

Mit KI die Komplexität der Produktentwicklung beherrschen

Michael Jastram, Formal Mind GmbH (michael.jastram@formalmind.com)

Künstliche Intelligenz (KI) ist eine Grundlagentechnologie, die in fast jedem Lebensbereich eingesetzt werden könnte. In diesem Artikel geht es darum, wie KI heute in der Produktentwicklung eingesetzt wird und was das zukünftige Potential von KI in der Entwicklung ist. Das bedeutet, dass der Einsatz von KI im Produkt selber nicht im Scope dieses Artikels ist. Der Artikel ist wie folgt strukturiert:

Zunächst schauen wir uns an, warum wir KI überhaupt in der Produktentwicklung benötigen. Steigende Produktkomplexität ist hier der Treiber.

Im nächsten Teil untersuchen wir die heute eingesetzten Ansätze, um Produktkomplexität zu beherrschen. Das sind Systems Engineering, Agile Entwicklung und Systemmodellierung (MBSE).

Im dritten Teil schauen wir uns bereits im Einsatz befindliche KI-Lösungen für die Produktentwicklung an.

Im vierten und letzten Teil schauen wir uns das Potential von KI an, um die aktuellen Entwicklungsansätze noch effektiver zu unterstützen.

Komplexe Produkte

Kunden möchten möglichst einfache Produkte. Doch häufig verbirgt sich hinter der scheinbaren Einfachheit eine enorme Komplexität. Ein Beispiel dafür ist ein Sprachassistent, wie wir ihn von unseren Smartphones her kennen. Egal ob Alexa, Siri oder Google: ein kurzes „Bitte Heizung im Auto einschalten“ aktiviert ein komplexes System. Dieses System besteht zu großen Teilen aus miteinander kommunizierenden Softwaresystemen. Aber dieses System interagiert auch mit unserer physikalischen Welt. Dieses einfache Beispiel zeigt anschaulich die vier Treiber für Produktkomplexität [MJ21]:

- **Software:** Mit Software lassen sich schneller komplexe Systeme realisieren als mit anderen Ansätzen. Mit jeder verbauten Bibliothek erhöhen wir ebenfalls die Komplexität.
- **Vernetzung:** Durch die Vernetzung von Systemen ergibt sich zusätzlich die Komplexität von „Systems of Systems“.
- **Teamgröße:** Durch die Komplexität des Produkts brauchen wir größere Teams, oft über Unternehmensgrenzen hinweg. Das führt ebenfalls zu einer Erhöhung der Komplexität.
- **Compliance:** Produkte werden immer mächtiger und haben damit das Potential immer größeren Schaden anzurichten, egal ob materiell (bspw. Autounfall) oder immateriell (bspw. Geldverlust durch automatisches Trading). Die Compliance-

anforderungen sorgen für zusätzliche Komplexität.

Komplexität traditionell beherrschen

Einer der wichtigsten Ansätze zur Beherrschung von Komplexität ist das Systems Engineering, das in 1960ern durch die Raumfahrt drastisch an Bedeutung und Reife gewonnen hat. Systems Engineering ist ein interdisziplinäres Fachgebiet für die Entwicklung komplexer Produkte.

Ein Schlüsselkonzept des Systems Engineering ist das V-Modell, das in erster Linie als Entwicklungsprozess bekannt ist, aber auch die verschiedenen Artefakte der Produktentwicklung darstellt. Das V-Modell stellt die Anforderungen, die Implementierung sowie die Validierung und Verifizierung (V&V) in einen Kontext.

Im Systems Engineering wurde schon immer in Iterationen gearbeitet. Doch durch den traditionell dokumentenbasierten Ansatz waren diese Iterationen recht lang (6-24 Monate) und aufwändig.

Anfang der 1990er Jahre etablierten sich Anforderungsmanagementwerkzeuge, bei denen es statt Dokumenten einzelne Anforderungen gab. Dies ermöglichte einen souveränen Umgang mit Änderungen, wodurch auch der Aufwand für weitere Iterationen sank.

