

Entwicklung eines pprogrammgesteuerten Exoskelett-Unterstützungsroboters und prototypische Umsetzung als Modell

Diplomarbeit

ausgearbeitet von

Thomas Karanatsios

vorgelegt an der

Fachhochschule Köln
Campus Gummersbach
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften

im Studiengang

Technische Informatik
Matrikelnummer: 11.....

Erster Prüfer: Professor Dr. Hartmut Bärwolff
Fachhochschule Köln

Zweiter Prüfer: Professor Dr. Holger Günther
Fachhochschule Köln

Musterhausen, im Mustermonat 2010

Adressen: Thomas Karanatsios
Mustermannstrasse 11
12345 Musterhausen
Muster@Muster.com

Professor Dr. Hartmut Bärowolf
Fachhochschule Köln
Institut für Elektronik
und Informationsengineering
Steinmüllerallee 1
51643 Gummersbach
Baerwolf@gm.fh-koeln.de

Professor Dr. Holger Günther
Fachhochschule Köln
Institut für Informatik
Steinmüllerallee 1
51643 Gummersbach
Guenther@gm.fh-koeln.de

Kurzfassung

Hier kommt die Kurzfassung hin

Abstract

und das Abstract wenn benötigt

Anleitung:

Motivation des Textes: worin liegt die Bedeutung der entsprechenden Forschung, warum sollte der längere Text gelesen werden?

- Fragestellung: welche Fragestellung(en) versucht der Text zu beantworten, was ist der Umfang der Forschung, was sind die zentralen Argumente und Behauptungen?
- Methodologie: welche Methoden/Zugänge nutzt der Autor/die Autorin, auf welche empirische Basis stützt sich der Text?
- Methodologie: welche Methoden/Zugänge nutzt der Autor/die Autorin, auf welche empirische Basis stützt sich der Text?
- Ergebnisse: zu welchen Ergebnissen kam die Forschung, was sind die zentralen Schlussfolgerungen des Textes?
- Implikationen: welche Schlussfolgerungen ergeben sich aus dem Text für die Forschung, was fügt der Text unserem Wissen über das Thema hinzu?

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	3
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	9
Aufgabenstellung	11
Vorwort	12
Einleitung	13
1 Grundlagen	15
1.1 Erste Überschrift	15
1.1.1 Zweite Überschrift	15
1.2 Erste Überschrift	15
1.2.1 Zweite Überschrift	15
1.2.2 Zweite Überschrift	16
2 Marktanalyse	18
3 Entwicklung des Modells	19
3.1 Erstes Unterkapitel	19
4 Ergebnisse	21
4.1 Präsentation	21
4.2 Schwierigkeiten	21
4.3 Auswertungen	21
5 Zusammenfassung und Ausblick	22
5.1 Zusammenfassung	22
5.2 Ausblick auf zukünftige Arbeiten	22
5.3 Schlusswort	22
Literaturverzeichnis	23

Inhaltsverzeichnis	6
Anhang	25
Erklärung	26
Glossar	27
Index	29

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1:	Aufbau allgemein	15
Abb. 1.2:	Humanoide Roboter	17

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1:	Titel	16
-----------	-----------------	----

Abkürzungsverzeichnis

ARM7	Advanced RISC Machines
BA	Belastungsantwort
BIC	Business Innovation Center
CAN	Controller Area Network
CSR	Core Serial Protocol
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DOF	Degrees of freedom
EDR	Enhanced Data Rate
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory
IBK	Initialer Bodenkontakt
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISC	Inter-Integrated Circuit
ISM-Band	Industrial, Scientific and Medical Band
ISO	International Organization for Standardization
ISw	Initiale Schwungphase
JARA	Japan Robot Association
KG	Kniegelenk
KI	Künstliche Intelligenz
KOS	Koordinatensysteme
LAN	Local Area Network
LCD	Liquid Crystal Display
LIN	Local Interconnect Network
MCU	Mikrocontroller Unit
MKS	Mehrkörpersystem
MPL	Mozilla Public License
MSt	Mittlere Standphase
MSw	Mittlere Schwungphase
OS	Oberschenkel
OTP	One Time Programmable
PDA	Personal Digital Assistant
Pose	Position und Orientierung
PWM	Pulse Width Modulation
RAM	Random Access Memory
RIA	Robot Institut of America
ROM	Read only Memory
SG	Sprunggelenk
SIG	Special Interest Group
SOC	System on a Chip
SPI	Serial Peripheral Interface

