



- 1 Erfassungsstation zur Objektmodellierung.
- 2 Objekterkennung in Position und Orientierung.
- 3 Kommissionierung mit Hilfe der 3D-Objekterkennung.

LERNFÄHIGE 3D-OBJEKTERKENNUNG FÜR SERVICEROBOTER

Ausgangssituation

Für die autonome Ausführung von Handhabungsaufgaben in veränderlichen Alltagsumgebungen muss ein Serviceroboter in der Lage sein, Objekte zu erkennen und deren genaue Lage in 3D (Position und Orientierung) zu berechnen.

Aufgrund der Umgebungs- und Objektvielfalt sind dabei niemals die Modelle aller relevanten Objekte verfügbar. Im Sinne einer maximalen Flexibilität und Erweiterbarkeit sollte der Roboter neue Objekte selbstständig »erlernen« und somit seine Fähigkeiten kontinuierlich erweitern können.

Die Objekterkennung sollte dabei nahezu in Echtzeit ablaufen und robust gegenüber Verdeckungen, Deformation und Veränderungen von Beleuchtungsverhältnissen sein.

Unsere Lösung

Das Fraunhofer IPA hat eine vielseitige und flexibel einsetzbare Softwarebibliothek zum automatischen Einlernen und Erkennen von Alltagsgegenständen entwickelt.

Sensoraufbau und Datenfusion

Tiefenbildkameras liefern ähnlich wie Farbkameras ein Abbild der Umgebung, jedoch wird in jedem Bildelement ein Abstandswert anstelle der üblichen RGB-Farbwerte gespeichert. Im Gegensatz zu Stereokamerasystemen berechnen Tiefenbildkameras für jeden Bildpunkt einen Distanzwert, jedoch besitzt das resultierende Bild eine geringere Auflösung. Durch die Kopplung einer Tiefenbildkamera mit einem Stereokamerasystem ist es möglich, die Vorteile beider Systeme auszunutzen, um ein möglichst dichtes und zugleich genaues Tiefenbild zu erhalten.

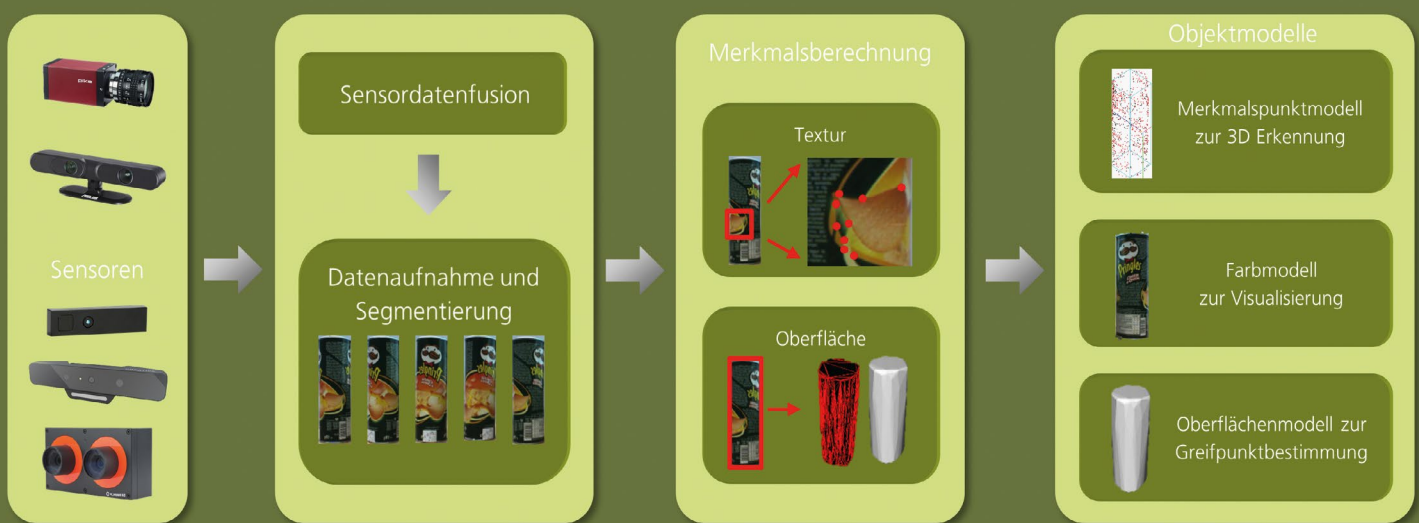
Fraunhofer-Institut für Produktions- technik und Automatisierung IPA

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Ansprechpartner
Dipl.-Ing. Richard Bormann M. Sc.
Telefon +49 711 970-1062
richard.bormann@ipa.fraunhofer.de

Jochen Lindermayr M.Sc.
Telefon +49 711 970-1565
jochen.lindermayr@ipa.fraunhofer.de

www.ipa.fraunhofer.de/robotersysteme



Objektrepräsentation

Texturierte Objekte werden durch sog. »3D-Merkmalpunktwolken« repräsentiert. Diese bezeichnen eine Menge von Punkten, die markanten, wiedererkennbaren Mustern im Farb- und Tiefenbild des Objektes zugeordnet werden können. Die geometrische Anordnung aller Punkte mit ihren jeweils beschriebenen Farbmustern im Objekt definiert das Objektmodell.

