

BESSERES VERSTÄNDNIS VON KRANKHAFTEN GEFÄSSERWEITERUNGEN

Patientenspezifische Simulation

MATHIAS JIRKA

Ein aktuelles Forschungsprojekt zielt darauf ab, Krankenhausärzten zu ermöglichen, Rissgefahr und Operationsrisiko zerebraler Aneurysmen besser abzuwägen. Hierunter versteht man eine spindel- oder sackförmige, permanente Erweiterung des Querschnitts von arteriellen Blutgefäßen im Gehirn. Ursache ist meist Arteriosklerose. Zerreißt ein solches Aneurysma, ist ein Schlaganfall oder eine Hirnblutung die Folge. Das Projektteam arbeitete eng mit ANSYS zusammen, um Ingenieurssoftware besser in den biomedizinischen Prozess zu integrieren.

Das @neurIST-Projekt (www.aneurist.org) hat gezeigt, wie verschiedene Werkzeuge und Verfahren (eine so genannte „Tool Chain“) erfolgreich verknüpft werden und zusammenwirken, um komplexe Aufgaben wie das Modellieren und die Simulation von Aneurysmen zu automatisieren. Im nächsten Schritt wird nun versucht, eine patientenspezifische Behandlung für diese lebensbedrohliche Krankheit zu entwickeln. Die Tool Chain ist dabei entscheidend für eine zuverlässige Vorhersage der Rissgefahr: Sie kombiniert verschiedene unabhängige Werkzeuge in einer integrierten Umgebung, in der das Resultat des einen

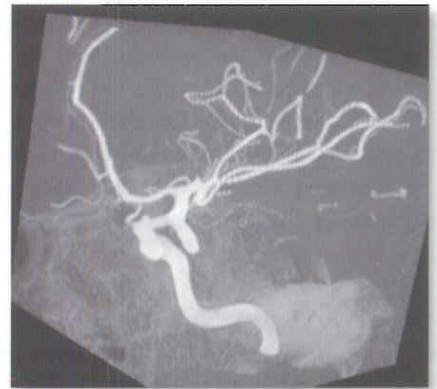
Werkzeugs als Ausgangswert für das andere genommen wird.

Der daraus entstehende Ablauf verbindet mehrere Stränge mit Patientendaten – unter anderem Scans aus der Computertomographie, Röntgenbilder, Angiogramme (Darstellung von Blutgefäßen mittels diagnostischer Bildgebungsverfahren) und andere Routineuntersuchungen – und wandelt sie in dreidimensionale Daten um, die wiederum die Basis für die Simulation mit der ANSYS-Software bilden.

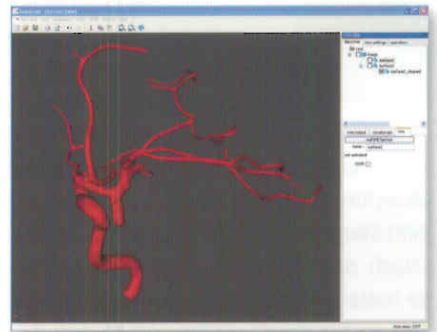
Die Resultate können in andere @neurIST-Softwareprogramme eingelesen werden und ermöglichen es Ärzten und Forschern an Krankenhäusern, Universitäten und bei Medizingeräteherstellern, patientenspezifische Behandlungsmöglichkeiten zu entwickeln. Die derzeitigen operativen Eingriffsmöglichkeiten bringen ein beträchtliches Risiko mit sich. Der Ansatz von @neurIST wird es den Medizinern aber gestatten, die Rissgefahr im Verhältnis zum Operationsrisiko besser abzuwägen. Die Projektpartner sammeln und analysieren zurzeit klinische Daten, um optimale Vorgehensweisen zu entwickeln und möglicherweise den Ursachen der Ruptur auf den Grund zu gehen.

