

Definition von Planung

- Problembereich: Zustandsraum und Operatoren
- Planungsproblem: Ausgangs- und Zielzustand
- Lösung: Folge von Operatoren zur Überführung des Ausgangszustandes in den Zielzustand

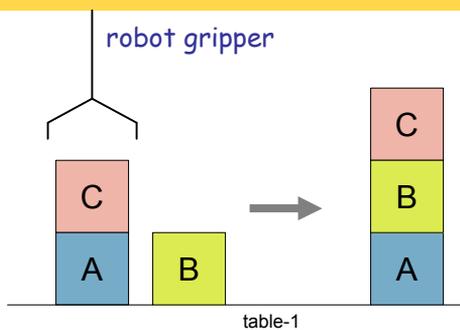
im Grundansatz zunächst:
klassisches Suchproblem

zu Suche und Planen:

- eigentlich alle KI-Bücher im Semesterapparat

Zum Nachschlagen auch:
Handbook of Artificial
Intelligence, Volume 1,
Kap. II – „Search“ oder
Russell & Norvig, Teil II

Planung: Beispielproblem



Einfache Klötzchenwelt

Gegeben: Anordnung von Klötzchen, Zielanordnung und mögliche Roboteraktionen.

Gesucht: Aktionsfolge zur Herstellung der Zielanordnung.

$\text{On}(A, \text{table-1}) \longrightarrow \text{On}(B, A) \ \& \ \text{On}(C, B)$
 $\text{On}(B, \text{table-1})$
 $\text{On}(C, A)$

Operators:

- (1) pickup (*block*)
- (2) putdown (*block*)
- (3) stack (*block1, block2*)
- (4) unstack (*block1, block2*)

Weitere Beispielprobleme

Stundenplanerstellung

- Gegeben: Räume, Lehrer, Schulklassen, Fächer, Zuordnungen
- Gesucht: Stundenplan

Computer-Konfigurierung

- Gegeben: Hauptkomponenten
- Gesucht: Layout und Hilfskomponenten

Planung von Experimenten in der Molekulargenetik

- Gegeben: Substanzen und Organismen, durchführbare Aktionen, Ziel des Experiments (z.B. Insulin herstellen)
- Gesucht: Sequenz von Aktionen und Spezifikation der benötigten Substanzen und Organismen

Ein- und mehrstufiges Planen

Einstufiges (nichthierarchisches) Planen:

- systematisch alle Sequenzen von Operatoren durchprobieren, bis der Zielzustand erreicht ist
- Gefahr der kombinatorischen Explosion!

siehe hierzu: Konstruktion

- Puppe, Einführung in Expertensysteme, Kap. 11

Mehrstufiges (hierarchisches) Planen:

- zunächst Planung einer Sequenz von abstrakten Operatoren (Grobplan), die dann schrittweise verfeinert werden.
- Hauptproblem: Nebeneffekte eines Operators können Anwendung eines anderen verhindern:
Interaktion von Operatoren!

Interaktion von Operatoren

Beispiel: „Streiche die Leiter und die Decke“

Decke-Leiter-Problem: Aufgabe ist, die Decke und die Leiter zu streichen. Dabei muß die Decke zuerst gestrichen werden, da die ungestrichene Leiter Voraussetzung dafür ist, daß man die Decke ohne längere Wartezeit streichen kann.

Nichtlineares Planen:

- explizite Repräsentation von Interaktionen als Constraints zwischen Operatoren und Objekten
- Festlegung der Operator-Reihenfolge erst dann, wenn alle Constraints erfüllbar sind

Verfeinern von Grobplänen

- Differenzanalyse (means-ends analysis)
 - Grobplan direkt aus Aufgabenstellung generiert durch Bewertung der Differenz zwischen Ausgangs- und Zielzustand; Auswahl abstrakter Operatoren zur Verringerung der Differenz
- Skelettplanen (wissensbasiertes Planen)
 - allgemeinen Plan aus einer Bibliothek vorgegebener Skelettpläne auswählen; Beispiel folgt ...
- Phasenaufteilung
 - Benutzung eines einzigen Standardplans für einen gegebenen Problembereich (Beispiel: Computer-Konfigurierung)

Skelettplanen in MOLGEN

Ziel: Planung eines Experiments zur Feststellung von „Intrastrang-Komplementarität“ in einer DNA (d.h. ob ein DNA-Strang komplementäre Teilstücke enthält)

