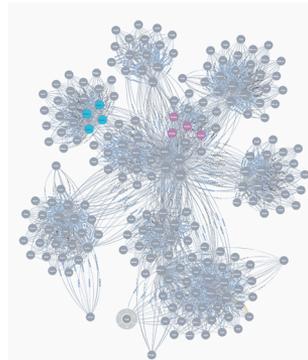


Wiederverwendung von SysML Modellen durch die Nutzung von Wissensgraphen

Stephan, R.; Inkermann, D.

Die zunehmende Verbreitung von MBSE wirft die Frage auf, wie das in verschiedenen SysML-Modellen enthaltene Wissen im Verlauf von Entwicklungsprojekten und projektübergreifend wiederverwendet werden kann. Wissensgraphen können auf Grund ihrer Eigenschaften für die Steigerung der Wissens- und Modellwiederverwendung verwendet werden.



The increasing spread of MBSE raises the question of how to reuse the knowledge contained in different SysML models in the course of development projects as well as across projects. Due to their properties, knowledge graphs can be used to increase knowledge and model reuse.

Einführung und Problemstellung

Bei der Verwendung von Model-based Systems Engineering (MBSE) entstehen in frühen Entwicklungsphasen umfangreiche Systemmodelle mit einem vergleichsweise hohen Formalisierungsgrad /1/. Wesentliche Zielsetzung dieser Systemmodelle ist die Integration unterschiedlicher Sichten auf das zu entwickelnde System sowie die Vernetzung von einzelnen Modellelementen /2, 3/. Bei Anwendung von MBSE ergeben sich Herausforderungen, welche sich anhand des Modelllebenszyklus der SysML-Modelle einordnen lassen. Für die Modellerstellung entwickeln unterschiedliche Abteilungen im Unternehmen unterschiedliche SysML-Modelle in variierender Qualität. So entstehen bereits früh variierende Modelle, da keine standardisierten Regeln für die Anwendung der Modellierungssprache SysML existieren /3, 4, 5/. Dies führt zu Problemen bei der Kombination oder Wiederverwendung von Modellen. In der Nutzungsphase der Modelle fehlt oft die Darstellung von konzeptionellem, prozeduralem oder metakognitivem Wissen wie Designprinzipien und -ansätze oder Entwicklungsstrategien /2/. Hinzukommt, dass Entwickelnde oft keine tiefreichende Erfahrung im MBSE-Umfeld haben und somit Schwierigkeiten haben, mit formellen Modellen zu arbeiten /2, 3, 6/. Die Wiederverwendung von Modellen ist insbesondere in frühen Entwurfsphasen nur unzureichend unterstützt /6/. Somit geht MBSE-spezifisches Wissen häufig zwischen Projekten verloren /7/. Wissensgraphen können hierbei als zentrale Wissensbasis zusammengefasster SysML-Modelle einen erheblichen Mehrwert für die Wiederverwendung von Modellen bieten.

Zielsetzung des Forschungsthemas

Ziel des Forschungsthemas ist es, den Nutzen für die Wiederverwendung von SysML-Modellen durch die Anwendung von Wissensgraphen als Wissensbasis in Entwicklungsprojekten zu demonstrieren. Dabei soll der Wissensgraph sowohl als Grundlage und Erweiterung einer Wissensbasis durch die Integration neuer SysML-Modelle sowie auch als Ausgangspunkt für die Wiederverwendung von Modellen dienen. Es soll ermöglicht werden, integrierte Modelle analysieren zu können und Fragmente bedarfsbedingt in neue SysML-Modelle exportieren zu können. Dafür wurde zunächst auf bestehende Anwendungen von Wissensgraphen im MBSE-Umfeld zurückgegriffen um im zweiten Schritt in einer Case-Study die Wiederverwendung von Wissen aus der Integration von zwei SysML-Modellen zu demonstrieren.

