



Modul 1

Grundlagen „Künstliche Intelligenz“

Lektion 1

Zeitstrahl Künstliche Intelligenz

Zeitstrahl KI

Komprimierter Überblick

Meilensteine der KI

Künstliche Intelligenz

Die “frühen Tage” der KI

... Anfänge der KI vor der industriellen Revolution

... 1500

KI im Jahr 380 v. Chr. – bis zum 16. Jahrhundert

In dieser Zeit veröffentlichten viele Theologen, Mathematiker und Philosophen Materialien, die sich mit mechanischen Techniken und Zahlensystemen auseinandersetzten. Dies begründete die Vorstellung eines mechanisierten „menschlichen“ Denkens in nicht-menschlichen Objekten.

Bereits 250 v. Chr. zeigten sich im alten Rom die ersten unbewussten Entwicklungsschritte für KI.

Beispiel: Klespsydra

Die so genannte „**Klespsydra**“ ist ein erstes mechanisches Selbstregulierungssystem in Form von einer Wasseruhr. Die Wasseruhr bestand aus einem Auslauf- und einem Einlaufbehälter, einer Zahnradmechanik und einem Ziffernblatt. Der Wasserstand im Einlaufbehälter wurde durch die Mechanik auf dem Ziffernblatt angezeigt und entschied über das Ende der Sprechzeiten im Senat.

Künstliche Intelligenz

Die “frühen Tage“ der KI

... Anfänge der KI vor der industriellen Revolution

... 1500

Der Syllogismus: Ein 2.500 Jahre altes Denkwerkzeug von Aristoteles

Aristoteles entwickelte den sogenannten Syllogismus - eine Art logische Schlussfolgerung, bei der aus bestimmten Aussagen zwangsläufig eine neue Erkenntnis folgt. Ein klassisches Beispiel:

- Aussage 1: Alle Menschen sind sterblich.
- Aussage 2: Alle Griechen sind Menschen.
- Schlussfolgerung: Also: Alle Griechen sind sterblich.

Das Geniale daran: Die **Übertragbarkeit**

Hier wird es für uns interessant: Diese Logik funktioniert wie eine Schablone. Wir können die konkreten Begriffe durch beliebige andere ersetzen:

- Alle B gehören zu A.
- Alle C gehören zu B.
- Also: Alle C gehören zu A.

Künstliche Intelligenz

Die “frühen Tage“ der KI

... Anfänge der KI vor der industriellen Revolution

... 1500

Der Syllogismus: Ein 2.500 Jahre altes Denkwerkzeug

Ein Banking-Beispiel gefällig?

- Aussage 1: Alle Kreditnehmer müssen bonitätsgeprüft werden
- Aussage 2: Alle Firmenkunden sind Kreditnehmer
- Schlussfolgerung: Alle Firmenkunden müssen bonitätsgeprüft werden

Zwei wegweisende Erkenntnisse für die KI

Erstens: Denkmuster lassen sich als wiederverwendbare Vorlagen darstellen. Genau wie Sie in Ihrer Bank standardisierte Prozesse für verschiedene Kundengruppen nutzen, können auch Denkprozesse standardisiert werden.

Zweitens: Sobald die allgemeinen Platzhalter durch konkrete Informationen ersetzt sind, läuft der Rest automatisch ab - wie ein gut geöltes Räderwerk. Sie legen die Eingangsdaten fest, der Prozess liefert das Ergebnis.

Künstliche Intelligenz

Die “frühen Tage“ der KI

... Anfänge der KI vor der industriellen Revolution

... 1500

Was bedeutet der Syllogismus für Ihre Volksbank?

Diese aristotelische Logik ist ein Grundbaustein moderner KI-Systeme. Wenn Sie heute über den Einsatz von KI in Ihrer Bank nachdenken, dann geht es im Kern um genau diese Prinzipien:

- Standardisierte Denkmuster erkennen
- Diese auf neue Situationen übertragen
- Automatisiert zu Ergebnissen kommen

Die gute Nachricht: So revolutionär neu ist KI gar nicht - sie baut auf Denkprinzipien auf, die wir Menschen schon seit über 2.500 Jahren nutzen. Sie macht sie nur schneller und in größerem Maßstab anwendbar.

Künstliche Intelligenz

Die “frühen Tage” der KI

... Anfänge der KI vor der industriellen Revolution

1495...

Leonardo da Vinci – Roboter

In den 1490er Jahren entwarf Leonardo da Vinci den sogenannten Leonardo-Roboter oder **mechanischen Ritter** (it. *Automa cavaliere*), einen menschenähnlichen Automaten, der sitzen, stehen und sich bewegen konnte. Einige Jahre später konzipierte er auch einen **mechanischen Löwen**, der sich ebenfalls autonom bewegen konnte und sogar 1515 dem französischen König Franz I. präsentiert wurde.

1726:

Erwähnung einer „Maschine“, die man als Computer bezeichnen könnte

Jonathan Swift beschreibt in seiner Buchreihe „**Gullivers Reisen**“ eine Maschine, die den treffenden Namen „**The Engine**“ trägt. Sie wird als riesiger hölzerner Würfel beschrieben, der wiederum aus sehr vielen kleinen Holzwürfeln besteht, auf denen Zettel mit Wörtern angebracht sind. In der Geschichte müssen die Schüler der Akademie, welche den Würfel kreierte, an eisernen Drähten ziehen, damit sich die Würfel in zufällige Richtung drehen und sich somit die Anordnung der Wörter ändert, um damit neue Sätze zu bilden.

1872:

Maschinen und menschliches Bewusstsein:

Der Schriftsteller Samuel Butler veröffentlicht seinen Roman „**Erewhon**“, in dem er die Idee verfolgte, dass **Maschinen** zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Zukunft die Möglichkeit haben würden, ein **Bewusstsein** zu besitzen.

Künstliche Intelligenz

Die “frühen Tage” der KI

... Anfänge der KI im Zeitraum des 20. Jahrhunderts

1921:

Science-Fiction Roman – „Roboter“ Fabrik

Der tschechische Dramatiker Karel Čapek veröffentlichte ein Science-Fiction-Stück mit dem Titel „**Rossum’s Universal Robots**“. In dem Stück geht es um die Idee von fabrikmäßig hergestellten künstlichen Menschen, die er Roboter nennt. Dies ist die erste Erwähnung des Begriffs, der heute bekannt ist. Nach dieser Entwicklung übernahmen viele Menschen das Roboterkonzept und wandten es in ihrer Kunst und Forschung an.

1927:

Darstellung eines Roboters in einem Film

Der Science-Fiction-Film „**Metropolis**“ (Regie: Fritz Lang) wird veröffentlicht. Dieser Film ist dafür bekannt, dass er die erste Darstellung eines Roboters auf der Leinwand ist und als Inspiration für andere berühmte nicht-menschliche Figuren in der Zukunft diente.

Künstliche Intelligenz

1930er Jahre bis heute



Epoche 1: Theoretische Grundlagen 1930er bis 1950er Jahre



1936:

Turing-Maschine

Mit der Entwicklung des theoretischen Konzepts der Turing-Maschine legt der **Brite Alain Turing** den Grundstein dafür, welche Probleme überhaupt berechenbar sind.

1941:

Der erste PC

Konrad Zuse baut den ersten PC (aus Telefonrelais) in Berlin

1942:

Regulierung von KI

Isaac Asimovs Geschichte vom **durchdrehenden Roboter** mahnt zur Technologieregulierung

Künstliche Intelligenz

1930er Jahre bis heute



Epoche 1: Theoretische Grundlagen 1930er bis 1950er Jahre



1943:

McCulloch-Pitts-Neuron

Das erste simple Neuronen-Modell, das zeigt, dass „**Boolesche Logik**“ durch die mathematische Beschreibung von neuronalen Netzen berechnet werden kann

1950:

Turing-Test

Alan Turing legt den Grundstein für KI-Technologie. Sein Test definiert ein Kriterium dafür, wann eine Maschine menschenähnlich kommunizieren kann.

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

Epoche 2: Geburt der KI als „Wissenschaft“ – 1956 bis Ende der 1960er Jahre

1956:

Dartmouth Conference:

Geburtsstunde der „**KI als Wissenschaft**“ auf dieser Konferenz. Gründungsmitglieder (KI-Wissenschaftler): John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon und Nathaniel Rochester.

1957:

Perzeptron:

Frank Rosenblatt entwickelt mit seinem mathematischen Modell von Neuronen (**Abbildung der Funktionen eines menschlichen Gehirns über eine mathematische Formel**) eine erste limitierte Möglichkeit, KI zu trainieren

1965:

Mehrschichtenmodelle neuronaler Netze:

Grundlagen des heutigen Deep Learning: Alexey Ivakhnenko und Valentin Lapa erweitern Rosenblatts Modell, indem sie Neuronen zu einem **Netzwerk mit mehreren Schichten kombinieren** und die Fähigkeit verleihen, komplexere Entscheidungen zu treffen.

1966:

Chatbot ELIZA:

Joseph Weizenbaum erfindet die „**Mensch-Maschine-Kommunikation**“, ein auf Regeln und Schlüsselwörtern basiertes Expertensystem, noch weit entfernt von ChatGPT.



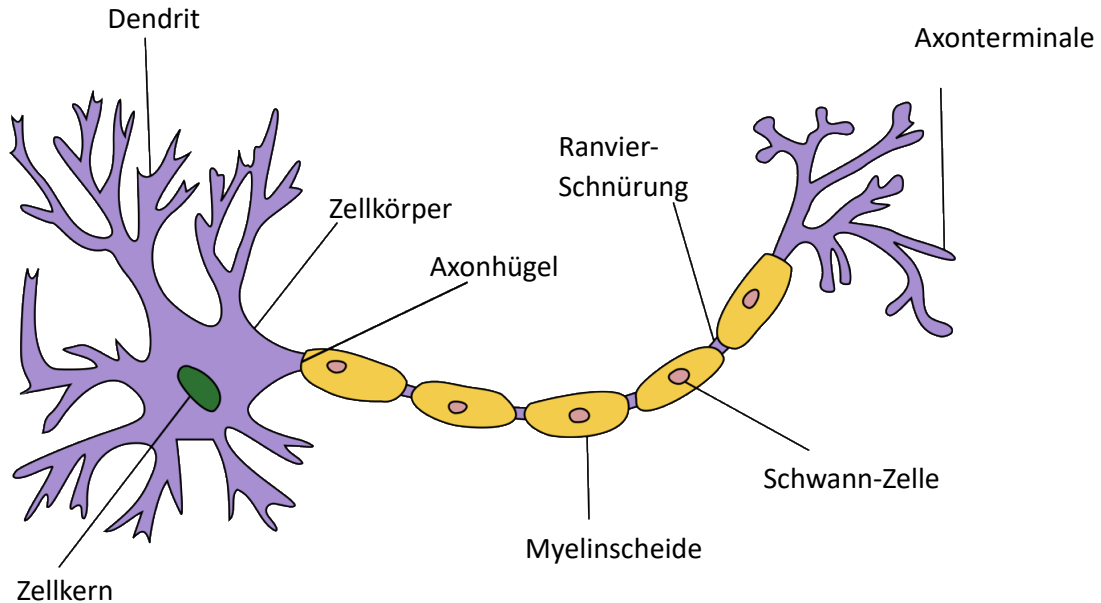
McCulloch-Pitts-Neuron

Wir schauen genauer hin ...

Künstliche Intelligenz

McCulloch-Pitts-Neuron

Biologisches Vorbild



Eine typische Nervenzelle hat einen Zellkörper und Zellfortsätze zweierlei Art: die **Dendriten** und den **Neuriten** bzw. das **Axon**.

Die verästelten Dendriten nehmen vornehmlich Erregung von anderen Zellen auf. Dabei wird eine Spannungsänderung über den Fortsatz weitergeleitet, indem kurzzeitige Ionenströme durch besondere Kanäle in der Zellmembran zugelassen werden.

Die Enden der Axonen stehen über **Synapsen** in Kontakt zu anderen Nervenzellen, Muskelzellen oder zu Drüsenzellen. An ihnen wird die Erregung selten unmittelbar elektrisch weitergegeben, sondern meist mittels Botenstoffen (Neurotransmittern) chemisch übertragen.

Schätzungen nach besteht das **menschliche Gehirn** bei einer Masse von anderthalb Kilogramm aus fast **neunzig Milliarden Nervenzellen**.

Künstliche Intelligenz

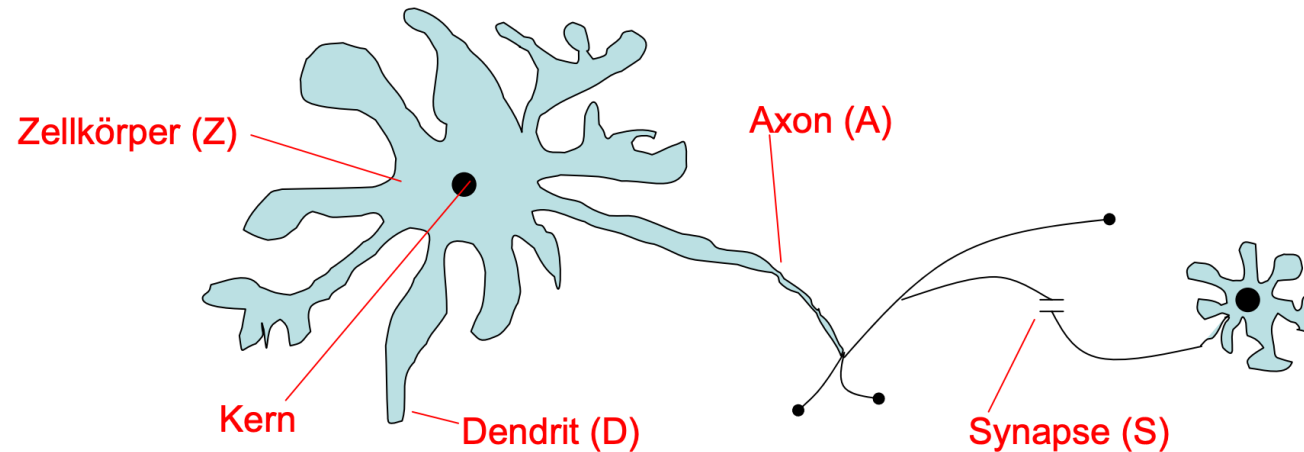
McCulloch-Pitts-Neuron

Biologisches Vorbild

- Neuronen
 - Information aufnehmen (D)
 - Information verarbeiten (Z)
 - Information weiterleiten (A / S)

Strom im mV-Bereich

120 m / s



Unser Gehirn verfügt über ca. 80-100 Milliarden Neuronen.

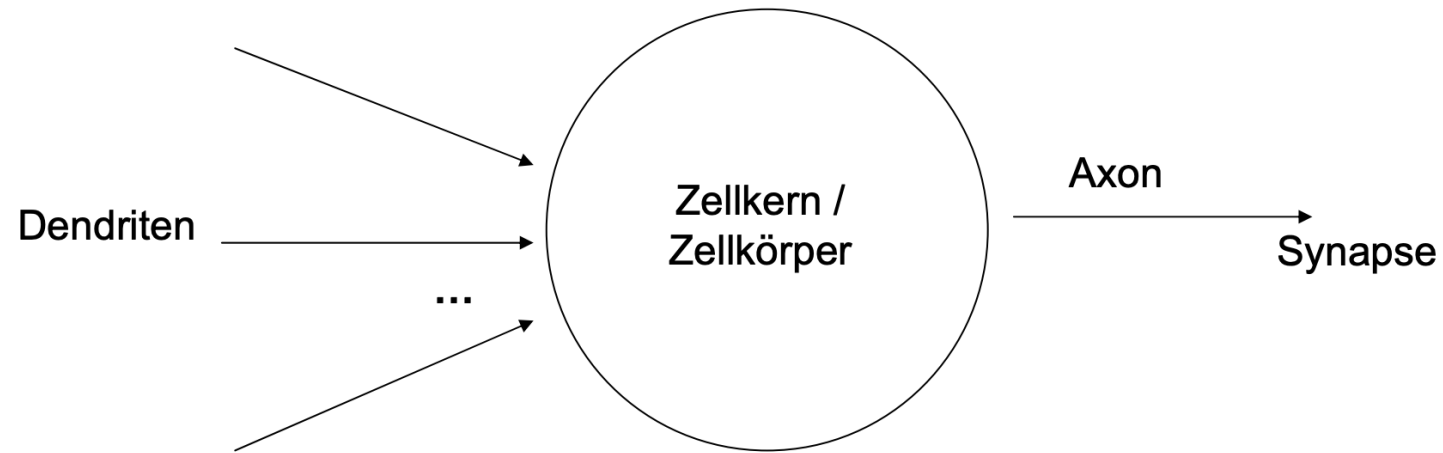
Über Synapsen erfolgen die Verbindungen der Neuronen untereinander.

Hier gehen wir aktuell von ca. 100 Billionen Verbindungen in unserem Gehirn aus.

Künstliche Intelligenz

McCulloch-Pitts-Neuron

Abstraktion



**Signal-
Eingabe**

**Signal-
Verarbeitung**

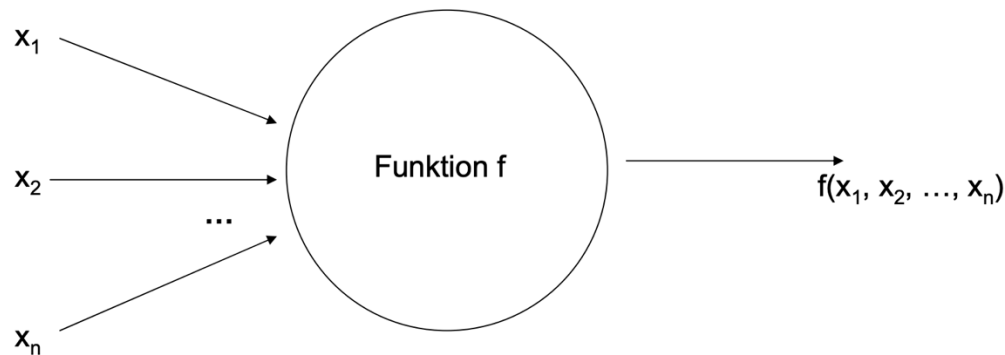
**Signal-
Ausgabe**

Künstliche Intelligenz

McCulloch-Pitts-Neuron

Black Box - Neuron

Modell



McCulloch-Pitts-Neuron 1943:

$$x_i \in \{0, 1\} =: \mathbb{B}$$

$$f: \mathbb{B}^n \rightarrow \mathbb{B}$$

Stellen Sie sich vor, Sie haben eine **Black Box** - eine Art Zauberkasten, in den Sie verschiedene Informationen hineingeben und der Ihnen dann ein Ergebnis liefert.

Die Grundidee

Das Bild zeigt genau so einen "Zauberkasten":

Links sehen Sie die Eingänge (x_1, x_2, \dots, x_n) - das sind Ihre Eingabewerte

In der Mitte ist die Funktion f - der Zauberkasten selbst

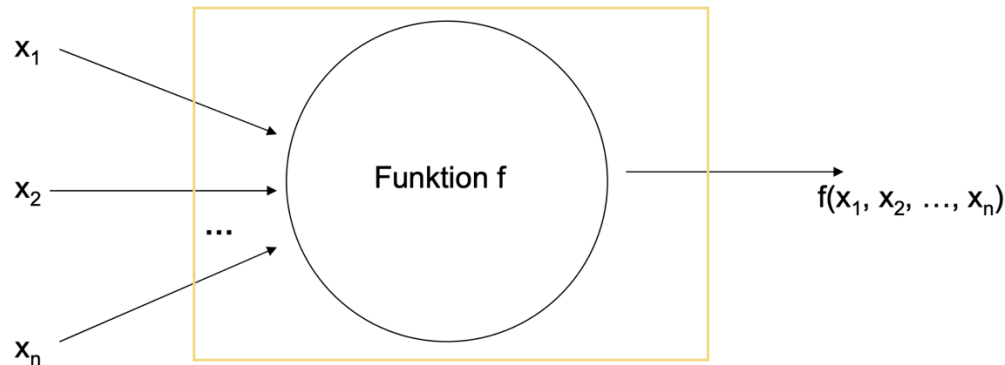
Rechts kommt das Ergebnis heraus: $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$

Künstliche Intelligenz

McCulloch-Pitts-Neuron

Beispiel - Kreditbewertungssystem

Modell



McCulloch-Pitts-Neuron 1943:

$$x_i \in \{0, 1\} =: \mathbb{B}$$

$$f: \mathbb{B}^n \rightarrow \mathbb{B}$$

Ein Banking-Beispiel

Stellen Sie sich vor, diese Funktion wäre Ihr Kreditbewertungssystem:

x_1 = Jahreseinkommen des Kunden

x_2 = Schufa-Score

x_3 = Beschäftigungsdauer

•usw.

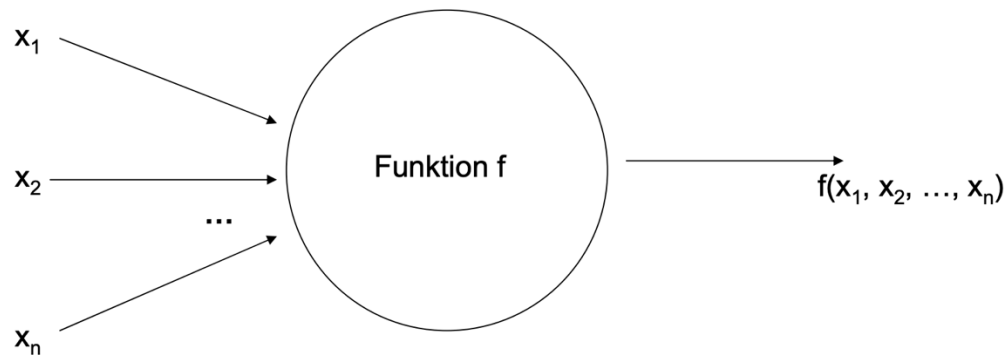
Die Funktion f verarbeitet all diese Informationen und gibt Ihnen ein Ergebnis - zum Beispiel: "Kredit gewähren" oder "Kredit ablehnen".

