SE | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Timo Greifenberg

Artefaktbasierte Analyse modellgetriebener Softwareentwicklungsprojekte

Aachener Informatik-Berichte,
Software Engineering

Band 42

Hrsg: Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Rumpe

Artefaktbasierte Analyse modellgetriebener Softwareentwicklungsprojekte

Von der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften der RWTH Aachen University zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Naturwissenschaften genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Timo Greifenberg, M.Sc. RWTH
aus Aachen

Berichter: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Bernhard Rumpe
Universitätsprofessor Dr.-Ing. Steffen Becker

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Mai 2019

Aachener Informatik-Berichte, Software Engineering

herausgegeben von
Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Rumpe
Software Engineering
RWTH Aachen University

Band 42

Timo Greifenberg
RWTH Aachen University

Artefaktbasierte Analyse modellgetriebener Softwareentwicklungsprojekte

Shaker Verlag
Düren 2019

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Zugl.: D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2019)

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-6879-5
ISSN 1869-9170

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren
Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Kurzfassung

Durch den Einsatz von Modellen lässt sich bei der modellgetriebenen Softwareentwicklung (engl. *Model-Driven Development* (MDD)) zum einen die Komplexität des zu entwickelnden Softwareprodukts beherrschen und zum anderen die konzeptionelle Lücke zwischen Problem- und Lösungsdomäne schließen. Die Verwendung und agile Weiterentwicklung von MDD-Werkzeugen kann jedoch selbst zu einem Anstieg der Komplexität im Projekt führen. Durch die große Anzahl an verschiedenen Artefakten und Beziehungen, den verschiedenen Artefakt- und Beziehungsarten und dem hohen Grad der Automatisierung werden das Verständnis, die Wartung und die Weiterentwicklung von MDD-Projekten erschwert. Um dieser Komplexität zu begegnen, ist eine systematische Herangehensweise für das Verständnis und die Verwaltung von MDD-Projekten mit Fokus auf den Artefakten und deren Beziehungen notwendig. In dieser Arbeit wird mit der *artefaktbasierten Analyse* ein solcher Ansatz zur Analyse von Artefaktstrukturen in MDD-Projekten vorgestellt. Der Ansatz sieht den Einsatz einer adäquaten Modellierungstechnik und die Verwendung von Analysewerkzeugen zur Durchführung von Analysen unter Verwendung zugehöriger Methodiken vor. Die Ergebnisse der Arbeit lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Entwicklung einer Modellierungstechnik basierend auf den UML-Sprachen Klassendiagramme, Object Constraint Language und Objektdiagramme zur präzisen Beschreibung möglicher Projektsituationen und der aktuellen Projektsituation sowie zur Spezifikation von Analysen.
- Modellierung eines konkreten *Artefaktmodells* zur Darstellung der Artefakt- und Beziehungsarten MontiCore-basierter MDD-Projekte sowie zugehöriger beispielhafter Analysen.
- Entwicklung einer Gesamtmethodik bestehend aus einer Teilmethodik zur Erstellung projektspezifischer Artefaktmodelle, einer Teilmethodik zur Spezifikation automatisch ausführbarer Analysen und einem Vorgehen zur Durchführung von artefaktbasierten Analysen.
- Entwicklung einer Werkzeugkette zur Unterstützung der Analysen sowie einer Methodik zur Verwendung, Konfiguration, Anpassung und Integration der Werkzeugkette.

Die Durchführbarkeit des Ansatzes wurde an realen Projekten des Lehrstuhls für Software Engineering der RWTH Aachen University erprobt, wodurch Optimierungspotenziale dieser

Projekte aufgezeigt werden konnten. Diese Arbeit trägt dazu bei, die steigenden Komplexität großer MDD-Projekte durch den Einsatz von artefaktbasierten Analysen unter Verwendung adäquater Modellierungstechniken, Werkzeuge und Methoden beherrschbar zu machen.

Abstract

The usage of models within model-driven software development facilitates managing the complexity of the system under development and closes the gap between the problem and the solution domain. The usage and agile development of *Model-Driven Development* tools can itself increase the complexity within a project. The huge number of different artifacts and relations, the different artifact and relation kinds and the high degree of automation hinders the understanding, maintenance and evolution within MDD projects.

