



Kein Platz für Spontaneität – klassische Algorithmen sind deterministisch.

OLIVER BERG / EPA

Werden wir uns künftig an Chatbots wie Chat-GPT oder Google Bard als unseren Dialogpartner am virtuellen Behördenschalter oder als Kaufberater im Online-Shop gewöhnen müssen? Wird Dall-E auch helfen, Baupläne zu zeichnen oder Kinderbücher zu illustrieren? Vermutlich. Denn der heute vielerorts beklagte Fachkräftemangel treibt die digitale Automatisierung von bisher durch Menschen ausgeführten Tätigkeiten auf allen Ebenen voran. Das zeigen die Diskussionen in Wirtschaft und Verwaltung rund um das Thema künstliche Intelligenz (KI). Unklar ist den Beteiligten leider oft, welche Besonderheit eine KI auszeichnet, was sie von traditioneller Softwareautomatisierung unterscheidet und für welchen Anwendungsfall sie überhaupt infrage kommt.

Beim Thema digitale Automatisierung herrscht offensichtlich noch immer grosse Verwirrung. Es werden regelmässig zwei sehr unterschiedliche Herangehensweisen durcheinandergebracht. In der Folge reden die Beteiligten leider aneinander vorbei und treffen (teure) Fehlentscheidungen. Unpassende «Technologie» wird für die falschen Aufgaben ausgewählt. In Wirtschaft und Verwaltung wird fleissig am «use case» vorbeiprogrammiert. Im staatlichen Kontext werden zudem notwendige gesellschaftliche Debatten erheblich erschwert.

Ohne Algorithmen geht nichts

Das mag auch an der verwirrenden Terminologie liegen, die zudem zwischen Deutsch und Englisch changiert. Das Spektrum reicht von starker und schwacher KI (künstliche Intelligenz) oder AI (Artificial Intelligence) über Machine-Learning (maschinelles Lernen) und neuronale Netzwerke bis hin zu Automated Decision-Making Systems (automatisierte Entscheidungssysteme) und so weiter.

Zunächst ist einmal festzuhalten: Egal, in welchem begrifflichen Gewand die digitale Automatisierung letzten Endes daherkommt, das Fundament bilden immer (Computer-)Algorithmen. Mithilfe von Algorithmen werden die ursprünglich menschlich-manuellen Tätigkeiten in die Welt der Informationstechnologie übertragen. Aus technologischer Sicht lassen sich dabei zwei fundamental unterschiedliche Herangehensweisen an die digitale Automatisierung voneinander abgrenzen:

Zum einen sind da die «klassischen», regelbasierten Algorithmen. Sie haben sich als Erstes durchgesetzt und bilden seit Jahrzehnten die Basis der IT-Landschaft. Sie verarbeiten Input (Eingaben/Informationen/Daten) nach festgelegten Schritten (Regeln) zu einem Output (Ergebnis). Sie funktionieren also nach dem Grundprinzip: Input -> Regeln (Algorithmus) -> Output. Diese Herangehensweise ist also regelbasiert in dem Sinne, dass die Regeln, nach denen der Algorithmus Daten verarbeitet, von Menschen vorgegeben werden.

Erst in einem zweiten Schritt werden die Regeln (oft noch manuell) in Form eines Computeralgorithmus formal erfasst. Dazu werden sie meist in konditionale Ausdrücke umgewandelt, also im Kern in unzählige If-then(-else)-Statements. Der springende Punkt ist: Die Regeln waren zuerst da und geben die Verarbeitung der Informationen vor.

Die grosse Verwirrung um KI

Wird über Chatbots und künstliche Intelligenz diskutiert, kommt es oft zu Missverständnissen. Es betrifft dies besonders die Übertragung von Aufgaben und Prozessen auf Softwareanwendungen. Gastkommentar von Christian R. Ulbrich und Nadja Braun Binder

Klassische Algorithmen sind deterministisch. Die Wirkung und die Reihenfolge der einzelnen (Folge-)Schritte des Algorithmus sind also eindeutig bestimmt. Zu jedem Zeitpunkt seiner Ausführung besteht nur eine Fortsetzungsmöglichkeit. Deterministische Algorithmen sind folglich auch in dem Sinne determiniert, als der gleiche Input stets zu identischem Output führt.

Zum anderen sind da die «modernen» (datenbasierten) Machine-Learning-Algorithmen – oft vereinfachend als KI bezeichnet. Auch wenn die Ursprünge des maschinellen Lernens weit zurückreichen, konnte es erst in jüngerer Zeit als KI oder AI seinen Durchbruch feiern, der ohne die gewaltigen Fortschritte bei der Rechenleistung moderner Chips undenkbar wäre. Machine-Learning-Algorithmen verfolgen eine ganz andere, fast schon diametral entgegengesetzte Herangehensweise im Vergleich zu klassischen Algorithmen. Machine-Learning-Algorithmen (Learner) verarbeiten Daten nicht gemäss vorgegebenen Regeln, sondern analysieren bereits vorhandene Daten, um selbst erst einmal die Regeln (Muster) zu erkennen und auszugeben. Die (Trainings-)Daten können beispielsweise Input- und Output-Daten eines bekannten Datensets sein.

