



Maschinelles Lernen 2021

Aktuelle Trends und deren Relevanz

www.bitkom.org

bitkom

Herausgeber

Bitkom
Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e. V.
Albrechtstraße 10 | 10117 Berlin
T 030 27576-0
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org

Autoren

Claudia Pohlink | Deutsche Telekom AG
Andreas Klug | ITyX AG
Jörg Besier | Curaluna GmbH
Torsten Hartmann | Avantgarde Labs GmbH
Lukas Klingholz | Bitkom e.V.
Jörg Niestroj | omni:us GmbH
Nicole Ofenloch-Wendel | IBM Deutschland GmbH
Lisa Sammer | SAP AG

Projektleitung

Dr. Nabil Alsabah | Bitkom e. V.

Satz & Layout

Katrin Krause | Bitkom e. V.

Titelbild

© Jakob Owens | unsplash.com

Copyright

Bitkom 2021

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung im Bitkom zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen beim Bitkom.

1 Vorwort

Datengetriebene Geschäftsmodelle und Künstliche Intelligenz (KI) wirken sich heute und in Zukunft auf praktisch jedes Unternehmen, jede Branche und jeden Verbraucher unserer Ökonomie aus. Das noch junge Jahrzehnt wird eine beispiellos schnelle Entwicklung der digitalen Intelligenz erleben.

Während viele Unternehmen für die »Nach-Covid-Zeit« Orientierung suchen, wachsen die KI-Branche und die Entwicklungen neuer, disruptiver Technologien und Methoden rasant an. Es bieten sich entscheidende Chancen für Unternehmen, ihre strategische Wertschöpfung auf die Erfordernisse der Digitalen Wirtschaft zu adaptieren.

In den letzten Jahren gab es mehrere Durchbrüche bei künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen. Allerdings waren bisher vergleichsweise wenige Unternehmen in der Lage, diese anzuwenden, um die notwendigen Geschäftsziele zu erreichen. Mit dieser Publikation wollen wir ausgewählte Technologien nach dem Schlaglichtprinzip beleuchten. Es gibt natürlich andere relevante Technologien, die wir in dieser Publikation nicht näher betrachten. Denn die Anzahl und Vielfalt der KI-Anwendungen nimmt ständig zu – ebenso die Geschwindigkeit, mit der Wissenschaftler immer neue, kreative Wege finden, um die analoge Ökonomie mit Algorithmen ins Digitale zu transferieren.

»Zu den hier genannten Teilbereichen der KI werden u.a. Transfer-Learning (darunter: Zero-Shot-Learning), On-Device ML und symbolische KI in den nächsten Jahren an Bedeutung gewinnen.«

2 Robust AI

In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass Systeme der künstlichen Intelligenz unter Umständen unsicher sind. Das ist auch nicht überraschend. Schließlich befassen sich Datenwissenschaftler, die an der Entwicklung von KI-Lösungen arbeiten, hauptsächlich mit der Leistungsmaximierung. Oft besteht ihr Ziel darin, das KI-Modell so zu optimieren, dass die Abweichung zwischen dem Ist- und dem Soll-Output möglichst klein ist. Dies erlaubt einem KI-Modell Bilder treffsicher zu erkennen, Buchempfehlungen auszusprechen oder Maschinenausfälle vorherzusagen. Mathematisch ausgedrückt: Die Verlustfunktion soll minimiert und die Nutzenfunktion soll maximiert werden.