SPP	Serial Port Profile
SRD	Short Range Devices
TCP	Tool Center Point
TD	Touch Down
TO	Take Off
TSt	Terminale Standphase
TSw	Terminale Schwungphase
USB	Universal Serial Bus
UV	Ultra Violet
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VSw	Vor-Schwungphase
WLAN	Wireless Local Area Network
WPAN	Wireless Personal Area Network

Aufgabenstellung

Die Idee an einem Unterstützungs-Roboter für gehbehinderte Menschen zu forschen, entstand durch das medial wachsende Interesse an Laufrobotern. Diese sind bereits im Entertainmentbereich z. B. bei Spielzeugen gängig, werden aber inzwischen auch vermehrt für Militärzwecke eingesetzt....

Vorwort

Das Vorwort ist optional.

Einleitung

„*Ἀρχὴ ἡμισυ παντός*
Der Anfang ist die Hälfte des Ganzen.“ (Vgl.[Ari35])

Roboter¹

Bei Rädern und Ketten ist dies hingegen nicht der Fall, Sie brauchen großflächige Stützpunkte.

Das bedeutet, dass letztere Arten der Fortbewegung einen ununterbrochenen Kontakt zum Boden benötigen. (Vgl.[JZ03])

Dadurch wurden die im Verlauf der Evolution optimierten Konstruktionen von Beinen, das Zusammenspiel von Sensorik und Aktorik und die Steuerung von Gehbewegungen weitestgehend analysiert und dienen somit dem besseren Verständnis der Laufmotorik².

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass dieses Forschungsgebiet einen stark interdisziplinären Charakter besitzt...

¹Der Begriff Roboter (tschechisch: robot) wurde von Josef und Karel Capek Anfang des 20. Jahrhunderts durch die Science-Fiction-Literatur geprägt. Der Ursprung liegt im slawischen Wort robota, welches mit Arbeit, Fronarbeit oder Zwangsarbeit übersetzt werden kann. 1921 beschrieb Karel Capek in seinem Theaterstück R.U.R. in Tanks gezüchtete menschenähnliche künstliche Arbeiter. Mit seinem Werk greift Capek das klassische Motiv des Golems auf. Heute würde man Capeks Kunstgeschöpfe als Androiden bezeichnen. Vor der Prägung dieses Begriffes wurden Roboter zum Beispiel in den Werken von Stanislaw Lem als Automaten oder Halbautomaten bezeichnet.

²Die Laufmotorik beinhaltet die Bewegungsfunktion und deren Lehre, die Fähigkeit des Körpers sich kontrolliert zu bewegen, die Gesamtheit der vom zentralen Nervensystem kontrollierten Bewegungen des Körpers im Gegensatz zu den unwillkürlichen Reflexen des Körpers und die Unterscheidung in Grob- und Feinmotorik

Kapitelübersicht

1 Grundlagen

1.1 Erste Überschrift

Hier schreiben

1.1.1 Zweite Überschrift

Hier schreiben

Dritte Überschrift

hier kann Kursiv geschrieben werden

1.2 Erste Überschrift

1.2.1 Zweite Überschrift

Text....(siehe Abb. 1.1)



Abbildung 1.1: Aufbau und Komponenten von Robotern

Dritte Überschrift

- Die Bewegungsform der Achsen
- Anzahl und Anordnung der Achsen
- Die Formen des Arbeitsraums

... Arm zu strecken. (Vgl.[RS02])

1.2.2 Zweite Überschrift

Dritte Überschrift

Hier Text einfügen
Roboterfuß befindet
homogene
4 x 4 Matrix:

$$T = \begin{pmatrix} Ax & Ay & Az & 0 \\ Bx & By & Bz & 0 \\ Cx & Cy & Cz & 0 \\ Px & Py & Pz & 1 \end{pmatrix}$$

