

Wissensrepräsentation

Christopher Habel, Carola Eschenbach
Universität Hamburg, FB Informatik
AB Wissens- und Sprachverarbeitung (WSV)

Sommersemester 2003

Aufgabe: Staubsauger-Welt (2)

Diskussion der Aufgabe
in der 4. Vorlesung

- Use 3 domain predicates in this exercise:

$In(x,y)$ agent is at (x,y)
 $Dirt(x,y)$ there is dirt at (x,y)
 $Facing(d)$ the agent is facing direction d

- Possible actions:

$A_c = \{turn, forward, suck\}$

NB: *turn* means "turn right".

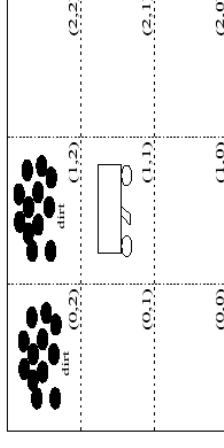
Rules of the following type:

$In(0,0) \wedge Facing(north) \wedge \neg Dirt(0,0) \rightarrow Do(forward)$

Aufgabe: Staubsauger-Welt (1)

Diskussion der Aufgabe
in der 4. Vorlesung

Goal is for the robot to clear up all dirt.



- Wie ist diese Welt zu spezifizieren (PEAS) ?
- Welche Regeln sollte der Staubsauger-Agent befolgen?

Wissensrepräsentation

Christopher Habel, Carola Eschenbach
Sommersemester 2003

Sitzung 4: Wissensrepräsentation und Agenten

- (Wissens-)Repräsentation
- Wissensbasierte Agenten
- Struktur von Wissensbasen
- Regeltypen

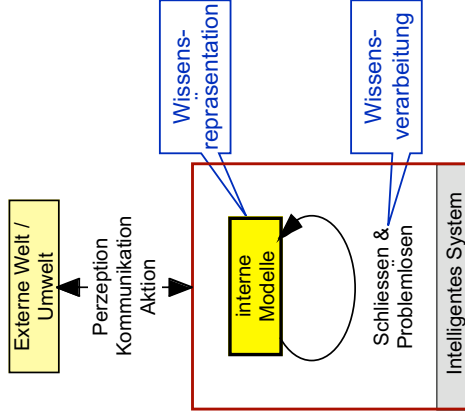
Wissensrepräsentation & -verarbeitung

Berechnung der Lösung

- Algorithmus

Suche / Herleitung der Lösung

- Problem- / Lösungsraum
- Suchstrategien
- Bewertungen / Heuristiken
- Schlussverfahren



Allgemeine Repräsentationstheorie: Palmer (1978)

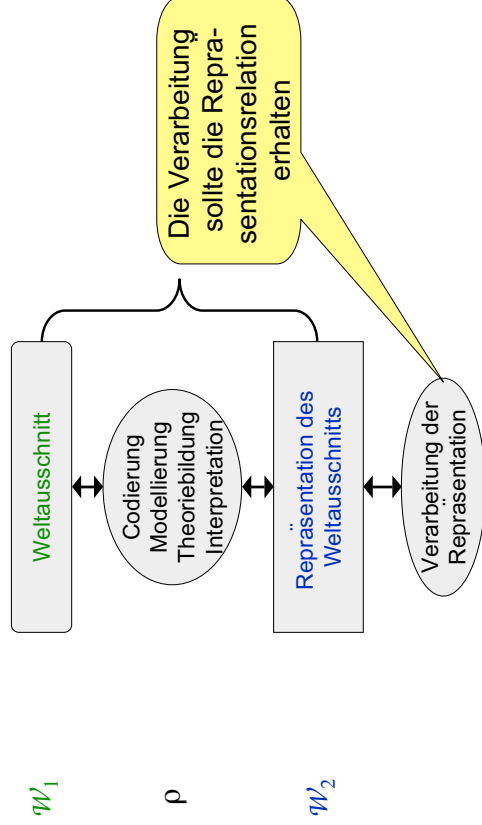
Repräsentationssituation

- repräsentierte Welt (Repräsentandum) \mathcal{W}_1
- Aspekte, die modelliert werden (Struktur) \mathcal{W}_2
- repräsentierende Welt (Repräsentation)
- Aspekte, die modellieren (Struktur)
- Korrespondenz (Repräsentationsabbildung) ρ
- $\rho: \mathcal{W}_1 \rightarrow \mathcal{W}_2$

Keine Isomorphie

- (Un-) Vollständigkeit
- Detailliertheit, Genauigkeit, Exaktheit, ...

