

3D Objekterkennung

Seminar „Mustererkennung in Bildern und
3D Daten“

Jürgen Kott

Übersicht

- Einleitung
- Allgemeine Problemstellungen
- Statistischer-Muster-Erkennungs- Ansatz
- CAD Ansatz
- Strukturelle Mustererkennung
- Zusammenfassung

Einleitung

- 6jähriger erkennt ca. 30000 Objekte
- Ziel: Auch Roboter sollen erkennen
- Problem: Was ist ein Objekt?
- Problem: veränderliche Formen
- Kein allgemeines Modell, je nach Umgebung und Anwendung
- Erkennung durch Form, Tiefe und Intensität

Allgemeine Problemstellung (1)

- Technische oder Kognitive Erkennung
 - Ergreifen eines Objektes oder Nachahmung der menschlichen Wahrnehmung
- Natürliche oder künstliche Objekte
 - Künstlich = regelmäßiger, ikonische Modelle
 - Natürlich = durch Prozesse entstanden, viele Variationen
- Starr oder veränderliche Objekte
 - starre Objekte mittels Transformation matchbar
 - Veränderliche = über Gelenke verbundene Teile

Allgemeine Problemstellung (2)

- regelmäßige oder frei geformte Objekte
 - regelmäßig = beschreibbar durch wenige geometrische Grundformen
 - Frei geformte nicht einfach modellierbar
- Einzelne oder Mehrere Objekte
- Ziel der Erkennung
 - Qualitätskontrolle, Ergreifen oder Ausweichen

Allgemeine Problemstellung (3)

- 2D oder 3D Messdaten
 - 2D: 3D-Messdaten auf 2D projiziert und verglichen
 - 3D: möglicherweise direktes Vergleichen mit Modell
- Erlernbare oder vorprogrammierte Modelle

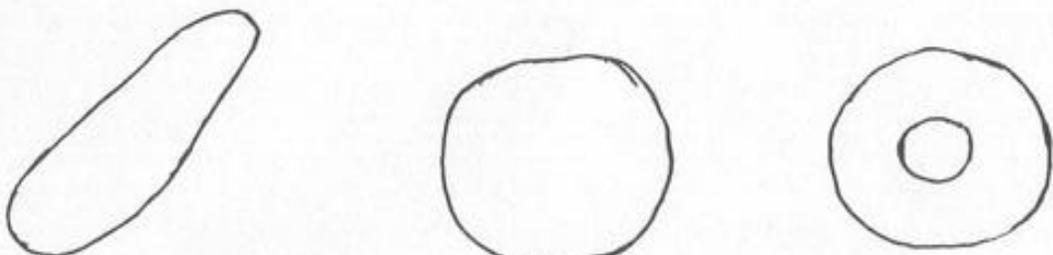
Anforderungen an das Matching-Verfahren

- Bildinterpretation muss
 - angemessene Beschreibbarkeit besitzen
 - Stabil sein in Bezug auf Skalierung, Bildrauschen und Konfiguration
- Bearbeitung großer Mengen von Objekten an beliebigen Orten und Lagen
- Schnell, fehlerfrei und lernfähig
- Ermittlung des Grades der Übereinstimmung

Statistischer-Muster-Erkennungs- Ansatz (1)

- Objekte beschrieben als Liste oder Vektor von Merkmalen
- Globale Merkmale: Volumen, Oberfläche, Länge, Achsen, Löcher, Kanten usw.
- Nicht alle Merkmale immer sichtbar
- Verschiedene Verfahren zum prüfen der Merkmalsvektoren

Beispiel für Merkmalsvektor



The image shows three hand-drawn sketches of objects: a cucumber, a tomato, and a donut. The cucumber is an elongated oval shape. The tomato is a circle. The donut is a circle with a smaller circle inside it, representing the hole.

	cucumber	tomato	donut
longest axis	150	100	100
height	50	100	50
elongation	3	1	1
volume	280000	500000	200000

Statistischer-Muster-Erkennungs- Ansatz (2)

