

Einführung in die KI

Prof. Dr. sc. Hans-Dieter Burkhard
Vorlesung Winter-Semester 2004/05

Einführung Grundfragen der KI

Künstliche Intelligenz

Verständnis wächst mit aktiver Auseinandersetzung: Etwas zu "machen", zu beherrschen, bedeutet zugleich besseres Verstehen.

Angewandt auf die Erforschung geistiger Prozesse führt das auf die Nachbildung intelligenten Verhaltens mit Maschinen.

So ist "Künstliche Intelligenz" zunächst unter zwei Aspekten zu sehen: Modellierung von Intelligenz mit dem Ziel, sie besser zu verstehen und Ausnutzung maschineller Leistungsfähigkeit zur Erledigung intelligenter Aufgaben.

Der dritte Aspekt betrifft die kollektive oder soziale Intelligenz: Intelligentes Verhalten entsteht durch Kooperation und Koordination.

Künstliche Intelligenz

Unterschiedliche Möglichkeiten Für Vergleich Mensch und Maschine:

- Gleiche Funktionalität (Black box)
- Gleiche Methoden
- Gleiche Strukturen
- Gleiches Material :-)

H.D.Burkhard, HU Berlin
Winter-Semester 2004/05

Vorlesung Einführung in die KI
Einführung

3

Humboldt-Universität www.ki.informatik.hu-berlin.de

Fallbasiertes Schließen
Wissensmanagement
Agenten-Orientierte Techniken
Verteilte KI
Sozionik
Anwendungen in der Medizin
Kognitive Robotik

H.D.Burkhard, HU Berlin
Winter-Semester 2004/05



The screenshot shows the homepage of the Institute for Informatics (LFG Künstliche Intelligenz) at Humboldt-Universität zu Berlin. The page features a navigation menu on the left with links for 'Mitarbeiter', 'freie Stellen', 'Vorlesungen und Seminare', 'Jahres- und Diplomarbeiten', 'Forschung', 'Veranstaltungen', 'Internes', and 'AK RoboCup'. The main content area includes contact information for the 'Lehr- und Forschungsgebiet Künstliche Intelligenz', listing Prof. Dr. Hans-Dieter Burkhard as the head and Renate Zirkelbach as the secretary. It also provides the postal address and visitor information. Below this, there is a 'Highlights' section with four featured articles: 'AT Humboldt und AIBO Team Humboldt' (a football match), 'Endspiel 2050' (a book), 'INKA' (a project in social informatics), and 'CBR-Answers bei SIMATIC Knowledge Manager' (an application in knowledge management). A 'virtuelles Reisebüro' is also mentioned. The footer contains the website URL and a date stamp: 'www.admin, letzte Änderung 29.09.2003'.

RTA

Fallbasiertes Schließen, Wissensmanagement

- Hintergrund des Fallbasierten Schließens:

Handeln aus Erfahrung. Erinnern und Anpassen.

- Probleme: Effizientes Retrieval geeigneter Fälle aus Falldatenbasis
Kontinuierliche Aktualisierung
- Entwickelte Technik: Case Retrieval Netze
- Anwendungen (in Kooperation mit tec:inno-empolis)
 - Support Knowledge Manager (Customer Support)
www.ad.siemens.de/csi/km
 - Online-Reisebüro (Last Minute Reisen)
www.reiseboerse.com

Reiseberatung: einfache Variante

-

Kunde:

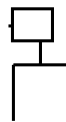


Wunsch spezifizieren
(Formular ausfüllen)



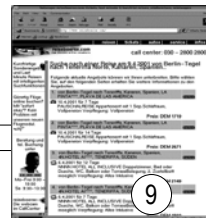
Suchmaschine

“Stimulus-Response”

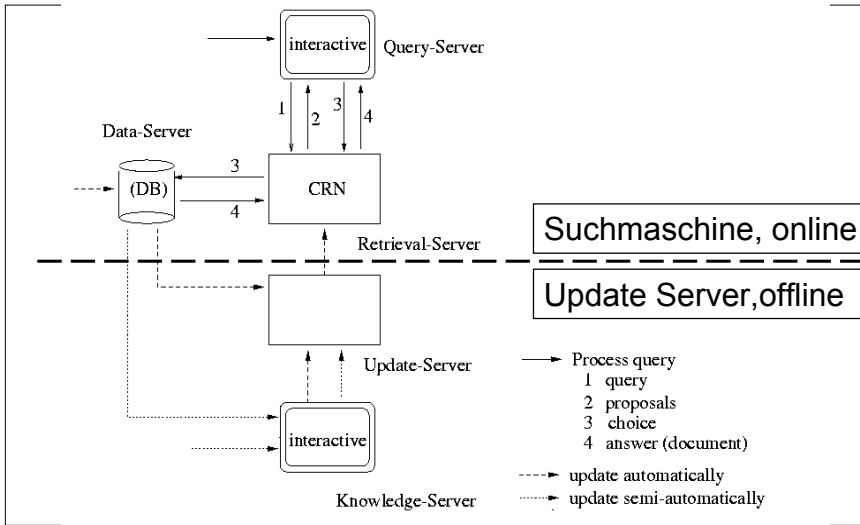


Agent:

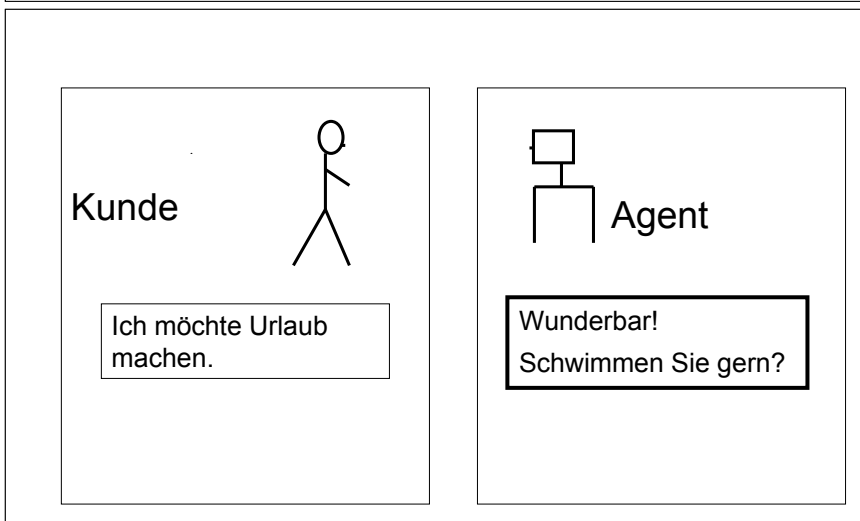
Antwort spezifizieren
(Passende Angebote
präsentieren)



Reiseberatung: einfache Variante



Reiseberatung: komplexer

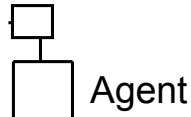


Reiseberatung: komplexer

Kunde



Ja, am besten allein
mit guten Freunden
an einem weißen
Strand. Und ich mag
Sport.



Agent

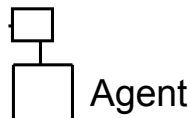
Wunderbar!
Und abends?

Reiseberatung: komplexer

Kunde



Gute Unterhaltung,
exclusive Bars, etc.



Agent

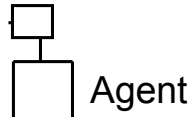
Klingt phantastisch.
Ist es das, was Sie
wünschen?
(präsentiert ein Angebot)

Reiseberatung: komplexer

Kunde



Wirklich phantastisch
Aber über meinen
Möglichkeiten.
Lieber etwas weniger
exklusiv ...



Agent

Mal sehen. Wie wäre es
damit?
*(präsentiert ein anderes
Angebot)*

Reiseberatung: komplexer

- Agent benötigt "dynamisches" Wissen zum Dialog:

- Historie des Dialogs

- (Hypothetisches) Modell des Kunden

- Wünsche, Absichten
- Fähigkeiten
- Ansichten

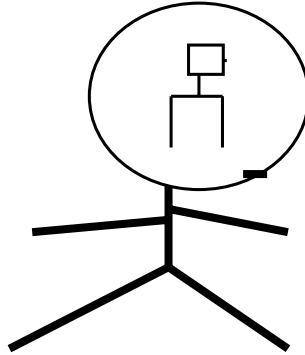
*Modellierung von
Ansichten, Wünschen, Absichten
bei **Kunde** und **Agent***

- (Flexibler) Plan für

- Erkundung der Wünsche, Absichten des Kunden
- Verkauf profitabler Angebote

Modellierungsprobleme

- Modelle für
 - Wissen/Ansichten
 - Wünsche, Ziele, Pläne
 - Entscheidungsprozesse
 - Koordination



Multi-Agenten-Systeme (MAS)

Hintergrund:

- Kooperative Informationsverarbeitung in komplexen Szenarien
- Offene Systeme
- Autonome Systeme

- Sozionik
 - Kooperation von Menschen und Maschinen unter Beachtung organisatorischer und soziologischer Anforderungen
- Anwendungsszenarien: Klinik-Informationssysteme
 - Elektronische Patientenakte
 - Termin-Management

Klinik-Informationssysteme

Agentenbasiertes Terminmanagementsystem Charitime

Elektronische Patientenakte
Nierentransplantation
Thbase-2

H.D.Burkhard, HU Berlin
Winter-Semester 2004/05

Vorlesung Einführung in die KI
Einführung

15

Sozionik

Soziologie und Informatik (speziell Verteilte KI)

- Koordination von Agenten nach sozialen Mustern
- Simulation sozialer Systeme
- **Hybride Systeme**
 - Technische Agenten als menschlichen Akteuren vergleichbare Kooperationspartner
 - Verteilte Handlungsträgerschaft
 - Entwicklung und Einführung von Systemen
 - Anpassung von Strukturen und Kooperationsformen

H.D.Burkhard, HU Berlin
Winter-Semester 2004/05

Vorlesung Einführung in die KI
Einführung

16

Geteilte Handlungsträgerschaft in hybriden Gesellschaften

Die herausragende Stellung des Menschen beruht auf seiner Intelligenz, auf seinen kognitiven und sozialen Fähigkeiten. Künstliche intelligente Systeme werden zunehmend zu Partnern des Menschen, sowohl im Bereich der Informationstechnik als auch im Bereich der Robotik. Das erfordert eine Anpassung der Systeme an die Erfordernisse menschlicher Umwelten und menschlicher Gesellschaften.

