

# Simulation als epistemologische Grundlage für intelligente Roboter

---

**Andreas Tolk**

*The MITRE Corporation*

**Umut Durak**

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)*

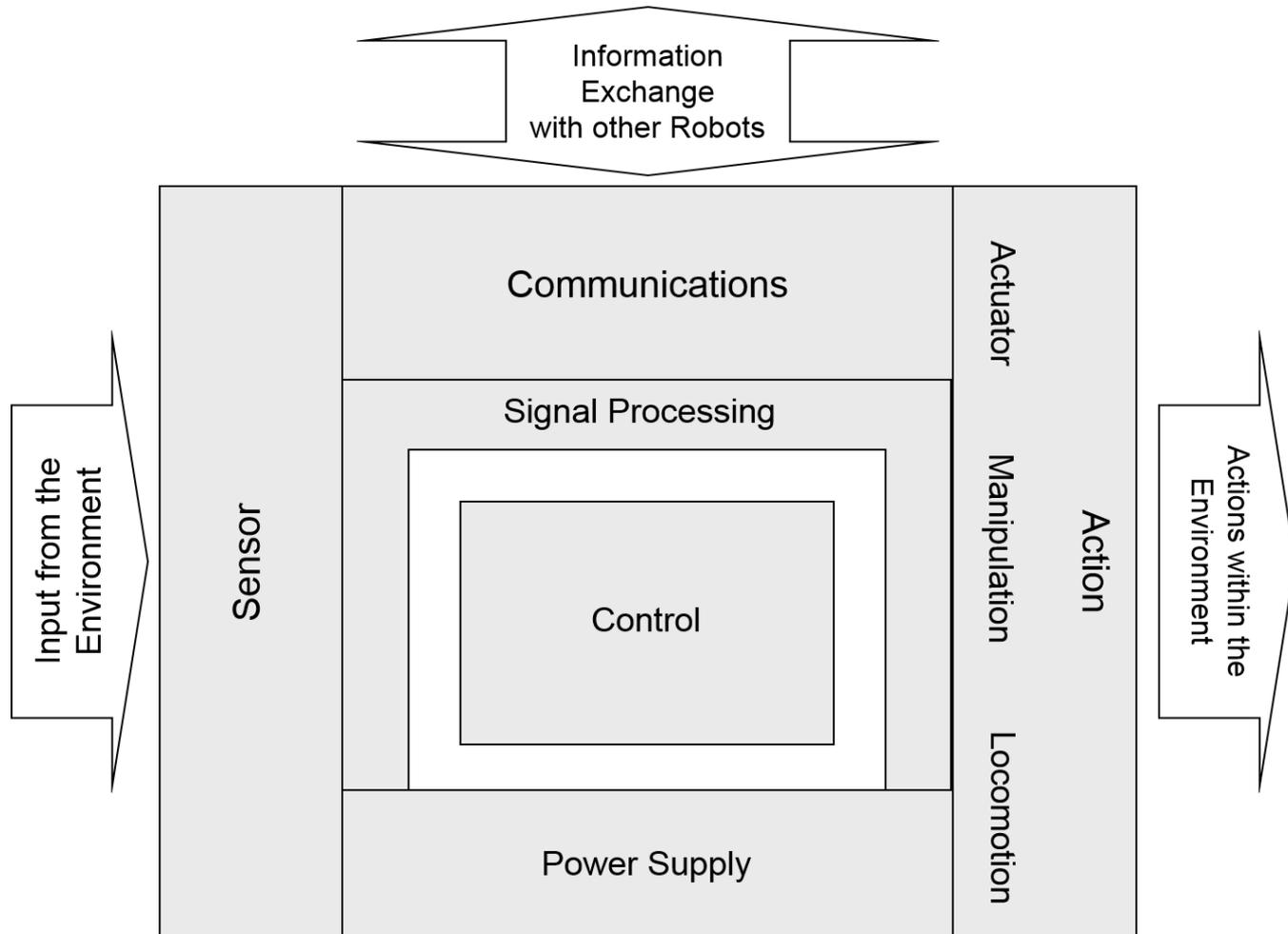
# Intelligente Roboter

---

besitzen die Fähigkeiten,

