



Handbuch für Lehrpersonen

Künstliche Intelligenz und Robotik

Version 1.0.3

Text: Marco Lardelli

© 2020-2021 Marco Lardelli.

Alle Urheber- und Leistungsschutzrechte sind vorbehalten. Dieses Buch ist nur für den privaten Gebrauch oder für den Gebrauch durch öffentliche Schulen (mind. zu 50% durch den Staat finanziert) bestimmt. Für alle Verwendungen, insbesondere Vorführung ausserhalb öffentlicher Schulen, Sendung, Bearbeitung und Vervielfältigung/Verbreitung bedarf es einer speziellen Bewilligung.

Inhalt

0. Allgemeine Hinweise	4
1. Was ist Intelligenz?	7
2. Intelligenz in der Natur: Nervensystem und Gehirn	7
3. Künstliche Intelligenz	7
4. Die Geschichte der künstlichen Intelligenz	8
5. Reinforcement Learning	8
6. Künstliche neuronale Netze	8
7. Algorithmen der künstlichen Intelligenz	9
8. Grundlagen der Robotik	9
9. Wir trainieren „Motti“ in einer virtuellen 3D-Umgebung	9
10. Lokale Optima und Reward-Funktion	9
11. KI in unserem Alltag	10
12. KI-Ethik und KI-Sicherheit	10
13. Die Zukunft der KI	10
14. Künstliche Intelligenz und Philosophie	11

0. Allgemeine Hinweise

0.1 Ziele

Dieses Kit zum Thema „Künstliche Intelligenz und Robotik“ ist, obwohl eigentlich zum Selbststudium konzipiert, auch für Sekundarschulen und Gymnasien (ca. 3. Klasse, je nach Leistungsniveau der Klasse) geeignet. Der Zeitbedarf für den gesamten Stoff beträgt ca. 5 Schultage. Es werden Themen aus den Fächern Geschichte, Mathematik, Medien und Informatik, Biologie, Psychologie, Philosophie und Ethik behandelt.

Der Kurs vermittelt unter anderem detaillierte technische Kenntnisse. Die Schüler verstehen nach dem Kurs, wie eine einfache künstliche Intelligenz aufgebaut ist und trainiert werden kann. Es ist aber klar **nicht** das Ziel, kleine Ingenieure auszubilden.

Das ganze Projekt soll eher ...

- allgemein die intellektuelle Neugier anregen (interdisziplinäres und hochaktuelles Thema mit wachsender Bedeutung).
- zeigen, wie konkret Mathematik zur Lösung technischer Aufgaben eingesetzt werden kann.
- Zusammenhänge zwischen Naturwissenschaften (Biologie) und Technik aufzeigen.
- die Bedeutung von KI in unserem Alltag erklären und helfen, ein Bewusstsein für Chancen und Gefahren zu entwickeln.
- aufzeigen, wie Technik im Laufe der Geschichte entsteht und unsere Kultur, unser Denken und unser Selbstbild verändert.
- solide technische Grundkenntnisse vermitteln, die nötig sind, um kompetent Fragen der Ethik, Sicherheit, Zukunft und gesellschaftlichen Entwicklung diskutieren zu können.
- aufzeigen, dass oft auch vermeintlich sehr schwierige Zusammenhänge von Laien durchaus verstanden werden können.

Das Lehr- und Arbeitsbuch ist primär für das Selbststudium konzipiert. Entsprechend gibt es fast keine Übungen, die in der Gruppe gelöst werden können. Viele Aufgaben lassen sich jedoch mit wenig Aufwand entsprechend modifizieren. Dies ist der Lehrperson überlassen.

