
Kapitel 7

Objekterkennung

7.1.	Ziel	202
7.2.	Separation zusammenhängender Gegenstände	202
7.2.1.	Manipulation zum Erkennen des Zusammenhangs	202
7.2.2.	Separation von Gegenständen	203
7.3.	Identifikation von Objekten	203
7.3.1.	Identifikation aus Kamerabildern	203
7.3.2.	Identifikation aus Kamerabild und entfernungsgebendem Sensor	203
7.3.3.	Objekterkennung durch Klassifikation	204
7.3.4.	Hypothesenbildung	204
7.3.5.	Wiedererkennen von Szenenfolgen	205
7.4.	Dialog AMR - Mensch	205
7.4.1.	Gemeinsame Plattform	205
7.4.2.	Aspekte des Lernens	205
7.4.3.	AMR als Serviceroboter	206

7.1. Ziel

- Der AMR erkennt Objekte in seiner Einsatzumgebung.
- Er kennt ihre Lage relativ zueinander (und in Weltkoordinaten).

Erkennen:

"Hier ist ein Gegenstand, der in sich zusammenhängend ist, Benutzer, sage mir, wie er heißen soll!"

"Ich erkenne hier etwas wieder, dem zuvor der Name N gegeben wurde!"

"Aus meiner Sicht steht der Stuhl vor dem Tisch!" (Lagerrelation)

"Hier ist ein Graph der Lagerrelationen der erkannten Objekte!"

"Der Stuhl hat die Position (x, y, φ) !" (? wer, das linke Stuhlbein?)

"Hier ist eine Karte der erkannten Objekte!"

7.2. Separation zusammenhängender Gegenstände

7.2.1. Manipulation zum Erkennen des Zusammenhangs

- Verschieben: was zusammen sich bewegt ist vermutlich zusammenhängend
aber: erst Verschieben in orthogonalen Richtungen schafft Sicherheit
jedoch: biegeschlaffe Materialien sind so nicht erkennbar
- Anheben: Zusammenhängendes kommt gemeinsam hoch
Vorteil: kleine Bewegungen bei starren Körpern ausreichend
aber: biegeschlaffe Materialien müssen weit angehoben werden
- Sensorik: Kraftmessung
- Aktuatorik: kraftgesteuert, nicht weggesteuert!
Der AMR berührt Gegenstände mit Manipulator
Erkennen der Bewegung aus Differenzbildern einer Kamera

7.2.2. Separation von Gegenständen

ptische Merkmale:

gemeinsame Farbe oder Tektur zeigen häufig Teile des gleichen Gegenstands

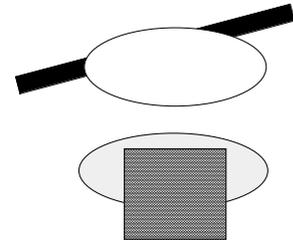
Verlängerung einer Kante über eine Verdeckung hinweg

ergibt Kante im fortgesetzten Gegenstand

glatte Fortsetzung einer Kante über Verdeckung hinweg

ergibt Kante im fortgesetzten Gegenstand

gleiche Art der "Fuzzyness" deutet auf gleichen Gegenstand (Busch hinter Tisch)



euristiken, die die Wahrscheinlichkeit für einen Gegenstand heraufsetzen

ber es gibt immer Gegenbeispiele; Auflösung von Farbe und Form = Tarnung

7.3. Identifikation von Objekten

7.3.1. Identifikation aus Kamerabildern

Feststellen von Kontrastkanten als mögliche Trennstellen von Objekten und ihrer Umgebung

aber: Fehler durch Beleuchtungseffekte (Schatten, Sonnenkringel, ...)

Zusammenhängende Gebilde z. B. einheitlicher Farbe oder Tektur

- Kandidaten für Objekte
- bewegte Objekte durch Differenzbildung erkennbar

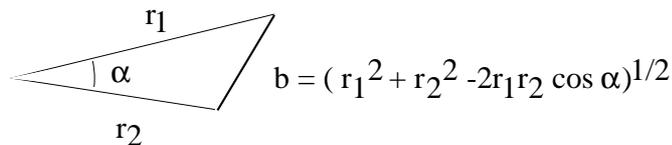
Stand Technik: Erkennen von Gesichtern sich bewegender Personen
Erkennungsrate > 75 %

7.3.2. Identifikation aus Kamerabild und entfernungsgebendem Sensor

Steuerbarer eindimensionaler Entfernungssensor mit sichtbarem Punkt im Kamerabild

- Nachfahren von Kontrastkanten
durch Nachregeln des Pan-Tilt-Mechanismus des Sensors
- Feststellen realer Objektkanten als Sprungstellen der Entfernung
damit Trennung von Schatten und gemalten Objekten von realen Gegenständen
ersetzt z. T. den greifenden Arm bei der Untersuchung von Objekten

- Messen von Entfernungen und Winkeln ==> Abmessungen von Objekten



- Feststellen der Lage im Raum von Kontrastkanten erleichtert Auflösung von Verdeckungen.