Anwendung von Wissensgraphen im MBSE-Umfeld

Wissensgraphen wurden bereits im MBSE-Umfeld für unterschiedliche Zwecke verwendet. So wurden z.B. Architekturmodelle analysiert und Fehler wie fehlende erfüllte oder verifizierte Beziehungen für eine Anforderung innerhalb des transformierten SysML-Modells identifiziert /8/. Ein weiterer Anwendungsfall konzentrierte sich auf die Robustheit des SysML-Modells, wobei Fehler in der Konzeptionsphase mittels Ursachenanalyse identifiziert wurden /9/. Erste Umsetzungen für die Modellwiederverwendung im Allgemein sind zusätzlich bereits realisiert worden. Dafür wurden einige SysML-Elemente in eine Wissensgraphen transformiert und integriert, um die effiziente Wiederverwendung über Produkte hinweg zu unterstützen. Eine Transformation und Integration von SysML-Modellen in den frühen Phasen eines Entwicklungs-prozesses für die effiziente Wiederverwendung von bereits existierenden Modellierungslösungen steht noch aus. Zusätzlich werden für die Wiederverwendung Methoden benötigt, die eine strukturierte und zielgerichtete Verwendung des Wissensgraphen sicherstellen.

Konzeptdarstellung und Case-Study der Umsetzung SysML2KG

Das vollständige Konzept zur Transformation, Integration, Analyse und Wiederverwendung von SysML-Modellen ist in Abbildung 1 dargestellt. Ausgangslage sind unterschiedliche SysML-Modelle mit variierender Qualität. Dies umfasst unvollständige, fehlerhafte Modell sowie Modelle mit unterschiedlichen Bezeichnungen der gleichen Komponente. Nach Export der Modelle im XMI-Format sollen diese unter Einbeziehung einer für die Modelle erstellten Ontologie integriert und als Wissensgraph gespeichert. Bei Vorliegen von stark variierenden Modellinhalten soll dies durch die Verwendung von Methoden des Ontology Matching und der Entity Resolution erfolgen. Zusätzlich zu der einmaligen Integration mehrere SysML-Modelle soll zusätzlich die Funktion vorhanden sein, den Wissensgraph kontinuierlich durch neue Modelle erweitert zu können. So kann eine Erweiterung der Wissensbasis z.B. um neu realisierte Funktionen gegeben werden.

Der erstellte Wissensgraph soll anschließend mittels der Anwendung entwickelter und geeigneter Methoden analysiert werden. Durch die Anwendung der Methoden soll die Möglichkeit bestehen, neues Wissen aus dem Graphen ableiten zu können. So kann beispielsweise nach Komponenten oder Schnittstellen & -typen gesucht werden. Die Analyse des vollständigen Graphen z.B. die Anzahl an Knoten eines bestimmten Typen, soll zusätzlich ermöglicht werden. Schließlich dient der Wissensgraph als Basis für die Ableitung neuer SysML-Modelle für neue Projekte.

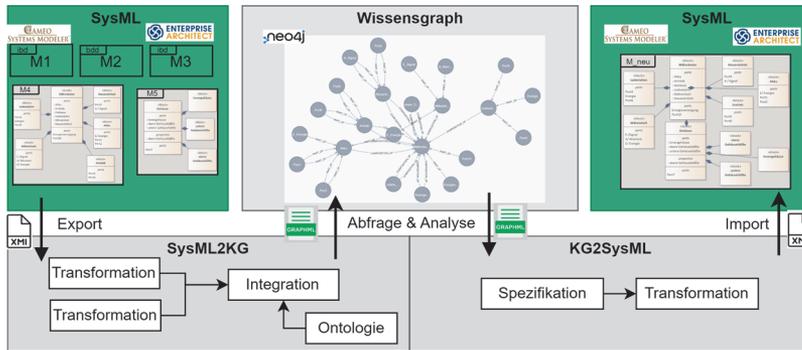


Abbildung 1: Konzeptdarstellung der SysML2KG & KG2SysML Pipeline

Im Zug einer ersten Case Study zur Umsetzung des Konzeptes wurden zwei Modelle (ibd- und bdd Modell) mit jeweils unterschiedlichen Informationen über die Anzahl der Komponenten (Sensoren, unteres Gehäuse, oberes Gehäuse, inneres Gehäuse nur einmal vorhanden) und unterschiedlicher Anzahl der Schnittstellen zwischen dem Rasenmäher-Roboter und der Umgebung verwendet. Ziel der Case Study ist es, Information über die Schnittstellen des Rasenmäher-Roboters zu erhalten, um in einem weiteren Projekt ein neues bdd-Diagramm zu modellieren. Die Diagramme wurden im XML-Format exportiert und mittels dem Python-Package „xml.etree.ElementTree“ analysiert. Relevante Informationen, visualisiert in Abbildung 3 und abhängig vom Diagrammtyp, wurden extrahiert und im nächsten