1. Auswahl des Skelettplans: Für „Intrastrang-Komplementarität“ ist der angegebene Skelettplan vorhanden
2. Verfeinerung: Die einzelnen Operatoren werden stufenweise präzisiert (Ergebnis auf der rechten Seite)

	Skelettplan	Verfeinerung
(1)	Denaturiere (spalte die Stränge der DNA)	Erhitze die Probe
(2)	Renaturiere (Umkehrung der Denaturierung)	Schnelles Abkühlen der Probe
(3)	Zerstöre alle einsträngige DNA	Benutze Enzym „S1-Nuclease“
(4)	Finde die restliche DNA	Benutze Technik „Gel-Filtration“

[Quelle: Puppe]

Einordnende Bemerkungen

Suche ist eine Grundmethode für KI-Programme und wird in der einen oder anderen Form häufig benötigt.

Suche ist nicht alles:

Ein sehr wichtiges Einsatzfeld für Suche ist der Bereich "Planen".

- "Allgemeinste" Suchprogramme haben sich in der Praxis als nicht fruchtbar erwiesen, außer für "genuine" Suchprobleme (wie Puzzles).
- Die meisten Such-Heuristiken sind in ihrer Nützlichkeit auf bestimmte Problemklassen beschränkt.

Das große Gewicht, das dem Feld "Suche" (genauer: explorative Suche) in der KI zugeschrieben wird, hängt mit den frühen Themenstellungen der KI zusammen: Problem Solving, GPS etc.

Jedoch gilt:

Warum Puzzles und ähnliche Aufgaben nicht so spannend für das "Problemlösen" sind

- **Sie sind bereits als Suchaufgaben gestellt**
(die dann zum Teil auch extrem schwierig zu lösen sind).
- **Wichtiger ist es aber, zu erkennen, wie sich die mit einem Problem gestellten Fragen auf Suchaufgaben abbilden lassen.**

Rückblick auf Teil 1

1. Allgemeine Suchprobleme mit Suchraum, Operatoren, Zustandsbewertungsfunktion und weiteren Heuristiken
2. Means-Ends-Analysis, wo man die Zustände eines Suchraums mit Zielbeschreibungen abgleicht, um anhand der Differenz nächst-anwendbare Operatoren zu "raten"
3. Goal-Tree-Suche, wo Zustände in Bezug auf zu machende Festlegungen analysiert werden, die bestimmten Constraints genügen.
4. Minimax-Suche, wo spezielle Goal-Trees zur Modellierung von Zwei-Personen-Spielen benutzt werden.
5. Constraint Satisfaction und planende Suche
- [6. kontinuierliche Suchprobleme (Optimierungsaufgaben, Suche nach lokalen/globalen Minima und Maxima, "hill climbing" etc.) ...]

Ausblick: Wissensgestützte Suche

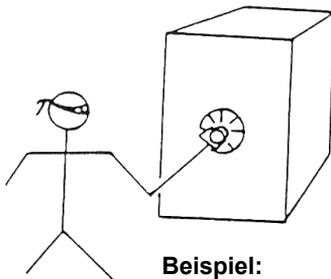
Problemlösung basiert auf Suche --

- "Schwache Methoden" für Suche wie generate-and-test sind für komplexe Suchräume nicht adäquat
- Menschen benutzen *heuristisches Wissen*, um die Suche einzuschränken (aus Wissen über den Bereich abgeleitetes Kontrollwissen für die Suche)
- Ein wissensbasiertes System ist ein Problemlösesystem, in dem explizites Wissen* eines menschlichen Problemlösers eingebettet ist, um die Komplexität des Suchraums zu kontrollieren.

*Das Wissen ist erst explizit zu machen!

Idee wissensbasierter Systeme

Idee: Explizites Wissen über einen Aufgabenbereich verkürzt Problemlösesuche.



**Beispiel:
Safe knacken**

69–32–99

**Blinde Suche: Alle Kombinationen probieren
=> 1 000 000 (100x100x100) Versuche**

Wissensgestützte Suche:

**Wenn man weiß, daß für einen Safetyp
2 Pos. links oder rechts auch noch klappt
=> 8000 (20x20x20) Versuche**

**Wenn man weiß, daß die Safes der Firma X
bei Auslieferung 25–0–25 oder 50–25–50
eingestellt haben und daß 20% der Käufer
versäumen, die Kombination zu ändern
=> in 20% reichen zwei Versuche!**

(nachzulesen bei R.P. Feynman: "Sie belieben wohl zu scherzen, Mr. Feynman!")