

Kraftregelungskomponente für die intraoperative Impedanzmessung der Wirbelsäule

Studentin



Chantal Keller

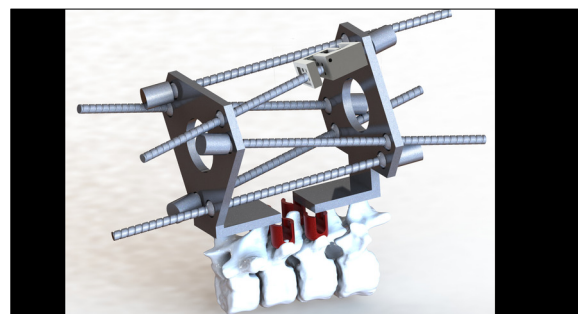
Ausgangslage: Operative Wirbelkörperversteifungen zur Behandlung von Skiosen sind dauerhaft und irreversibel. Das Verfahren hat Funktions- und Bewegungseinschränkungen der Wirbelsäule zur Folge. Eine Über- oder Unterkorrektur der Verkrümmung kann weitere Beschwerden verursachen. Langfristig sind zudem Überlastungsreaktionen benachbarter Wirbelsäulenabschnitte möglich. Angestrebt wird eine Vermeidung dieser unerwünschten Effekte durch neue Operationsmethoden mit Erhalt der Wirbelsäulenbeweglichkeit. Wesentliche Grundlage für die Entwicklung innovativer Operationsverfahren sind sehr genaue Kenntnisse der biomechanischen Kräfte zwischen den Wirbelkörpern. Ergebnisse aus ex vivo Untersuchungen geben nur unzureichend die physiologisch wirksamen Kräfte wieder. In einem noch zu entwickelnden Parallelroboter, dem sogenannten SpineBot, sollen präzise in vivo Messungen ermöglicht werden, indem die Wirbelsäule vom SpineBot bewegt wird. In diesen sollen deshalb geeignete Sensoren integriert werden. Als Herausforderung ergibt sich dabei die Dimensionierung der Kraftregelungskomponente aufgrund der Anforderungen an eine hohe Leistung bei sehr geringer Grösse des Sensorelements. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt daher auf der Konzeption einer geeigneten sensorischen Komponente, die eine intraoperative Messung von Kräften an den Bandscheiben adoleszenter Patienten mit Skoliose ermöglicht.

Ziel der Arbeit: Das Ziel der Projektarbeit für die intraoperative Impedanzmessung der Wirbelsäule ist die Konstruktion und Umsetzung einer Kraftregelungskomponente, um diese in einen Antriebsstrang des SpineBots zu implementieren. Es wird ein mechatronischer Prüfaufbau realisiert, für den ein Prototyp mit einem Sensor zur Positionsmessung entwickelt wird. Anhand von Nutzwertanalysen werden die Anforderungen an Grösse und Leistung definiert. Mittels Kraftberechnungen werden auf die wirkenden Kräfte geschlossen. Eine abschliessende Systembewertung dient der Aussage über die Funktionalität des Prototyps und Sensorkonzepts. Dieser wird zukünftig für die objektive Kraftmessung im SpineBot herangezogen.

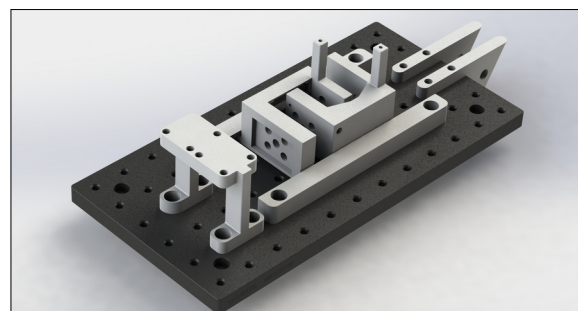
Ergebnis: Durch Einsatz mechanischer und elektromechanischer Komponenten wurde ein Prüfstand umgesetzt, in welchem der Prototyp getestet wurde. In ersten vergleichenden Messungen wurden verschiedene Sensoren auf ihre Funktionalität und Präzision untersucht. Unter Verwendung einer Laserdiode sowie eines linearen Bildsensors erfolgte eine absolute Messung der Diodenstrahlposition. Durch den Einsatz von Druckfedern im Prototyp wurde die Umrechnung der Position in die äquivalent

wirkende Kraft durchgeführt. Es wurde ein Versuchsaufbau erstellt, in welchem mittels Anbringen von Gewichtsscheiben an den Prototyp dessen Auslenkung mit zwei Seilzugsensoren sowie des CMOS-Bildsensors gemessen und verglichen wurde. Die Ergebnisse zeigten, dass die auftretende Reibung am Prüfstand die Messresultate beeinträchtigte. Der lineare Bildsensor bot jedoch eine sehr gute Reproduzierbarkeit der Werte. Er entsprach den gestellten Anforderungen an Grösse, Auflösung und Genauigkeit. Der Prüfstand kann damit wesentlich zur Entwicklung des Roboters zur Bestimmung der biomechanischen Kräfte eines Wirbelsegments beitragen.

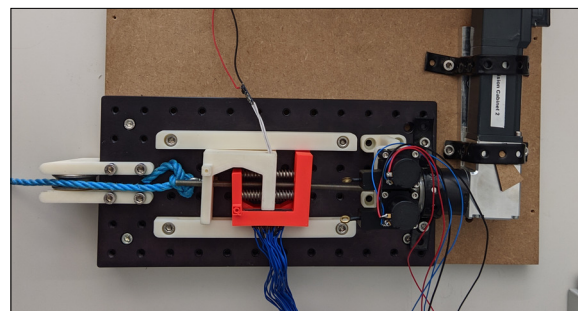
Integration des Prototyps in den SpineBot
Modifiziert nach Felix Erb



CAD-Darstellung des entwickelten Prüfstands
Eigene Darstellung



Realisierung des Prüfstands
Eigene Darstellung



Referentin

Prof. Dr. Agathe Koller

Themengebiet

Mechanics and Automation

Projektpartner

BIOMED-Lab, Dept of Biomedical Engineering, Universität Basel, Basel, BS