

Technische, nicht-visuelle Charakterisierung von Substratkontakten nach dem biologischen Vorbild carpaler Vibrissen

Projektgeber / Projektträger:

Deutsche Forschungsgemeinschaft
(DFG) (FKZ WI 1664/4-2)

Gefördert durch



Projektpartner:

- Priv.-Doz. Dr. rer. nat. habil. Manuela Schmidt; Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Spezielle Zoologie und Evolutionsbiologie mit Phyletischem Museum;
- Univ.-Prof. Dr. Klaus Zimmermann; Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau, Fachgebiet Technische Mechanik (Projektleitung)

Laufzeit: 2013–2017

Kontaktadresse: biomechatronik@tu-ilmenau.de

Projektbeschreibung:

Für die Interaktion von Lebewesen mit ihrer Umgebung haben sich in der Evolution sehr spezifische Sinnessysteme entwickelt. Die Variabilität biologischer Sensoren liegt dabei in den mechanischen Strukturen, welche die Inspirationsquelle für technische Umsetzungen darstellen.



Das Ziel des Fortsetzungsprojektes ist es, das erarbeitete Verständnis über die Funktion carpaler Sinushaare, welches in der Technischen Biologie experimentell-basiertes Detailwissen ist und in der Mechanik aus der theoriebasierten Untersuchung mathematisch-mechanischer Modelle und Simulationsrechnungen gewonnen wurde, in eine technische nicht-visuelle Charakterisierung von Substratkontakten umzusetzen.

Bei der technisch-biologischen Vorbildanalyse konzentrieren sich die Arbeiten auf die Adaptorik aus Infektor und Transmission. Wie der Effektor die aktorische Energie aus dem System auskoppelt, koppelt der Infektor die sensorische Information energie- oder massegetragen ein. Die carpale Vibrisse wird von der Projektgruppe als ein derartiges System verstanden, dessen modellbasierte Beschreibung im Kontext von Reizaufnahme und -weiterleitung zu technisch nutzbaren, taktilen Sensorelementen führen soll.

Drei Schwerpunkte der Technischen Biologie, Mechanik und Biomechatronik stehen im Mittelpunkt.

1. Im Fokus steht die Charakterisierung der Gruppe carpaler Sinushaare als Funktionseinheit und die Überprüfung der Hypothese, dass diese Sinushaare in ihrer Gemeinschaft einen ulnaren Mehrpunkt-Sensor darstellen, mit dem die Rotationsachsen von Unterarm und Hand relativ zur Substratoberfläche wahrgenommen und entsprechend adaptiert werden können. Dazu werden solche

erkenntnisbringenden Methoden aus der ersten Antragsphase, wie die detaillierte Funktionsanalyse am Modell der Ratte und die Strukturanalyse mittels räumlich hochauflösender, bildgebender Techniken kombiniert, um eine anatomisch-mechanische Charakterisierung des carpalen Mehrpunktsensors zu geben.

2. Nachdem wichtige Erkenntnisse zu den geometrischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften und Parametern des Sinushaars selbst gewonnen wurden, wird die Rolle des Follikel-Sinus-Komplexes im Prozess der Signalaufnahme, -verstärkung und -weiterleitung verstärkt zum Forschungsgegenstand. Die konstruktive Optimierung und Erweiterung des großskaligen Modellexperimentes wird die Evaluation der Simulationsergebnisse für den Abtastvorgang von Objekten verbessern. Die Methodik des weitestgehend analytischen Arbeitens an mathematisch-mechanischen Modellen, welche erweitert (Vibrissenlagerung mit einstellbarer Steifigkeit und Dämpfung) und präzisiert (konische Vibrissenform, Vorkrümmung der Vibrisse) werden, bleibt im Fokus.

3. Methodisch dem modellbasierten, mechatronischen Entwurf nach VDI 2206 folgend, wird ein Machbarkeitsnachweis für ein intelligentes Bürstenelement integriert in ein Prototypsystem zur Detektion und Reinigung einer Testumgebung erbracht. Dabei ist auszuloten, wie weit die Integration von Sensor- und Aktorsystemen gehen kann. Zugleich wird aber auch die Möglichkeiten geprüft werden, ob ausgewählte Transmissionsfunktionen des biologischen Infektors Sinushaar auch auf die Gestaltungen technischer Effektoren übertragen werden können, eine noch eher visionäre Idee.