Agilität und Modellierung

Die Entwicklungen der 1990er verursachten zwei sehr unterschiedliche Trends. Zum einen wurde beim agilen Arbeiten unter anderem die Länge einer Iteration drastisch verkürzt. Typische Sprints sind wenige Wochen kurz, teilweise sogar weniger. Zum anderen begann die Modellierung mit diversen Notationen die natürliche Sprache zu ersetzen.

Von den beiden Ansätzen ist Agilität die bekanntere und verbreiterte. Das liegt daran, dass (1) das Konzept vom agilen Arbeiten leicht verständlich ist, (2) sofort Ergebnisse liefert und (3) einen weiten Anwendungsbereich hat.

Im Gegensatz dazu hat sich Modellierung eher in Nischen etabliert. Das liegt daran, dass (1) Modellierung ohne eine rudimentäre Schulung schwer zu verstehen ist, (2) die positiven Ergebnisse zeitlich nachgelagert sind und (3) Modellierung sich erst ab einer bestimmten Systemkomplexität lohnt.

Punktuelle Einsatz von Modellierung ist inzwischen recht weit verbreitet, je nachdem, was man genau mit „Modellierung“ bezeichnet. Auf der Systemebene hingegen sprechen wir von Model Based Systems Engineering (MBSE), welches wir hauptsächlich bei hochwertigen, hochkomplexen Produkten wie Flugzeuge, Fahrzeuge und ähnlichem finden. Abb. 1 zeigt insbesondere die Hürde der Vorab-Investition [MS19]. Hier besteht großes Potential für KI, die wirtschaftliche Dynamik zu verändern, wie wir später sehen werden.

KI in der Produktentwicklung heute

Künstliche Intelligenz ist der Versuch, menschliches Lernen und Denken auf den Computer zu übertragen. Das ist bewusst vage formuliert und dementsprechend gibt es auch viele, unterschiedliche Möglichkeiten für den KI-Einsatz. Und zur Zeit auch leider dementsprechend viel

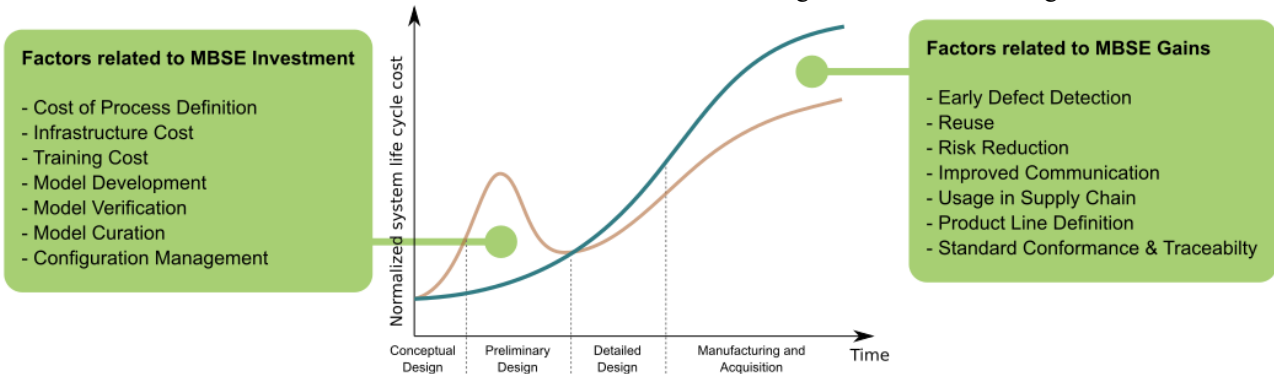


Abb. 1: Vergleich der Kosten für traditionelles Systems Engineering und MBSE [MS19]

Hype.

KI-Technologie können für viele unterschiedliche Datenquellen eingesetzt werden: Sprache, Bilder, dem geschriebenen Wort und vielem mehr.

In der Produktentwicklung steckt die KI noch in den Kinderschuhen. Das liegt zum Teil daran, dass der Markt für die Produktentwicklung im Vergleich zu Bereichen, in denen KI bereits einen Mehrwert schafft, wie z. B. im Marketing, noch klein ist.