Im Gebiet der Sozionik werden Wechselwirkungen zwischen Informatik und Soziologie untersucht. In einem gemeinsamen Projekt mit Soziologen der TU Berlin stehen Probleme der Gestaltung und Implementation hybrider Gesellschaften im Mittelpunkt. Vorgeschlagen wird eine inkrementelle Strategie für die Gestaltung und Implementation entsprechender Multi-Agentensysteme.

Kognitive Robotik

Hintergrund:

Mobile Roboter in dynamischen Umgebungen

- Probleme: Wahrnehmung, Bewegung, Steuerung
(Autonome Agenten in realer Umwelt)

Teilbereiche der KI: Grundlagen

Repräsentation von

- Umwelt:
(Raum, Zeit, ...)
- Domänenwissen
(Fakten, Zusammenhänge, Methoden)

Wissensrepräsentation

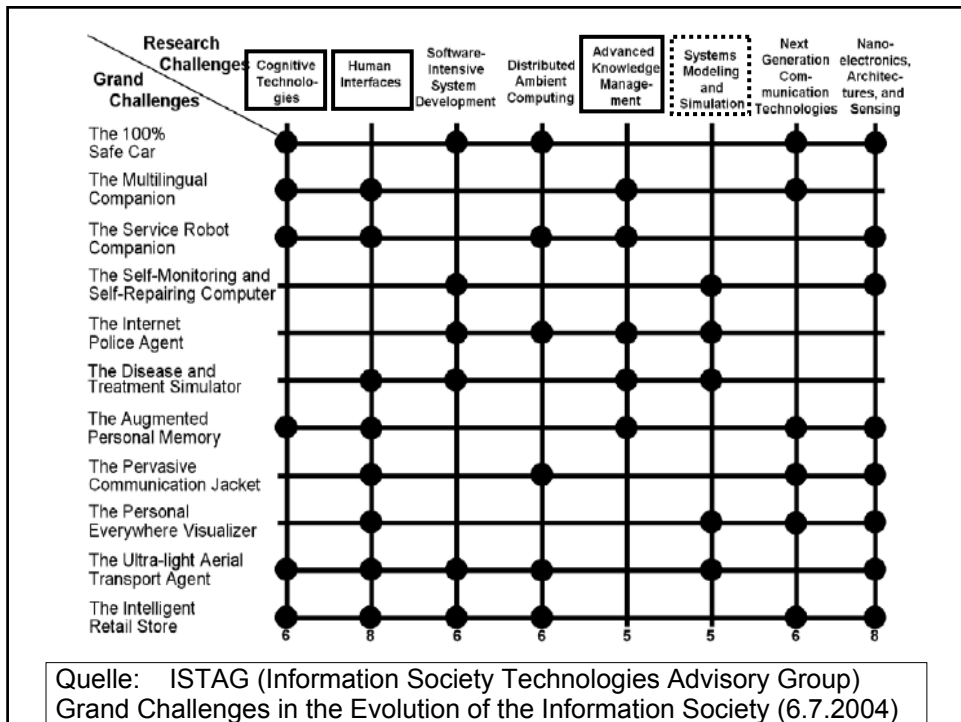
als Einheit von

- Information
(Daten, explizit beschriebenes Wissen)
- Inferenz-Verfahren
(Interpretation, implizit enthaltenes Wissen)

1+1	=	10
-----	---	----

Teilbereiche der KI: Einsatzgebiete

- Sprachverarbeitung
Verstehen, Sprechen, Übersetzen, ...
- Wahrnehmung (u.a. „Sehen“)
Objekterkennung, Szeneninterpretation, ...
- Assistenzsysteme
(Wissensbasierte Systeme, Expertensysteme ...)
 - Entscheidungsunterstützung,
 - Wissensmanagement,
 - ...
- Robotik
- Kognition
- ...



„Technische Kognitive Systeme“

In Virtuellen Welten, Internet usw.

z.B.:

