

Intelligente Handlungsplanung

1. Einführung

Prof. Dr. Susanne Biundo-Stephan

Institut für Künstliche Intelligenz, Universität Ulm

SS 2008



Inhalt

- 1 Organisatorisches
- 2 Definition und zentrale Begriffe
- 3 Bereiche und Aufgabenstellungen
- 4 Anwendungsfelder
- 5 Planen versus Scheduling

Organisatorisches I

Vorlesung MI 14:00 - 15:30 Uhr (O27/R 123)
DO 14:00 - 15:30 Uhr (O27/R 123) (14 - tägig)

Sprechstunden nach den Vorlesungen und nach Vereinbarung
susanne.biundo@uni-ulm.de

Übungen DO 14:00 - 15:30 Uhr (O27/R 123) (14 - tägig)
erster Termin: **24.04.08**

Betreuer Dr. Julien Bidot
julien.bidot@uni-ulm.de

Organisatorisches II

Leistungsnachweise

- 6 LP bei erfolgreicher Teilnahme an mündlicher Prüfung
- Übungsschein

Parallelveranstaltung

- *Verteiltes Planen und Problemlösen* (Praktikum/Projekt)

Vorbesprechung: Donnerstag, 17.04.08, 15:30 Uhr, O27/R 123

Weiterführende Veranstaltungen

- Seminare
- Bachelor-, Master-, Diplomarbeiten
- Mitarbeit in Forschungsprojekten

Literatur

M. Ghallab, D. Nau, P. Traverso: *Automated Planning: Theory and Practice*, Morgan Kaufmann, 2004

S. Russell, P. Norvig: *Artificial Intelligence – A modern Approach*, Second edition, Prentice Hall, 2003

Q. Yang: *Intelligent Planning - A Decomposition and Abstraction Based Approach*, Springer, 1997

N. J. Nilsson: *Artificial Intelligence: A New Synthesis*, Morgan Kaufmann, 1998

M. Zweben, M.S. Fox: *Intelligent Scheduling*, Morgan Kaufmann, 1994

G. Görz (Hrsg.): *Handbuch der Künstlichen Intelligenz* 3. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2000

Web-Seiten zur Vorlesung

<http://www.informatik.uni-ulm.de/ki/Edu/Vorlesungen/Planen/SS06/>

Was ist *IHP*?

Intelligent Planning & Intelligent Scheduling

automatische Erstellung, Analyse und Ausführung von
Handlungsplänen

Handlungspläne \Rightarrow **Folgen von Handlungen**

Handlungen

- \Rightarrow *Aktionen, Operationen*
- \Rightarrow *Arbeitsschritte*
- \Rightarrow *Aktivitäten, Tätigkeiten*

Zentrale Begriffe

- **Zustände**

⇒ Modelle von Umgebungszuständen

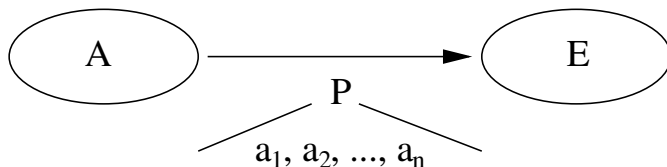
- **Aktionen**

⇒ Überführung von Zuständen in *wohldefinierte* Folgezustände

- **Pläne**

⇒ Aktionsfolgen

⇒ "Programme"



Erstellung von Plänen

geg.: Ziel- oder Aufgabenspezifikation

ges.: Folge von Aktionen, deren Ausführung die Aufgabe erfüllt bzw. das Ziel erreicht

Je nach Anwendungsbereich und Planungsmethodik ist von unterschiedlichen Voraussetzungen auszugehen

- Zustandsbeschreibungen, *Start-* und *Zielzustände*, Zwischenzustände
- Aktionen als *elementare* Zustandsübergänge und *elementare Bausteine* von Plänen
- Ressourcen (Zeit, Kosten, Arbeitsmittel, Personal)
- Grad der *Ordnung* auf den Aktionen
- *Strukturierung* der Domäne

Bereiche und Aufgabenstellungen

- Erstellung von Plänen (*plan generation, plan synthesis*)
- Prüfung von Plänen
 - ▶ Planvalidierung
 - ▶ Planverifikation
- Planüberwachung (*plan monitoring*)
- Planmodifikation
 - ▶ Planreparatur
 - ▶ Plankombination (*plan merging*)
- Planerkennung
- Scheduling (*Ablaufplanung*)
 - ▶ Optimierung von Abläufen
 - ▶ Zuordnung von Ressourcen

Anwendungsfelder für Methoden der *Intelligenten Handlungsplanung* sind alle Bereiche, die mit der **Strukturierung und Organisation von Aktionen, Aktivitäten und Operationen** befasst sind.

