

Wie aus Diagnosebildern massgefertigte Prothesen werden

Personalisierte Prothesen aus Computerdaten

Immer schneller und individueller werden Gelenkprothesen für Knie, Hüfte oder Schulter gefertigt. Eine neue Technologie von Siemens nutzt Diagnosebilder als Basis für die Herstellung. Dies ebnet den Weg für die automatisierte Fertigung massgeschneiderter Prothesen.

Wissenschaftler von Siemens Corporate Technology in Princeton/New Jersey (USA) haben zusammen mit den Geschäftseinheiten Siemens PLM Software von Industry Automation und Siemens Motion Control sowie grossen Herstellern orthopädischer Implantate einen neuen Prozess entwickelt. Er vereint medizinische Bildgebung und moderne Fertigungsmethoden. Bilder aus Computer- (CT) und Magnetresonanztomographen (MRT) werden hier automatisch in personalisierte Prothesen für Knie, Hüfte, Schulter und andere Gelenke übersetzt.

Die neue Technologie verspricht, Planungsphasen bei Operationen zum Gelenkersatz enorm zu verkürzen. Zugleich ermöglicht sie

eine präzisere Fertigung der Prothesen. Egal ob ein orthopädischer Chirurg ein Knie, eine Schulter, eine Hüfte oder ein anderes Gelenk ersetzt: Die Prothese muss sich so exakt wie möglich in die Körperumgebung einfügen. Als ersten Schritt der Operationsplanung machen die Ärzte eine 3D-Aufnahme des betroffenen Bereichs. Allerdings visualisieren solche Scans nur die Abgrenzung zwischen Knochen und Weichgewebe. «Unsere patentierte Software hingegen bietet eine automatische Bildsegmentierung, die den Bildinhalt erkennt und die Knochengrenzen nachzeichnet», sagt Dr. S. Kevin Zhou, Leiter einer Forschungsgruppe mit dem Schwerpunkt Bildanalyse bei Corporate Technology in den USA. Bisher wurde eine solche Segmentierung

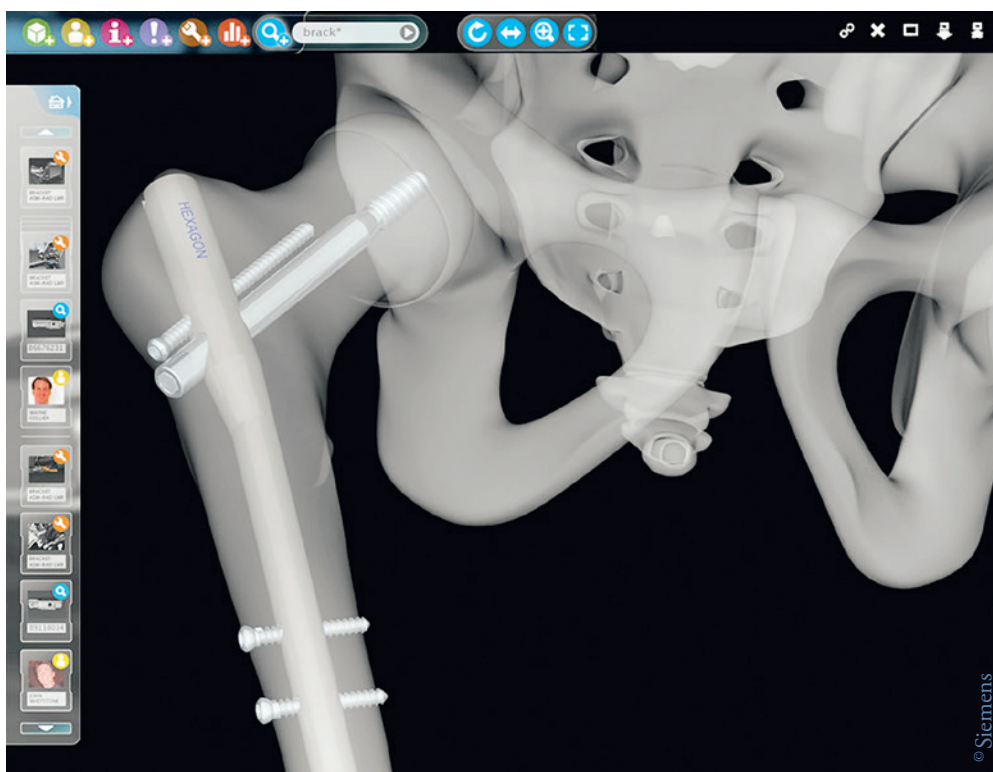
manuell vorgenommen. Techniker markierten Punkte entlang der unregelmässigen Knochengrenzen, um genaue Grenzlinien des Knochens zu erhalten – eine mühsame Arbeit. «Mit unserer Software dauert der ganze Prozess nur rund eine Minute», so Michael Sofka, Spezialist für Ultraschallsegmentierung.

Alles im Blick

Wie auch bei anderen Software-Anwendungen, die Zhou entwickelt hat, basiert sein Erkennungssystem für Knochen auf maschinellem Lernen. Anhand von Tausenden von Bildern lernt das Programm Orientierungspunkte zu erkennen, also Charakteristika, die alle Beispiele innerhalb einer Zielgruppe gemeinsam haben. «Das System erlernt die Muster der Gelenke, bis es die einzelnen Bilder mit dem anatomischen Kontext in Verbindung bringen kann. Dann testen wir anhand von neuen Bildern, ob es auch die richtigen Dinge lernt. Das Programm führt eine automatische 3D-Bildsegmentierung durch. Es trennt den Knochen dreidimensional vom Weichgewebe und erstellt alle relevanten 3D-Knochenrepräsentationen bis zu einer Detailgenauigkeit von rund 0,5 mm», erklärt Zhou. Die Ergebnisse hätten gezeigt, dass das System sehr nahe an die Qualität einer manuellen Markierung herankommt. «Da es sich aber um ein lernendes System handelt, erwarten wir, dass es mit der Zeit immer besser wird.»

