

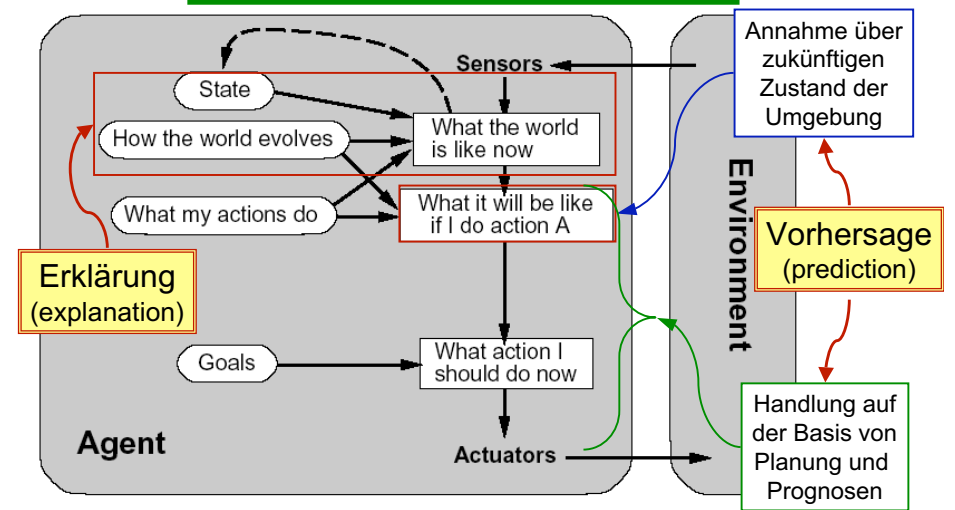
Wissensrepräsentation

Christopher Habel, Hedda Schmidtke
Sommersemester 2004

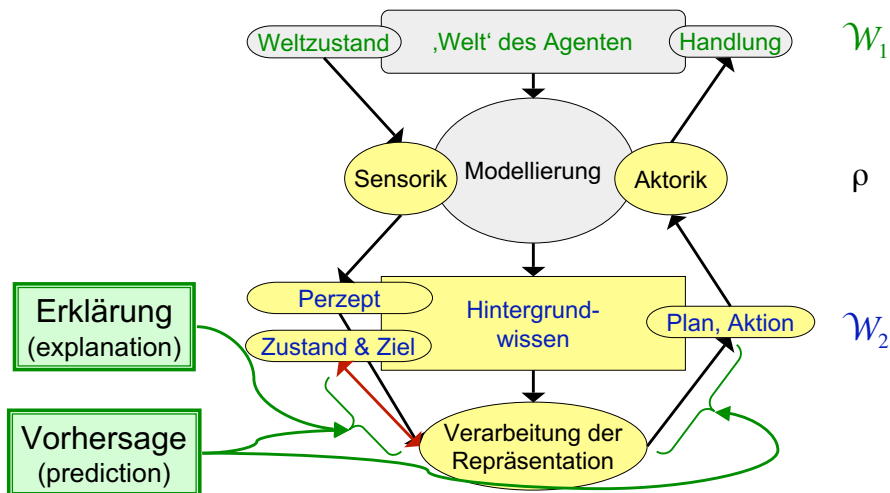
Sitzung 20: Abduktion

- Vorhersagen und Erklärungen
- Abduktives Schließen

Goal-based agent



Wissensbasierter Agent



Reiseplanung

Gruppen- diskussion

Von Ihrem Reisebüro haben Sie die Information erhalten, dass Ihr Flug von HH nach San Francisco um 8:30 abgeht, und Sie zum Einchecken eine Stunde vorher in Terminal 4 an den Schaltern 112-115 sein sollen.

- Beim Betreten der Halle (von Terminal 4) stellen Sie fest, dass niemand an den Schaltern 112-115 wartet. **Was schließen Sie hieraus? Was tun Sie?**
- Beim Betreten der Halle (von Terminal 4) stellen Sie fest, dass an den Schaltern 124-126 eine Schlange ist; an den restlichen Schaltern steht niemand an. **Was schließen Sie hieraus? Was tun Sie?**

