

# **Agenten**

***Seminar „Wissensrepräsentation“***

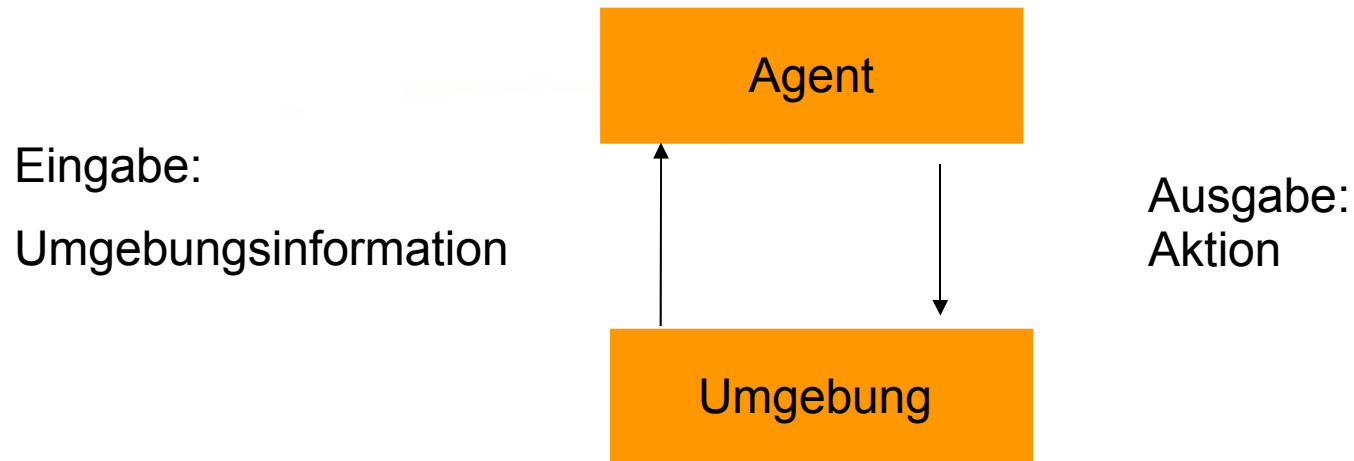
***Karzhaubekova, Gulshat***

# Inhalt

- Das Konzept des Agenten
- Abstrakte Agentenmodelle
- Reaktive Agenten und Schichtenarchitekturen
- Logikbasierte Agenten
- BDI-Agenten
- Multiagenten

# Das Konzept des Agenten

- Ein *Agent* ist ein Computersystem in einer *Umgebung*, das in der Lage ist, in dieser Umgebung *autonom* zu *agieren*, um seine Ziele zu realisieren.



# Aspekte des Agentenkonzepts

- **Interaktivität mit der Umgebung:**
  - Informationsaustausch zwischen Agent und Umgebung
  - Reaktion auf bestimmte Umgebungszustände
- **Zielgerichtetes Handeln:**
  - Erfüllung der Aufgaben, die von anderen Agenten gegeben wurden oder selbst hergeleitet wurden.
- **Autonomie:**
  - Selbständige Entscheidungen treffen
  - Motivation

# Beispiele

- **Thermostat**
  - Temperaturkontrollagent
  - Produktionsregel:
    - **if** Temperatur zu kalt **then** Heizung an
    - **if** Temperatur okay **then** Heizung aus
- **Software-Dämon**
  - Agenten, die in einer Software-Umgebung angesiedelt sind
  - Erledigung von Standardaufgaben z.B. (E-Mail-Melde-Programm)
- **Djames**
  - Den Haushalt in Ordnung halten.
  - Beispielaufgabe: CDs und DVDs einsammeln und in ein entsprechendes Regal einsortieren

# Kriterien von Umgebungen

- **Zugänglich vs. Unzugänglich**
  - korrekte Information über den aktuellen Zustand der Umgebung
- **Deterministisch vs. nicht deterministisch**
  - keine Unsicherheit über den Zustand der Umgebung nach einer Aktion
- **Statisch vs. Dynamisch**
  - statisch: Umgebung wird durch Aktionen des Agenten verändert
  - dynamisch: Umgebung wird ohne Aktionen des Agenten oder durch andere Agenten verändert.
- **Diskret vs. Kontinuierlich**
  - deutlich gegeneinander abgrenzbare Zustände z.B. Schach oder Fußballspiel
- **Episodisch vs. Nicht – Episodisch**
  - diskrete Episoden: Jeder Agent hat seine Aufgabe in der aktuellen Episode zu erfüllen, unabhängig von den anderen Episoden.

