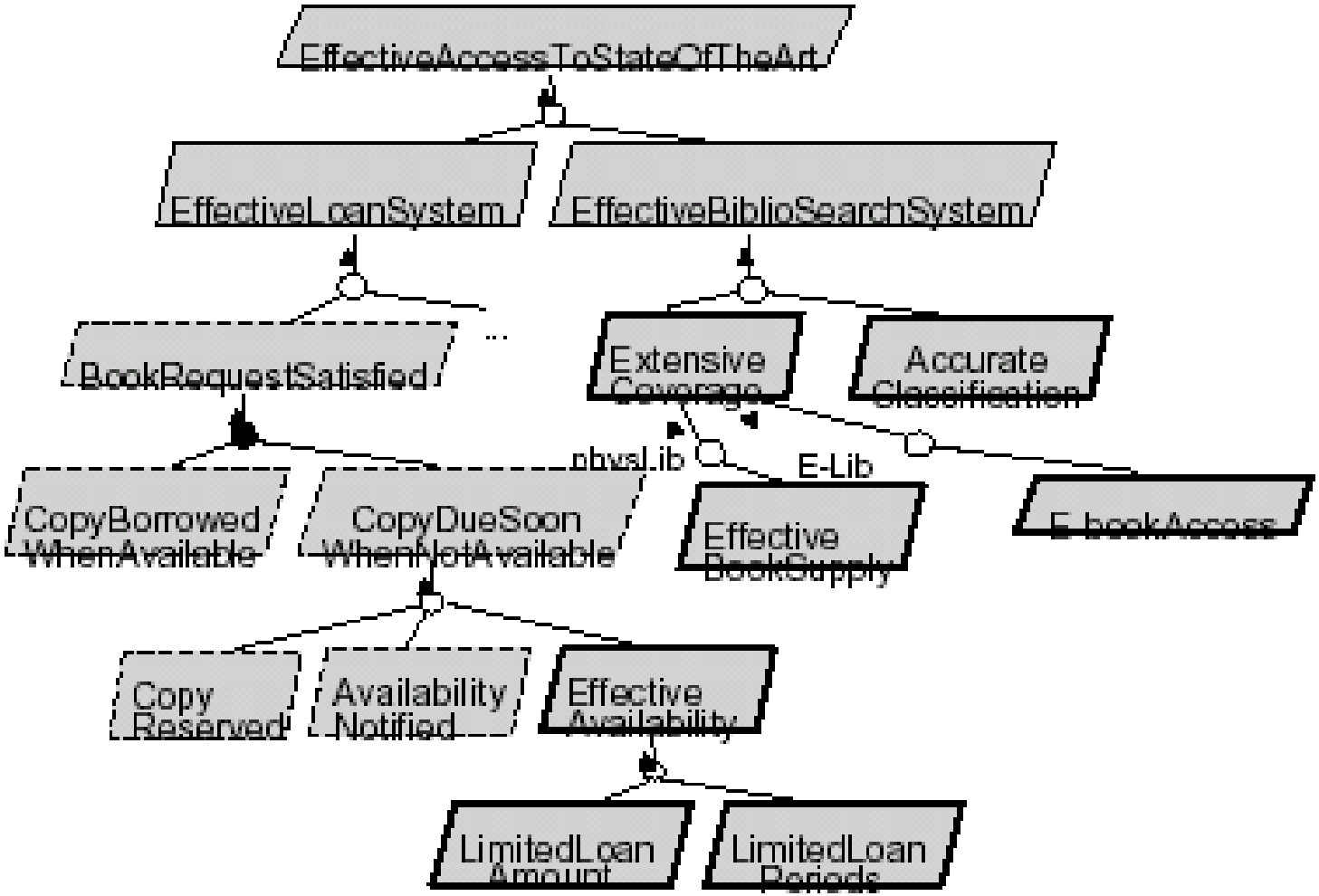
  $\{G_1,..., G_n , Dom\} \models G$



- Ziel G wird **Oder-verfeinert** in Unterziele $G_1,..., G_n$, falls (für jedes $i=1,..,n$) die Erfüllung von G_i zur Erfüllung von G genügt. (G_i heißt auch Alternative für G)



Und/Oder-Verfeinerung: Beispiel

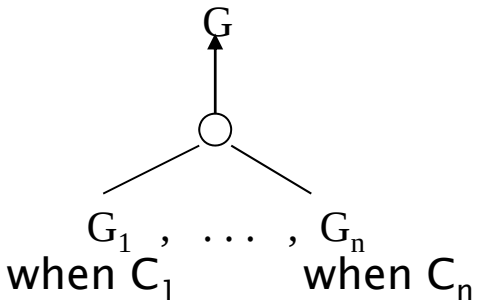


Und-Verfeinerung durch Fallunterscheidung

- Ziel G wird **Und-verfeinert durch Fallunterscheidung** der Unterziele G_1 when C_1,..., G_n when C_n, falls die Erfüllung von