Wir erwarten, dass eine weitere Qualitätsdimension von KI-Systemen künftig eine zunehmend wichtige Rolle spielen wird: Die Robustheit gegen gegnerische Angriffe. Hier ein paar Beispiele: Gesichtserkennungssysteme können durch das Tragen einer speziell gefertigten Brille umgangen werden. Bankscheckscanner können getäuscht werden, indem Ziffern auf einen bestimmten Scheck geschrieben werden. Sprachassistenten können durch das Hinzufügen von speziell angefertigten Geräuschen dazu verleitet werden, einem Satz eine völlig andere Bedeutung zu geben. Autonome Fahrzeuge können durch Anbringen kleiner Aufkleber an Verkehrsschildern getäuscht werden. KI-basierte Antivirenprogramme können durch leichtes Ändern der Malware getäuscht werden. Angesichts dieser aufkommenden Bedrohung (in Fachkreisen spricht man hier von *Adversarial Attacks*) ist es wichtig zu überprüfen, ob das KI-System mindestens eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen böswillige Eingaben aufweist. Die Qualität der Trainingsdaten spielt hier natürlich auch eine wichtige Rolle.

»Professor Mario Trapp erklärt im Rahmen der Vortragsreihe »Bitkom AI Research Network«, welche Herausforderungen der KI-Einsatz in kritischen Systemen mit sich bringt. Eine Aufzeichnung des Webinars finden Sie [hier](#).«

In Safety-kritischen Anwendungen gewinnt das Thema *hybride KI* an Bedeutung, bei dem man konventionelle deterministische Ansätze (z.B. Regelungsalgorithmen, mathematische Modelle) mit KI-Ansätzen kombiniert.

3 Explainable AI

Künstliche Intelligenz wird immer mehr zu einem Teil unseres täglichen Lebens. Ob selbstorganisierende Netze, Chatbots oder intelligente Lautsprecher: Die Entscheidungen und Vorhersagen, die von KI-Systemen getroffen werden, haben in vielen Fällen direkte Auswirkungen auf die Kundenzufriedenheit. Daher gilt es bei einem Einsatz von KI-Systemen zu verstehen, wie Entscheidungen zustande gekommen sind. Warum hat das KI-System eine bestimmte Vorhersage oder Entscheidung getroffen? Wann war das KI-System erfolgreich und wann hat es versagt? Wann sind KI-Systeme sicher genug, sodass man ihren Entscheidungen vertrauen kann und wie kann ein KI-System mögliche Fehler vermeiden?

Nicht nur das US-Verteidigungsministerium (DARPA) hat die Notwendigkeit erkannt, auf diese Fragen Antworten zu finden. Explainable AI (XAI) wird von Forschern weltweit als die dritte große Welle des maschinellen Lernens gesehen. Diese zielt darauf ab, Black-Box-Entscheidungen von KI-Systemen transparent zu machen. Durch die hierbei anvisierte Nachvollziehbarkeit wird es Betreibern von KI-Systemen zunehmend möglich sein, Entscheidungsschleifen zu kontrollieren und rechtzeitig einzugreifen. Denn von einem vertrauenswürdigen KI-System wird nicht nur erwartet, dass es eine bestimmte Aufgabe ausführt, sondern auch, dass es zuverlässig und nachvollziehbar ist. Die Zuverlässigkeit kann man – je nach Anwendungsfall – dadurch sicherstellen, indem man die Schlussfolgerungen des Systems überprüft.

KI-Systeme unterstützen den Menschen. Sie nehmen ihm die Entscheidung nicht ab. Gerade in kritischen Bereichen (wie Medizin oder Finanzwesen) muss der Entscheider verstehen, warum der Algorithmus etwas empfiehlt. Nur so kann man die Empfehlung kontrollieren.

»Bitkom hat einen Leitfaden zum Thema nachvollziehbare KI veröffentlicht. Der Leitfaden enthält sowohl einen Überblick über entsprechende Verfahren sowie mehrere Anwendungsfälle. Sie können den Leitfaden kostenlos [herunterladen](#).«

4 Quantum ML

Unternehmen könnten den heiligen Gral der Quantenüberlegenheit knacken, der die von Supercomputern eingesetzten Qubits quantifizieren würde. Geräte wie die bisher von Google und IBM entwickelten stellen den nächsten Schritt für das Quantencomputing dar und öffnen die Tür zu leistungsstarken Maschinen, die Unternehmen helfen können, Antworten auf die möglichen Ergebnisse der Quantencomputerforschung zu geben.