(Wissens-)Repräsentation und Verarbeitung



Repräsentationen beim Problemlösen (2)

KI-Forschungsstrategie

- Trennung in allgemeine Problemlösungsverfahren und symbolische Repräsentationen der speziellen Problemstellung
- Eine adäquate Repräsentation ist essentiell für die Leistungsfähigkeit des Problemlösungsverfahrens

Repräsentationen beim Problemlösen (1)

Prozedurale Darstellung / spezifischer Algorithmus

- Festlegung des Lösungswegs
- implizit kodiertes Wissen

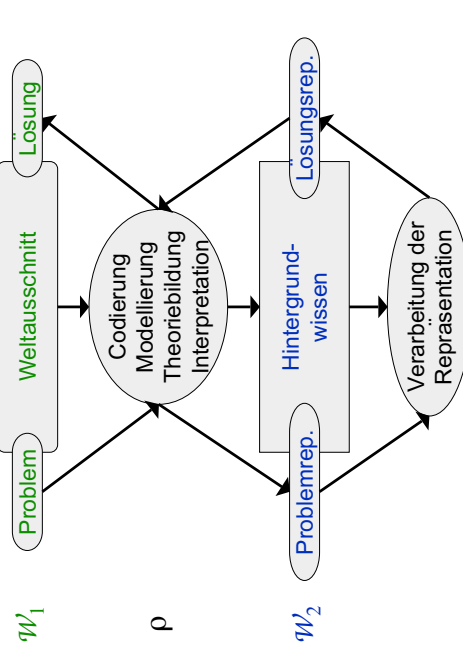
Deklarative Darstellung

- Trennung von Wissensbasis und Verarbeitung
- explizit kodiertes Wissen
 - Hintergrundwissen
 - Beziehung zwischen Elementen der Repräsentation, bzw. der Repräsentationssprache
 - Repräsentation des aktuell zu lösenden Problems
 - Wissen über die aktuelle Situation / Weltausschnitt
 - Ziel
- erschließbares Wissen (implizites Wissen)

Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 9

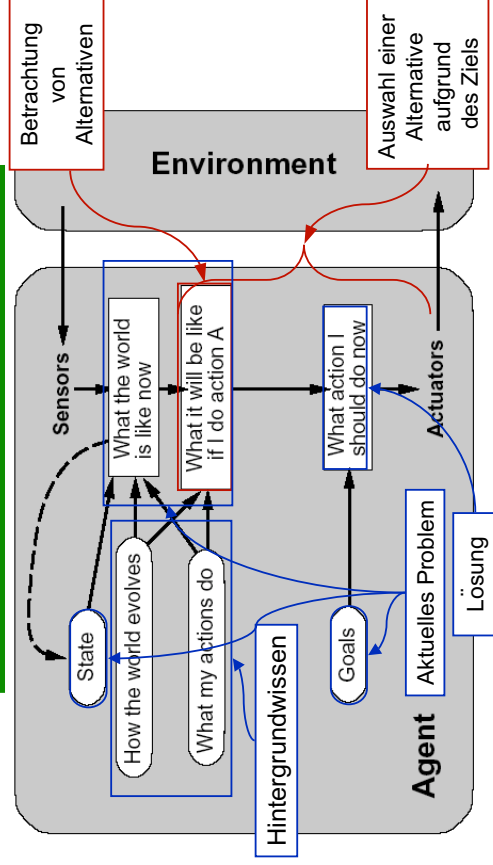
Wissensbasierte Problemlösung



Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 10

Goal-based agent



Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 11

Wissensbasierte Agenten (knowledge-based agents)

function **KB-AGENT**(*percept*) returns an *action*.

static: *KB*, a knowledge base

t, a counter, initially 0, indicating time

```

TELL(KB, MAKE-PERCEPT-SENTENCE(percept, t))
action ← ASK(KB, MAKE-ACTION-QUERY(t))
TELL(KB, MAKE-ACTION-SENTENCE(action, t))
t ← t + 1
return action
    
```

MAKE-PERCEPT-SENTENCE

→ Repräsentation, dass der Agent zur Zeit *t* *percept* wahrnimmt.