Vorhersagen & Erklärungen

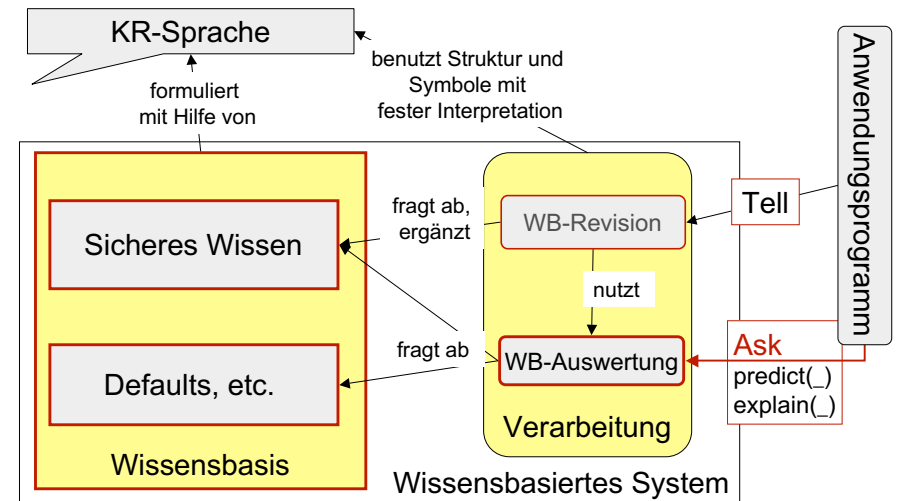
Wissen über einen Zusammenhang

$$\text{abflugzeit}(x_{\text{flug}}, y_{\text{abflugzeit}}) \wedge \text{abfertigung}(x_{\text{flug}}, z_{\text{schalter}}) \wedge \\ y_{\text{abflugzeit}} - 1,5\text{h} < t < y_{\text{abflugzeit}} - 0,5\text{h} \\ \Rightarrow \text{schlange}(z_{\text{schalter}}, t)$$

kann eingesetzt werden, für

- **Vorhersagen**, was der Fall sein wird, z.B., dass es bzw. wann es eine Schlange geben wird.
- **Erklärungen**, warum etwas der Fall ist, bzw. sein könnte, z.B. warum es irgendwo eine Schlange gibt.

Wissensbasiertes System Prädiktion & Erklärung



ASK: Der Fall „Prädiktion“

Sei KB eine Wissensbasis und Σ eine Schluss-Konzeption (bzw. \vdash_{Σ} ein Schlussmechanismus).

z.B.: *PL1*, *DL*, *RDL*

Prädiktionsaufgaben:

- Gegeben eine geschlossene Formel α : Gilt $\text{KB} \vdash_{\Sigma} \alpha$?
- Gegeben eine offene Formel α und eine Variable (bzw. eine Liste von Variablen) x : Für welche geschlossenen Terme t gilt: $\text{KB} \vdash_{\Sigma} \alpha[x/t]$?
- Für welche Formeln α gilt $\text{KB} \vdash_{\Sigma} \alpha$?

➤ **Der Aufwand für die Berechnung der Prädiktion kann sehr groß sein.**

Literatur

Zu *Prediction & Explanation* (KI)

- Poole, David (1989). Explanation and Prediction: An Architecture for Default and Abductive Reasoning. *Computational Intelligence*, 5. 97-110.
- Poole, David (1990). A methodology for using a default and abductive reasoning system. *International Journal of Intelligent Systems*, 5. 521-548.
- Ronald J. Brachman & Hector J. Levesque, Knowledge Representation and Reasoning, (to be published 2003/04), Chapter 13, Abduction

Fragen & Antworten

Linguistische Klassifizierung von Fragen

Klassifizierung aus der Syntax der Fragen

- Entscheidungsfragen (*yes/no questions*)
Geht Flug LH112 von Terminal_1 ?
- Ergänzungsfragen (*wh-questions*)
An welchem Terminal wird Flug LH112 abgefertigt ?
Wann ist boarding time für Flug LH112 ?

aber auch:

Wie komme ich zu Terminal_1 ?
Warum verzögert sich der Abflug von Flug LH112 ?

- Klassifizierung über die Antworten
(genauer: angemessene Antworten).

