

Teil I: Einstieg in die KI

Was ist Künstliche Intelligenz? (1)

The Arithmetical Machine produces effects which are nearer to thought than all the actions of animals. But it does nothing which would enable us to attribute will to it, as to animals.

Blaise Pascal

The brain happens to be a meat machine.

Marvin Minsky

The only way to know that a machine is thinking is to be that machine and feel oneself thinking.

Alan M. Turing

At the end of this century the way of words and general educated opinion will have altered so much that one will be able to speak of "machines tinkering" without expecting to be contradicted.

Alan M. Turing, 1938

Was ist Künstliche Intelligenz? (2)

“... Die Bezeichnung “Künstliche Intelligenz” entstand als Übersetzung von “artificial intelligence”. Dieser Begriff war Mitte der 50er Jahre in den USA geboren worden. Die Übersetzung von “artificial” als “künstlich” bedeutet zugleich “unecht”, “gekünstelt”, “Schein-”. Die Programme, die in der KI entstehen, verhalten sich also für den Betrachter als ob sie Intelligenz besäßen. Auch das Wort “intelligence” besitzt im Englischen eine weitergehende Bedeutung als das Wort “Intelligenz” im Deutschen, nämlich denkbezogene Information, Einsicht und Verständnis ... “

aus: *Informatik Duden*

Was ist Künstliche Intelligenz? (3)

- *Elaine Rich*: Forschung darüber, wie Rechner Dinge machen, die Menschen derzeit noch besser beherrschen.
- *Barr & Feigenbaum*: Teil der Informatik, in welchem intelligente Systeme entworfen werden, d.h. menschliche Intelligenz „simulieren“.
- *Buchanan & Shortliffe*: Teil der Informatik, in welchem symbolische, nicht-algorithmische Problemlösungen entwickelt werden.
- *Buchanan*: Teil der Informatik, mit symbolischer statt numerischer Repräsentation von Wissen und mit heuristischen Verarbeitungstechniken.

Rekonstruiert die KI die natürliche Intelligenz?

- Schwache KI-These:

Computer dienen der Kognitionswissenschaft zur empirischen Untersuchung. KI-Programme sind Experimente zur Überprüfung von Modellen intelligenten Verhaltens

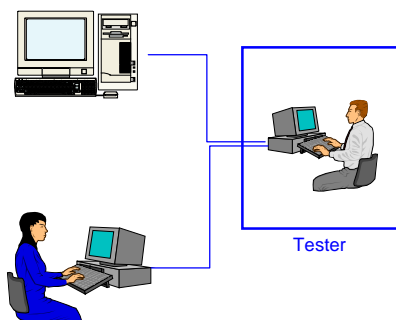
- Starke KI-These:

Hypothese des physikalischen Symbolsystems (physical symbol systems hypothesis - PSSH, [Newell, Simon 1976]): Menschliche wie maschinelle Intelligenz beruhen auf der Fähigkeit zur Symbolverarbeitung.

Aus der PSSH folgt, daß intelligente Leistungen von der Besonderheiten der physikalischen Implementation unabhängig sind. Künstliche und natürliche Intelligenz sind prinzipiell ununterscheidbar

"The brain happens to be a meat machine." [Marvin Minsky]

Der Turing-Test



- Der Britische Mathematiker Alan Turing schlug bereits im Jahr 1950 einen empirischen Test zur Überprüfung intelligenten Verhaltens einer Maschine durch Vergleich mit einem Menschen (Imitationsspiel):
- Eine Person befragt einen Menschen und ein künstliches intelligentes System. Der Tester kommuniziert nur indirekt über ein Textmedium. Der Tester soll allein aus den Antworten auf seine Fragen entscheiden, wer Mensch und wer Computer ist. Wenn er das nicht kann, dann - so argumentiert Turing - kann man annehmen, daß die Maschine intelligent ist.
- Der Tester kann jede beliebige Frage stellen. Durch die indirekte Kommunikation soll vermieden werden, daß der Interviewer durch äußeres Erscheinen oder mechanische Eigenschaften (z.B. synthetische Stimme) beeinflusst wird.

