

Workshop PEARL 2005

Boppard, 01. / 02.12.2005

Forschungsprojekt:

Aufbau eines Stereokamerasystems zum Betrieb unter RTOS-UH

Marc Gerecke

Institut für Regelungstechnik – Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing. W. Gerth
Appelstraße 11
30167 Hannover
www.irt.uni-hannover.de

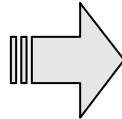
Gliederung

- Überblick: Kamerasystem
 - Thematische Einordnung
 - Ziele
 - Struktureller Aufbau
 - Hardware
 - Software
 - Verfahren

Gliederung

- Überblick: Kamerasystem
 - Thematische Einordnung
 - Ziele
 - **Struktureller Aufbau**
 - Hardware
 - Software
 - Verfahren

Gliederung

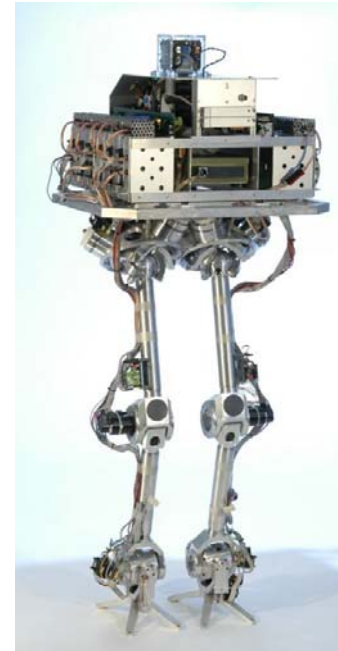
- Überblick: Kamerasystem
 - Thematische Einordnung
 - Ziele
 - Struktureller Aufbau 
 - Hardware
 - Software
 - Verfahren
- Inertiale Kamerastabilisierung
 - Nutzen
 - Anforderungen
 - Umsetzung
 - Ergebnisse

Gliederung

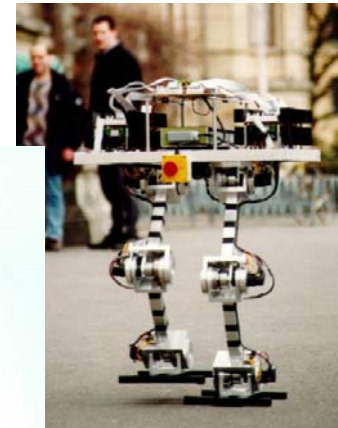
- Überblick: Kamerasystem
 - Thematische Einordnung
 - Ziele
 - Struktureller Aufbau
 - Hardware
 - Software
 - Verfahren
- Inertiale Kamerastabilisierung
 - Nutzen
 - Anforderungen
 - Umsetzung
 - Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick

Thematische Einordnung

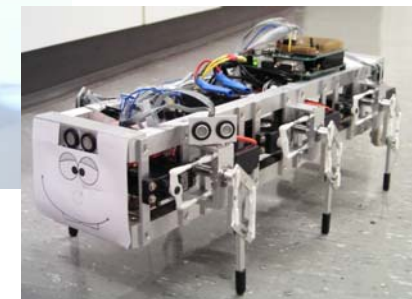
- Serviceroboter



LISA



BART-UH



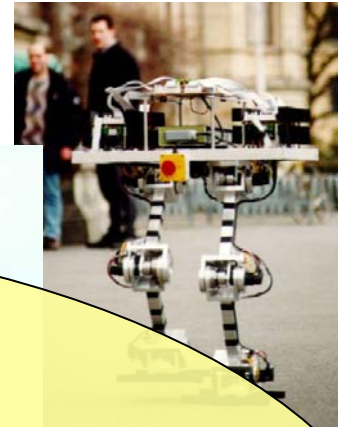
SNOWBALL

Thematische Einordnung

- Serviceroboter

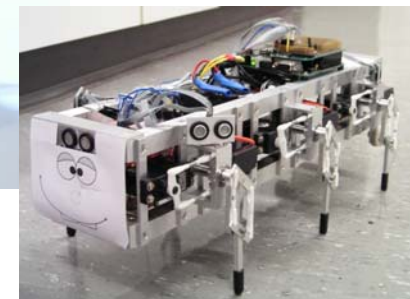
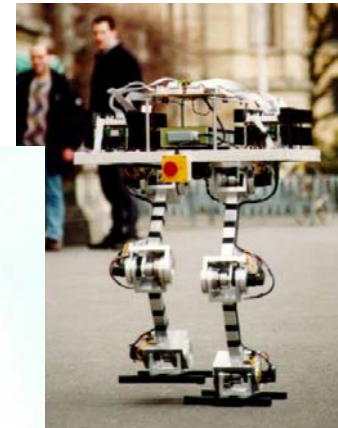
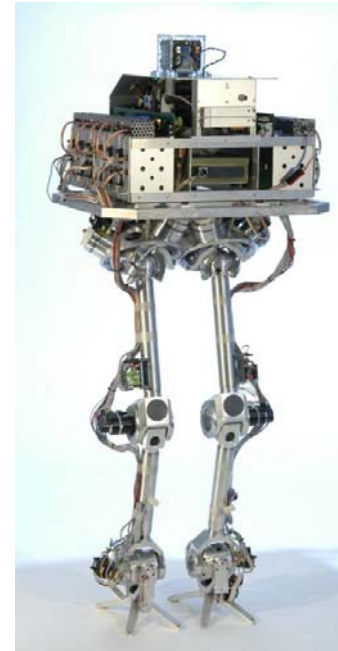
International Federation of Robotics:

„A robot which operates semi or fully autonomously to perform services useful to the well being of humans and equipment, excluding manufacturing operations.“



Thematische Einordnung

- Serviceroboter
 - Einsatz in „unstrukturierter“ Umgebung
 - Mobilität
 - Forderung:
 - Sicherheit
 - Autonomie



Ziele

- Selbstlokalisierung
 - Position relativ zu anderen Objekten
 - Absolute Position
 - Odometrische Messung
 - Schlupf-/Driftkompensation
- Hindernisumgehung
 - Globale und lokale Navigation
 - Reaktive Anpassung



Autonomie

Ziele

Beispiel zur Hindernisumgehung

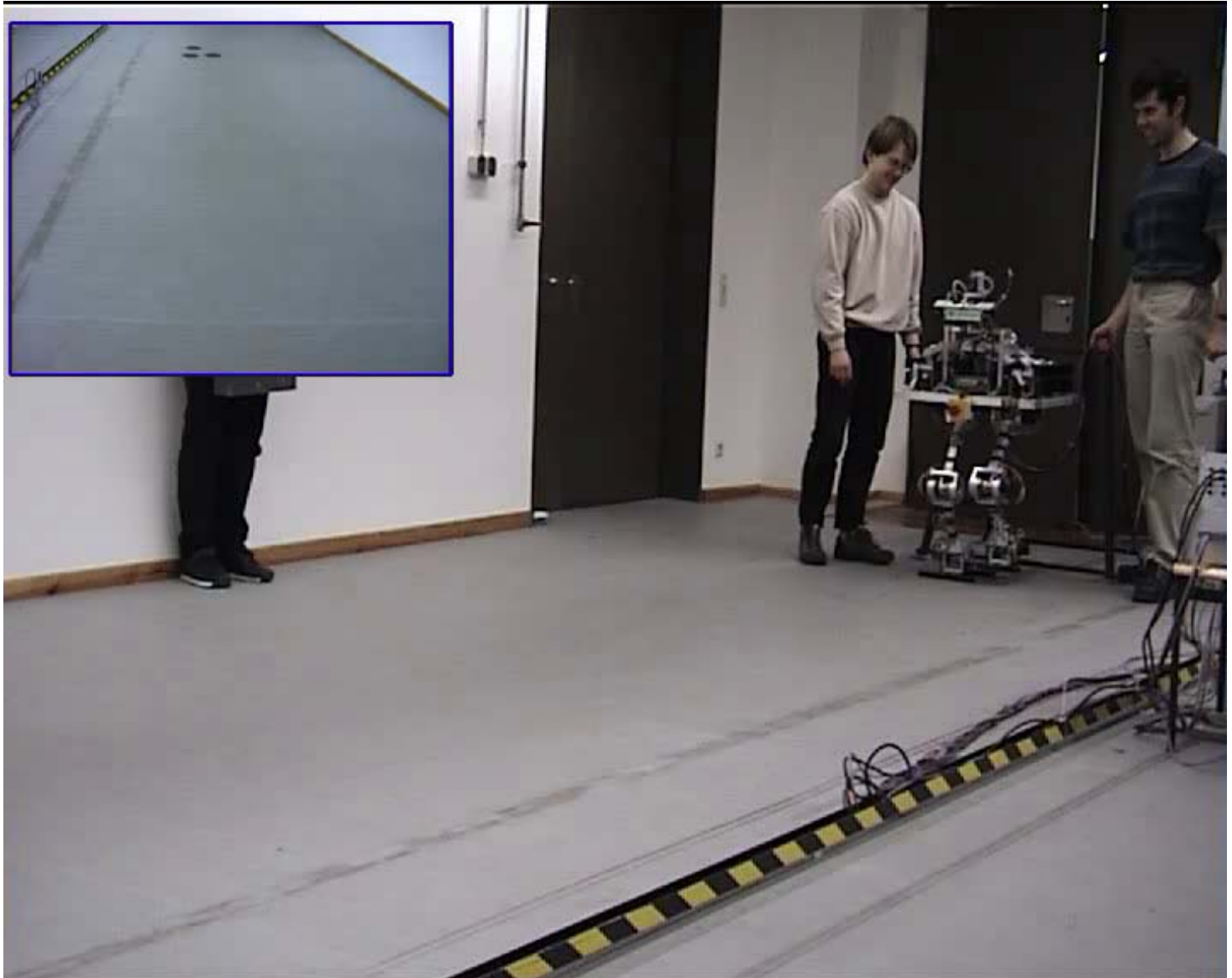
Autonomie

Kooperation mit dem Lehrstuhl für
Steuerungs- und Regelungstechnik,
TU München

- Lokale Navigation
- Reaktive Anpassung



Ziele



Ziele

Beispiel zur Hindernisumgehung

~~Autonomie~~

Kooperation mit dem Lehrstuhl für
Steuerungs- und Regelungstechnik,
TU München

- Lokale Navigation
- Reaktive Anpassung

Ziele

Autonomie !

