

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

2. Einführung: KI früher und heute

Malte Helmert

Universität Basel

20. Februar 2015

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

20. Februar 2015 — 2. Einführung: KI früher und heute

2.1 Eine kurze Geschichte der KI

2.2 KI-Systeme früher und heute

2.3 Zusammenfassung

Einführung: Überblick

Kapitelüberblick Einführung:

- ▶ 1. Was ist Künstliche Intelligenz?
- ▶ 2. KI früher und heute
- ▶ 3. Rationale Agenten
- ▶ 4. Umgebungen und Problemlösungsverfahren

2.1 Eine kurze Geschichte der KI

Die Ursprünge der KI

Vor der KI haben **Philosophie, Mathematik, Psychologie, Linguistik** und **Informatik** ähnliche Fragen gestellt und Methoden und Ergebnisse für die KI hervorgebracht.

Ursprünge der KI (ca. 1943–1956)

Mit den ersten elektrischen Computern stellten viele die Frage:

Können Computer den menschlichen Verstand kopieren?

↪ Turing-Test

50 Jahre KI: 1950er

Dartmouth-Workshop (1956):

John McCarthy prägt den Begriff **Artificial Intelligence**

Früher Enthusiasmus:

Herbert Simon (1957)

It is not my aim to surprise or shock you – but the simplest way I can summarize is to say that there are now in the world machines that think, that learn and that create. Moreover, their ability to do these things is going to increase rapidly until – in the visible future – the range of problems they can handle will be coextensive with the range to which the human mind has been applied.

Früher Enthusiasmus: General Problem Solver (GPS)

- ▶ **GPS:** entwickelt 1957 durch **Herbert Simon** und **Allen Newell**
- ▶ **Ziel:** baue eine universelle Problemlösungsmaschine durch Imitation menschlicher Problemlösungsansätze
- ↪ erster Vertreter des Ansatzes „menschlich denken“
- ▶ jedes formalisierte symbolische Problem kann **im Prinzip** durch GPS gelöst werden
- ▶ **Praxis:** GPS löst einfache Probleme wie die Türme von Hanoi, aber keine **echten Anwendungsprobleme**



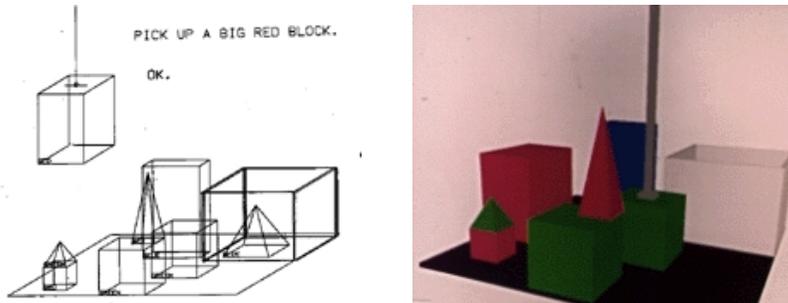
Video: [ki02-figures/hanoi.mpeg](#)

50 Jahre KI: 1960er und 1970er

- ▶ **1960er:** „intelligentes Verhalten“ in vielen Demonstrationssystemen für **Mikrowelten** (z. B. **Blocks world**)
- ▶ **1970er:** Systeme für Mikrowelten erweisen sich als nicht skalierbar
- ↪ „intelligentes Verhalten“ erfordert **Wissen**
- ↪ **wissensbasierte Systeme**

Mikrowelten: Blocks world (SHRDLU)

- ▶ **SHRDLU** versteht natürliche Sprache
- ▶ entwickelt 1968–1970 von Terry Winograd am MIT AI Lab
- ▶ Benutzerdialog (via Fernschreiber) über **Blocks world**
- ▶ Darstellung auf Bildschirm



↪ <http://hci.stanford.edu/~winograd/shrdlu/>

Ein SHRDLU-Dialog

Person: PICK UP A BIG RED BLOCK.
 Computer: OK. [macht es]
 Person: GRASP THE PYRAMID.
 Computer: I DON'T UNDERSTAND WHICH PYRAMID YOU MEAN.
 Person: FIND A BLOCK WHICH IS TALLER THAN THE ONE YOU ARE HOLDING AND PUT IT INTO THE BOX.
 Computer: BY "IT", I ASSUME YOU MEAN THE BLOCK WHICH IS TALLER THAN THE ONE I AM HOLDING.
 Computer: OK. [macht es]
 Person: WHAT DOES THE BOX CONTAIN?
 Computer: THE BLUE PYRAMID AND THE BLUE BLOCK.
 Person: WHAT IS THE PYRAMID SUPPORTED BY?
 Computer: THE BOX.
 Person: HOW MANY BLOCKS ARE NOT IN THE BOX?
 Computer: FOUR OF THEM.
 Person: IS AT LEAST ONE OF THEM NARROWER THAN THE ONE WHICH I TOLD YOU TO PICK UP?
 Computer: YES, THE RED CUBE.
 ...

