



DISSERTATION ZUR ERLANGUNG DES
AKADEMISCHEN GRADES
DOKTOR-INGENIEUR (DR.-ING.)

WISSENSBASIERTE PROZESSKONFIGURATION IM BAUWESEN

Ksenia Roos

22. Juli 1984, aus Novokuznetsk, Russland
Technische Universität Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen

1. Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Raimar Scherer
2. Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Kay Smarsly
3. Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Franz Baader

KURZFASSUNG

Das Ziel der Prozesskonfiguration besteht darin, typische Bauprozesse wie Planungsprozesse, Ausführungsprozesse, Steuerungs- und Entscheidungsprozesse zu unterstützen. Infolgedessen bilden die Prozesse und der Einsatz von Prozessmodellen für verschiedene Aufgabenbereiche im Bauwesen die Grundlage für die computerunterstützte Bearbeitung von Bauvorhaben. Die Bauprozessmodelle werden meistens in einer semi-formalen Sprache dargestellt. Das erlaubt die weitere Formalisierung zum Zweck der intelligenten Konfiguration der Prozesse. Das bedeutet, dass die Prozesse auf Basis des formal beschriebenen Prozesswissens konfiguriert, zusammengestellt und instanziiert werden können. Solche Prozesse sind besonders aktuell im Bereich des Risikomanagements, das in den letzten Jahren im Bauwesen an Bedeutung gewonnen hat. Die Prozesse sollen bei der Suche nach einem alternativen Ablauf im Fall einer Prozessstörung ad-hoc konfiguriert und zur Verfügung gestellt werden. Dies kann semi-automatisch mit Einsatz wissensbasierter Methoden realisiert werden. Die Prozesse im Bauwesen bergen diverse spezielle Eigenschaften in sich, die die Problematik der typischen Konfigurationsvorgehensweise sichtbar werden lassen. Wesentliche Merkmale der Bauprozesse sind der durchgängige Informationsfluss und der hohe Kommunikationsbedarf zwischen allen Beteiligten im Bauprojekt. Das impliziert Anforderungen an eine effektive Interoperabilität innerhalb des Bauprojekts. In einem signifikant großen Projekt wie beispielsweise dem Flughafenbau, bei dem sich die Baustelle auf tausenden Hektar Fläche erstreckt und mehrere Dutzende Baufirmen involviert sind, die über unterschiedliche Software und Baudatenmodelle und Standards verfügen, ist die Koordination sowie ein effektiver Informationsaustausch und als Folge die Prozesskonfiguration gravierend erschwert. Dementsprechend spielt die Anwendung einer übergeordneten Struktur, die die Heterogenität der verteilten Umgebung einkapselt, eine bedeutende Rolle. Des Weiteren bringt ein ontologiebasierter Ansatz wesentliche Vorteile bei der Betrachtung der existierenden Problematik. Ontologie ist eine explizite, formale Spezifikation einer gemeinsamen Konzeptualisierung (Gruber 1993). Darunter kann eine konzeptuelle Formalisierung von Wissensbereichen und Begriffssystemen verstanden werden. Mittels Ontologie kann Wissen verteilt werden, was eine verbesserte Interoperabilität in komplexen Systemen mit vielen heterogenen Ressourcen, wie beispielsweise Bauwesensystemen, gewährleistet. Anwendungsbereiche der Ontologie sind

Kommunikation und Repräsentation sowie Wiederverwendung von Wissen. Die Ontologie wird in der Regel in Form einer Taxonomie dargestellt. Solche Konstrukte ermöglichen es, Struktur in ein heterogenes Umfeld zu bringen. So kann eine allgemeine bereichsübergreifende Ontologie, eine Top-Level Ontology, eine übergeordnete Baustruktur gut abbilden. Potenziell ermöglicht eine Ontologie die Analyse des Domänenwissens auf semantischer Basis, wie Schlussfolgerung, Konsistenzprüfung und gezielte Suche. Die Flexibilität bei der Konfiguration wird durch die regelbasierte Anwendung unterstützt. Darüber hinaus können intelligente Lösungen durch Anwendung verschiedener Baustrategien, die den Prozessablauf optimieren, erzielt werden. Die Prozesse, Ontologien und Regeln können verschiedene Arten von Wissen abbilden und als Kombination eine effiziente, wissensbasierte Prozesskonfiguration ermöglichen. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf dem Schließen der Prozesskonfigurationslücke, in dem eine Kombination aus Prozessen, Prozesskonfiguration, Ontologien und Regeln präsentiert wird. Dabei zählt zu den wichtigsten Beiträgen der Arbeit, Interoperabilität innerhalb des Bauprojekts voran zu bringen, eine unternehmensübergreifende, übergeordnete ontologische Struktur für die effektive Zusammenarbeit in den verteilten Bauumgebungen zu erarbeiten und eine intelligente Prozesskonfiguration und -rekonfiguration zu gewährleisten.

ABSTRACT

The aim of process configuration is to support typical construction processes such as planning processes, executing processes, control and decision-making processes. Therefore, the processes and the use of process models for different building tasks are the basis for computer-aided processing of construction projects. The construction models are usually presented in a semi-formal language, which requires further formalization for the purpose of configuring the intelligent processes. This means that the processes, which are configured on the base of process knowledge, are formally described, and can be compiled and instantiated. This is particularly relevant in the risk management that became an important subject in recent years in building industry. There are alternative processes to be ad-hoc configured in the case of a process upset, which can be done semi-automatically with the use of intelligent methods. The processes in the construction industry involve a variety of special features that reflect the problems of the typical configuration procedure. The essential characteristics of the construction processes are the continuous flow of information and the high demand for communication between all parties involved in the construction project. This demands an effective interoperability within the construction project. In a significantly large project such as airport construction, where the construction site extends over thousands of hectares and where several dozens of companies are involved in construction, each with different specialist software and construction data models and standard, the coordination and effective exchange of information as well as process configuration are difficult. Accordingly, an important role plays the use of higher-level structure, which would encapsulate the heterogeneity of the distributed environment. An ontology approach would bring advantage in terms of the existing problems. Ontology is an explicit formal specification of a shared conceptualization (Gruber 1993). Using ontology, the knowledge can be distributed, reflecting improved interoperability in complex systems with many heterogeneous resources, such as construction systems. The applications of ontology are communication, representation and reuse of knowledge. The ontology is usually depicted in the form of taxonomy. This makes it possible to bring the structure into the environment. Thus, a general ontology (top-level ontology) could easily represent a higher-level building structure. An ontology potentially enables analysis of domain knowledge on a semantic basis, as well as reasoning, consistency check and targeted search. The flexibility of configuration is supported by the rule-based application. In

addition, the intelligent solutions can be achieved by using various building strategies that optimize the process flow. The processes, ontologies and rules can depict various kinds of knowledge and enable in combination an efficient knowledge-based process configuration. The focus of this scientific work is to address the problems of the process configuration by presenting a combination of processes, ontologies and rules. So, the most important task of this work is to provide interoperability increase within the construction project, to propose a corporate-wide ontological structure for effective cooperation in the distributed construction environment and to ensure an intelligent process configuration and reconfiguration.