- Effiziente Implementierung
 - Rechenleistung „an Bord“
 - Optimierung auf Hardwarebasis
 - Stromversorgung „an Bord“
 - Stromsparende Technologie

Struktureller Aufbau

- Hardware
 - 2 Kameras: 1280×1024 Pixel, 10 Bit Graustufen
 - Schwenk-Neige-Einheit
 - Regelung über Roboter-Leitrechner (MPC555)
 - Bildverarbeitungsrechner
 - Voraussichtlich MPC7447 (1 GHz PowerPC)
- Software
 - Bildvorverarbeitung
 - Datenreduktion
 - Stereotriangulation und 3D-Rekonstruktion

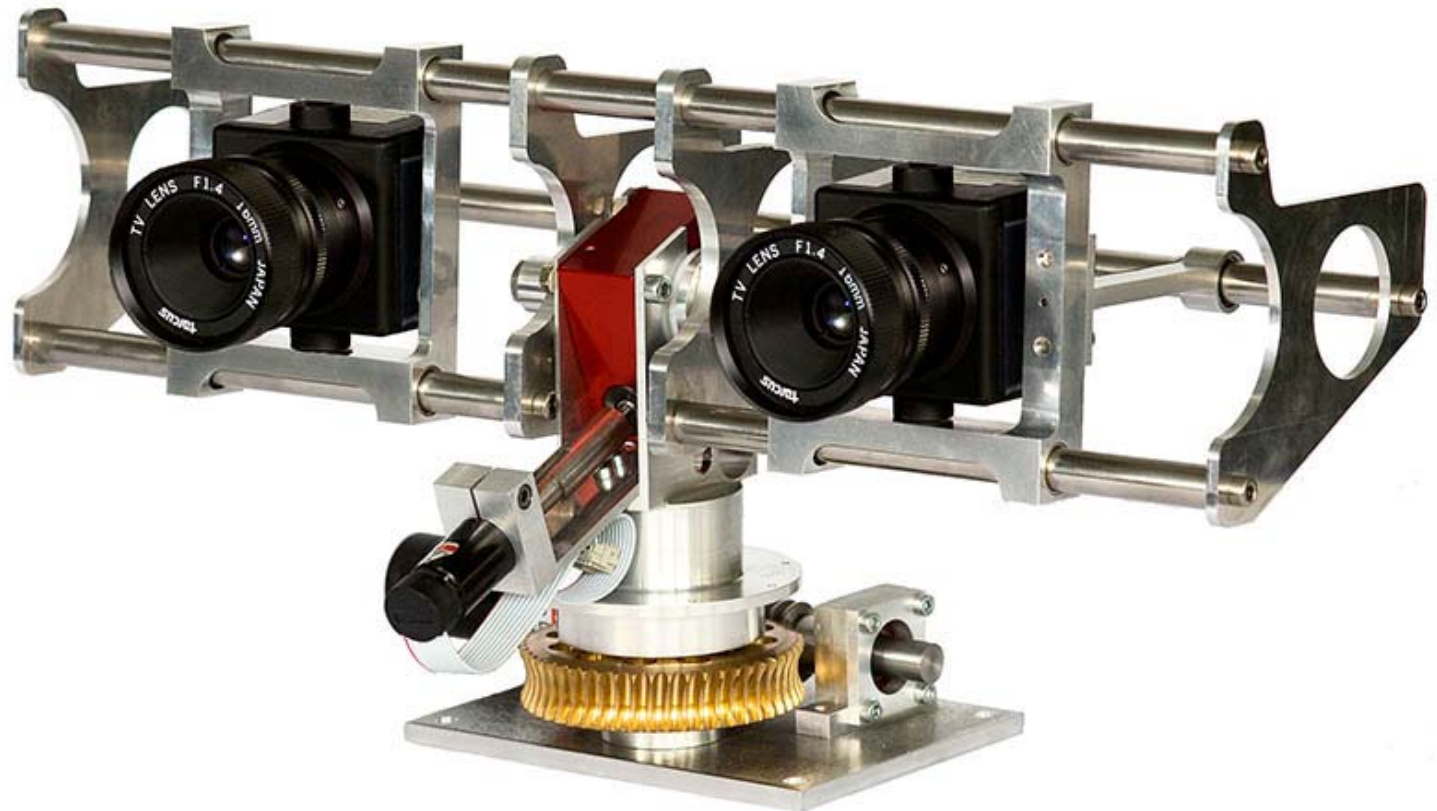
Hindernisumgehung

- Freiflächenerkennung
- Schrittsequenzplanung

Selbstlokalisierung

- Natürliche Landmarken
- Stützung der Odometrie

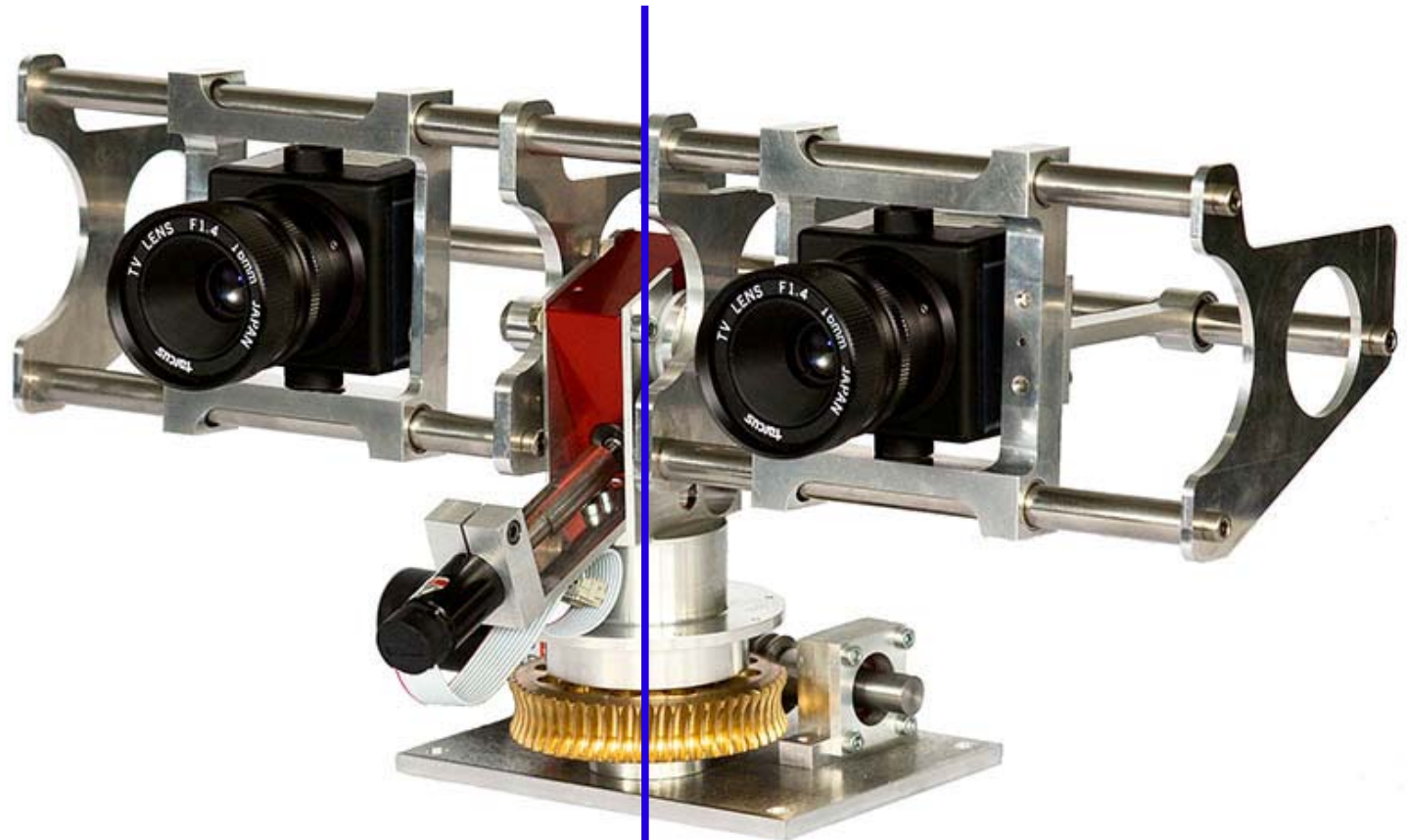
Struktureller Aufbau



Schwenk-Neige-Einheit

Prototyp: Konstruktionsänderung nötig um Spiel zu vermeiden

Struktureller Aufbau

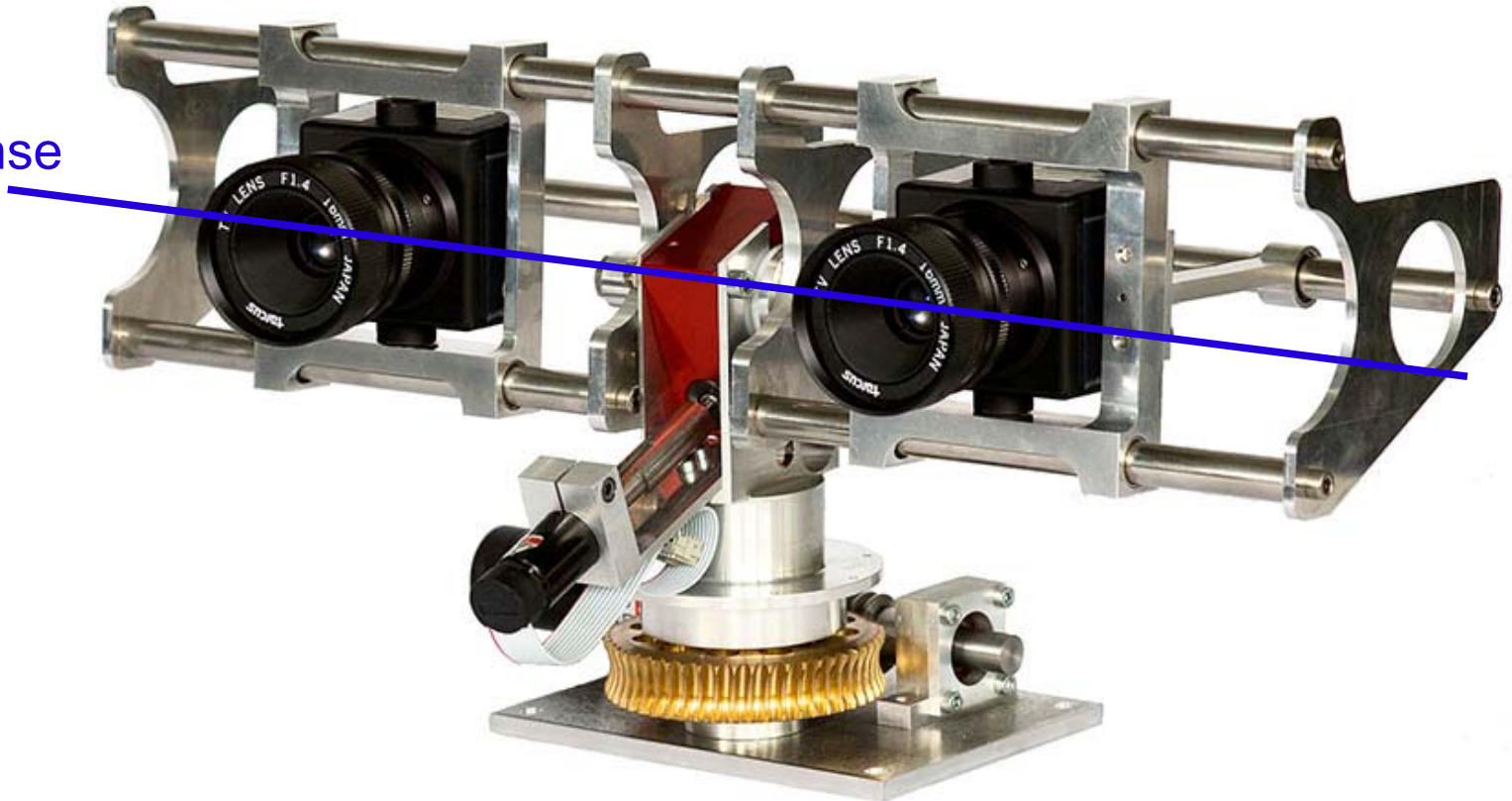


Schwenk-Neige-Einheit

Schwenkachse

