

BEGRIFFSDEFINITIONEN

ALGORITHMEN IN DER NATUR

Bionik:

Die Bionik beschäftigt sich mit dem Übertragen von Phänomenen der Natur auf die Technik. Ein bekanntes Beispiel aus der Geschichte dafür ist Leonardo da Vincis Idee, den Vogelflug auf Flugmaschinen zu übertragen. Ein Beispiel aus dem modernen Alltag ist der von Kletten inspirierte Klettverschluss. Der Bionik liegt die Annahme zugrunde, dass die belebte Natur durch evolutionäre Prozesse optimierte Strukturen und Prozesse entwickelt, von denen der Mensch lernen kann. Grundsätzlich unterscheidet man zwei Arten der Bionik, nämlich die Analog- sowie die Abstraktions-Bionik. Bei der Analog-Bionik findet ein „top-down-Prozess“ statt, indem man das Problem definiert, nach Analogien in der Natur sucht, diese Analogien analysiert und schließlich nach Lösungen für das Problem mit den gewonnenen Erkenntnissen aus der Natur sucht. Bei der Abstraktions-Bionik findet wiederum ein „bottom-up-Prozess“ statt. Man betreibt dazu biologische Grundlagenforschung, untersucht die Biomechanik und Funktionen von biologischen Systemen, erkennt und beschreibt ein zu Grunde liegendes Prinzip, führt eine Abstraktion dieses Prinzips (Loslösung vom biologischen Vorbild und Übersetzung in fachspezifische Sprache) durch, sucht nach möglichen technischen Anwendungen und entwickelt schließlich solche Anwendungen zusammen mit Ingenieuren, Technikern usw.

Quelle: <https://bit.ly/33i3cqY>

Naturanaloge Optimierungsverfahren & Simulierte Abkühlung:

Naturanaloge Optimierungsverfahren werden bei Problemen eingesetzt, bei denen aus verschiedenen Gründen arithmetische Algorithmen nicht praktikabel sind. Das kann bei sehr großen Datenmengen oder extrem komplexen Aufgabenstellungen vorkommen. Als Vorbild für Verfahren, die von der Natur abstrahiert wurden, dienen evolutionäre, schwarmintelligente Algorithmen und die simulierte Abkühlung. Als Grundidee der simulierten Abkühlung dient die Nachbildung eines Abkühlungsprozesses, etwa beim Glühprozess innerhalb der Werkstoffkunde. Nach Erhitzen eines Metalls sorgt die langsame Abkühlung dafür, dass die Atome ausreichend Zeit haben, sich zu ordnen und stabile Kristalle zu bilden. Dadurch wird ein energiearmer Zustand, nahe am Optimum erreicht. Auch diese Klasse von Algorithmen wird insbesondere für komplexe, schwer kategorisierbare Optimierungsaufgaben eingesetzt. Man findet weitere Varianten dieser Grundidee auch unter der Schwellenakzeptanz (threshold Accepting), Deterministic Annealing, Simulated Annealing und dem Metropolisalgorithmus. Die Adaption solcher Algorithmen können beispielsweise für die Produktionsplanung und -steuerung nur durch den Einsatz naturanaloger Optimierungsverfahren erreicht werden. Dabei übertragen naturanaloge Optimierungsverfahren die grundlegenden Ideen der Evolution auf die Ablaufplanung einer Produktion. Solche Algorithmen haben sich in der Wissenschaft für viele kombinatorische Optimierungsprobleme als überraschend leistungsfähig erwiesen und erzielen in der Kapazitätsplanung sehr gute Resultate.