Fragen & Antworten

Eine Frage-Antwort-Logik zu \mathcal{PL}_1

Assertorische Ausdrücke $\mathcal{AL}_{\mathcal{PL}_1}$
Geschlossene Formeln über \mathcal{PL}_1

Interrogative Ausdrücke $\mathcal{IL}_{\mathcal{PL}_1}$

Erweiterung der Syntax von \mathcal{PL}_1 :

- Falls $\alpha \in \mathcal{AL}_{\mathcal{PL}_1}$, dann $\langle ?, \alpha \rangle \in \mathcal{IL}_{\mathcal{PL}_1}$
 $\text{ANTW}(\langle ?, \alpha \rangle) = \{\alpha, \neg\alpha, \alpha \vee \neg\alpha\}$
- Falls α offene Formeln aus \mathcal{AL} , und x die freie Variable (bzw. Liste aller freien Variablen), dann $\langle ?x, \alpha \rangle \in \mathcal{IL}_{\mathcal{PL}_1}$
 $\text{ANTW}(\langle ?x, \alpha \rangle) = \{\alpha[x/t] \mid \text{KB} \vdash \alpha[x/t]\}$

Belnap, N. D. & Steel, T. B. (1976). *The logic of questions and answers*. New Haven: Yale Univ. Press.

Fragen & Antworten

Komplexe Fragen an Wissensbasen

Wonach wird eigentlich gefragt bei:

- *Wie komme ich zu Terminal_1 ?*
- *Warum verzögert sich der Abflug von Flug LH112 ?*

- Nach Plänen, Handlungssequenzen,...
- Nach Gründen, Erklärungen,...

Ergänzungen an der ASK Komponente, um derartige Entitäten „abfragen“ zu können.

Zwischenfazit

Antworten auf *wie-* bzw. *warum-Fragen*

- betreffen gegebenenfalls Strukturen (Sequenzen) von Formeln
- unterscheiden sich darin wie sie verwendet werden

Erklärungen (explanations)

In komplexen Umgebungen müssen wir (Agenten) nicht nur Wissen, was der Fall ist, sondern häufig auch, warum etwas der Fall ist.

Aufgabe

Von Beobachtungen auf nicht-beobachtetes schließen können.

Agent

Forschungsfeld „Erklärungen“ (und Verwandtes):

- Wissenschaftstheorie und Logik
- „causal reasoning“
 - Wissensverarbeitung
 - Kognitive Psychologie

Abduktives Schließen: Ein einführendes Beispiel

4. Juli in den USA. Der Versuch etwas zum Essen zu finden. Am Ende der Straße (ca. 500m entfernt) sind zwei Fast-Food-Restaurants erkennbar (McDonalds und Burger King). Es kommt Ihnen ein Mann, der einen Burger isst, entgegen. Sie beschließen weiterzugehen, und einen Burger zu kaufen.

offen(McDonald) \Rightarrow verkauf(burger)
offen(BurgerKing) \Rightarrow verkauf(burger)
verkauf(burger) \Rightarrow essen(burger)

essen(burger)
verkauf(burger)
offen(McDonald) \vee offen(BurgerKing)

Abduktion vs. Deduktion

Deduktion

gegeben: $p \Rightarrow q$ und p , dann **deduziere** q .

Abduktion

gegeben: $p \Rightarrow q$ und q , dann **abduziere** p .

Abduktion: Suche nach einer Erklärung.

Aber: Was ist eine „vernünftige Erklärung“?

Gegeben: $p \Rightarrow q$ und q .

Es gilt auch: $p \wedge r \Rightarrow q$

also ist Abduktion zu $p \wedge r$ möglich

(aber nicht erwünscht.)

Beispiel: „Medizinische Diagnose“

KB enthält Fakten über Krankheiten und Symptome

(tennis-elbow \Rightarrow sore-elbow)
(tennis-elbow \Rightarrow tennis-player)
(arthritis \wedge untreated \Rightarrow sore-joints)
(sore-joints \Rightarrow sore-elbow \wedge sore-hip)

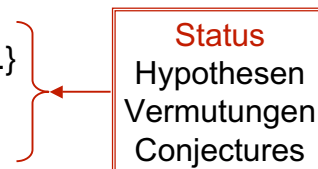
Diagnose für: sore-elbow

Abduktion führt zu:

{tennis-elbow, (arthritis \wedge untreated), ...}

aber auch:

(untreated \wedge \neg arthritis)



Explanations & Predictions

Architektur für Default-Schließen und Abduktives Schließen (Poole)

- F** eine Menge von Fakten, in der Domäne als sicheres Wissen angesehen
- Δ** eine Menge von Defaults: Hypothesen für Prädiktion
- Π** eine Menge von Conjectures: Hypothesen für Erklärungen
- O** eine Menge von Beobachtungen, die in der Realen Welt gemacht wurden.

Abduktion & Erklärungen: Zwischenstand

Vorlesung 20:

Vorhersagen und Erklärungen

Abduktion

Vorlesung 21:

**Vorhersagen und Erklärungen in einem formalen
Schluss-System**

Abduktives Schließen und Default-Schließen