



**Deutsches  
Forschungszentrum  
für Künstliche  
Intelligenz GmbH**

---

# Proposal Masterarbeit

Martin Zenzes

9. Oktober 2009

Erstprüfer: Frank Kirchner  
Betreuer: Sebastian Bartsch

---

Forschungsgruppe Robotik  
DFKI Bremen  
Robert-Hooke-Str. 5  
28359 Bremen



---

## Inhaltsverzeichnis

<b>Thema dieser Arbeit</b>	<b>2</b>
<b>Anwendungsgebiete des Mikrofons</b>	<b>2</b>
<b>Vorgehensweise und Arbeitspakete</b>	<b>3</b>
<b>Persönliche Motivation</b>	<b>4</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>5</b>

## Thema dieser Arbeit

Diese Masterarbeit soll die Inbetriebnahme und implementierung von Algorithmen für ein Mikrofon im Inneren des SpaceClimber Gelenks zum Thema haben. Im vorhandenen Platinenstack des Gelenks ist bereits ein Mikrofon zum Anschluss an den dort verbauten FPGA-Baustein vorgesehen, es wird aber noch nicht aktiv ausgewertet. Der FPGA-Baustein soll durch zu implementierende Funktionen dazu in der Lage sein, mittels des Mikrofons Informationen über das Verhalten des Gelenkmotors sowie die äußere Umgebung zu sammeln. Neben einer lokalen Auswertung im einzelnen Gelenk können begrenzte Tonsequenzen auch höheren Steuerungsebenen zugänglich gemacht werden, um weitere Funktionen zu ermöglichen

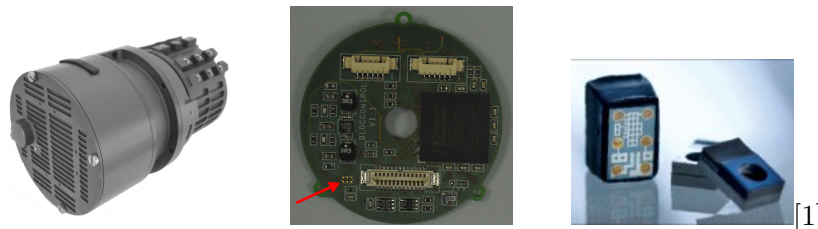


Abbildung 1: SpaceClimber Gelenk, Platine und Mikrofon

Nach einer Beurteilung der Aufnahmequalität muss entschieden werden ob die Bandbreite des vorhandenen Mikrofons ausreichend ist, und welche brauchbaren Informationen sich extrahieren lassen. Dazu werden die Sequenzen in den Frequenzbereich transformiert und dort mit geeigneten Algorithmen weiter analysiert und ausgewertet. Als besondere Schwierigkeit kommt bei der Auswertung der meist nicht-stationäre Drehzahlbereich sowie die gepulste Versorgungsspannung der Motoren hinzu, was eine traditionelle Frequenzanalyse erschwert [3].

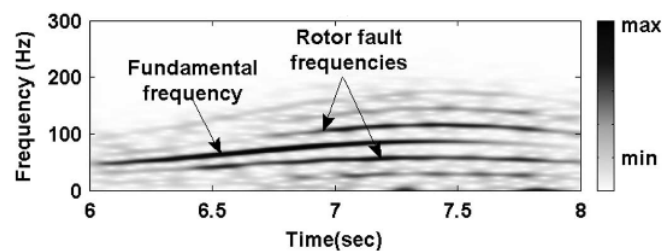


Abbildung 2: Beispiel einer Strommessung im Zeit-Frequenz-Bereich [3, Abb. 10b]

## Anwendungsgebiete des Mikrofons

Durch den geplanten Einsatzzweck des SpaceClimber-Gelenks in verschiedenen Robotern bringt eine starke Autonomisierung der Module Vorteile. Standardisierte lokale Sensorik

in jedem Gelenk stellt eine vielfältige Informationsquelle zur Verfügung. Diese kann einzeln in jedem Gelenk und in Zusammenarbeit mit anderen Gelenken zur Erkennung von Zuständen verwendet werden. Folgende Einsatzzwecke sollen in dieser Arbeit näher untersucht werden:

- Rotationsgeschwindigkeit des Motors: Die Updaterate der aktuellen Meßmethode über Hall-Sensoren ist nicht immer zufriedenstellend. Es soll untersucht werden, ob eine akustische Methode eine ergänzende Alternative darstellen kann.
- Mechanischer Zustand von Lager, Getriebe und Motor: Eine Beurteilung des aktuellen Verschleißzustandes von stationär betriebenen Maschinen über akustische Methoden ist bereits erprobt [2]. Für eine Übertragung auf das SpaceClimber Gelenk müssen umfangreiche Messreihen vorgenommen werden.