Texturlose Objekte besitzen keine markanten Farbmuster. Daher werden zu ihrer Repräsentation Merkmale wie die Krümmung der 3D-Oberfläche oder der Verlauf der Objektsilhouette verwendet.

Automatisches Einlernen von Objekten

Für das Einlernen eines neuen Objekts ist es zunächst notwendig, Aufnahmen aus verschiedenen Blickwinkeln zu erzeugen, z. B. indem ein Roboter das zu erlernende Objekt in seinem Greifer dreht oder durch die Verwendung einer stationären Erfassungsstation. Das dabei angewandte Verfahren zur Erzeugung der benötigten Objektmodelle beinhaltet die folgenden Schritte:

1. Akquisition einer 3D-Farbbildsequenz mit unterschiedlichen Objektansichten
2. Raumsegmentierung der Objektansichten auf Basis von Entfernungsdaten
3. Berechnung stabiler 3D-Merkmalpunkte für alle Ansichten
4. Fusion der partiellen Objektmerkmalpunktwolken in ein Objektmodell

Detektion bekannter Objekte

Um Objekte in einer Szene zu lokalisieren, werden zunächst alle in der Szene de-

tektierten Merkmale erfasst. In diesen wird nachfolgend nach möglichen Korrespondenzen mit den bekannten Objektmodellen gesucht. Für jede Korrespondenz wird eine Objekthypothese berechnet. Mit Hilfe statistischer Bewertungsfunktionen werden die Hypothesen evaluiert und diejenige mit der höchsten Wahrscheinlichkeit ausgewählt. Durch die Verwendung effizienter Strukturen und Algorithmen benötigt der beschriebene Erkennungsprozess weniger als eine Sekunde.

Objektklassifizierung

In der Praxis ist es oftmals notwendig, nicht ein konkretes, vorher eingelerntes Objekt wiederzuerkennen, sondern ein bislang unbekanntes Objekt einer bestimmten Objektklasse zuzuordnen. Die Modellierung erfolgt über die 3D-Geometrie der Objekt-oberfläche, die für ähnliche Objekte oft charakteristisch ist. Die Klasseninformationen geben Hinweise zur Manipulation des Objektes, dessen Zweck oder mögliche Funktionalitäten. Außerdem befähigen sie den Roboter, eigenständig neue Objekte einzulernen und einzuordnen.

Referenzprojekte

Acceptable robotiCs COMPanions for Ageing Years (Accompany)

Ziel dieses Projekts war die Weiterentwicklung des Haushaltsroboters Care-O-bot® 3 bei der Unterstützung älterer Personen im häuslichen Umfeld. Die Manipulation eingelernter und unbekannter Objekte für den Nutzer war dabei ein zentraler Punkt.

Warenhandhabung in der Logistik

In der Lagerlogistik wird die Kommissionierung von Kundenbestellungen aufgrund der hohen Vielfalt an verschiedenen Artikeln heutzutage nahezu ausschließlich manuell gelöst. Die Erkennung der Artikel und deren Lageschätzung ist die Voraussetzung für automatisierte Kommissioniersysteme. Auch im Einzelhandel bieten sich interessante Anwendungen wie bspw. die kontinuierliche Prüfung der Auslageflächen auf fehlende oder falsch platzierte Waren.

Lokalisieren von Kuheutern

Für das automatische Melken oder Reinigen von Kuheutern ist es notwendig, deren Position im Raum – insbesondere die Koordinaten der einzelnen Zitzen – präzise zu lokalisieren. Auf Basis der oben genannten Software-Komponenten wurde mit Hilfe von Beispielbildern ein generisches 3D-Modell für das Kuheuter erstellt, das die Erkennung unterschiedlich gestalteter Euter ermöglichte.

Unser Leistungsangebot

Das Fraunhofer IPA unterstützt Sie in allen Phasen der Entwicklung Ihrer individuellen Methoden für die Objekterkennung:

- Auswahl geeigneter Sensoren und Bildverarbeitungsverfahren
- Anpassung existierender Algorithmen für Ihren spezifischen Anwendungsfall
- Konzeption und Implementierung neuer Methoden für die Objekterkennung
- Integration der Verfahren in bestehende Systeme und Anwendungen