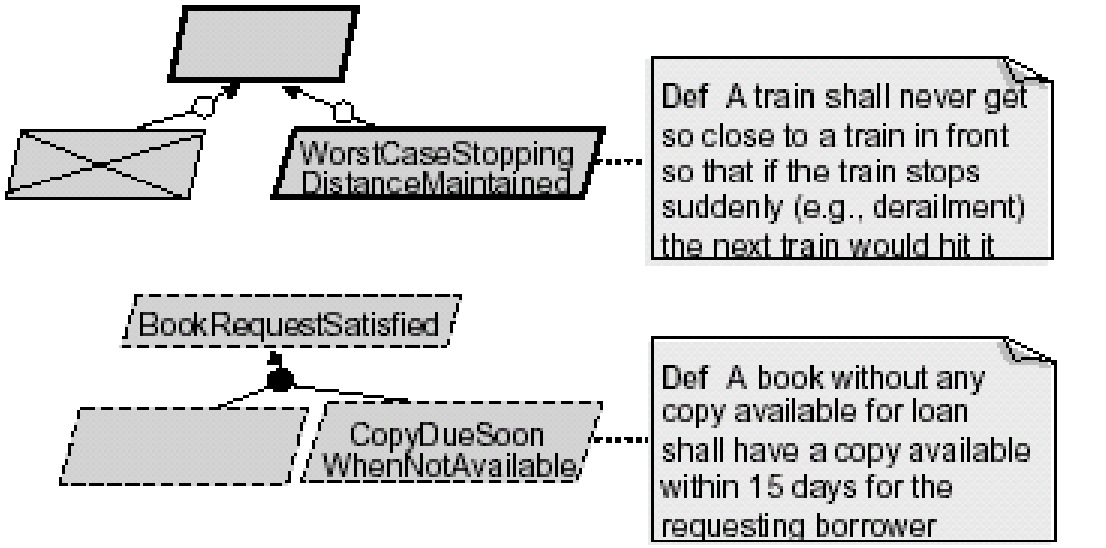
  C_1 implies G_1,..., C_n implies G_n

  zur Erfüllung von G beiträgt.



Modellierung von Zielen: Tips

- **Zur Vermeidung von Mehrdeutigkeiten bei der Interpretation von Zielen**
  - Präzise, konsistente und vollständige Zieldef. wichtig



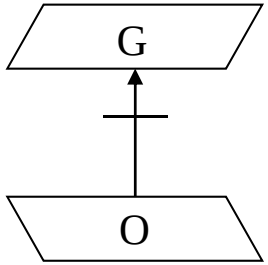
  - Def. muss von allen Beteiligten akzeptiert werden
    - Z.B. DoorsClosedWhileMoving
      ... Nur während der Fahrt? ... Zwischen den Stationen?

Obstruktions-Analyse

- Problem: Ziele sind oft zu ideal und werden verletzt durch unerwartetes Verhalten von Aktoren
- Obstruktion (Obstacle) = Bedingung an das System zur Zielverhinderung („abstrakte Ausnahme“)

  {O, Dom} |= **not** G Verhinderung

  Dom |≠ **not** O Konsistenz



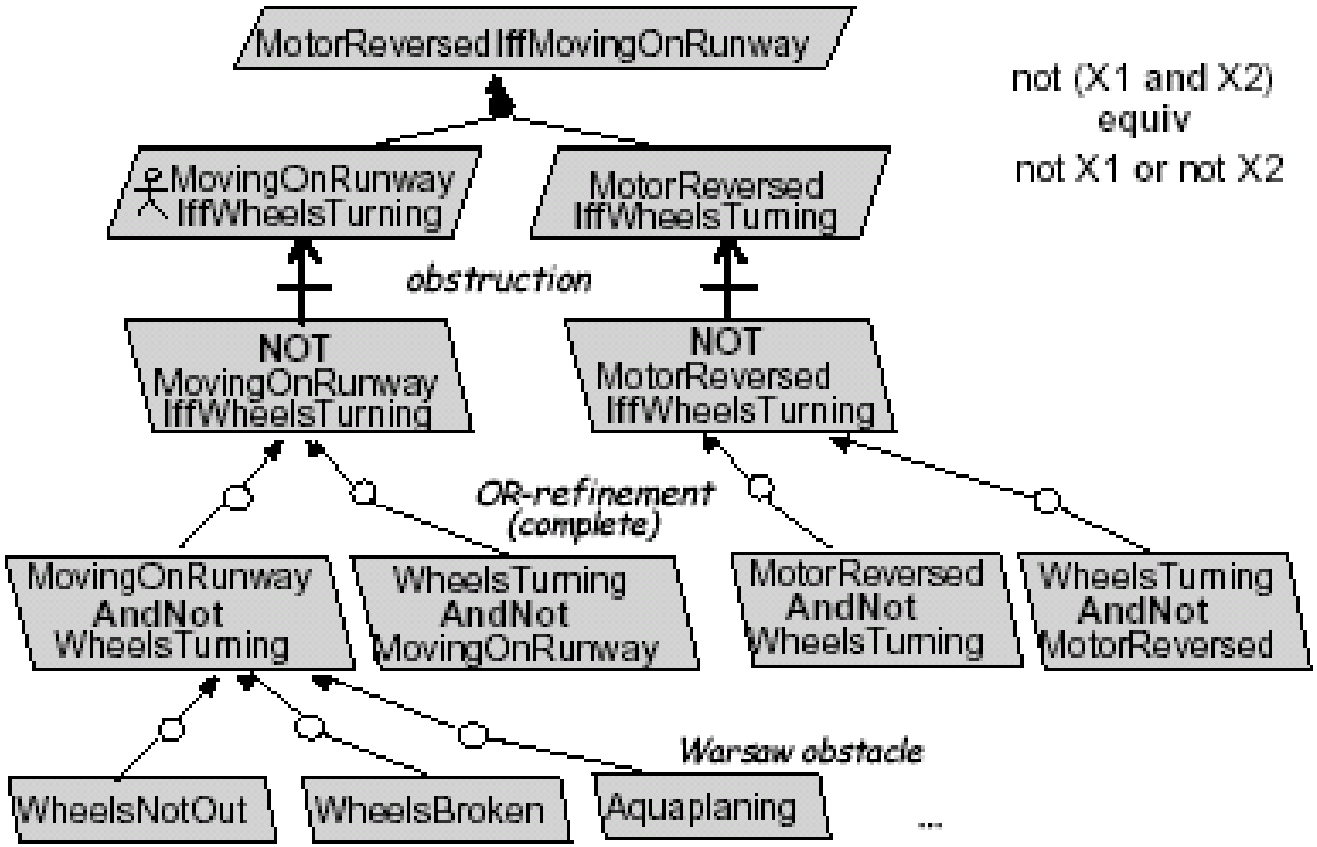
- Obstruktionen liefern ...