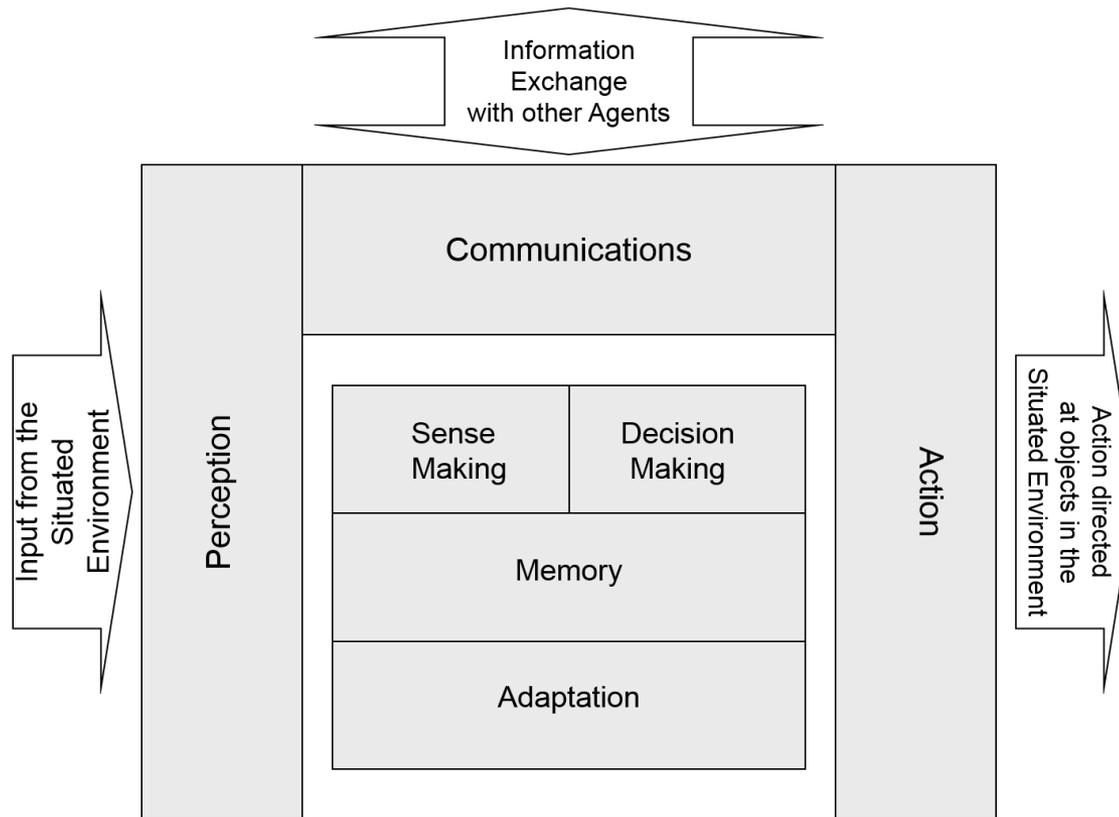
- ihre Umwelt wahrzunehmen,
- ihre Perzeption der aktuellen Situation zu erstellen,
- diese zu analysieren,
- mit anderen System zu kommunizieren,
- zu planen,
- zu einer Entscheidung zu kommen,
- und diese Entscheidung in Aktivitäten umzusetzen

