

# Verfahren der Planungsoptimierung



**Andreas Meier**

Computer Systems in Engineering, Fakultät für Informatik

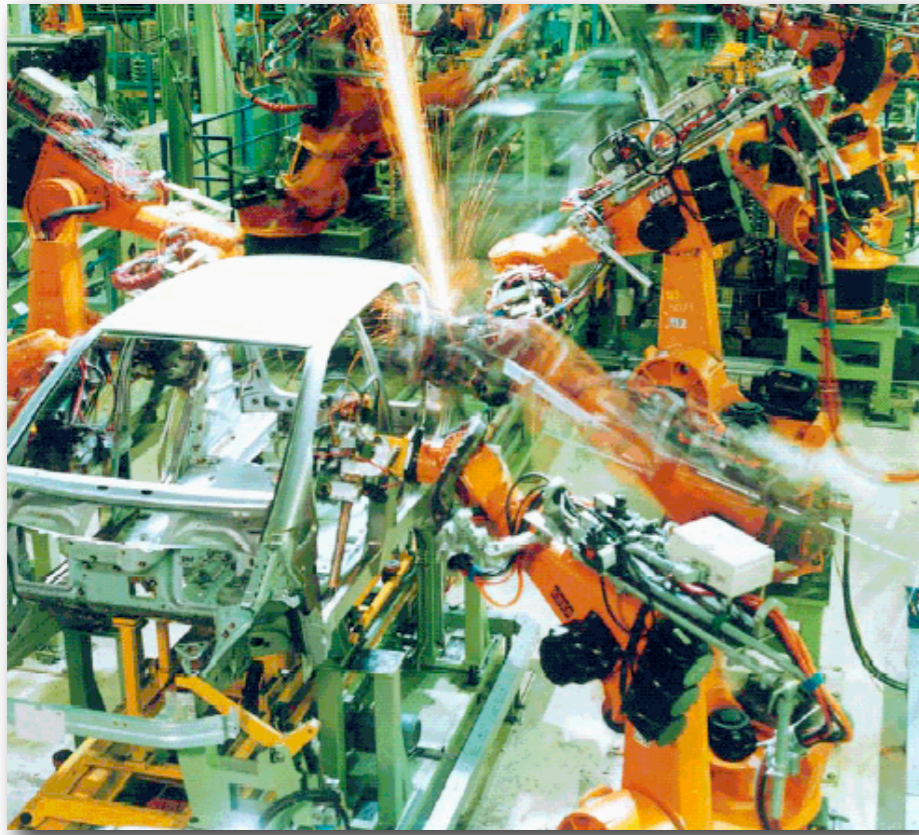
*„Im Begriff "Organisation" steckt die griechische Wurzel "organon", was so viel bedeutet wie "Hilfsmittel, Werkzeug". Das mag uns daran erinnern, was Organisation wirklich sein soll: Sie soll nicht im Mittelpunkt stehen, sondern Werkzeug sein, Hilfsmittel, um Arbeiten, Probleme, Aufgabenstellungen leichter, schneller und effizienter lösen zu können.“*