Was ist Künstliche Intelligenz? (4)

METHODEN der KI

- heuristische Suche
- Planen
- Lernen
- Repräsentieren von Wissen
- Schlußfolgern
- Problemlösemethoden
- Meta-Reasoning
- Konnektionismus
- Mustererkennung

ANWENDUNGEN der KI

- Verarbeitung natürlicher Sprache (NLP)
- Expertensysteme (XPS)
- Deduktionssysteme
- Robotik / Wahrnehmung
- Computersehen / Bilderkennung
- Spiele :-)
- Multiagentensysteme
- Dokumentanalyse



Knowledge Management
Research Group



Andreas Abecker

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH

Was ist Wissen? Wie soll man es darstellen?

- umfangreich
- schwer akkurat zu beschreiben
- ständiger Änderung unterworfen
- „Meta-“ ...
- vernetzt, komplex

Elaine Rich:

- It captures generalizations.
- It can be understood by people who must provide it.
- It can be easily modified to correct errors and to reflect changes in the world and in our world view.
- It can be used in a great many situations even if it is not totally accurate or complete.
- It can be used to help overcome its own sheer bulk by helping to narrow the range of possibilities that must usually be considered.



Knowledge Management
Research Group



Andreas Abecker

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH

Beispiel für symbolische Repräsentation

Lisa geht am Wochenende gern allein ins Kino. Aber jeden der fünf Werktage verbringt sie mit genau einem ihrer drei Freunde. Wen sie nächste Woche wann sieht, hat sie so festgelegt:

- Sehe ich am Donnerstag Andreas oder Jörg, so treffe ich Philipp am Dienstag.
- Knabбере ich am Mittwoch Jörg am Ohr, werde ich mich freitags entweder Philipp oder Jörg widmen.
- Treffe ich Philipp am Mittwoch, dann muß ich auch am Donnerstag bei ihm sein.
- Sehe ich Philipp am Montag, dann werde ich, sofern ich am Dienstag kein Rendezvous mit Andreas habe, Philipp auch am Donnerstag treffen.
- Schließe ich Dienstag Andreas in die Arme, so soll Jörg, wenn nicht schon am Mittwoch, dann am Donnerstag mein Liebhaber sein.
- Wenn ich Jörg am Montag beglücke, so ist Andreas am Freitag an der Reihe.
- Falls ich mit Andreas weder für Montag noch für Dienstag verabredet bin, dann werde ich ihn auch am Mittwoch nicht sehen.

Problemlösetechniken

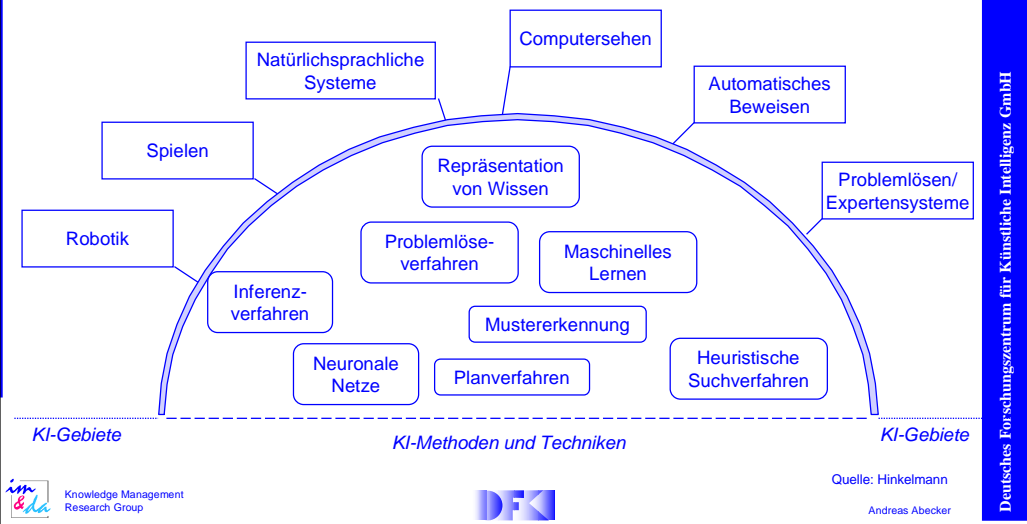
Schwache Methoden:

Allgemeine Suchstrategien, die für eine große Klasse von Problemen anwendbar sind, z.B. Hill-climbing, A*-Algorithmus, means-ends analysis

Starke Methoden:

Auf spezielle Problemklassen zugeschnittene Problemlöser, z.B. Planungsverfahren, Diagnosestrategien (werden vor allem in Expertensystemen eingesetzt)

Anwendungen und Methoden



Sprachverarbeitung (1)

- Ziel ist das Verstehen geschriebener oder gesprochener Sprache
- Anwendungen: Spracheingabe (Bagger, Textverarbeitung), Übersetzung gesprochener & geschriebener Sprache, Sprachgenerierung (techn. Dokumentation, Synthesizer), komplexe Dialogsysteme (Fahrplanauskunft, Hotelreservierung, Textverstehen)
- Probleme: low-level Phänomene (Nuscheln, Melodie etc.), "ungrammatisches Sprechen", Mehrdeutigkeiten, Kontextabhängigkeit, non-verbale Elemente, Hintergrund- & Weltwissen
- Ansätze: komplexe Grammatiken, maschinelles Lernen, große Lexika, aufgabenspezifisches Hintergrundwissen, non-standard Logiken, (Common-Sense Reasoning CYC)

Natürlichsprachliche Systeme (2)

- Natürlichsprachliche Systeme behandeln zwei Aufgaben:
 - Verstehen eines Textes
 - Generieren von Sätzen
- Verstehen ist die Transformation von einer Ausgangsdarstellung (z.B. ein Satz in deutscher Sprache) in eine Zieldarstellung, die eine Menge von Aktionen ermöglicht.
- Beispiele
 - Ein System/Mensch hat eine Geschichte „verstanden“, wenn es/er/sie Fragen zu dieser Geschichte korrekt beantworten kann
 - Ein Zuginformationssystem „versteht“ die Aussage „*Ich muß so schnell wie möglich nach München*“, wenn es mir die nächste Verbindung liefert.

Verstehen natürlicher Sprache (3)

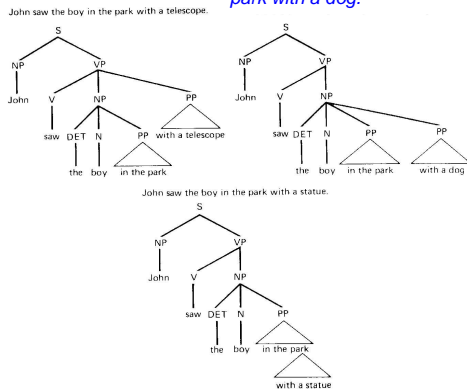
- Probleme beim Verstehen natürlicher Sprache:
 - Für eine Aussage gibt es mehrere korrekte Formulierungen
 - Ein Satz kann mehrere Bedeutungen haben
 - Ein Wort kann mehrere Bedeutungen haben
- Verstehen natürlicher Sprache erfordert **Wissen** über
 - die Sprache (**Syntax**)
 - das Themengebiet (**Semantik**)
 - Konventionen des Sprachgebrauchs (**Pragmatik**)

Beispiel: Sprachverarbeitung (4)

Je nach Bedeutung der Wörter, sind unterschiedliche Strukturen korrekt:

John saw the boy in the park with a telescope.

John saw the boy in the park with a dog.



John saw the boy in the park with a statue.