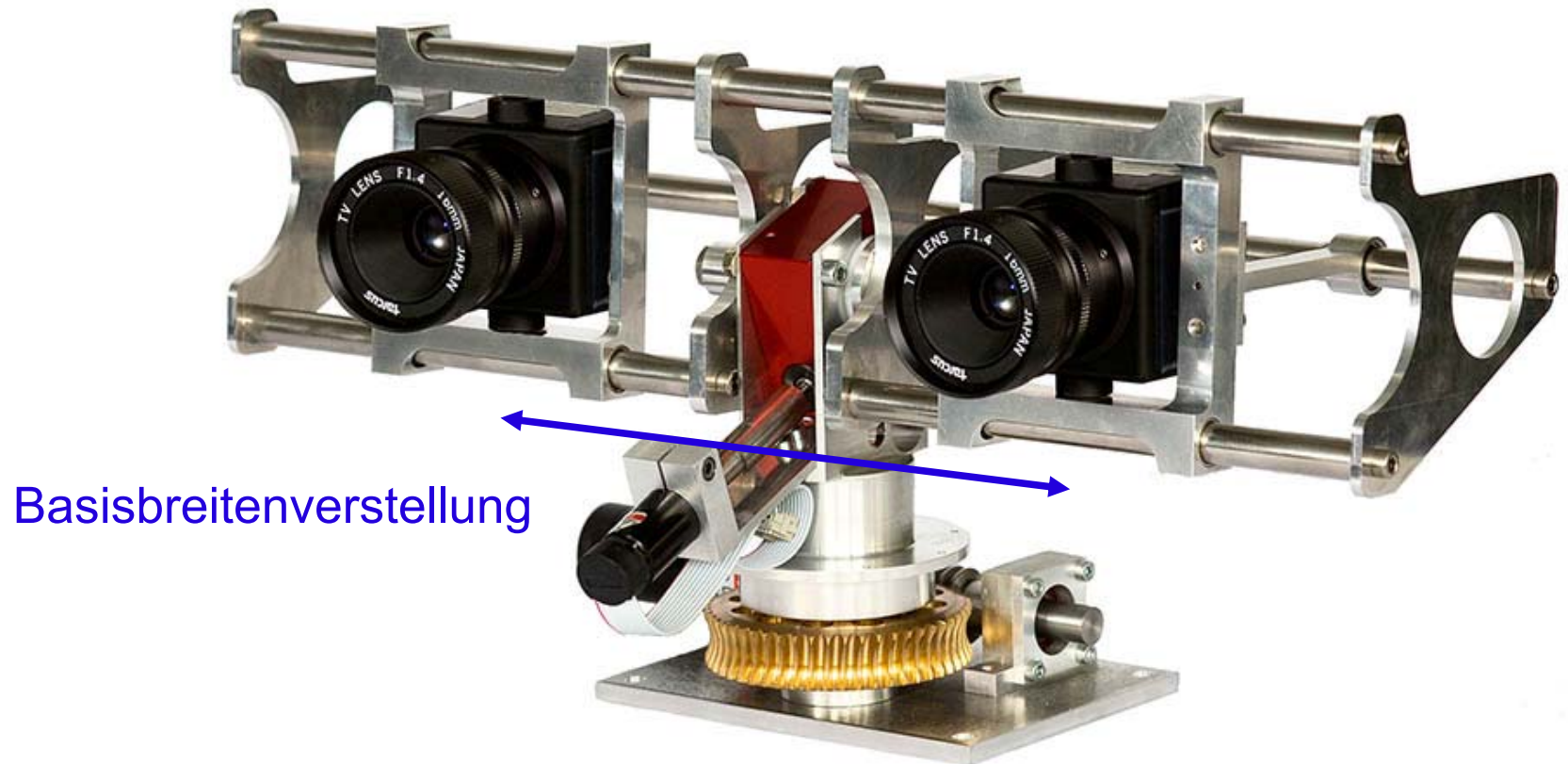
Struktureller Aufbau

Nickachse



Schwenk-Neige-Einheit

Struktureller Aufbau



Basisbreitenverstellung

Schwenk-Neige-Einheit

Verfahren

- Verarbeitung in den Kameras (Coldfire-Prozessor und FPGA)
 - Bildfilterung (Medianfilter)
 - Reduziert Rauschen
 - Datenreduktion
 - Nur relevante Daten übertragen
 - Über Hochpass die Relevanz bestimmen
 - Beschleunigt Bildübertragung
 - Erleichtert die Korrespondenzpunktsuche