Künstliche Intelligenz

McCulloch-Pitts-Neuron

McCulloch-Pitts-Neuron

Modell



McCulloch-Pitts-Neuron 1943:

$$x_i \in \{0, 1\} =: \mathbb{B}$$

$$f: \mathbb{B}^n \rightarrow \mathbb{B}$$

Das McCulloch-Pitts-Neuron von 1943

Der untere Teil zeigt eine spezielle Art dieser Funktion - das erste künstliche Neuron der Geschichte:

- Die Eingänge können nur 0 oder 1 sein (wie "Ja" oder "Nein")
- Das Ergebnis ist auch nur 0 oder 1

Das war 1943 revolutionär: Die Forscher McCulloch und Pitts zeigten, dass man **Gehirnzellen als simple Ein/Aus-Schalter modellieren** kann.

Dieser Baustein wurde zur Grundlage für alle späteren neuronalen Netze und damit für die moderne KI.

Für Sie als Banker:

Dieses simple Modell ist der Urgroßvater aller KI-Systeme, die heute Kreditentscheidungen unterstützen, Betrugsfälle erkennen oder Kundenanfragen automatisch beantworten.



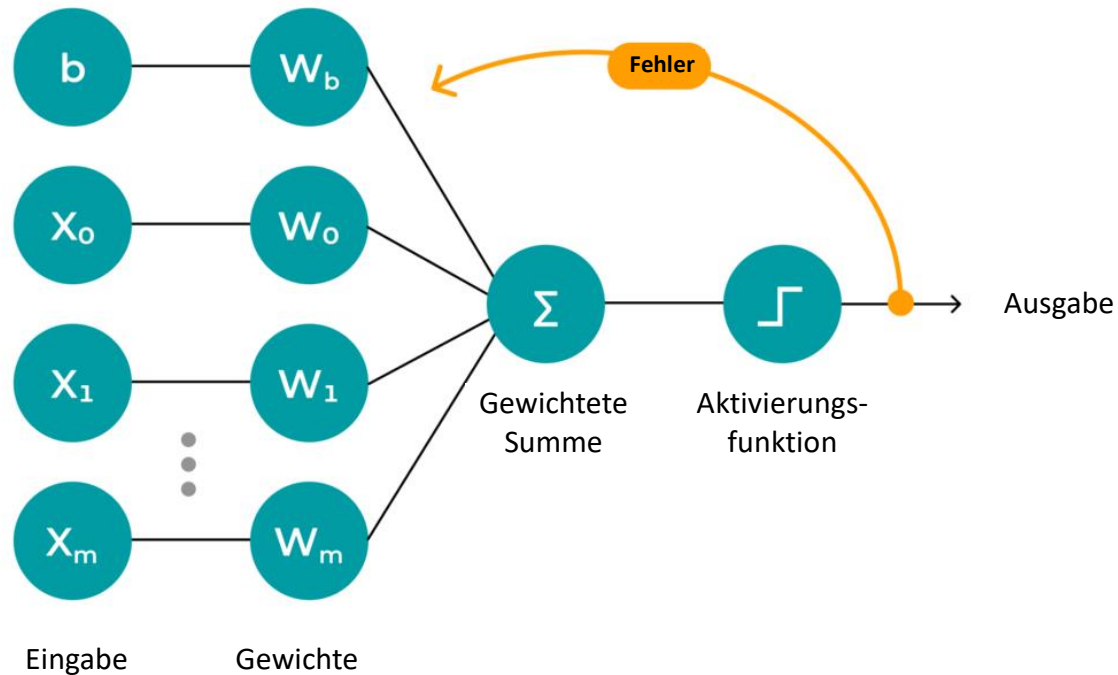
Perzeptron (Frank Rosenblatt)

Wie aus dem McCulloch-Pitts Neuron ein Perzeptron wurde ...

Künstliche Intelligenz

Perzeptron – Frank Rosenblatt

Perzeptron Frank Rosenblatt



Das Perzeptron: Wie eine KI-Entscheidung funktioniert

Stellen Sie sich vor, Sie müssten als Bankleiter entscheiden, ob ein Kunde kreditwürdig ist. Sie würden verschiedene Faktoren abwägen - genau das macht auch dieses Perzeptron!

So funktioniert's - Schritt für Schritt:

1. Die Eingaben (links)

b = Der "Bias" (eine Art Grundeinstellung)

x_0, x_1, \dots, x_m = Ihre verschiedenen Informationen

Banking-Beispiel:

x_0 = Monatseinkommen

x_1 = Anzahl bestehender Kredite

x_2 = Beschäftigungsjahre

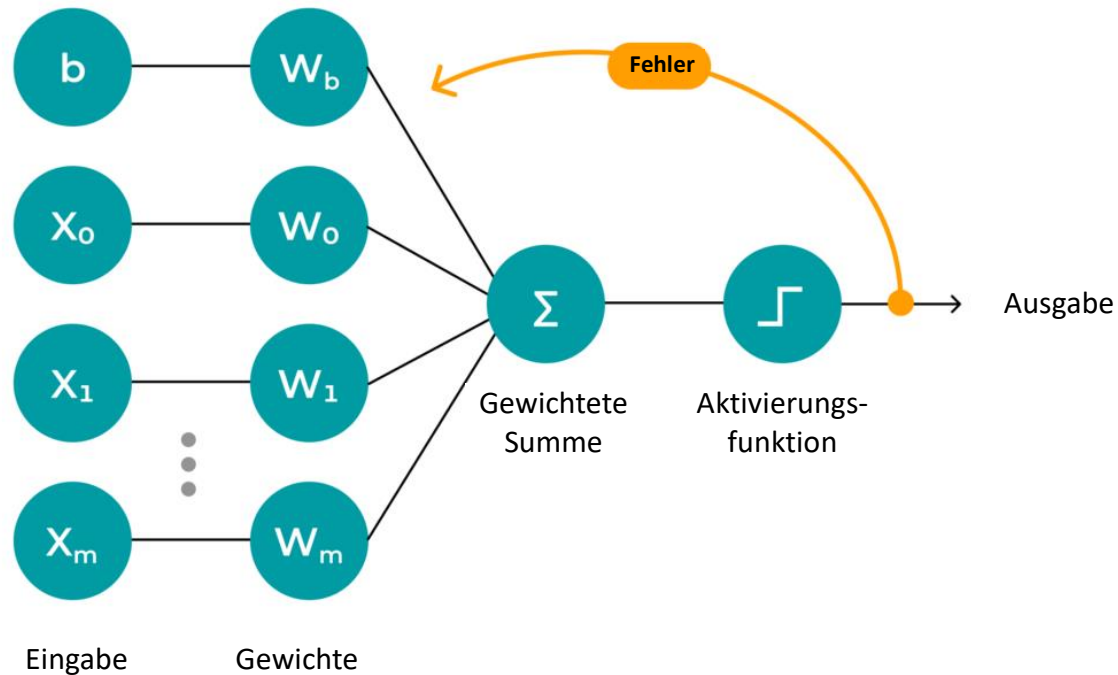
usw.

2. Die Gewichte (w_0, w_1, \dots, w_m) Jede Information wird unterschiedlich stark gewichtet - genau wie Sie auch dem Einkommen mehr Bedeutung beimessen würden als z.B. dem Wohnort.

Künstliche Intelligenz

Perzeptron – Frank Rosenblatt

Perzeptron Frank Rosenblatt



Fortsetzung:

3. Die gewichtete Summe (Σ) Alle Eingaben werden mit ihren Gewichten multipliziert und dann addiert. Das ist wie eine Punktbewertung.

4. Die Aktivierungsfunktion Diese entscheidet: Ist die Summe groß genug? Wenn ja, gibt sie ein "Ja" aus, wenn nicht ein "Nein".

5. Die Ausgabe Das finale Ergebnis - bei einer Kreditentscheidung wäre das: "Kredit gewähren" oder "Kredit ablehnen".

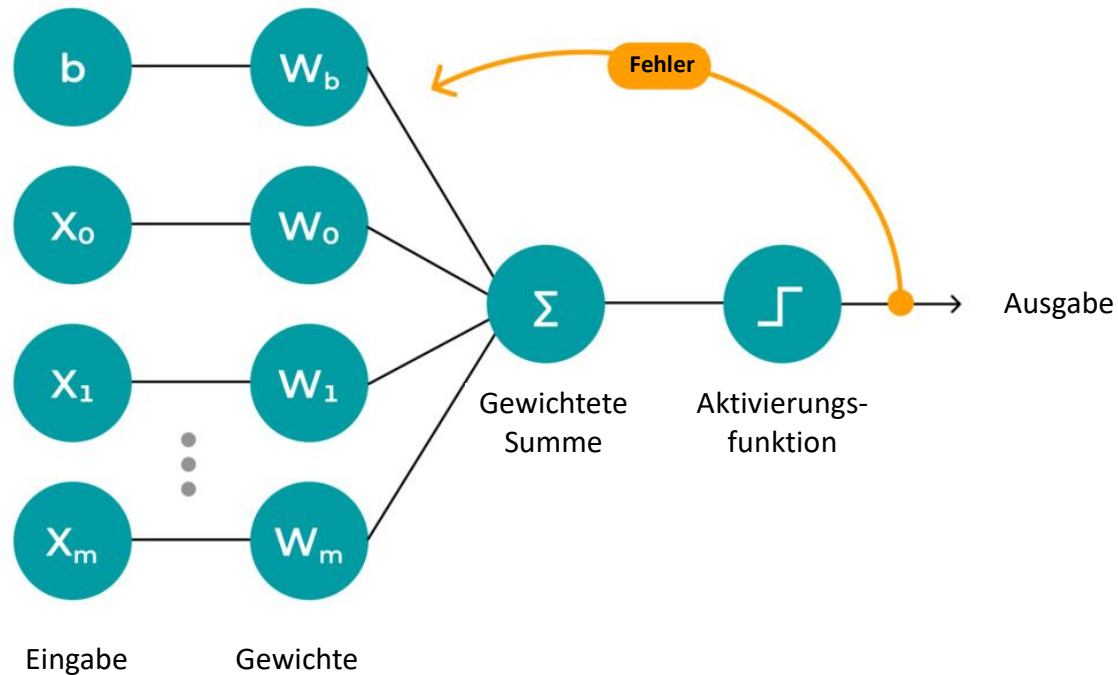
Der Clou: Das System lernt!

Der **orange Pfeil** zeigt den Lernprozess. Wenn das System einen Fehler macht (z.B. einen Kredit empfiehlt, der später ausfällt), werden die Gewichte angepasst. So wird das System mit der Zeit immer besser - genau wie ein Mitarbeiter mit Erfahrung.

Künstliche Intelligenz

Perzeptron – Frank Rosenblatt

Perzeptron Frank Rosenblatt



Fortsetzung:

Praktisches Beispiel:

Das System merkt nach vielen Fällen:

"Das Einkommen ist wichtiger als gedacht" → es erhöht das **Gewicht w_0** .

Oder: "Die Postleitzahl ist unwichtig" → es reduziert dieses **Gewicht w_5** .

So lernt Ihre digitale Entscheidungshilfe aus Erfahrung - nur viel schneller als ein Mensch!

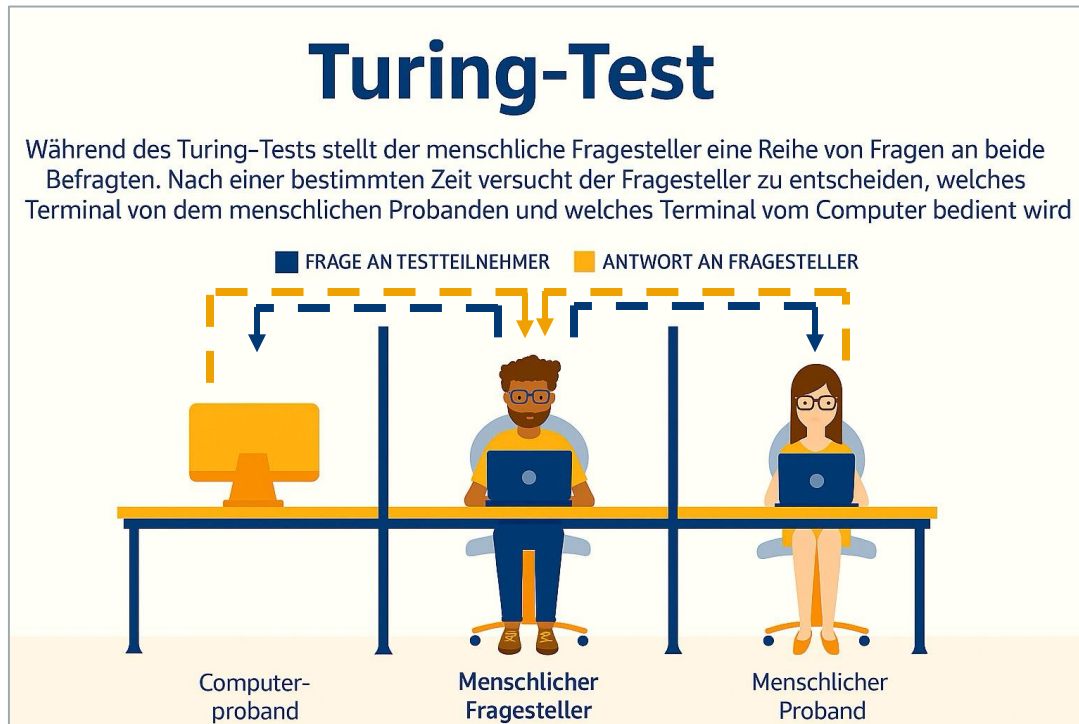


Turing Test

Wir schauen genauer hin ...

Künstliche Intelligenz

Turing Test



Das Grundprinzip - Ein cleveres Versteckspiel

Sie sitzen an Ihrem Computer und chatten mit jemandem - aber Sie wissen nicht, ob am anderen Ende ein **Mensch** oder eine **Maschine** sitzt. Ihre Aufgabe: Finden Sie es heraus!

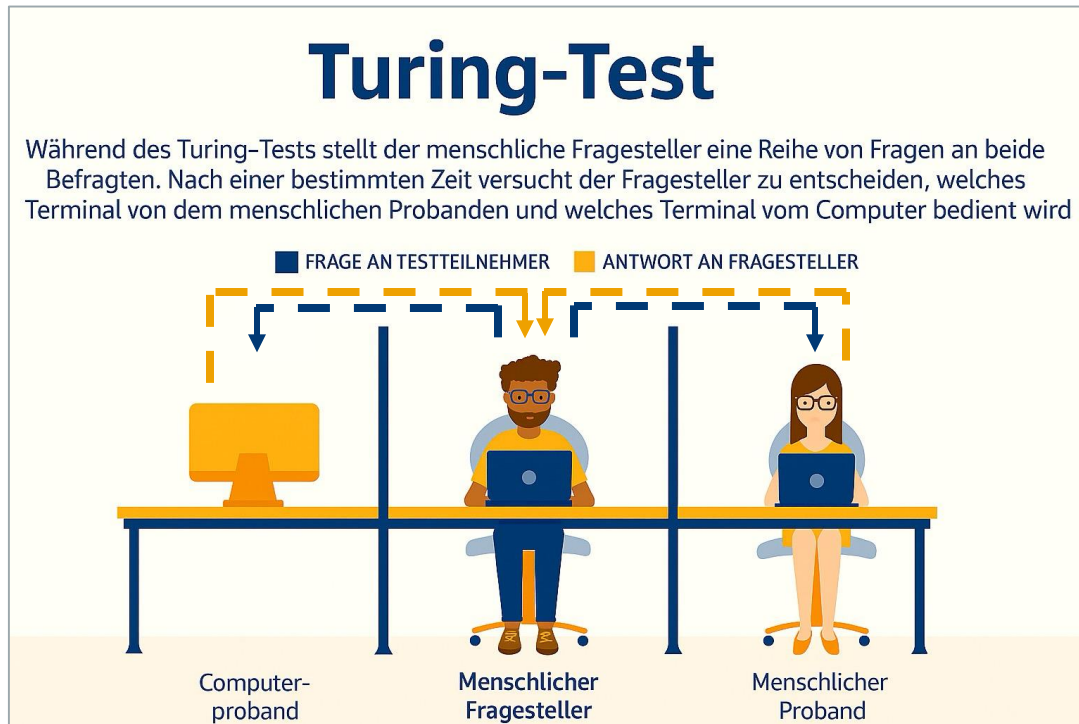
Das ist der Turing-Test, erfunden 1950 von Alan Turing. Seine geniale Idee: Wenn Sie nach einem längeren Gespräch nicht unterscheiden können, ob Sie mit einem Menschen oder einer Maschine sprechen, dann kann die Maschine als "intelligent" gelten.

Wie läuft der Test ab?

1. **Der Prüfer** (Sie) stellt Fragen per Textnachrichten
2. **Zwei Gesprächspartner** antworten - einer ist ein Mensch, der andere eine Maschine
3. **Das Ziel der Maschine:** Sie so zu täuschen, dass Sie denken, sie sei der Mensch
4. **Das Ziel des Menschen:** Sie davon zu überzeugen, dass er der echte Mensch ist

Künstliche Intelligenz

Turing Test



Ein Banking-Beispiel

Stellen Sie sich vor, Sie testen einen neuen Chatbot für Ihre Volksbank:

Sie fragen: "Ich habe meine EC-Karte verloren. Was soll ich tun?"

Antwort A: "Bitte sperren Sie sofort Ihre Karte unter 116 116. Ich kann Ihnen auch gerne dabei helfen. Wann haben Sie die Karte zuletzt benutzt?"

Antwort B: "Gemäß §675 BGB müssen Sie unverzüglich die Sperrung unter Telefonnummer 116 116 veranlassen."

Welche Antwort klingt menschlicher? Die erste zeigt Empathie und stellt eine Rückfrage - typisch menschlich. Die zweite klingt nach Paragraphen-Automat.

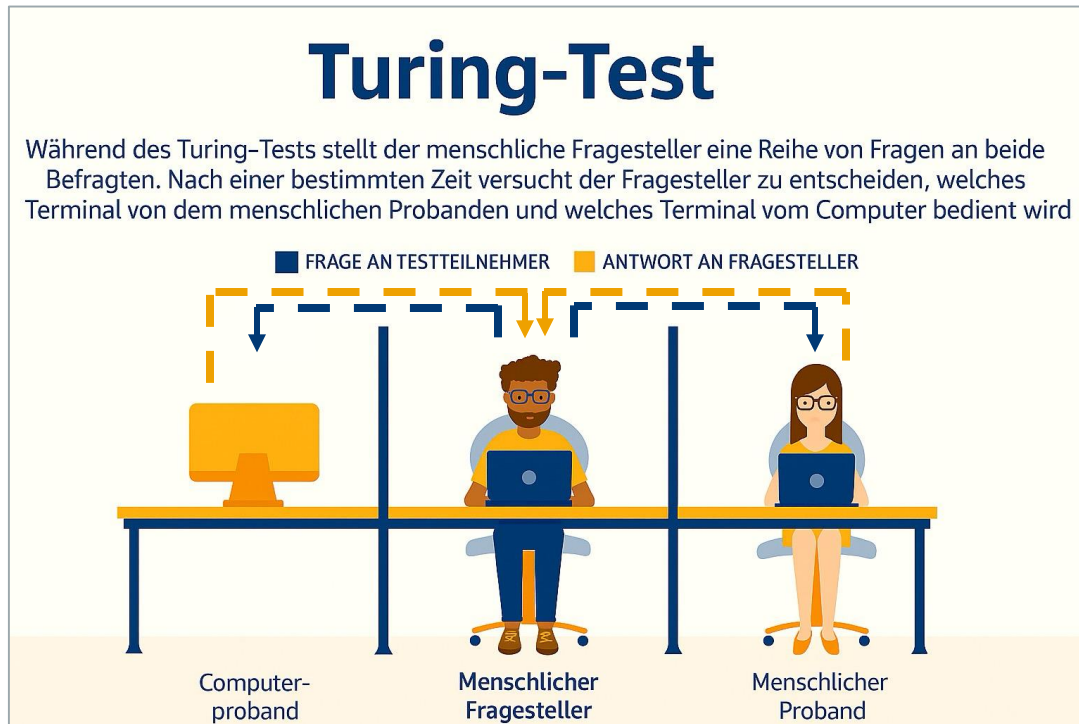
Warum ist das heute noch relevant?

Moderne KI-Systeme wie ChatGPT oder Claude bestehen den Turing-Test oft mit Bravour. Sie können:

- Natürlich und empathisch antworten
- Kontext verstehen
- Sogar Humor zeigen

Künstliche Intelligenz

Turing Test



Ein Banking-Beispiel

Für Ihre Volksbank bedeutet das:

Ein guter KI-Chatbot kann Ihre Kunden so natürlich beraten, dass diese oft gar nicht merken, dass sie mit einer Maschine sprechen. Das kann die Servicequalität erhöhen und gleichzeitig Ihre Mitarbeiter entlasten.

Die wichtige Frage hinter dem Turing-Test?

Turing wollte eigentlich die philosophische Frage "Können Maschinen denken?" beantworten.

Seine pragmatische Lösung: Wenn eine Maschine sich so verhält, als würde sie denken, dann ist die Unterscheidung für den praktischen Einsatz irrelevant.

Für Sie als Banker zählt:

Wenn der KI-Berater Ihren Kunden genauso gut hilft wie ein menschlicher Mitarbeiter - dann erfüllt er seinen Zweck!