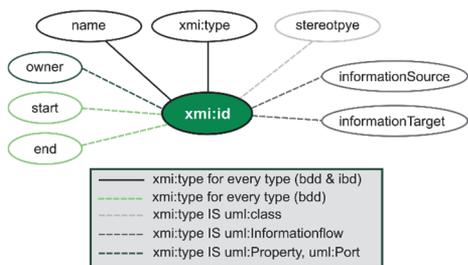


Abbildung 3: Extrahierte Datenpunkte aus dem SysML-Modell

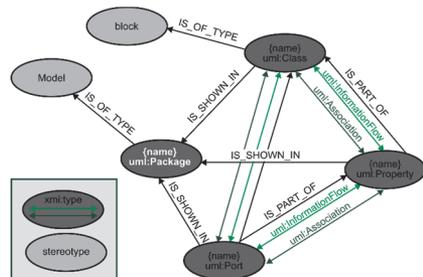


Abbildung 2: Ontologie für ibd und bdd-Diagramme

Schritt unter der Anwendung der entwickelten Ontologie, erkennbar in Abbildung 2, integriert. Im letzten Schritt wurden die Informationen per API in eine Neo4j Datenbank übertragen und anschließend als Wissensgraphen visualisiert. Über die Abfragesprache Cypher konnte anschließend die Anzahl der Schnittstellen festgestellt werden. Das Ergebnis der Abfrage zeigt, dass insgesamt vier Schnittstellen des Mähroboters ('Boden', 'Energieversorgung', 'Satellit' und 'Smartphone') vorhanden sind. Diese Information konnte im Vergleich nicht über eine einfache Anfrage aus den jeweiligen Ausgangsmodellen erhalten werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Integration von einem internen Blockdiagramm (ibd) und einem Blockdefinitions-Diagramm (bdd) und anschließender Abfrage des Wissensgraphen konnte Wissen, welches in keinem der beiden SysML-Modelle isoliert vorhanden war, als Ergebnis erhalten werden. Dafür wurde die Transformation und Integration der ibd und bdd-Diagrammen zunächst konzeptionell skizziert und anschließend in einem ersten Beispiel demonstriert. Im nächsten Schritt ist die Ontologie auf weitere Diagrammtypen zu erweitern und die Retransformation von Teilgraphen der Wissensbasis zu realisieren. Eine Vertiefung des Forschungsthemas in Kooperation mit Praxispartner und Hochschulpartnern ist im Zuge eines Transferprojekts für das kommende Jahr geplant.

Literatur

- /1/ Ramos, A.L., Ferreira, J.V., Barcelo, J.: 2012. Model-Based Systems Engineering: An Emerging Approach for Modern Systems. *IEEE Trans. Syst., Man*, 101–111.
- /2/ Younse, P.J., Cameron, J.E., Bradley, T.H.: 2021. Comparative analysis of a model-based systems engineering approach to a traditional system engineering approach. *Systems Engineering* 24, 177–199.
- /3/ Madni, A.M., Sievers, M.: 2018. Model-based systems engineering: Motivation, current status, and research opportunities. *Systems Engineering* 21, 172–190.
- /4/ Berschik, M.C., Schumacher, T., Laukotka, F.N., Krause, D., Inkermann, D.: 2023. MBSE WITHIN THE ENGINEERING DESIGN COMMUNITY – AN EXPLORATORY STUDY. *Proc. Des. Soc.* 3, 2595–2604.
- /5/ Boggero, L., Ciampa, P.D., Nagel, B.: 2021. An MBSE Architectural Framework for the Agile Definition of System Stakeholders, Needs and Requirements, in: *AIAA AVIATION 2021 FORUM*.
- /6/ International Council on Systems Engineering (INCOSE), 2021. *Systems Engineering Vision 2035*.
- /7/ Bayer, T.: 2018. Is MBSE helping? Measuring value on Europa Clipper, in: *2018 IEEE Aerospace Conference*. pp. 1–13.
- /8/ Schummer, F., Hyba, M.: 2022. An Approach for System Analysis with MBSE and Graph Data Engineering.
- /9/ Faheem, F., Li, Z., Husung, S.: 2023. Analysis of potential errors in technical products by combining knowledge graphs with MBSE approach. *Engineering for a changing world: Proceedings: 60th ISC Ilmenau Scientific Colloquium, 2023*.