  neue realistischere Ziele

  vollständigere Anforderungen

  robustere Systeme

Obstruktions-Analyse: Beispiel



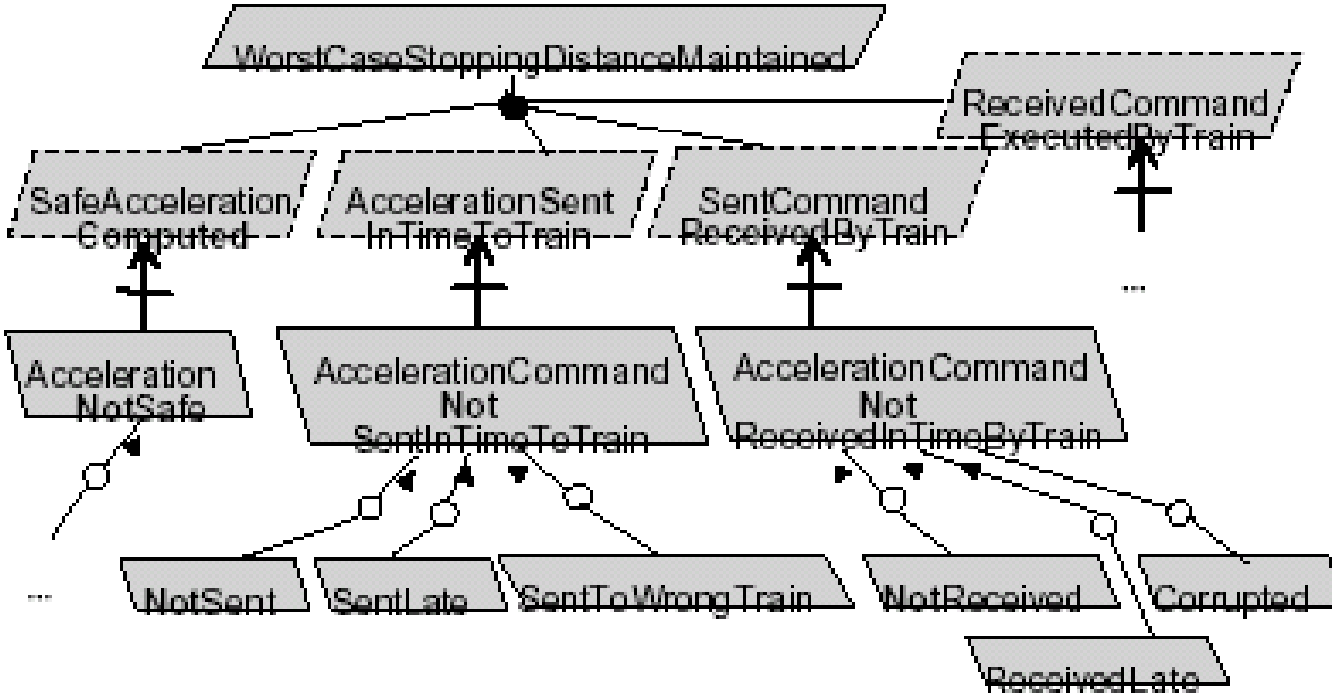
Obstruktions-Analyse: Vorgehensweise

- **Für jedes Blatt im Verfeinerungsgraph**
  - Identifiziere so viele Obstruktionen wie möglich
  - Behalte die machbaren und plausiblen Obstruktionen
  - Bewerte, wie kritisch sie für die Anwendung sind

- **Zur Identifizierung von Obstruktionen für ein Ziel G**
  - Negiere G
  - Finde so viele Und/Oder-Verfeinerungen von **not** G wie möglich in Bezug auf die Eigenschaften der Anwendung ...
  - ... bis machbare, plausible und beobachtbare Vorbedingungen für Obstruktionen gefunden sind

= **„Zielbasierte Fehlerbaumkonstruktion“!**

Obstruktions-Analyse: Beispiel



Konflikt-Analyse

- Ziele $G_1,..., G_n$ **divergieren**, falls
  es eine (Abgrenz-) Bedingung B gibt mit:
  $\{B, G_1,..., G_n, Dom\} \models false$ **Inkonsistenz**
  für alle i $\{B, G_1,..., G_{i-1}, G_{i+1} ,...,G_n, Dom\} \not\models false$ **Minimalität**

- **Beispiel**
  G1: DoorsClosedBetweenStations
  G2: DoorsOpenWhenAlarm
  B : AlarmRaisedBetweenStations

- **Spezialfall**
  Binärer Konflikt mit B = true:
  $\{G_1, Dom\} \models$ **not** G_2