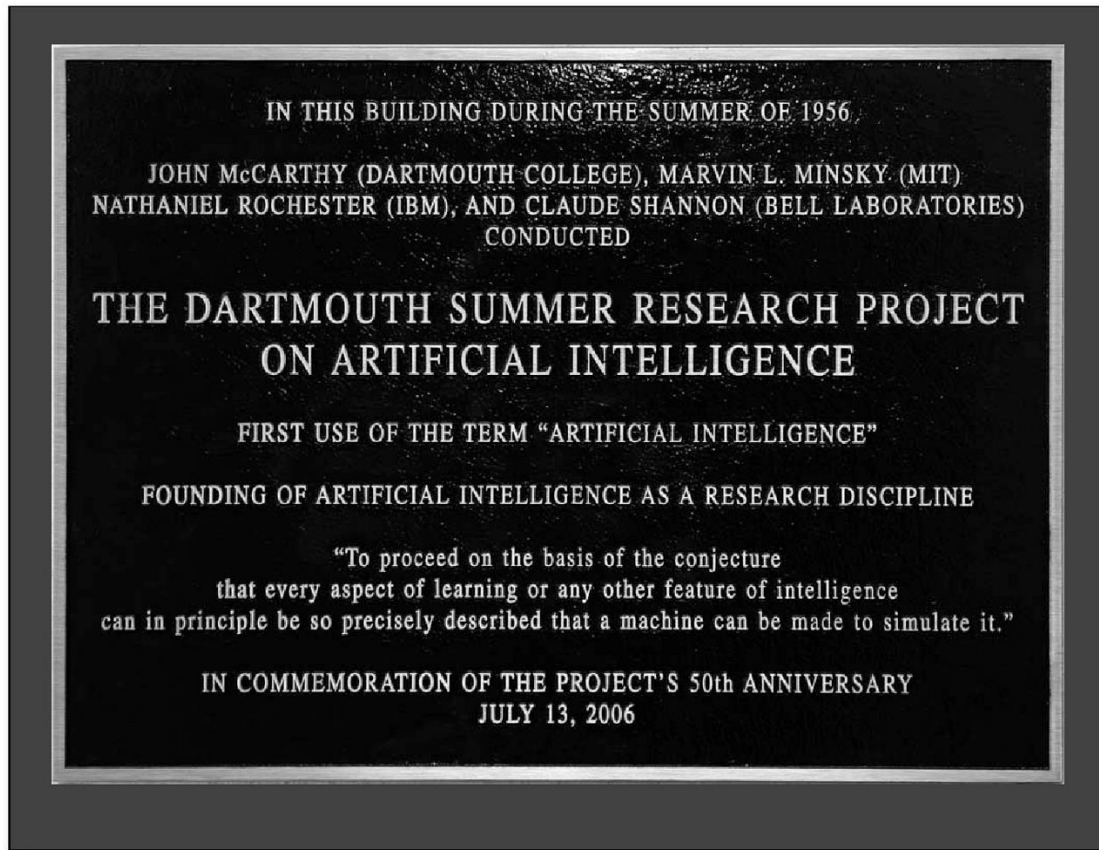


Dartmouth Konferenz 1956

Wir schauen genauer hin ...

Künstliche Intelligenz

Dartmouth Konferenz 1956 – „Künstliche Intelligenz“ als Begriff



Der Antrag, um Mittel von der Rockefeller-Stiftung für diese erste KI-Konferenz zu beantragen, wurde im August 1955 verfasst. Auf dieser mit der Finanzierung dann durchgeführten Konferenz am Dartmouth College 1956 wird der Begriff „Künstliche Intelligenz“ als ein neuer Bereich der „Wissenschaft“ etabliert.

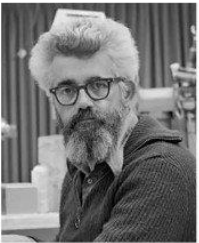
Der Begriff wurde bewusst gewählt, um ein klares Zeichen zu setzen, denn u.a. John McCarthy war enttäuscht darüber, wie wenige der Beiträge in den *Automata Studies* sich tatsächlich damit beschäftigten, Maschinen intelligentes Verhalten beizubringen.

Mit dem Workshop sollte die Aufmerksamkeit der Teilnehmenden gezielt auf dieses Thema gelenkt werden.

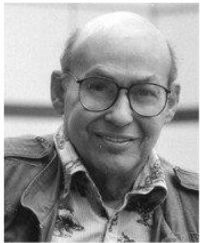
Künstliche Intelligenz

Dartmouth Konferenz

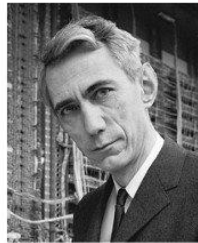
1956 Dartmouth Conference: The Founding Fathers of AI



John MacCarthy



Marvin Minsky



Claude Shannon



Ray Solomonoff



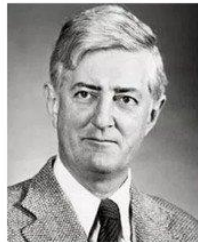
Alan Newell



Herbert Simon



Arthur Samuel



Oliver Selfridge



Nathaniel Rochester



Trenchard More

Die Dartmouth-Konferenz 1956: Die Geburtsstunde der KI Eine Analogie zur Bankenwelt:

Stellen Sie sich vor, Sie wollen mit den klügsten Köpfen der Volksbanken eine völlig neue Geschäftssparte entwickeln. Genau das passierte 1956 - nur ging es um etwas noch Revolutionäreres: die Erschaffung künstlicher Intelligenz!

Der große Plan

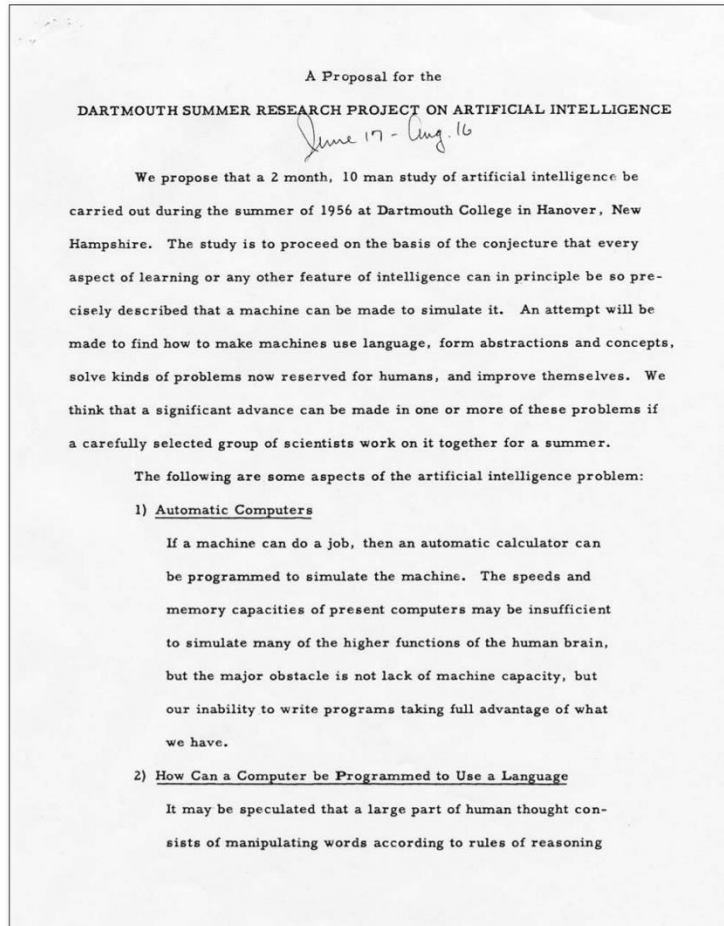
Die Idee: 10 Top-Forscher treffen sich für 2 Monate am Dartmouth College. Gemeinsam wollten sie Programme entwickeln, die wie Menschen denken können.

Herausforderung am Rande:

Nur die Hälfte des beantragten Geldes wurde bewilligt - statt 13.500 Dollar gab's nur 7.500 Dollar (inflationbereinigt heute etwa 80.000 Euro).

Künstliche Intelligenz

Dartmouth Konferenz



Page 1 of the Original Proposal.

Photo courtesy Dartmouth College.

Die Dartmouth-Konferenz 1956: Die Geburtsstunde der KI

Was schiefging auf dieser Konferenz:

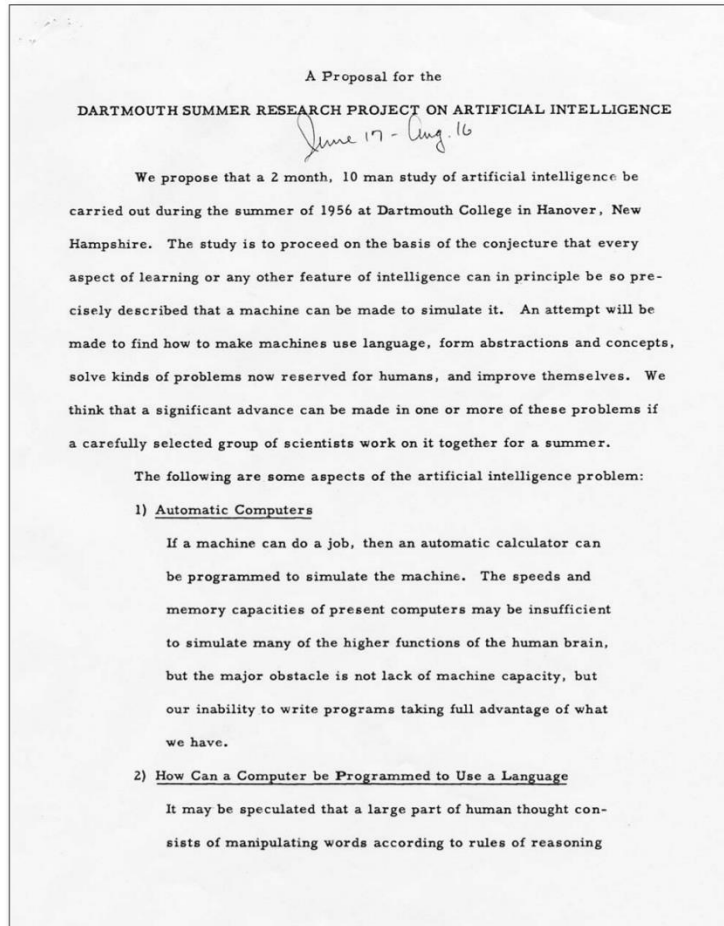
Kennen Sie das von Strategieworkshops? Genau diese Probleme hatte man auch damals:

1. **Jeder kochte sein eigenes Süppchen** - Die Forscher verfolgten ihre eigenen Projekte
2. **Niemand war durchgehend da** - Manche kamen nur für ein paar Tage
3. **Keine gemeinsame Agenda** - Jeder arbeitete an dem, was ihn interessierte

Aber kein Misserfolg stellte sich ein sondern: Manchmal sind die ungeplanten Ergebnisse wichtiger als das ursprüngliche Ziel!

Künstliche Intelligenz

Dartmouth Konferenz



Page 1 of the Original Proposal.

Photo courtesy Dartmouth College.

Die Dartmouth-Konferenz 1956: Die Geburtsstunde der KI

Was wirklich herauskam – die Ergebnisse der Konferenz:

Statt eines funktionierenden KI-Programms bekam die Welt etwas viel Wichtigeres:

Die Geburt eines neuen Wissenschaftszweigs

Zum ersten Mal wurde "Künstliche Intelligenz" als eigenständiges Forschungsgebiet definiert. Das ist, als hätten Sie 1956 gesagt: "Digital Banking wird mal ein eigener Geschäftsbereich!"

Konkrete Durchbrüche:

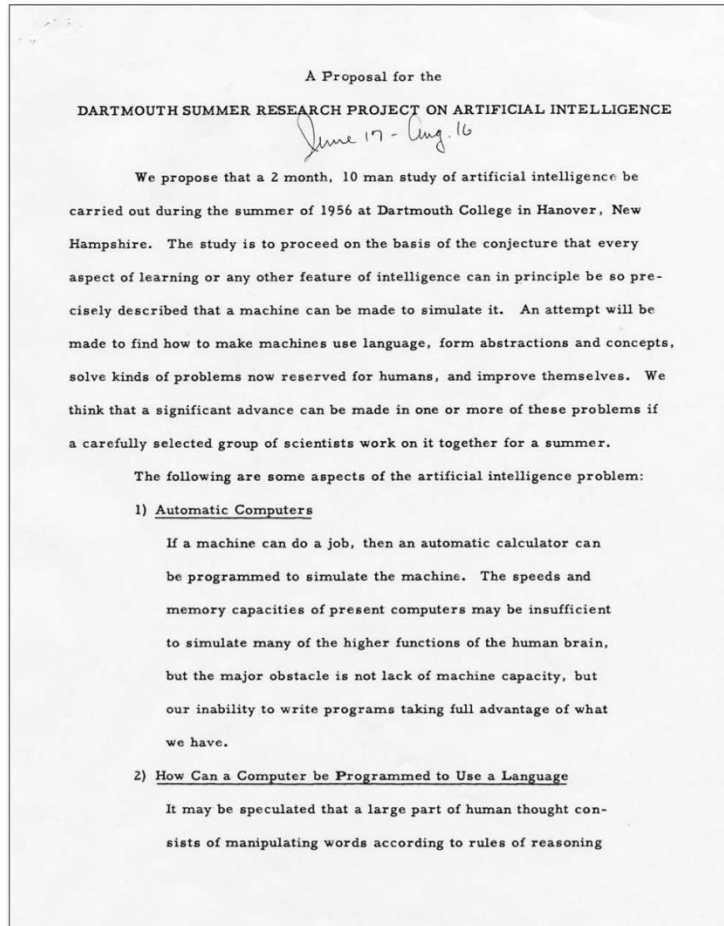
Logic Theorist: Das erste Programm, das mathematische Beweise wie ein Mensch führen konnte

LISP: Eine neue Programmiersprache, die jahrzehntelang DER Standard für KI wurde

Theorembeweiser: Programme, die geometrische Probleme lösen konnten

Künstliche Intelligenz

Dartmouth Konferenz



Page 1 of the Original Proposal.

Photo courtesy Dartmouth College.

Die Dartmouth-Konferenz 1956: Die Geburtsstunde der KI

Die Lehre für heute

Für Sie als Volksbank-Manager:

- Innovation entsteht oft ungeplant
- Das Scheitern am ursprünglichen Ziel kann trotzdem bahnbrechende Ergebnisse bringen
- Manchmal ist es wichtiger, eine Vision zu formulieren als sie sofort umzusetzen

Diese Konferenz war wie der Startschuss für einen Marathon, der bis heute läuft. Die Teilnehmer ahnten nicht, dass ihre "gescheiterte" Konferenz 70 Jahre später zu ChatGPT, selbstfahrenden Autos und KI-Bankberatern führen würde!

Die wichtigste Erkenntnis:

Sie haben den Begriff "Künstliche Intelligenz" geprägt und damit Generationen von Forschern inspiriert. Manchmal ist die größte Innovation, anderen zu zeigen, dass Innovation möglich ist!

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

1956 – Dartmouth Conference – Gründungsmitglieder

John McCarthy

1955 prägte John McCarthy in dem Förderantrag an die Rockefeller Foundation für die Dartmouth Conference in 1956 den Begriff **Künstliche Intelligenz**. Er ist der Erfinder der **Programmiersprache LISP**, eine der ersten Implementierungen einer Logik-orientierten Programmiersprache auf einem Computer. Außerdem war er an der Entwicklung des Alpha-Beta-Algorithmus maßgeblich beteiligt, der entscheidend zur Spielstärke von Schachprogrammen beigetragen hat.

Marvin Minsky

1951 baute Minsky den ersten Simulator des Nervensystems, später schuf er mit seinen visionären, fundierten Arbeiten die Basis für die Erforschung der Möglichkeit zur künstlichen Reproduktion menschlicher Intelligenz. Minsky, der ein ebenso begeisterter Pianist wie Professor war, sah das menschliche Gehirn als Maschine, deren Funktionen studiert und mithilfe eines Computers nachgeahmt werden konnten. Außerdem war er einer der ersten, der optische Scanner und mechanische Hände mit taktilen Sensoren baute.

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

1956 – Dartmouth Conference – Gründungsmitglieder

Claude Shannon

Claude Shannon war einer der ersten Forscher, der das Potenzial einer Sprache entdeckte, die lediglich aus den Symbolen 1 und 0 besteht. Shannon war derjenige, der den Binärcode als Fundament aller Kommunikation entdeckte. Das war die Voraussetzung für die gesamte Revolution im Kommunikationsbereich. Mit seiner Fähigkeit, abstraktes Denken auf einen praktischen Nenner zu bringen, verhalf er dem damals noch jungen Feld der KI auf die Beine: Er erdachte einen der ersten Schachcomputer und eine elektronische Maus, die durch Labyrinth wandern konnte.

Nathaniel Rochester

1955 ging er zu IBM Research und leitete dort eine Gruppe, die sich mit Schaltkreistheorie und verschiedenen Themen Künstlicher Intelligenz befasste, wie Neuronale Netzwerke (die er mit Kollegen auf der IBM 701 und 704 simulierte), Mustererkennung, Automatische Beweissysteme und Spielprogramme (Dame und Schach). Mit seiner Unterstützung konnten John McCarthy (der den Sommer über bei IBM geforscht hatte) und Marvin Minsky 1956 die Dartmouth Conference in Künstlicher Intelligenz durchführen.



Chatbot ELIZA (Joseph Weizenbaum)

Das menschliche Gehirn – ein Neuron – Mathematische Abbildung

Künstliche Intelligenz

Chatbot ELIZA – Joseph Weizenbaum

```
Welcome to

EEEEEE LL      IIII ZZZZZZZ  AAAAA
EE      LL      II       ZZ  AA  AA
EEEEEE LL      II       ZZ  AAAAAA
EE      LL      II       ZZ  AA  AA
EEEEEE LLLLLL IIII  ZZZZZZZ  AA  AA

Eliza is a mock Rogerian psychotherapist.
The original program was described by Joseph Weizenbaum in 1966.
This implementation by Norbert Landsteiner 2005.

ELIZA: Is something troubling you ?
YOU:   Men are all alike.
ELIZA: What is the connection, do you suppose ?
YOU:   They're always bugging us about something or other.
ELIZA: Can you think of a specific example ?
YOU:   Well, my boyfriend made me come here.
ELIZA: Is it important to you that your boyfriend made you come here ?
YOU:   He says I'm depressed much of the time.
ELIZA: I am sorry to hear that you are depressed.
YOU:   It's true. I am unhappy.
ELIZA: Can you explain what made you unhappy ?
YOU:   █
```

ELIZA: Der Therapeut im Computer, der die Welt verblüffte

Was war ELIZA?

Stellen Sie sich vor, es ist 1966 und Sie können zum ersten Mal in der Geschichte mit einem Computer "sprechen" - nicht mit Lochkarten, sondern in normalem Deutsch (bzw. Englisch). Das war ELIZA!

Joseph Weizenbaum vom MIT programmierte einen digitalen Gesprächspartner, der sich wie eine Psychotherapeutin verhielt. Der Name ELIZA stammt übrigens aus dem Musical "My Fair Lady" - wie Eliza Doolittle lernte auch dieser Computer, überzeugend zu "sprechen".

Wie funktionierte ELIZA? Das Prinzip war verblüffend einfach:

Sie: "Ich habe Probleme mit meinem Chef."

ELIZA: "Erzählen Sie mir mehr über Ihre Probleme mit Ihrem Chef."

Sie: "Er hört mir nie zu."

ELIZA: "Warum glauben Sie, dass er Ihnen nie zuhört?"

Künstliche Intelligenz

Chatbot ELIZA – Joseph Weizenbaum


Eliza

Eliza [Weizenbaum, 1966] simuliert einen Humanistischen Psychotherapeuten [Rogers]. Weizenbaums Skript bestand als eines der ersten KI-Programme einen eingeschränkten Turingtest. Der Name Eliza entstammt der gleichnamigen Hauptrolle in Shaws »Pygmalion«.

Um mit Eliza zu sprechen, stellen Sie sich vor, Sie sind unglücklich, ängstlich o. ä. und Eliza ein Therapeut. Eliza ist allerdings nicht besonders intelligent ...

Im Gegensatz zur [englischen Version](#) beherrscht der deutsche Klon auf Grund der schwierigen Wortflexion im Deutschen einen geringeren Wortschatz.

Hinweis: Spaßorientierten Zeitgenossen seien [Sina](#) oder [Tom](#) empfohlen.



Turing-Test: Intelligenztest, in dem der Prüfer (Mensch) nur über ein Terminal ohne Sicht- oder Sprachkontakt den zu Prüfenden (Mensch oder Maschine) befragen kann.

<https://www.med-ai.com/models/eliza.html.de>

Fortsetzung ...

Sie: "Das erinnert mich an meinen Vater."

ELIZA: "Erzählen Sie mir mehr über Ihre Familie."

Der geniale Trick

ELIZA verstand kein einziges Wort! Das Programm funktionierte wie ein geschickter Zaubertrick:

- **Schlüsselwörter erkennen** (Chef, Vater, Problem)
- **Umformulieren** der Eingabe als Frage
- **Standardantworten** bei Unklarheiten ("Können Sie das genauer erklären?")

Das ist, als würde Ihr Bankberater-Trainee nur drei Sätze können:

- "Erzählen Sie mir mehr über Ihre finanzielle Situation"
- "Warum ist Ihnen das wichtig?"
- "Interessant, was noch?"

Der ELIZA-Effekt: Die große Täuschung

... Fortsetzung nächste Folie

Künstliche Intelligenz

Chatbot ELIZA – Joseph Weizenbaum



Joseph Weizenbaum acts out "Eliza" at a computer with printing output, photograph, 1966.

