

## Robotik in der Medizintechnik: Miniaturisierung durch Integration

*Komplettlösungen aus dem anspruchsvollen Segment der Integrated Motion Devices eröffnen Herstellern neue Möglichkeiten zur Miniaturisierung von Medizintechnikprodukten im Bereich Surgical Systems und Robot Assisted Surgery.*



*Autor:  
Andrija Feher,  
CTO und Gründer  
Synapticon  
[www.synapticon.com](http://www.synapticon.com)*

Die jüngsten Innovationen in der Robotik im Bereich der Integrated Motion Devices schaffen neue Möglichkeiten zur Miniaturisierung von Surgical Systems- und Robot Assisted Surgery-Produkten. Je näher die Maschine am Patienten zum Einsatz kommt, desto filigraner muss sie sein – und damit auch ihre Komponenten, insbesondere die Bewegungssteuerung. Ebenso gilt: Je kompakter ein Roboter ist, desto agiler und flexibler ist er im Einsatz, worauf es bei Chirurgie-Robotern ganz besonders ankommt. Mit der Anzahl der Achsen steigt jedoch das Gewicht, weshalb die erforderlichen Bauteile so kompakt und leicht wie möglich sein müssen. Die Miniaturisierung senkt das Gewicht, was die Geräte mobiler, aber auch sicherer macht, speziell Geräte, die der Chirurg mit der eigenen Hand führt. So liegt

der Vorteil einer integrierten Messung von Kraft und Drehmoment darin, dass Hersteller keine zusätzliche Elektronik im Gerät einbauen müssen, die zusätzliches Gewicht mit sich bringt.

### **Miniaturisierung gelingt am besten durch Integration**

Durch integrierte Komponenten, die mehrere Funktionen in einem System vereinen, lässt sich

ein Roboter wesentlich einfacher in Konstruktion und Aufbau – und damit schneller – realisieren. Medizintechnikhersteller können somit die Time-to-Market erheblich beschleunigen. Neue Produkte benötigen oft sechs bis sieben Jahre Entwicklungszeit und auch die Zertifizierung beansprucht viel Zeit und Kosten. Je mehr Achsen ein Medizintechnik-Roboter hat, desto kostenintensiver sind Entwicklung und Produktion. Im Gegensatz zu kompletten Inhouse-Entwicklungen sämtlicher Komponenten senken Integrated Motion Devices zudem deutlich die Kosten des gesamten Systems. Der modulare Aufbau, der durch miniaturisierte und integrierte Komponenten möglich wird, vereinfacht neben der Produktion auch die Wartung und Reparatur von Medizintechnik-Robotern.

## Hohlachsarchitektur

Hier kommt bei einem Integrated Motion Device neuester Bauart die Hohlachsarchitektur zum Tragen, so dass die Daten- und Stromversorgung wesentlich platzsparender und einfacher integrierbar ist. Im Prinzip entstehen in der Medizintechnik durch Lösungen dieser Art die gleichen Vorteile wie in der Leichtbaurobotik. Miniaturisierte Motion Control-Komponenten sind vor allem bei den Achsen sinnvoll, die etwas schwerer und größer sind. Dies gilt vor allem, weil bei Robotern mit fünf, sechs oder sieben Achsen bereits große Hebelkräfte auftreten und die Systeme entsprechend leicht sein müssen.

## Effiziente Ansteuerungs- und Regelungstechnik

Der Software-Stack für ein Integrated Motion Device umfasst besonders effiziente Ansteuerungs- und Regelungstechnik, die auch bei kleinen Platzverhältnissen minimale Abwärme erzeugt, was dem Leistungsgrad und der Leistungsdichte zugutekommt. Eine moderne Lösung dieser Art unterstützt dezentralisierte Antriebssysteme sowohl hinsichtlich der mechanischen Integration als auch im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit der Achsregelungsfunktionen, durch die zentrale Motion Controller entlastet werden können. Diese Funktionsmerkmale sind gerade in der Medizintechnik von großem Vorteil.

## Funktionale Sicherheit auf hohem Niveau

Ein weiterer sehr wichtiger Aspekt bei der miniaturisierten Steuerungstechnik ist die funktionale Sicherheit. Obwohl es keine speziellen Industriestandards für Safety-Architekturen bei Medizintechnik-Robotern gibt, sind die Vorgaben aus dem Bereich der Industrierobotik entscheidend, um auch für automatisierte Medizintechnikprodukte eine hohe funktionale Sicherheitsqualität, in der Robotik auch als Safety bezeichnet, zu gewährleisten. Tatsächlich ist fast in keinem Anwendungsbereich der Robotik die funktionale Sicherheit so wichtig wie in der Medizintechnik.

