

Kurzfassung

Robotersysteme für den chirurgischen Einsatz stehen bereits in einer Vielzahl an Kliniken zur Verfügung. Die heute erhältlichen Systeme sind meist für spezielle klinische Fragestellungen ausgelegt und eine flexible Einsatzmöglichkeit ist häufig nicht vorhanden. Das Ziel dieser Arbeit ist daher die Entwicklung eines Roboterarms, der sich für die flexible Instrumentenführung in der Chirurgie eignet. Dazu sind insbesondere die notwendigen Anforderungen abgeleitet und diskutiert. Diese Anforderungen dienen als Grundlage für das Konzept sowie für das umgesetzte Funktionsmuster. Das Funktionsmuster des seriellen Roboterarms verfügt über sechs elektrisch angetriebene Rotationsgelenke sowie am Endeffektor über ein passives Rotationsgelenk und einen sechsdimensionalen Kraftmomentensensor. Das zugrundeliegende Konzept zeichnet sich insbesondere durch eine nahezu klemmfreie Mechanik sowie eine integrierte Zustandsausgabe mittels mehrfarbig ansteuerbaren Leuchtdioden aus. Die klemmfreie Mechanik basiert auf einer Anpassung der seriellen Kinematik, sodass an jedem Gelenk eigenkollisionsfreie Mehrfachumdrehungen möglich sind. Die mechanischen Strukturen des Funktionsmusters bestehen zu wesentlichen Teilen aus dem Kunststoff Polyamid. Zur Handführung ist eine Nachgiebigkeitsregelung implementiert. Das Funktionsmuster des Roboterarms wiegt insgesamt 7,5 kg, besitzt eine Nenntaglast von 2 kg und lässt sich an der Normschiene des Operationstisches befestigen. Exemplarische Untersuchungen zeigten eine Nachgiebigkeit von etwa 6,6 mm bei einer Last am Endeffektor von 1 kg. Eine erste, nicht-klinische Erprobung erfolgte mit Chirurgen der Charité – Universitätsmedizin Berlin.

Abstract

Robotic systems for surgical use are already present in a number of clinics. However, the available systems are usually designed for specific clinical questions and a flexible application is rarely possible. Therefore, the aim of this work is the design of a robotic arm which enables flexible instrument guidance in surgery. In particular, the requirements for such a device are derived and discussed. These requirements serve as a basis for the concept as well as the implemented functional model. The functional model of the developed serial robotic arm is equipped with six electrically driven rotary joints, one passive rotary joint functioning at the end effector and a six-dimensional force torque sensor. The underlying concept is particularly characterized by an almost pinch-free mechanism and an integrated status output utilizing multi-coloured LEDs. The pinch-free mechanism is based on adapted serial kinematics, allowing for multiple, intrinsically collision-free revolutions at each joint. The mechanical structure of the functional model is mainly composed of polyamide. For hand manual guidance a compliance control is implemented. The functional model of the robotic arm weighs a total of 7.5 kg, has a nominal load of 2 kg and can be attached to the rail of the operating table. Experimental studies showed a compliance of about 6.6 mm for a given load at the end effector of 1 kg. A first non-clinical test was carried out with surgeons of the Charité – Universitätsmedizin Berlin.