*Urheber: unbekannt, [4]*

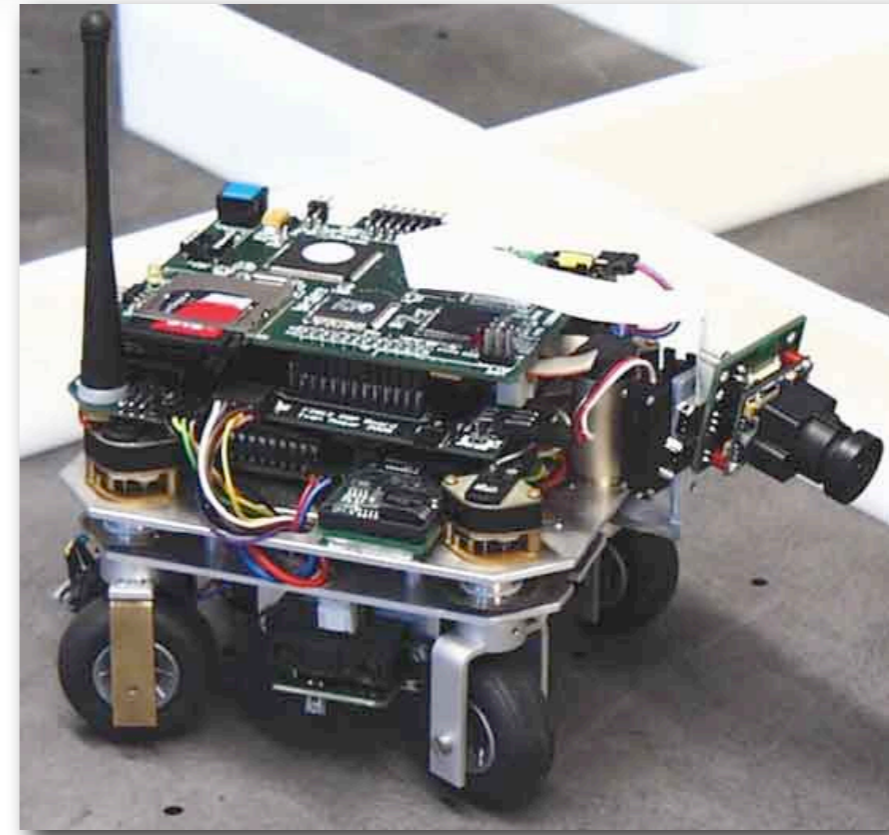
# Gliederung

1. Problembeschreibung
2. Lösungsansätze
  - 2.1. Anytime-Algorithmen
  - 2.2. Subsymbolic Action Planning
  - 2.3. Emotionsbasierte Handlungsplanung
3. Zukünftige Herausforderungen
4. Zusammenfassung
5. Quellen

# I. Problembeschreibung



[5]



[6]

- keine feste Installation des Systems
- Limitierungen an Platz, Energieverbrauch, Rechenleistung
- fehlende exakte Handlungsbeschreibung

## 2. Lösungsansätze

### 2.1. Anytime-Algorithmen

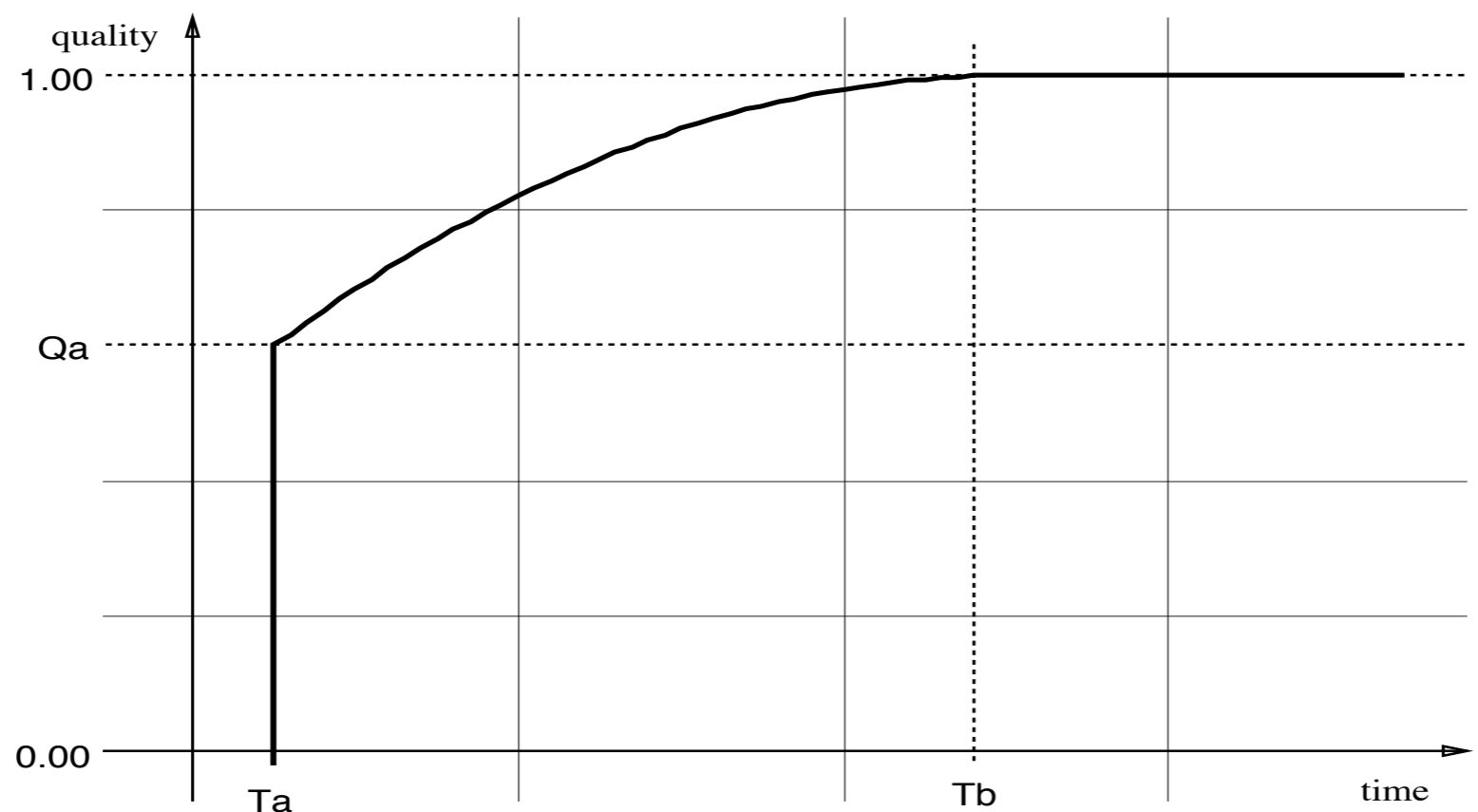
- Zielkonflikt: Qualität vs. Berechnungszeit
- unter Zeitdruck selten optimale Qualität benötigt
- bessere Qualität mit mehr Zeitaufwand erreichen