Maschinelles Lernen mit Quantentechnologie verspricht exponentielle Gewinne beim Trainieren von ML-Modellen. Die Technologie könnte der KI einen Leistungsschub verschaffen, sobald entsprechende Quantencomputer verfügbar sind.

Mit der heutigen NISQ-Technologie (kurz für: Noisy Intermediate-Scale Quantum) werden sich diese Gewinne allerdings noch nicht realisieren lassen. Es werden dazu universelle Quantencomputer mit mindestens 500 logischen Qubits notwendig sein (Anmerkung: logische Qubits sind fehlerkorrigierte Qubits und benötigen mindestens eine um Faktor 10 höhere Zahl an physikalischen Qubits). Eine Maschine mit > 5000 physikalischen Qubits wird laut Roadmap der Hersteller aber schon innerhalb der kommenden fünf Jahre erwartet. Für Telekommunikationsbetreiber, die Finanzindustrie, die Automobilindustrie und viele andere Branchen wird Quantum ML eine wichtige Rolle spielen. Doch ML-Apps werden weiterhin auf klassischen Computern, Smartphones und Tablets ausgeführt.

5 Auto ML

Maschinelles Lernen durchdringt inzwischen fast alle Bereiche der Industrie, der Produktentwicklung und der Produktanwendung. Der iterative Prozess des maschinellen Lernens ist bis jetzt nicht durchgängig automatisiert. Der zu leistende Beitrag durch Datenexperten hat in diesem Prozess einen hohen Anteil. Das macht das maschinelle Lernen teuer und nicht immer in der gewünschten Breite anwendbar.

An dieser Stelle kommt AutoML ins Spiel. AutoML vereinfacht den komplexen Prozess des maschinellen Lernens durch eine möglichst weitgehende Automatisierung der einzelnen Schritte.

Zu diesen Schritten gehören die Datenerhebung, die Datensichtung, die Datenvorverarbeitung, die Merkmalsgewinnung (Feature-Engineering), die Auswahl des passenden Modells, das Trainieren des Modells inklusive einer Hyperparameter-Optimierung und die Anwendung des trainierten Modells in Vorhersagen.

Mit Hilfe von AutoML könnte es – zumindest theoretisch – auch kleineren Unternehmen gelingen, maschinelles Lernen einzusetzen, ohne ein teures Team an Datenwissenschaftlern einzustellen. Die Vision der Verfechter von AutoML ist, Mitarbeitern zu ermöglichen, maschinelles Lernen in ähnlicher Weise anzuwenden, wie sie heute mit Tabellenkalkulationen tun. AutoML ist durchaus ein gehyptes Untergebiet der KI. Aber es hat viel Potenzial. Erste Anbieter gibt es heute schon.

In Zukunft werden die Nutzer einer AutoML-Plattform aufgefordert, ihre Daten hochzuladen, die Kategorien mit Etiketten zu versehen und einen AutoML-Vorgang zu starten. Die Plattform würde ein Modell trainieren und eine Schnittstelle zur Interaktion mit dem Modell bereitstellen.

Eine Herausforderung auf dem Weg dorthin ist, dass Algorithmen Korrelationen feststellen, die Kausalität aber nicht determinieren können. Ganz ohne einen Menschen mit Sachverstand ist zu bezweifeln, ob die Algorithmen den gesamten Prozess automatisieren können.