- Vorteile:
 - Kompakte Objektbeschreibung
 - Schon vorhandene Techniken benutzbar
- Nachteile:
 - Nur isolierte Objekte
 - Eine Ansicht meist nicht ausreichend
 - Aus Beschreibung kein Objekt generierbar

Statistischer-Muster-Erkennungs- Ansatz (3)

- Erweiterung: Viewsphere-Modell
 - Mehr als 200 Ansichten je Objekt
 - Vereinfachung möglich durch Umgebungsbedingungen, die nur wenige stabile Lagen der Objektes zulassen

Statistischer-Muster-Erkennungs- Ansatz, Methoden (1)

- Mustererkennung
 - Für Objekt wird Klasse gesucht, die am wahrscheinlichsten ist, während alle anderen Klassen unwahrscheinlich sind
 - Klassen müssen sich stark unterscheiden
- Entscheidung anhand stückweiser linearer Flächen
 - Objektklassen bilden Cluster, die von Hyperflächen umschlossen werden
 - Entscheidung ob Objekt in Cluster, kann mittels der Hyperflächen berechnet werden
 - Auch Hierarchie möglich

Statistischer-Muster-Erkennungs- Ansatz, Methoden (2)

- k-nächste Nachbarn
 - Objekte in k-d-Baum
 - k nächsten Nachbarn werden gesucht
 - Ergebnis = Klasse mit meisten Merkmalen des Objektes unter den k-Nachbarn
 - Einfache, direkte Implementierung
 - Annäherung an optimale statistische Entscheidung (wenn k gegen unendlich geht)
 - Neue Vektoren können einfach in Klassifikation aufgenommen werden

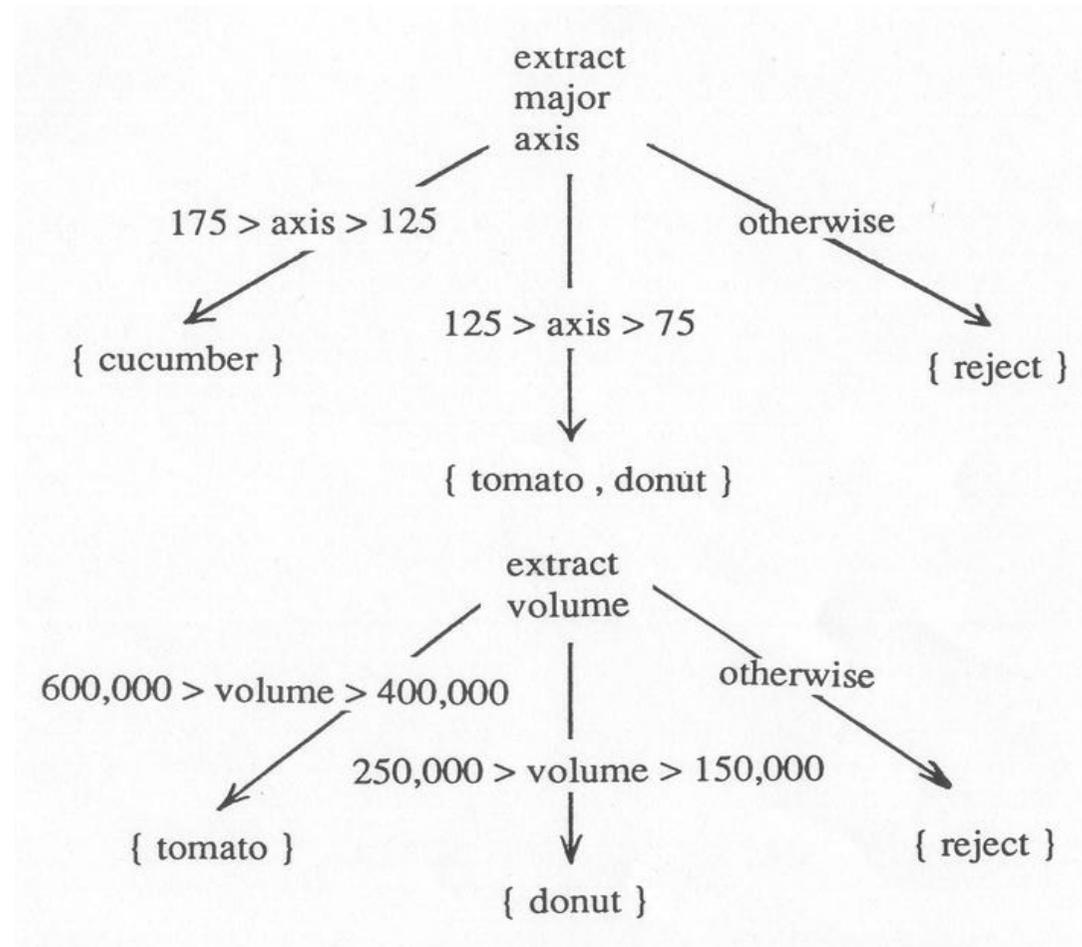
Statistischer-Muster-Erkennungs- Ansatz, Methoden (3)