## 2. Lösungsansätze

### 2.1. Anytime-Algorithmen

- Zielkonflikt: Qualität vs. Berechnungszeit
- unter Zeitdruck selten optimale Qualität benötigt
- bessere Qualität mit mehr Zeitaufwand erreichen

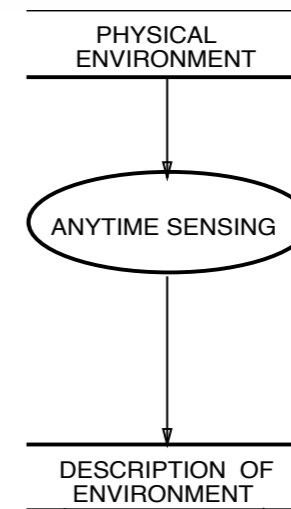
 Anytime-Algorithmen



Conditional Performance Profile, [1]

## 2. Lösungsansätze

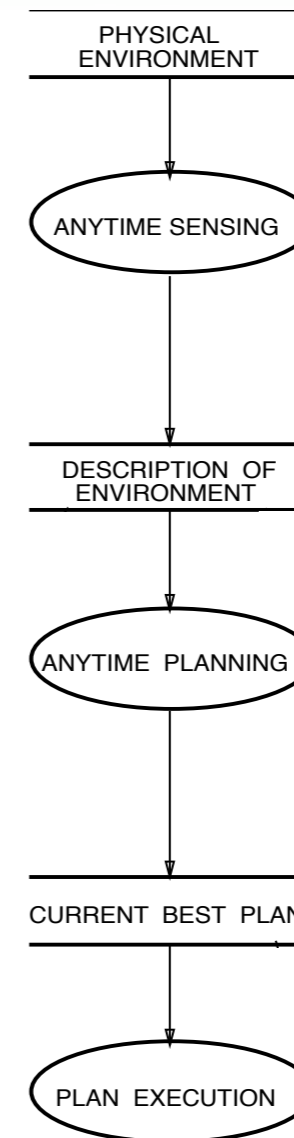
### 2.1. Anytime-Algorithmen



## 2. Lösungsansätze

### 2.1. Anytime-Algorithmen

- optimale **Zeit**uteilung vorher bestimmt

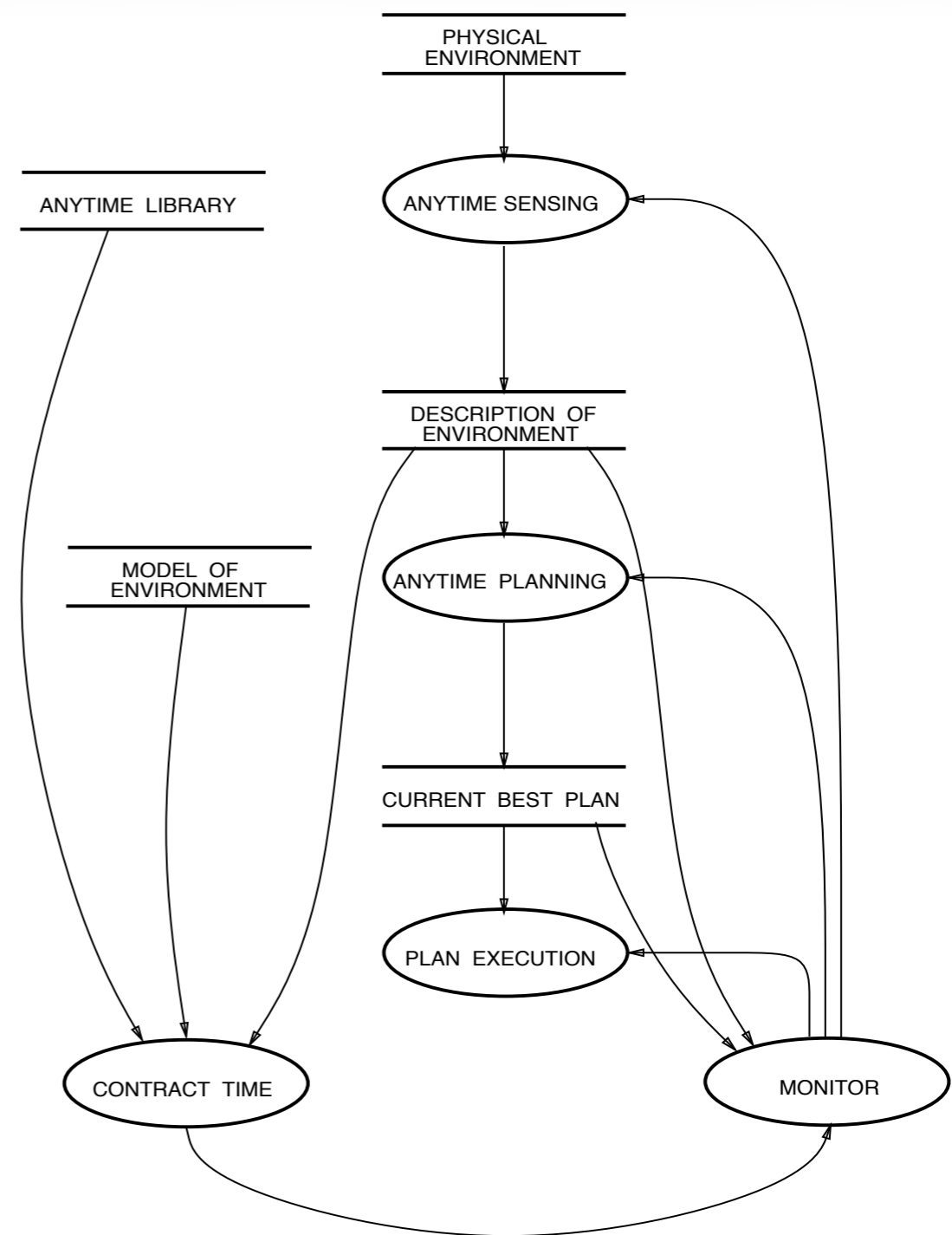




## 2. Lösungsansätze

### 2.1. Anytime-Algorithmen

- optimale Zeitzuteilung vorher bestimmt
- Monitor variiert Zeitzuteilung
  - Inter-Frame-Optimization
  - Intra-Frame-Optimization



Allgemeiner Datenfluss [1]

## 2. Lösungsansätze

### 2.1. Anytime-Algorithmen

- Experiment: Pfadsuche in Konkurrenz zu  $A^*$  implementiert
- Anytime-Algorithmus: 93 % der Qualität von  $A^*$ , 27 % der Zeit

## 2. Lösungsansätze

### 2.1. Anytime-Algorithmen

- Experiment: Pfadsuche in Konkurrenz zu  $A^*$  implementiert
- Anytime-Algorithmus: 93 % der Qualität von  $A^*$ , 27 % der Zeit

#### Eigenschaften

- ▲ - skalieren sehr gut  $\rightarrow$  Echtzeitbetrieb
  - versuchen zu optimieren
  - können Plattformunabhängigkeit schaffen
- ▼ - Conditional Performance Profiles aufwändig zu bestimmen

## 2. Lösungsansätze

### 2.2. Subsymbolic Action Planning

Woher weiß ein Roboter, mit welchen Handlungen er von einem Start- zu einem Zielzustand gelangt?