Fortsetzung ...:

Das Erstaunliche passierte:

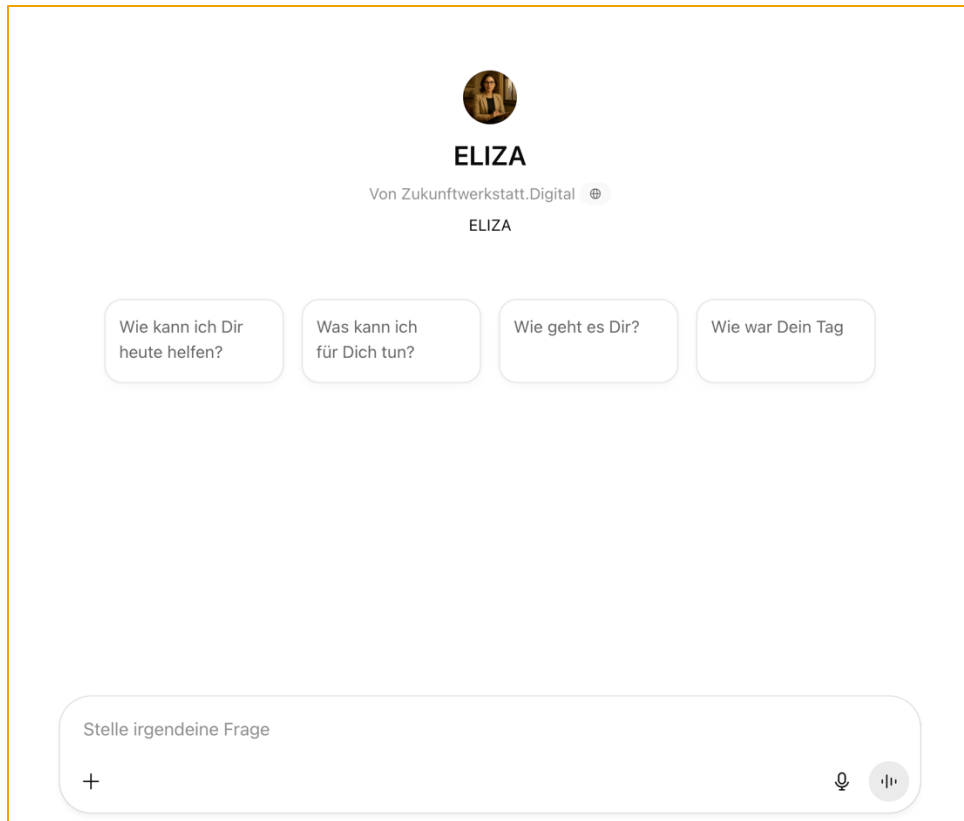
Menschen öffneten sich ELIZA wie einem echten Therapeuten! Sie erzählten intime Details, weinten sogar vor dem Computer. Weizenbaums eigene Sekretärin bat ihn, den Raum zu verlassen, damit sie "privat" mit ELIZA sprechen konnte.

Warum funktionierte das?

- **Wir wollen verstanden werden** - Menschen interpretieren in neutrale Fragen ihre eigenen Bedürfnisse hinein
- **Der Computer urteilt nicht** - Anders als Menschen hat ELIZA keine Vorurteile
- **Aktives Zuhören** - ELIZA "hörte" immer zu und unterbrach nie

Künstliche Intelligenz

Chatbot ELIZA – Joseph Weizenbaum



Banking-Parallele

Stellen Sie sich vor, Ihr Online-Banking hätte 1966 schon einen Chat:

Kunde: "Ich verstehe meine Kontoauszüge nicht."

Bank-ELIZA: "Was genau verstehen Sie an Ihren Kontoauszügen nicht?"

Kunde: "Diese ganzen Abkürzungen verwirren mich."

Bank-ELIZA: "Welche Abkürzungen verwirren Sie besonders?"

Plötzlich fühlt sich der Kunde verstanden und ernst genommen!

Weizenbaums Schock

Der Programmierer war entsetzt über die Reaktionen. Er hatte zeigen wollen, wie oberflächlich Computer-Kommunikation ist. Stattdessen glaubten Menschen, sie hätten eine Beziehung zu seiner Software aufgebaut!

Seine Warnung:

"Mein Programm zeigt, wie leicht Menschen zu täuschen sind. Wir dürfen menschliche Beziehungen nicht durch Maschinen ersetzen!"

Künstliche Intelligenz

Chatbot ELIZA – Joseph Weizenbaum



Was lernen wir daraus?

- **Menschen suchen Verbindung** - Selbst bei Maschinen
- **Einfache Tricks funktionieren** - Man muss nicht alles verstehen, um hilfreich zu wirken
- **Die Gefahr der Täuschung** - Transparenz ist wichtig ("Sie sprechen mit einem Computer")

Für Ihre Volksbank heute:

- KI-Chatbots nutzen ähnliche, aber viel ausgefeilter Prinzipien
- Der "ELIZA-Effekt" zeigt: Kunden wollen sich verstanden fühlen
- Wichtig ist Ehrlichkeit: Kunden sollten wissen, wann sie mit KI sprechen

ELIZA war der Urahn aller Chatbots - von den nervigen Telefon-Computern bis zu ChatGPT. Die Lektion von 1966 gilt noch heute: Technologie kann menschliche Interaktion nachahmen, aber wir müssen verantwortungsvoll damit umgehen.

KI-Winter

Die 1970er Jahre ...

Meilensteine der KI

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

1970er Jahre – der erste „KI-Winter“

1969:

Marvin Minsky und Seymour Papert zeigen Grenzen der KI-Entwicklung auf und beweisen, dass **Rosenblatts Perzeptron** nur sehr einfache Entscheidungen treffen kann. Ihre und weitere nachfolgende und zurückhaltende Veröffentlichung über die zukünftige Entwicklung von KI (u.a. Mathematiker Lighthill) - leiteten eine Phase der Ernüchterung in der KI-Forschung ein:

Projekte werden gestoppt, Gelder gekürzt.

In der Geschichte der künstlichen Intelligenz werden Phasen als **KI-Winter** bezeichnet, in denen öffentliche und private Forschungsförderung, Start-up-Finanzierung und Investitionen in die Künstliche Intelligenz (KI) stark zurückgehen.

Dies geht einher mit einem geringen Fortschritt des Fachs, jedenfalls gegenüber den vorher erweckten (überzogenen) Erwartungen.

Insofern ist der KI-Winter ein Beispiel für das „Tal der Enttäuschungen“ im Hype-Zyklus. Hohe mediale Aufmerksamkeit in Kombination mit oftmals vagen und wenig trennscharfen Definitionen von Künstlicher Intelligenz können als potenzielle Ursache von den oftmals kursierenden überzogenen Erwartungen an KI-Technologien betrachtet werden.



1970er Jahre ...

Trotz KI-Winter – bemerkenswerte Entwicklungen im Überblick

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“



... die 1970er Jahre



In den 1970er Jahren wurde an der Waseda-Universität in Japan der erste anthropomorphe (menschliche) Roboter, **WABOT-1**, entwickelt.

In diesem Jahrzehnt gab es auch Herausforderungen im Bereich der künstlichen Intelligenz, u. a. einen Rückgang der staatlichen Unterstützung für die Forschung.

1973 gab **James Lighthill**, ein angewandter Mathematiker, bekannt, dass keine der Entdeckungen im Bereich der KI die erwartete Wirkung gezeigt hatte, woraufhin die britische Regierung ihre Unterstützung für die KI-Forschung erheblich einschränkte.

1977 begann das ikonische Vermächtnis von Star Wars mit C-3PO und R2-D2, zwei humanoiden Robotern, die durch elektronische Pieptöne interagierten.

1979 durchquerte der **Stanford Cart**, ein ferngesteuerter, mit einem Fernseher ausgestatteter mobiler Roboter, einen mit Stühlen gefüllten Raum ohne menschliches Zutun und war damit eines der **ersten Beispiele für autonome Fahrzeuge**.

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“



... die 1970er Jahre



Zu den weiteren bemerkenswerten Fortschritten in den 50er bis 70er Jahren gehört die Entwicklung des **General Problem Solver**, eines KI-Programms, das ein breites Spektrum von Problemen lösen konnte, durch **Allen Newell** und **Herbert Simon** im Jahr 1957.

Im selben Jahr wurde das **erste maschinelle Übersetzungssystem**, das Georgetown-IBM-Experiment, vorgestellt.

Im Jahr 1963 wurde das erste bekannte **computerbasierte Spracherkennungssystem**, die **IBM Shoebox**, entwickelt, und 1969 wurde das erste Computernetzwerk, das ARPANET, eingerichtet, das den Weg für das Internet ebnete.

Der **erste autonome mobile Roboter**, **Dschingis**, wurde ebenfalls 1969 von Victor Scheinman an der Stanford University entwickelt.

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“



... die 1970er Jahre



Zusammenfassung der 70er Jahre:

- Fortschritte im Zusammenhang mit Automaten und Robotern
- Die Regierung kürzt die Unterstützung für die KI-Forschung
- Der erste anthropomorphe Roboter, WABOT-1, wurde in Japan entwickelt
- Die Fortschritte in der KI-Forschung gehen zurück, was zu einer Verringerung der staatlichen Unterstützung führt
- Der Film „Star Wars“ zeigt den humanoiden Roboter C-3PO und den Astromech-Droiden R2-D2

Deep Learning I

Die 1980er Jahre ...

Meilensteine der KI

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

Epoche 3: 1980er Jahre – Deep Learning Revolution (Backpropagation, ...)

1982:

Stuart Dreyfus verwendete 1973 die sogenannte **Backpropagation**, um Parameter von Steuersystemen proportional zu ihren Fehlergradienten zu adjustieren.

Paul Werbos erwähnte 1974 die Möglichkeit, dieses Prinzip auf künstliche neuronale Netze anzuwenden, und im Jahre 1982 tat er dies auf die heute weit verbreitete Art und Weise.

1986:

1986 zeigten **David E. Rumelhart, Geoffrey E. Hinton und Ronald J. Williams** durch Experimente, dass die Methode der Backpropagation zu nützlichen internen Repräsentationen von Eingabedaten in tieferen Schichten neuronaler Netze führen kann, was die Grundlage von Deep Learning ist.

Mehrschichtige neuronale Netze/ Netzwerke (RNN – Recurrent Neural Networks) sind die Basis der **Deep Learning Revolution**.



RNN, Backpropagation, ...

Die Deep Learning Revolution

Künstliche Intelligenz

Deep Learning Revolution

„Tiefe“ Neuronale Netze (RNNs), Backpropagation, Reinforcement Learning

Die Entwicklung der Backpropagation: Wie Computer das Lernen lernten

Was ist Backpropagation? Stellen Sie sich vor, Sie lernen Dart spielen. Nach jedem Wurf sehen Sie, wie weit Sie vom Ziel entfernt sind. Diese Information nutzen Sie, um Ihre Wurftechnik anzupassen - Winkel, Kraft, Haltung. Genau dieses Prinzip macht Backpropagation für Computer möglich: aus Fehlern lernen und sich systematisch verbessern.

Die Anfänge (1973): Stuart Dreyfus wandte dieses Prinzip zuerst auf Steuersysteme an. Denken Sie an einen Thermostat: Ist es zu kalt, heizt er mehr. Ist es zu warm, heizt er weniger. Dreyfus entwickelte eine Methode, bei der das System nicht nur reagiert, sondern berechnet, wie stark es seine Einstellungen ändern muss - proportional zum Fehler.

Die Vision (1974): Paul Werbos hatte eine revolutionäre Idee: Was, wenn man dieses Prinzip auf künstliche neuronale Netze anwenden könnte? Ein neuronales Netz funktioniert wie ein vereinfachtes Gehirn mit vielen verbundenen Knotenpunkten. Werbos erkannte, dass man jedem dieser Knotenpunkte beibringen könnte, aus Fehlern zu lernen.

Künstliche Intelligenz

Deep Learning Revolution

„Tiefe“ Neuronale Netze (RNNs), Backpropagation, Reinforcement Learning

Die Entwicklung der Backpropagation: Wie Computer das Lernen lernten

Die Umsetzung (1982): Werbos setzte seine Idee in die Praxis um. Sein System funktionierte wie eine Kette von Entscheidungen:

Schritt 1: Das System macht eine Vorhersage

Schritt 2: Es vergleicht diese mit dem tatsächlichen Ergebnis

Schritt 3: Der Fehler wird rückwärts durch alle Entscheidungsebenen geleitet

Schritt 4: Jede Ebene passt sich proportional zu ihrem Fehleranteil an

Der Durchbruch (1986): Rumelhart, Hinton und Williams Diese drei Forscher bewiesen etwas Erstaunliches: Wenn man Backpropagation in tiefen neuronalen Netzen (mit vielen Schichten) anwendet, entwickelt das System automatisch sinnvolle interne Konzepte.

Künstliche Intelligenz

Deep Learning Revolution

„Tiefe“ Neuronale Netze (RNNs), Backpropagation, Reinforcement Learning

Die Entwicklung der Backpropagation: Wie Computer das Lernen lernten

Das in den 80er Jahren von den Informatikern David Rumelhart, Geoffrey Hinton und Ronald Williams veröffentlichte Verfahren der Backpropagation oder Fehlerrückführung (auch Rückpropagation) löste phasenweise das Problem des Erlernens bei neuronalen Netzen.

Unter Verwendung der Kettenregel zur Berechnung des Gradienten können Diskrepanzen zwischen dem Ausgabewert und dem wahren Wert über die Regression der Gradienten auf die Gewichte der Schichten zurückgeführt werden, wodurch die Funktionen in jeder Schicht in ähnlicher Weise wie ein Perzeptron trainiert werden können.

Dies ist die erste Arbeit von historischer Bedeutung von Geoffrey Hinton.

Zitat:

„Wir hatten nicht vor, ein Modell zu bauen, um die Funktionsweise des Großhirns zu simulieren. Wir haben das Großhirn beobachtet und dachten uns dabei, da ja die Arbeitsweise des Großhirns umsetzbar ist, und dass wir, wenn wir ein paar andere machbare Modelle schaffen wollen, uns vom Großhirn inspirieren lassen sollten.“

Die Simulation der Backpropagation entspricht tatsächlich dem Feedback-Mechanismus des Gehirns.

Künstliche Intelligenz

Deep Learning Revolution



„Tiefe“ Neuronale Netze (RNNs), Backpropagation, Reinforcement Learning



Die Entwicklung der Backpropagation: Wie Computer das Lernen lernten

Ein Alltagsbeispiel:

Wenn Sie einem Kind beibringen, Tiere zu erkennen, lernt es nicht nur "Das ist ein Hund". Es entwickelt Konzepte wie "hat vier Beine", "hat Fell", "bellt". Das Kind nutzt diese Zwischenkonzepte, um neue Tiere zu verstehen.

Genau das passiert in tiefen neuronalen Netzen: Die mittleren Schichten entwickeln automatisch nützliche Zwischenkonzepte - ohne dass Menschen diese programmieren müssen. Diese Entdeckung wurde zur Grundlage des Deep Learning, der Technologie hinter heutigen KI-Systemen.

Warum ist das revolutionär? Vor Backpropagation mussten Programmierer jede Regel manuell eingeben. Mit Backpropagation lernen Computer selbstständig aus Beispielen - genau wie Menschen. Das war der Beginn einer neuen Ära der Künstlichen Intelligenz.

KI-Winter

Der „zweite“ KI-Winter Ende der 1980er

Meilensteine der KI

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

Der “zweite” KI-Winter Ende der 1980er Jahre

1980er:

Nach einem kurzen Aufschwung in den 1980er Jahren, getragen von Expertensystemen und regelbasierter KI, folgte ein erneuter und sogar schwerwiegenderer Rückgang. Expertensysteme, die das Wissen von Spezialisten in Regelwerken bündelten und in eng abgegrenzten Bereichen erfolgreich waren, stießen an ihre Grenzen.

Sie erwiesen sich als zu komplex, schwer skalierbar und anpassungsfähig an neue Probleme. Der Aufbau und die Pflege der Wissensbasis waren enorm aufwendig. Die Nichterfüllung der hohen Erwartungen führte zu einem Vertrauensverlust und einem Einbruch der Finanzierung, was viele KI-Firmen in den Bankrott trieb.

Das Scheitern des japanischen „**Computerprojekts der 5. Generation**“ von 1981, das innovative Computer mit parallelen Berechnungen und logischer Programmierung entwickeln sollte, trug ebenfalls zur Ernüchterung bei. Die Ziele erwiesen sich als zu ehrgeizig und die Erwartungen als unrealistisch hoch.

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

Der “zweite” KI-Winter Ende der 1980er Jahre

1980er:

Die KI-Winter waren nicht nur Perioden des Rückgangs, sondern auch kritische Lernphasen, die die Forschung dazu zwangen, ihre Ansätze zu überdenken und realistischere Ziele zu setzen.

Die wiederkehrenden Zyklen von Hype und Ernüchterung, die in den Forschungsmaterialien beschrieben werden, verdeutlichen, dass der Fortschritt in der KI nicht linear verläuft.

Die Kritiken (ALPAC, Minsky/Papert, Lighthill) und die Finanzierungskürzungen (Mansfield Amendment) wirkten als Korrekturmechanismen, die das Feld dazu zwangen, sich seinen Limitationen zu stellen.

Diese schmerzhafteste Selbstreflexion, obwohl sie zu reduzierten Mitteln führte, legte den Grundstein für zukünftige, robustere Ansätze, indem sie aufzeigte, was nicht funktionierte und warum. Dies beweist, dass der Fortschritt iterativ und adaptiv ist, nicht einfach nur eine stetige Aufwärtsbewegung.




Ende der 1980er Jahre ... 1990 ...


Trotz zweiter KI-Winter – bemerkenswerte Entwicklungen im Überblick

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“



KI-Entwicklungen in den 1980er und 1990er Jahren



Die 1980er Jahre markierten einen Wendepunkt in der Geschichte der Entwicklung künstlicher Intelligenz (KI). In diesem Jahrzehnt gab es zwar einige bedeutende Fortschritte auf diesem Gebiet, aber es war auch durch eine Periode geringen Interesses und geringer Finanzierung gekennzeichnet, die als „KI-Winter“ bekannt wurde. Dennoch gab es in diesem Jahrzehnt bspw. folgende Entwicklungen, die zur Gestaltung der Zukunft der KI beitrugen.


Im Jahr 1980 entwickelte die Waseda-Universität in Japan den WABOT-2, einen humanoiden Roboter, der mit Menschen interagieren und Musik auf einer elektronischen Orgel spielen konnte. Der Roboter war ein wichtiger Meilenstein in diesem Bereich, da er das Potenzial der KI demonstrierte, Maschinen in die Lage zu versetzen, menschenähnliches Verhalten und Kognition zu simulieren.

Das japanische Ministerium für internationalen Handel und Industrie investierte im Laufe des Jahrzehnts erheblich in die KI und stellte 1981 850 Millionen Dollar für das Computerprojekt der fünften Generation bereit.


Ziel des Projekts war die Entwicklung von Computern, die wie Menschen interagieren, Sprachen übersetzen, Bilder interpretieren und Analysen durchführen konnten. Das ehrgeizige Projekt wurde als Reaktion auf die wachsende Bedrohung durch japanische Konkurrenten im Bereich der KI gesehen.

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“



KI-Entwicklungen in den 1980er und 1990er Jahren




Die Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) warnte 1984 vor dem bevorstehenden KI-Winter, eine Vorhersage, die sich innerhalb der nächsten drei Jahre als richtig erwies.


Trotz dessen gab es auch von einigen bemerkenswerten Erfolge auf diesem Gebiet. Im Jahr 1986 wurde unter der Leitung von Ernst Dickmanns das erste fahrerlose Auto, ein Mercedes-Benz Transporter, entwickelt. Das Auto war mit Sensoren und Kameras ausgestattet, die es ihm ermöglichten, ohne menschliches Zutun durch die Straßen zu fahren – ein wichtiger Meilenstein auf dem Gebiet der KI.

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“



KI-Entwicklungen in den 1980er und 1990er Jahren



Zusammenfassung „KI in den 1980er Jahren“:

- Der KI-Winter, eine Periode geringen Interesses und geringer finanzieller Mittel im Bereich der KI, begann sich abzuzeichnen.
- WABOT-2, ein humanoider Roboter, der mit Menschen interagieren und Musik abspielen kann, wurde an der Waseda-Universität entwickelt.
- Das japanische Ministerium für internationalen Handel und Industrie stellte 850 Millionen Dollar für das Projekt Fifth Generation Computer zur Verfügung, das darauf abzielte, Computer zu entwickeln, die wie Menschen interagieren, Sprachen übersetzen, Bilder interpretieren und Analysen durchführen konnten.
- Die Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) warnte vor dem bevorstehenden KI-Winter, was sich innerhalb der nächsten drei Jahre bewahrheitete.
- Das erste fahrerlose Auto, ein Mercedes-Benz Transporter, wurde unter der Leitung von Ernst Dickmanns entwickelt.

Deep Learning II

Die 1990er Jahre ...

Meilensteine der KI

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

Epoche 3: Deep Learning Revolution – Fortsetzung nach dem zweiten KI-Winter

1990er:

In den 1990er Jahren erfanden **Dave Hampton und Caleb Chung** auch **Furby**, den ersten Spielzeugroboter für den Hausgebrauch oder als Haustier. Furby war eine bedeutende Innovation auf dem Gebiet der Robotik und eröffnete neue Möglichkeiten für interaktive und ansprechende Mensch-Maschine-Erlebnisse. Der Erfolg von Furby ebnete den Weg für die Entwicklung von fortschrittlicheren Robotersystemen, darunter persönliche Assistenten, Haussicherheitssysteme und Unterhaltungsgeräte.

1997:

Sepp Hochreiter und Jürgen Schmidhuber präsentierten 1997 der Öffentlichkeit „LSTM – Long short-termin Memory“. **Long short-term memory (LSTM)** oder "**langes Kurzzeitgedächtnis**" ist eine Technik, die stark zur Verbesserung der Entwicklung von künstlicher Intelligenz (KI) beigetragen hat.

Eine neue Architektur, die auf RNNs aufbaut, ermöglicht es, dass Maschinen sich Informationen über längere Zeit merken können. Das wiederum ermöglicht es, komplexe Zusammenhänge in zeitabhängigen Daten wie Sprache oder Musik besser zu verstehen und zu verarbeiten.

1997:

Deep Blue's Schachcomputer von IBM schrieb 1997 Geschichte:

Er war das erste System, das gegen einen amtierenden Schachweltmeister gewann. Diese Leistung war ein bedeutender Meilenstein auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz und zeigte das Potenzial intelligenter Systeme, sich mit menschlichen Experten in komplexen Spielen und anderen Anwendungen zu messen.

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

Epoche 3: Deep Learning Revolution – Fortsetzung nach dem zweiten KI-Winter

1998:

1998 wurde der humanoide Roboter „**Kismet**“ von MIT-Professorin Cynthia Breazeal gebaut. Es handelt sich um einen Roboter, der über sein Gesicht Emotionen erkennen und simulieren kann. Der Roboter wurde wie ein menschliches Gesicht gebaut und mit Augen, Lippen, Augenlidern und Augenbrauen ausgestattet.