(1.1)

$$(\theta, d, a, \alpha)$$

(1.2)

verschiedene Matrizen:

$$T = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \cos \alpha & \sin \theta \sin \alpha & \arccos \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \cos \alpha & -\cos \theta \sin \alpha & \arcsin \theta \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha & d \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

(1.3)

$${}^{n-1}T_n = \begin{pmatrix} \cos \theta_n & -\sin \theta_n \cos \alpha_n & \sin \theta_n \sin \alpha_n & a_n \cos \theta_n \\ \sin \theta_n & \cos \theta_n \cos \alpha_n & -\cos \theta_n \sin \alpha_n & a_n \sin \theta_n \\ 0 & \sin \alpha_n & \cos \alpha_n & d_n \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

(1.4)

$$T = T_1 T_2 T_3 T_4 T_5 T_{tcp}$$

(1.5)

Text...(Siehe Tab. 1.1)

Titel:

Tabelle 1.1: Titel

Überschrift 1	Überschrift 2
Text	Text Text
Text	Text Text

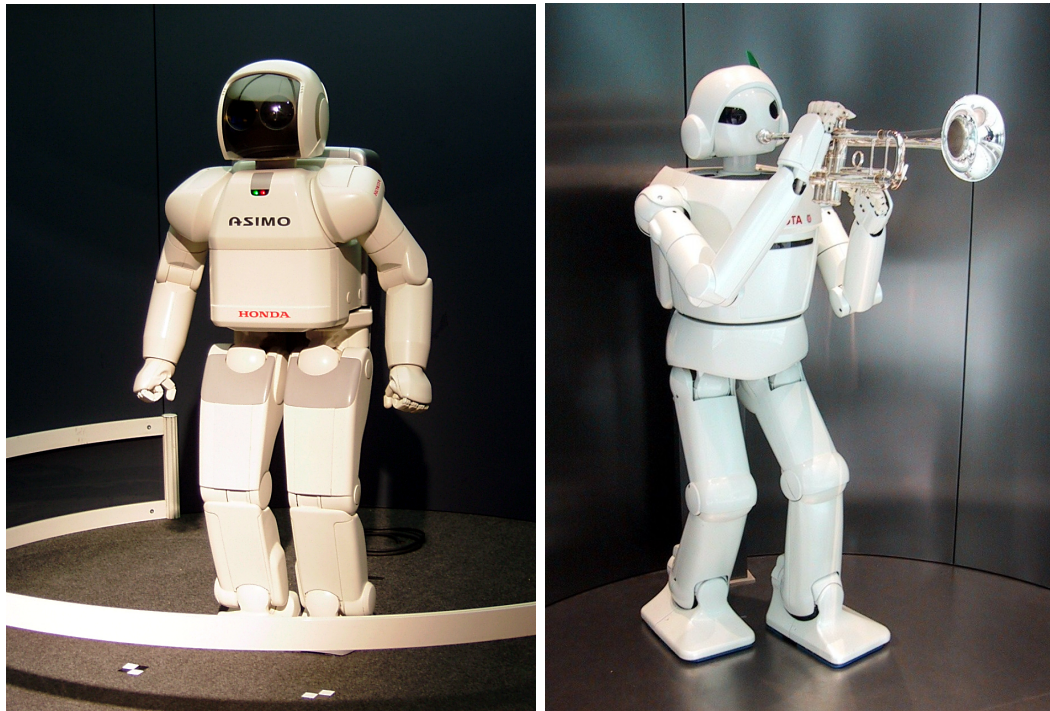


Abbildung 1.2: Humanoide Roboter Links der Aibo von Honda rechts der Roboter von Toyota

Bild-Quellen:(http://de.wikipedia.org/wiki/Humanoider_Roboter)

Sichtung: 17.09.2010

In Abb. 1.2 sind...Text

Kraft \mathbf{F} , der Masse \mathbf{m} und der Beschleunigung \mathbf{a} kann mit der daraus resultieren Formel die Kraft, die wirkt, berechnet werden:

$$F = m * a \quad (1.6)$$

Folglich ist die Kraft das Produkt von Masse und Beschleunigung.

