

CU-ROBTARM

Roboterarm für mobile Roboter
Projektbeschreibung und Dokumentation.



Autor: Christian Ulrich

Datum: 20.01.2009

Version: 1.00

Inhalt

Historie	3
Beschreibung	4
Einsatzgebiet	5
Technische Anforderungen	6
Kinematik des Roboterarms	7
Kinematik Drehbares-Fundament	7
Kinematik Haupt-Ausleger	8
Kinematik Sferen –Ausleger	9
Kinematik Fahrgestell	9
Kinematik Handachse	9
Kinematik Endeffektor	11
Roboterarm Endeffektor-Flansch	11
Antriebe des Roboterarms	12
Antrieb Basisplatte	12
Antrieb Hauptarm	12
Weitere Antriebe	12
Technik	13
Module	13
Basisplatte	13
Hauptausleger	13
Sferenausleger	13
Kippachse	13
Drehachse	13
Greifer	13

Historie

Freigegeben: am 26.12.2009 von Christian Ulrich
Version 1.0

Erstellt: am 20.01.2009 von Christian Ulrich

Beschreibung

CU-ROBOTARM beschreibt die Konstruktion eines Roboterarms für den Einsatz an mobilen Robotern.

Der erste Entwurf für den CU-ROBOTARM wurde bereits am 03.10.2006 erstellt. Mit den ersten Konstruktionen wurden damals erste Anforderungen und Dimensionen zusammengetragen. Anfang 2009, nachdem der Bedarf festgestellt wurde und eine Verwendung sicher stand, wurde die Konstruktion neu aufgerollt und umgesetzt.

Bei diesem Redesign der alten Entwürfe wurde die gesamte Konstruktion deutlich vereinfacht.

Der alte Entwurf ist dennoch nicht vergessen und wird vermutlich als CU-SERVOARM erneut projiziert werden.

Einsatzgebiet

Das Einsatzgebiet für den Roboterarm ist vielfältig und wurde daher, zur Findung der ersten Leistungsdaten, als Szenario beschrieben. Angelehnt an bekannte Szenarien aus dem Sicherheitsbereich wurde ein Eigenes entworfen. Die Szenarien aus dem Sicherheitsbereich wurden dabei im wahrsten Sinne des Wortes „entschärft“ bzw. „abgekühlt“ und an allgemein verständliche Begebenheiten angepasst.

Der Roboterarm soll montiert auf einem Fahrgestell transportiert werden. Mit Hilfe von Kameras, ohne direkte Sichtverbindung, soll das Gesamtsystem als Manipulator gesteuert werden. Bei der Fahrt über ein Gelände mit Wohngebäude, sollen dann folgende Aufgaben bewältigt werden können:

Im Außenbereich:

- Türen und Tore öffnen
- Gegenstände aufnehmen und transportieren

Im Innenraum von Häusern und Wohnungen:

- Türen öffnen
- Lichtschalter bedienen

Daraus ergaben sich spezielle Anforderungen an den Arm und dessen Kinematik die in der Konstruktion abgebildet wurden.

Technische Anforderungen

Die Anforderungen wurden anhand des beschriebenen Szenarios zusammengestellt. Daraus ergaben sich folgende Anforderungen an das Gesamtergebnis:

- Nutzlast: 3Kg
- Geschwindigkeit: 0,3 m/s
- Bahngenaugigkeit: + / - 0,5 mm
- Wiederholgenauigkeit: + / - 0,5 mm (vorerst nicht vorgesehen)
- Kinematik: 4 Freiheitsgrade zur Positionierung des Endeffektors
- Endeffektor: (optional) Zange

Weitere Anforderungen an die Konstruktion wurden selbst formuliert. Gerade weil der Roboterarm ein Redesign einer komplizierten statischen Konstruktion darstellte wurde großer Wert auf Simplizität und Nutzen gelegt.

Die Anforderungen an die Konstruktion im Einzelnen:

Die Konstruktion musste

- übertragbar,
- erweiterbar,
- skalierbar,
- redimensionierbar

sein.