0.2 Anforderungen an die Lehrperson

Wir sind uns bewusst, dass das Thema für die allermeisten Lehrpersonen zumindest aus technischer Sicht neu ist und somit nur selten entsprechende Vorkenntnisse vorhanden sind. Wir tragen dem mit folgenden Vorkehrungen Rechnung:

- Sämtliche Sachverhalte sind mit grösstmöglicher Klarheit und Vollständigkeit im Lehrbuch erklärt. Dieses dient also stets als „Fallback“, falls die Lehrperson etwas gerade nicht präsent hat.
- Die Lösungen zu sämtlichen Aufgaben sind im Lösungsbuch genau erklärt.
- Wir empfehlen, das gesamte Lehrbuch vor der Projektwoche zur Vorbereitung selber durchzuarbeiten (also nicht kapitelweise erst vor den Schulstunden). Dies vermittelt den unbedingt notwendigen Überblick.
- Die Firma Kanohi GmbH (<https://kanohi.ch>) bietet eintägige Schulungen an, in welchen die anspruchsvollen Konzepte sowie die Software und die Roboter genau erklärt werden.

0.3 Didaktische Empfehlungen

- Der technische Teil des Stoffes (Kapitel 1 bis 10 - ohne 4.) ist stark aufbauend und sollte daher wenn immer möglich in der vorgegebenen Reihenfolge behandelt werden.
- Die Übungen sind sehr wichtig, und sollten - mit Ausnahme der als „schwer“ bezeichneten optionalen Übungen - unbedingt alle durchgeführt werden (entweder in der Klasse oder als Hausaufgabe).
- Es ist hilfreich, wenn die SchülerInnen vor der Lektion schon einen ersten Kontakt mit dem Stoff hatten. Wir empfehlen daher, die SchülerInnen jeweils als Hausaufgabe den Stoff für den nächsten Tag lesen zu lassen. Sie werden kaum alles verstehen, aber die Begriffe sind dann schon einmal präsent, was das Verständnis in der Lektion erleichtert.
- Für einzelne Übungen ist es vorteilhaft, wenn die SchülerInnen schon über Grundkenntnisse in der blockbasierten Programmierung (z.B. mit Scratch oder idealerweise MakeCode für micro:bit oder Mindstorms EV3) verfügen. Wir empfehlen diese Übungen durchzuführen, da sie zur Vertiefung des Verständnisses beitragen.

0.4 Technische Anforderungen an die verwendete Hardware

Auf <https://ki-kit.ch> befinden sich 6 Lernspiele, welche mit einem normalen Webbrowser genutzt werden können.

Der Browser muss 3D-fähig sein (WebGL aktiviert).

Für fünf der Spiele sind die Anforderungen an die Performance der CPU sehr gering.

Die Trainingssoftware für das neuronale Netz des Roboters profitiert jedoch stark von einem schnelleren Computer, so dass es von Vorteil ist, wenn mindestens ein jüngeres (d.h. ab ca. 2016) Laptop (bzw. Desktop-Computer) vorhanden ist. Auch von einer guten Grafikkarte kann das Trainings-Spiel profitieren.

Das Trainieren des neuronalen Netzes auf einem älteren Computer ist aber durchaus möglich, dauert u. U. jedoch einfach etwas länger.

1. Was ist Intelligenz?

LERNZIELE:

- Verstehen, was Intelligenz ist und wie sich der Begriff in den letzten 100 Jahren gewandelt hat.
- Verschiedene Arten von Intelligenz unterscheiden können.
- Den Begriff der Intelligenz gegen verwandte Begriffe abgrenzen können.

2. Intelligenz in der Natur: Nervensystem und Gehirn

LERNZIELE:

- Die grundlegende Architektur des Nervensystems kennen (Zentralnervensystem vs peripheres Nervensystem, willkürliches vs vegetatives Nervensystem).
- Die Komponenten des sensorischen Systems kennen.
- Eine Ahnung von der Komplexität dieser Systeme bekommen.
- Verstehen, wie Nervenzellen aufgebaut sind.
- Verstehen, wie Nervenzellen untereinander kommunizieren.
- Den Begriff „Konnektom“ erklären können.

3. Künstliche Intelligenz

LERNZIELE:

- Die wichtigsten Begriffe der künstlichen Intelligenz erklären können.
- Den Unterschied zwischen unsupervised-, supervised- und Reinforcement Learning kennen (Machine Learning Arten).
- Verschiedene Problemstellungen des Machine Learning der zugehörigen Art zuordnen können.

