

ONTOLOGY-BASED MODELING AND CONFIGURATION OF CONSTRUCTION PROCESSES USING PROCESS PATTERNS

ONTOLOGIE-BASIERTE MODELLIERUNG UND KONFIGURATION DER BAUPROZESSE MIT HILFE VON PROZESSVORLAGEN

ABSTRACT

KURZFASSUNG

Von der Fakultät Bauingenieurwesen
der Technischen Universität Dresden
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktor-Ingenieurs genehmigte

Dissertation

vorgelegt von

M.Sc. Alexander Benevolenskiy

geboren am 26. März 1985 in Leningrad (seit 1991 St.Petersburg), Russland

Erster Gutachter	Prof. Dr.-Ing. Raimar J. Scherer Technische Universität Dresden
Zweiter Gutachter	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Huhnt Technische Universität Berlin
Tag der Verteidigung	18.12.2015

Abstract

Process modeling is used in construction to plan and manage the construction process and to support various simulation tasks. A major problem is that due to the one-of-a-kind character of construction projects a lot of work is spent manually developing an overall process schedule for each project. However, the total individual process is typically structured into multiple stages containing a number of recurring similar, but unequal, subprocesses that can be standardized, if appropriately generalized, to generic reusable process patterns. Moreover, not only processes, but also many general construction methods and strategies can be standardized and stored in the form of patterns and configuration rules, which will improve the consistency of modeling and also improve modeling time.

The presented work addresses these issues and presents a new approach for combining the ontology-based process modeling with the rule-based process configuration. The proposed system supports the generation of process workflows for construction projects that could be later used in discrete-event simulation software or workflow programs.

A formal high-level model for construction processes and a methodology for using process patterns in the configuration of complex construction tasks are the main focuses of this work. The base idea of the proposed approach is the development and use of two separate, but interrelated, ontologies and their integration with a general-purpose rule-engine. The first ontology is the Process Pattern Ontology, which is used to store reusable process patterns. The second is the Process Instance Ontology, which has similar taxonomy to the Process Pattern Ontology but is uniquely populated with specific process assertions for each construction case.

The developed approach also suggests the application of the process patterns for the configuration of construction processes. This includes the mechanism of the process pattern retrieval, describing the extraction of the required process pattern from the Process Pattern Ontology, the intermediate adaptation step and the configuration step. The configuration step focuses on the integration of the rule-engine with the ontological knowledge-base, as well as on the application of different configuration strategies. With the help of these configuration strategies, realised by means of hierarchical rule sets, first a variation of the process and second a solution for the quick process configuration can be found.

As a practical implementation of the proposed methodology a software prototype called Process Configurator is implemented within this work. This prototype realizes the interaction between all components of the ontology-based configuration approach presented in this work and supports the generation of process schedules for construction projects with the help of reusable process patterns and configuration rules.

Prozessmodellierung wird im Bauwesen für die Planung des Bauablaufes genutzt, sowie insbesondere für die Unterstützung unterschiedlicher Simulationsprozesse. Das Hauptproblem ist, dass man wegen des Unikatcharakters der Bauprojekte viel Aufwand und Zeit braucht, um jedes Mal einen Prozessablaufplan des Projektes manuell zu erstellen. Allerdings besteht ein einzelner Gesamtprozess normalerweise aus mehreren Teilen, die ähnliche, aber nicht gleiche Subprozesse beinhalten. Diese Subprozesse können standardisiert, abstrahiert und dann als wiederverwendbare Referenzprozesse generalisiert werden. Außerdem lassen sich nicht nur Prozesse, sondern auch viele Baumethoden und Baustrategien in Form von Konfigurationsregeln formalisieren und speichern. Dies kann die Widerspruchsfreiheit der Modellierung gewährleisten und hat auch das Potential, die Modellierungszeit zu reduzieren.

Die vorliegende Arbeit zielt darauf ab, diese Aspekte zu analysieren und einen neuen Ansatz zur Kombination der ontologiebasierten Prozessmodellierung mit der regelbasierten Prozesskonfiguration vorzustellen. Das dargestellte System unterstützt die Erstellung der Prozessablaufpläne für die Bauprojekte, die danach mit Hilfe von Simulationssoftware simuliert werden.

In dieser Dissertation werden die Entwicklung eines formalen Modells für Bauprozesse und die Methodologie der Nutzung der Referenzprozesse bei der Konfigurierung komplexer Bauaufgaben beschrieben. Die grundlegende Idee des vorgeschlagenen Ansatzes ist die Entwicklung und die Verwendung zweier Ontologien. Die erste Ontologie wird als Process Pattern Ontologie bezeichnet und zur Speicherung der wiederverwendbaren Referenzprozesse eingesetzt. Die zweite Ontologie mit der Bezeichnung Process Instance Ontologie speichert die Prozessinstanzen für die spezifischen Bauprojekte. Die beiden Ontologien haben ähnliche, aber nicht gleiche, Strukturen und sind über eine Regel-Engine integriert.

Der entwickelte Ansatz beinhaltet ebenfalls die Nutzung der Referenzprozesse im Konfigurationsprozess. Dies umfasst sowohl einen Mechanismus zur Abfrage der Referenzprozesse, welcher das Extrahieren des benötigten Referenzprozesses aus der Ontologie beschreibt, als auch die Anpassung der Referenzprozesse sowie deren Konfiguration mit Regeln. In der Konfiguration liegt der Fokus auf der Integration der Regel-Engine mit der ontologischen Wissensbasis und die Anwendung unterschiedlicher Konfigurationsstrategien. Mittels Konfigurationsstrategien, die mit Hilfe von hierarchischen Regelmengen realisiert werden, kann eine intelligente Lösung für die schnelle Prozesskonfiguration gefunden werden.

Als praktische Implementierung der vorgeschlagenen Methodologie wird ein Prototyp, als Process Configurator bezeichnet, entwickelt. Der Process Configurator realisiert die Interaktion zwischen allen Komponenten des Systems und unterstützt die Erstellung der Prozessablaufpläne mit Hilfe der Referenzprozesse und Konfigurationsregel.