

Vorlesung Wissensbasierte Systeme

1. *Einführung* - KI, Wissensbasierte Systeme: was ist das?
2. *Wer sucht der findet* - Problemlösen und Suchmethoden
3. *Making it explicit* - Logik und Inferenz
4. *Ausnahmen sind die Regel* - Nichtmonotones Schließen
5. *Alles ist unsicher* - Probabilistisches Schließen
6. *Welche Wege führen zum Ziel?* - Wissensbasiertes Planen
7. *Muss man Dir alles sagen?* - Maschinelles Lernen

Siehe auch: <http://www.informatik.uni-leipzig.de/~brewka/lehre1.html>

Etwas genauer:

- 1. Einführung**
- 2. Problemlösen und Suche**
- 3. Constraint Satisfaction**
- 4. Was Sie von Logik (noch) wissen sollten**
- 5. Beschreibungslogiken - eine kurze Einführung**
- 6. Regelbasierte Systeme; Motivation nichtmonotones Schließen**
- 7. Logikprogrammierung und Answer Sets - Einführung**
- 8. Berechnung von Answer Sets - Smodels - Kardinalitätsconstraints**
- 9. Probabilistisches Schließen: Grundlagen**
- 10. Probabilistisches Schließen: Bayes Netze**
- 11. Planen: STRIPS, Vorwärts-/Rückwärts-Planer**
- 12. Partial Order Planning, Graphplan, Heuristisches Planen**
- 13. Maschinelles Lernen - Entscheidungsbäume, Versionsräume**
- 14. Maschinelles Lernen - Instanzbasiertes Lernen; Data Mining**
- 15. Klausurvorbereitung**

1. Einführung

Was ist Intelligenz?

Turing hat versucht, für den Begriff eine operationale Definition zu geben

Schlägt folgenden Test vor, der nach ihm Turing Test genannt wird:

Mensch 1 ist über Terminal mit Raum verbunden, in dem Mensch 2 und Computersystem S stehen

Mensch 1 stellt Fragen und erhält Antworten von Antworter 1 und Antworter 2

Mensch 1 weiß aber nicht, wer von den Antwortern Mensch 2 und wer S ist

Kann Mensch 1 nicht identifizieren, wer S ist, so ist S intelligent.

Was ist Künstliche Intelligenz?

The exciting new effort to make computers think ... machines with minds in the full and literal sense (Haugeland)

The automation of activities that we associate with human thinking, such as decision making, problem solving, learning ... (Bellman)

The study of mental facilities through the use of computational models (Charniak, McDermott)

The study of the computations that make it possible to perceive, reason, and act (Winston)

The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people (Kurzweil)

The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better (Rich, Knight)

A field of study that seeks to explain and emulate intelligent behavior in terms of computational processes (Schalkoff)

The branch of computer science concerned with the automation of intelligent behavior (Luger, Stubblefield)

4 Auffassungen von KI

1. Denken wie Menschen: der kognitive Ansatz

empirischer Ansatz, System soll Menschen modellieren, auch dessen Fehler

2. Handeln wie Menschen: der Turing Test Ansatz

**Operationale Definition von Intelligenz durch Turing Test:
System S als intelligent betrachtet, wenn Prüfer, der elektronisch mit S
kommuniziert, nicht entscheiden kann, ob S Mensch oder Computer**

dazu nötig: natürliche Sprache, Wissensrepräsentation, Schließen, Lernen

3. Rationales Denken:

**nicht: wie denkt der Mensch, sondern: wie sollte man denken, was ist richtiges
Denken, präskriptiv ==> Logik**

4. Rationales Handeln (doing the right thing)

**nicht beschränkt auf korrektes Denken
manchmal erfordert Rationalität sogar Verzicht auf Korrektheit**

Strong vs. Weak AI

Strong AI:

Maschinen können denken wie wir. KI versucht, denkende Maschinen zu konstruieren

Weak AI:

KI versucht, Maschinen zu konstruieren, die menschliches intelligentes Denken und Verhalten modellieren. Die Maschinen müssen dazu nicht selbst denken können

Searle's Versuch einer Widerlegung der Strong AI: Chinese Room Argument:

jemand, der nicht Chinesisch spricht, befindet sich in Raum, hat Regeln, die ihm sagen, wie ihm übergebene chinesische Zeichen umzuformen bzw. zu beantworten sind

**produziert Ein/Ausgabeverhalten wie ein regelbasiertes KI-System
aber versteht nicht, was die Zeichen bedeuten**

Widerlegung? Versteht nicht das Gesamtsystem doch Chinesisch?

Wurzeln der KI

Philosophie:

Erkenntnistheorie, Wissenschaftstheorie, philosophy of mind, ...