Verfahren

- Datenreduktion



Verfahren

- Datenreduktion



Verfahren

- Verarbeitung im Bildverarbeitungsrechner

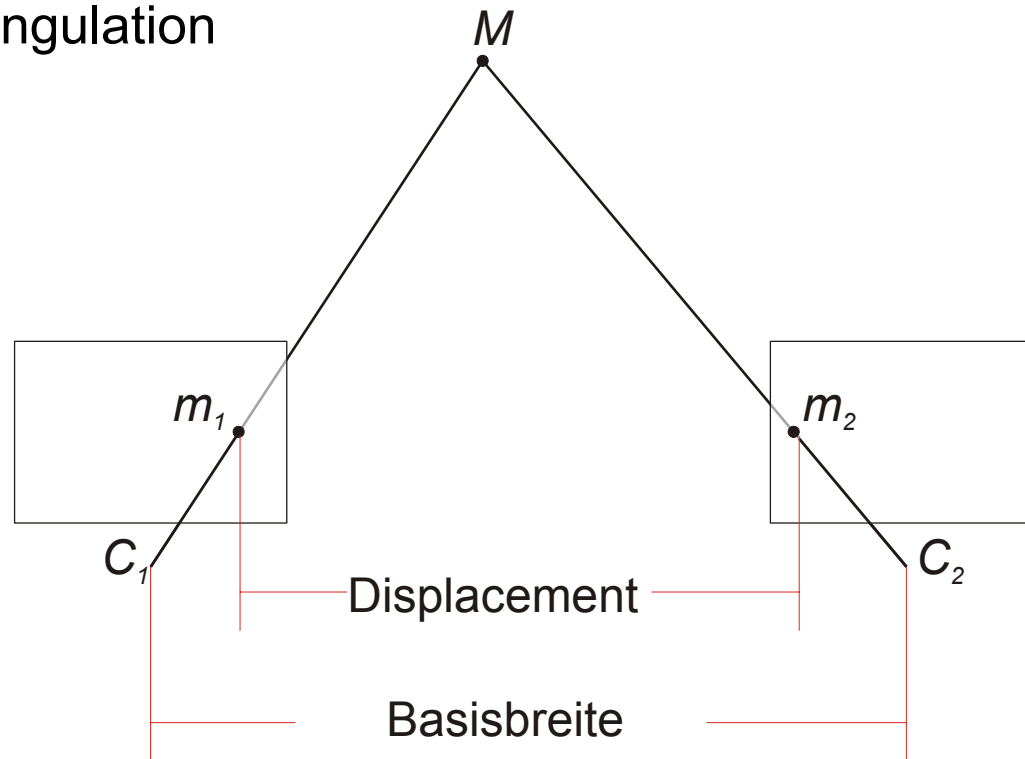
M

- Stereotriangulation



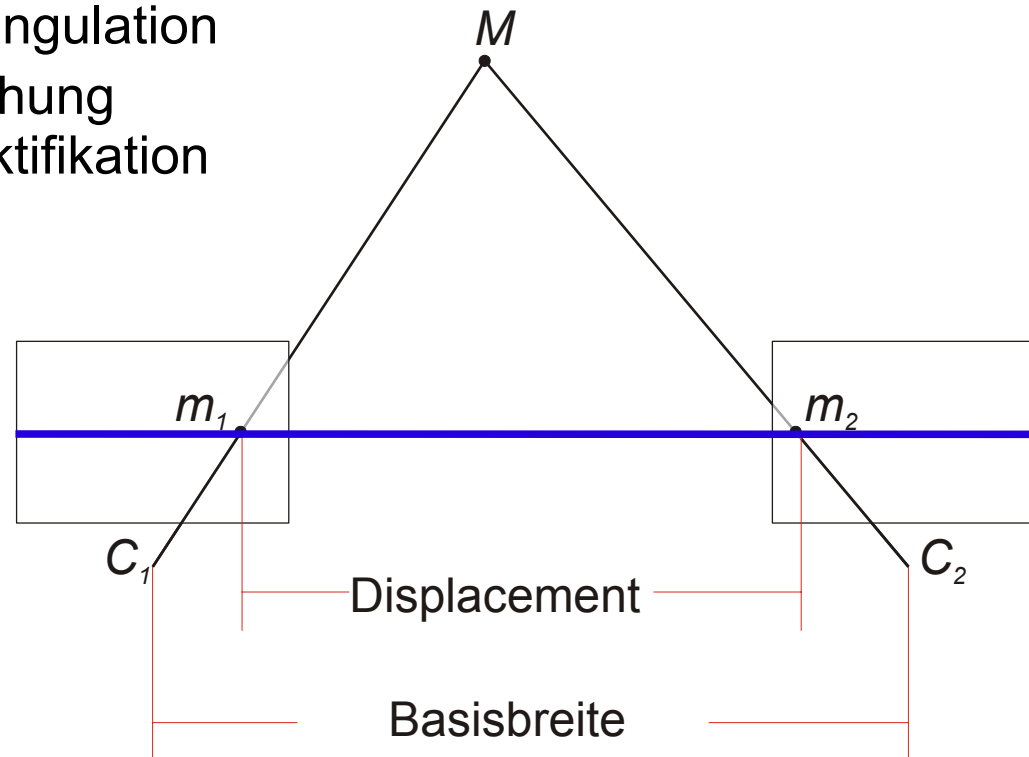
Verfahren

- Verarbeitung im Bildverarbeitungsrechner
 - Stereotriangulation



Verfahren

- Verarbeitung im Bildverarbeitungsrechner
 - Stereotriangulation
 - Vereinfachung durch Rektifikation



Verfahren zur Hindernisumgehung

- 3D-Rekonstruktion
 - Aufspannen eines Gitternetzes
 - Glättung des Netzes
- Freiflächensuche
 - Wo kann der Fuß abgesetzt werden?
- Schrittsequenzplanung
 - Optimierte Bahn
 - Betretbare Flächen
 - Einhaltung der kinematischen Restriktionen des Roboters
 - Annäherung an die Zielposition

Inertiale Kamerastabilisierung

- Nutzen
 - (Geringere Verwacklung der Einzelbilder)
 - Mehrbildauswertung
 - Rauschreduzierung
 - Erweiterung des Dynamikumfangs
- Anforderungen
 - Stabilisierung der Kamera während der Bildserien