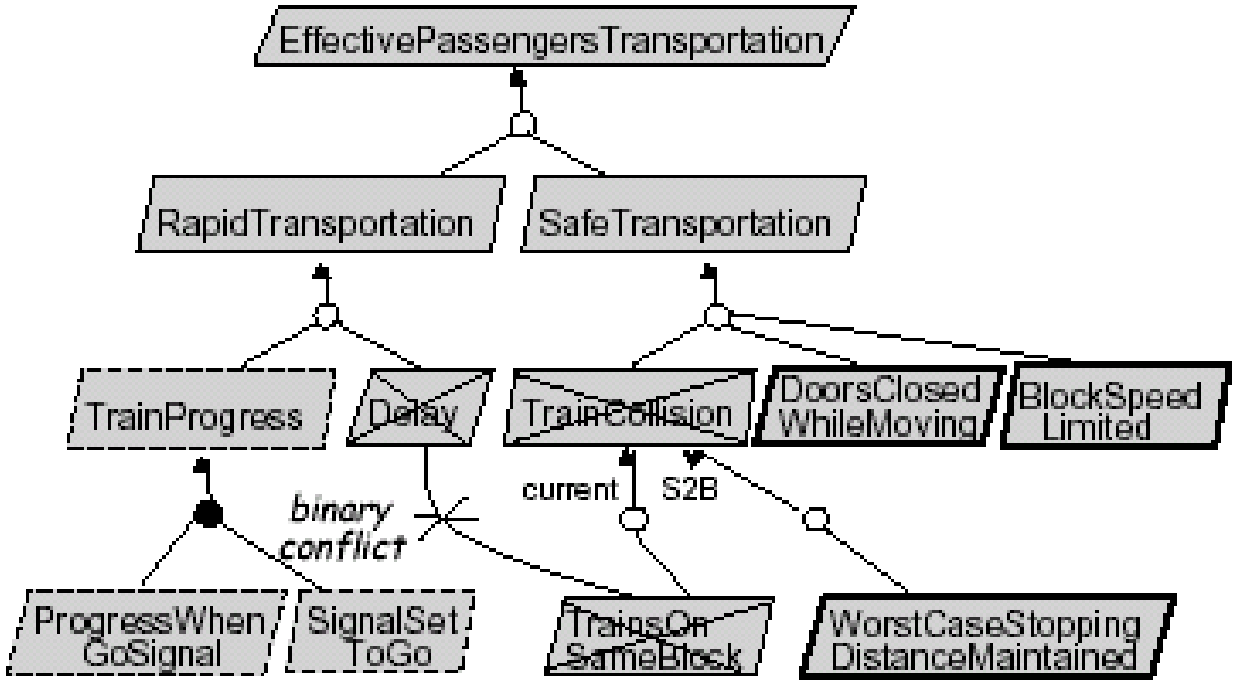
- Kann auch als „Feature Interaction“ betrachte werden – s. n. F.

Exkurs: Feature Interaktionen

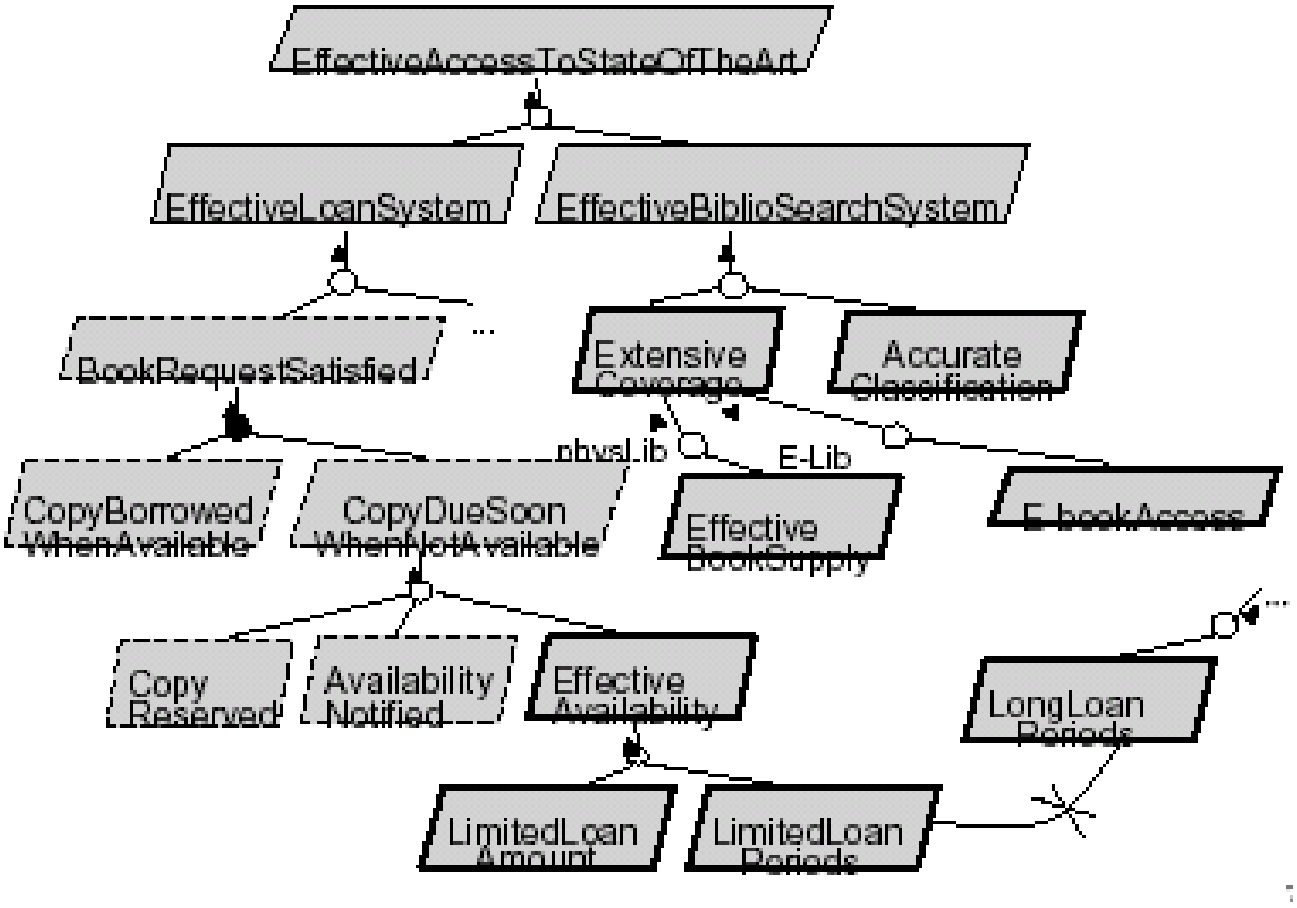
- Viele Methoden zur Anforderungsanalyse betrachten Konflikte, oft auch “Feature Interactions” genannt
- Features sind “distinguishing characteristic of a software item”
  - IEEE 929
- Interaktionen sind Konflikte die (nur!) im Zusammenspiel von 2 Features auftreten
- Bekannt geworden als spezielles Problem in der Telekommunikation