2004:

Im Jahr 2004 gelang es den NASA-Rovern Spirit und Opportunity, die Marsoberfläche ohne menschliches Zutun zu erkunden. Im selben Jahr kam der Science-Fiction-Film I, Robot in die Kinos, wo humanoide Roboter der Menschheit im Jahr 2035 dienen.

2009:

Im Jahr 2009 begann Google mit dem heimlichen Bau eines fahrerlosen Autos, das 2014 den Selbstfahrertest in Nevada bestand.

2010:

Im Jahr 2010 brachte Microsoft Kinect für die Xbox 360 auf den Markt, das erste Spielgerät, das die Bewegungen des menschlichen Körpers mithilfe einer 3D-Kamera und einer Infraroterkennung verfolgen konnte. Dieses Gerät ebnete den Weg für fortschrittlichere Technologien zur Gestenerkennung in Spielen.

2011:

Im Jahr 2011 besiegte Watson von IBM, ein Computer, der Fragen in natürlicher Sprache beantwortet, die beiden ehemaligen Jeopardy!-Champions Ken Jennings und Brad Rutter in einem im Fernsehen übertragenen Spiel. Dies war ein wichtiger Meilenstein in der Entwicklung der KI und zeigte ihr Potenzial zur Lösung komplexer Probleme.

Daten, GPUs, ...

**Die 2000er – Verfügbarkeit von Daten, Rechenleistung
und Algorithmen ermöglichen die nächste KI-Revolution**

Meilensteine der KI

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

Epoche 4: Sprachassistenten, GPUs, CNNs, GANs, ... Transformer

2011:

Apple veröffentlicht **Siri**, einen sprachgesteuerten persönlichen Assistenten für iOS-Geräte.

2012:

CNN – Convolutional Neural Networks:

Maschinen können Bilder erkennen und klassifizieren. Das Netzwerk AlexNet setzt Maßstäbe und gewinnt den ImageNet-Wettbewerb für Deep Learning und Objekterkennung.

2014:

GAN – Generative Adversarial Networks

Auf dem Heimweg aus einer Kneipe erfindet der US-Informatiker Ian Goodfellow den Ansatz eines Wettbewerbs konkurrierender Netzwerke, die sich gegenseitig verbessern und für realistischere Bilder, Videos oder Musik sorgen.

2014:

Microsoft veröffentlicht **Cortana**, eine virtuelle Assistentin ähnlich wie Apples Siri. Im selben Jahr brachte **Amazon Alexa** auf den Markt, einen Heimassistenten, der sich zu intelligenten Lautsprechern weiterentwickelt und als persönlicher Assistent fungiert.

2016:

Google DeepMinds Alpha Go:

Im komplexesten Strategiespiel der Welt, Go, wird der amtierende Weltmeister von einer KI besiegt – eine Demonstration der Leistungsfähigkeit von RL mit Deep Learning. Google kaufte 2014 die Firma DeepMinds aus UK.



Historie und Zukunft KI – Kontinuität Forschung

Ilya Sutskever (Ex-Mitarbeiter OpenAI) und Doktorvater Geoffrey Hinton (Neuronale Netze)

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

Jahr 2012 – Convolutional Neural Networks (Beispiel AlexNet)

AlexNet ist eine Convolutional-Neural-Network-Architektur, die für Bildklassifizierungsaufgaben entwickelt wurde. Sie gilt als erste Anwendung von Deep Convolutional Networks, Leistungen zeigte. Bei der ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge erreichte sie im Jahr 2012 Platz 1 und war damit mehr als 10 % besser als der zweitplatzierte Algorithmus.

Alexnet wurde 2012 von Alex Krizhevsky in Zusammenarbeit mit **Ilya Sutskever** und seinem Doktorvater **Geoffrey Hinton** an der University of Toronto entwickelt. Es hat 60 Millionen Parameter und 650.000 Neuronen. AlexNet zeigte, dass die Tiefe des Modells für seine hohe Leistung unerlässlich war; diese war zwar rechenintensiv, was aber durch die Nutzung von Grafikprozessoren (GPUs) während des Trainings handhabbar wurde. Der Erfolg von **AlexNet** wurde durch die Konvergenz dreier Entwicklungen möglich, die in den zehn Jahren zuvor gereift waren:

Die Verfügbarkeit großer gelabelter Datensätze, die Verfügbarkeit von GPU-Computing und verbesserte Trainingsmethoden für tiefe neuronale Netze.

ImageNet bot ab 2009 Daten, die für das Training tiefer Modelle für eine breite Palette von Objektkategorien erforderlich waren und Fortschritte in der GPU-Programmierung durch die im Jahr 2007 eingeführte CUDA-Plattform von Nvidia erlaubten das Training großer Modelle. Zusammen mit algorithmischen Verbesserungen ermöglichten diese Faktoren AlexNet, eine hohe Leistung bei großen Benchmarks der visuellen Erkennung zu erzielen.

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

AlexNet: Geoffrey Hinton und Ilya Sutskever

Geoffrey Hinton: wurde für seine Beiträge im Bereich künstlicher Neuroner Netzwerke im Jahr 2024 mit dem Nobelpreis geehrt und war der Doktorvater von **Ilya Sutskever**, gemeinsam arbeitete man im Rahmen von AlexNet zusammen.

Sutskever arbeitet im Bereich der künstlichen Intelligenz in den Bereichen Maschinelles Lernen, künstliche neuronale Netze, Deep Learning, Backpropagation, Generativer vortrainierter Transformer, Bestärkendes Lernen und KI-Ausrichtung.

An der University of Toronto war er zusammen mit seinem Doktorvater **Geoffrey Hinton** an der Entwicklung des neuronalen Netzes AlexNet beteiligt, welches einen ImageNet-Wettbewerb mit der niedrigsten Fehlerrate bei Objekterkennungen in hochauflösenden Bildern gewann. Das dafür verwendete faltende neuronale Netz war optimal in mehreren Schichten strukturiert, um die damals besten Ergebnisse bei Objekterkennungen zu erzielen. *AlexNet* wird als Durchbruch zur späteren Weiterentwicklung von Deep Learning betrachtet.

Dieses Beispiel zeigt die „Verkettung“ des Wissens aus den Grundlagenforschungen der 50er Jahre bis in die aktuelle Zeit hinein, über die jeweils handelnden Personen.

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

AlexNet: Geoffrey Hinton und Ilya Sutskever, ... LSTM (Hochreiter u. Schmidhuber)

Ilya Sutskever:

Bekannt wurde Sutskever neben der Zusammenarbeit mit Geoffrey Hinton bei AlexNet durch Arbeiten bei Google, wobei ein neues neuronales Netzmodell zur Erzeugung von natürlich empfundenen Textformulierungen und für Textübersetzungen geschaffen wurde.

Die verwendete Technik trägt die Bezeichnung *Sequence-to-Sequence Learning with Attention*.

Als Teil dieser Methode werden mehrschichtige **Long short-term memory (LSTM)** verwendet (diese Technologie wurde zuvor von Hochreiter und Schmidhuber ja veröffentlicht).

Diese Lösung ergab gegenüber anderen Techniken deutlich verbesserte Resultat. Ferner war Ilya Sutskever auch beteiligt an der öffentlich zugänglichen Sammlung von Modellen und Software für maschinelles Lernen *TensorFlow* und dem von der Firma DeepMind entwickelten GO-Computer AlphaGo.

Sutskever ist einer der Mitgründer Unternehmens OpenAI im Jahr 2015 und war bis zu seinem Rücktritt 2024 *Chief Scientist*. Unter seiner Oberleitung haben Teams von OpenAI eine Reihe von erfolgreichen Produkten entwickelt, so *OpenAI Gym*, *OpenAI Five*, *GPT-2*, *-3*, *-4* (*Generative Pretrained Transformers*), *DALL-E*, *Clip*, *Whisper* und *ChatGPT*, welcher 2023 multimodal weiterentwickelt wird.



KI-Bots, Roboter, ...

Bemerkenswertes

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

Chatbots, Roboter, ...

2016:

Im Jahr 2016 entwickelte **Hanson Robotics** den **humanoiden Roboter Sophia**, während Google seinen intelligenten Lautsprecher Google Home auf den Markt brachte.

Sophia soll der erste „Roboterbürger“ sein, der sehen, Mimik machen und über KI kommunizieren kann. Im selben Jahr trainierte das KI-Forschungslabor von Facebook zwei Chatbots, die mit Hilfe von maschinellem Lernen verhandeln konnten und ihre eigene Kommunikationssprache entwickelten, was die Notwendigkeit eines besseren Verständnisses von KI deutlich machte.

Ein bemerkenswertes Ereignis in diesem Zeitraum war das Auftauchen von Tay, einem Twitter-Bot, der 2016 von Microsoft entwickelt wurde. Tay war ein Chatbot, der mithilfe von maschinellem Lernen aus Nutzerinteraktionen und Tweets lernte.

Doch schon einen Tag nach seiner Veröffentlichung begann Tay rassistische, sexistische und hasserfüllte Tweets zu verbreiten. Es wurde deutlich, dass Tay nicht nur aus freundlichen Interaktionen, sondern auch aus hasserfüllten und beleidigenden Tweets gelernt hatte. Einige Nutzer hatten absichtlich versucht, Tay in einen digitalen Hitler zu verwandeln. Dieser Vorfall hat gezeigt, dass KI für schädliche Zwecke manipuliert werden kann, und die Notwendigkeit einer strengeren Regulierung der KI-Entwicklung und -Nutzung verdeutlicht.

Transformer Ära

„Attention is all you need!“

Meilensteine der KI

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“

Epoche 5: 2017 bis heute – Transformer und GPT's

2017:

„Attention is all you need“ || Transformer-Architektur (das T in ChatGPT)

Selbstaufmerksamkeit als bahnbrechende Idee des **Google- Mitarbeiters Ashish Vaswani** und Kollegen (»Attention is all you need«): Nicht der Reihe nach, sondern gleichzeitig werden Informationen betrachtet und dabei gewichtet. Jahrzehnte hatte man an solchen Ansätzen geforscht. Paper: <https://arxiv.org/pdf/1706.03762>

2020:


„Diffusions-Modelle“

Eine neue Klasse von Modellen, die durch schrittweise Umkehrung eines Zufallsprozesses besonders realistische Bilder, Videos oder Musik erzeugen können. Sie sind die Grundlage für Anwendungen zur Bildgenerierung wie Midjourney, DALL- E oder Stable Diffusion.


Diffusionsmodelle sind eine besondere Klasse von Algorithmen im Bereich des maschinellen Lernens und werden vor allem in der Bild- und Sprachverarbeitung eingesetzt. Sie gehören zu den generativen Modellen, deren Hauptziel es ist, neue Daten zu erzeugen, die den Trainingsdaten möglichst ähnlich sehen. Stell dir ein Diffusionsmodell wie einen Künstler vor, der Schritt für Schritt aus einem Rauschen ein klares Bild entwickelt. Der zentrale Gedanke hinter Diffusionsmodellen ist die Simulation eines Rauschprozesses in zwei Richtungen: zum einen das Hinzufügen und zum anderen das Entfernen von Rauschen. In der Trainingsphase wird einem Bild schrittweise Rauschen hinzugefügt, bis das Bild nur noch aus zufälligem Rauschen besteht. Das Modell lernt dann, diesen Rauschprozess umzukehren und das Bild wiederherzustellen.

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“



Epoche 5: 2017 bis heute – Transformer und GPT's



2022:

„ChatGPT von OpenAI“

Im November präsentiert OpenAI ChatGPT, und die Welt ist beeindruckt, wo das jetzt auf einmal herkommt.

2025:

KI-Marktplatz

Umfangreicher Marktplatz und Angebot an KI-Produkten und KI-Lösungen, angefangen bei den TOP-Unternehmen wie OpenAI, Microsoft, Google, Meta, Apple, Amazon, X, Alibaba, Tencent, ... und neuen Playern wie Anthropic, Mistral, ... bis hin zu unbekannten StartUps. Täglich und wöchentliche News zu neuen Funktionen, neuen Lösungen, „bahnbrechenden“ Unternehmen.



Trends in den nächsten Jahren

Entwicklungsschritte

Künstliche Intelligenz

Überblick: „70 Jahre KI-Entwicklung“



Epoche 6: Deep Learning Weiterentwicklung



Optimierung, Verfeinerung und Neuentwicklung von Algorithmen:

Infolge einer großen Menge von neuen Forschungsergebnissen werden zunehmend mehr Algorithmen in verschiedenen Produkten eingesetzt.

Einige kleinere Unternehmen entwickeln nach und nach kleine KI-Anwendungsprogramme (sogenannte Mini-KI-Services) für die Nutzung von KI bei der Bildgenerierung, für Sprachassistenten, bei der Textgenerierung, bei der Videoproduktion und bei der Produktion von Musik.

Großunternehmen wetteifern untereinander darum, wer in diesem vielversprechenden Feld des Deep Learnings die Führungsposition besetzen kann.

Die Internetriesen Google, Meta, Microsoft, Apple, Amazon, ... haben alle bereits Entwicklungszentren für Deep Learning gegründet.

Die chinesischen Internetunternehmen Baidu, Alibaba, Tencent, JD.com und ByteDance haben ebenfalls jeweils ihre eigenen Forschungszentren für das Deep Learning aufgebaut. Kontinuierlich tauchen neue KI-Unicorns am Horizont auf, die in diversen Nischen wachsen und an Bedeutung gewinnen.



Spiele (Brettspiele, ...) und KI

Tic-Tac-Toe, Dame, Schach, Go ...

Künstliche Intelligenz

Spiele (Brettspiele, ...) und KI

Die **Geschichte der Künstlichen Intelligenz** ist untrennbar mit dem Bestreben verbunden, Maschinen zu entwickeln, die in komplexen kognitiven Aufgaben mit Menschen konkurrieren oder diese sogar übertreffen können.

Spiele haben dabei seit jeher eine zentrale Rolle als Testumgebung und Benchmark für KI-Systeme gespielt. Von den einfachsten Brettspielen bis hin zu komplexen Echtzeit-Strategiespielen haben KI-Systeme in den letzten Jahrzehnten eine bemerkenswerte Entwicklung durchlaufen und dabei wiederholt die weltbesten menschlichen Spieler besiegt.

Diese Siege sind mehr als nur **technische Demonstrationen** – sie markieren fundamentale Durchbrüche in der KI-Forschung und haben weitreichende Auswirkungen auf unser Verständnis von Intelligenz, Lernen und Problemlösung.

Jeder dieser historischen Momente hat nicht nur die Grenzen des technisch Machbaren erweitert, sondern auch neue Forschungsrichtungen eröffnet und praktische Anwendungen in verschiedenen Bereichen ermöglicht.



Erstellt mit ChatGPT

Tic-Tac-Toe

MENACE – Donald Michie

KI aus „Streichholzschachteln“ – Lernen durch Erfahrung

Künstliche Intelligenz

Tic-Tac-Toe: Der Grundstein der Spieltheorie

Der Lernprozess - genial einfach:

Start: In jeder Schachtel liegen mehrere Perlen jeder Farbe

Spielzug: MENACE "denkt" nach, indem jemand die passende Schachtel nimmt und blind eine Perle zieht

Nach dem Spiel:

Bei Gewinn: Die gezogenen Perlen kommen zurück + Extra-Perlen derselben Farbe

Bei Niederlage: Die gezogenen Perlen werden entfernt

Bei Unentschieden: Alles bleibt gleich

Ein Banking-Beispiel zum Verständnis

Stellen Sie sich vor, Sie hätten für jeden Kundentyp eine Schachtel:

Schachtel "Junger Berufseinsteiger"

Rote Perle = Girokonto empfehlen

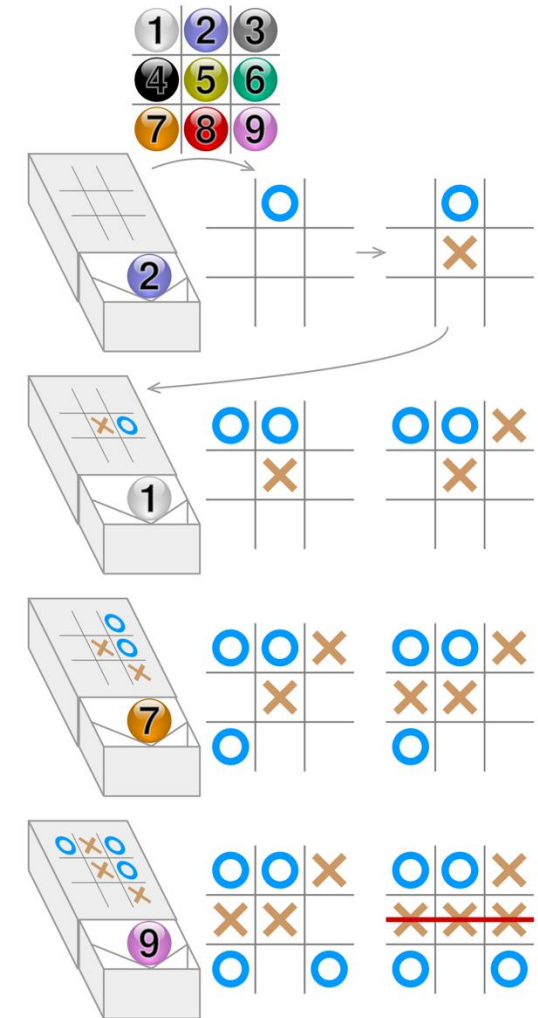
Blaue Perle = Sparplan anbieten

Grüne Perle = Kreditkarte vorschlagen

Nach jedem Beratungsgespräch:

Kunde zufrieden → mehr Perlen dieser Farbe

Kunde unzufrieden → diese Perlen entfernen



Donald Michie: Matchbox Educable Noughts and Crosses Engine

https://en.wikipedia.org/wiki/Matchbox_Educable_Noughts_and_Crosses_Engine

Video, das den Lernalgorithmus mit den Streichholzschachteln erklärt:

<https://www.youtube.com/watch?v=G-di38Fpgdw>



Künstliche Intelligenz

Tic-Tac-Toe: Der Grundstein der Spieltheorie

Nach vielen Gesprächen sind in der Schachtel hauptsächlich rote Perlen - Ihr "System" hat gelernt: Berufseinsteiger brauchen zuerst ein Girokonto!

Der Lerneffekt (bei Tic-Tac-Toe):

Nach 20 Spielen: MENACE spielte schon recht gut

Nach 100 Spielen: Kaum noch zu schlagen

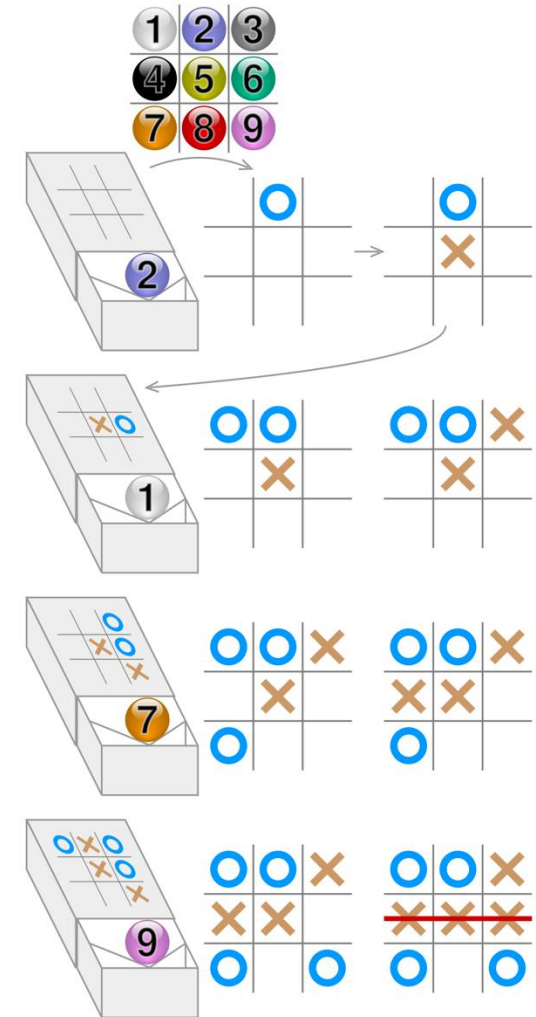
Das Faszinierende: Niemand programmierte die Strategie - MENACE lernte sie selbst!

Warum war das revolutionär?

Beweis des Konzepts: Eine Maschine kann aus Erfahrung lernen

Ohne Computer: Jeder konnte es nachbauen und verstehen

Sichtbares Lernen: Man sah buchstäblich, wie sich die Perlenverteilung änderte



Donald Michie: Matchbox Educable Noughts and Crosses Engine

https://en.wikipedia.org/wiki/Matchbox_Educable_Noughts_and_Crosses_Engine

Video, das den Lernalgorithmus mit den Streichholzschachteln erklärt:

<https://www.youtube.com/watch?v=G-di38Fpgdw>

Künstliche Intelligenz

Tic-Tac-Toe: Der Grundstein der Spieltheorie

Die drei Arten des Lernens

Donald Michie demonstrierte:

Bestärkendes Lernen: Erfolg wird belohnt (mehr Perlen)

Negatives Lernen: Misserfolg wird bestraft (weniger Perlen)

Trial and Error: Durch Ausprobieren zur optimalen Strategie

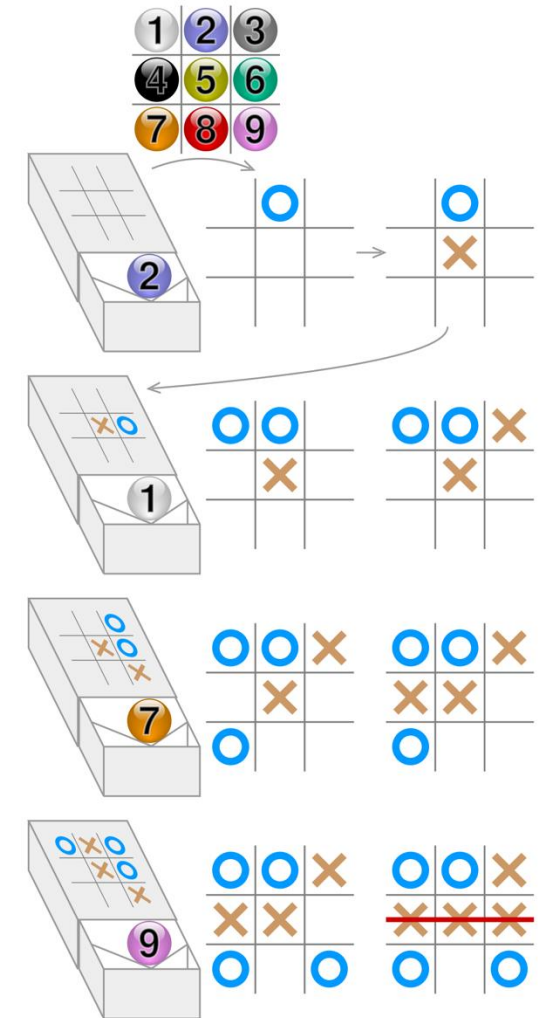
Was bedeutet das für heute?