Zudem ergaben sich weitere Anforderungen, alleine aus der Tatsache heraus, dass der Arm auf einem Fahrgestell transportiert werden musste. Die Anforderungen lassen sich wie folgt benennen:

- Stabile Leichtbaukonstruktion
- Zusammenfahrbare auf transportierbare Abmessungen

Bezogen auf das Zusammenspiel mit einem Fahrgestell als Roboter-Gesamtsystem wurden dazu noch folgende Anforderungen formuliert:

- Steuerung des gesamten Arms als einzelne Peripherie via Protokoll
- Jeder Freiheitsgrad einzeln parametrisierbar
- Alle Freiheitsgrade parallel steuerbar

Kinematik des Roboterarms

Insgesamt wurde die Kinematik des Roboterarms für das Telemanipulieren, also Arbeiten durch eine Kameralinse, entworfen. Die Grundkonzeption des Roboterarms wurde dabei an die Bauart „Knickarm“ angelehnt. Für ein einfaches Manipulieren aus ohne direkte Sichtverbindung, wurde ein sphärischer Arbeitsraum gewählt.

Zusätzlich wurden die Freiheitsgrade für den Einsatz auf mobilen Robotern optimiert. So wurden die Winkel und Fahrwege der einzelnen Gelenke und Ausleger der Größe entsprechend für mobile Roboter gewählt.

Kinematik Drehbares-Fundament

Der gesamte Roboterarm kann auf dem Fundament gedreht werden. Ein Antriebsmotor mit entsprechender Lagerung ermöglicht eine kontinuierliche Drehbewegung, auch unter Last.



Bei der Verwendung des Roboterarms auf mobilen Fahrzeugen kann unter Umständen auf diese Achse verzichtet werden. Diese Achse wird jedoch für die Montage auf weniger drehfreudigen Fahrgestellen empfohlen. Die Pläne zu dieser Achse, also zum drehbaren Fundament, wurden als gesonderte technische Konstruktion Namens „Basedisc“ veröffentlicht.

Kinematik Haupt-Ausleger

Der eigentliche Arm hat zwei Freiheitsgrade. Angetrieben durch Linearantriebe, kann die Kraft des Arms durch Änderung der Motorisierung angepasst werden. Auch die möglichen Winkel des Arms können durch versetzten der Befestigungen der einzelnen Linearantriebe variiert werden.

Die im Entwurf fixierten Befestigungspunkte bilden lediglich das Mittel zwischen Beweglichkeit und Kraft.



Die Ausleger wurden aus Aluminium gefertigt. Durch Stabilisatoren in Form von optional einsetzbaren Querstreben, kann die mechanische Belastbarkeit der Ausleger auf 20 und mehr Kg gebracht werden.

Kinematik Sferen –Ausleger

Der Sferen-Ausleger kann die Handachse um ca. 30 cm ausfahren. Dieser Freiheitsgrad wurde speziell zum Manipulieren ohne mobile Fahrbewegung umgesetzt.