- Beispiel
  - Feature 1: Anruf weiterleiten (automatisch, falls belegt)
  - Feature 2: 2ten Anruf während eines bestehenden Anrufs annehmen
  - Problem: Verhalten überlappt und führt zu Verhaltenskonflikt

Konflikt-Analyse



Konflikt-Analyse



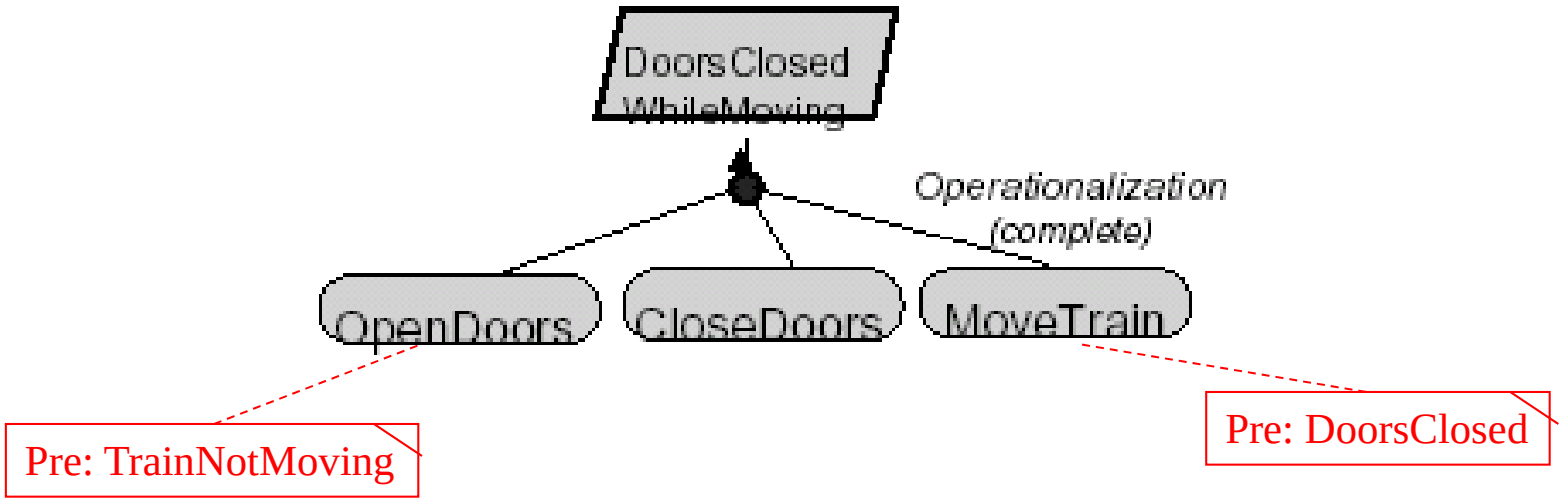
Übergang zu Use Cases und Szenarios

- **Ziel-Operationalisierung:**

  G wird korrekt durch die Operationen/Use Cases Op_1, ..., Op_n realisiert, falls die Spezifikationen von Op_1, ..., Op_n notwendig und hinreichend sind um G zu erreichen

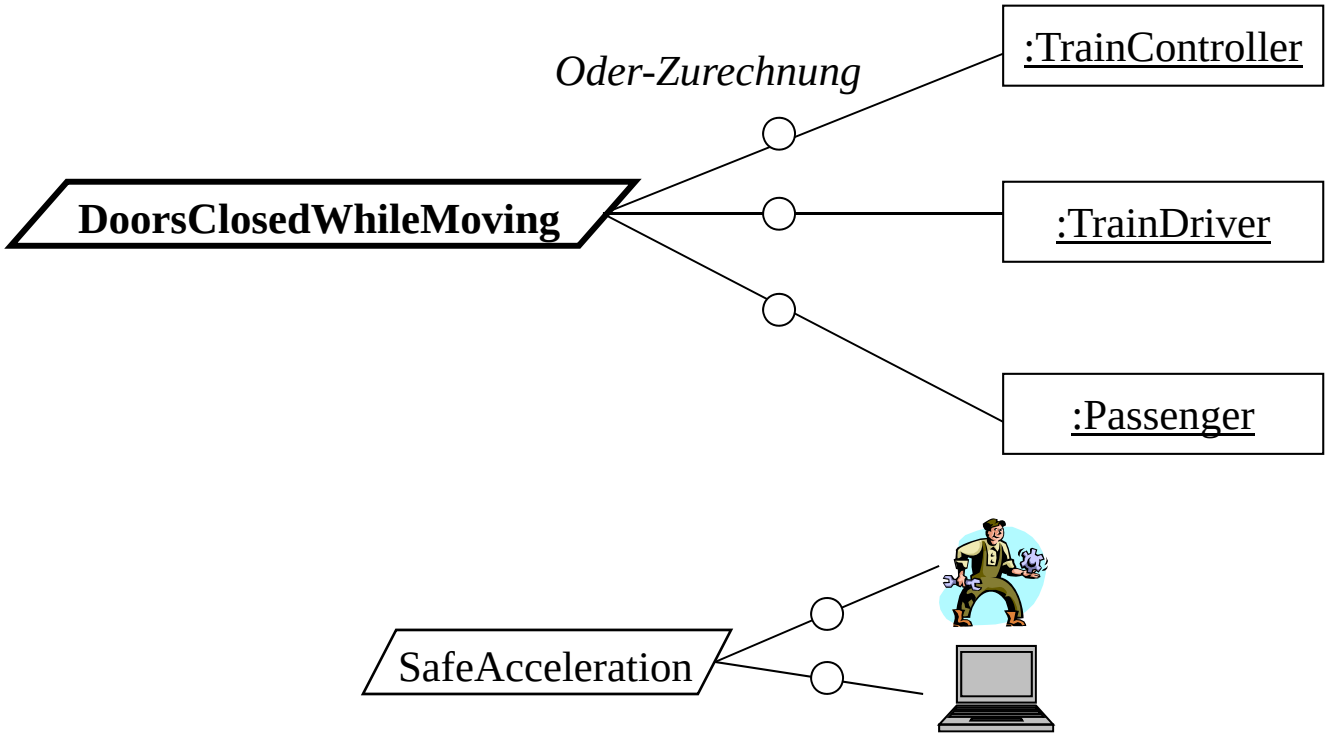
  $\{Spec(Op_1), \ldots, Spec(Op_n)\} \models G$ Vollständigkeit