- Prototyp Matching
 - Jede Klasse wird durch Prototypen representiert, der aus den Mittelwerten berechnet wird
 - Matching durch minimale euklidische Distanz der Prototypen zum Objekt
 - Kompakte Speicherung der Klassen (nur ein Prototyp)
 - Einfache Berechnung (bei geringer Klassenanzahl)
 - Optimale statistische Technik, wenn Merkmale statistisch unabhängig

Statistischer-Muster-Erkennungs- Ansatz, Methoden (4)

- Sequentielle Entscheidungen
 - Nicht alle Merkmale prüfen, sondern nur eins nach dem anderen, bis Entscheidung sehr wahrscheinlich ist
 - Entscheidung, welches Merkmal geprüft wird ist abhängig von bisherigen Merkmalen und den wahrscheinlichsten Klassen
 - Reject - Klassen enthalten, damit Suche in „Sackgassen“ abgebrochen werden kann
 - Diese Entscheidungsbäume können formal berechnet werden, werden aber meist heuristisch konstruiert
 - Einfache Umsetzung auf normalen Computern möglich

Beispiel für Entscheidungsbaum



CAD Ansatz (1)

- Objekte aus geometrischen Grundformen
- Ziel: Darstellung der Messwerte durch quadratische Funktion mit 10 Parametern
- Problem von mathematischen Flächen mit Rauschen, Verdeckung und Segmentierung
- CAD-Modelle erweitern um Merkmalsbasierte Modellierwerkzeuge

CAD Ansatz (2)

- Geometrisches Matching benötigt hervorstechende Merkmale mit zusätzlichen Informationen
- Erkennung durch Ermittlung der Transformation von Modellmerkmal zum Objektmerkmal (registration paradigm)
- Transformation erhält Relationen Abstand, Winkel, Verbindungen, Zwischenrelation

CAD Ansatz (3)

- Je eine Transformation für alle Merkmalspaare
- Pose-Clustering
 - Für eine Menge von Paaren M (Mustermerkmale) und S (gemessenes Merkmale) werden die zugehörigen Transformationen berechnet
 - Transformation mit den meisten Treffern ist Ergebnis
- Hypothese & Test
 - Jede gefunden Transformation wird mit den restlichen Paaren (M,S) getestet
 - Wenn genügend Paare (M,S) mit der Transformation übereinstimmen, wird diese akzeptiert

