

# Deep Learning

Deep Learning ist ein Ansatz im Bereich des Maschinellen Lernens. Obwohl die zugrunde liegenden Verfahren schon seit einigen Jahren erprobt werden und inzwischen bereits zu ersten kommerziellen Anwendungen geführt haben, befindet sich das Gebiet insgesamt noch am Anfang seiner Entwicklung. Dabei wird ihm das Potenzial zugesprochen, das Forschungsfeld der Künstlichen Intelligenz (KI) in Zukunft entscheidend voran zu bringen.

Das Fachgebiet des Maschinellen Lernens beschäftigt sich allgemein mit Verfahren, mit deren Hilfe Computer selbstständig bestimmte Sachverhalte lernen können, z.B. ob auf einem Bild ein bestimmtes Gesicht abgebildet ist. Hierzu wird der Computer in einer Lernphase anhand von Beispieldaten trainiert. Das Ziel besteht darin, auf Grundlage dieser bekannten Beispieldaten zu verallgemeinern, so dass im Anschluss an die Lernphase auch bisher unbekannte Daten korrekt beurteilt werden können.

Deep Learning zeichnet sich dadurch aus, dass der Lernprozess hier in Form von mehreren Ebenen hierarchisch organisiert ist. Höhere Ebenen beinhalten dabei zunehmend abstraktere und komplexere Konzepte, die auf den jeweiligen Konzepten der niedrigeren Ebenen basieren. Diese zunehmend abstrakteren Konzepte sollen immer stärker die eigentliche Bedeutung der Daten widerspiegeln. Beispielweise könnte im Rahmen der Erkennung von Gesichtern der Computer in der untersten Ebene lediglich hellere und dunklere Bildpunkte unterscheiden. In der nächsten Ebene könnte dann gelernt werden, unterschiedliche Kanten zu identifizieren. Dieser Prozess setzt sich fort, bis der Computer in der höchsten Ebene schließlich gelernt hat, welche Formen und Objekte dazu geeignet sind, ein menschliches Gesicht zu erkennen. So könnten z.B. letztendlich in den Bildern Augen erkannt und daraus geschlossen werden, dass in einem Gesicht typischerweise zwei Augen vorhanden sind.

Gegenwärtige Deep-Learning-Verfahren beruhen typischerweise auf Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN). KNN sind ein verhältnismäßig alter Ansatz für Maschinelles Lernen, der in einem gewissen Umfang durch die neurobiologische Architektur

des Gehirns inspiriert wurde. Dementsprechend besteht ein KNN aus einem Netzwerk aus künstlichen Neuronen. Es ist aus einer Schicht mit Neuronen zur Eingabe von Daten in das KNN und einer Schicht mit Neuronen zur Datenausgabe aufgebaut. Dazwischen können sich mehrere sogenannte verdeckte Schichten mit Neuronen befinden. Jeder Verbindung zwischen den einzelnen Neuronen ist ein Parameter, ein sogenanntes Gewicht, zugeordnet. Aus den in ein Neuron eingehenden Daten wird auf der Basis der entsprechenden Gewichte die Ausgabe dieses Neurons ermittelt. Während des jeweiligen Lernprozesses werden diese Gewichte hinsichtlich der Beispieldaten optimiert.

Bei KNN mit nur einer oder zwei verdeckten Schichten spricht man von einer flachen Architektur. Generell verwenden herkömmliche Ansätze im Bereich des Maschinellen Lernens typischerweise derartige flache Architekturen. Beim Deep Learning werden dagegen sogenannte tiefe Architekturen genutzt. Dies beinhaltet insbesondere KNN mit mehreren verdeckten Schichten. Den verdeckten Schichten entsprechen dabei die verschiedenen Ebenen des Lernprozesses.

Deep Learning kann in unterschiedlichen Anwendungsgebieten eingesetzt werden. So lässt es sich z.B. im Rahmen der Spracherkennung verwenden, d.h. der automatischen Umwandlung von gesprochenen Wörtern in den entsprechenden geschriebenen Text. Ein weiteres Einsatzgebiet liegt im Bereich Computer Vision. Das Ziel besteht hier darin, die Fähigkeiten der visuellen Wahrnehmung beim Menschen durch den Computer nachzubilden, z.B. um bestimmte Objekte auf Bildern zu erkennen. Solche Fähigkeiten sind unter anderem für unbemannte Systeme von großem Interesse, da sich so deren Grad an Autonomie steigern lässt.

Eine weitere mögliche Anwendung stellt das Natural Language Processing dar, d.h. die Verarbeitung von natürlicher Sprache durch den Computer. Dies beinhaltet z.B. die automatische Übersetzung von Texten in eine andere Sprache. Ein anderes Beispiel hierfür ist die Interaktion mit Computern auf der Basis von natürlicher Sprache, indem der Computer z.B. Anweisungen

inhaltslich versteht. Deep Learning ist generell zur Erkennung von Mustern in Daten geeignet. Diese Fähigkeit kann z.B. in der Arzneimittelforschung eingesetzt werden, um dort aussichtsreiche Wirkstoffe zu identifizieren.

Deep Learning wird teilweise bereits kommerziell genutzt, wobei die erste weitverbreitete Anwendung die Spracherkennung ist. So bildet Deep Learning z.B. die Grundlage für die Spracherkennung bei verschiedenen aktuellen Smartphones. Hier konnten Deep-Learning-Ansätze unter anderem ihre Überlegenheit gegenüber herkömmlichen Methoden aus dem Bereich des Maschinellen Lernens zeigen.

Allgemein besteht eine wichtige aktuelle Herausforderung im Rahmen von Deep Learning darin, die genutzten Methoden auch noch bei wesentlich größeren Datenmengen und Architekturen einsetzen zu können. Hierfür sind insbesondere Computersysteme mit einer entsprechend hohen Rechenleistung nötig. Davon erhofft man sich in unterschiedlichen Anwendungsfeldern, z.B. im Bereich Computer Vision, eine immer stärkere Annäherung an die Fähigkeiten des Menschen.

Ein Ansatz in diesem Zusammenhang ist der Einsatz von Parallelcomputern, z.B. in Form von Computerclustern. Aktuell sehr beliebt ist hier auch die Nutzung von Grafikprozessoren mit ihrer hochgradig parallelen Hardwarearchitektur. Eine Herausforderung beim Einsatz derartiger paralleler Computerarchitekturen besteht allerdings darin, hierfür entsprechend parallelisierte Lernalgorithmen zu entwickeln.

Eine für die Zukunft vielversprechende Möglichkeit zur Realisierung der notwendigen Rechenleistungen ist maßgeschneiderte Computerhardware, die speziell an die beim Deep Learning anfallenden Berechnungen angepasst ist. Als einfache Lösung dafür bieten sich die in anderen Anwendungsbereichen bereits etablierten FPGA an (Field Programmable Gate Arrays). Dies sind Mikrochips, deren Verbindungen untereinander auch noch nach der Herstellung durch Programmierung variiert und damit für bestimmte Anwendungen optimiert werden können.

**Dr. Klaus Ruhlig**