Mathematik:

Algorithmenbegriff, mathematische Logik, Entscheidbarkeit, Vollständigkeit, Komplexitätstheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie, Entscheidungstheorie

Psychologie:

kognitive Psychologie, P. des Wahrnehmens, Lernens, ...

Computertechnologie: liefert Basis für Experimente

Linguistik:

ling. Wissensrepräsentation, natural language processing, ...

Eine kurze Geschichte der KI

Gründungsphase (1943-1956)

McCulloch/Pitts entwickeln neuronale Netze

Hebb untersucht Lernen in solchen Netzen

Shannon und Turing schreiben Schachprogramme

Newell/Simon entwickeln Logic Theorist

McCarthy organisiert 2 monatigen Workshop in Dartmouth ==> Geburt der KI

Früher Enthusiasmus, überzogene Erwartungen (1952-1969)

Newell/Simon entwickeln GPS (General Problem Solver)

Samuels lernendes Dame-Programm

McCarthy erfindet LISP, time-sharing und den "logicist approach"

Robinsons Resolutionsverfahren

Roboter SHAKEY am SRI

Ansätze in den Bereichen Planen, Vision, Sprachverstehen, Problemlösen

Kurze Geschichte der KI, ctd.

Eine Dosis Realismus (1966-1974)

**großspurige Vorhersagen treffen nicht ein
Übersetzungsprogramme produzieren Unsinn
desillusionierende Komplexitätsresultate, Ansätze "do not scale up"
beschränkte Ausdrucksmächtigkeit bestimmter Formalismen (Perceptrons)**

Wissensbasierte Systeme als Schlüssel zur Macht? (1969-1979)

**Trend zu hochspezialisierten wissensbasierten Systemen
DENDRAL, MYCIN, PROSPECTOR, SHRDLU
Wissensrepräsentationssysteme, XPS-tools, frames**

KI als Industrie (1980 - 1988)

**R1 erstes kommerzielles Expertensystem, Rechner-Konfiguration, spart \$10 M.
5th Generation Projekt startet in Japan, massive Förderung in USA, Europa
jede Menge Firmengründungen**

Kurze Geschichte der KI, ctd. 2

Rückkehr der neuronalen Netze (1986 - jetzt)

**multi-layer networks
backpropagation Lernverfahren
zahlreiche erfolgreiche Anwendungen**

Aktuelle Trends (1987 - jetzt)

**Formalisierung, Mathematisierung ==> Beweise statt Intuition
weg von Spielzeugproblemen - hin zu realistischen Anwendungen
Erfolge bei Sprachverarbeitung, Planen, ...
effiziente Methoden des Probabilistischen Schließens (Bayes-Netze)
Semantic Web - Ontologien
Robotik
Logic Programming**

Beispiele zum State of the Art

- Programm Chinook seit 1994 Damespiel-Weltmeister.
- Suchmaschinen erleichtern Umgang mit Informationsflut im Internet.
- Deep Blue besiegt 1997 Weltmeister Garri Kasparow.
- Expertensysteme zur Exploration von Ölquellen, sowie
- Steuerung von Marsrobotern, medizinischer Diagnose, ...
- Maschinelle Übersetzung verbreitet.
- Maschinelle Textzusammenfassung.

Weitere Beispiele

- Analyse und Vorhersage von Aktienkursentwicklungen.
- Optische Zeichenerkennung liest gedruckte Texte zuverlässig.
- Handschrifterkennung millionenfach in PDAs verwendet.
- Spracherkennung ermöglicht Diktieren eines Textes.
- Computer-Vision-Systeme überwachen öffentliche Plätze, Produktion ...
- Robocup: Weltmeisterschaften fußballspielender Roboter
- DARPA Grand Challenge: Wüstenrennen für führerloses Fahrzeug
- Jeopardy: Künstliches System gewinnt gegen menschliche Mitspieler

Teilgebiete der KI

- **Wissensverarbeitung: Repräsentation, Inferenz, Revision, Unsicherheit**
- **Handlungsmodellierung und Planen: Aktionen, Effekte**
- **Maschinelles Lernen**
- **Constraints und Suche**
- **Multi-Agentensysteme**
- **Neuronale Netze**
- **Vision/Wahrnehmung**
- **Natürliche Sprache**
- **Robotik**
- **Anwendungen**

Intelligente Agenten

- **Agenten**
nehmen ihre Umwelt wahr durch Sensoren
handeln in der Umwelt durch Effektoren
- **Rationale Agenten**
tun "das Richtige", d.h. das, was sie "erfolgreich" sein lässt
- **Performanzmaß**
misst den Erfolg
- **Rationalität abhängig von**
Performanzmaß, Folge von Wahrnehmungen, Wissen über
Umwelt, mögliche Handlungen
- **Autonome Agenten**
besitzen von ihren eigenen Erfahrungen geprägtes Verhalten