4. Die Geschichte der künstlichen Intelligenz

LERNZIELE:

- Die wichtigsten Meilensteine in der Geschichte der KI kennen (inkl. wichtigen beteiligten Personen).
- Den Begriff „KI-Winter“ erklären können.
- Verstehen, was die Revolution des „Deep Learning“ im 21. Jahrhundert ermöglichte.
- In Kontakt mit frühen theoretischen Konzepten und praktischen Umsetzungen der KI kommen (zum Vergleich mit aktuellen und zukünftigen Konzepten / Umsetzungen).

5. Reinforcement Learning

LERNZIELE:

- Die Problemstellung und die Begriffe des „Reinforcement Learning“ kennen und verstehen.
- Den „exploration / exploitation trade-off“ verstehen.
- Verstehen, warum die konventionelle Programmierung eines lichtsuchenden Roboters nicht ganz einfach ist (warum ist das schon ein nichttriviales System?).
- Den Roboter „Motti“ in einen RL-Kontext stellen können.

6. Künstliche neuronale Netze

LERNZIELE:

- Verstehen was künstliche Neuronen und ihre Bestandteile sind.
- Verstehen, was Funktionen sind.
- Die wichtigsten Aktivierungsfunktionen des „deep learning“ kennen.
- Die mathematischen Grenzen einzelner Neuronen kennen (warum brauchen wir überhaupt neuronale Netze aus vielen Neuronen?).
- Eine Intuition für die Funktion und Möglichkeiten neuronaler Netze haben.
- Das neuronale Netz des Roboters „Motti“ verstehen.
- Verstehen, warum es eine Aktivierungsfunktion braucht.

7. Algorithmen der künstlichen Intelligenz

LERNZIELE:

- Verstehen, warum die Suche nach guten Parametern eines KNN ein sehr schwieriges Problem ist.
- Den genetischen Algorithmus verstehen.
- Verstehen, was Hyperparameter sind.

8. Grundlagen der Robotik

LERNZIELE:

- Verstehen, was ein Roboter ist.
- Die Komponenten eines Roboters kennen und verstehen.
- Verschiedene Arten von Robotern unterscheiden können.

9. Wir trainieren „Motti“ in einer virtuellen 3D-Umgebung

LERNZIELE:

- Wissen, wie man einen einfachen Roboter mittels eines genetischen Algorithmus in einer virtuellen 3D-Umgebung trainiert.

10. Lokale Optima und Reward-Funktion

LERNZIELE:

- Verstehen, dass es in der Praxis nicht einfach ist, eine funktionierende Reward-Funktion zu definieren.
- Verstehen, was lokales und globales Optimum bedeuten.

11. KI in unserem Alltag

LERNZIELE:

- Verstehen, wo überall KI bereits heute eingesetzt wird (z. T. auch unsichtbar im Hintergrund).
- Verstehen, worin die Chancen und Gefahren der KI bestehen (in Bezug auf gegenwärtige Anwendungen).

12. KI-Ethik und KI-Sicherheit

LERNZIELE

- Verstehen, warum die Forderung nach Transparenz von KI-Anwendungen technisch oft nicht einfach zu erfüllen ist (Problem der Begründbarkeit).
- Die häufigsten Anforderungen der Ethiker an KI kennen.
- Verstehen, wie die Sicherheit von KI-Systemen gemessen wird und was die Herausforderung bei der Erstellung sicherer KI-Systeme sind.

13. Die Zukunft der KI

LERNZIELE

- Das Moore'sche Gesetz erklären können.
- Ein Bewusstsein für mögliche soziale Auswirkungen von KI entwickeln.
- Starke und schwache KI unterscheiden können.
- Mögliche Gefahren einer starken KI kennen.
- Das Konzept der Singularität erklären können.

14. Künstliche Intelligenz und Philosophie

LERNZIELE:

- Verschiedene, oft nur dem Menschen zugeschriebene Fähigkeiten benennen und unterscheiden können.
- Argumente kennen, warum Maschinen in Zukunft evtl. auch über diese Fähigkeiten verfügen könnten.