MAKE-ACTION-QUERY

→ Frage nach geeigneter Aktion zu *t*

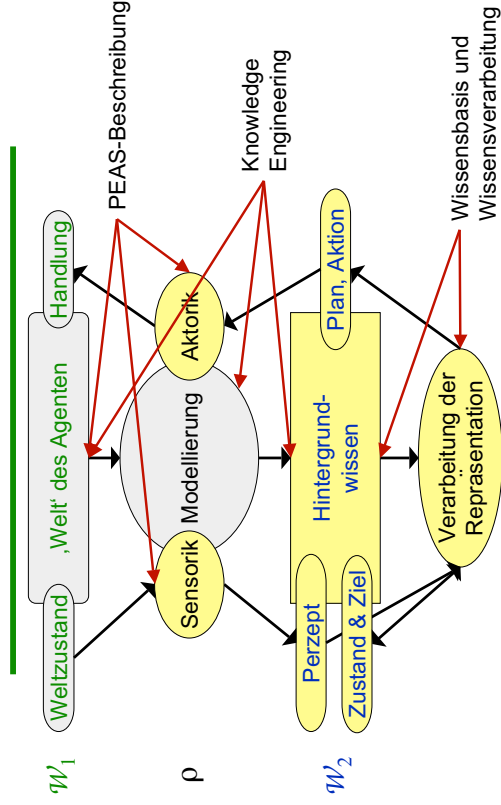
MAKE-ACTION-SENTENCE

→ Repräsentation, dass der Agent zur Zeit *t* *action* ausführen will.

Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 12

Wissensbasierter Agent



Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 13

Russell & Norvig - ch.6, f.5

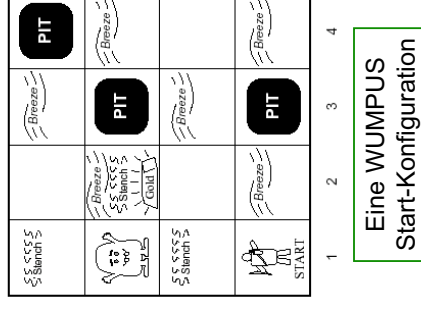
Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 14

WUMPUS World

Eine *Hohlenwelt*, bestehend aus:

- Ein Agent, der Gold sucht. Er besitzt einen Bogen mit einem Pfeil.
- Ein Monster (Wumpus), der jeden frisst, der seine Kammer betritt.
- Fallgruben, in die der Agent fallen kann, aber nicht der Wumpus.



Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 14

Russell & Norvig - ch.6, f.5

Wissen für die Wumpus-Welt

- Jede Zelle hat höchstens einen W-Nachbar.
- Wenn Zelle x W-Nachbar von Zelle y ist, dann ist y O-Nachbar von x.
- Zelle y ist genau dann Nachbar von Zelle x, wenn y W-Nachbar, O-Nachbar, N-Nachbar oder S-Nachbar von x ist.
- In einer Zelle gibt es genau dann einen Luftzug, wenn in (mind.) einer Nachbarzelle eine Fallgrube ist.
- Der Agent perzipiert genau dann einen Luftzug, wenn er sich in einer Zelle mit Luftzug befindet.
- Wenn A in Zelle x ist, nach W ausgerichtet ist, x einen W-Nachbar hat und A vorwärts geht, dann ist A anschließend in der W-Nachbarzelle von x.

Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 15

Wumpus-Wissen in Prädikatenlogik (1)

- Jede Zelle hat höchstens einen W-Nachbar.
 $\forall x, y, z [W\text{-Nachbar}(y, x) \wedge W\text{-Nachbar}(z, x) \Rightarrow y = z]$
- Wenn Zelle x W-Nachbar von Zelle y ist, dann ist y O-Nachbar von x.
 $\forall x, y [W\text{-Nachbar}(x, y) \Rightarrow O\text{-Nachbar}(y, x)]$
- Zelle y ist genau dann Nachbar von Zelle x, wenn y W-Nachbar, O-Nachbar, N-Nachbar oder S-Nachbar von x ist.
 $\forall x, y [Nachbar(y, x) \Leftrightarrow (W\text{-Nachbar}(y, x) \vee O\text{-Nachbar}(y, x) \vee N\text{-Nachbar}(y, x) \vee S\text{-Nachbar}(y, x))]$
- In einer Zelle gibt es genau dann einen Luftzug, wenn in (mind.) einer Nachbarzelle eine Fallgrube ist.
 $\forall x [Luftzug(x) \Leftrightarrow \exists y [Nachbar(y, x) \wedge hatFallgrube(y)]]$

Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 16

Wumpus-Wissen in Prädikatenlogik (2)

- Der Agent perzipiert genau dann einen Luftzug, wenn er sich in einer Zelle mit Luftzug befindet.
 - Ort des Agenten ist zeitabhängig (Agent ist mobil)
 - Wahrnehmung ist orts- und damit zeitabhängig.
- $$\forall t [\text{spürtLuftzug}(A, t) \Leftrightarrow \exists x [\text{in}(A, x, t) \wedge \text{Luftzug}(x)]]$$
- Wenn A in Zelle x ist, nach W ausgerichtet ist, x einen W-Nachbar hat und A vorwärts geht, dann ist A anschließend in der W-Nachbarzelle von x.
 - Aktionen sind nicht wahr oder falsch sondern werden ausgeführt oder nicht
 - Aktionen bewirken Veränderungen

$\forall t, x, y [\text{in}(A, x, t) \wedge \text{W-Ausrichtung}(A, t) \wedge \text{W-Nachbar}(y, x) \wedge \text{Do}(t, A, \text{forward}) \Rightarrow \text{in}(A, y, \text{next}(t))]$

Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 17

Anfang und Ziel

- Die Startposition des Agenten ist [1, 1].
- Am Anfang hat der Agent einen Pfeil und kein Gold.
- Am Anfang lebt der Agent.
- Am Anfang befindet sich (irgendwo) in der Höhle Gold und ein lebender Wumpus.
- Ziel des Agenten ist, mit dem Gold (lebend) die Höhle zu verlassen.
- Nur im Notfall sollte von Waffen Gebrauch gemacht werden.