- Such-Maschinen
- Semantic Web
- Web-Portale
- Computerspiele

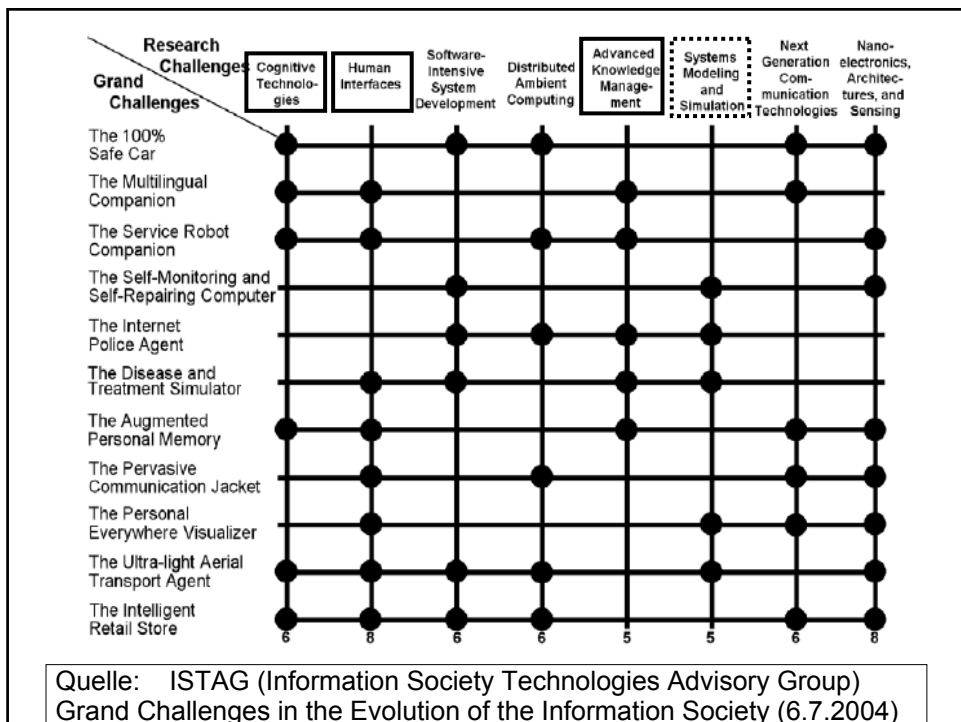
„Technische Kognitive Systeme“

In realer Umwelt, z.B.:

- Fahrer-Assistenz-Systeme

Technische Kognitive Systeme

- Grand Challenge
1. Versuch: 13.3.2004
 2. Versuch: 8.10.2005



Teilbereiche der KI: Techniken

- **Suchverfahren**
- **Constraint-Verfahren**
- **Regelsysteme**
- **Semantische Netze/Frames**
- **Logische Formalismen/Theorembeweiser**
- **Unsicheres Schließen, Unscharfes Schließen (Fuzzy)**
- **Neuronale Netze**
- **Planen**
- Lernverfahren, Data Mining
- Wissensmanagement
- Verteilte KI / Multi-Agenten-Systeme
- KI-Programmiersprachen (**PROLOG**, LISP)
- Knowledge Engineering
- ...

Maschinen können

- fahren, fliegen, schwimmen, tauchen
- mähen, dreschen, melken
- waschen, nähen, kehren, Geschirr spülen
- Brot schneiden, Kaffee machen
- graben, bauen, Beton mischen
- Haare schneiden, rasieren
- hobeln, bohren, schleifen, schweißen
- Strom erzeugen
- Nachrichten übermitteln, Daten speichern
- schreiben, lesen, rechnen
- unterhalten, Schachspielen
- verwalten, beraten, belehren

- denken ??
- kreativ sein ??

Kann es intelligente Maschinen geben?

Definitionen: Was ist Intelligenz?

Intelligenz *lat.*: Vorstellung, Einsicht, Verstand

Brockhaus A-Z 1990:

- Verständnis, Erkenntnis-, Denkfähigkeit, Klugheit
- Schicht der Intellektuellen

Meyers großes Taschenlexikon in 24 Bdn., 1990:

... die übergeordnete Fähigkeit ..., die sich in der Erfassung und Herstellung anschaul. und abstrakter Beziehungen äußert, dadurch die Bewältigung neuartiger Situationen durch problem-lösendes Verhalten ermöglicht und somit Versuch- und Irrtum-Verhalten und Lernen an Erfolgen, die sich zufällig einstellen, entbehrl. macht. ...

Definitionen: Was ist Intelligenz?

Definition nach William Stern (1912):

Intelligenz ist die allgemeine Fähigkeit eines Individuums, sein Denken bewusst auf neue Forderungen einzustellen; sie ist allgemeine Anpassungsfähigkeit an neue Aufgaben und Bedingungen des Lebens.

Strukturierung von Intelligenz

Intelligenzfaktoren („Primärfaktoren“)

- sprachl. Verständnis
- Wortflüssigkeit (Assoziationsflüssigkeit)
- Rechengewandtheit
- räumliches Denken
- Gedächtnis
- Auffassungsgeschwindigkeit
- schlußfolgerndes Denken

. (nach *L.L.Thurstone*)

Intelligente Tätigkeiten

- Vorlesungen halten
- Vorlesungen verstehen
- Viele Sprachen sprechen
- Faust auswendig können
- Viele Leute kennen
- Auskunft geben
- Probleme lösen
- Schach/Go/Skat/Fußball spielen
- Fotografieren
- Aufräumen
- Wäsche waschen
- Fahrradfahren
- die Leipziger Straße überqueren
- Witze verstehen -- erzählen -- ausdenken
- im Urwald überleben
- ...

Definitionen: „Künstliche Intelligenz“

Definition nach Winston 1992:

Künstliche Intelligenz ist die Untersuchung von Berechnungsverfahren, die es ermöglichen, wahrzunehmen, zu schlussfolgern und zu handeln.

