

# Extraktion von Frame Conditions aus Operation Contracts

Philipp Niemann,<sup>1</sup> Frank Hilken<sup>1</sup>, Martin Gogolla<sup>1</sup>, Robert Wille<sup>2</sup>

## 1 Einleitung und Hintergrund

Um die steigende Komplexität heutiger Softwaresysteme mit modellbasierten Ansätzen zu beherrschen, hat sich die *Unified Modeling Language* (UML) zusammen mit der *Object Constraint Language* (OCL) zu einem de-facto Standard herausgebildet. UML/OCL ermöglicht die Beschreibung von Anforderungen an Verhalten und Struktur komplexer Systeme ohne dabei konkrete Implementierungsdetails zu verlangen. In den vergangenen Jahren wurden viele Verfahren zur Validation und Verifikation von UML/OCL-Modellen vorgestellt.

In dieser Arbeit wird die Beschreibung des Verhaltens mit Hilfe von Klassendiagrammen und dazugehöriger *Operation Contracts* (gegeben in OCL in Form von Vor- und Nachbedingungen) betrachtet [Me92]. Vor- und Nachbedingungen beschreiben die Funktionalität einer Operation auf deklarative Weise. Sie schränken Systemzustände ein, in denen eine Operation ausgeführt werden darf, und beschreiben Eigenschaften, die der resultierende Systemzustand erfüllen muss. Für Verifikationsverfahren ist aber außerdem von Bedeutung, welche Modellelemente zusätzlich zu diesen Bedingungen verändert bzw. eben nicht verändert werden dürfen.

Die Ermittlung eines konkreten Verhaltens einer Operation aus den gegebenen Operation Contracts wird in der Literatur als *Frame Problem* bezeichnet [BMR95]. Zur Lösung des Problems, wurden verschiedene Beschreibungsmittel vorgeschlagen, welche die Vor- und Nachbedingungen um so genannte *Frame Conditions* erweitern [Ko13, BKW09]. Dabei handelt es sich um zusätzliche Bedingungen, die Modellelemente angeben, welche bei der Ausführung einer Operation geändert werden dürfen. Durch die Angabe von Vor- und Nachbedingungen sowie Frame Conditions steht eine vollständige Beschreibung der Funktionalität einer Operation auf Modellebene zur Verfügung.

---

<sup>1</sup>Department of Computer Science, University of Bremen, 28359 Bremen, Germany, {pniemann,fhilken,gogolla}@informatik.uni-bremen.de

<sup>2</sup>Institute for Integrated Circuits, Johannes Kepler University Linz, 4040 Linz, Austria, robert.wille@jku.at  
Cyber-Physical Systems, DFKI GmbH, 28359 Bremen, Germany

## 2 Betrachtetes Problem und Beitrag

Die Erzeugung der Frame Conditions stellt allerdings eine zusätzliche Herausforderung dar, die bisher überwiegend manuell bewältigt werden muss – verbunden mit den entsprechenden Kosten. In dieser Arbeit wird untersucht, inwiefern sich Frame Conditions automatisch aus den bereits gegebenen Vor- und Nachbedingungen extrahieren lassen. Dazu wird eine Methodik vorgestellt, die Elemente (Objektinstanzen, Attribute und Rollen) eines gegebenen Modells automatisch einer der folgenden Kategorien zuordnet:

- Das Element ist *variabel*, d.h. kann während der Operationsausführung verändert werden.
- Das Element ist *unveränderlich*, d.h. kann während der Operationsausführung nicht verändert werden.
- Das Element lässt sich nicht eindeutig zuordnen und muss manuell klassifiziert werden.

Ziel dieser Kategorisierung ist, den/die Entwerfer/-in bei der Erzeugung von Frame Conditions zu unterstützen. Fallstudien zeigen, dass in der Tat ein Großteil der Modellelemente automatisch klassifiziert und damit die notwendigen Frame Conditions automatisch erzeugt werden können. Entwerfer/-innen müssen anschließend nur für einen recht kleinen Teil von nicht eindeutig zuordbaren Modellelementen manuell entsprechende Bedingungen ergänzen. Dadurch wird die Produktivität der modellbasierten Verifikation deutlich gesteigert.

## 3 Weitere Quellen

Die generelle Idee des Problems sowie der Lösungsidee wird in [Ni15a] skizziert. Eine detaillierte Beschreibung des Lösungsansatzes sowie eine Evaluation des Ansatzes findet sich in [Ni15b].

### Literaturverzeichnis

- [BKW09] Brucker, Achim D.; Krieger, Matthias P.; Wolff, Burkhard: Extending OCL with Null-References. In: MoDELS. S. 261–275, 2009.
- [BMR95] Borgida, Alexander; Mylopoulos, John; Reiter, Raymond: On the Frame Problem in Procedure Specifications. IEEE Trans. Software Eng., 21(10):785–798, 1995.
- [Ko13] Kosiuczenko, Piotr: Specification of invariability in OCL - Specifying invariable system parts and views. Software and System Modeling, 12(2):415–434, 2013.
- [Me92] Meyer, Bertrand: Applying Design by Contract. IEEE Computer, 25(10):40–51, 1992.
- [Ni15a] Niemann, Philipp; Hilken, Frank; Gogolla, Martin; Wille, Robert: Assisted generation of frame conditions for formal models. In: DATE. S. 309–312, 2015.
- [Ni15b] Niemann, Philipp; Hilken, Frank; Gogolla, Martin; Wille, Robert: Extracting frame conditions from operation contracts. In: MoDELS. 2015.