Aufgabe: Schlagen Sie Formalisierungen vor.
Erläutern Sie Besonderheiten und Herausforderungen

Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 18

Weitere Regeln

- Wenn du dich an demselben Ort befindest wie das Gold und das Gold nicht hast, dann nimm das Gold.
- Wenn du das Gold siehst, dann bist Du an demselben Ort wie das Gold und hast es nicht.
- Wenn Du das Gold hast, dann verlasse die Höhle auf dem kürzesten sicheren Weg, den Du kennst.
- Gehe nur in Zellen, die sicher sind.
- Wenn eine Zelle den lebenden Wumpus enthält, dann ist sie nicht sicher.
- Wenn eine Zelle sicher ist, dann enthält sie weder einen lebenden Wumpus noch eine Fallgrube.

Aufgabe: Schlagen Sie Formalisierungen vor.
Erläutern Sie Besonderheiten und Herausforderungen

Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 19

Arten von Wissen(-sbasen) in der Wumpus-Welt

- **Generelle Weltbeschreibung**
 - Räumliche Struktur der Welt
 - Zeitlich: nur der Agent kann sich bewegen (?)
 - Handlungsbezogen: Restriktionen und Effekte
- **Aktuelle Problem- und Lösungsbeschreibung**
 - gegenwärtige Position des Agenten
 - gegenwärtige Perzepte
 - im aktuellen Durchlauf gesammelte Information über die spezifische Situation / Konfiguration
 - (aktuelles) Ziel, Plan

Erfahrungen

- ‚frühere Fälle‘

Ch. Habel / C. Eschenbach: Wissensrepräsentation, SoSe 2003

4 – 20

Struktur von Wissensbasen

Korrespondenz: Wissensbasen – Gedächtnis

generell: semantisch / konzeptuell

- Beziehungen zwischen Repräsentationseinheiten

aktuell: Arbeitsgedächtnis

- aktuelle Aufgaben, Umwelt, Pläne

Erfahrungen: episodisch

- Individuelle Aufgaben, Konstellationen, Lösungen

Struktur der Wissensbasis (2)

Explizites Wissen

- Inhalt der Wissensbasis
- Fakten und Regeln

+ Schluss- / Verarbeitungsmethoden

- operieren auf explizitem Wissen
- Ableitungs-, Beweisverfahren

→ implizites Wissen

- Ableitbar aus der Wissensbasis
- Korrekte Schlüsse (→ Wahrheit)
 - Folgerbar (→ Logik)
- Kombination von Fakten und Regeln
- resultiert meistens in neuen Fakten

Struktur von Wissensbasen

Korrespondenz: Wissensbasen – Gedächtnis

generell: semantisch / konzeptuell

- Beziehungen zwischen Repräsentationseinheiten

aktuell: Arbeitsgedächtnis

- aktuelle Aufgaben, Umwelt, Pläne

Erfahrungen: episodisch

- Individuelle Aufgaben, Konstellationen, Lösungen

Regeltypen: Wenn A, dann B.

Rein Repräsentations- / Wahrheitsbezogen

- Wenn A (wahr ist), dann (ist) B (wahr).
- Wenn (du an) A (glaubst), dann (mußt du) B (glauben).
 - Logik

Aktionsbezogen: Dynamic view of rules (B&L)

- Wenn A (wahr ist), dann (führe) B (aus).
- Wenn (du) A (glaubst), dann (führe) B (aus).
 - Handlungskontrolle / Planung

Zielbezogen

- Wenn (du) A (erreichst), dann (erreichst du auch) B.
 - Handlungskontrolle / Planung

Regeltypen (2)

Produktionsregeln: Aktionen auf der Wissensbasis

- Wenn A (wahr ist), dann füge B in die Wissensbasis ein.
- Wenn (du) A (ausführst), dann füge B in die Wissensbasis ein.

Negation ?

- Wenn A (wahr ist), dann lösche C aus der Wissensbasis.
- Wenn (du) A (ausführst), dann lösche C aus der Wissensbasis

- Beispiele: STRIPS, OPS5