Variante I: Entwickler beschreibt Umgebung und Operationen

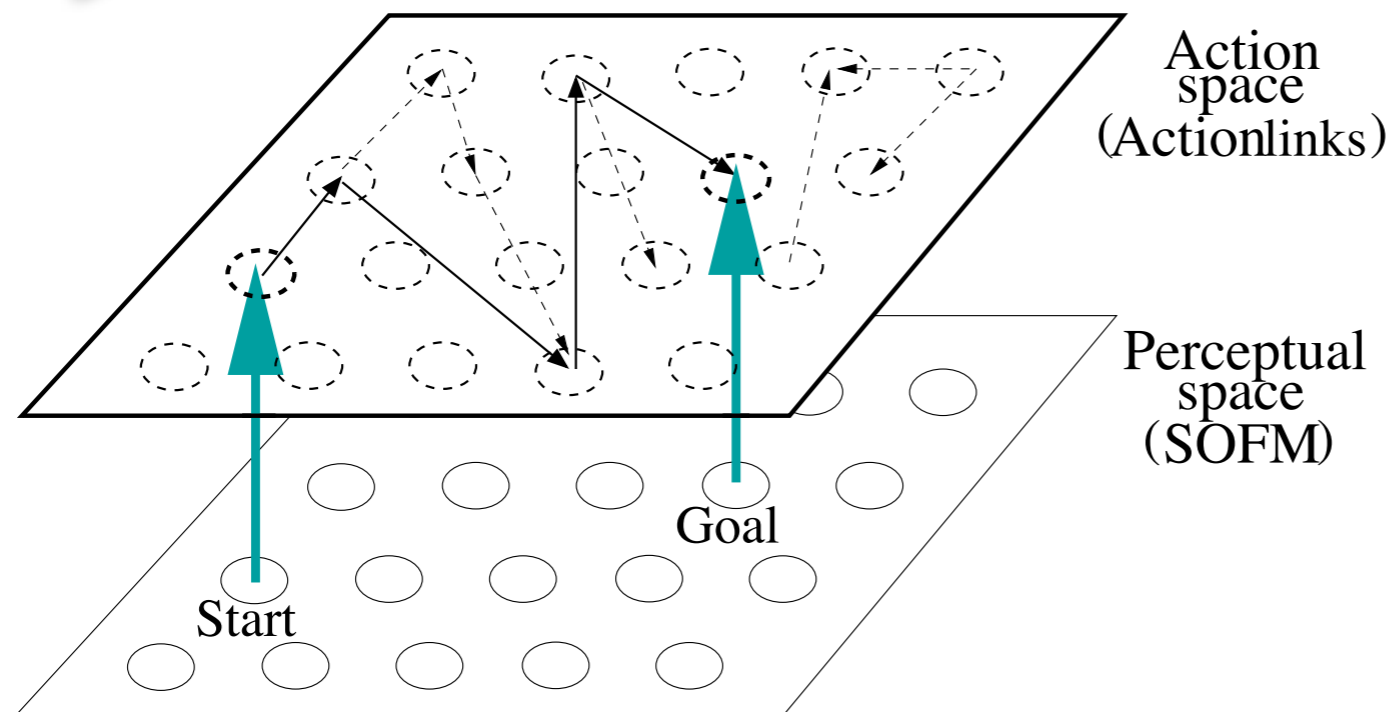
## 2. Lösungsansätze

### 2.2. Subsymbolic Action Planning

Woher weiß ein Roboter, mit welchen Handlungen er von einem Start- zu einem Zielzustand gelangt?

Variante 1: Entwickler beschreibt Umgebung und Operationen

➔ Variante 2: Subsymbolic Action Planning



Self-Organizing Feature Map (SOFM) [2]