# Charakteristik von intelligenter Agent

- **Reaktivität:**
  - Reaktion der Agenten auf Veränderung der Umgebung
- **Proaktivität:**
  - Initiative der Agenten um ein Ziel zu erreichen
- **Soziale Kompetenz:**
  - Verhandlung und Kommunikation mit andere Agenten

# Abstrakte Agentenmodell

- **Grundmodell**
  - Aktionen und Umgebungszustände
  - Umgebungen
  - Läufe
- **Erste Verfeinerung**
  - <Information>
  - Wahrnehmungen
- **Zweite Verfeinerung**
  - Innere Zustände
  - Next -Funktion



# Grundmodell

- Die Zustandsmenge der Umgebung eines Agenten

$$E = \{e_1, e_2, \dots\}$$

- Die Aktionsmenge eines Agenten

$$Ac = \{a_1, a_2, \dots\}$$

- Beispiel - 1: McClean

- Büroreinigungsroboter

- Aktionen:  $\{a_{müll}, a_{fenster}, a_{boden}, a_{schreibtisch}\} \cup \{a_{geh}(x, y) \mid x, y \in \{B_1, \dots, B_6\}\}$

- Zustand eines Büros  $B_i = (m^+, s^+, f^+, b^+)$

- Zustand der Etage  $ze = (zb_1, \dots, zb_6)$

- Position des Agenten  $e = (B_k, ze)$

## Selbsttestaufgabe

Geben sie an, wie viele mögliche Zustände der Umgebung für McClean es gibt!!!

## Selbsttestaufgabe

Geben sie an, wie viele mögliche Zustände der Umgebung für McClean es gibt!!!

Lösung:  $(2^4)^6 * 6$

# Grundmodell

- Ein Lauf  $r$  (run) eines Agenten

$$r = (e_0, a_0, e_1, a_1, \dots, a_n, e_{n+1}, a_{n+1}, \dots)$$

- Menge von Läufen

- $R$  = Menge aller Läufe (über  $E$  und  $Ac$ )

- $R^{Ac}$  = Menge aller Läufe, die mit einer Aktion enden

- $R^E$  = Menge aller Läufe, die mit einem Umgebungszustand enden

- Zustandstransformationsfunktion

$$t: R^{Ac} \rightarrow 2^E$$

# Grundmodell

- Die möglichen Folgezustände für einen Lauf

$$t((e_0, a_0, \dots, e_n, a_n))$$

- Die Zustandstransformationsfunktion modelliert grundsätzlich Non-Determinismus

if  $t((e_0, a_0, \dots, e_n, a_n)) = \emptyset$  then Ende

- Eine Umgebung ist eine Tripel

$$Env = (E, e_0, t)$$

- Ein Agent wird durch eine Funktion beschrieben

$$Ag: R^E \Rightarrow Ac$$

- Zwei Agenten sind in einer Umgebung verhältnismäßig äquivalent, wenn gilt:

- $R(Ag_1, Env) = R(Ag_2, Env)$

# Erste Verfeinerung



Agent mit Teilsystemen für Wahrnehmung und Handlungsfindung

# Erste Verfeinerung

- Modellierung des Konzeptes des Agenten durch eine Funktion

$$action: \langle information \rangle \rightarrow Ac$$

- Reaktive Agenten: Modellierung durch eine Funktion

$$\langle information \rangle = E \Rightarrow action: E \rightarrow Ac$$

# Erste Verfeinerung

- Beispiel -2 McClean

Wahrnehmung der Umwelt der Agenten:

- in welchem Büro er gerade ist
- in welchem Zustand die Büros gerade sind (m,f,b,s)

$$Per_{MC} = \{(B_k, p) \mid k \in \{1, \dots, 6\} \text{ und } p \subseteq \{müll, f\text{-schmutzig}, b\text{-schmutzig}\}\}$$

$$action_{MC} : Per_{MC} \rightarrow Ac_{MC}$$

$$action_{MC}((B_k, p)) = \left\{ \begin{array}{ll} a_{müll} & \text{falls } müll \in p \\ a_{fenster} & \text{falls } müll \notin p \text{ und } f\text{-schmutzig} \in p \\ a_{boden} & \text{falls } müll \notin p \text{ und } f\text{-schmutzig} \notin p \text{ und } b\text{-schmutzig} \in p \\ a_{geh}(b_k, b_{k'}) & \text{falls } k' = k + 1 \text{ mod } 6 \text{ und } p = \emptyset \end{array} \right\}$$



## Selbsttestaufgabe

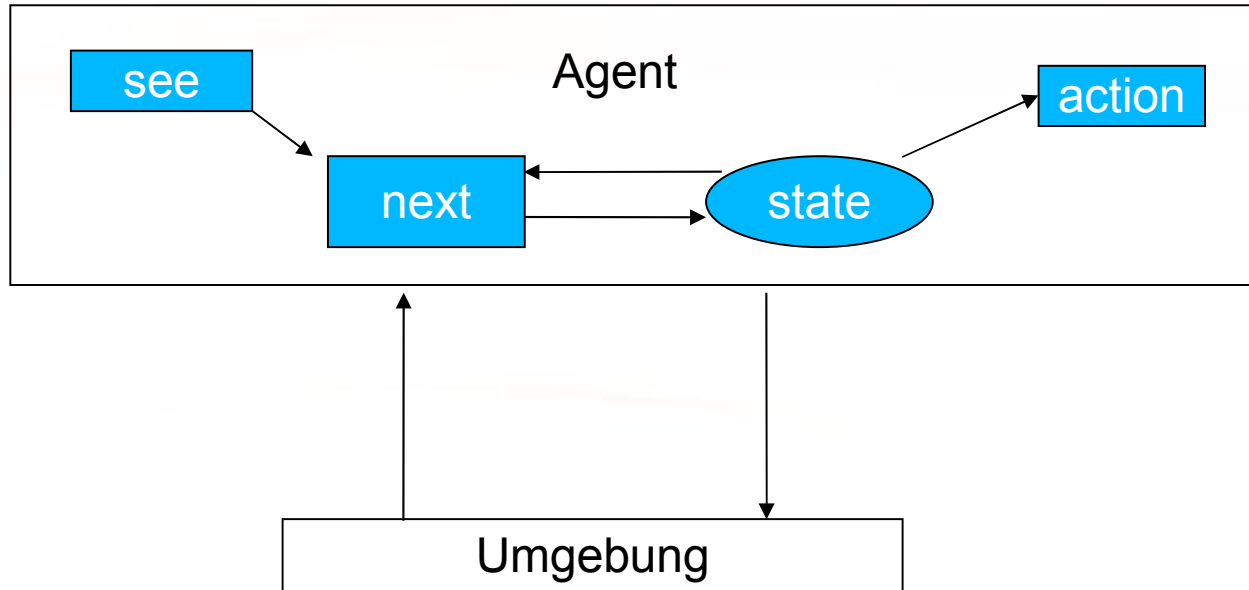
Wie verhält sich der Agent, wenn jemand etwas in den Mülleimer des Büros wirft, nachdem McClean diesen soeben geleert hat und er jetzt die Fenster putzt?

## Selbsttestaufgabe

Wie verhält sich der Agent, wenn jemand etwas in den Mülleimer des Büros wirft, nachdem McClean diesen soeben geleert hat und er jetzt die Fenster putzt?

Lösung: Nachdem er Fenster geputzt hat, putzt er den Mülleimer noch mal.