# Topologische Struktur eines Roboters

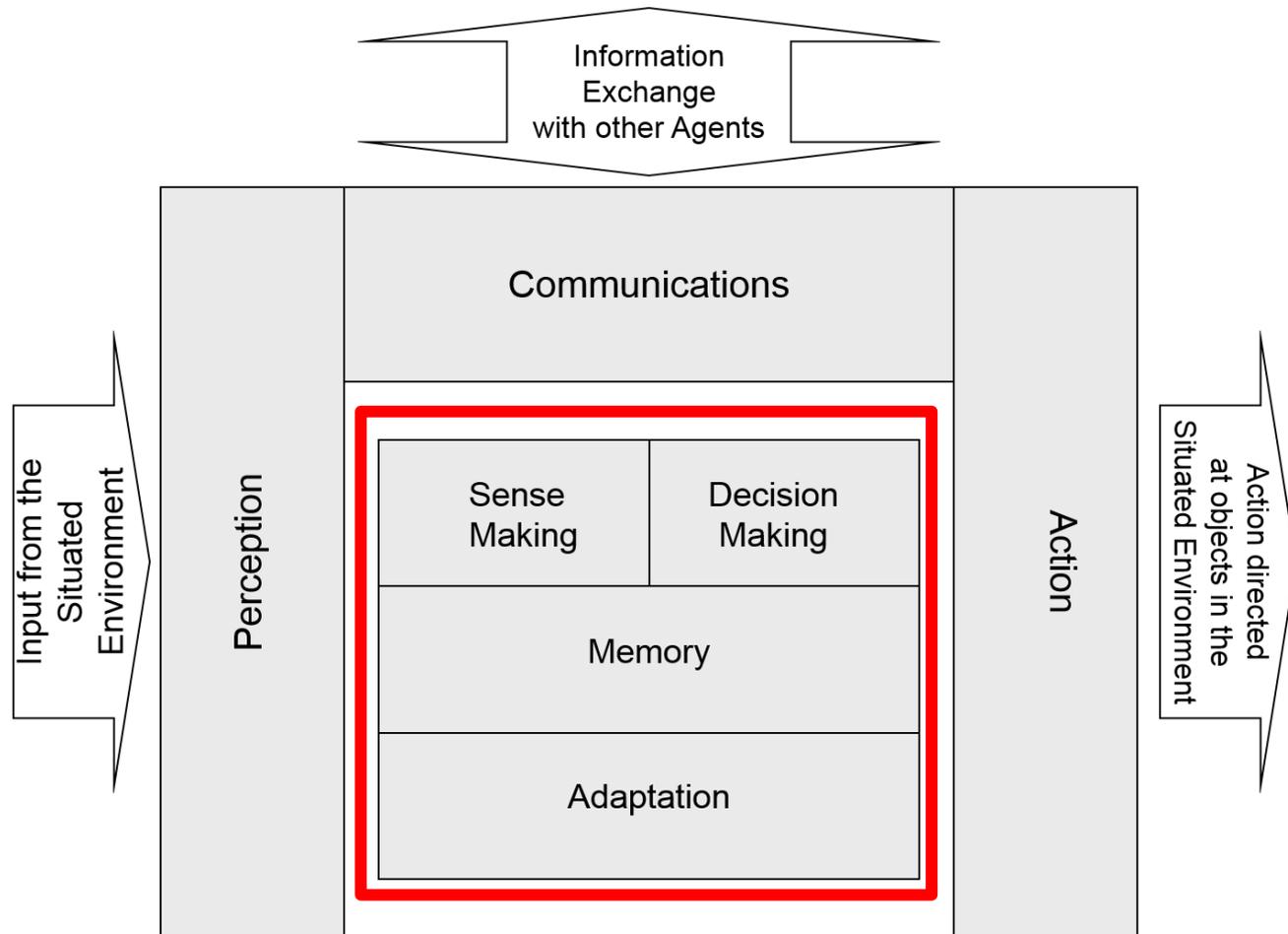


# Intelligente Softwareagenten

Intelligente Softwareagenten existieren in der virtuellen Welt, haben aber ähnliche Eigenschaften wie intelligente Roboter.

