

WIE LERNEN MASCHINEN?

Lernende Computersysteme verändern unser Leben

Die Prinzipien des maschinellen Lernens (ML) lassen sich am besten anhand eines einfachen Beispiels veranschaulichen: Nehmen wir an, wir haben einen industriellen Produktionsprozess mit Schrauben, Nägeln und Reißzwecken und möchten diese mit einem Kamera-basierten Computersystem automatisch sortieren. In einem klassischen Ansatz würde sich der Entwickler Eigenschaften und Regeln überlegen und das System entsprechend programmieren: Eine Schraube hat eine rundlichere Form mit einem Durchmesser von einem Zentimeter, die Nägel hingegen sind zwei Zentimeter lang und haben keine rundliche Form usw. Ein ML-System benötigt diese programmier-

ten Regeln nicht – es lernt sie selbständig! Im Wesentlichen kann dies auf zwei Arten geschehen: durch überwachtes beziehungsweise unüberwachtes Lernen. Wird obiges Beispiel als überwachte Lernaufgabe behandelt, benötigt das System charakteristische Beispielobjekte als »Trainingsdaten«, verknüpft mit der Information zu welcher Klasse jedes gehört (»Nagel«, »Schraube«, »Reißzwecke«). Zudem teilen wir dem System mit, auf welche Objekteigenschaften (»Features«) es achten soll – hier beispielsweise Länge, Breite und Rundlichkeit. Hiermit lernt das ML-System dann Regeln, um eine korrekte Klassenzuordnung vorzunehmen. In unüberwachten Lernszenarien wird dem ↗



Go gilt als eines der komplexesten Brettspiele der Welt, obwohl es nur aus wenigen Regeln besteht. —> Foto:Fotolia by Adobe

System ebenfalls mitgeteilt, welche Features relevant sind. Es werden aber keine Klassen vorgegeben; oft sind diese unbekannt. Vielmehr soll das System bisher unentdeckte Muster in den Daten finden. Im Beispiel kann ein solches Verfahren helfen, **typische Produktionsfehler** zu erkennen: Fehlerhafte Bauteile werden nach Ähnlichkeit in einem Cluster gruppiert, häufig auftretende Abweichungen aufgezeigt. In interaktiven Systemen werden solche Methoden zur Visualisierung von Zusammenhängen und der Exploration hochdimensionaler Daten eingesetzt.



REVOLUTIONÄRE FORTSCHRITTE MIT TIEFEN NEURONALEN NETZEN

ML ermöglicht die Automatisierung einfacher, eintöniger Aufgaben. Die Systeme können aber auch komplexere Aufgaben lösen und potenziell menschliche Leistung erreichen – vielleicht eines Tages sogar weit darüber hinaus? In den letzten Jahren hat es in der Mustererkennung große Fortschritte durch »tiefe«, das heißt sehr große, neuronale Netze gegeben (»Deep Learning«).

Für Aufsehen sorgte kürzlich ein System, das den weltbesten menschlichen Spieler im Brettspiel Go geschlagen hat, mit zum Teil verblüffenden Zügen.

In Bereichen wie Spracherkennung oder Computer-Vision hat es ebenfalls enorme Fortschritte gegeben. Deep-Learning-Systeme erreichen oder übertreffen dabei menschliche Fähigkeiten, zum Beispiel bei der Gesichtserkennung oder der Erkennung des Aufnahmeorts von Bildern.

ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG UND AUSWIRKUNGEN

Tatsächlich sind wir bereits heute an vielen Stellen mit ML-Systemen in Kontakt – oft ohne es wahrzunehmen. So werden Lösungen ähnlich dem obigen Beispiel bereits seit geraumer Zeit eingesetzt. Darüber hinaus **begegnen uns ML-Systeme tagtäglich** auch in Kaufempfehlungen im Onlineshop, personalisierten Newslettern oder Websuchergebnissen, die auch Standort und bekannte Vorlieben berücksichtigen. Es ist absehbar, dass diese Tendenz anhält: Maschinen werden fähig sein, immer komplexere Aufgaben zu übernehmen, und

hierzu immer weniger menschliche Anleitung benötigen. Forscher testen heute ML-Systeme in vielfältigen Aufgabenstellungen unter komplexen, herausfordernden Bedingungen – zum Beispiel im Straßenverkehr – und nähern ihre Performance der menschlichen an. Ein nächster Schritt wird sein, neuronale Netze für beliebige Aufgabenstellungen zu trainieren, im Sinne »allgemeiner Intelligenz«. Bisher sind Netzarchitekturen für die jeweilige Aufgabe optimiert. Je weiter Maschinen in alltägliche Bereiche eindringen, desto mehr wird sich dies **auf unser aller Leben auswirken**. ML wird uns von eintönigen Aufga-

ben befreien, unser Lernen und Arbeiten grundlegend verändern (am L3S erforscht z. B. im Projekt *Salient*) und Menschen mit gesundheitlichen Einschränkungen mehr Teilhabe ermöglichen (siehe Projekt *InclusiveOCW*), auch in Verbindung mit Robotik. Es stellt sich allerdings auch die Frage der Verantwortung: Was geschieht, wenn ein ML-System fehlerhafte Entscheidungen trifft und dadurch Menschenleben negativ beeinflusst? Damit beschäftigen sich am L3S die Experten aus der Rechtsinformatik (siehe auch die Seiten 14 und 15 dieser Ausgabe). ¶

→ <https://www.L3S.de/de/projects/inclusiveocw>
→ <https://L3S.de/de/projects/salient>



KONTAKT:
Prof. Dr. Ralph Ewerth
Ewerth@L3S.de

\\ Prof. Dr. Ralph Ewerth ist seit 2016 Mitglied im L3S und leitet die Forschungsgruppe *Visual Analytics* an der TIB. Er forscht in den Bereichen Visual Analytics, Multimedia-Retrieval und Search-as-Learning. \\



MITARBEIT:
Dr. Anett Hoppe

\\ Dr. Anett Hoppe arbeitet seit 2016 in der Forschungsgruppe *Visual Analytics* als Postdoktorandin. Sie forscht in den Bereichen Search-as-Learning und Digitale Bibliotheken. \\