# Zweite Verfeinerung



Agent mit innerem Zustand

# Zweite Verfeinerung

- Die Menge der internen Zustände des Agenten

*action: I → Ac*

- Änderungsfunktion des internen Zustands

*next: I × Per → I*

- interne Zustand  $i_0$
- Umgebungszustand  $e$
- *see* ( $e$ ) = Wahrnehmung
- Aktualisierung zum nächsten Zustand mit *next* ( $i_0, \text{see}(e)$ )
- Nächste Aktion des Agenten: *action*(*next* ( $i_0, \text{see}(e)$ ))

# Zweite Verfeinerung

- Beispiel – 3(McClean 7)
- Die Funktion mit der Menge der internen Zustände

$$action_{MC} : I_{MC} \rightarrow Ac_{MC}$$

- Menge  $I_{MC}$  der internen Zustände:

- $S_{müll}$  = „als nächstes muss der Mülleimer geleert werden“
- $S_{fenster}$  = „als nächstes muss die Fenster geputzt werden“
- $S_{boden}$  = „als nächstes muss der Fußboden gereinigt werden“
- $S_{verlass}(B_i)$  = „als nächstes verlasse das Büros  $B_i$ “ (für  $i \in \{1, \dots, 6\}$ )

$$action_{MC}(s) = \left\{ \begin{array}{ll} a_{müll} & \text{falls } s = s_{müll} \\ a_{fenster} & \text{falls } s = s_{fenstr} \\ a_{boden} & \text{falls } s = s_{boden} \\ a_{geh}(B_k, B_{k'}) & \text{falls } s = s_{verlass}(B_k) \text{ und } k' = k + 1 \text{ mod } 6 \end{array} \right\}$$

$$next_{MC} : I_{MC} \times Per_{MC} \rightarrow I_{MC}$$

## Selbsttestaufgabe

Geben Sie eine Definition für die Funktion  $\text{next}_{MC}$  ?

# Erste Verfeinerung

## Selbsttestaufgabe

Geben Sie eine Definition für die Funktion  $next_{MC}$  ?

Lösung:

$$next_{MC}(s, (B_k, p)) = \left\{ \begin{array}{l} s_{müll} \quad \text{falls } müll \in p \text{ und } s = s_{verlass} \\ s_{fenster} \quad \text{falls } müll \notin p \text{ und } f\text{-schmutzig} \in p \text{ und } (s = s_{verlass} \text{ oder } s = s_{müll}) \\ s_{boden} \quad \text{falls } müll \notin p \text{ und } f\text{-schmutzig} \notin p \text{ und } b\text{-schmutzig} \in p \\ \quad \text{und } (s = s_{verlass} \text{ oder } s = s_{fenster} \text{ oder } s = s_{müll}) \\ a_{geh}(B_k, B_k + 1 \bmod 6) \quad \text{falls } müll \notin p \text{ und } f\text{-schmutzig} \notin p \text{ und } b\text{-schmutzig} \notin p \end{array} \right\}$$

# Zweite Verfeinerung

- Aufgabe und Erfolg eines Agenten
  - Messung im Nutzen:  $u$
  - Lokale Funktion:  $u: E \rightarrow R'$
  - Globale Funktion:  $u: R \rightarrow R'$
- Beispiel: DJames – 2
  - Die Erfolgsquote von DJames für einen Lauf  $r$

$$u(r) = \frac{\text{Anzahl der eingesammelten CD's}}{\text{Anzahl der liegengelassenen CD's}}$$



# Zweite Verfeinerung

- „Ein optimaler Agent ist nun ein Agent der den (erwarteten) Nutzen über die Menge der möglichen Läufe maximiert“.

$$\sum_{r \in \mathcal{R}(Ag, Env)} P(r|Ag, Env) = 1$$

- Lösung der Optimierungsaufgabe:

$$Ag_{opt} = \underset{Ag \in AG}{arg \max} \sum_{r \in \mathcal{R}(Ag, Env)} u(r) P(r|Ag, Env)$$

- Nützlichkeitsfunktion in Form der Prädikatenspezifikationen
  - In eine passenden prädikatenlogischen Sprache

$$\phi(r) \text{ ist true gdw. } u(r) = 1$$

# Reaktive Agenten und Schichtenarchitekturen

- Reaktive Agenten
  - Handeln nach *Wenn – Dann – Regeln*
- Schichtenarchitekturen
  - Regeln Konflikte, die durch die Reihenfolge der Regeln entstehen
- Nachteil
  - Interaktion zwischen den Schichten
  - Fehlen eines klaren semantischen Modells