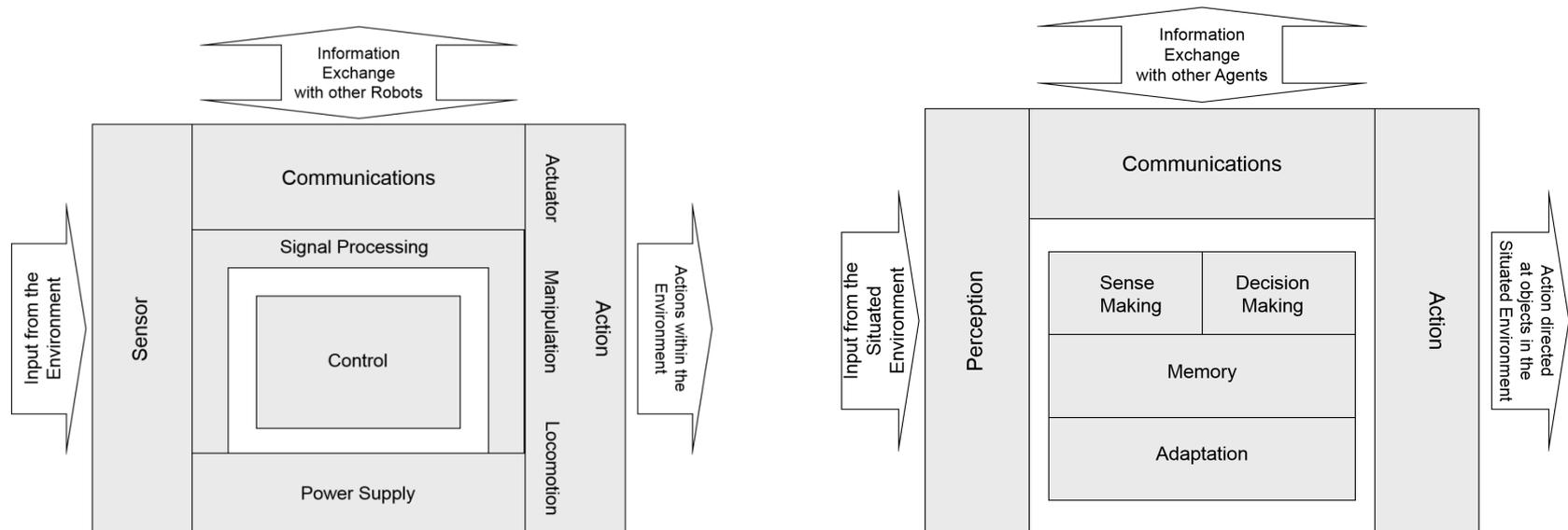


# Intelligente Softwareagenten



# Topologischer Vergleich

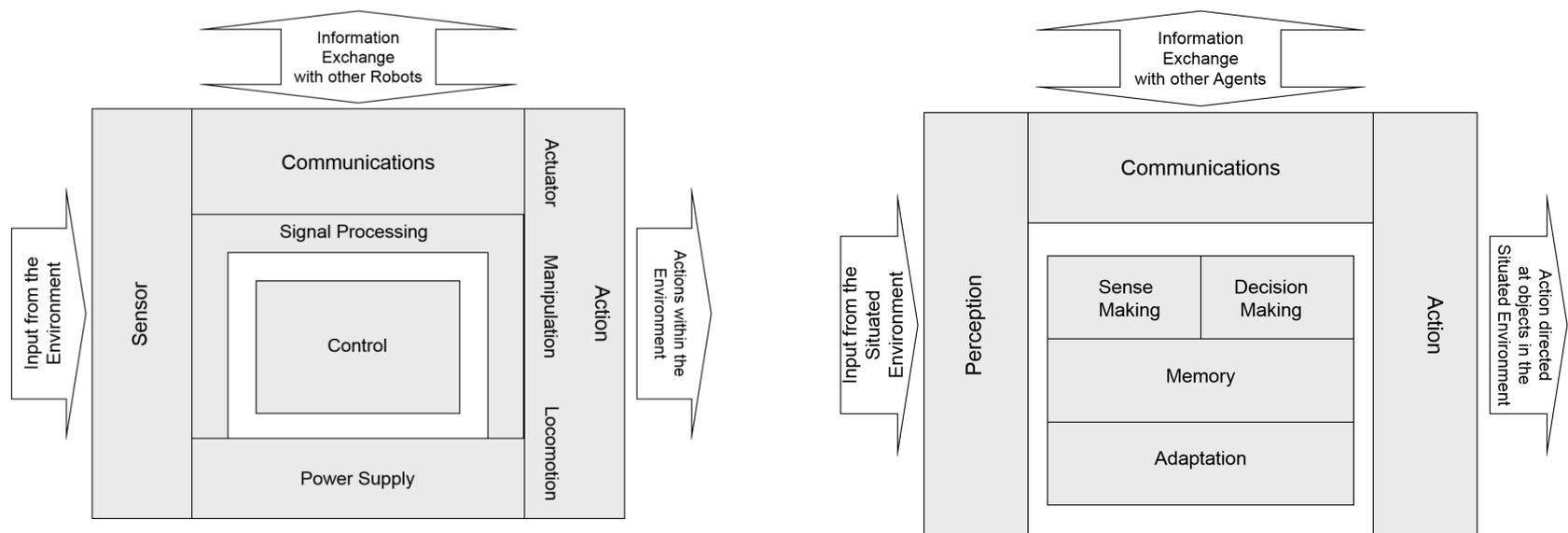
Auch die Komponenten sind sehr ähnlich:



Sie nehmen ihre Umgebung über Sensoren wahr, kommunizieren mit anderen über die Perzeption, können an einem koordinierten Plan arbeiten und setzen diesen Plan in Form von Aktivitäten um.

