Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

3. Einführung: Rationale Agenten

Malte Helmert

Universität Basel

2. März 2015

Einführung: Überblick

Kapitelüberblick Einführung:

- 1. Was ist Künstliche Intelligenz?
- 2. KI früher und heute
- 3. Rationale Agenten
- 4. Umgebungen und Problemlösungsverfahren

Agenten

Heterogene Einsatzgebiete

KI-Systeme erfüllen sehr unterschiedliche Aufgaben:

- Steuerung von Fertigungsanlagen
- Erkennen von Spam-Nachrichten
- Intralogistiksysteme in Lagerhäusern
- Einkaufsberatung im Internet
- Finden von Fehlern in Logik-Schaltkreisen
- ...

Wie fassen wir diese Vielfalt in einen systematischen Rahmen, der Gemeinsamkeiten und Unterschiede verdeutlicht?

Heterogene Einsatzgebiete

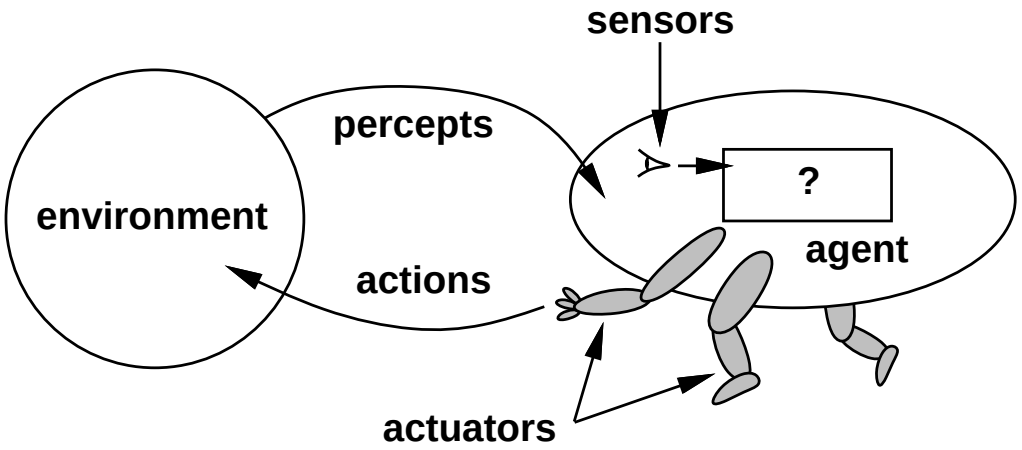
KI-Systeme erfüllen sehr unterschiedliche Aufgaben:

- Steuerung von Fertigungsanlagen
- Erkennen von Spam-Nachrichten
- Intralogistiksysteme in Lagerhäusern
- Einkaufsberatung im Internet
- Finden von Fehlern in Logik-Schaltkreisen
- ...

Wie fassen wir diese Vielfalt in einen systematischen Rahmen, der Gemeinsamkeiten und Unterschiede verdeutlicht?

Verbindende Metapher: rationale Agenten und ihre Umgebungen

Agenten



Agenten

- Agentenfunktion bildet Folgen von Wahrnehmungen (Perzepten) auf Aktionen ab:

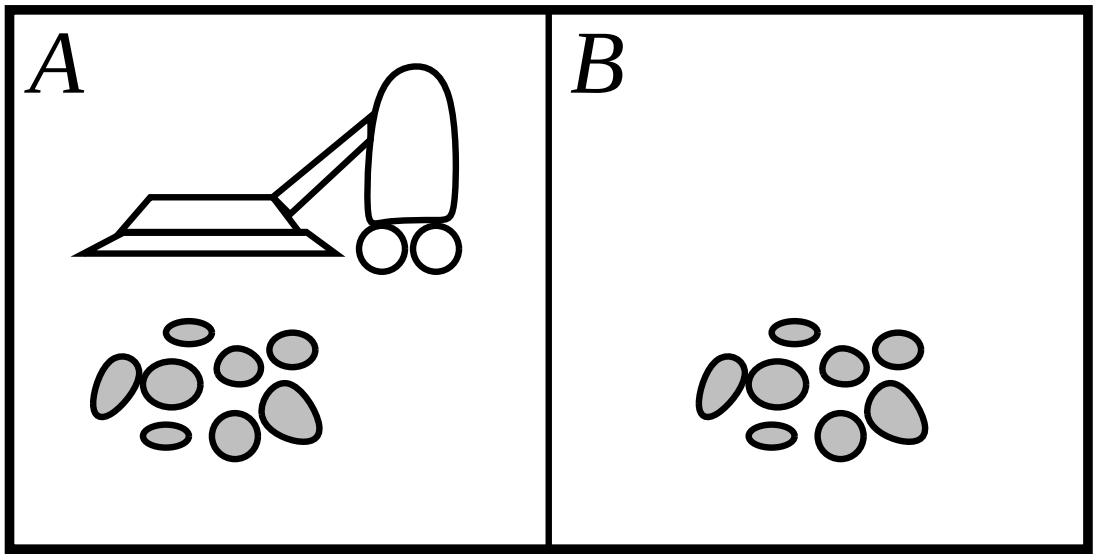
$$f : \mathcal{P}^+ \rightarrow \mathcal{A}$$

- Agentenprogramm läuft auf der physischen Architektur ab und berechnet f

Beispiele: Mensch, Roboter, Web-Crawler, Thermostat, OS-Scheduler, ...