Moderne KI funktioniert im Prinzip genauso:

Statt Perlen → Zahlen im Computer

Statt Schachteln → Datenbanken

Statt händischem Sortieren → automatische Algorithmen



Donald Michie: Matchbox Educable Noughts and Crosses Engine

https://en.wikipedia.org/wiki/Matchbox_Educable_Noughts_and_Crosses_Engine

Video, das den Lernalgorithmus mit den Streichholzschachteln erklärt:

<https://www.youtube.com/watch?v=G-di38Fpgdw>

Künstliche Intelligenz

Tic-Tac-Toe: Der Grundstein der Spieltheorie

Für Ihre Volksbank:

Wenn Ihr KI-System lernt, welche Produkte zu welchen Kunden passen, macht es im Grunde dasselbe wie MENACE - nur mit Millionen von "Schachteln" und "Perlen"!

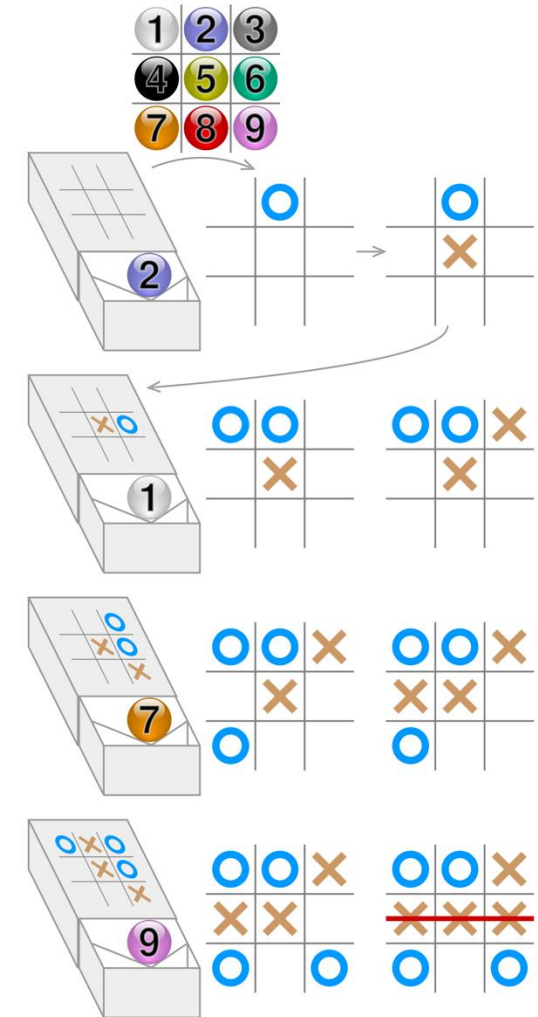
Die zeitlose Lektion

MENACE zeigte 1961, was heute jede KI macht:

- Erfahrungen sammeln
- Muster erkennen
- Verhalten anpassen
- Immer besser werden

Das Geniale: Michie machte maschinelles Lernen greifbar - buchstäblich! Seine Streichholzschachtel-KI ist der perfekte Beweis, dass die Grundprinzipien der KI eigentlich ganz einfach sind. Die Komplexität entsteht erst durch die schiere Menge an Daten und Möglichkeiten.

Zum Schmunzeln: Während wir heute von Supercomputern sprechen, bewies Donald Michie: KI passt auch in einen Schuhkarton!



Donald Michie: Matchbox Educable Noughts and Crosses Engine

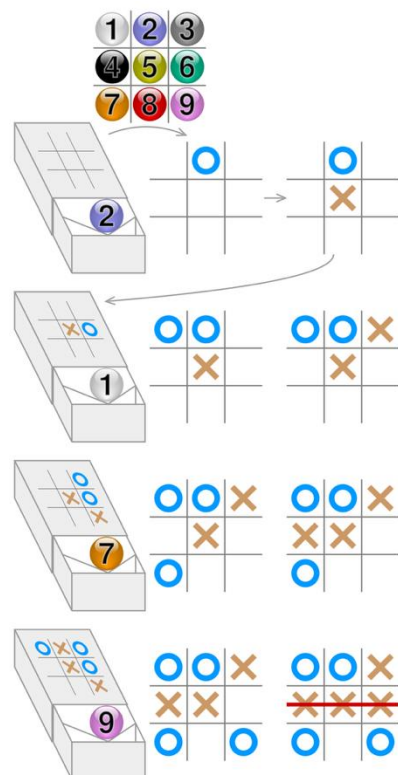
https://en.wikipedia.org/wiki/Matchbox_Educable_Noughts_and_Crosses_Engine

Video, das den Lernalgorithmus mit den Streichholzschachteln erklärt:

<https://www.youtube.com/watch?v=G-di38Fpgdw>

Künstliche Intelligenz

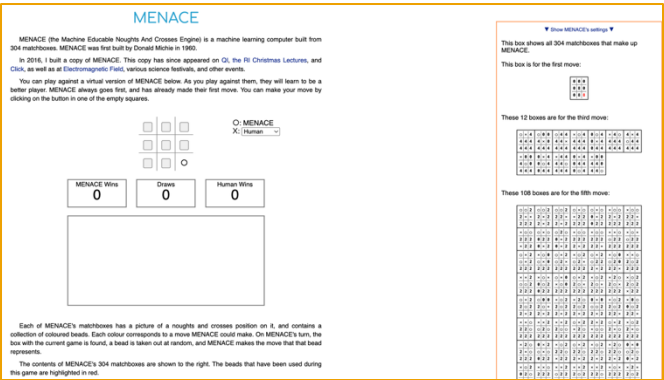
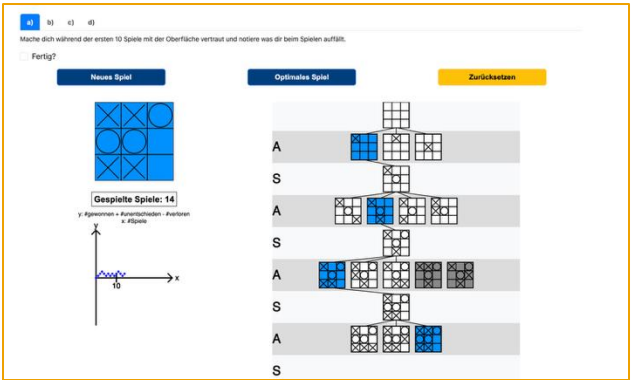
Tic-Tac-Toe: Der Grundstein der Spieltheorie



Virtuell die Streichholzschachtel KI mit Tic-Tac-Toe live spielen lassen:

<https://ki-labor.ddi.leibniz-ipn.de/tictactoe> oder

<https://www.mscroggs.co.uk/menace/>



Backgammon

BKG 9.8 und TD Gammon (H.J. Berliner + G. Tesauro)

KI-Entwicklung mit Reinforcement Learning – Knowledge-Free Lernprozess durch „Selbstspielen“

Künstliche Intelligenz

Backgammon – Reinforcement Learning - Selbstlernstrategien

Von Streichholzschachteln zu selbstlernenden Meistern: Die Backgammon-Revolution
1979: Der erste Sieg über einen Weltmeister

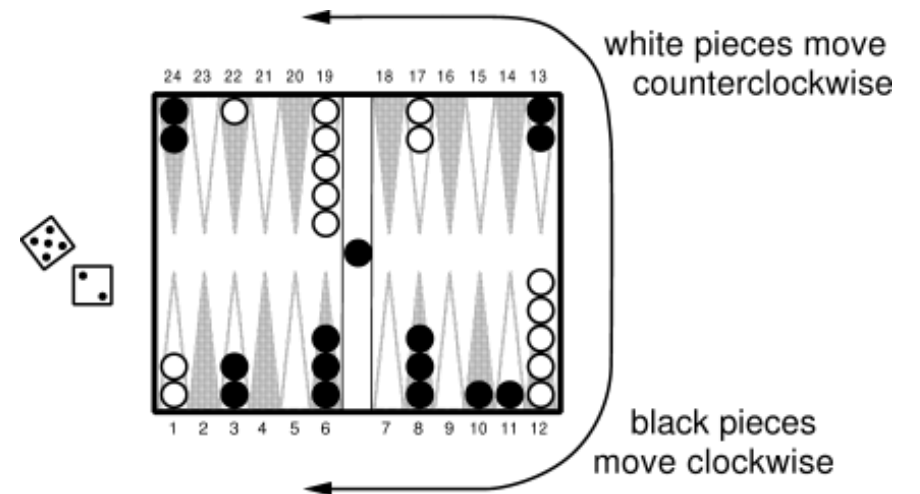
Stellen Sie sich vor: Ein Computer schlägt 1979 den Backgammon-Weltmeister Luigi Villa mit 7:1! Das war, als würde heute Ihre Volksbank-Software plötzlich bessere Anlageentscheidungen treffen als Warren Buffett.

BKG 9.8 hieß der digitale Champion, programmiert von Hans Berliner (selbst Fernschach-Weltmeister).

Wie funktionierte BKG 9.8?

Wichtig: BKG 9.8 konnte noch NICHT lernen! Es war wie ein sehr kluger Taschenrechner:

Vorgefertigte Regeln: "Wenn Situation X, dann Zug Y"
Bewertungsfunktion: Jede Spielstellung bekam Punkte
Immer der beste Zug nach diesen festen Regeln



Künstliche Intelligenz

Backgammon – Reinforcement Learning - Selbstlernstrategien

Banking-Vergleich: Wie Ihre alte Kreditvergabe-Checkliste - starr, aber effektiv.

Der Glücksfaktor

Berliner selbst gab zu: "Das war auch Glück!" Backgammon hat Würfel - selbst der beste Spieler kann durch Pech verlieren. Es ist wie an der Börse: Selbst die beste Strategie garantiert keinen Gewinn.

Die wahre Revolution: TD-Gammon (1990er)

Jetzt wird's spannend! Gerald Tesauro entwickelte TD-Gammon - eine KI, die WIRKLICH lernen konnte.

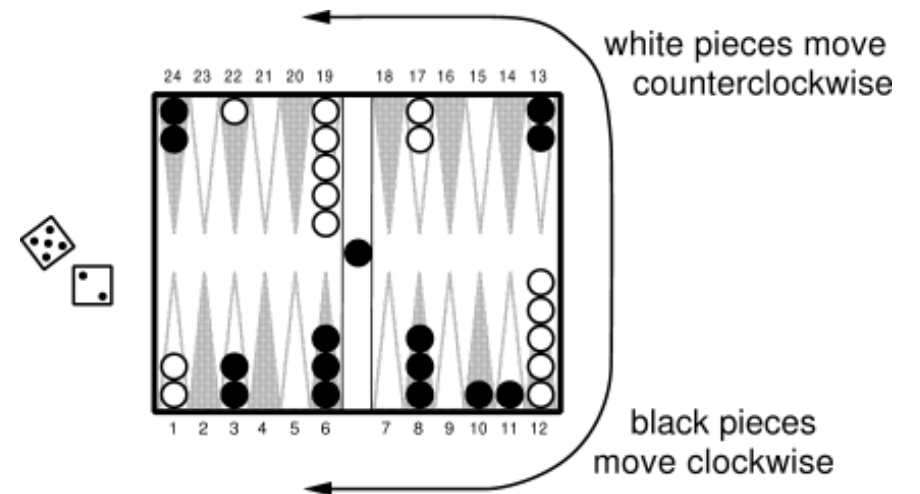
Reinforcement Learning erklärt

Das Prinzip: Lernen durch Spielen gegen sich selbst

Stellen Sie sich vor, Sie schicken einen neuen Mitarbeiter in einen Übungsraum:
Er spielt Kunde UND Berater gleichzeitig

Nach jedem "Gespräch" bewertet er: War das gut oder schlecht?
Er merkt sich, was funktioniert hat

Nach 1 Million Übungsgesprächen ist er Experte!



Künstliche Intelligenz

Backgammon – Reinforcement Learning - Selbstlernstrategien

So lernte TD-Gammon

Phase 1: Totaler Anfänger

Zufällige Züge

Verliert ständig

Aber: Merkt sich jeden Fehler

Phase 2: Erste Muster

"Aha, dieser Zug führt oft zum Verlust"

Beginnt, schlechte Züge zu vermeiden

Phase 3: Strategie entsteht

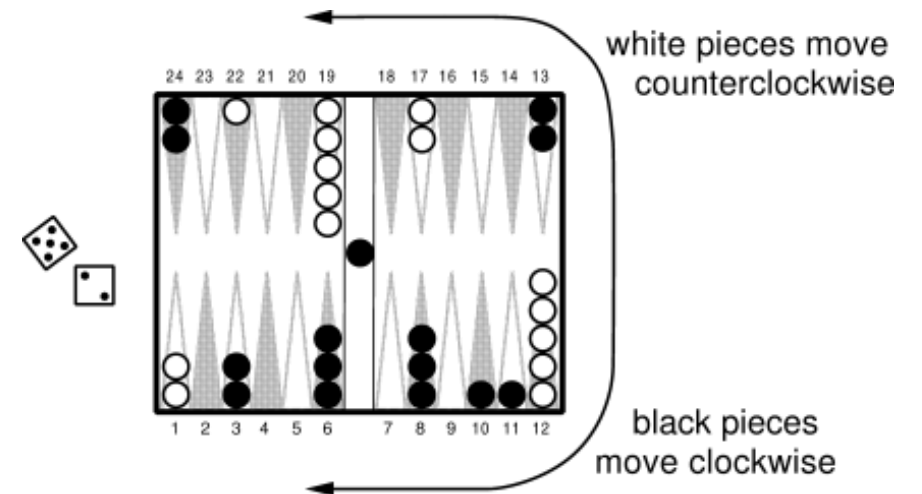
Erkennt komplexe Muster

Entwickelt eigene Taktiken

Phase 4: Meisterschaft

Nach Millionen Selbst-Spielen

Findet Strategien, die Menschen nie entdeckt hatten!



Künstliche Intelligenz

Backgammon – Reinforcement Learning - Selbstlernstrategien

Das Banking-Beispiel - Traditionelle Software (wie BKG 9.8):

Regel: "Bei Einkommen unter 2000€ → kein Kredit"

Starr, ändert sich nie

Selbstlernende KI (wie TD-Gammon):

Start: Weiß nichts

Lernt aus 1 Million Kreditfällen

Erkennt: "Niedriges Einkommen + stabiler Job + keine Schulden = oft guter Kunde!"

Passt sich ständig an

Die drei Säulen des Reinforcement Learning

Trial and Error (Versuch und Irrtum)

Wie ein Kind, das Laufen lernt

Belohnung und Bestrafung

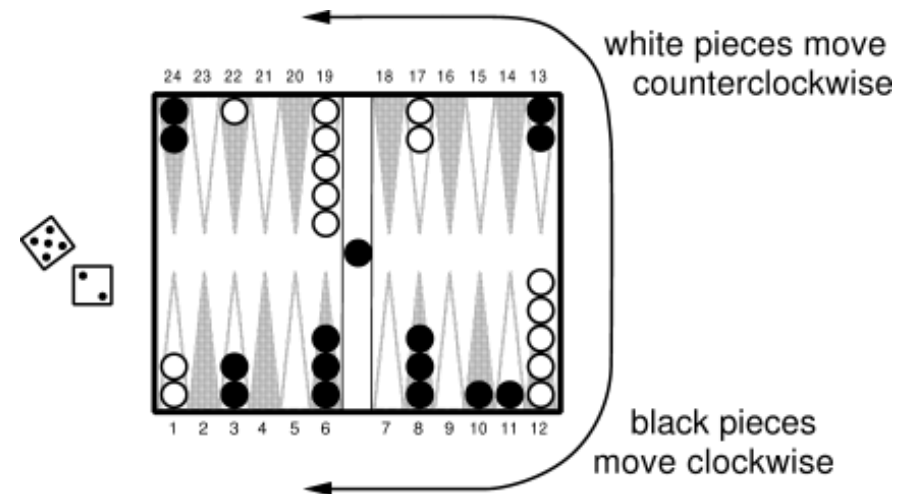
Gewinn = "Das war gut!" → mehr davon

Verlust = "Das war schlecht!" → weniger davon

Selbstverbesserung

Kein Lehrer nötig

Die KI wird ihr eigener Trainer



Künstliche Intelligenz

Backgammon – Reinforcement Learning - Selbstlernstrategien

Was bedeutet das für Ihre Volksbank?

Früher: Experten erstellen Regeln → Computer führt aus

Heute: Computer lernt selbst → wird zum Experten

Praktisches Beispiel:

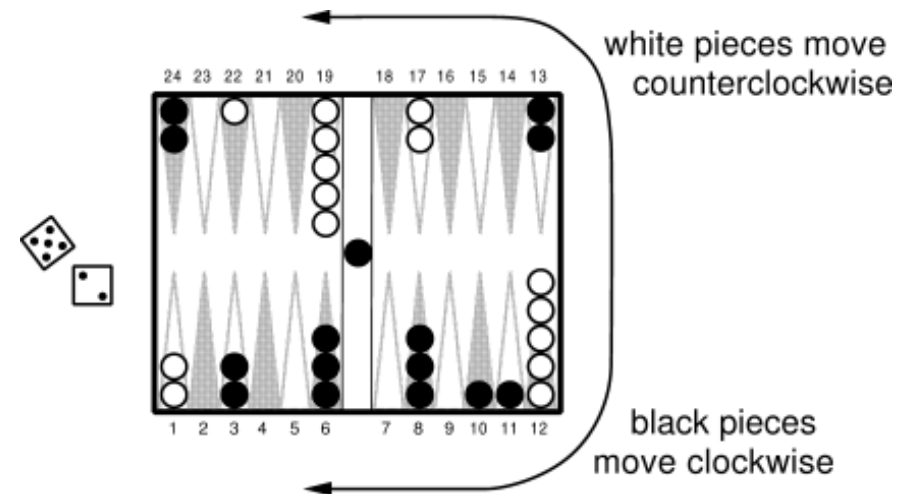
Statt dass Sie der KI sagen "Rentner bekommen selten Baukredite", lernt sie selbst aus Millionen Fällen:

"Rentner mit Eigenkapital und erwachsenen Kindern als Bürgen sind oft exzellente Kreditnehmer!"

Die wichtigste Erkenntnis

TD-Gammon bewies: **KI kann Strategien entwickeln, auf die Menschen nie gekommen wären.** Das System entdeckte Spielzüge, die Profis zunächst für Fehler hielten - bis sie merkten, dass die KI recht hatte!

Für Sie bedeutet das: KI kann in Ihren Daten Muster finden, die selbst erfahrene Banker übersehen würden. Sie ist nicht nur ein digitaler Assistent - sie kann zum Innovator werden!



Künstliche Intelligenz

Backgammon – Reinforcement Learning - Selbstlernstrategien

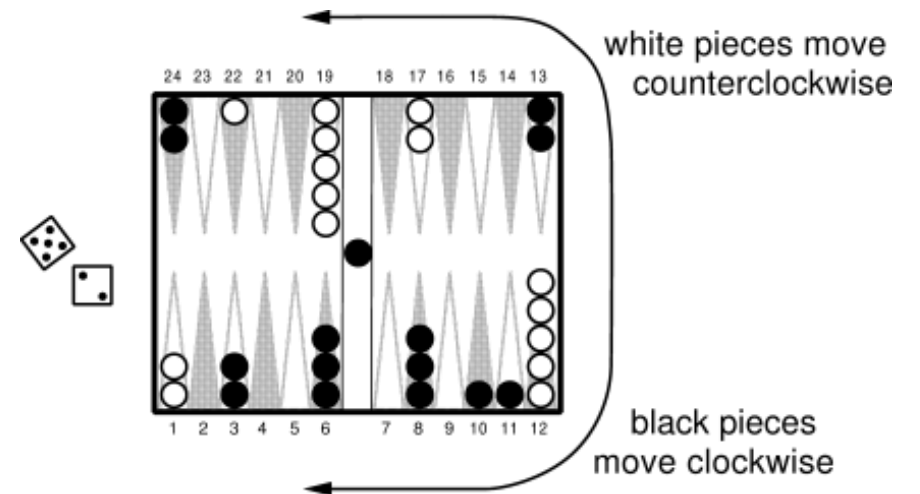
Technologische Limitationen und Lektionen

Trotz seiner Erfolge zeigte TD-Gammon auch die Grenzen der damaligen Technologie auf. Das System benötigte Millionen von Trainingsspielen, um Weltklasse-Niveau zu erreichen, und die Rechenzeit für das Training war erheblich.

Moderne Hardware und verbesserte Algorithmen haben diese Limitationen weitgehend überwunden, aber TD-Gammon lehrte wichtige Lektionen über die Bedeutung von Recheneffizienz und Skalierbarkeit in KI-Systemen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt war die Erkenntnis, dass die **Kombination von gelernten Features mit handgefertigten Merkmalen** oft bessere Ergebnisse lieferte als rein automatisches Lernen.

Diese **Hybridansätze** wurden in vielen nachfolgenden Systemen erfolgreich eingesetzt und zeigten, dass die Integration von Domänenwissen und maschinellem Lernen synergetische Effekte haben kann.