  $G \models Spec(Op_1)$ and ... and $Spec(Op_n)$ Minimalität



Verantwortlichkeiten bestimmen

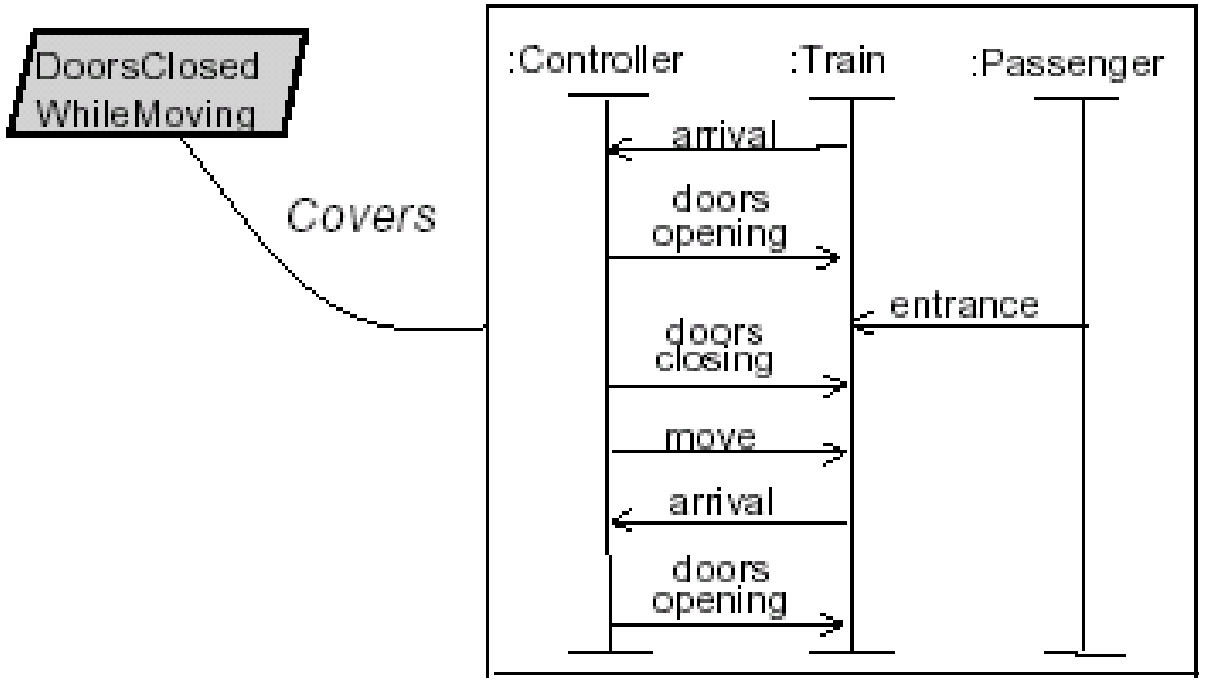
- **Ziel-Verantwortlichkeit:**
  G ist zu Ob zurechenbar, falls G von Ob realisiert werden kann.



Übergang zu Use Cases und Szenarios

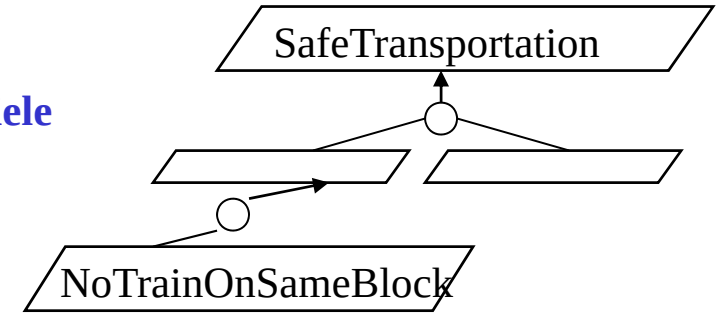
- **Überdeckung von Szenarios:**

  G überdeckt Sc, falls Sc ein Ablauf aus der Menge der von G definierten Verhalten ist.



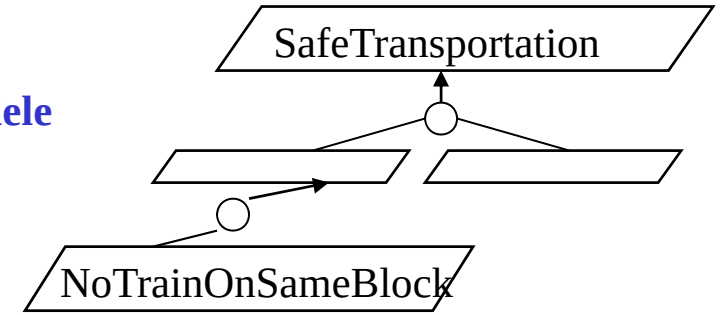
Die KAOS-Methode: Zielorientierte RE-Vorgehensweise