Eingebürgerte Definition:

... wenn Maschinen Leistungen vollbringen, die in der Natur als "intelligente Leistungen" gelten würden.

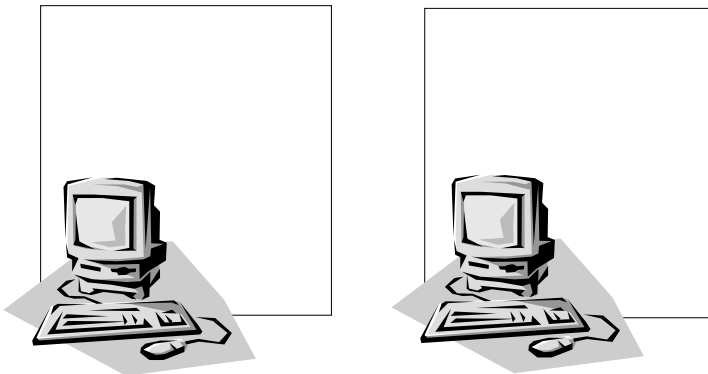
Definitionen: „Künstliche Intelligenz“?

Meyers großes Taschenlexikon in 24 Bänden (1992):

Zweig der Informatik. In der KI wird untersucht, wie man intelligente menschliche Leistungen durch Computer erfassen und nachvollziehen kann oder wie man allgemein mit Hilfe von Computern Probleme löst, die Intelligenzleistungen voraussetzen. KI-Systeme sind wissensbasierte Problemlöser, d.h. sie lösen Aufgaben auf der Grundlage verfügbarer Daten.

Wann ist eine Maschine “intelligent”?

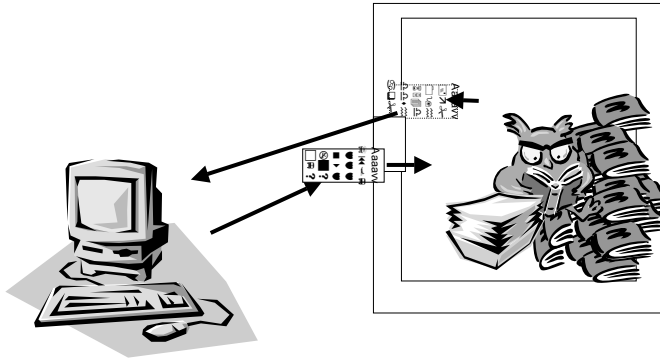
Turing-Test: Wenn Maschine und Mensch nicht unterscheidbar sind



Wann ist eine Maschine "intelligent"?

Kritik am Turing-Test:

Das chinesische Zimmer (Searle)



Erkenntnisproblem

Körper und Geist:

Gibt es (natürliche) Intelligenz ohne Körper?

Technikproblem

Gibt es Computer-Intelligenz ohne Körper?

Was ist ein
Handstand?



Starke/Schwache KI

„Starke KI“-These:

Intelligenz/Bewußtsein = Informationsverarbeitung
= Symbol-Manipulation
= Computer-Programm
⇒ Maschinen können intelligent sein

Starke/Schwache KI

Kritiker (z.B. J.R.Searle) wenden sich insbesondere gegen folgende Behauptungen:

- „(a) *the machine can literally said to understand the story and provide answers to questions; and*
(b) *what the machine and its program do explains the human ability to understand the story and to answer questions about it.*“

(Zitat aus „Minds, Brains, and Programs“,
in J.Haugeland: Mind Design)

Starke/Schwache KI

„Schwache KI“:

Intelligenzleistungen sind auch durch Maschinen realisierbar (simulierbar ...),

es wird aber nicht behauptet,

- dass Maschinen Bewusstsein haben,
- dass Maschinen „verstehen“

Realisierung intelligenten Verhaltens

Starke KI: **Physical Symbol System Hypothesis:**

"A physical symbol system has the necessary and sufficient means for intelligent action."

Newell/Simon: "Computer Science as Empirical Inquiry:
Symbols and Search"

Umsetzung auf (Turing-)Maschine:

Symbole als Repräsentanten für

- Objekte der externen Welt
- ausführbare Programme

Symbol Grounding
Problem

Realisierung intelligenten Verhaltens

„Nicht-symbolische KI“

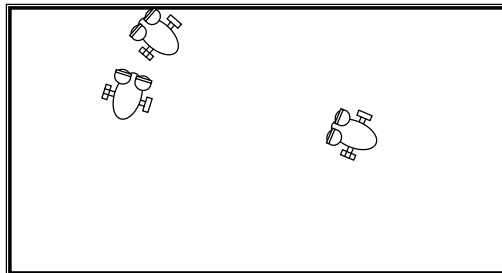
- Neuronale Netze:
Simulation neuronaler Prozesse

„Intelligence without reason“ (Brooks und andere)

- Nachahmung natürlichen Verhaltens
- „emergent behavior“
- „the world is the best model of the world“