# Logikbasierte Agenten

- Logikbasierte Agent hat folgende Eigenschaften:
  - Selbständigkeit bei der Problemlösung
  - Der interne Zustand besteht aus einer Menge (Prädikaten -) logischer Formeln (Regeln)
  - Die Handlungsentscheidungen des Agenten basieren auf Wissen, das sich deduktiv aus diesen Formeln ableiten lässt
- Beispiel (McClellan9)
  - Es wird Berücksichtigt nicht nur Zustand des aktuelle Büros, sondern auch Zustand anderes Büros
  - Prädikaten logische Formelmenge  $F_{MC}$
  - Prädikat *Do*
  - Umgebungszustände:
    - In* ( $B_i$ ) der Agent ist im Büro  $B_i$
    - Müll* ( $B_i$ ) der Mülleimer in Büro  $B_i$  ist voll
    - Fenster\_schmutzig* ( $B_i$ ) die Fenster in Büro  $B_i$  sind schmutzig
    - Boden\_schmutzig* ( $B_i$ ) der Boden in Büro  $B_i$  ist schmutzig

# Beispiel McClean 9

- Codierung der Handlungsanweisungen:

$$R1 : \text{In}(x) \wedge \text{Müll}(x) \Rightarrow \text{Do}(a_{\text{müll}})$$

$$R2 : \text{In}(x) \wedge \text{Fenster} - \text{Schmutzig}(x) \Rightarrow \text{Do}(a_{\text{fenster}})$$

$$R3 : \text{In}(x) \wedge \text{Boden} - \text{Schmutzig}(x) \Rightarrow \text{Do}(a_{\text{boden}})$$

$$R4 : \text{In}(x) \wedge \text{nächstes} - \text{Büro}(x, y) \Rightarrow \text{Do}(a_{\text{geh}}(x, y))$$

- Das zweistellige Prädikat nächstes Büro wird definiert durch folgende Formel:

nächstes\_Büro ( $B_1, B_2$ )

nächstes\_Büro ( $B_3, B_4$ )

nächstes\_Büro ( $B_5, B_6$ )

nächstes\_Büro ( $B_2, B_3$ )

nächstes\_Büro ( $B_4, B_5$ )

nächstes\_Büro ( $B_6, B_1$ )

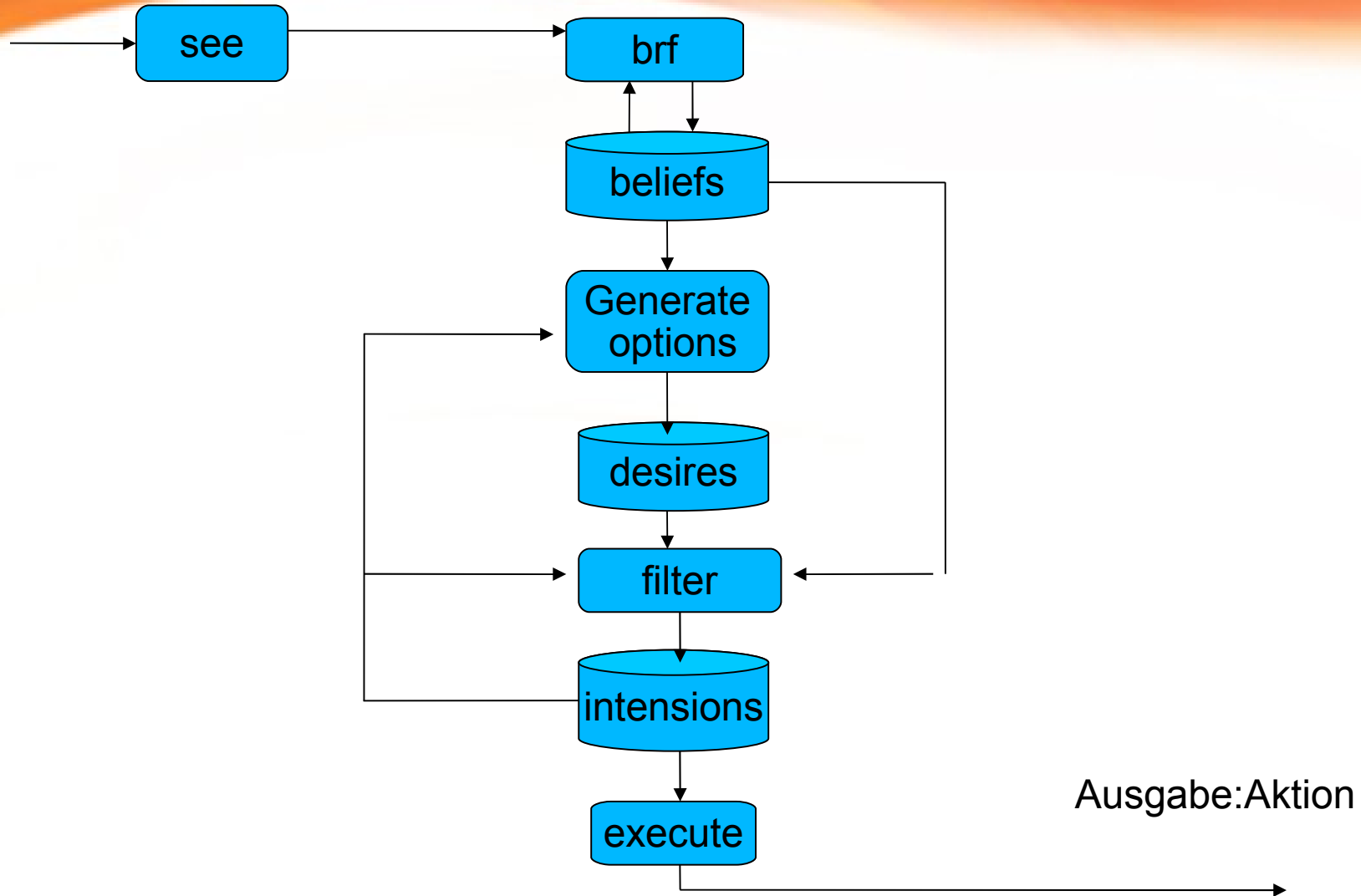
# Belief - Desire - Intention - (BDI) - Agenten