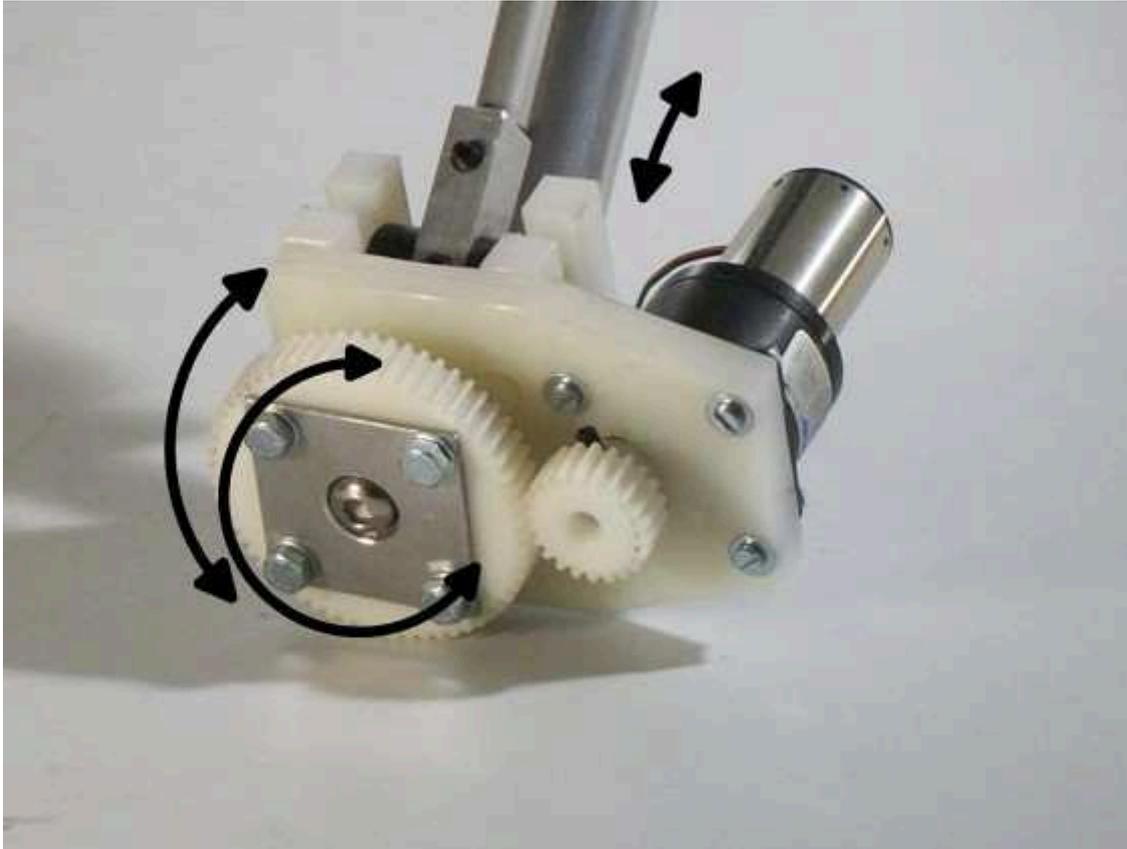
Kinematik Fahrgestell

Weitere Freiheitsgrade können auch durch den Verbund mit einem fahrbaren Untersatz emuliert werden. Beispielsweise kann der Arm zusätzlich durch Fahraktionen wie Drehen und Zurücksetzen positioniert werden.



Kinematik Handachse

Zum Positionieren der Handachsen des Endeffektors wurden am Arm zwei zusätzliche Freiheitsgrade vorgesehen. Die Zentralhand am Ende des Auslegers kann gekippt, sowie gedreht werden. Die Möglichkeiten zur Positionierung des Endeffektors bzw. des Greifers oder auch Sensor bilden so dessen Grundlegende Kinematik.



Je nach Werkzeug kann der Endeffektor auch eigene Freiheitsgrade bergen. Weitere Freiheitsgraden können durch Gestaltung direkt am Endeffektors abgebildet werden.

Kinematik Endeffektor

Während der Entwicklung wurden mehrere Konstruktionsentwürfe für verschiedene Endeffektoren bzw. Greifer erstellt. Gerade weil der Greifer das eigentliche Werkzeug des Roboterarms ist, wurde in diese Richtung viel experimentiert. Dabei wurden die Grundformen Linear- und Scherengreifer eingehend untersucht. Schlussendlich fiel die Entscheidung für einen schlichten Scherengreifer aus.



Abb. Scherengreifer.

Der Greifer selbst wurde als eigenes Projekt namens [CU-GRIPPER](#) projektiert.

Roboterarm Endeffektor-Flansch

Die Möglichkeit andere Greifer und Werkzeuge anzumontieren, wurde mit einem einfachen Flansch als Aufnahme auf der Handachse sichergestellt. Die Flanschplatte wurde mit definierter Befestigungsmöglichkeit für einen unkomplizierten Umbau festgelegt.