Quelle: <https://bit.ly/35wtNtr>

Evolutionärer Algorithmus:

Ein Evolutionärer Algorithmus wird als eine Komponente der evolutionären Berechnung in der künstlichen Intelligenz betrachtet. Das Verfahren arbeitet mit einem Auswahlprozess und einer Optimierung. Dabei werden die am wenigsten passenden Mitglieder einer Population eliminiert, während die passenden Mitglieder überleben und fortfahren können, bis bessere Lösungen bestimmt sind. Diese Computeranwendungen ahmen biologische Prozesse nach, um komplexe Probleme zu lösen. Evolutionäre Algorithmen verwenden Konzepte aus der Biologie wie beispielsweise Selektion, Reproduktion und Mutation. Grundsätzlich spricht man von drei grundlegenden Arten evolutionärer Algorithmen, nämlich den genetischen Algorithmen, der evolutionären Programmierung sowie den evolutionären Strategien. Der wohl größte Vorteil evolutionärer Algorithmen liegt in ihrer Flexibilität, da die meisten evolutionären Algorithmus-Konzepte auch für komplexe Probleme geeignet sind. Allerdings kann man mit dem Verfahren nicht beweisen, dass eine Lösung insgesamt optimal ist, sondern nur, dass sie im Vergleich zu den anderen Ergebnissen optimal ist. Evolutionäre werden typischerweise verwendet, um gute Näherungslösungen für Probleme bereitzustellen, die nicht einfach mit anderen Techniken gelöst werden können. Beispiele für eine solche Optimierung sind die Herausforderung, Fahrpläne sinnvoll zu gestalten oder Raum- und Personalzuweisungen an die Bedürfnisse des Lehrplans einer Schule anzupassen.

Quelle: <https://bit.ly/3kqhw0i>

Schwarmintelligente Algorithmen – Ameisenalgorithmus:

Der Ameisenalgorithmus wurde in der Natur von den Ameisen abgeschaut. Es war der italienische Wissenschaftler Marco Dorigo, der 1991 erstmals diesen Algorithmus einsetzte. Mit Ameisenalgorithmen lassen sich vor allem kombinatorische Optimierungsprobleme lösen, beispielsweise Projektplanungsprobleme, IP-Routing oder Probleme der Logistik. Die Ameisen errichten zwischen ihrem Ameisenhaufen und einer Futterquelle stets direkte Straßen. Als Orientierungshilfe in einem hohen Grasdickicht, besitzen die Ameisen am Hinterleib eine Drüse, mit der sie ein Pheromon als eine Art Lockstoff produzieren können. Nachfolgende Ameisen orientieren sich an diesem Stoff und folgen mit hoher Wahrscheinlichkeit den am Stärksten markierten Wegen. Wie es dabei zu den kürzesten machbaren Wegen kommt, kann anhand eines Ameisenhaufens und einer Futterquelle veranschaulicht werden. Zwischen beiden liegt ein Hindernis, das die Ameisen zwingt, einen Umweg zu nehmen. Für eine Gruppe von Ameisen, die die Futterquelle zum ersten Mal besucht, ergeben sich zwei Möglichkeiten, links oder rechts um das Hindernis herum. Während ihres Weges, sondern die Ameisen das zuvor erwähnte Pheromon ab. Da aber noch kein Pheromon vorliegt ist anzunehmen, dass sich die Gruppe teilt und die erste Gruppe den kürzeren Weg nimmt und die Futterquelle zuerst erreicht. Sie wählt als Rückweg wieder den kürzeren Weg, da sie nun vom eigenen Pheromon des Hinwegs auch zurückgeleitet wird. Die zweite Gruppe mit dem längeren Weg kommt danach auch zur Futterquelle und nimmt nun, da der kürzere Weg bereits doppelt mit dem Pheromon der ersten Gruppe gekennzeichnet ist als der längere (nur einmal durch zweite Gruppe), ebenfalls diesen Rückweg. So kommt es zu einer erneuten Verstärkung der Wegkennzeichnung. Für alle nachfolgenden Ameisen ist der Weg vorgegeben und wird immer stärker gekennzeichnet. Dabei entsteht das System einer Ameisenstraße, welche von der Natur aber noch weiter reguliert wird. Wind, Regen, Waldtiere und andere Einflüsse sorgen dafür, dass nur die aktuellen Wege gekennzeichnet bleiben.

Quelle: <https://bit.ly/2ZxiHVw>