Positive Resonanz von Klinikärzten

Das Ziel des @neurIST-Projekts ist eine verbesserte Behandlung von Aneurysmen durch neue Erkenntnisse, individuelle Risikobewertung und Methoden für die Entwicklung von neuen medizinischen Instrumenten und aussagekräftigeren Behandlungsprotokollen. Das Projekt verschmilzt diagnostische und aus der Simulation gewonnene Daten zu ei-



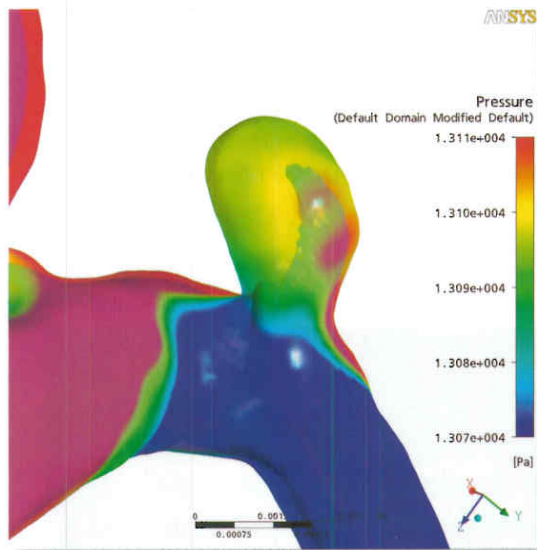
Ultraschallbild eines Aneurysmas.



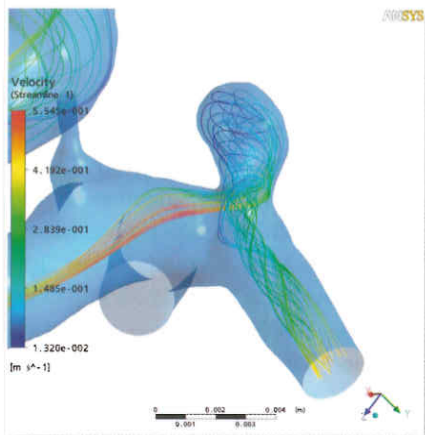
Dreidimensionale Darstellung einer Arterie, basierend auf medizinischen Bilddaten, mit @neuFUSE, einem Modul innerhalb der @neurIST-Software, erzeugt. Die Daten bilden die Grundlage für die Simulation.

ner kohärenten Darstellung des Patientenzustands.

„Das jetzt Erreichte ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur individuellen Risikoeinschätzung, was nicht notwendige Behandlungen um die Hälfte und mehr reduzieren könnte und Kosteneinsparungen von hunderten Millionen Euro pro Jahr mit sich bringt. Abgesehen davon sind die persönlichen und familiären



Ein Aneurysma ist die Ausweitung einer geschwächten Arterienwand, wodurch ein ständiges Risiko des Aufreißens besteht. @neurIST ist mit ANSYS eine Partnerschaft eingegangen, um technische Simulation in ein Projekt zu integrieren, das als Ziel die patientenspezifische Risikovorhersage hat. Der Bildausschnitt zeigt die Strömung im Aneurysma. Die Farben bilden den Druck auf die Arterienwände und das Aneurysma ab.



Die Strömungslinien aus der Simulation zeigen den Strömungsverlauf innerhalb eines Aneurysmas. Diese Art von Information kann von Ärzten, Forschern, Medizingeräteherstellern und anderen für die individuelle Risikoeinschätzung und die patientenspezifische Behandlung verwendet werden.

Bilder: @neurIST-Projekt

Folgen von Aneurysmarupturen schrecklich“, gibt Alejandro Frangi von der Universität Pompeu Fabra in Barcelona, die das @neurIST-Projekt koordiniert, zu bedenken. „Wir haben die Tool Chain für eine umfängliche Beurteilung Klinikärzten und Chirurgen zur Verfügung gestellt und die Resonanz war ausgesprochen enthusiastisch“, sagt Frangi. „Acht von zehn Ärzten sehen das System im baldigen klinischen Einsatz.“

Der modulare Ansatz des Projekts erlaubt den schnellen Verbund der unterschiedlichen Werkzeuge und Verfahren mit der Software von ANSYS. Dadurch lassen sich die Ergebnisse schnell beurteilen und Handlungsempfehlungen für die Behandlung zerebraler Aneurysmen geben.