Hier ein paar Beispiele, wo heute bereits KI zum Einsatz kommt:

- **Code-Vervollständigung:** gitHub Copilot [CP] ist ein KI-gestützter Assistent für Programmierer, der dem Programmierer Vorschläge direkt in der Entwicklungsumgebung gibt.
- **Qualitätsanalyse von Anforderungen:** reQlab [RL] ist eine Erweiterung für das Anforderungsmanagementsystem Polarion, welches die Qualität von Anforderungen bewertet.
- **Fragen zum Produkt beantworten:** IBM bietet unter der Marke Watson ein ganzes Arsenal von Lösungen an [IBM], mit denen Fragen zum Produkt beantwortet werden können, und zwar sowohl von Kunden als auch vom Team.

Auch wenn die hier gezeigten Lösungen einen konkreten Praxisnutzen bringen, so sind es doch punktuelle Ansätze. Sie entlasten zwar einzelne Mitarbeiter, helfen aber nicht wirklich, die Produktkomplexität zu beherrschen. Bevor wir uns diesem Thema zuwenden, zunächst noch eine etwas detailliertere Analyse von modernen Technologien der KI.

KI-Technologien

Bei weitem die meisten Aktivitäten im Bereich der künstlichen Intelligenz im Zusammenhang mit der Produktent

wicklung betreffen die Verarbeitung natürlicher Sprache (Natural Language Processing, NLP). Dies ist nicht überraschend, da die meisten Artefakte in der Produktentwicklung immer noch aus Text bestehen: Anforderungen, Risikopositionen, Testfälle usw. Dieses Teilgebiet der KI eignet sich sowohl für die traditionelle als auch für die agile Produktentwicklung.

Die Qualitätsanalyse von reQlab [RL] ist ein Beispiel für den Einsatz von NLP. Allerdings analysieren solche Werkzeuge zumindest heute jeweils nur eine Anforderung und machen es unmöglich, Widersprüche zwischen zwei Anforderungen zu erkennen.

KI-Technologien können interaktiv sein. Interaktivität hat den Vorteil, dass der Mensch sofort eine Rückmeldung geben kann. Die Interaktion zwischen Mensch und Computer wird im Kundenservice und -support bereits ausgiebig genutzt, am sichtbarsten in Form von Chatbots und sprachbasierten Anwendungen.

Beim maschinellen Lernen (ML) werden Algorithmen eingesetzt, die Daten nutzen, um sich durch Erfahrung automatisch zu verbessern. Je mehr Daten zum Lernen zur Verfügung stehen, desto besser. Daher hat der gitHub Copilot [CP] einen enormen Vorteil. gitHub ist das größte Repository von quelloffenen Code, der die Trainingsdaten darstellt.

Gute Trainingsdaten zu bekommen ist eine der größten Herausforderungen für KI in der Produktentwicklung. In vielen Unternehmen werden die Artefakte der Entwicklung als die Kronjuwelen des Unternehmens angesehen — zu recht! Aber das bedeutet, dass es schwierig ist, ausreichend große Mengen an Trainingsdaten zu bekommen, um ein gut funktionierendes System zu entwickeln.

Die Zukunft der KI in der Produktentwicklung

Um wirklich zu helfen, die Produktkomplexität zu beherrschen, muss ein KI-System das Gesamtprodukt berücksichtigen. Und hier sind wir an dem Punkt angelangt, wo die Ideen des MBSE ins Spiel kommen. Zur Beherrschung der Komplexität muss eine KI mit einem Systemmodell arbeiten oder dieses erstellen.

An dem Thema wird gearbeitet: Es gibt viele Forschungsarbeiten, die sich mit kompletten Produktbeschreibungen befassen und nicht mit einzelnen Elementen, zum Beispiel [ES21]

Die Analyse vollständiger Produktbeschreibungen eröffnet eine Reihe interessanter Anwendungsmöglichkeiten:

- Identifizierung von Problemen, die nur im Kontext erkannt werden können, z. B. Lücken, Widersprüche und Mehrdeutigkeiten.
- Verbesserung der Rückverfolgbarkeit (eine Rückverfolgbarkeitsanalyse ist nur möglich, wenn alle Elemente zusammen analysiert werden).
- Abgleich von Varianten und Produktlinien mit Hilfe von KI-gestützter Ähnlichkeitsanalyse [SET22]
- Extraktion von MBSE-Modellen aus natürlicher-sprachlichen Spezifikationen sowie deren Pflege.