1. Domainanalyse: Verfeinere/Abstrahiere Ziele

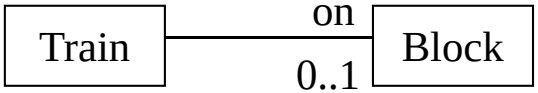


Die KAOS-Methode: Zielorientierte RE-Vorgehensweise

1. Domainanalyse: Verfeinere/Abstrahiere Ziele

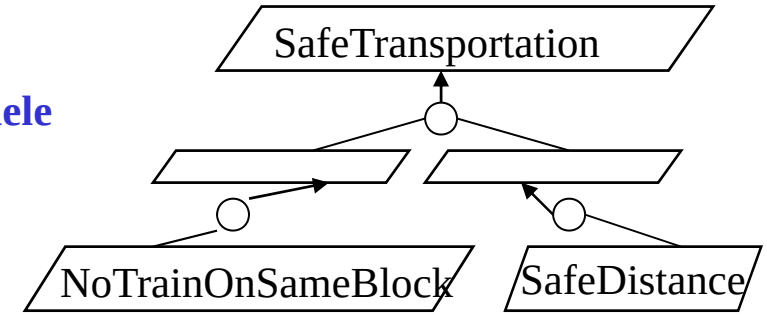


2. Domainanalyse: Finde/Strukturiere Objekte



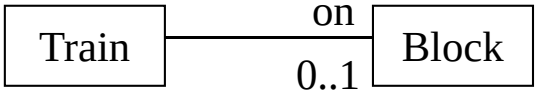
Die KAOS-Methode: Zielorientierte RE-Vorgehensweise

1. Domainanalyse: Verfeinere/Abstrahiere Ziele



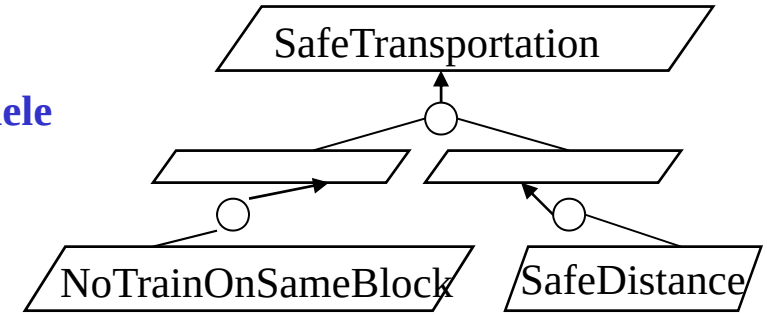
3. S2B-Analyse: Finde Zielalternativen

2. Domainanalyse: Finde/Strukturiere Objekte



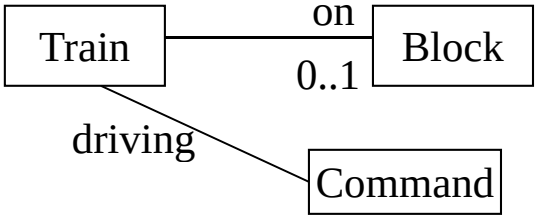
Die KAOS-Methode: Zielorientierte RE-Vorgehensweise

1. Domainanalyse: Verfeinere/Abstrahiere Ziele



3. S2B-Analyse: Finde Zielalternativen

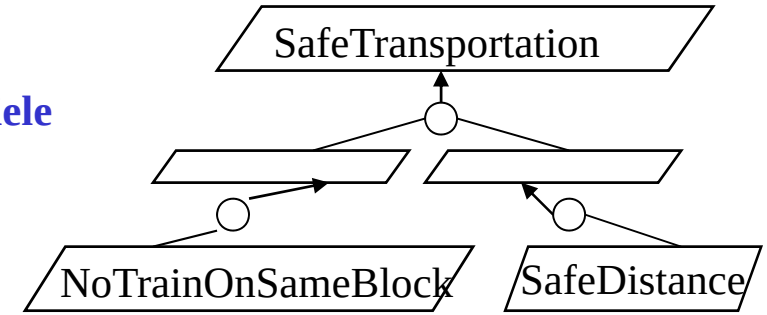
2. Domainanalyse: Finde/Strukturiere Objekte



4. S2B-Analyse: Mehr Objekte durch zusätz. Ziele

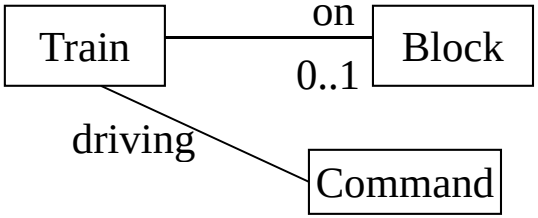
Die KAOS-Methode: Zielorientierte RE-Vorgehensweise

1. Domainanalyse: Verfeinere/Abstrahiere Ziele

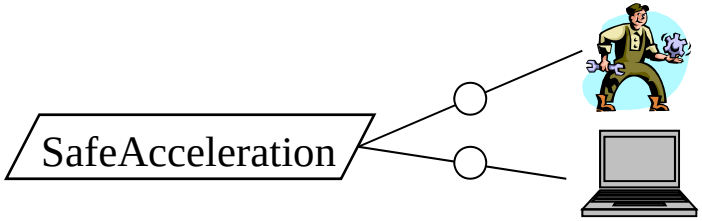


3. S2B-Analyse: Finde Zielalternativen

2. Domainanalyse: Finde/Strukturiere Objekte



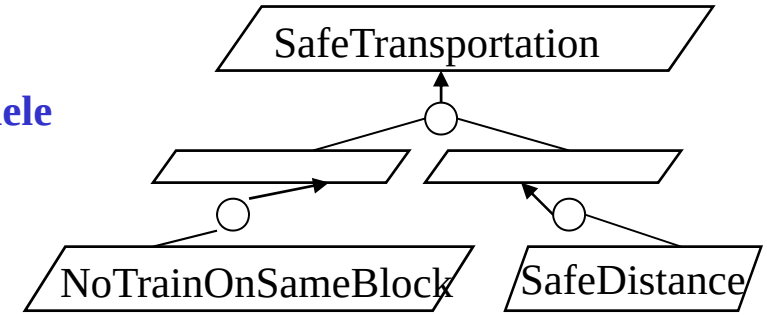
4. S2B-Analyse: Mehr Objekte durch zusätz. Ziele