Anwendungsfeld Einsatzplanung

Planung und Überwachung von Katastropheneinsätzen, Hilfeinsätzen, Militäreinsätzen, Raumfahrtmissionen

- Erstellung von Einsatzplänen
- Überwachung und Steuerung konkreter Einsätze
- Aufgabenspektrum
 - ⇒ Logistik
 - ⇒ Koordinationsaufgaben
 - ⇒ Organisations- und Entscheidungsunterstützung

Beispiele:

- Waldbrandbekämpfung
- Militärlogistik
- *Deep Space One* und *Mars Rover Mission*

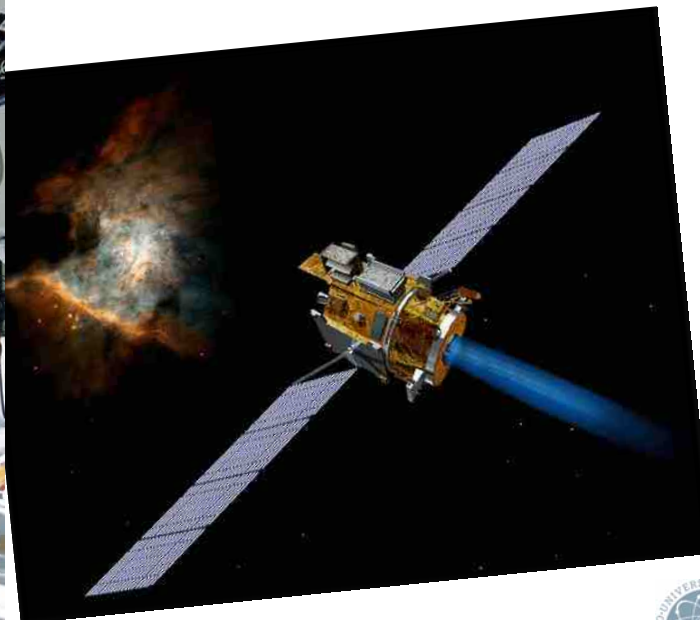
Die *Deep Space One* Mission

Die DS1 Sonde startet am 24. Oktober 1998

Sie passiert den Asteroiden Braille am 29. Juli 1999 in nur 26 km Abstand

Sie erreicht den Kometen Borelly im September 2001

- 1.5 m Höhe
- 375 kg Gewicht
- kleines Triebwerk
- geringer Schub



Autonome Steuerung von DS1

Eine Planungskomponente – der *New Millenium Remote Agent* – war das erste KI-System, das in der Raumfahrt eingesetzt wurde

NMRA

- Orientierung an allgemeinen, abstrakten Aufgabenbeschreibungen
- Planung und Durchführung der Mission weitgehend autonom
 - ➔ Erzeugung ausführbarer Kommandosequenzen für die Bordsysteme
 - ➔ Reaktion auf Fehler bei der Ausführung
 - ➔ Reaktion auf unerwartete Situationen
 - ➔ Zugriff auf den kompletten Zustand des Raumfahrzeuges

Ziel: Weitgehende Unabhängigkeit vom Kontrollzentrum

Die *Mars Rover* Mission

Autonome Exploration auf dem Planeten Mars

- Landung der Sonde am 3. Januar 2004
- Erwartete Lebensdauer der Rover bereits um das zwölffache überschritten
- Wachsende Autonomie der Systeme durch
 - *visual target tracking*
 - *go and touch*

Mars Roboter *Spirit*



Planen vs. Scheduling I

Planen

Erstellen von Plänen

geg.: *Planungsproblem* $\rightarrow (A, E, O)$

ges.: Folge von Operationen $o \in O$, die A in E überführt

- \Rightarrow *Auswahl* der Aktionen
- \Rightarrow *Anordnung* der Aktionen
- \Rightarrow *Analyse kausaler Zusammenhänge*

Planen vs. Scheduling II

Scheduling

Auswahl eines Planes aus einer Menge möglicher Pläne

geg.: Eine Menge von Aktionen A
Eine Menge von Ressourcen R
Eine Menge von Constraints C

ges.: Eine Folge von Aktionen $a \in A$ und eine Zuordnung von Ressourcen $r \in R$ zu diesen Aktionen, so dass alle Constraints $c \in C$ erfüllt sind.

Der Plan soll möglichst *optimal* sein

Vorteile durch den Einsatz intelligenter Planungsmethoden

- **Autonomie**
automatische Synthese und Ausführung von Befehlssequenzen
- **Flexibilität**
automatische Anpassung an Änderungen in der Anwendungsumgebung
- **Robustheit**
autonomes Wiederaufsetzen aus Fehlersituationen
- **Adaptivität**
Anpassung an modifizierte Umgebungen und Anforderungen