

# Eine Teilautomatisierte Holistische Designmethode für Anthropomorphe Roboterhände

## A Semi-Automated Holistic Design Method for Anthropomorphic Robot Hands

Daniel Gossen, Prof. Dr.-Ing. Mathias Hüsing, Prof. Dr.-Ing Burkhard Corves, RWTH Aachen University, Institut für Getriebetechnik, Maschinendynamik und Robotik, 52062 Aachen, Deutschland, gossen@igmr.rwth-aachen.de

### Kurzfassung

Das Design anthropomorpher Roboterhände ist eine hochkomplexe und vielschichtige Herausforderung, die seit über einem Jahrhundert zunehmendes Interesse weckt [1]. Überwiegend finden solche Roboterhände in Bereichen wie der Prothetik und der akademischen Forschung Anwendung. Aktuelle Entwicklungen in der Weltraumforschung und humanoiden Robotik erlauben jedoch die Prognose eines wachsenden Bedarfs an Roboterhänden in diesen Bereichen. So wurden beispielsweise für Weltraummissionen von Organisationen wie der NASA bereits anthropomorphe Greifsysteme entwickelt, um Objekte mit unbekanntem Geometrien manipulieren zu können [2]. Darüber hinaus werden Humanoide aufgrund ihrer Flexibilität bereits in ersten industriellen Szenarien eingesetzt [3], verwenden jedoch derzeit noch einfache Parallelgreifer. Perspektivisch werden universellere Greifer benötigt, wenn die versprochene Flexibilität realisiert werden soll.

Um diesen wachsenden industriellen Bedarf begegnen zu können, müssen Roboterhände in ihren Kosten und ihrer Komplexität reduziert werden. Derzeit sind Roboterhände sehr kostenintensiv und komplex in der Programmierung und Ansteuerung. Eine Möglichkeit, diese Herausforderungen zu begegnen, ist (1) den Designprozess einer anthropomorphen Roboterhand zu vereinfachen und damit potenziell Entwicklungskosten zu senken, und (2) Roboterhände aufgabenspezifisch zu gestalten, um so den Bewegungsumfang und die damit einhergehende Komplexität zu reduzieren. Der Designprozess anthropomorpher Roboterhände ist herausfordernd und ressourcenintensiv. Wichtige Designentscheidungen involvieren die Wahl der Gelenke, Unteraktuierungsstrategien und dimensionale Aspekte. Diese sind voneinander abhängig, was zu einer explosionsartigen Zunahme möglicher Lösungen führt. Bestehende Designansätze beruhen häufig auf unspezifischen Aussagen oder der Nachahmung der menschlichen Anatomie, was praktisch einen geringen Mehrwert für die Bewältigung der Designkomplexität bietet. Besonders für Nicht-Experten stellen die unstrukturierte und oft implizite Natur der verfügbaren Informationen erhebliche Hürden dar. Daraus ergibt sich ein dringender Bedarf nach einem neuen Designprozess, der spezifische Aussagen zu den einzelnen Designentscheidungen generiert und auch ein aufgabenspezifisches Design berücksichtigt.

Um diese Herausforderungen zu bewältigen, wird in dieser Arbeit eine teilautomatisierte, holistische Designmethode für anthropomorphe Roboterhände präsentiert. Diese Methode bietet eine strukturierte, nutzerzentrierte Herangehensweise, die sowohl für Experten als auch für Nicht-Experten geeignet ist. Der Nutzer definiert in einer intuitiven, grafischen Benutzeroberfläche die zu realisierenden Griffe. Basierend auf den definierten Anforderungen werden bedarfsgerecht die geeignetsten Designmethoden aus der Literatur empfohlen. Die empfohlenen Designmethoden umfassen Prinziplösungen für Aspekte wie die Gelenkonfiguration, Unteraktierung oder das Gelenkdesign. Zusätzlich werden ergänzende Kommentare zu den Prinziplösungen und Verweise auf relevante Literatur ausgegeben.

Zur Realisierung der teilautomatisierten, holistischen Designmethode wurde zum einen ein neuer Designprozess entwickelt und zum anderen ein Algorithmus zur Automatisierung der Struktursynthese entworfen. Für den neuen Designprozess wurden aktuelle Designprozesse analysiert, aktuelle Methoden in Form von Prinziplösungen identifiziert und in einer Datenbank gesammelt, sowie existierende Ansätze für ein bedarfsgerechtes Design identifiziert.

### Danksagung

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder - EXC-2023 Internet of Production - 390621612

### Literatur

- [1] Piazza, C., et al.: *A century of robotic hands*. Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems 2.1 (2019): 1-32.
- [2] Bridgwater, L. B., et al.: *The Robonaut 2 hand?designed to do work with tools*. In Proceedings of the 2012 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3425-3430, IEEE, May 2012.
- [3] Automationspraxis: *Automationspraxis: Serienreife ab 2025: Humanoide Roboter erobern Fabriken*. Verfügbar

unter: <https://automationspraxis.industrie.de/news/serienreife-ab-2025-humanoide-roboter-erobern-fabriken/>, abgerufen am 29. November 2024.

# DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

*Offen im Denken*

ub | universitäts  
bibliothek

In: 11. IFToMM D-A-CH Konferenz 2025

Dieser Text wird via DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

**DOI:** 10.17185/duepublico/82899

**URN:** urn:nbn:de:hbz:465-20250219-094610-4

Alle Rechte vorbehalten.