5. Verantwortlichkeitsanalyse: Oder-Zurechnung von Objekten

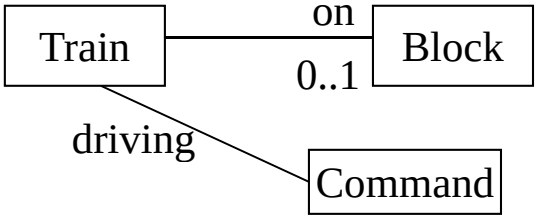
Die KAOS-Methode: Zielorientierte RE-Vorgehensweise

1. Domainanalyse: Verfeinere/Abstrahiere Ziele

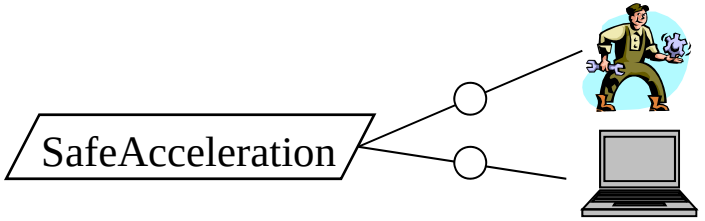


3. S2B-Analyse: Finde Zielalternativen

2. Domainanalyse: Finde/Strukturiere Objekte



4. S2B-Analyse: Mehr Objekte durch zusätz. Ziele

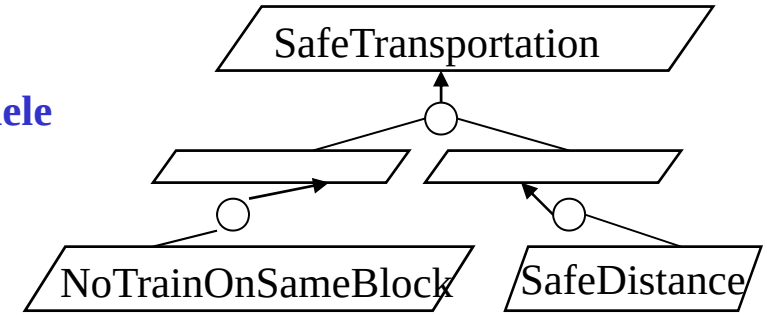


5. Verantwortlichkeitsanalyse: Oder-Zurechnung von Objekten

1.-5. Obstruktions- & Konfliktanalyse

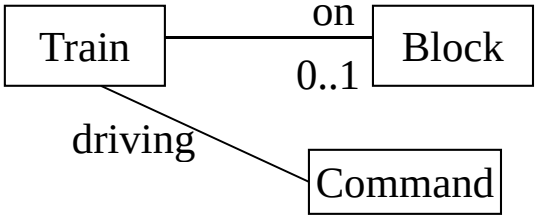
Die KAOS-Methode: Zielorientierte RE-Vorgehensweise

1. Domainanalyse: Verfeinere/Abstrahiere Ziele

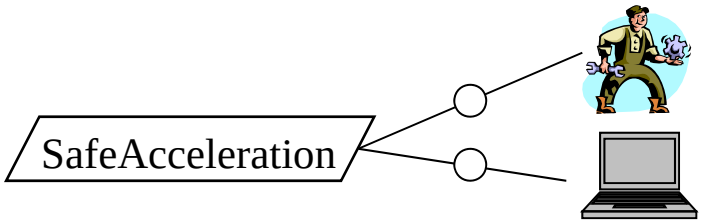


3. S2B-Analyse: Finde Zielalternativen

2. Domainanalyse: Finde/Strukturiere Objekte

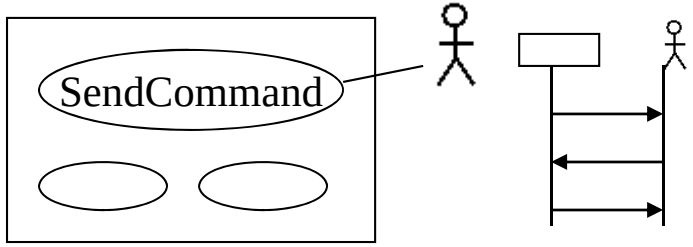


4. S2B-Analyse: Mehr Objekte durch zusätz. Ziele



5. Verantwortlichkeitsanalyse: Oder-Zurechnung von Objekten

1.-5. Obstruktions- & Konfliktanalyse



6. Übergang zu Use Cases

Zusammenfassung

- Zielorientierte Ansätze zu RE wie KAOS, URN, i*, AGORA ergänzen OOA und Use Case-orientierte Methoden
- Die KAOS-Methode unterstützt
  - Unterschiedliche Arten von Zielen wie Achieve-, Cease-, Maintain-, Avoid- und Softgoals
  - Und/Oder-Verfeinerung zur Strukturierung von Zielen
  - Obstruktionsanalyse
  - Konflikterkennung
  - Mit UML integrierte Vorgehensweise zu RE

Literatur

- A. van Lamsweerde: Goal-oriented Requirements Engineering: A guided tour. In: RE 2001 - Proc. Int. Conference on Requirements Engineering, Toronto, IEEE Computer Science, 2001, 249-263
- URN Web Site. http://www.usecasemaps.org/urn/
- D. Amyot, G. Mussbacher: URN: Towards a new standard for the visual description of requirements. In: SAMS'02 - 3rd SDL and MSC Workshop, Aberystwyth, 2002, Springer Lecture Notes in Computer Science 2599, 2002, 21-37.
- Wei Zhang, Hong Mei, Haiyan Zhao, "A Feature-Oriented Approach to Modeling Requirements Dependencies," Requirements Engineering, IEEE International Conference on, pp. 273-284, 13th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'05), 2005