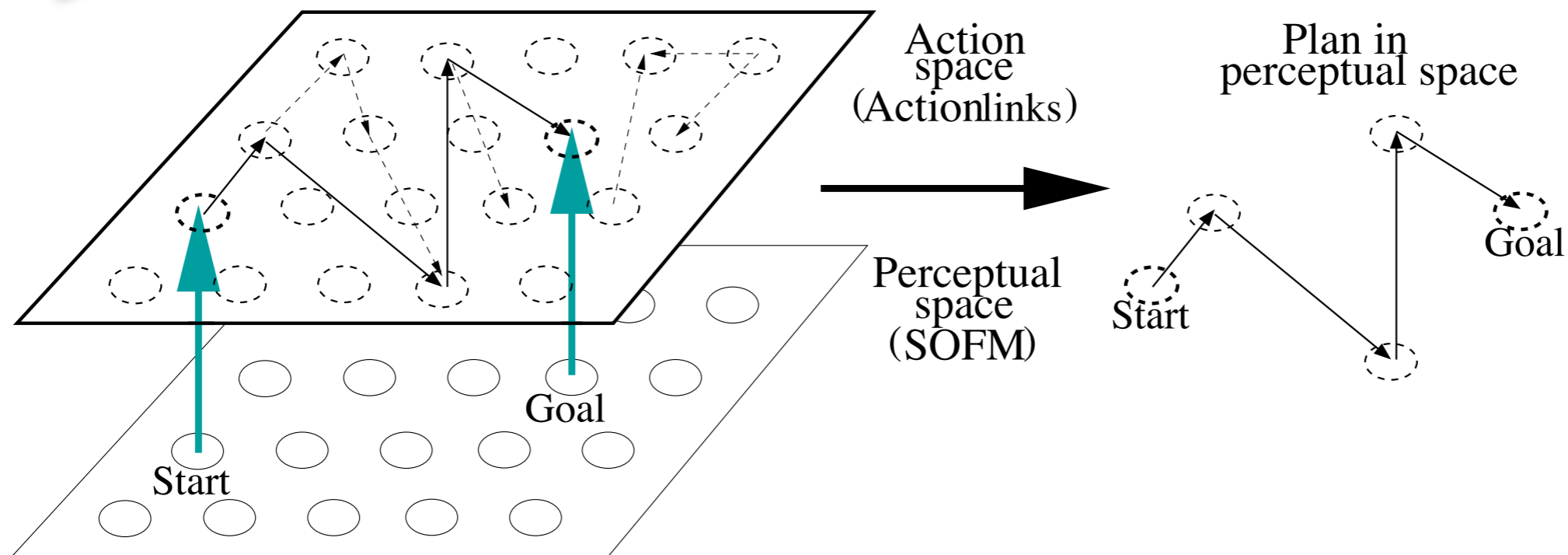
## 2. Lösungsansätze

### 2.2. Subsymbolic Action Planning

Woher weiß ein Roboter, mit welchen Handlungen er von einem Start- zu einem Zielzustand gelangt?

Variante 1: Entwickler beschreibt Umgebung und Operationen

#### ➔ Variante 2: Subsymbolic Action Planning



Self-Organizing Feature Map (SOFM) [2]

## 2. Lösungsansätze

### 2.2. Subsymbolic Action Planning

#### Original Planner

- Start- und Zielwahrnehmung in Feature Map (SOFM) gesucht
- anschließend Planung eines Pfades

## 2. Lösungsansätze

### 2.2. Subsymbolic Action Planning

#### Original Planner

- Start- und Zielwahrnehmung in Feature Map (SOFM) gesucht
- anschließend Planung eines Pfades

#### Neighbourhood Planner

- Wahrnehmungen betrachtet, die in der Nähe der Zielwahrnehmung liegen



## 2. Lösungsansätze

### 2.2. Subsymbolic Action Planning

#### Original Planner

- Start- und Zielwahrnehmung in Feature Map (SOFM) gesucht
- anschließend Planung eines Pfades

#### Neighbourhood Planner

- Wahrnehmungen betrachtet, die in der Nähe der Zielwahrnehmung liegen

#### Radial Basis Function Planner (RBF Planner)

- gleiche Handlung  $\rightarrow$  ähnliche Wahrnehmungsveränderung
- vorher neuronale Netze für jede Handlung trainiert

## 2. Lösungsansätze

### 2.2. Subsymbolic Action Planning

Experiment: Orientierung in Umgebung (farbkodierte Wände)

#### Ergebnisse

1. Original Planner im Durchschnitt der Schlechtesten
2. Neighbourhood Planner und RBF Planner ähnlich gut
3. komplexe Umgebungen überfordern jeden Planner

## 2. Lösungsansätze

### 2.2. Subsymbolic Action Planning

Experiment: Orientierung in Umgebung (farbkodierte Wände)

#### Ergebnisse

1. Original Planner im Durchschnitt der Schlechtesten
2. Neighbourhood Planner und RBF Planner ähnlich gut
3. komplexe Umgebungen überfordern jeden Planner

#### Eigenschaften

- ▲ - Roboter erkundete Umgebung selbständig, konnte Assoziationen schaffen
- ▼ - überfordert mit komplexen Umgebungen
  - muss vorher aufwändig trainiert werden

## 2. Lösungsansätze

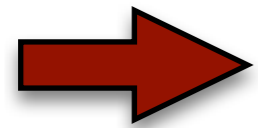
### 2.3. Emotionsbasierte Handlungsplanung

- gestiegene Anforderungen → künstliche Intelligenz eingesetzt
- basiert auf rationaler Weltanschauung
- nachteilig in hochdynamischen und unvorhersehbaren Situationen
- Menschen handeln in solchen Situationen oft emotional

## 2. Lösungsansätze

### 2.3. Emotionsbasierte Handlungsplanung

- gestiegene Anforderungen → künstliche Intelligenz eingesetzt
- basiert auf rationaler Weltanschauung
- nachteilig in hochdynamischen und unvorhersehbaren Situationen
- Menschen handeln in solchen Situationen oft emotional