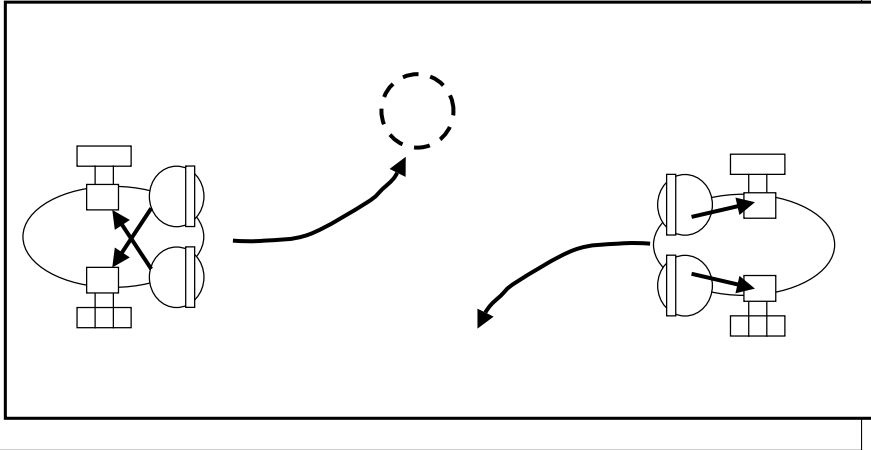
Einfache Reaktionsschemata

Ein Roboter wird von einem anderen bedrängt,
ein Dritter kommt und befreit ihn



Einfache Reaktionsschemata: Reflexe

Braitenberg Vehikel



Rationales Verhalten

Die verfügbaren Mittel

in einer dynamischen Umgebung
(*unsicheren*)
(*unbekannten*)

effizient einsetzen (*wofür?*)

Geschichte der KI

Schach-Automat 18. Jhd.

Arithmetical or algebraical calculations are, from their very nature, fixed and determinate. Certain data being given, certain results necessarily and inevitably follow. These results have dependence upon nothing, and are influenced by nothing but the data originally given... But the case is widely different with the Chess-Player. With him there is no determinate progression. No one move in chess necessarily follows upon any one other...

It is quite certain that the operations of the Automaton are regulated by mind and by nothing else. Indeed this matter is susceptible of a mathematical demonstration, a priori.

*Edgar Allan Poe:
Maelzel's Chess-Playing Machine,
Southern Literary Messenger,
April 1836.*

Geschichte der KI

- 19./20.Jhd.: Formalisierung der Logik
- A.M.Turing (1912-54): Turing-Maschine
- 20. Jhd.: Computer
- 1956: Dartmouth College Conference
Ziel: „*Simulation von Intelligenz auf Maschinen*“
- 1960-70: *Allgemeine Problemlöser*
- 1970-80: *Wissensbasierte Systeme*
- 1980-90: *Expertensysteme, Neuronale Netze*
- 1990- ...: *Integrierte „intelligente“ Systeme, Agenten*

Geschichte der KI

- Vertrauen in Mächtigkeit der Rechner:
 - Symbolische Verfahren
 - Formalisierung mittels Logik
 - Theorembeweiser, Suchverfahren
- Analogie zu natürlicher Informationsverarbeitung:
 - Subsymbolische Verfahren
 - Neuronale Netze
- Intelligente Systeme:
 - Simulation kognitiver Leistungen
 - Wissensmanagement
 - Robotik

Vertrauen in Mächtigkeit der Rechner

1 MegaByte = 10^6 Zeichen = 1 Buch
1 Buch: 250 Seiten je 50 Zeilen mit 80 Zeichen

1 GigaByte = 10^9 Zeichen = 1000 Bücher

1 TeraByte = 10^{12} Zeichen = 1 000 000 Bücher
20 km Bücher von je 2cm Stärke

900 MHz: 10^8 Operationen pro Sekunde

10 Gflops: 10^{10} Operationen pro Sekunde

bei 1 Operation pro Sekunde:

10 Milliarden Operationen in 300 Jahren

(1 Jahr = 31 536 000 Sek.)

Natur:

- 10^{11} - 10^{12} Neuronen im Gehirn mit 10^{15} Synapsen (Verbindungen)
- 10^{11} (parallele) Operationen/Sekunde bei einer ruhenden Fliege

Vertrauen in Mächtigkeit der Rechner:

Schach: durchschnittlich 30 Alternativen pro Stellung
nach n Zügen: $30^{2n} \sim 9^n \cdot 10^{2n}$ Möglichkeiten

Falls 10^{10} Stellungen pro Sekunde berechenbar (analysierbar):

nach 6 Zügen: $30^{12} \sim 9^6 \cdot 10^{12} = 53144100 \cdot 10^{10}$ Stellungen
d.h. 53144100 Sek. $\sim 1,7$ Jahre Rechenzeit

nach 5 Zügen: $30^{10} \sim 9^5 \cdot 10^{10} = 59049 \cdot 10^{10}$ Stellungen
d.h. 59049 Sek. ~ 16 Min. Rechenzeit

„Intelligente“ Maschinen

- Realisierungen
 - Nachahmung natürlicher Intelligenz
 - Ausnutzen maschineller Stärken
 - Vortäuschung, Tricks
 - Zuschreibungen