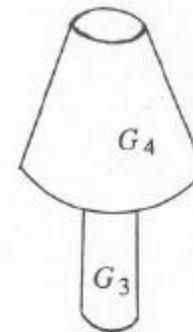
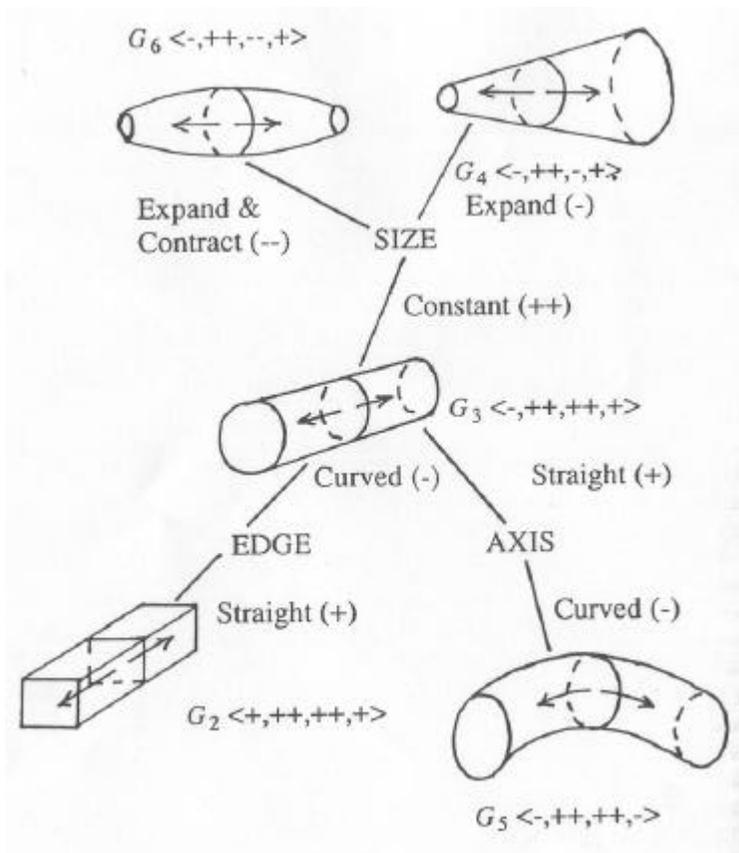
CAD Ansatz (4)

- Probleme
 - Ungeeignet für kognitives Erkennen, das sequentielles Durchgehen der Paare (M,S)
 - große Anzahl von Paaren
 - 90%-99% von Paarungen unzutreffend
 - Möglichkeit: Einführung höherwertiger Merkmale, die vorrangig geprüft werden

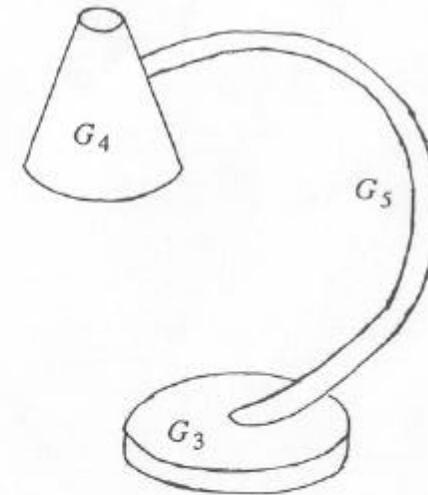
Strukturelle Mustererkennung (1)

- Objekt als Zusammensetzung von Teilen
- Aktuelle Forschung
- Hauptproblem: Erkennen der Einzelteile
 - Allgemeine Segmentierung nicht einfach
- 36 Grundformen (geon = geometrical ions) definiert durch Querschnitt, Kanten und Achse

Bispiele für Geons



(a) 2-geon lamp



(b) 3-geon lamp

$G_4 : <-, ++, -, +>$ lamp shade
 $G_3 : <-, ++, ++, +>$ lamp base
 same size G_3, G_4
 top connected
 end-to-end
 join short side G_4
 join short side G_3

Strukturelle Mustererkennung (2)

- Experimente zeigen, dass Geons allein durch Kanten erkennbar sind
- Anderer Ansatz mittels Superquadriken
- ca. 75000 2geon-Objekte
- ca. 1.5 Mio. 3geon-Objekt
- Echte 3D Erkennung
- Noch keine Implementierung

Zusammenfassung

- Keine allgemeine Erkennung für alle Anwendungsbereiche
- Anwendungen und Forschungen immer unter Berücksichtigung und Annahme von Randbedingungen
- 2D bzw. 2 1/2D Erkennung funktioniert recht gut, aber für echte 3D Erkennung muss noch weiter geforscht werden

Quellen

- „Object Recognition“ by George Stockman,
Computer Science Department Michigan
State University