Typen von Agenten

- **Reflex Agenten**
haben Information über den gegenwärtigen Weltzustand
verwenden zur Auswahl der Aktionen condition-action rules
- **Agenten mit internem Zustand**
speichern Information über frühere Weltzustände
speichern Information über die Wirkung von Aktionen
- **Zielbasierte Agenten**
besitzen Information über Zielzustände
leiten auszuführende Aktion von zu erreichenden Zielen her ab
- **Agenten mit Nutzenfunktion**
verfügen über ein Maß, wie "erstrebenswert" bestimmte Zustände sind
können deshalb zwischen verschiedenen Zielen auswählen

Arten von Umgebungen

- **Zugänglich vs. unzugänglich**

ist die für die Auswahl von Handlungen relevante Information über Sensoren zu erhalten?

- **Deterministisch vs. nichtdeterministisch**

Ist der nächste Zustand der Welt durch den jetzigen Zustand und die Handlung eindeutig bestimmt?

- **Episodisch vs. nichtepisodisch**

Hängt die Qualität von Handlungen von früheren Handlungen ab?

- **Statisch vs. dynamisch**

Ändert sich die Welt unabhängig von den Aktionen des Agenten?

- **Diskret vs. kontinuierlich**

Ist die Anzahl der möglichen Wahrnehmungen und Aktionen begrenzt?

Wissensbasierte Systeme

**Für bestimmte Aufgaben benötigen Agenten Wissen über die Welt
solches Wissen kann prozedural oder deklarativ repräsentiert werden**

**Beispiel für prozedurales Wissen: wie binde ich einen Schuh, wie dividiere ich,
...**

Deklaratives Wissen beschreibt, wie die Welt ist

Vorteile:

**modular
veränderbar
verstehbar
erklärbar
verwendungsunabhängig**

**Eine Wissensbasis ist eine Datenstruktur, die als Beschreibung von Zuständen
der Welt interpretiert werden kann.**

**Ein System heißt wissensbasiert, wenn es Weltwissen deklarativ in Form einer
Wissensbasis speichert und verwendet.**

Programmieren vs. Wissen Repräsentieren

Programmieren
1. Entwerfe Algorithmus
2. Wähle Programmiersprache
3. Kodiere Algorithmus
4. Lass Programm laufen

Wissensrepräsentation
1. Identifiziere relevantes Wissen
2. Wähle Repräsentationssprache
3. Repräsentiere das Wissen
4. Inferiere Problemlösung

Was wenn:

Fehler auftreten?

inspiziere Programm
kodierte neu

eliminiere falsche Information
füge fehlende Information hinzu

Erklärung verlangt wird?

Programm Trace?

Prämissen der Inferenz

Problem sich ändert?

kodierte neu

füge neues Wissen hinzu

Expertensysteme

Wissensbasierte Systeme, die die Kenntnisse und das Problemlöseverhalten eines Experten modellieren

**machen das Wissen von Spezialisten breit, dauerhaft und billig verfügbar
etliche Systeme in praktischem Einsatz, die zum Teil erhebliche Gewinne einbringen (Schätzungen gehen von bis zu 5000 Systemen aus)**

Voraussetzungen beim heutigen Stand der Kunst

klar begrenztes Aufgabengebiet

entsprechendes Expertenwissen muss vorhanden sein

Problem nicht zu leicht und nicht zu schwierig (Ginsberg: 5 - 300 Min)

der Ende der 80er Jahre erwartete Boom ist nicht eingetreten: Probleme der Wissensrepräsentation, insbesondere der Repräsentation von commonsense knowledge, wurde unterschätzt.

Expertensysteme, einige Beispiele

MYCIN (Shortliffe) - Diagnose von bakteriellen Infektionen des Blutes

verwendet Regeln wie:

**IF the gram stain of the organism is gramneg, and
the morphology of the organism is rod, and
the aerobicity of the organism is anaerobic
THEN there is evidence (0.6) that the identity of the organism is bacteroides**

R1 (McDermott) - Konfiguration von Digital Equipments Vax Computern

vermeidet kostspielige Fehler bei der Konfiguration, führt zu
Standardisierung von Konfigurationen, die spätere Wartung vereinfacht

PROSPECTOR - Vorhersage von Lagerstätten von Mineralien

tatsächlich erfolgreiche Vorhersagen

erstes KI-System, das Bayessche Regel zur Berechnung von Wahrscheinlichkeiten verwendet