Für die Mensch-Roboter-Kooperation sind unter anderem die folgenden Funktionen entscheidend:

- STO (Safe Torque Off) verhindert ein ungeplantes Wiederanlaufen des Laufwerks. STO ermöglicht sicheres Arbeiten und hat ein breites Einsatzspektrum bei bewegten Achsen.
- SBC (Safe Brake Control) ermöglicht die sichere Ansteuerung einer Haltebremse. Die Funktion wird immer parallel zu STO aktiviert und mit STO oder SS1 verwendet. Das verhindert die Bewegung einer Achse im drehmomentfreien Zustand.
- SS1 (Safe Stop 1) bewirkt ein schnelles und sicheres Anhalten des Motors und führt zu einem Stillstand.
- SS2 (Safe Stop 2) schaltet einen Motor schnell und sicher ab. Wenn der Motor stillsteht, wird ein sicherer Betriebsstopp (Safe Operating Stop, SOS) ausgelöst.
- SLS (Safely Limited Speed) stellt sicher, dass der Antrieb eine definierte Drehzahlgrenze nicht überschreitet und löst bei Überschreiten eine Fehlerreaktion aus.
- SLP (Safely Limited Position) überwacht, dass der Antrieb (und damit das vom Antrieb bewegte Element) definierte Endlagen nicht überschreitet.
- SLT (Safely Limited Torque) ermöglicht die Reduzierung des Drehmomentes innerhalb einer definierten Zeit. Wenn das Drehmoment die SLT-Überwachungsgrenze überschreitet, reagiert der Antrieb mit einem „sicheren Stopp“.

Eine moderne Servoantriebsplattform im Kleinspannungsbereich kann heute somit ein umfassendes Spektrum an Funktionen auf einem hohen Sicherheitsleistungsniveau abdecken. Eine breite Palette von SIL3 PLE-zertifizierten Safety- und Safe Motion-Funktionen steht hierbei über FailSafe over EtherCAT (FSoE) bereit. Der entscheidende Vorteil liegt hierbei in der einfachen Verbindung aller Komponenten über ein einziges Kabel und Protokoll. In einem kompakten und energieeffizienten System sind Motor/Achse, Laserscanner, Steuerungshardware und Software so verbunden und aufeinander abgestimmt, dass eine intelligente Motion Control mit wesentlich weniger Technikaufwand und Platzbedarf zur Verfügung steht. Eine Safe Motion-Komponente ist physisch zwischen dem Prozessormodul und dem Antriebsmodul montiert. So kann die Sicherheitserweiterung sicherheitskritische Signale überwachen, generieren und empfangen, ohne dass die vorhandene Hardware geändert oder eine komplexe Verkabelung der Lösung vorgenommen werden muss. Die beschriebenen Sicherheitsfunktionen sind alle über FSoE oder I/O verfügbar.

Ein Integrated Motion Device mit integriertem Bremssystem schützt den Motor vor ungewollten Drehbewegungen, was ideal für Motion Control-Systeme wie Roboterarme, aber auch



mobile Roboter ist. Die Motordrehzahl wird auf ein niedriges Niveau reduziert, bevor die Bremse einrastet. Die Bremse verhindert eine ungewollte Drehbewegung des Motors, etwa bei einem Stromausfall. Das integrierte Bremssystem ist sehr kompakt, was 60 bis 90 % Platz und 50 bis 90 % Gewicht spart im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise.

## Mehr Integration bedeutet mehr Freiheit für Entwickler

Mit zunehmendem Integrationsgrad gewinnen Entwickler mehr Freiheit, um noch bessere Systeme zu bauen. Die Herausforderung dabei auf der Zuliefererseite: Je mehr Funktionen in eine hochentwickelte Robotik-Komponente wie ein Integrated Motion Device integriert werden, desto mehr Expertise ist in allen Teilbereichen erforderlich, also Encoder, Leistungselektronik, funktionale Safety und Echtzeit-Kommunikation. Spezialisierte Anbieter wie Synapticon bedienen dieses Segment mit kompakten, flexibel einsetzbaren sowie besonders sicheren und effizienten Lösungen.

## Wer schreibt:

Das Team von Synapticon setzt sich aus Technologie-Enthusiasten aus der ganzen Welt zusammen, mit Fachkenntnissen in verschiedenen Bereichen des Engineerings und Managements. Gemeinsame Leidenschaft ist es, fortschrittliche Technologien und anspruchsvolle Produkte zu entwickeln, Kunden in herausfordernden Aufgaben zu bedienen und ein innovatives und nachhaltiges Unternehmen aufzubauen. ◀