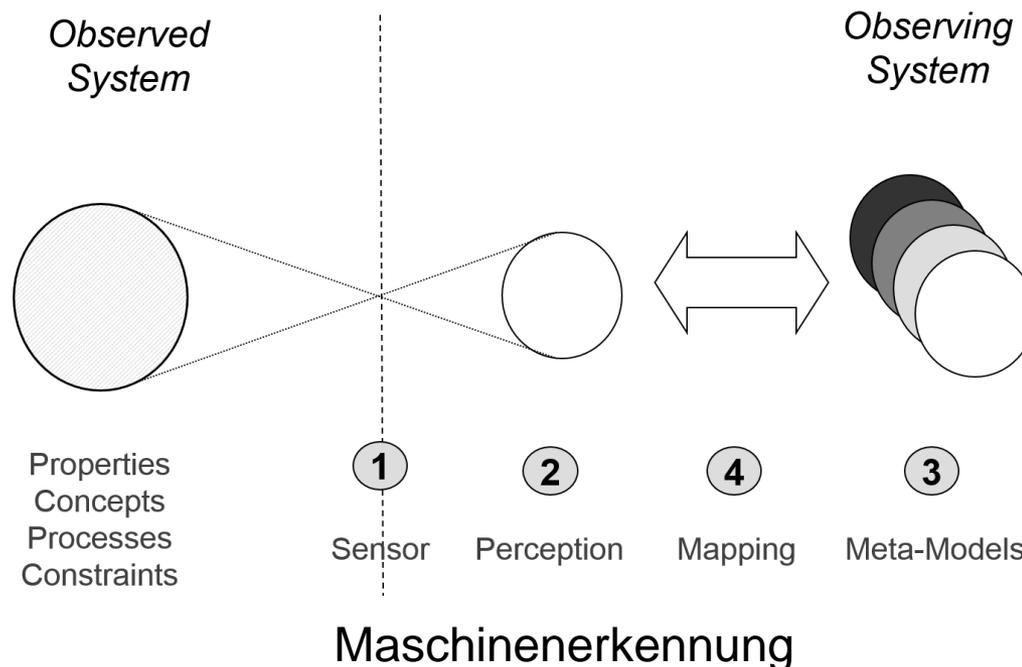
# Ergebnis des Vergleichs

Die Algorithmen, die ein intelligenter Softwareagent enthält, erlauben auch die Implementierung eines intelligenten Roboters

