

Inverse Kinematik und Gestenerkennung für eine elektromagnetisch getrackte Hand

Conrad Reschop, con.nex@gmx.de

Berlin, Oktober 2016

Einführung

Diese Arbeit ist in das ZweckDOT-Projekt des Fachbereichs Medizintechnik eingebettet. Ziel dieses Projekts ist die taktile Stumpfabformung mittels einer elektromagnetisch getrackten Hand. In der vorliegenden Arbeit wird diese elektromagnetisch getrackte Hand digital rekonstruiert und auf dieser Basis eine robuste Gestenerkennung implementiert. Diese dient als Grundlage für eine zukünftige gestenbasierte Steuerung des Programmes zur Abformung.

Material und Methode

Für das Tracking der Hand stehen fünf 5DOF-Sensoren an den Fingerendgliedern sowie ein 6DOF-Sensor auf dem Handrücken zur Verfügung. Mittels inverser Kinematik wird aus diesen Informationen die vollständige Hand rekonstruiert und digital modelliert. Auf Basis des implementierten Handmodells wird mittels Methoden aus dem Bereich des *machine learnings* ein Klassifikator trainiert. Zu diesem Zwecke werden Messungen durchgeführt, während derer Probanden genau definierte Gesten ausführen. Zusätzlich wird eine Befragung zur Beurteilung von Ausführbarkeit und Eindeutigkeit der Gesten durchgeführt.

Ergebnisse

Das gewählte Handmodell stellt einen Kompromiss zwischen exakter Darstellung und kontrollierter Vereinfachung dar. Das invers kinematische Problem wird mithilfe eines modifizierten FABRIK-Algorithmus gelöst. Dabei entsteht eine gemittelte Abweichung der berechneten Positionen der Endeffektoren zu den gemessenen Zielpositionen von $1,87 \pm 2\text{mm}$. Die Handhaltung wird ausreichend genau abgebildet um eine Gestenerkennung zu ermöglichen. Die Gestenerkennung wird mithilfe eines quadratischen Diskriminanzanalyse-Klassifikators realisiert. In Verbindung mit einer manuell durchgeführten Merkmalsauswahl erreicht dieser bezogen auf die aufgezeichneten (nicht zum Training genutzten) Probandenmessungen eine Erkennungsquote von 100 % der Gesten bei völliger Abwesenheit von *false positives*. Auf Grundlage einer Probandenbefragung wurden acht Gesten ausgewählt, die von den Probanden als komfortabel und klar definiert angesehen wurden.

Inverse kinematics and gesture recognition for an electromagnetically tracked hand

Conrad Reschop, con.nex@gmx.de

Berlin, October 2016

Introduction

This work is embedded into the ZweckDOT-Project. The aim of this project is a tactile digital hand casting of residual limbs by the use of an electromagnetically tracked hand. The goal of the presented thesis is to reconstruct this electromagnetically tracked hand digitally and to implement a robust gesture recognition. This will serve as a basis to control the casting program via gestures in the future.

Methods

The hand tracking is performed with five 5DOF-sensors close to the fingertips as well as one 6DOF-sensor at the back of the hand. With this information, the entire hand is reconstructed and digitally modelled by means of inverse kinematics. Based on the implemented hand model, a classifier is trained with methods of *machine learning*. To this end test persons perform a predefined set of gestures and thereby generate data. Finally, a survey is conducted to assess the clearness and feasibility of the gestures.

Results

Regarding the modeling of the hand, a trade-off between exact representation and controlled simplification has been implemented. The inverse kinematical problem is solved by the use of an adapted FABRIK algorithm. There is a mean error of $1,87 \pm 2mm$ between the calculated positions of the endeffectors and the measured target positions. More importantly, the hand posture is sufficiently exact represented to allow a gesture recognition. The gesture recognition is realized by means of a quadratic discriminant analysis classifier. The feature selection of the classifier is manually adapted, which allows for a recognition rate of 100 % with zero false positives regarding the recorded data (which has not been used for training purposes). Based on a survey of test persons, eight gesture candidates have been selected. These gestures have been perceived by the test persons as comfortable and well defined.