Exakter 3D-Output

Der Output der neuen Software ist so exakt, dass er auf eine zweite Anwendung übertragen werden kann, die eine individuelle 3D-Schablone für den Chirurgen entwirft. Damit kann der Knochen für die Prothese vorbereitet werden. Bevor die Software eine Schablone erstellt, «liefert sie einen Operationsplan zur Überprüfung durch den Chirurgen», sagt Dr. Tong Fang, Experte für Fertigungstechnik. «Der Plan gibt



Massgeschneidert: Ob Knie oder Hüfte – eine patentierte Siemens-Software hilft, Prothesen so gut wie möglich an den Körper anzupassen.

die Masse des Knochens an, der durchgesägt werden muss, um das Einsetzen der Prothese vorzubereiten. Die Schablonen lassen sich mithilfe der neuen Technologie des «Additive Manufacturing» – auch 3D-Druck genannt – schnell und kostengünstig herstellen. Dabei werden winzige Kunststoffkörner bei hoher Temperatur und hohem Druck in übereinanderliegenden Schichten aufgesprüht.»

Durch ihre Verbindung entstehen komplexe Gebilde. Die wichtigsten Schritte im gesamten Prozess sind die Fertigung von 3D-CAD-Modellen, die als Vorlagen für individuelle Kunststoffschablonen genutzt werden, sowie die Fertigung der Metallimplantate mit einer fünfachsigen CNC-Werkzeugmaschine. Die Modelle werden mithilfe der Anwendungssoftware NX erstellt, ein computergestütztes Programm von Siemens PLM Software zur Konstruktion, Fertigung und technischen Analyse. NX kann ausserdem die Bearbeitungswege der Werkzeugmaschine automatisch simulieren, um das Implantat optimal auf die Anatomie des Patienten abzustimmen.

Das numerisch gesteuerte Programm wird dann an eine Fräsmaschine übertragen, damit die beste Oberflächenqualität bei geringstmöglicher Bearbeitungszeit erzielt wird. «Wenn das Gelenk geöffnet ist, positioniert der Chirurg die patientenspezifische Schablone über dem Knochen, an dem die Prothese befestigt wird», sagt Fang. «Er sägt dann den Knochen genau entlang der Öffnungen in der Schablone. Alles wurde vorher virtuell simuliert und optimiert, damit auf dem OP-Tisch keine Fehler passieren.»

Individualisiert

Laut Fang und Zhou wird die Personalisierung von Gelenkersatzoperationen auch die Prothese selbst mit einschliessen müssen. Einstweilen werden Metallimplantate hauptsächlich in vordefinierten Grössen gefertigt. «Genauso leicht, wie sie automatisch individuelle Operationschablonen produziert, kann unsere Technologie auch dafür verwendet werden, automatisch patientenspezifische Prothesen herzustellen», erklärt Fang.

Die fortschreitende Integration medizinischer Bildgebung und moderner Fertigung macht eine auftragsbasierte Konstruktion möglich, die man eher mit einer flexiblen Industriefertigung als mit einem Spital verbinden würde. Dafür sorgt die Software Teamcenter von Siemens PLM Software. Sie bietet eine einheitliche Plattform für alle Aspekte des «Engineer-to-Order-Prozesses» für einen Patienten. «Dort liegen alle Bilder und die Segmentierung», sagt Fang. «Die Operationsplanung samt der endgültigen Version der patientenspezifischen Schablone sowie der Operationsbericht werden dort gespeichert. Kurz gesagt: Teamcenter ist die Schnittstelle zwischen der digitalen Welt und den Daten für die reale Fertigung.»

Das Programm wird bereits von vielen Medizintechnik-Herstellern verwendet. Dabei vereinfacht Teamcenter die bevorstehende Automatisierung des Gesamtprozesses von der Bildgebung bis zur additiven Fertigung patientenspezifischer Schablonen und später auch personalisierter Implantate. Weltweit wird

die Bevölkerung immer älter. Der neue Prozess samt der NX- und Teamcenter-Software könnten hier genau die richtige medizinische Unterstützung bieten.

Weitere Informationen

Siemens Schweiz AG
Freilagerstrasse 40
8047 Zürich

www.siemens.ch



Die neue Technologie verspricht, Planungsphasen bei Operationen zum Gelenkersatz enorm zu verkürzen. Zugleich ermöglicht sie eine präzisere Fertigung der Prothesen.



Aastra
A Mitel Company

www.aastra.ch

Sie würden auch nicht mit der Gartenschere operieren.

Präzision wird bei Aastra grossgeschrieben. Mit einem massgeschneiderten Kommunikationssystem von Aastra erhöhen Sie die Produktivität Ihrer Organisation: Zur klassischen Telefonie oder Voice over IP (VoIP) kommen sinnvolle Anwendungen wie Alarmierungs- und Mobilitätslösungen, Anbindung an Outlook™ und interne Datenbanken, Präsenzmanagement oder Konferenzlösungen. Aastra Lösungen sind in Unternehmen jeder Branche und Grösse zuhause.

Aastra optimiert Ihre Geschäftskommunikation. **Aastra Telecom Schweiz AG**