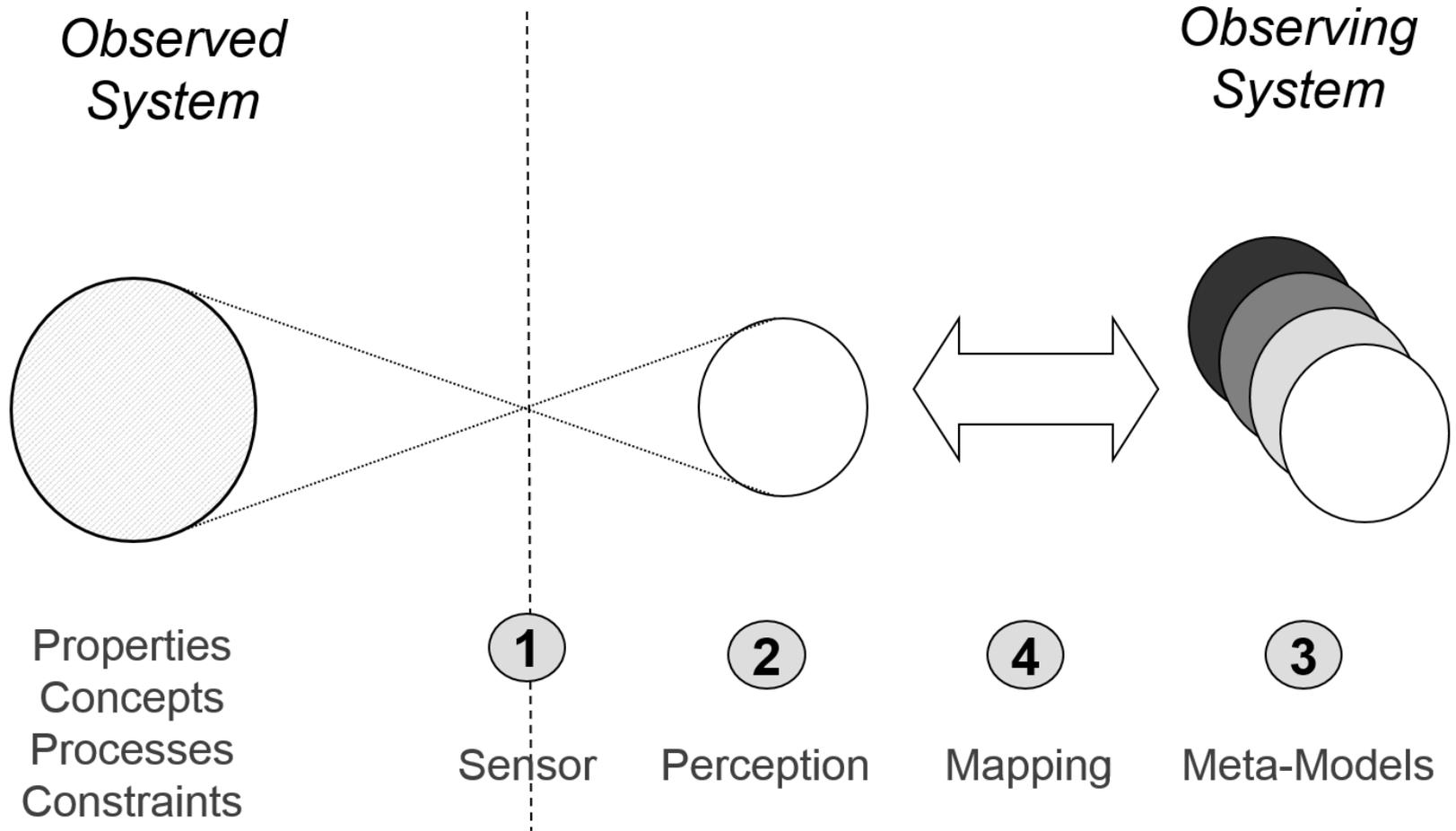


# Kernalgorithmen intelligenter Roboter

- eine Situation erkennen
- auf Grund dieser Situation und eines gegebenen Zieles eine Aktivität auswählen, die durchgeführt werden soll



# Logische Schritte der Maschinenerkennung



# Maschinelles Lernen

---

- Maschinenerkennung ist die Verknüpfung einer Beobachtung über ein statisches Datenmodell mit einem dynamischen Metamodell.
- Eine Maschine kann lernen, wenn die Familie der Metamodelle modifiziert werden kann.
  - Kalibrierung der Metamodelle, um neue Objekte erkennen zu können
  - kompliziertere Lernalgorithmen erlauben, auch neue Metamodelle zu definieren

# Die wesentliche Rolle der Simulation

---

- Simulation ermöglicht es, dynamisches Wissen für die Roboterkontrolle zur Verfügung zu stellen.
  - Wann immer eine Vorhersage der zukünftigen Entwicklung der Situation notwendig ist, muss eine Simulation durchgeführt werden.
  - Wann immer der Vergleich zweier Alternativen durchgeführt werden sollen, müssen diese Alternativen simuliert werden

# Die wesentliche Rolle der Simulation

- Das Perzeptionsmodell ist das Datenmodell, auf dem die internen Simulationen arbeiten.
- Die Metamodelle sind Objektmodelle, die neben den Daten, die die Konzepte beschreiben, auch Methoden bereitstellen, die die Dynamik der Konzepte beschreiben.
- Um eine Aktion auszuwählen, werden die Auswirkungen und Effekte intern simuliert.
  - Die internen Bewertungs- oder Nutzwertfunktionen werden auf die Ergebnisse der Simulationen angewandt, um die beste Option auszuwählen.

# Epistemologie

---

- Die Epistemologie – auch Erkenntnistheorie genannt – beschäftigt sich mit der Frage, wie Erkenntnis und Wissen abgeleitet werden können.
  - Kann die Anwendung von Simulation zu neuen Erkenntnissen oder neuem Wissen beitragen?
    - Diese Frage ist für die Implementierung intelligenter Roboter unmittelbar von Bedeutung.