Syntax: Erkennung der Satzstruktur durch Anwendung grammatischer Regeln

Semantik: Erkennen der Bedeutung syntaktischer Strukturen

Pragmatik: Festlegung was wirklich gemeint ist, bzw. welche Handlung erfolgen soll
„Wissen sie wieviel Uhr es ist?“
⇒ Aufforderung, die Zeit zu sagen



Knowledge Management
Research Group



Nach: Hinkelmann

Andreas Abecker

Bildverarbeitung (1)

- Ziel ist es, visuelle Prozesse der maschinellen Verarbeitung zugänglich zu machen, d.h. Bilderkennung und Bildverstehen
- Anwendungen: Industrieroboter, optische Qualitätskontrolle, autonome Transportsysteme, Verkehrsszenenerkennung, Postleitzahlenerkennung, OCR
- für die Maschine aufwendiger als das Führen mathematischer Beweise
- für den Menschen keine bewußte Intelligenzleistung, weil fest verdrahtet in der "feuchten Hardware"
- Prozeßschritte: Bildarstellung, Segmentierung, Objekterkennung, Szenenanalyse
- Methoden: Mathematik, neuronale Netze, spezifisches Domänenwissen, Ebenenarchitekturen, erwartungsgesteuerte Wahrnehmung



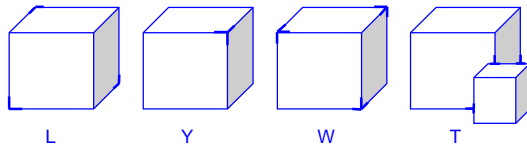
Knowledge Management
Research Group



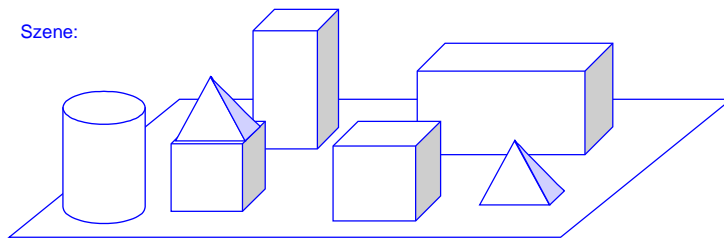
Andreas Abecker

Erkennung von Objekten (2)

Kantentypen:



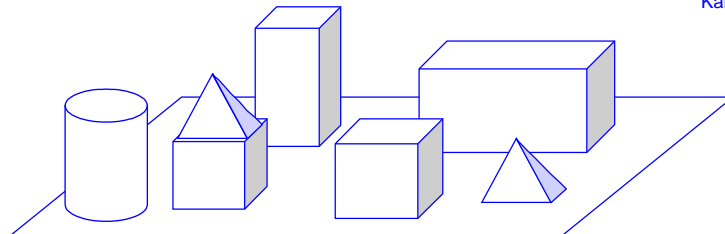
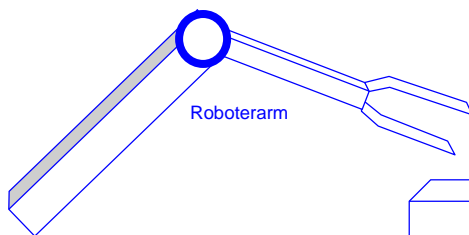
Szene:



Kombination von Sprache und Bildverstehen: SHRDLU

[Winograd, 1972]

„Gib mir die blaue Pyramide auf dem Klotz!“



Deduktionssysteme / Automatisches Beweisen

- Ziel ist die Verwendung mathematischer Logik zum Folgern aus Fakten und Annahmen
- Anwendungen: automatisches und Unterstützung beim Beweisen von mathematischen Sätzen, Entwurf von Inferenzmechanismen für XPS, Programmverifikation, Programmsynthese aus deskriptiver Spezifikation
- Problem: extrem große Suchräume, Termination nicht gesichert, Modus der Benutzerinteraktion
- Ansätze: taktisches Theorembeweisen, Benutzer greift in die Steuerung ein, Lemmagenerierung

Robotik

- Ziel ist die Gestaltung weitgehend autonomer und selbstlernender Roboter
- Anwendungen: autonome Transportsysteme, Weltraum & Tiefsee, Krankenhaus & Haushalt, Robo-Cup
- Probleme: komplexe Sensorik + Motorik + Planen, Echtzeitfähigkeit, "Überraschungen", Frame-Problem
- Methoden: maschinelles Lernen, Schichtenarchitekturen, Planen mit means-end-analysis, Skelettplanen, "kurzgeschlossene Reflexbögen", reaktives Planen, Kommunikation & Kooperation (Multiagentensysteme)