- Praktisches Denken
- BDI-Architektur
  - Innere Zustände
  - Zustandsänderung und Handlungsfindung
- Procedural Reasoning System (PRS)

# Praktisches Denken

- Praktisches Denken sind Denkprozesse, die auf Handlungen ausgerichtet sind
  - mögliche Ziele
  - Deliberation (Überlegung und Abwägung)
  - Intention (Absicht)
  - Mittel -Ziel-Denken
- **Beispiel: McClean12**
  - „Die Büros müssen bis 22Uhr gereinigt sein“
  - „VIP-Büros und Besprechungsräume dürfen nicht gereinigt werden, wenn sie noch besetzt sind“

# BDI-Architektur



# BDI-Architektur

- Innere Zustand

Tripel  $(B, D, I)$ :

- $B \subseteq Bel$  ist das Subjektive Wissen, das der Agent zum gegenwärtigen Zeitpunkt hat.
  - $D \subseteq Des$  ist die Menge der aktuellen Wünsche (oder Optionen) des Agenten
  - $I \subseteq Intent$  ist die Menge aktueller Intentionen (Ziele), die der Agent erreichen muss.
- Zustandsänderung und Handlungsfindung

$$brf : 2^{Bel} \times Per \rightarrow 2^{Bel}$$

$$filter : 2^{Bel} \times 2^{Intent} \rightarrow 2^{Des}$$

$$execute : 2^{Intent} \rightarrow Ac$$



# Zustandsänderung und Handlungsfindung

- Die Aktionsfindungsfunktionen

function action

Eingabe: Wahrnehmung