 - Wichtigste Achsen: Schwenk- und Nickachse
 - Benutzung der Schwenk-Neigeeinheit
 - Verwendung einer IMU (Inertial Measurement Unit)



Inertiale Kamerastabilisierung

- Erweiterung des Dynamikumfangs



200 ms

Inertiale Kamerastabilisierung

- Erweiterung des Dynamikumfangs



25 ms

Inertiale Kamerastabilisierung

- Erweiterung des Dynamikumfangs



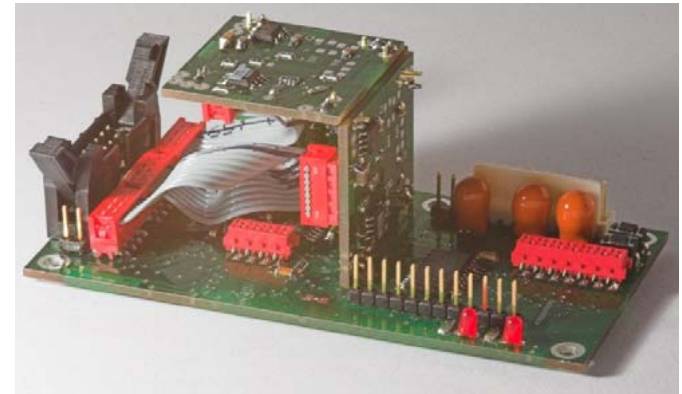
zusammen

Inertiale Kamerastabilisierung

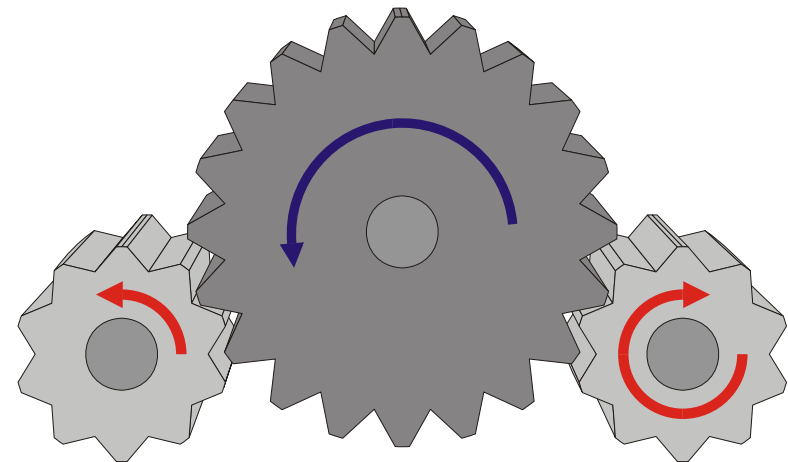
- Nutzen
 - (Geringere Verwacklung der Einzelbilder)
 - Mehrbildauswertung
 - Rauschreduzierung
 - Erweiterung des Dynamikumfangs
- Anforderungen
 - Stabilisierung der Kamera während der Bildserien
 - Wichtigste Achsen: Schwenk- und Nickachse
 - Benutzung der Schwenk-Neigeeinheit
 - Verwendung einer IMU (Inertial Measurement Unit)

Inertiale Kamerastabilisierung

- Umsetzung
 - MiniIMU
 - Negative Rückführung der Position
 - Stabilisierung im Raum