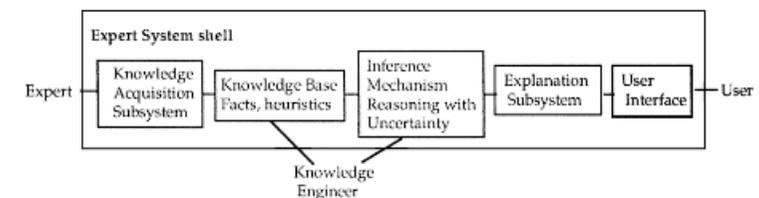
50 Jahre KI: 1980er

1980er: KI-Goldrausch

- ▶ kommerzieller Erfolg regelbasierter **Expertensysteme** (z. B. R1)
- ▶ Forschungs-Boom, z. B. **Fifth Generation Computer Systems**-Projekt in Japan
- ▶ (zweite) Blütezeit von **neuronalen Netzen**
- ▶ **Ende der 1980er**: Expertensysteme und andere KI-Ansätze weniger vielversprechend als erhofft

↪ **KI-Winter**

Expertensysteme



- ▶ **Wissensakquise**: hilft bei Formalisierung von Expertenwissen
- ▶ **Wissensbasis**: Datenbank mit Fakten und heuristischen Regeln
- ▶ **Inferenz-Engine**: Schlussfolgerungsmechanismus; verarbeitet symbolische Information aus der Wissensbasis, um Probleme zu lösen
- ▶ **Erklärungssystem**: erklärt Schlussfolgerungen des Systems

Expertensysteme: R1/XCON

- ▶ **Anwendungsgebiet:** Konfiguration von VAX-Computern anhand der Spezifikation von Kunden
- ▶ entwickelt von John McDermott et al. (1978–1981)
- ▶ **Eingabe:** gewünschte Eigenschaften des Computersystems
- ▶ **Ausgabe:** Spezifikation des Computersystems
- ▶ **Inferenz-Engine:** einfache Vorwärtsverkettung von Regeln

DISTRIBUTE-MB-DEVICES-3

```
IF: the most current active context is distributing massbus devices
& there is a single port disk drive that has not been assigned to a massbus
& there are no unassigned dual port disk drives
& the number of devices that each massbus should support is known
& there is a massbus that has been assigned at least one disk drive and that should support additional
  disk drives
& the type of cable needed to connect the disk drive to the previous device on the disk drive is known
THEN: assign the disk drive to the massbus
```

Kommerzieller Erfolg von R1/XCON

- ▶ DEC scheiterte an dem Versuch, ein „konventionelles“ Programm für das Problem zu schreiben
- ▶ bat McDermott, ein KI-System dafür zu entwickeln
↪ **R1/XCON**
- ▶ bis 1986: 80'000 Aufträge verarbeitet; Erfolgsrate **95–98%**
- ▶ geschätzte Einsparung für DEC: 25'000'000 US\$/Jahr
- ▶ **aber:** litt unter Nachteilen einfacher regelbasierter Systeme
 - ▶ Regelbasis wuchs schnell sehr stark an
 - ↪ wurde unverständlich, unzuverlässig und schwer wartbar

50 Jahre KI: 1990er

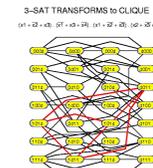
1990er: KI wird erwachsen

- ▶ Aufkommen probabilistischer Ansätze
- ▶ Agenten-orientierte Ansätze
- ▶ Formalisierung von KI-Techniken
- ▶ besseres Verständnis der theoretischen Komplexität
- ▶ vermehrte Verwendung mathematischer Methoden

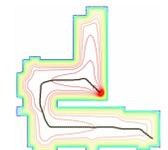
Russell & Norvig (1995)

Gentle revolutions have occurred in robotics, computer vision, machine learning, and knowledge representation. A better understanding of the problems and their complexity properties, combined with increased mathematical sophistication, has led to workable research agendas and robust methods.

50 Jahre KI: heute



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Q							
2		Q						
3				Q				
4		Q						
5					Q			
6	1	3,4	2,5	4,5	3,5	1	2	3
7								
8								



- ▶ viele parallel existierende Paradigmen
 - ▶ reaktiv vs. **deliberativ**
 - ▶ probabilistisch vs. **symbolisch**
 - ▶ oft **hybride** Ansätze
- ▶ viele Methoden, auch aus anderen Wissenschaften
 - ▶ **Logik, Entscheidungstheorie, Statistik, ...**
- ▶ viele Ansätze
 - ▶ **theoretisch, algorithmisch/experimentell, systemorientiert, ...**
- ▶ viele Erfolgsgeschichten gelten heute nicht mehr als „reine“ KI
 - ▶ **Brettspiele, Logikprogrammierung, Suchverfahren, ...**

Fokus auf Algorithmen und Experimenten

Viele KI-Probleme sind inhärent schwer (NP-hart), aber durch gute Suchtechniken und Heuristiken können oft auch grosse Instanzen gelöst werden:

- ▶ **Erfüllbarkeit in der Aussagenlogik**
 - ▶ 10'000 Aussagevariablen und mehr durch **Conflict-Directed Clause Learning** oder **randomisierte lokale Suche**
- ▶ **Constraint-Solver**
 - ▶ gute Skalierbarkeit durch **Constraint-Propagierung** und automatische Ausnutzung von **Problemstruktur**
- ▶ **Handlungsplanung**
 - ▶ 10^{100} Suchzuständen und mehr durch Suche mit **automatisch inferierten Heuristiken**

2.2 KI-Systeme früher und heute

Systeme

Neben Theorie und Algorithmen ist die Entwicklung funktionierender Systeme ein grundlegender Punkt:

Herbert Simon: *How to Become a Good Scientist* (1998)

Build a system!