SI-Einheit der Kraft:

$$[F] = kg * \frac{m}{s^2} = Newton(N) \quad (1.7)$$

$$M = F * l = F * r * \sin \alpha \quad (1.8)$$

SI-Einheit des Drehmomentes:

$$[M] = Newtonmeter(N * m) \quad (1.9)$$

2 Marktanalyse

Aufbau siehe Kapitel 1

3 Entwicklung des Modells

Aufbau siehe Kapitel 1

3.1 Erstes Unterkapitel

1. Text
Text
2. Text
Text
3. Text
Text

Zuerst erfolgt zum besseren Verständnis die Deklaration der verwendeten Variablen

```
1 // die Motoren des rechten Beines werden wie in dem bisher
2 // verwendeten Schema zugewiesen
3 // Hüfte (C), Knie (B) und Fussgelenk (A)
4 public static Motor motorHip = new Motor(MotorPort.C);
5 public static Motor motorKnee = new Motor(MotorPort.B);
6 public static Motor motorAnkle = new Motor(MotorPort.A);
7 public static boolean sensorReached1 = false;
8
9 // der Ultraschallsensor wird an Port S1 erwartet
10 public static UltrasonicSensor sonicSensor1 =
11     new UltrasonicSensor(SensorPort.S1);
12
13 //Der TouchSensor wird an Port S2 erwartet und wird zum iterieren
14 // durch einen Bewegungsablauf verwendet
15 public static TouchSensor touchSensor =
16     new TouchSensor(SensorPort.S2);
```

1. Item 1

2. Item 2

3. Item 3

→ Item 1

→ Item 2

→ Item 3

4 Ergebnisse

4.1 Präsentation

Aufbau siehe Kapitel 1

4.2 Schwierigkeiten

Text

4.3 Auswertungen

Text

5 Zusammenfassung und Ausblick

5.1 Zusammenfassung

Text

5.2 Ausblick auf zukünftige Arbeiten

Text

5.3 Schlusswort

Text

Literaturverzeichnis

- [Ari35] ARISTOTELES: *Politik* 5, v.Chr. 335. 4. 1303 b 29.
- [JZ03] JZ, JENS ZIEGLER: *Evolution von Laufrobotersteuerungen mit Genetischer Programmierung*, 2003. <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/2743>. Sichtung: 20.07.2010.
- [RS02] RS, ROLAND STENZEL: *Steuerungsarchitekturen für autonome mobile Roboter*, 2002. http://darwin.bth.rwth-aachen.de/opus3/volltexte/2002/408/pdf/Stenzel_Roland.pdf Sichtung: 04.09.2010 oder im Anhang(CD).

Anhang

Inhalt Anhang

Auf der mitgelieferten CD befindliche Dateien:

1. Video der Ergebnisse des entwickelten Transmovers
2. Marktanalyse
 - BIC Analyse
 - Fragebögen befragter Betroffener
3. Skizzen und Entwürfe
 - Skizze
 - Entwurf LEGO Designer
4. Programmablaufpläne
5. Excel Datei Auswertung Winkelmessung
6. Sequenzdiagramme
7. Quellcodes
 - Winkeleinmessung
 - Transmover LabVIEW Programme
 - Transmover JAVA Programme
 - Wii Remote Programme

Erklärung

Ich versichere, die von mir vorgelegte Arbeit selbständig verfasst zu haben.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Arbeiten anderer entnommen sind, habe ich als entnommen kenntlich gemacht. Sämtliche Quellen und Hilfsmittel, die ich für die Arbeit benutzt habe, sind angegeben.