Der Learner versucht nun selbständig, einen Satz von Regeln in Form eines Modells aufzustellen, wie er von den Input-Daten zu den Output-Daten kommen kann. Je nach Learner kann dieser sich dabei sehr verschiedener Methodiken bedienen. Schematisch betrachtet, funktionieren

Machine-Learning-Algorithmen nach dem Grundprinzip: Input (und Output) -> Learner (Algorithmus) -> Regeln (Modell/Algorithmus).

Sie arbeiten im Gegensatz zu klassischen Algorithmen also schwerpunktmässig datenbasiert und nicht regelbasiert. Der springende Punkt ist: Die Informationen waren zuerst da. Die Maschine stellt dann die Regeln selbst auf. Erst im Anschluss kann sie diese selbst aufgestellten Regeln auf neue Daten anwenden. Der Vorteil dieser datenbasierten Herangehensweise wird in komplexen Problemstellungen deutlich. Machine-Learning-Algorithmen sind auch bei unvollständigen Informationen in der Lage, zeitnahe Lösungen zu liefern, benötigen dafür aber eine ausreichend grosse Datengrundlage.

Machine-Learning-Algorithmen sind in der Mehrheit probabilistisch (beziehungsweise stochastisch oder statistisch), also wahrscheinlichkeitsbasiert, und damit als nichtdeterministisch einzustufen (auch wenn es möglich ist, sie unter bestimmten Umständen deterministisch auszugestalten). Zugleich sind sie häufig nichtdeterminiert. Der gleiche Input führt also oft nicht zu identischem Output, weil Zufallskomponenten im Learner zu Abweichungen führen können.

Im grossen Unterschied zu klassischen Algorithmen wären Machine-Learning-Algorithmen immer in der Lage, Ergebnisse zu liefern. Aufgrund der probabilistischen Herangehensweise funktionieren sie auch bei unvollständigen Informationen. Sie

In der Wirtschaft drohen teure Fehlinvestitionen, im staatlichen Kontext der Verlust des Vertrauens in die Demokratie.

werden eine (mehr oder weniger brauchbare) Annäherungslösung hervorbringen.

Fehlt hingegen bei klassischen, regelbasierten Algorithmen nur ein Puzzleteil, wird der Algorithmus abbrechen und keinen Output produzieren. Der besondere Vorteil des maschinellen Lernens liegt in der Flexibilität. Allerdings wird dieser Vorteil zu einem hohen Preis erkauft: Die Ergebnisse können trotz gleicher Dateneingabe voneinander abweichen, oft lässt sich der Weg nicht nachvollziehen (Blackbox-Phänomen), in den Trainingsdaten können versteckte Verzerrungen lauern, und unerwünschter Output lässt sich nur sehr schwer nachträglich herausfiltern. Oft erweist sich auch die Notwendigkeit grosser Mengen an (sauberen) Trainingsdaten als (teurer) Stolperstein.

Eine Faustregel

Klassische (regelbasierte) Algorithmen hingegen bieten viel mehr (Rechts-)Sicherheit, sie kommen bei gleichen Eingabeparametern immer zum exakt gleichen Ergebnis, und jeder Prozessschritt ist eindeutig nachvollziehbar. Der Rechenaufwand hält sich in Grenzen, und es braucht keine hochspezialisierten Personen, um sie zu programmieren. Allerdings können klassische (regelbasierte) Algorithmen Sachverhalte ab einem bestimmten Komplexitätsgrad schlicht nicht mehr abbilden. Sie können nur eine bestimmte Anzahl von Entscheidungsparametern integrieren. Treten bei der Anwendung unvorhergesehene Sachverhaltskonstellationen auf, sind sie nicht in der Lage, automatisiert zu reagieren und selbständig Lösungsansätze zu finden.

Die Faustregel lautet: Für weniger komplexe Sachverhalte eignet sich die klassische Herangehensweise. Bei hohem Komplexitätsgrad und ausreichend Daten kann man den Einsatz von KI prüfen. Ist das Problem komplex und sind wenig Daten vorhanden, was in der Praxis leider oft der Fall ist, wird es schwierig. Dann lassen sich meist nur einzelne Teilschritte zur Unterstützung des Menschen automatisieren.

Diese grundlegende Differenzierung sollte man immer im Kopf haben, wenn man darüber nachdenkt, Aufgaben und Prozesse an Softwareanwendungen zu übertragen. Es gilt von Fall zu Fall genau zu prüfen, ob die besonderen Eigenschaften von klassischen (regelbasierten) Algorithmen oder die Eigenheiten von modernen (datenbasierten) Algorithmen zur jeweiligen Herausforderung besser passen. In der Wirtschaft drohen sonst kostenintensive Fehlinvestitionen, Ressourcenverschwendung und Zeitverlust. Im staatlichen Kontext hingegen geht es um mehr. Es geht darum, rechtsstaats- und grundrechtskonforme hoheitliche Entscheidungen zu treffen. Verspielt der Staat hier das Vertrauen, sind die Grundlagen unserer Demokratie in Gefahr.

Christian R. Ulbrich und Nadja Braun Binder leiten zusammen die Forschungsstelle für Digitalisierung in Staat und Verwaltung (e-PIAF) an der Universität Basel; Ulbrich ist zudem in einem Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsunternehmen tätig; Braun Binder ist Professorin für öffentliches Recht an der Universität Basel.