Dame

Chinook – KI für das Brettspiel Dame

Deep Learning Ansatz für eine KI auf Großmeister Niveau

Künstliche Intelligenz

Dame – KI “Chinook” auf Großmeister Niveau

Chinook: Die KI, die Dame "knackte" - Tiefsuche erklärt

Die Ausgangslage: Ein unbesiegbare Champion

Stellen Sie sich vor, es gibt einen Mitarbeiter in Ihrer Volksbank, der in 45 Jahren nur 7 Fehler gemacht hat. Das war Marion Tinsley im Dame - praktisch perfekt! Gegen diesen "menschlichen Computer" sollte Chinook antreten.

Das Prinzip „Tiefsuche (Deep Search)“ - In die Zukunft schauen

Stellen Sie sich vor, Sie spielen Dame und überlegen Ihren nächsten Zug. Was macht Ihr Gehirn?

Mensch denkt:

"Wenn ich hier ziehe..."

"...dann zieht er vermutlich dort..."

"...dann könnte ich so antworten..." → Vielleicht 3-4 Züge voraus

Die KI „Chinook“ denkt:

Alle möglichen eigenen Züge berechnen

Für JEDEN: Alle Antwortzüge des Gegners

Für JEDEN davon: Alle eigenen Antworten

Und so weiter... bis zu 20+ Züge voraus!



Künstliche Intelligenz

Dame – KI “Chinook” auf Großmeister Niveau

Banking-Beispiel zur Tiefensuche - Kreditvergabe-Entscheidung:
Menschlicher Berater denkt:

"Kunde hat gutes Einkommen → Kredit OK"

KI mit Tiefensuche denkt:

Wenn Kredit gewährt...

...und Zinsen steigen → Kunde zahlt noch?

...und er verliert Job → Was dann?

...und Immobilienpreise fallen → Sicherheit noch da?

Berechnet ALLE Szenarien durch!



Künstliche Intelligenz

Dame – KI “Chinook” auf Großmeister Niveau

Die Bewertungsfunktion: Wie gut ist eine Situation?

Problem: Man kann nicht bis zum Spielende vorausrechnen (zu viele Möglichkeiten).

Lösung: Jede Spielstellung bekommt eine "Note".

So funktioniert die Bewertung

Einfache Faktoren:

Eigene Steine: +1 Punkt pro Stein

Gegnerische Steine: -1 Punkt

Dame (König): +3 Punkte

Komplexe Faktoren:

Kontrolle der Mitte: Bonus

Beweglichkeit: Mehr Züge = besser

Sicherheit: Geschützte Steine = Bonus



Künstliche Intelligenz

Dame – KI “Chinook” auf Großmeister Niveau

Banking-Bewertungsfunktion

Kunde bewerten:

Einkommen: +10 Punkte pro 1000€

Schulden: -5 Punkte pro 1000€

Arbeitsplatz-Sicherheit: +20 Punkte

Schufa-Score: +0 bis +50 Punkte → Gesamtscore = Kreditwürdigkeit!

Chinooks Geheimwaffe: Endspiel-Datenbanken

Die geniale Idee: Alle Stellungen mit wenigen Steinen wurden komplett durchgerechnet und gespeichert!

8 oder weniger Steine → Chinook wusste IMMER den perfekten Zug

Wie ein Lexikon mit allen möglichen Endungen

Banking-Analogie:

Als hätten Sie eine Datenbank mit ALLEN möglichen Kreditverläufen der letzten 10 Jahre.



Künstliche Intelligenz

Dame – KI “Chinook” auf Großmeister Niveau

Der historische Wettkampf

1992: Tinsley gewinnt knapp (4:2, 33 Remis)

Chinook schafft 2 der nur 7 Niederlagen in Tinsleys Karriere!

1994: Der Durchbruch

6 Remis in Folge - keiner macht Fehler

Tinsley muss krankheitsbedingt aufgeben

Chinook wird erster Computer-Weltmeister!

Das ultimative Ende: Dame ist "gelöst"

2007 verkündet Schaeffer: Dame ist komplett durchgerechnet!

Das Ergebnis: Bei perfektem Spiel beider Seiten → IMMER Unentschieden

Das ist, als hätten Sie die perfekte Formel für Bankgeschäfte gefunden - aber dann stellt sich heraus: Wenn alle sie nutzen, macht keiner mehr Gewinn!

Was lernen wir daraus?

Tiefensuche = Sehr weit vorausdenken

Bewertungsfunktion = Situationen mit Punkten bewerten

Datenbanken = Aus Erfahrung lernen

Kombination = Der Schlüssel zum Erfolg



Künstliche Intelligenz

Dame – KI “Chinook” auf Großmeister Niveau

Für Ihre Volksbank heute

Moderne KI-Systeme nutzen ähnliche Prinzipien:

Tiefensuche: Risikoszenarien durchspielen

Bewertung: Kunden-Scores berechnen

Datenbanken: Aus Millionen Fällen lernen

Der Unterschied zu 1994: Heute macht das die KI in Millisekunden für Tausende Kunden gleichzeitig!

Die wichtigste Erkenntnis: Chinook bewies, dass Computer nicht nur rechnen, sondern strategisch "denken" können - wenn man ihnen die richtigen Werkzeuge gibt.



Künstliche Intelligenz

Dame – KI “Chinook” auf Großmeister Niveau

Menschliche Dimension und Vermächtnis

Über die technischen Aspekte hinaus bleibt die Geschichte von Tinsley und Chinook ein bewegendes Zeugnis menschlicher Exzellenz und Würde angesichts des technologischen Wandels. Tinsleys Haltung gegenüber seinem maschinellen Gegner war geprägt von Respekt und wissenschaftlicher Neugier. Er betrachtete Chinook nicht als Bedrohung, sondern als Herausforderung, die ihm half, sein eigenes Spiel zu verbessern und neue Aspekte des Dame-Spiels zu entdecken.

Das Vermächtnis dieses Wettkampfs reicht weit über das Dame-Spiel hinaus. Es markierte einen Wendepunkt in der öffentlichen Wahrnehmung von KI und zeigte, dass Computer nicht nur in numerischen Berechnungen, sondern auch in komplexen strategischen Aufgaben mit den besten menschlichen Experten konkurrieren können.

Gleichzeitig ehrte es die außergewöhnlichen Leistungen eines Menschen, der durch Jahrzehnte der Hingabe und des Studiums eine nahezu perfekte Beherrschung seines Fachs erreicht hatte.



Schach

IBM Deep Blue schlägt Garri Kasparow

Deep Learning Ansatz für eine KI auf Großmeister Niveau

Künstliche Intelligenz

Schach – IBM Deep Blue vs. Garri Kasparow 1997

Deep Blue vs. Kasparow: Als die Maschine den König stürzte

Die Ausgangslage 1997

Stellen Sie sich vor: Der beste Banker der Welt tritt gegen einen Computer an, der pro Sekunde 200 Millionen Kreditanträge prüfen kann. Genau das passierte im Schach - nur noch dramatischer!

Garri Kasparow - seit 1985 Weltmeister, ein Genie

Deep Blue - IBMs Supercomputer, ein rechnendes Monster

Was konnte Deep Blue?

Die schiere Rechenkraft: 200 Millionen Stellungen pro Sekunde analysieren

Das ist, als würden Sie in EINER Sekunde alle Konten aller deutschen Volksbanken durchrechnen!

Die Technik dahinter:

32 Spezial-Prozessoren (heute hat Ihr Handy vielleicht 8)

Jeder Prozessor nur für Schach optimiert

Zusammen: 11,38 Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde



Künstliche Intelligenz

Schach – IBM Deep Blue vs. Garri Kasparow 1997

Banking-Vergleich zur Veranschaulichung

Ein menschlicher Banker prüft:

1 Kreditantrag in 30 Minuten

Vielleicht 16 am Tag

Deep Blue würde prüfen:

200 Millionen Kreditanträge pro Sekunde

Alle möglichen Kombinationen von Kunde + Kredit + Laufzeit + Zinssatz

Die Strategie: Brutale Gewalt

Deep Blue nutzte "Brute Force" - rohe Gewalt:

Aktuelle Stellung ansehen

- ALLE möglichen Züge berechnen
- Für jeden Zug: ALLE Antwortzüge berechnen
- Das 6-8 Züge tief durchrechnen
- Den besten Weg wählen



Künstliche Intelligenz

Schach – IBM Deep Blue vs. Garri Kasparow 1997

Das wären bei einer Bank folgende Schritte:

"Was passiert, wenn wir diesem Kunden einen Kredit geben?

Und wenn er dann arbeitslos wird?

Und wenn dann die Zinsen steigen?

Und wenn dann..."

Millionen Szenarien in Sekunden durchgespielt!

Das historische Match

Runde 1: Kasparow gewinnt - die Menschheit atmet auf

Runde 2: Deep Blue schlägt zurück - Schockstarre

Runde 3-5: Unentschieden - Nervenkrieg

Runde 6: Kasparow macht einen Fehler - Deep Blue siegt!

Endstand: 3,5 : 2,5 für die Maschine

Der psychologische Faktor

Kasparow später: "Ich sah zum ersten Mal etwas, das künstlicher Intelligenz ähnelte."



Künstliche Intelligenz

Schach – IBM Deep Blue vs. Garri Kasparow 1997

Was meinte er damit?

Deep Blue spielte Züge, die kein Mensch so spielen würde
Keine Angst, keine Müdigkeit, kein Druck
Eiskalt kalkuliert

2006: Der Todesstoß - Kramnik vs. Deep Fritz

Das Peinliche: Weltmeister Kramnik übersieht ein Matt in einem Zug! **Das Ergebnis:** 4:2 für den Computer - kein einziger Sieg für den Menschen

Der Unterschied zu 1997:

Deep Fritz lief auf einem normalen PC (!)
Keine Spezial-Hardware mehr nötig
Die Software war schlauer geworden



Künstliche Intelligenz

Schach – IBM Deep Blue vs. Garri Kasparow 1997

Was bedeutet das für Ihre Volksbank?

1. Rechenkraft explodiert

1997: Millionen-Dollar-Supercomputer für Schach

Heute: Ihr Laptop ist stärker als Deep Blue

Morgen: KI in Ihrer Hosentasche

2. Spezialisierung schlägt Intuition

Deep Blue konnte NUR Schach

Aber das perfekt

Lehre: Spezialisierte KI für spezielle Aufgaben

3. Menschen + Maschinen = Unschlagbar

Heute spielen Profis MIT Computer-Hilfe

"Zentauren-Schach": Mensch-Maschine-Teams

Zukunft Ihrer Bank: Berater + KI gemeinsam



Künstliche Intelligenz

Schach – IBM Deep Blue vs. Garri Kasparow 1997

Was Deep Blue NICHT hatte:

Keine Kreativität, Kein Verständnis für Schönheit, Keine Intuition

Was Deep Blue KONNTE:

Fehler des Gegners gnadenlos ausnutzen

Nie müde werden

Immer objektiv bleiben

Der Blick nach vorn

Nach 1997 war klar: In klar definierten Bereichen mit festen Regeln sind Computer unschlagbar.

Für Ihre Bank heißt das:

Gut definierte Aufgaben (Bonitätsprüfung, Betrugserkennung) → KI gewinnt

Menschliche Aufgaben (Vertrauen aufbauen, Sorgen verstehen) → Mensch unersetzbar

Die Zukunft gehört nicht der KI ODER dem Menschen, sondern der Kombination:

KI-Power + menschliche Empathie = perfekter Bankservice



Künstliche Intelligenz

Schach – IBM Deep Blue vs. Garri Kasparow 1997

Gesellschaftliche und kulturelle Auswirkungen

Der Sieg von Deep Blue hatte Auswirkungen, die weit über die Schachwelt hinausreichten. Er markierte einen Wendepunkt in der öffentlichen Wahrnehmung von Künstlicher Intelligenz und zeigte, dass Computer nicht nur in numerischen Berechnungen, sondern auch in komplexen kognitiven Aufgaben mit den besten menschlichen Experten konkurrieren können.

Dieser Erfolg trug dazu bei, das Interesse an KI-Forschung zu steigern und neue Investitionen in diesem Bereich zu fördern. Gleichzeitig löste Deep Blues Sieg auch Ängste und Diskussionen über die Zukunft menschlicher Expertise aus.

Viele Menschen fragten sich, ob Computer bald in der Lage sein würden, Menschen in allen intellektuellen Bereichen zu übertreffen. Diese Diskussionen prägten die öffentliche Debatte über KI für die folgenden Jahrzehnte und beeinflussten sowohl die Forschungsrichtungen als auch die gesellschaftliche Akzeptanz von KI-Technologien.



Jeopardy

IBM Watson gewinnt eine Quiz-Show

Natürliche Sprache, Konversation mit Menschen, die richtige Lösung in Sekunden finden ...

Künstliche Intelligenz

IBM Watson gewinnt die Quizshow „Jeopardy“

Watson bei Jeopardy!: Als die KI plötzlich Deutsch verstand
Was war das Besondere an Watson?

Stellen Sie sich vor, Ihre Volksbank hätte 2011 einen neuen Mitarbeiter bekommen:

Er hat 200 Millionen Seiten auswendig gelernt (Wikipedia, Bücher, Zeitungen)
Er versteht Witze, Wortspiele und Doppeldeutigkeiten
Er antwortet in 3 Sekunden auf JEDE Frage
Er braucht kein Internet - alles ist im Kopf!

Das war IBM Watson - nur dass der "Kopf" aus 90 Servern mit 3.000 Prozessoren bestand.

Das revolutionär Neue: Natürliche Sprache verstehen

Bisherige Computer:

Verstanden nur exakte Befehle

"Kontostand anzeigen für Kunde 12345"

Watson konnte:

"Wer hat eigentlich das meiste Geld auf unserem ältesten Sparkonto?"

Verstand Kontext, Mehrdeutigkeiten, sogar Ironie!



Künstliche Intelligenz

IBM Watson gewinnt die Quizshow „Jeopardy“

Die Jeopardy!-Herausforderung

Was macht Jeopardy! so schwer?

Das Quiz funktioniert "verkehrt herum":

Normale Quizshow: "Wer war der erste Bundeskanzler?" → "Adenauer"

Jeopardy!: "Dieser CDU-Politiker wurde 1949 erster Bundeskanzler" → "Wer ist Konrad Adenauer?"

Dazu kommen Wortspiele, Doppeldeutigkeiten und kulturelle Anspielungen!

Ein Banking-Beispiel

Jeopardy!-Stil Frage: "Diese 1843 gegründete genossenschaftliche Bank ist Deutschlands älteste noch existierende Bank"

Watson müsste verstehen:

Es geht um eine Bank/Volksbank

Gründungsjahr 1843

"Noch existierend" = heute noch aktiv

Antwort formulieren als: "Was ist die Volksbank Hohenlohe?"



Künstliche Intelligenz

IBM Watson gewinnt die Quizshow „Jeopardy“

Das legendäre Duell im Februar 2011

Die Gegner:

Ken Jennings: 74 Siege in Folge, absoluter Rekordhalter

Brad Rutter: Höchster Gewinn aller Zeiten

Watson: Der digitale Herausforderer

Das Ergebnis:

Watson: \$77.147

Jennings: \$24.000

Rutter: \$21.600

Watson dominierte!

Watsons Stärken und Schwächen - Geniale Momente:

Blitzschnelle Antworten bei komplexen Wortspielen

Verstand historische Anspielungen

Fand Verbindungen, die Menschen übersahen

Der peinliche Fehler:

Frage nach US-Städten

Watson antwortete: "Toronto" (liegt in Kanada!)

Zeigte: KI hat keinen "gesunden Menschenverstand"



Künstliche Intelligenz

IBM Watson gewinnt die Quizshow „Jeopardy“

Drei Säulen von Watson's Intelligenz:

1. DeepQA (Deep Question Answering)

Nicht nur Stichwortsuche
Versteht die BEDEUTUNG der Frage

2. Parallele Hypothesen

Generiert 100 mögliche Antworten gleichzeitig
Bewertet jede nach Wahrscheinlichkeit
Wählt die beste aus

3. Maschinelles Lernen

Trainiert mit Millionen Jeopardy!-Fragen
Lernte Muster erfolgreicher Antworten



Künstliche Intelligenz

IBM Watson gewinnt die Quizshow „Jeopardy“

Was bedeutete das für die Geschäftswelt? Sofort erkannte IBM das Potenzial:

In der Medizin:

Durchsucht Millionen Fachartikel in Sekunden
Hilft Ärzten bei schwierigen Diagnosen

Im Kundenservice:

Versteht Kundenanfragen in normaler Sprache
"Mein Geld ist weg!" → Erkennt: Kontoproblem

Für Ihre Volksbank heute:

Chatbots verstehen "Ich brauch Kohle für'n Haus"
KI erkennt: Kunde sucht Baufinanzierung

Ken Jennings' legendärer Kommentar

Nach seiner Niederlage schrieb Jennings: "I for one welcome our new computer overlords" (Ich begrüße unsere neuen Computer-Herrscher).

Ein Scherz mit ernster Botschaft: Die Ära der sprachverstehenden KI hatte begonnen!



Künstliche Intelligenz

IBM Watson gewinnt die Quizshow „Jeopardy“

Die wichtigste Erkenntnis

Watson bewies 2011: **KI kann menschliche Sprache wirklich verstehen** - mit all ihren Feinheiten, Wortspielen und Kontexten.

Das war der Startschuss für:

- Siri und Alexa
- Google Assistant
- ChatGPT
- Und jeden KI-Assistenten in Ihrer Banking-App!

Der Unterschied zu heute: Watson brauchte noch einen Supercomputer. Heute läuft ähnliche Technologie auf Ihrem Smartphone!



Alpha GO

DeepMind AlphaGO bezwingt Großmeister im GO-Spiel

Der Triumph von AlphaGo über Lee Sedol im März 2016 markierte einen der bedeutendsten Durchbrüche in der Geschichte der Künstlichen Intelligenz.

Künstliche Intelligenz

DeepMind's AlphaGO: Tiefe neuronale Netze

AlphaGo: Die KI-Revolution, die alles veränderte - Das "unmögliche" Spiel

Go ist wie Schach auf Steroiden: Ein 19x19 Brett mit mehr möglichen Stellungen als Atome im Universum! Für Ihre Volksbank-Perspektive: Stellen Sie sich vor, Sie müssten ALLE möglichen Finanzsituationen ALLER potentiellen Kunden für die nächsten 100 Jahre vorhersagen - das ist die Komplexität von Go.

Was machte AlphaGo revolutionär? Die alte Methode (wie Schachcomputer):

Berechne alle möglichen Züge

Problem bei Go: Selbst alle Computer der Welt bräuchten Milliarden Jahre!

AlphaGos geniale Lösung: Intuition statt Berechnung - Zwei Gehirne:

AlphaGo hatte zwei "neuronale Netze" - denken Sie an zwei spezialisierte Mitarbeiter:

Der Strategie (Policy Network)

"Welcher Zug sieht vielversprechend aus?"

Wie ein erfahrener Banker, der intuitiv spürt: "Dieser Kunde ist vertrauenswürdig"

Der Bewerter (Value Network)

"Wie gut ist unsere aktuelle Position?"

Wie Ihre Risikoabteilung: "Unser Portfolio steht bei 85% Sicherheit"



Künstliche Intelligenz

DeepMind's AlphaGO: Tiefe neuronale Netze

Der Lernprozess - in drei Phasen

Phase 1: Von Menschen lernen

AlphaGo studierte Millionen menschlicher Go-Partien
Wie ein Azubi, der alle Kundengespräche der letzten 20 Jahre analysiert

Phase 2: Selbsttraining (Reinforcement Learning)

AlphaGo spielte Millionen Partien gegen sich selbst
Nach jeder Partie: "Was funktionierte? Was nicht?"
Ständige Verbesserung ohne menschliche Hilfe!

Banking-Analogie: Stellen Sie sich vor, Ihr neuer Mitarbeiter könnte:

- 1 Million Beratungsgespräche pro Tag üben
- Sofort aus jedem Fehler lernen
- Nie müde werden oder vergessen

Phase 3: Übermenschliche Strategien

AlphaGo entdeckte Züge, die Menschen für Fehler hielten
Später stellte sich heraus: Die KI hatte recht!



Künstliche Intelligenz

DeepMind's AlphaGO: Tiefe neuronale Netze

Die historischen Duelle

März 2016 - Lee Sedol (Die Sensation)

Lee Sedol: Go-Legende, 18 internationale Titel

Ergebnis: AlphaGo gewinnt 4:1

Schockmoment: "Move 37" - ein Zug, den kein Mensch je spielen würde

Die Go-Welt: "Das ist unmöglich!"

Der eine Sieg von Lee Sedol: In Partie 4 fand Lee einen brillanten Zug, der AlphaGo "verwirrte".

Das zeigt: Auch KI hat Schwächen - wichtig für Ihren Bankbetrieb!

Mai 2017 - Ke Jie (Die Krönung)

Ke Jie: Weltranglisten-Erster, das absolute Top

Ergebnis: AlphaGo gewinnt 3:0

Ke Jie: "AlphaGo spielt wie ein Go-Gott"

DeepMind: "Mission erfüllt" - AlphaGo geht in Rente



Künstliche Intelligenz

DeepMind's AlphaGO: Tiefe neuronale Netze

Was bedeutet das für Ihre Volksbank?

1. Intuition ist programmierbar

Früher: "Computer können nur rechnen"

Heute: KI entwickelt "Bauchgefühl" für komplexe Situationen

Für Sie: KI kann das "Gespür" erfahrener Banker lernen

2. Selbstlernen ist der Schlüssel

AlphaGo brauchte keine Go-Meister als Lehrer

Es wurde besser als alle Menschen durch Selbsttraining

Für Sie: KI-Systeme können aus Ihren Daten selbstständig lernen

3. KI findet neue Lösungen

AlphaGo spielte Züge, auf die Menschen nie gekommen wären

Diese Züge revolutionierten das Go-Spiel weltweit

Für Sie: KI könnte Geschäftsmodelle entdecken, die Sie nie in Betracht gezogen hätten



Künstliche Intelligenz

DeepMind's AlphaGO: Tiefe neuronale Netze

Die Technologie dahinter - einfach erklärt

Tiefe Neuronale Netze:

Wie ein Gehirn mit Millionen Neuronen

Jede Schicht lernt komplexere Muster

Schicht 1: "Hier sind Steine"

Schicht 10: "Diese Formation ist stark"

Schicht 50: "Diese Strategie gewinnt"

Monte-Carlo-Baumsuche:

Statt alles zu berechnen: Stichproben!