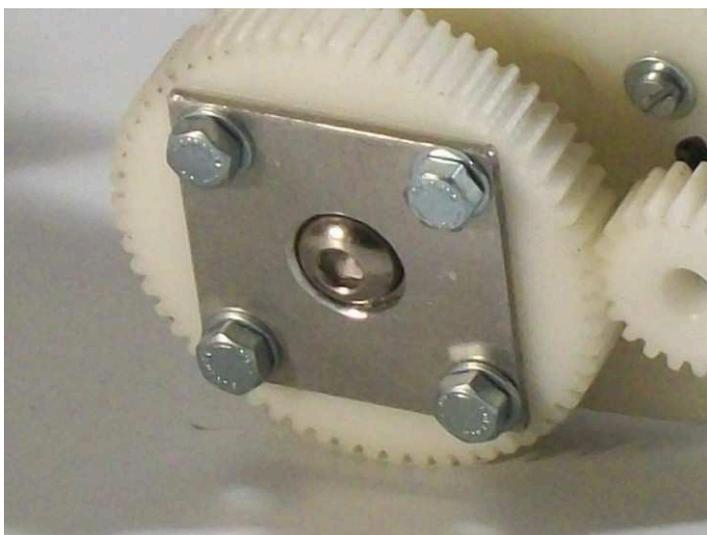


Abb. Quadratische Flanschplatte für Endeffektoren.

Antriebe des Roboterarms

Die Insgesamt sieben Antriebsmotoren des Roboterarms bilden jeweils einen Freiheitsgrad ab. Für alle Motorisierungen wurden Standard-Bauteile verwendet, sodass Änderungen in Kraft und/oder Geschwindigkeit gut umsetzbar sind.

Antrieb Basisplatte

Die Drehbare basisplatte, wird mit einem schlichten Getriebemotor über eine Kettentransmission angetrieben.

Antrieb Hauptarm

Gemäß der geplanten Kinematik und im Hintergrund eines konfektionierbaren Aufbaus wurden zum Antrieb des Hauptarms gleichartige Linearantriebe verwendet.

Die Linearantriebe wurden, ähnlich wie Hydraulikkolben an Baggern, zu steuerbaren Gelenken umfunktioniert. Die daraus resultierenden Bewegungswinkel wurden bereits bei der Planung der Kinematik berücksichtigt.

Die verwendeten elektromechanischen Linearantriebe wurden als Projekt CU-LINEAR-DRIVE gesondert projektiert. Nähere Informationen zu den Antrieben sind bei <http://www.ulrichc.de/> zu finden.

Die ersten Entwürfe der Linearantriebe wurden eigens für den Roboterarm entworfen und dimensioniert.

Die Grunddaten:

Hub: 150 mm

Geschwindigkeit: cm/sek

Antriebskraft: N

Weitere Antriebe

Für die Freiheitsgrade ferner des Hautarms und der Basisplatte, wurden wiederum gleichartige Antriebsmotoren verwendet. In der Bauform den Motoren der Linearantrieben ähnlich können diese Standard-Industriemotoren in Kraft und Geschwindigkeit variiert werden.

Technik

Die Technik des Roboterarms ist in den Anlagen zu CU-ROBOTARM im Detail beschrieben. Nähere Informationen, Konstruktionszeichnungen, Dokumente und Bilder zum Aufbau sind bei <http://www.ulrichc.de/> als Download bereitgestellt.

Module

Die Konstruktion ist modular in Ihre Bestandteile unterteilt. Unterhalb sind alle Konstruktionsbestandteile zur Mechanik aufgelistet.

Basisplatte

Die Unterlagen zur Basisplatte wurden als optionale Konstruktion in gesonderten Plänen zu CU-ROBOTARM dokumentiert.

Dateiname: [cu-robotarm\(basedisc\)](#)

Hauptausleger

Die Konstruktion zum Hauptausleger enthält alle Details zum eigentlichen Arm.

Dateiname: [cu-robotarm\(arm\)](#)

Sferenausleger

Der Sferenausleger wurde ebenfalls als gesonderter Bestandteil der Konstruktion gesondert dokumentiert.

Dateiname: [cu-robotarm\(sfere-extension\)](#)

Kippachse

Das Kippen der Handachse findet sich wiederum in einer eigenen Konstruktionszeichnung.

Dateiname: [cu-robotarm\(tilt-axis\)](#)

Drehachse

Das Drehen der Handachse findet sich wiederum in einer eigenen Konstruktionszeichnung.

Dateiname: [cu-robotarm\(rotate-axis\)](#)

Greifer

Der Greifer des Roboterarms wurde als gesondertes Projekt dokumentiert.

Projektname: [cu-gripper](#)

Dieses Dokument gehört zum Projekt [CU-ROBOTARM](#) von UlrichC.DE. Weitere Dokumente sowie Konstruktionsunterlagen und Bilder zum Projekt sind auf der Internetpräsenz <http://www.ulrichc.de/> zum Download bereitgestellt.