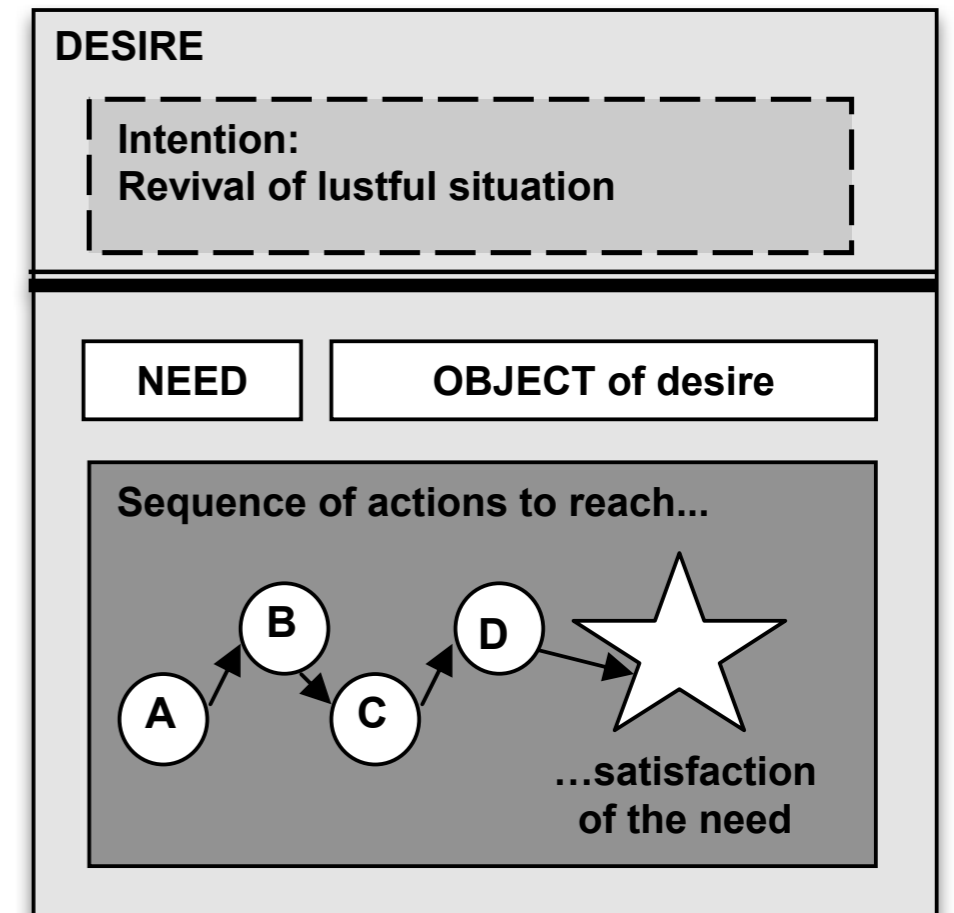


- Übertragung auf mobile Robotiksysteme
- Kernelement ist komplexes Gedächtnis
- Roboter verfolgt verschiedene Verlangen und durchlebt Emotionen (Angst, Panik, Wut)

## 2. Lösungsansätze

### 2.3. Emotionsbasierte Handlungsplanung

- Erlebnisse speichern: Verlangen, Systemdaten, Handlungsablauf
- Abschätzung über Erfolg und Alternativen



gespeicherte Erinnerung [3]