Insbesondere der letzte Punkt könnte transformativ sein. Er würde eine Brücke von der traditionellen Produktentwicklung zu MBSE schlagen und die Vorteile von MBSE einem viel breiteren Publikum zugänglich machen.

Diese Ideen sind bisher noch nicht in kommerziellen Produkten umgesetzt worden, aber sowohl akademische als auch industrielle Forscher arbeiten auf dieses Ziel hin. Ein kommerzielles Produkt ist Semiant, der als virtueller Assistent der aus Texten Modelle extrahiert und diese für die Automatisierung nutzt [SEM].

Ein komplexeres Problem ist die Erstellung und Analyse der Rückverfolgbarkeit, ein Schlüsselaspekt des Systems Engineering. Praktiker erstellen und pflegen die Rückverfolgbarkeit sowohl in der traditionellen Produktentwicklung als auch in der agilen Entwicklung. Das Unternehmen Relatics [Rel] verfolgt diesen Ansatz, indem es beliebige Datenquellen für das Traceability-Management analysiert.

Bezüglich agiler Arbeitsweisen hat insbesondere die interaktive KI viel Potential. Beim agilen Arbeiten geht es um Leichtigkeit und Schnelligkeit. Interaktive Assistenten, die ein Systemverständnis haben, können Teams ganz anders unterstützen als solche, die punktuell arbeiten. Um das zu ermöglichen, arbeitet Semiant [SEM] über eine Webbrowser-Extension, so dass es in jeder beliebigen Webanwendung assistieren kann.

Fazit

Unternehmen müssen auf den Druck der zunehmenden Komplexität reagieren. Bisher haben die Unternehmen darauf entweder mit mehr Arbeitskräften (mehr Arbeit) oder mit mehr Fachwissen durch Beratung, Schulung und Werkzeuge (intelligentere Arbeit) reagiert. KI-basierte Systeme, haben das Potential, hier orthogonal anzusetzen: KI kann effektiv Teams beim Beherrschen der Komplexi-

tät unterstützen, aber nur, wenn die KI den Systemkontext versteht. Daher muss die KI mit einem (möglicherweise vereinfachten) Systemmodell umgehen können.

Unternehmen, die aufgrund der zunehmenden Komplexität an ihre Grenzen stoßen, wenden sich in der Regel dem MBSE zu. Der Einsatz von MBSE wird sich in den nächsten Jahren fortsetzen, aber das Wachstum wird durch die

Anzahl der verfügbaren Experten stark begrenzt. Dies eröffnet eine große Chance für KI-basierte Lösungen, die einige der Vorteile von MBSE bieten, ohne dass ein langwieriger, teurer Schulungsprozess erforderlich ist. Diese Lösungen müssen den Teams leichtgewichtig zur Seite zu stehen, ohne dabei den agilen Arbeitsfluss zu unterbrechen. Wenn wir das schaffen, werden wir mit Hilfe von KI die Produktkomplexität beherrschen.

Literatur

[CP] <https://github.com/features/copilot>

[ES21] Ezzini, Saad, et al. „Using domain-specific corpora for improved handling of ambiguity in requirements.“ 2021 IEEE/ACM 43rd International Conference on Software Engineering (ICSE). IEEE, 2021.

[IBM] <https://www.ibm.com/watson/products-services>

[J21] Jastram, Michael. „AI’s Role in Accelerating Product Development“ Cutter Business Technology Journal, 2021.

[MS19] Madni, Azad M., and Shatad Purohit. „Economic Analysis of ModelBased Systems Engineering.“ Systems, Vol. 7, No. 1, 2019.

[Rel] <https://www.relatics.com/en/>

[RL] <https://www.reqlab.de/>

[SEM] <https://www.semiant.com/>

[SET22] <https://www.se-trends.de/8-moglichkeiten-wie-ki-die-entwicklung-von-produktlinien-verandern-wird/>