

## MULTIMODALE BENUTZER-SCHNITTSTELLEN FÜR INTERAKTIVE SERVICEROBOTER

### Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Ansprechpartner  
Dipl.-Ing. Georg Arbeiter  
Telefon +49 711 970-1299  
georg.arbeiter@ipa.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Dipl.-Inf. Birgit Graf  
Telefon +49 711 970-1910  
birgit.graf@ipa.fraunhofer.de

[www.ipa.fraunhofer.de](http://www.ipa.fraunhofer.de)

### Ausgangssituation

Die Bedienung in Alltagsumgebungen eingesetzter, interaktiver Serviceroboter muss sehr einfach gestaltet sein, da die Benutzer üblicherweise kein technisches Fachpersonal sind. Um dabei der zwischenmenschlichen Kommunikation möglichst nahe zu kommen, ist die Integration klassischer Schnittstellen wie graphischer Ein- und Ausgabe mit neuen Schnittstellen wie Sprache, visueller Interaktion und Schnittstellen über taktile und Kräfte/Momente messende Sensoren unverzichtbar. Die Fusion dieser unterschiedlichen Informationskanäle beinhaltet insbesondere eine geeignete Behandlung von Redundanz bzw. unvollständigen Informationen.

### Graphische Benutzerschnittstellen

Graphische Eingabeschnittstellen werden in der Servicerobotik sowohl zur direkten

Interaktion am Roboter, z. B. zur Steuerung und Bereitstellung von Informationen für Unterhaltungs- und Informationsroboter, als auch zur Fernsteuerung des Roboters eingesetzt. Sie informieren den Benutzer über den aktuellen Betriebszustand des Roboters und ermöglichen eine Unterbrechung und Anpassung der aktuell durchgeführten Aktionen.

### Bedienung über Mobilgeräte

Der Einsatz von mobilen Geräten wie Handys oder PDAs erhöht die Flexibilität und den Komfort bei der Bedienung von Servicerobotern. Die Datenübertragung zwischen dem Roboter und dem Bediengerät erfolgt dabei über Funk (z. B. Bluetooth). Speziell an kleine Displays angepasste Bedienoberflächen ermöglichen sowohl die Ausgabe von Statusdaten als auch die Eingabe von Benutzerbefehlen.



## Sprachsteuerung und -ausgabe

Die natürlichsprachliche Kommunikation mit interaktiven Servicerobotern bietet gegenüber herkömmlichen Steuerungen den großen Vorteil, dass der Benutzer Augen und Hände frei hat und während der Interaktion mit dem Roboter nicht an einen Ort gebunden ist.

Am Fraunhofer IPA wurden für die Sprachausgabe sowohl ein auf die Anwendung zugeschnittenes Text-to-Speech-Verfahren als auch eine Grammatik, die eine dynamische Satzgenerierung ermöglicht, implementiert. Die Verfahren arbeiten unabhängig voneinander und können daher auch gegen andere Komponenten ausgetauscht werden.

## Gestenerkennung und -interpretation

Erkennungsalgorithmen, die Informationen über die aktuelle Körperhaltung eines menschlichen Gegenübers sowie dessen Bewegungen aus Sensordaten extrahieren können, bieten die Basis für eine erweiterte Kommandierung mobiler Serviceroboter. Dafür wurde am Fraunhofer IPA ein Erkennungsverfahren realisiert, das, basierend auf einer Tiefenbildkamera, den Menschen in 3-D detektiert sowie relevante Gelenkstellungen berechnet.

Basierend auf diesen Daten können in Verbindung mit zusätzlichen Kommunikationskanälen uneindeutige Anweisungen wie z. B. »Fahre dort hin!« erkannt und umgesetzt werden. »Dort hin« wird dabei mittels einer entsprechenden Zeigegeste spezifiziert.

## Direkte Interaktion

Über die direkte Interaktion zwischen Mensch und Roboter können dem Roboter neue Aufgaben einfach beigebracht werden. Dafür werden die auf den Roboterarm eingebrachten Kräfte mithilfe eines Modells in angemessene Bewegungen des Roboterarms überführt.

Neben dem Einlernen neuer Aufgaben kommt die direkte Interaktion zum Tragen, wenn Gegenstände zwischen dem Roboter und dem Menschen ausgetauscht werden. Hierfür werden kraftreflektierende Eingabegeräte wie Kraft-Momentensensoren in Kombination mit optischen Sensoren eingesetzt, die üblicherweise nahe dem Endeffektor oder direkt im Greifer des Roboters angebracht sind.

## Haptisches Feedback

Der Einsatz von Haptik ermöglicht dem Benutzer das Erfühlen von Konturen und Oberflächen eines Objekts durch Erzeugen eines zur Roboterbewegung äquivalenten Kraftverlaufs am haptischen Gerät. Weiterhin kann die Benutzerinteraktion beispielsweise durch einen »Magneteffekt«, welcher die Aufmerksamkeit des Benutzers auf bestimmte Objekte auf dem Bildschirm fokussiert, unterstützt werden.

Bei der Teleoperation von Servicerobotern wird durch die haptische Rückkopplung ein präziseres und intuitiveres Steuern des Roboters möglich. So kann beispielsweise das teleoperierte Greifen und Manipulieren von Gegenständen durch haptische

Rückkopplung erleichtert werden. Basis für die Realisierung der Kräfte und für das haptische Rendering ist ein dreidimensionales Modell der Umgebung.

## Unser Leistungsangebot

Das Fraunhofer IPA unterstützt Sie in der Konzeption und der Umsetzung der Benutzerschnittstellen für Ihre spezifische Serviceroboteranwendung. Unser technisches Know-how und unsere Erfahrungen sichern dabei den Erfolg und die Transparenz Ihrer Produktentwicklung.

Unser Leistungsangebot beinhaltet:

- Gemeinsame Erarbeitung eines anwendungsspezifischen, multi-modalen Interaktionskonzepts
- Auswahl geeigneter Interaktionstechnologien, Realisierung neuer Interaktionskomponenten
- Integration, Test und Optimierung des gesamten Interaktionskonzepts

1 Automatische Detektion der Kopf-, Arm- und Beinpositionen als Basis für Gestensteuerung

2 Kommandierung über Touch-Screen am Haushaltsassistent »Care-O-bot® 3«

3 Direkte Interaktion mit einem mobilen Roboter zur Wartungsunterstützung