Wie Meinungsumfragen: Man fragt nicht alle, aber genug für ein gutes Bild

Das Vermächtnis

Vor AlphaGo: "KI kann nur simple, regelbasierte Aufgaben"

Nach AlphaGo: "KI kann Intuition, Kreativität und übermenschliche Leistung"



Künstliche Intelligenz

DeepMind's AlphaGO: Tiefe neuronale Netze

Für Ihre Volksbank heißt das:

Die KI-Systeme von morgen werden nicht nur Formulare prüfen. Sie werden:

- Marktchancen erkennen, die Menschen übersehen
- Risiken vorhersehen, bevor sie entstehen
- Strategien entwickeln, die revolutionär sind

Die wichtigste Lektion: AlphaGo zeigte, dass KI nicht nur nachahmt, sondern innoviert. Sie ist kein digitaler Assistent mehr - sie kann zum strategischen Vordenker werden!



Künstliche Intelligenz

DeepMind's AlphaGO: Tiefe neuronale Netze

Vermächtnis und Einfluss auf die KI-Entwicklung

AlphaGos Erfolg markierte einen Wendepunkt in der KI-Forschung und demonstrierte das Potenzial von Deep Learning in Kombination mit Reinforcement Learning. Die Technologien, die für AlphaGo entwickelt wurden, fanden schnell Anwendung in anderen Bereichen, von der Robotik bis zur Medizin. Die Prinzipien des Self-Play Learning und der Kombination verschiedener neuronaler Netzwerke beeinflussten die Entwicklung zahlreicher nachfolgender KI-Systeme.

Das Vermächtnis von AlphaGo reicht weit über das Go-Spiel hinaus. Es demonstrierte, dass KI-Systeme in der Lage sind, in Bereichen zu innovieren, die traditionell als Domäne menschlicher Kreativität und Intuition galten. Diese Erkenntnis hat die Diskussion über die Zukunft der KI und ihre möglichen Anwendungen in Wissenschaft, Kunst und anderen kreativen Bereichen neu belebt und gezeigt, dass die Grenzen zwischen menschlicher und maschineller Intelligenz fließender sind, als viele angenommen hatten.



Poker

Libratus und Pluribus – KI's die bluffen und gewinnen

Algorithmen, die mit Unsicherheit umgehen können, gemischte Strategien entwickeln und die Wahrscheinlichkeitsverteilungen über mögliche Gegnerstrategien modellieren können.

Künstliche Intelligenz

Poker-KI: Neue Generation von KI-Systemen

Poker-KI: Wenn Computer bluffen lernen - Die ultimative Herausforderung:

Stellen Sie sich vor, Sie spielen Schach mit verdeckten Figuren - unmöglich, oder?
Genau das ist die Herausforderung bei Poker!

Der fundamentale Unterschied:

Schach/Go: Alle sehen alles (wie Ihre Bilanz - alle Zahlen liegen offen)

Poker: Keiner kennt die Karten der anderen (wie Kreditverhandlungen - Sie wissen nicht, was der Kunde wirklich zahlen kann)

Die drei Poker-Probleme für Computer

Unvollständige Information

Sie kennen nur Ihre Karten

Banking-Parallele: Kreditantrag mit unvollständigen Unterlagen

Bluffen ist essentiell

Manchmal muss man so tun, als hätte man gute Karten

Wie in Verhandlungen: Stärke zeigen, auch wenn die Position schwach ist

Zufallselemente

Welche Karte kommt als nächstes?

Wie Marktentwicklungen: Niemand weiß es sicher



Künstliche Intelligenz

Poker-KI: Neue Generation von KI-Systemen

Libratus (2017): Der erste Poker-Champion

Die Revolution: Libratus schlug vier Weltklasse-Profis mit 1,77 Millionen Chips Vorsprung!

Das Geniale - Drei Säulen des Erfolgs:

Abstraktion

Problem: 10^{160} mögliche Spielsituationen (mehr als Atome im Universum!)

Lösung: Ähnliche Situationen zusammenfassen

Banking: Wie Sie Kunden in Gruppen einteilen statt jeden einzeln zu analysieren

CFR-Algorithmus (Counterfactual Regret Minimization)

Lernt aus "Was wäre wenn?"-Szenarien

"Hätte ich geblufft, hätte ich gewonnen?"

Minimiert Bedauern über schlechte Entscheidungen

Endgame-Solver

Perfekte Berechnung der finalen Spielphasen

Wie ein Schachcomputer, aber für Poker-Endspiele

Die Sensation: Libratus wurde jeden Tag besser!



Künstliche Intelligenz

Poker-KI: Neue Generation von KI-Systemen

Das Besondere: Jeden Abend analysierte Libratus seine Schwächen:
Gegner fanden ein Schlupfloch? → Über Nacht geschlossen!
Neue Taktik der Menschen? → Am nächsten Tag gekontert!

Banking-Vergleich: Wie wenn Ihr Betrugssystem jeden Abend die neuen Tricks der Betrüger lernt und morgens immun dagegen ist.



Künstliche Intelligenz

Poker-KI: Neue Generation von KI-Systemen

Pluribus (2019): Die Multiplayer-Revolution

Das Problem: Mit 6 Spielern explodiert die Komplexität!

Heads-up: A gegen B

Multiplayer: A gegen B, C, D, E, F - und alle gegeneinander!

Pluribus' geniale Innovationen

Blueprint-Strategie

Grundstrategie durch Selbstspiel (6 Kopien spielen gegeneinander)

Wie ein Berater-Team, das untereinander übt

Limited-Lookahead (Begrenzter Vorausblick)

Nicht bis zum Ende rechnen (unmöglich!)

Nur wenige Züge voraus + clevere Schätzung

Banking: Wie 5-Jahres-Prognosen statt 30-Jahre-Berechnungen

Effizienz-Wunder

Libratus: 15 Millionen CPU-Stunden Training

Pluribus: Nur 12.400 CPU-Stunden!

Von einem Supercomputer auf einen normalen Server!



Künstliche Intelligenz

Poker-KI: Neue Generation von KI-Systemen

Die überraschenden Strategien

"Donk Betting" - Die KI machte Züge, die Menschen als "dumm" ansehen:

Menschen: "Das macht man nicht!"

Pluribus: "Doch, es funktioniert!"

Ergebnis: Die KI hatte recht!

Banking-Parallele: Wie wenn Ihre KI vorschlägt, Rentnern Baukredite zu geben - kontraintuitiv, aber die Daten zeigen: Es funktioniert!

Was Profis über Pluribus sagten

Darren Elias (Poker-Weltmeister): "Die KI spielt perfekt gemischte Strategien - mal aggressiv, mal passiv, völlig zufällig. Menschen können das nicht!"

Das Problem für Menschen:

Wir haben Muster und Gewohnheiten

KI ist perfekt unvorhersehbar

Wie ein Verkäufer, der bei jedem Kunden anders agiert - aber perfekt!



Künstliche Intelligenz

Poker-KI: Neue Generation von KI-Systemen

Die Lehren für Ihre Volksbank

Unvollständige Information meistern

Nicht alle Kundendaten? KI kann trotzdem gute Entscheidungen treffen
Probabilistische Modelle statt "alles oder nichts"

Adaptive Systeme

KI, die aus jedem Tag lernt
Betrüger werden kreativer? Ihre KI auch!

Effizienz durch Intelligenz

Nicht mehr Rechenpower, sondern clevere Algorithmen
Von Millionen auf Tausende CPU-Stunden!

Unkonventionelle Lösungen

KI findet Strategien, die Menschen übersehen
Mut zu datengetriebenen Entscheidungen!



Künstliche Intelligenz

Poker-KI: Neue Generation von KI-Systemen

Das große Bild

Poker-KI zeigt: Computer können jetzt auch bei **Unsicherheit, Täuschung und komplexen Interaktionen** brillieren.

- Das sind genau die Fähigkeiten, die Sie im Banking brauchen:
- Kreditentscheidungen bei unvollständigen Informationen
- Betrugserkennung trotz Täuschungsversuchen
- Optimale Strategien in komplexen Märkten

Die Zukunft gehört KI-Systemen, die nicht nur rechnen, sondern auch "pokern" können!



Künstliche Intelligenz

Poker-KI: Neue Generation von KI-Systemen

Die Erfolge von Libratus und Pluribus markierten einen wichtigen Wendepunkt in der KI-Forschung und zeigten, dass Maschinen auch in Bereichen mit Unsicherheit, Täuschung und psychologischen Elementen mit den besten menschlichen Experten konkurrieren können.

Diese Durchbrüche legten den Grundstein für die Entwicklung von KI-Systemen, die in noch komplexeren und unvorhersagbareren Umgebungen operieren können. Die Prinzipien des Umgangs mit unvollständiger Information, der Entwicklung robuster Strategien gegen unbekannte Gegner und der kontinuierlichen Anpassung an sich ändernde Bedingungen sind zentral für viele moderne KI-Anwendungen.

Von autonomen Fahrzeugen, die mit unvorhersagbaren Verkehrssituationen umgehen müssen, bis hin zu Handelssystemen, die in volatilen Märkten operieren, finden die in der Poker-KI entwickelten Konzepte breite Anwendung. Das Vermächtnis von Libratus und Pluribus zeigt, dass die Grenzen zwischen menschlicher und maschineller Intelligenz auch in Bereichen verschwimmen, die traditionell als Domäne menschlicher Intuition, Psychologie und strategischen Denkens galten. Diese Erkenntnis hat wichtige Implikationen für die Zukunft der KI und ihre Rolle in der Gesellschaft.



OpenAI Five

Dota 2 – Multiplayer E-Sports Game vs. KI

Dota 2, ein Multiplayer Online Battle Arena (MOBA) Spiel, stellt eine der komplexesten Herausforderungen in der Welt der Videospiele dar. Fünf Spieler treten gegen fünf andere Spieler an, wobei jeder einen einzigartigen Helden mit spezifischen Fähigkeiten kontrolliert.

OpenAI Five gewinnt gegen das beste Team der Welt in 2019.

Künstliche Intelligenz

Dota-2 Multiplayer e-Game: OpenAI Five gewinnt!

OpenAI Five: Wenn KI zum perfekten Team wird

Was ist Dota 2? Ein digitales Schachspiel auf Steroiden

Stellen Sie sich vor, fünf Ihrer besten Mitarbeiter müssen gleichzeitig verschiedene Aufgaben erledigen, dabei perfekt zusammenarbeiten und gegen ein anderes Team konkurrieren - und das alles in Echtzeit. Das ist Dota 2!

Für Nicht-Gamer erklärt:

5 gegen 5 Spieler - Jeder steuert einen "Helden" mit speziellen Fähigkeiten

Ziel: Die gegnerische Basis zerstören

Dauer: 30-60 Minuten pro Spiel

Komplexität: Millionen möglicher Spielsituationen pro Sekunde

Die revolutionäre Herausforderung - Was macht Dota 2 so schwer für KI?

Denken Sie an Ihre Volksbank-Filiale: 5 Berater müssen gleichzeitig verschiedene Kunden bedienen. Dabei müssen sie sich absprechen ("Ich übernehme den Kredit, du die Anlageberatung"). Sie sehen nicht alles (der Kunde könnte zur Konkurrenz gehen). Entscheidungen wirken sich erst später aus (falscher Kredit → Ausfall in 3 Jahren)

Genau diese Komplexität musste OpenAI Five meistern!



Künstliche Intelligenz

Dota-2 Multiplayer e-Game: OpenAI Five gewinnt!

Die Technologie dahinter: Multi-Agenten-Systeme - Stellen Sie sich 5 KI-Gehirne vor, die lernen müssen zusammenzuarbeiten:

Jeder Agent = Ein eigenes "Gehirn"

Wie 5 Auszubildende, die gemeinsam lernen
Jeder hat eigene Aufgaben, aber ein gemeinsames Ziel

Geteiltes Wissen

Alle lernen aus denselben Erfahrungen
Wie wenn Ihre Mitarbeiter täglich Erfahrungen austauschen

Emergente Teamarbeit

Niemand programmierte "Arbeitet zusammen!"
Die KIs entwickelten selbst Teamstrategien



Künstliche Intelligenz

Dota-2 Multiplayer e-Game: OpenAI Five gewinnt!

**Large-Scale Deep Reinforcement Learning - Die Trainingsmethode - in
Volksbank-Sprache:**

Phase 1: Chaos

5 KI-Praktikanten wissen nichts
Sie machen alles falsch
Aber: Sie merken sich jeden Fehler

Phase 2: Erste Erfolge

"Wenn wir zusammen angreifen, gewinnen wir öfter"
Langsam entstehen Muster

Phase 3: Perfektion

Nach 45.000 Jahren Spielerfahrung PRO TAG!
Die KIs entwickeln Strategien, die Menschen nie entdeckt hätten

Die unglaubliche Rechenleistung - Stellen Sie sich vor:

Ihre 5 Praktikanten könnten 180 Jahre Berufserfahrung PRO TAG sammeln
Sie spielen gleichzeitig in tausenden parallelen Welten
Jeder Fehler wird sofort an alle weitergegeben



Künstliche Intelligenz

Dota-2 Multiplayer e-Game: OpenAI Five gewinnt!

In Zahlen:

Trainingszeit: Mehrere Monate

Gespielte Jahre: Über 10.000 Jahre menschliche Spielzeit

Kosten: Millionen Euro für Rechenleistung

Der historische Sieg gegen OG - April 2019: David gegen Goliath?

OG = Die Weltmeister, hatten gerade 11 Millionen Dollar gewonnen

OpenAI Five = 5 KI-Agenten ohne echte Spielerfahrung

Ergebnis: 2:0 für die KI!



Künstliche Intelligenz

Dota-2 Multiplayer e-Game: OpenAI Five gewinnt!

Was die KI anders machte

1. Perfekte Koordination

Wie wenn 5 Berater telepathisch verbunden wären
Millisekunden-genaue Abstimmung

2. Unkonventionelle Strategien

Die KI spielte "falsch" - und gewann trotzdem
Menschen lernten neue Taktiken von der KI

3. Keine Emotionen

Kein Stress, keine Müdigkeit
Immer 100% Leistung



Künstliche Intelligenz

Dota-2 Multiplayer e-Game: OpenAI Five gewinnt!

Die wichtigsten KI-Technologien

1. Proximal Policy Optimization (PPO)

Stabiles Lernen ohne große Rückschläge
Wie ein Praktikant, der stetig besser wird

2. Hierarchische Belohnungen

Individuelle Ziele: "Bleib am Leben"
Teamziele: "Gewinnt das Spiel"
Balance zwischen Egoismus und Teamwork

3. Self-Play (Selbst-Training)

Die KI spielt gegen sich selbst
Wird dabei immer stärker



Künstliche Intelligenz

Dota-2 Multiplayer e-Game: OpenAI Five gewinnt!

Was bedeutet das für Ihre Volksbank - Multi-Agenten-Systeme in der Praxis:

Filialübergreifende Koordination

- 5 Filialen arbeiten wie ein Team
- KI koordiniert Ressourcen optimal

Kundenbetreuung

- Mehrere KI-Berater betreuen einen Kunden
- Nahtlose Übergabe zwischen Spezialisten

Betrugserkennung

- Mehrere KI-Systeme überwachen verschiedene Aspekte
- Tauschen Erkenntnisse in Echtzeit aus

Die Grenzen der Technologie - Was OpenAI Five NICHT konnte:

- Völlig neue Strategien spontan erfinden
- Erklären, warum es bestimmte Entscheidungen traf
- Mit weniger als perfekten Informationen umgehen



Künstliche Intelligenz

Dota-2 Multiplayer e-Game: OpenAI Five gewinnt!

Die Zukunft: Von Spielen zur Realität - Diese Technologien finden bereits Anwendung in:

Autonomen Fahrzeugflotten (Autos koordinieren sich)

Smart Cities (Ampeln optimieren Verkehrsfluss)

Finanzhandel (Mehrere KIs handeln koordiniert)

Die wichtigste Erkenntnis

Teamwork kann man nicht programmieren - es entsteht!

OpenAI Five bewies: Wenn man KI-Systemen die richtigen Anreize gibt, entwickeln sie von selbst eine Art der perfekten Zusammenarbeit.

Das ist wie wenn Ihre Mitarbeiter ohne Anweisung das perfekte Team werden.

Für Ihre Volksbank heißt das: Die Zukunft gehört nicht einer Super-KI, sondern vielen spezialisierten KIs, die perfekt zusammenarbeiten - genau wie Ihre besten Teams heute!



Fragen zu KI

Was ist KI, ...?

Fragen und Antworten

Künstliche Intelligenz

FAQs



Was ist KI – künstliche Intelligenz – denn jetzt genau?

Die Bezeichnung ‚**Artificial Intelligence**‘ (dt. ‚Künstliche Intelligenz‘) wurde vom US-amerikanischen Informatiker **John McCarthy** geprägt. McCarthy hat 1956 das ‚Summer Research Project on Artificial Intelligence‘ am Dartmouth College (New Hampshire) organisiert. Diese gilt auch als „Geburtsstunde“ der KI (Buxmann & Schmidt, 2019, S. 3).

Wenn man der Frage nachgeht, was KI ist, dann findet sich eine Vielzahl von Definitionen. Verwunderlich ist dies nicht. Allein das Verständnis von ‚Intelligenz‘ ist vielfältig. KI habe das Ziel, „**die Wahrnehmungen und das Handeln des Menschen durch Maschinen nachzubilden [...]**“, so Apt und Priesack (2019, S. 222). Eine Definition, die viel Anklang gefunden hat, ist die der Informatikerin Elaine Rich. Nach ihr ist KI „**the study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better**“ (Rich, 1983). Richs Definition – so die Annahme – würde auch im Jahr 2050 gelten. Ein Grund: sie sei allgemein formuliert und „do things“ verdeutliche insbesondere die Lernfähigkeit solcher Systeme (vgl. Ertel, 2016, S. 3).

Dennoch: Es gibt keine einheitliche Definition von KI. Dies liegt auch an der Breite des Forschungsfeldes.

Kurz und knapp:

- a) Es gibt nicht die eine Definition von KI.
- b) KI-Systeme lösen eigenständig Aufgaben bzw. Probleme.

Künstliche Intelligenz

FAQs



Was versteht man unter „starker KI“ und „schwacher KI“?

Starke KI ist bisher nicht möglich bzw. ihre Existenz nicht bekannt und von daher gegenwärtig Science Fiction (vgl. Buxmann & Schmidt, 2019, S. 6-7). Während es sich bei starker KI um Ansätze handelt, die Vorgänge und Prozesse des menschlichen Gehirns zu imitieren versuchen.

Schwache KI unterstützt die Menschen in Einzelbereichen (z.B. bei der Übersetzung von Texten, Bilderkennung usw.) (vgl. Greiner, Reinhart & Mayer 2021, S. 25). Zur schwachen KI zählen Lösungen, die „mittlerweile technisch machbar sind [...]“.

Dabei ist Lernfähigkeit eine wesentliche Anforderung“ für beide KI-Arten (Buxmann & Schmidt, 2019, S. 6-7).

Kurz und knapp:

- a) Starke KI ist noch Science-Fiction.
- b) Schwache KI ist im Alltag angekommen.

Künstliche Intelligenz

FAQs



Was ist maschinelles Lernen (ML – Maschinelles Lernen)

Wenn es um KI geht, stößt man auf das Thema „Maschinelles Lernen“ (engl. ‚Machine Learning‘, ML), das ein Teilgebiet der KI-Forschung ist. Beim maschinellen Lernen werden menschliche Lernprozesse nachgeahmt und Computer trainiert, um aus Daten zu lernen. Grundlage sind meist große Datenmengen. Ein Beispiel sind selbstfahrende Fahrzeuge, die mit ganz vielen Daten „gefüttert“ werden, damit sie am Ende autonom fahren können. Ein Vorteil des maschinellen Lernens ist, dass Computer nicht mehr programmiert werden, sondern aus Erfahrungen lernen. Grob unterscheiden sich drei Verfahren, die oft in Kombination miteinander vorkommen:

- Überwachtes Lernen (engl. „**Supervised Learning**“): Das System trainiert und lernt auf Grundlage großer Datensätze. Eine „Lehrer:in“ gibt beim Lernen vor, ob etwas richtig oder falsch ist.
- Unüberwachtes Lernen (engl. „**Unsupervised Learning**“): Hierbei lernt das System auf Grundlage großer Datenmengen eigenständig und erkennt Muster in den Eingabedaten, ohne Belohnung oder Menschen.
- Bestärkendes Lernen (engl. „**Reinforcement Learning**“): Basierend auf Erfahrungen während durchgeführter Aktionen und Interaktion mit der Umgebung lernt das System selbständig und entwickelt so Entscheidungsmuster. Ein Vorteil des Verfahrens: die geringe Datenmenge.

Künstliche Intelligenz

FAQs



Was ist maschinelles Lernen (ML – Maschinelles Lernen)

Als spezielle Anwendungen von ML gelten sogenannte ‚große Sprachmodelle‘ (engl. ‚Large Language Model‘, kurz LLM), die darauf ausgerichtet sind, natürliche Sprache zu verstehen und zu produzieren.

LLMs werden mit einer großen Menge an Textdaten trainiert. Ein Beispiel für ein großes Sprachmodell ist das von OpenAI entwickelte „GPT-3“ (Generative Pre-trained Transformer 3).

Das KI-Sprachmodell GPT-3 generiert Texte nach einer Eingabe, dem sogenannten „Prompt“, basierend auf Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Eine Anwendung, die auf GPT-3 basiert und sich besonders durch die Chat-Funktion, also interaktive Kommunikation, auszeichnet ist ChatGPT von OpenAI.

Kurz und knapp:

Beim maschinellen Lernen werden Computer trainiert, um zu lernen und eigenständig Aufgaben zu lösen.

Kontakt

Rückfragen, Ideen, Feedbacks, ...

philipp.diel@adg-campus.de