# Epistemologische Grenzen

- Die Simulation repräsentiert nur einen Teil der Realität, da sie auf einem Modell basiert
  - Das Modell ist eine **zielgerichtete, bewusste Vereinfachung** und **Abstraktion** einer **Perzeption der Realität**.
    - Die Perzeption ist durch **physikalische, kognitive, und legale/moralische Einschränkungen** definiert.

# Epistemologische Grenzen

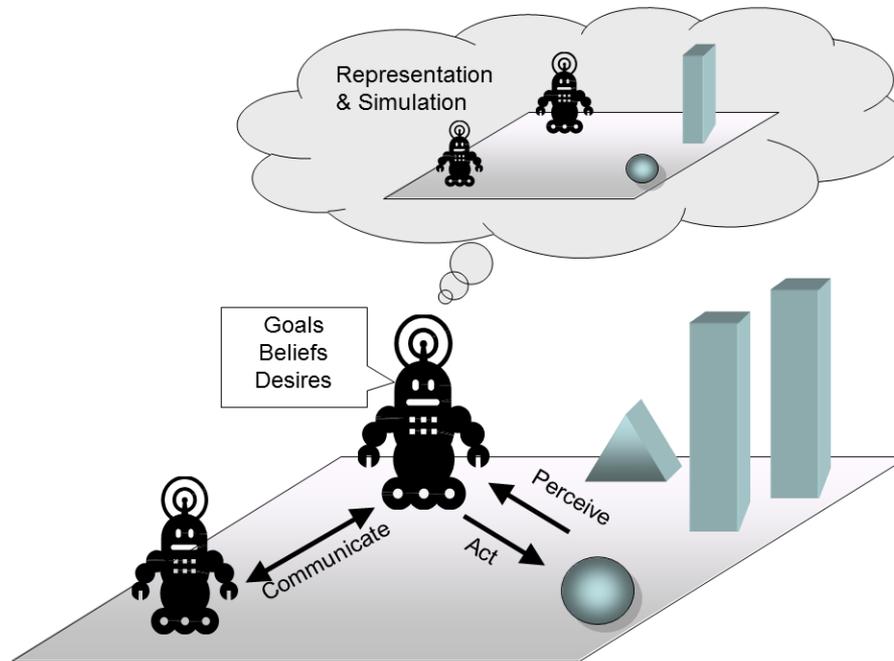
- Zielgerichtet: *Eine Simulation soll eine Aufgabe erfüllen*
- Bewusst: *Modellierung ist eine kreative, gezielte Tätigkeit*
- Vereinfachung: *keine Rücksichtnahme auf alle Konzepte und Beziehungen, die zur Erreichung der Simulationsaufgabe nicht als nötig erachtet werden*
- Perzeption der Realität: *Unser Verständnis der Realität ist von vielen Faktoren abhängig.*
  - Physikalische Einschränkungen
  - Kognitive Einschränkungen
  - Legale/moralische Einschränkungen

# Epistemologische Grenzen

- Physikalische Einschränkungen: *Nicht alle Attribute, die wir beobachten möchten, können von unseren Sensoren erfasst werden.*
- Kognitive Einschränkungen: *Die Ausbildung und Erfahrungen des modellierenden Experten bestimmen, wie gut dieser das Problem versteht.*
- Legale/moralische Einschränkungen: *Anwendbare Gesetze oder auch moralische Wertvorstellungen können der Erfassung von beobachtbaren Werten entgegenstehen.*

# Simulation und intelligent Roboter

- Wieweit können Simulationen eine epistemologische Grundlage für Roboter bilden?



Ein Objekt, das nicht als Konzept modelliert wurde, ist nicht Teil der Realität, wie sie sich der Simulation darstellt.

# Zusammenfassung

---

- Verifizierte Simulation von validierten Modellen ist derzeit die mächtigste Form der ausführbaren Wissensdarstellung.
- Implementierung einer Kontrollfunktion für intelligente Roboter muss in jedem Fall Simulationstechniken nutzen
- Aber ein Experte sollte sich der Einschränkungen sowie der Möglichkeiten, die in diesem Beitrag beschrieben wurden, bewusst sein

# Simulation als epistemologische Grundlage für intelligente Roboter

---

## FRAGEN

**Andreas Tolk**

*The MITRE Corporation*

**Umut Durak**

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)*