Expertensysteme

- Ziel ist es, das Spezialwissen und die Schlußfolgerungsfähigkeiten qualifizierter Fachleute bei bestimmten Spezialaufgaben nachzubilden und so zu vergleichbaren oder besseren Problemlösungen zu kommen
- Anwendungen z.B. in technischer oder medizinischer Diagnose oder bei der Arbeitsplanung
- Probleme: Wissen kaum explizierbar, allgemeines Weltwissen, jahrelange Erfahrung modellieren, Wissensakquisition, komplexe Schlußfolgerungsstrategien, große Suchräume, vielfältige Wissensarten
- Methoden: Wissensrepräsentation & Inferenz, wiederverwendbare Ontologien und Problemlösungsmethoden, Deklarativität

Kommerzielle Einsatzgebiete von KI-Techniken

- NLP: automatische Übersetzer, Spracheingabe
- Dokumentanalyse: Belegleser
- XPS: Selbstdiagnose bei großen Maschinen
- XPS: Konfiguration von Telekommunikationsanlagen
- Fuzzy-Control: Fotoapparate, Waschmaschinen, Bremsanlagen
- Maschinelles Lernen: Genomanalyse
- Agenten: Microsoft's "Heftklammer"

Kleine Geschichte der KI (1)

- **1950: Turingtest:** antwortet Maschine oder ein Mensch?
- **1956: Dartmouth Konferenz:** maschinelles Lernen, Begriff "AI"
- **1957: GPS / Strips:** allgemeine Problemlösungsverfahren
- **1962: Schach- & Dameprogramme:** spezielle Problemlösungsverfahren, vereinfachte Problemwelt: blocks world,
Faustregeln & Suchstrategien

Kleine Geschichte der KI (2)

- **1965: Dendral:** erstes Expertensystem
Bestimmung der Struktur organischer Moleküle
Suchstrategien + Faustregeln + Logik + Vermutungen (Hypothesen testen)
ab hier: Forschung in Wissensdarstellung
- **1972: SHRDLU:** erster Erfolg beim Verstehen geschriebener natürlicher Sprache, kann intelligente Gegenfragen stellen, Anschlußfragen stellen, brauchbare Antworten generieren
- **1975: MYCIN:** erstes großes XPS
mit viel Expertenwissen über Hirnhautentzündung und bakterielle Infekte i.a.,
erbringt vergleichbare Diagnoseleistungen wie menschlicher Experte
EMYCIN: Tool für den XPS-Aufbau

Kleine Geschichte der KI (3)

- **1979: PUFF:** XPS zur Auswertung von Meßergebnissen von Atemtests (erstes im Auftrag erstelltes XPS, mit EMYCIN)
ab hier: kommerzielle XPS-Shells
- **1980: XSEL / XCON:** kundenspezifische Systemkonfiguration bei DEC, erbringt nachweislich kommerzielle Vorteile
- **1982: PROSPECTOR:** Suche nach Erzlagerstätten
- **1987: Nexpert Object:** erste PC-taugliche XPS-Shell

Hinweis: gute Darstellung vieler "klassischer" XPS mit den zugrundeliegenden Methoden findet sich bei:

Peter Jackson, Expertensysteme - Eine Einführung, Addison-Wesley, 1987



Knowledge Management
Research Group



Nach: Hättenschwiler

Andreas Abecker

KI-Phasen

- **Klassische Periode:** **1955-1965**
allgemeine "intelligente Verfahren" zur Lösung beliebiger Probleme
- **Romantische Methode:** **1965-1975**
grundlegende Verfahren für Problemdarstellung, Suchstrategien, Heuristiken zur Lösung spezieller Probleme
- **Moderne Periode:** **ab 1975**
in the knowledge lies the power: Darstellung und Verarbeitung problemspezifischen Wissens, wissensbasierte Systeme, Knowledge Engineering

Hinweis: eine detailliertere Beschreibung der Phasenentwicklung und der wissenschaftlichen Wurzeln der KI findet sich bei Russel & Norvig



Knowledge Management
Research Group



Nach: Hättenschwiler
Quelle: Jackson

Andreas Abecker