## 2. Lösungsansätze

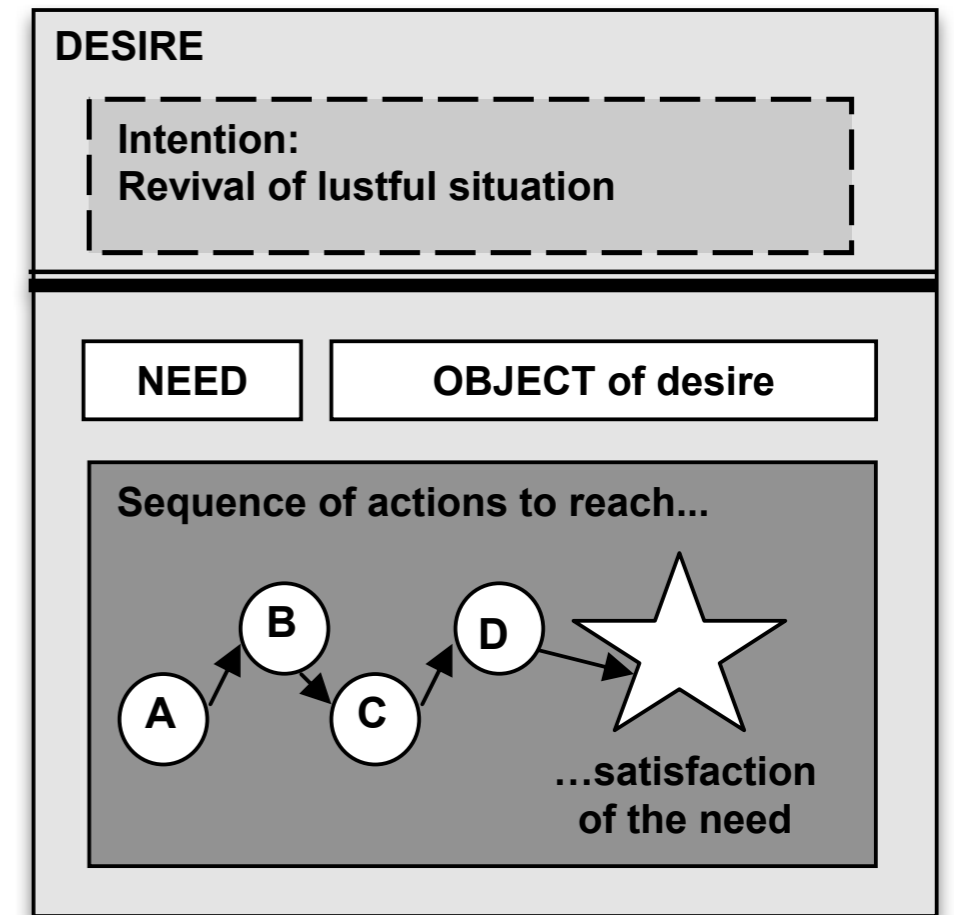
### 2.3. Emotionsbasierte Handlungsplanung

- Erlebnisse speichern: Verlangen, Systemdaten, Handlungsablauf
- Abschätzung über Erfolg und Alternativen

▲ bei bekannter Situation, Erinnerung geladen und genutzt

● ähnliche Situation erlebt, Vergleich auf Übereinstimmungen

▼ Situation unbekannt → probieren



gespeicherte Erinnerung [3]

## 2. Lösungsansätze

### 2.3. Emotionsbasierte Handlungsplanung

- Tests lediglich in Simulation durchgeführt
- flexibel und Entscheidung zwischen verschiedenen Handlungen



## 2. Lösungsansätze

### 2.3. Emotionsbasierte Handlungsplanung

- Tests lediglich in Simulation durchgeführt
- flexibel und Entscheidung zwischen verschiedenen Handlungen

#### Eigenschaften

- ▲ - mächtiges Konstrukt, könnte gut in unerwarteten Situationen reagieren
- ▼ - keine echten Emotionen, weiterhin ein mathematisches Modell
  - System sehr komplex, abhängig von Parametern (Wahl zwischen Alternativen)

### 3. Zukünftige Herausforderungen

neue Einsatzbereiche (z.B. Automotive, Medizin)



neue Algorithmen und Verfahren eingesetzt



höhere Leistungsanforderungen, mehr Sensoren



mehr Rechenleistung und bessere Planungsverfahren nötig

## 4. Zusammenfassung

**Probleme: Limitierungen an Platz, Energie und Rechenleistung sowie fehlende exakte Handlungsbeschreibungen**

- aufwändige Berechnungen in Offline-Prozesse verlagert
- Anytime-Algorithmen können Rechenleistungs-/Energieproblem verringern
- Subsymbolic Action Planning und emotionsbasierte Handlungsplanung ermöglichen Roboter ein Verständnis eigener Handlungen und ihrer Folgen
- zukünftig weiter steigende Bedeutung der Planungsalgorithmen

## 5. Quellen

- [1] Shlomo Zilberstein and Stuart J. Russell. Anytime sensing planning and action: A practical model for robot control. In IJCAI, pages 1402–1407, 1993.
- [2] John Pisokas and Ulrich Nehmzow. Subsymbolic action planning for robots: Generalised representations of experience.
- [3] Ch. Roesener et al. Action planning model for autonomous mobile robots. In 5th IEEE International Conference on Industrial Informatics, volume 2, pages 983–988, July 2007.
- [4] <http://www.zitate.de/ergebnisse.php?kategorie=Organisation>, letzter Zugriff: 22.06.2008
- [5] [http://www.harkis.harting.com/WebHelp/EHan/WebHelp/GBHANHan\\_Modular.htm](http://www.harkis.harting.com/WebHelp/EHan/WebHelp/GBHANHan_Modular.htm), letzter Zugriff: 22.06.2008
- [6] <http://prt.fernuni-hagen.de/pro/faak/roboterwettbewerb/bilder/faak1.jpg>, letzter Zugriff: 22.06.2008

Ende

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Fragen?