„Intelligente“ Maschinen: Eliza

- JF: Die Männer sind alle gleich.
C: In welcher Weise?
JF: Sie machen uns immer wegen irgendwas verrückt.
C: Können Sie ein Beispiel nennen.
JF: Na ja, die Idee zu diesem Gespräch stammt von meinem Freund.
C: Die Idee zu diesem Gespräch stammt von Ihrem Freund.
JF: Er sagt, daß ich oft deprimiert bin.
C: Es tut mir leid, von Ihnen zu hören, daß Sie deprimiert sind.
JF: Das stimmt, ich bin unglücklich.
C: Glauben Sie, daß dieses Gespräch Ihnen hilft, nicht mehr unglücklich zu sein?
JF: Ich brauche jedenfalls Hilfe, das steht fest.
C: Was würde es für Sie bedeuten, Hilfe zu bekommen?
JF: Vielleicht könnte ich lernen, mit meiner Mutter auszukommen.
C: Erzählen Sie mir mehr über Ihre Familie.
JF: Meine Mutter erledigt alles für mich.

„Intelligente“ Maschinen: Eliza

- C: Wer in Ihrer Familie erledigt noch alles für Sie?
JF: Mein Vater.
C: Ihr Vater.
JF: Sie sind ein wenig wie mein Vater.
C: Welche Ähnlichkeiten sehen Sie?
JF: Sie sind nicht besonders aggressiv, aber ich glaube, Sie möchten nicht, daß ich das beachte.
C: Was läßt Sie vermuten, daß ich nicht sehr aggressiv bin?
JF: Sie streiten nicht mit mir.
C: Wieso glauben Sie, daß ich nicht mit Ihnen streite.
JF: Sie haben Angst vor mir.
C: Macht Ihnen der Gedanke Spaß, daß ich vor Ihnen Angst habe?
JF: Mein Vater hat vor jedem Angst.
C: Was fällt Ihnen noch ein, wenn Sie an Ihren Vater denken?
JF: Angeber.
C: Hat das etwas damit zu tun, daß die Idee zu diesem Gespräch von Ihrem Freund stammt?

„Intelligente“ Maschinen: Eliza

JF: Sie xxxxx nicht mit mir.

C: Wieso glauben Sie, daß ich nicht mit Ihnen xxxxx.

xxxxx = streiten

JF: Sie streiten nicht mit mir.

C: Wieso glauben Sie, daß ich nicht mit Ihnen streite.

JF: Sie xxxxx nicht mit mir.

C: Möchten Sie, daß ich mit Ihnen xxxxx.

oder:

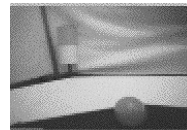
C: Haben Sie erlebt, daß jemand mit Ihnen xxxxx.

JF: Ich fühle mich heute xxxxx.

C: Passiert es oft, daß Sie sich xxxxx fühlen?

„Intelligente“ Roboter

- Sinne:
Sehen, Hören, Tasten, Temperatur, Schmerz, Gleichgewicht
(Riechen, Schmecken)
- Äußerungen:
Sprache, Gestik, Gefühl, Bewegung, ...
- Empfinden
- Denken
- Lernen
- Selbständig Handeln



KI-Programme als „Agenten“

Interaktion mit einer Umgebung

Autonomie

Koordiniertes („soziales“) Verhalten:

Multi-Agenten-Systeme

Zielgerichtetes Verhalten

Ein „Agent“ arbeitet selbständig im Auftrag eines anderen

Unterschiedliche Definitionen in der Literatur

Rationale Agenten

Zielsetzung:

Die Mittel für den gewünschten Zweck optimal einsetzen.

Ingenieurtechnisch zu lösende Aufgabe

„Beschränkte Rationalität“:

Die *verfügbaren* Mittel

in einer *dynamischen, unstrukturierten, unsicheren, nur teilweise erfahrbaren, ...* Umgebung

für den gewünschten Zweck *möglichst effizient* einsetzen

„Beschränkte Rationalität“

*Für mobilen Roboter in realer Umwelt
Für Software-Agenten im Internet*

Umwelt:

- *Dynamisch: schnelle (unerwartete) Änderungen*
- *Unstrukturiert: keine vorgegebene Konstruktion*
- *Unsicher: unzuverlässige Daten, verrauschte Daten*
- *Nur teilweise erfahrbar: Nicht alle Information zugänglich*

Ursachen für Einschränkungen:

- grundsätzlich (unzugängliche Informationen) oder
- komplexitätsbedingt (Beschaffungs-Aufwand zu hoch)

„Beschränkte Rationalität“

*Für mobilen Roboter in realer Umwelt
Für Software-Agenten im Internet*

Verfügbare Mittel

- *Beherrschbarkeit der Umwelt:*
Welche Einflussmöglichkeiten bestehen?
- *Zuverlässigkeit der Handlungen*
Wieweit entsprechen Resultate den Erwartungen?