7.3.3. Objekterkennung durch Klassifikation

Menge gemessener Merkmale bzw. der in Merkmale umgerechneten Rohdaten
 ==> Merkmalsvektor

Vektorklassifizierer ==> best matching unit A

Vektor liegt "näher" an Objekt A als an allen anderen Objekten O_1, \dots, O_n
 (Realisierung durch neuronales Netz, Assoziativspeicher, ...)

Selbstorganisierende Merkmalskarten (growing cell neural nets)

==> Das System findet selber die Klassifizierung in verschiedene Objekte
 (meist sehr ähnlich den von Menschen gefundenen Klassen)

Gut zum Erkennen von Szenen, und zur Bestimmung von Gegenständen, die schon vereinzelt vorliegen.

7.3.4. Hypothesenbildung

geg. Kenntnis der möglichen Objekt**klassen** in einer Umgebung
 (Wände, Türen, Tische, Säulen, Stühle, ...; aber keine Nilpferde oder Seehunde, ...)

Objektklasse: Minimal- und Maximalabmessungen, Proportionen, typische Gestalt, ...

Auswertung von Messungen in Richtung wachsender Verfeinerung und Detaillierung

Anfang: Hypothesen über grobe Strukturen der Umgebung
 (Wände, Türen, Fenster, Säulen) und ihre Bestätigung durch gezielte Messungen

==> Etablierung des Konzeptes des Raumes, in dem der AMR sich befindet
 damit Trennung der Möbel von den Wänden möglich
 (Stuhl an Wand?, Bücherbord?)

Hypothesen über feinere Strukturen (Tische, Stühle, Hocker, ...) und ihre Bestätigung oder Falsifizierung ==> Kenntnis der Einrichtung des Raumes

7.3.5. Wiedererkennen von Szenenfolgen

Hinzunahme des zeitlichen und damit räumlichen Hintereinander von Szenen:

"wenn dies Ort A ist, und der AMR biegt nach rechts ab,

==> er hat seinerzeit Scene B gesehen"

==> Scene B etabliert die Hypothese von A und umgekehrt (Burgard und Thrun)
effektives Verfahren zur Lokalisierung durch Szenenerkennung

7.4. Dialog AMR - Mensch

7.4.1. Gemeinsame Plattform

Fähigkeit zur Objekterkennung Voraussetzung für Dialog AMR - Mensch

Sie brauchen ein "universe of discourse", eine gemeinsame Basis von Wissen und Verstehen, um sich unterhalten zu können.

Ziel:

Der AMR baut sich ein "Weltbild" seiner Einsatzumgebung auf, über das er mit dem Menschen kommunizieren kann.

- Der AMR klassifiziert Objekte und der Mensch benennt sie.
- Der Mensch zeigt Objekte und benennt sie, der AMR kann sie wiedererkennen.
- Der Mensch macht Aktionen vor und benennt sie; der AMR lernt sie.

7.4.2. Aspekte des Lernens

- Verschiedene Ansichten des gleichen Gegenstands zum Wiedererkennen aus verschiedenen Entfernungen, gedreht, gekippt, ...
- Verschiedene Objekte, die zur gleichen Klasse gehören.
- Lernen der möglichen Aggregatzustände von Objekten
fest, elastisch verformbar, plastisch verformbar, zähflüssig, leichtflüssig
- Lernen von Oberbegriffen und Konzepten: Gefäß, Raum, ...

7.4.3. AMR als Serviceroboter

Erst mit Basisfähigkeiten

- "Objekterkennung" (klassifizieren, wiedererkennen)
- und "Manipulation" (greifen, verschieben, anheben)

AMR nützlicher Helfer für Routineaufgaben im Haushalt:

"Fahre bitte in die Küche, sieh nach, ob die Suppe im Topf auf dem Herd schon kocht, rühre einmal um und stelle den Herd ab!"

aber: Mißbrauch möglich

siehe I. Asimov (1962): Grundgesetz für Roboter

"Handle so, dass Menschen nicht zu Schaden kommen!"