innere Zustand  $(B, D, I)$

Ausgabe: Aktion aus  $A_c$ ,

Berechnung eines neuen inneren Zustands

**begin**

$B := brf(B, p)$

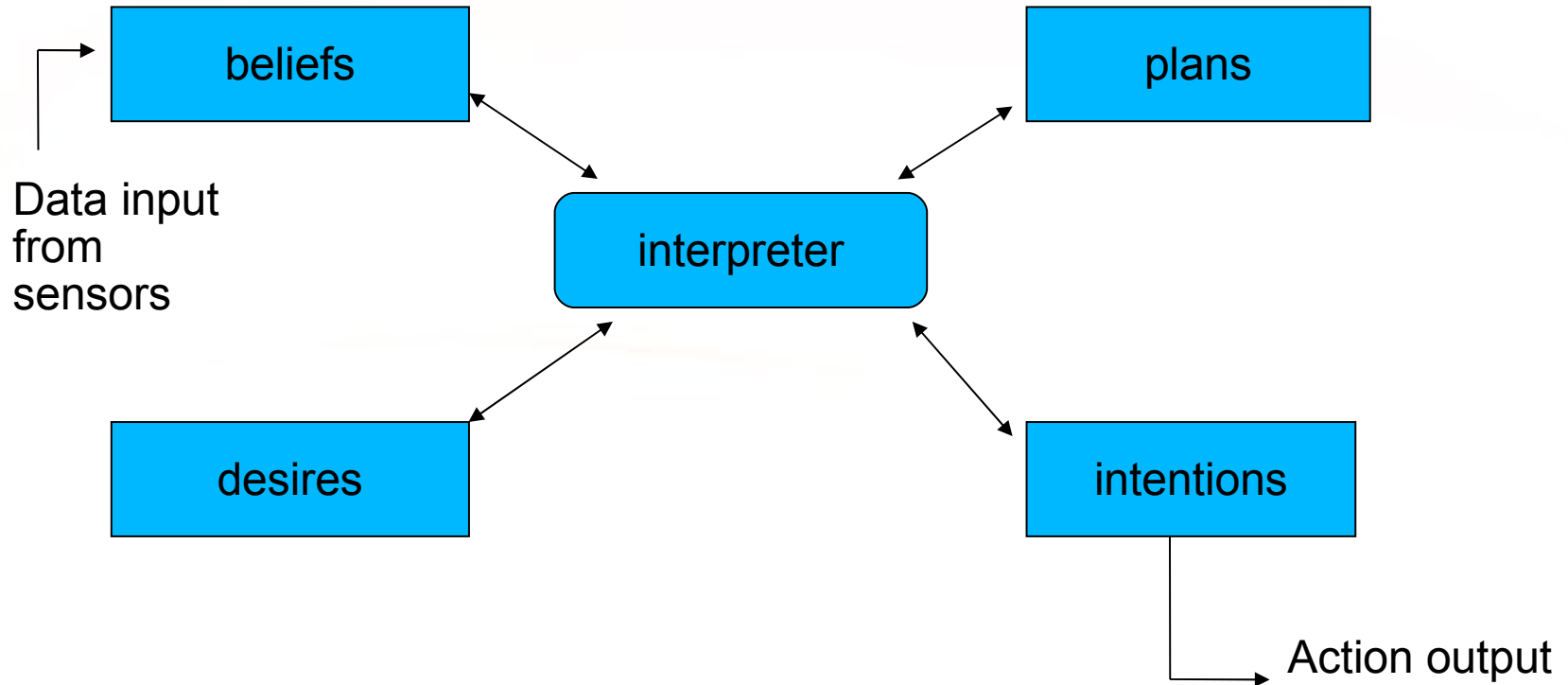
$D := options(B, I)$

$I := filter(B, D, I)$

**return**  $(execute(I))$

**end**

# Procedural Reasoning System (PRS)



# Multiagentensysteme

- Multiagentensysteme sind Gruppe der Agenten mit folgenden Eigenschaften:
  - Kommunikation
  - sozialer Kontext
  - beidseitige Problemlösung
- Beispiel:
  - „Mannschaften der Fußballroboter, die in realen Umgebungen Pläne erstellen, ausführen und ändern und darüber mit ihren Teamkollegen kommunizieren“.

# Zusammenfassung

- **Agenten mit internen Zuständen als Handlungsbasis**
  - Es wird der Umgebung untersucht und die nächste Aktion auf Grund der interne Zustand ausgsucht
- **Agenten mit Logik als Handlungsbasis**
  - Handlungsentscheidungen basieren nicht nur auf der Untersuchung der Umgebung, sondern auch auf Schlussfolgerungen die mit der agenteninternen Logik gezogen wurden
- **Belief Desire Intention — Agenten**
  - Modellierung von Wissen, Wünschen und Absichten. Absichten werden ständig aktualisiert und aus ihnen wird die nächste Aktion abgeleitet.