Gestatten: ein Agent

Staubsaugerwelt



- Wahrnehmungen: Ort und Sauberkeit, z. B. $\langle \mathrm{a}, \mathrm{dirty} \rangle$
- Aktionen: left, right, suck, wait

Staubsauger-Agent

eine mögliche Agentenfunktion:

Wahrnehmungsfolge	Aktion
$\langle$a, clean$\rangle$	*right*
$\langle$a, dirty$\rangle$	*suck*
$\langle$b, clean$\rangle$	*left*
$\langle$b, dirty$\rangle$	*suck*
$\langle$a, clean$\rangle$, $\langle$b, clean$\rangle$	*left*
$\langle$a, clean$\rangle$, $\langle$b, dirty$\rangle$	*suck*
...	...

Reflexive Agenten

Bei reflexiven Agenten hängt die nächste Aktion
nur vom letzten Perzept der Wahrnehmungsfolge ab:

- sehr einfaches Modell
- sehr eingeschränkt
- entspricht Mealy-Automaten (einer Art endlicher Automat) mit nur 1 Zustand
- praktische Beispiele?

Beispiel:

Reflexiver Staubsauger-Agent

def reflex-vacuum-agent(*location*, *status*):
    if *status* = dirty: **return** *suck*
    else if *location* = a: **return** *right*
    else if *location* = b: **return** *left*

Beurteilung von Agentenfunktionen

Was ist die richtige Agentenfunktion?

Rationalität

Rationalität

Rationales Verhalten

Verhalten von Agenten wird durch Performance-Mass bewertet (verwandte Begriffe: Nutzen, Kosten).

Perfekte Rationalität: wähle immer eine Aktion, die

- gegeben verfügbare Informationen (bisherige Perzepte)
- den Erwartungswert für zukünftige Performance maximiert

Frage: Ist der reflexive Staubsauger-Agent perfekt rational?

Rationalität

Rationales Verhalten

Verhalten von Agenten wird durch Performance-Mass bewertet (verwandte Begriffe: Nutzen, Kosten).

Perfekte Rationalität: wähle immer eine Aktion, die

- gegeben verfügbare Informationen (bisherige Perzepte)
- den Erwartungswert für zukünftige Performance maximiert

Frage: Ist der reflexive Staubsauger-Agent perfekt rational?

Hängt von Performance-Mass und Umgebung des Agenten ab!

- Haben Aktionen zuverlässig gewünschten Effekt?
- Kennen wir die Anfangssituation?
- Kann neuer Schmutz entstehen, während der Agent handelt?

Rationaler Staubsauger

Beispiel: Staubsauger-Agent

Performance-Mass:

- $+100$ Punkte pro gereinigtem Feld
- -10 Punkte pro *suck*-Aktion
- -1 Punkt pro *left*/*right*-Aktion

Umgebung:

- Aktionen und Wahrnehmungen zuverlässig
- Welt ändert sich nur durch Aktionen des Agenten
- alle Anfangssituationen gleich wahrscheinlich

Wie verhält sich ein perfekt rationaler Agent?

Rationalität: Diskussion

- Perfekte Rationalität $\neq$ Allwissen
  - unvollständige Informationen (durch Perzepte) reduzieren erzielbaren Nutzen
- Perfekte Rationalität $\neq$ perfekte Vorhersage
  - unsicheres Verhalten der Umgebung (z. B. stochastische Effekte von Aktionen) reduziert erzielbaren Nutzen
- Perfekte Rationalität ist selten erreichbar
  - beschränkte Rechenkapazität $\rightsquigarrow$ begrenzte Rationalität (*bounded rationality*)

Zusammenfassung

Zusammenfassung (1)

verbindende Metapher für KI-Systeme: rationale Agenten

Agent interagiert mit Umgebung

- Sensoren erfassen Wahrnehmungen über Zustand der Umgebung
- Aktuatoren führen Aktionen aus, die Umgebung beeinflussen
- formal: Agentenfunktion bildet Perzeptfolge auf Aktionen ab
- reflexiver Agent: Agentenfunktion hängt nur von letzter Wahrnehmung ab

Zusammenfassung (2)

rationale Agenten:

- versuchen Performance-Mass zu maximieren
- perfekte Rationalität: Erreichen von maximaler Performance im Erwartungswert gegeben verfügbare Informationen
- bei „interessanten“ Problemen selten erreichbar: begrenzte Rationalität