Ursachen für Einschränkungen:

- grundsätzlich (außerhalb des Einflussbereichs) oder
- komplexitätsbedingt (Realisierungs-Aufwand zu hoch)

KI-Programme als „Agenten“

Sense-think-act-cycle (Agent, Roboter)

- Information aufnehmen und verarbeiten
(Sensorik, Wahrnehmung, ...)
- Entscheidungen treffen
(Ziele auswählen, Handlungen Planen, ...)
- Aktionen ausführen
(Kommunikation, Bewegen, ...)

Einfache Agenten

Unmittelbare Zuordnung zwischen

- Eingabe (Sensorik) und
- Ausgabe (Aktorik)

Zuordnung z.B. durch

- Tabelle
- Neuronales Netz
- Einfacher Algorithmus

Agenten mit „Zustand“

Bei gleicher Eingabe („Wahrnehmung“)
erfolgen unterschiedliche Aktionen

Mögliche Ursachen:

- Nicht-Determinismus
- Interner Zustand

$$\text{Ausgabe} = f(\text{Zustand}, \text{Eingabe})$$

(von außen evtl. nicht unterscheidbar)

Agenten mit „Zustand“

Was wird im Zustand gespeichert:

- Information über die Umwelt
- (basierend auf früheren Informationen)

WELTMODELL

Vergangenheit: Wie war die Welt

- Information über geplante Handlungen

Zukunft: Wie sollte die Welt sein

Ziel, Plan, ...

Klassifikationen

	Zustand Vergangenheit	Zustand Zukunft	komplex
Stim. Response	-	-	-
(Schach)	-	-	+
	-	+	-
	-	+	+
Stim.Resp.mit WM	+	-	-
	+	-	+
	+	+	-
deliberativ	+	+	+

Auch: stimulus response = „reaktiv“

Agenten-Steuerung („think“)

Entscheidungsfindung

- Einfach (Tabelle, ...) („reaktiv“)

- Komplex: („deliberativ“)
 - Auswahl von Zielen
 - Planung von Handlungen
 - Nutzensabschätzung

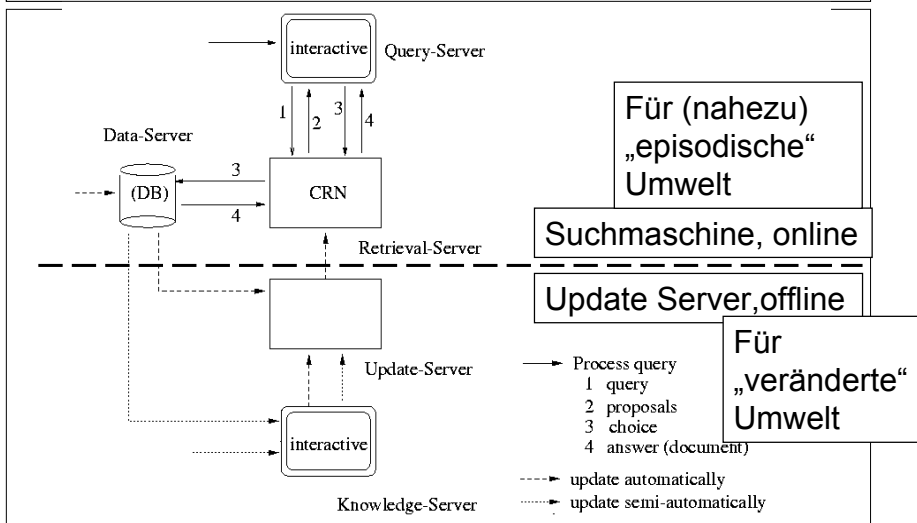
Umwelteigenschaften z.B.

- Beobachtbarkeit
 - vollständig vs. partiell
 - korrekt vs. unsicher („Rauschen“)
- Bestimmtheit
 - determiniert vs. nicht-determ./stochastisch
- Wiederholbarkeit
 - episodisch (wiederholbar) vs. fortlaufend verändert
- Dynamik
 - Dynamisch (schnell veränderlich) vs. statisch
- Skalierung
 - Diskret vs. kontinuierlich

Vgl. auch

„beschränkte Rationalität“

Reiseberatung: einfache Variante



Für (nahezu)
„episodische“
Umwelt

Suchmaschine, online

Update Server, offline

Für
„veränderte“
Umwelt

Andere Agenten

- Verteiltes Problemlösen:
 - Dekomposition komplexer Probleme
 - Gemeinsame Arbeit an der Lösung
- Multi-Agentensysteme (MAS)
 - Koordination
 - Kommunikation

 - Kooperierende Agenten vs. Konkurrierende Agenten

AOSE

Agent Oriented Software Engineering

- Agenten = „autonome Objekte“
- Technologien
- Plattformen
- Standardisierung
 - Kommunikation (Sprache, Protokolle)
 - Architektur(FIPA=Foundation for Intelligent Physical Agents)

AOSE für „Offene Systeme“

Eigenschaften offener Systeme nach Hewitt:

- kontinuierliche Bereitschaft
- asynchrone Arbeitsweise
- dezentrale Steuerung
- Erweiterbarkeit
- Armlängenreichweite
- inkonsistente Informationen

Weitere mögliche „offene“ Eigenschaften:

- Zuordnung
- Konventionen
- Anwesenheit

Beispiel: Internet