A systematic approach to understand and manage MDD projects with a focus on its artifacts and corresponding relations is necessary to handle the complexity. This thesis presents such an approach for the analysis of artifact structures within MDD projects. The approach relies on appropriate modeling techniques and intends the usage of analysis tools to perform analyses using corresponding methodologies. The results of this thesis can be summarized as follows:

- Development of a modeling technique based on the UML languages Class Diagrams, Object Constraint Language and Object Diagrams for the precise definition of possible project situations and the actual project situation as well as for the specification of analyses.
- Modeling of a concrete *artifact model*, which defines the artifacts and relation kinds within MontiCore-based MDD projects. Related exemplary analyses are given in addition.
- Development of an overall methodology consisting of a methodology to create project specific artifact models, a methodology for the specification of automated performed analyses and a methodology for the conduct of artifact-based analyses.
- Development of a tool chain supporting artifact-based analyses and a methodology for its usage, configuration, adaption and integration.

The application of the approach has been demonstrated in real projects of the Chair of Software Engineering of RWTH Aachen University, which led to the investigation of optimization potential of those projects. This thesis contributes to handling the growing complexity in big MDD projects by applying artifact-based analyses relying on appropriate modeling techniques, tools and methodologies.

Danksagung

Ich bedanke mich bei all denen, die mich während meiner Promotion begleitet, unterstützt, mir den nötigen Rückhalt gegeben oder für passende Ablenkungen gesorgt und dadurch zu dem Erfolg meiner Promotion beigetragen haben. Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Bernhard Rumpe, der mir die Möglichkeit der Promotion am Lehrstuhl für Software Engineering der RWTH Aachen gegeben hat. Insbesondere danke ich ihm für seine Betreuung, seine Ratschläge und das Feedback zu meiner Arbeit. Das Weitern möchte ich Prof. Dr. Steffen Becker für die Bereitschaft zur Übernahme der Zweitkorrektur danken. Auch Prof. Dr. Gerhard Woeginger möchte ich für die Leitung sowie Prof. Dr. Thomas Noll für die Mitarbeit in meinem Prüfungskomitee danken.

Herzlich bedanken möchte ich mich auch bei allen Kollegen, die mich während und teils auch außerhalb meiner Zeit am Lehrstuhl begleitet haben, von denen ich viel lernen durfte und deren Zusammenarbeit ich sehr geschätzt habe. Außerdem bedanke ich mich bei allen Studenten, die ich betreuen durfte und die durch ihre Abschlussarbeiten tatkräftig zur Entstehung meiner Arbeit beigetragen haben. Weiterhin bedanke ich mich bei Marita Breuer, Robert Eikermann, Sylvia Gunder und Galina Volkova, die mir in meiner Zeit am Lehrstuhl organisatorisch und durch Wartung und Bereitstellung der benötigten Infrastruktur sehr geholfen haben. Besonders möchte ich mich auch bei allen wissenschaftlichen Mitarbeitern bedanken, die mir zu Teilen meiner Arbeit Feedback in Form von Reviews gegeben haben: Kai Adam, Arvid Butting, Imke Drave, Steffen Hillemacher, Dr. Katrin Holldöbler, Robert Eikermann, Oliver Kautz, Dr. Christoph Schulze und Dr. Andreas Wortmann.

Besonderer Dank gilt auch meinen Eltern Susanne und Jürgen. Ihr habt mich immer sehr unterstützt, und mir den notwendigen Rückhalt gegeben und dadurch die Promotion überhaupt erst ermöglicht. Außerdem möchte ich mich bei meiner Schwester Anja und bei den Familien Boshe-Plois, Hammes, Kolks, van Reimersdahl und Weber bedanken. Für mich gehört ihr alle zu meiner Familie, wart mir immer eine Stütze und habt mir auch für schwierige Aufgaben Kraft gegeben. Schließlich möchte ich mich noch ganz besonders bei meiner Freundin Nadja bedanken. Ich konnte mich stets auf deine Unterstützung verlassen und weiß, wie schwer es dir gefallen ist, auf die gemeinsame Zeit zu verzichten. Du hast mich motiviert und mir immer den Rücken freigehalten, wodurch ich mich mit der notwendigen Intensität der Promotion widmen konnte. Danke!

Aachen, Juli 2019
Timo Greifenberg

Inhaltsverzeichnis