- ▶ Anwendung von KI-Techniken zur Lösung realer Probleme
- ▶ Untersuchung der Interaktion mit der Umwelt
- ▶ Synergie-Effekte in Systemen

Beispiel-System (1996): Schach

Deep Blue vs. Kasparow (1996):

- ▶ erster Sieg eines Schach-Computers über einen amtierenden Weltmeister unter Turnierbedingungen (Bedenkzeit)



Deep Blue in Futurama:

<http://www.cc.com/video-clips/p1jk76/futurama-action-rangers>

Beispiel-System (2015): Poker

Cepheus (2015), entwickelt an der University of Alberta,
„löst“ Heads-up Limit Hold’Em



Polaris vs. Weltklassenspieler (2008)

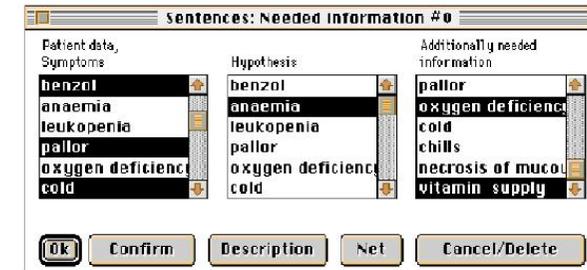
Univ. of Alberta Computer Poker Research Group

<http://poker.cs.ualberta.ca/>

Beispiel-System (1992): Medizinische Diagnose

Pathfinder (1992) von David Heckerman, Microsoft Research

↪ Bayes'sche Inferenz, maschinelles Lernen,
Monte-Carlo-Simulationen



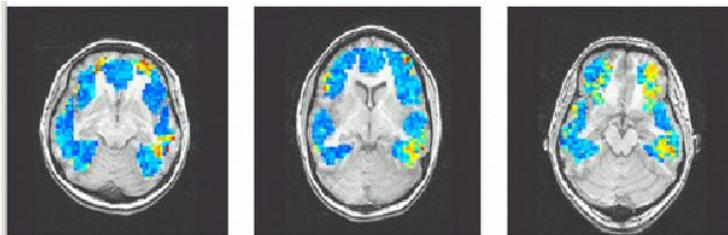
http://ils.informatik.uni-oldenburg.de/dokumente/1996/96_icls/icls_96_5.gif

Beispiel-System (2008): Gedanken lesen

Analyse von Gehirnströmen mit Magnetresonanztomographie
von Tom Mitchell et al., CMU (2008)

▶ Erkennung, welches Wort von der Testperson gelesen wird

↪ statistisches maschinelles Lernen



<http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/project/theo-73/www/index.html>

Beispiel-System (1998): Autofahren

ALVINN (1998), entwickelt von Dean Pomerleau et al., CMU,
hält auf über 4000 km die Spur

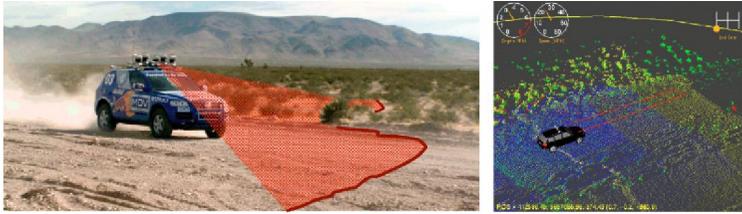
- ▶ semi-autonomes Autofahren
- ▶ Kamerabilder, künstliches neuronales Netz



Beispiel-System (2005): Autofahren

Stanley (2005) von Sebastian Thrun et al., Stanford University, gewinnt DARPA Grand Challenge (2'000'000 US\$ Preisgeld)

- ▶ autonome Fahrt durch die Mojave-Wüste (212 km, Offroad)
- ▶ Siegerzeit weniger als 7 Stunden



Videos: [ki02-figures/stanley-1.avi](#), [ki02-figures/stanley-2.wmv](#)

2.3 Zusammenfassung

Zusammenfassung

- ▶ **1950er/1960er**: Gründerzeit der KI; früher Enthusiasmus
- ▶ **1970er**: Mikrowelten und wissensbasierte Systeme
- ▶ **1980er**: „KI-Goldrausch“ der Expertensysteme gefolgt von „KI-Winter“
- ▶ **seit 1990er**: KI wird erwachsen; Forschung wird formaler und mathematischer; Etablierung reifer Methoden