»Im Rahmen der Webinar-Reihe ›Bitkom AI Research Network« erklärt Professor Christian Bauckhage, was Quantum ML ist und für welche Anwendungsfälle sich diese Technologie insbesondere eignet. Der Vortrag ist auf [YouTube](#) abrufbar.«

6 Emotion AI

Eine der wichtigsten Visionen in der Entwicklung und Erforschung von KI ist, Computer-Systemen beizubringen, Emotionen zu erkennen und empathisch zu wirken. Damit beschäftigt sich das Gebiet des affektiven Computing, auch bekannt als Emotion AI. Dabei handelt es sich um einen Teilbereich der KI, der sich mit dem Sammeln von Daten aus Gesichtern, Stimmen, Bildern, Videos und Körpersprache beschäftigt, um menschliche Emotionen zu messen.

Ein zentrales Ziel von Emotion AI ist es, Mensch-Maschine-Schnittstellen zu entwickeln, die den emotionalen Zustand eines Endbenutzers erkennen und angemessen darauf reagieren können.


Ein Computer mit affektiver KI sammelt Hinweise auf den emotionalen Zustand eines Benutzers aus einer Vielzahl von Datenquellen, um die gewünschte Klassifizierung durchzuführen. Im Wesentlichen werden in der Affective-Computing-Forschung vier Bereiche betrachtet: Bilder/Videos, Audio-Daten, Texte und physiologische Daten.

Dabei werden unter anderem die Mimik, Muskelspannung, Körperhaltung, Hand- und Schultergesten, Sprachmustern, Herzfrequenz, Pupillenerweiterung, Körpertemperatur, und viel mehr analysiert. Die Technologie, die Emotionsmessung und -analyse unterstützt, umfasst Sensoren und Kameras sowie Big-Data- und ML-Modelle.

Speziell in der heutigen Zeit, wo Home-Office und Home-Schooling immer mehr zum Standard werden, könnte der affektiven KI eine wichtige Rolle zukommen. Diese Technologie hat das Potenzial, digitalen Interaktionen eine menschliche Note zu verleihen. E-Learning-Apps könnten so erkennen, wenn ein Schüler frustriert ist. Daraufhin könnte die App zusätzliche Informationen anbieten. Diese Technologie lässt sich natürlich auch bestens auf den Kundenservice übertragen. Des Weiteren könnte diese Technologie in der Telemedizin Ärzten helfen, die Stimmung eines entfernten Patienten schnell zu verstehen oder nach Anzeichen von Depression zu suchen.

Zu unserer Freude ist die Forschung auf diesem Gebiet weit fortgeschritten. Neben vielen Startups und Großunternehmen sind auch viele renommierte Universitäten an diesem Thema dran. Es wird wohl nicht mehr viele Jahre dauern, bis auch die Emotionserkennung durch KI-Systeme zu unserem Alltag gehört.

»Wir gehen auf
medizinische Anwen-
dungsfälle von Emo-
tion AI in einem Heft
aus der Reihe »AI:
Science over Fiction«
ein. Die Lektüre
finden Sie [hier](#).«



Bitkom vertritt mehr als 2.700 Unternehmen der digitalen Wirtschaft, davon gut 2.000 Direktmitglieder. Sie erzielen allein mit IT- und Telekommunikationsleistungen jährlich Umsätze von 190 Milliarden Euro, darunter Exporte in Höhe von 50 Milliarden Euro. Die Bitkom-Mitglieder beschäftigen in Deutschland mehr als 2 Millionen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Zu den Mitgliedern zählen mehr als 1.000 Mittelständler, über 500 Startups und nahezu alle Global Player. Sie bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Geräte und Bauteile her, sind im Bereich der digitalen Medien tätig oder in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. 80 Prozent der Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Deutschland, jeweils 8 Prozent kommen aus Europa und den USA, 4 Prozent aus anderen Regionen. Bitkom fördert und treibt die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft und setzt sich für eine breite gesellschaftliche Teilhabe an den digitalen Entwicklungen ein. Ziel ist es, Deutschland zu einem weltweit führenden Digitalstandort zu machen.

**Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.**

Albrechtstraße 10
10117 Berlin
T 030 27576-0
F 030 27576-400
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org

bitkom