- Verspannungsregelung zur Elimination von Getriebeispiel



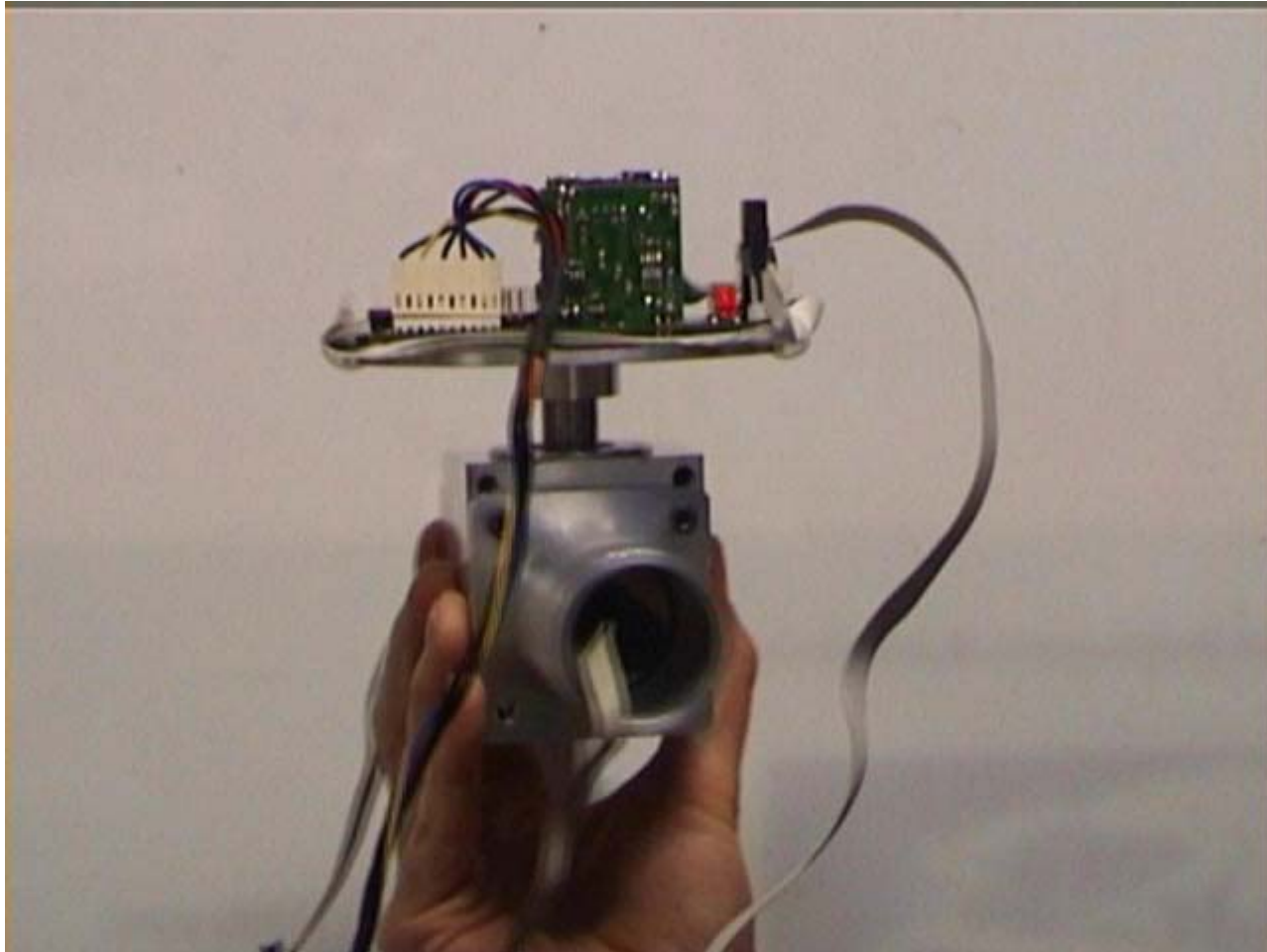
Pfeile repräsentieren
das jeweilige Drehmoment

Inertiale Kamerastabilisierung

- Ergebnisse
 - Testaufbau zeigt das gewünschte Verhalten
 - Gezielt eingebautes Getriebeispiel
 - (Nur schwache Motorisierung)



Inertiale Kamerastabilisierung



Zusammenfassung und Ausblick

- Grundkonzept für ein Stereokamerasystem
 - Schwerpunkt auf Autonomie und Effizienz
- Ansatz einer freiflächenbasierten Bahnplanung
- Aufbau einer inertial stab. Schwenk-Neige-Einheit
- Vollständige Implementierung
 - Endgültige Wahl der Rechnerplattform
- Einsatz auf dem realen Roboter



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Forschungsprojekt:

Aufbau eines Stereokamerasystems zum Betrieb unter RTOS-UH

Marc Gerecke

Institut für Regelungstechnik – Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing. W. Gerth
Appelstraße 11
30167 Hannover
www.irt.uni-hannover.de

Kontakt:

Dipl.-Ing. Marc Gerecke
Institut für Regelungstechnik
Universität Hannover
Appelstraße 11
30167 Hannover
Tel.: (0511) 762-4517
E-Mail: gerecke@irt.uni-hannover.de