In einer möglichen Fortführung der Arbeit könnten die Mikrofone auch für komplexere Algorithmen verwendet werden. Die Mikrofone aller Gelenke könnten gemeinsam ein virtuelles Array bilden, um laute Geräusche im Raum einzuordnen und zu lokalisieren.

## **Vorgehensweise und Arbeitspakete**

Um die gesetzten Ziele zu erreichen, sind einige aufeinander aufbauende Arbeitspakete schrittweise abzuarbeiten. Diese umfassen:

- Allgemeine Einarbeitung in SpaceClimber-Gelenk
- VHDL: Erste Einblicke durch Erstellung einfacher Schaltungen
- FPGA1: Interface für das Mikrofon entwickeln, speichern auf einer SD-Card
- Mikrofon: Untersuchung und Kalibrierung des Frequenzgangs
- Messen: Messaufbau entwerfen und Messungen vornehmen
- De-Noising: Entfernung von ungewollten Echos und Störgeräuschen
- MATLAB: Messreihen aus dem Gehäuseinneren auf interessante Frequenzen untersuchen, Algorithmen implementieren.
- Lernverfahren: Betrachtung von Lernverfahren zur Auswertung der Daten
- FPGA: Entwickelte Algorithmen implementieren und untersuchen

Die geplante zeitliche Reihenfolge der Arbeitspakete ist in Abbildung 3 als Gantt-Diagramm dargestellt.

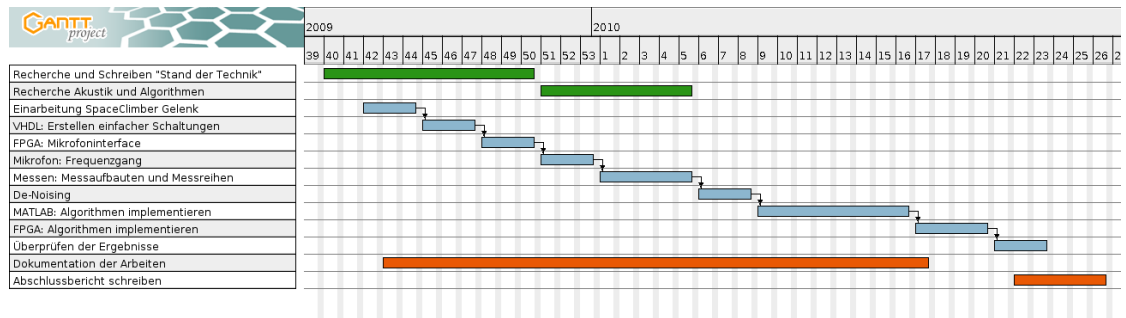


Abbildung 3: Gantt-Diagramm für die Arbeitspakete dieser Masterarbeit

## Persönliche Motivation

Ich habe dieses Thema ausgewählt, da es eine interessante Mischung von Aufgaben im von Hard- und Softwarebereich bietet. Die Signal- und Datenverarbeitung erfolgt relativ hardwarenah auf einem FPGA-Baustein durch zu entwickelnde Algorithmen. Das eröffnet zusätzlich die Möglichkeit, erste Einblicke in VHDL zu erhalten. Die verwendeten Gelenkmodule befinden sich noch in der aktiven Entwicklungsphase, wodurch ebenso Einblicke parallel auftretenden Problemfelder und deren Lösungen ermöglicht werden.

## Literatur

- [1] The world's smallest digital microphone. [Online; Stand 9. Oktober 2009]  
<http://www.danchip.dtu.dk/English/News/News%20Archive.aspx?guid=%7BF87E15B7-5158-44AA-9C13-54B587EF44A6%7D>.
- [2] S. Nandi, HA Toliyat, and X. Li. Condition monitoring and fault diagnosis of electrical motors-A review. *IEEE Transaction on Energy Conversion*, 20(4):719–729, 2005.
- [3] S. Rajagopalan, JM Aller, JA Restrepo, TG Habetler, and RG Harley. Detection of rotor faults in brushless DC motors operating under nonstationary conditions. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 42(6):1464–1477, 2006.