Die Arbeit hat nach meinem Wissen mit gleichem Inhalt noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Gummersbach, 14. Oktober 2010

Thomas Karanatsios

Glossar

Autonom	das Programm welches implementiert ist arbeitet weitgehend unabhängig von Benutzer eingriffen.
Biometrie	Die Biometrie auch Biometrik genannt beschäftigt sich mit Messungen an Lebewesen und den dazu erforderlichen Mess- und Auswerteverfahren.
Bionisch	Adjektiv zur Beschreibung eines Organismus, dessen biologische Grundlage durch technische Möglichkeiten verbessert wurde.
Degrees of freedom	(DOF) bedeutung Freiheitsgrade = Der Freiheitsgrad bezeichnet einen Parameter eines Systems. Die Eigenschaft, ein Freiheitsgrad zu sein, ergibt sich für einen Parameter daraus, Mitglied in einer Menge von Parametern zu sein, die das System beschreiben.
Deliberativ	Deliberativ = erwägen, überlegen, sich entscheiden, beschließen ist eine semantische Funktion Verbmodus des Konjunktivs z. B. im Lateinischen (coniunctivus deliberativus), die eine überlegende Rückfrage als Reaktion auf eine Aufforderung ausdrückt.
Dynamik	Eine Dynamik steht für, das Teilgebiet der Mechanik, das sich mit der Wirkung von Kräften befasst
Endeffektor	Als Endeffektor wird in der Robotik das letzte Element einer kinematischen Kette bezeichnet. Bei Industrierobotern kann es sich hierbei zum Beispiel um eine Einheit zum Schweißen von Autokarosserien oder allgemein um einen einfachen Greifer handeln. Der im englischen als TCP (Tool Center Point) bezeichnete ausgezeichnete Punkt am Ende der kinematischen Kette ist das Zielsystem, für das die aus der gestellten Aufgabe resultierenden Positionierungsanforderungen gelten. Aufgaben spezifisch kann der TCP dabei auch außerhalb des Roboters liegen, Beispiele wären der Fokus eines gegriffenen Lasers oder auch die Mitte des gerade transportierten Objekts.

Dorsalextension	steht für die Bewegung in den Zehengelenken in Richtung Fußrücken.
Extension	Die Extension (von lat. extensio "Streckung") ist die Streckung eines Gelenkes. Die gegenläufige Bewegung wird als Flexion bezeichnet.
Exoskelett	Ein Exoskelett ist eine Stützstruktur für einen Organismus, das eine stabile äußere Hülle um diesen bildet.
Energy Harversting	Als Energy Harvesting (wörtlich übersetzt Energie-Ernten) bezeichnet man die Erzeugung von Strom aus Quellen wie Umgebungstemperatur, Vibrationen oder Luftströmungen. Die Industrie entwickelt bereits heute Energiequellen für drahtlose Sensornetzwerke oder Anwendungen wie etwa Fernbedienungen an schwer erreichbaren Stellen. Energy Harvesting vermeidet bei Drahtlostechnologien Einschränkungen durch kabelgebundene Stromversorgung oder Batterien.
Flexion	Die gegenläufige Bewegung zur Extension wird als Flexion bezeichnet.
Inertialsystem	In der Physik ist ein Inertialsystem (von lat. iners "untätig, träge") ein Koordinatensystem, in dem sich kräftefreie Körper geradlinig, gleichförmig bewegen. In einem Inertialsystem gilt also das newtonsche Trägheitsgesetz in seiner einfachsten Form, nach der kräftefreie Körper ihre Geschwindigkeit in Betrag und Richtung beibehalten und Beschleunigungen proportional zur anliegenden Kraft erfolgen. Der Begriff Inertialsystem wurde erstmals von Ludwig Lange (1885) verwendet.
Inhibition	Das Wort Inhibition (lat. inhibere "unterbinden", "anhalten"; veraltend Inhibierung, deutsch Hemmung, Antonym Desinhibition, Desinhibierung) bezeichnet: in der Neurobiologie eine Abnahme der Erregbarkeit von Nervenzellen, siehe Inhibition (Neuron) in der Ethologie die Blockierung einer Verhaltensweise durch innere oder äußere Faktoren, siehe Bedingte Hemmung in der Digitaltechnik bezeichnet die Inhibition eine Schaltung aus einem UND- und einem NICHT-Glied, siehe Inhibition (Digitaltechnik)
Ipsilateral	Ipsilateral bedeutet "auf derselben Körperseite oder -hälfte gelegen". Das Gegenteil von ipsilateral ist kontralateral.

Index

Aktorik, 13

einfügen, 16

Laufmotorik, 13

Sensorik, 13

Widmung

Die Widmung ist optional! Text

In Liebe,
Euer Sohn