Strömungssimulation von Stents und Spiralen

Die Ergebnisse des kollaborativen @neurIST-Projekts werden von anderen Werkzeugen genutzt, von denen einige auf der ANSYS-Software basieren: das @neuENDO-Programmpaket kann beispielsweise den Entwurf von medizinischen Geräten wie Stents oder Spiralen optimieren und individuell anpassen. „@neuENDO ermöglicht es dem Entwickler, die Auswirkungen der Fluid-Dynamik und von Strukturbelastungen innerhalb der Arterien zu beurteilen und den Nutzen von alternativen Stents einzuschätzen, indem die Fähigkeit von ANSYS zur Simulation von Fluid-Struktur-Wechselwirkungen genutzt wird“, fügt Derek Sweeney vom ANSYS-Partner IDAC Ireland hinzu.

to ■

KENNZIFFER: DEM17391

Dr. Ian Jones, Technischer Leiter bei ANSYS UK, über die Marktreife des Simulationswerkzeugs für krankhafte Gefäßweiterungen im Gehirn sowie über Ergebnisse einer klinischen Studie zur Anwendung der FEM-Lösung durch Ärzte.

DEM: Bitte beschreiben Sie Ihre Aufgabe beim @neurIST-Projekt.

Ian Jones: Ich arbeite mit meinem Team im Rahmen des @neurIST-Projekts an der Weiterentwicklung der Tool Chain, die verschiedene Werkzeuge und Verfahren verknüpft, unter anderem auch ANSYS-Simulationssoftware für die Strömungsdynamik und die Strukturanalyse, um das Rupturrisiko eines Aneurysmas zu bestimmen. Neben der applikations-spezifischen Anpassung der Software müssen wir aus den bei der Simulation anfallenden großen Datenmengen die klinisch relevanten herausfiltern.

DEM: Wann ist die Marktreife für diese medizintechnische FEM-Lösung erreicht?

Ian Jones: Momentan wird das Projekt in klinischen Studien geprüft, wo es eingesetzt wird, um die Diagnose und die Behandlung zu verbessern. Die Behandlungsmethode wird immer von Klinikärzten bestimmt werden, und @neurIST ist nur eines der ihnen zur Verfügung stehenden Werkzeuge. Möglicherweise wird es noch eine zeitlang dauern, bis die neue Technologie zur Routine wird, aber der Anfang ist gemacht.

DEM: Können Sie bereits die Kosten beziffern, die einer Klinik bei der Einführung der Lösung entstehen?

Ian Jones: Es ist zu früh, die Kosten der Lösung zu quantifizieren. Im Moment ist es noch ein Forschungsprojekt und wird im Anschluss von den beteiligten Partnern vertrieben.

DEM: Klinikärzte sind keine Simulationsfachleute. Wie wird die Lösung für Klinikärzte leicht anwendbar und damit alltagstauglich gemacht?

Ian Jones: Es ist wichtig, dass die Methode den Klinikärzten einfach zugänglich ist. Dies bedeutet, dass die technischen Simulationsaspekte dem Anwender verborgen bleiben, aber dennoch mittels Qualitätskontrolle und Tests sichergestellt wird, dass die Ergebnisse sinnvoll und aussagekräftig sind. Das @neuFUSE-



Modul wurde auf Grundlage dieser Grundsätze entwickelt, so dass Klinikärzte die Bilddaten verarbeiten und aufbereiten können, danach die 3D-Geometrie erzeugen, das Vernetzen und die Simulation durchführen, und die Ergebnisse abfragen, und dies alles in derselben Software-Umgebung.

DEM: Sie haben aktuelle klinische Studien erwähnt...?

Ian Jones: Ja, das Modul wurde in einem Workshop der European Society of Minimally Invasive Neurological Therapy sehr erfolgreich getestet: Dr. Alberto Marzo und Dr. Pankaj Singh von der Universität Sheffield veranstalteten einen praxisorientierten Workshop über @neuFuse. Insgesamt 36 Teilnehmer, hauptsächlich Klinikärzte, führten eine CFD-Analyse eines zerebralen Aneurysmas mit der aktuellen Software-Version durch.

DEM: Gibt es Aussagen über die Motivation der Klinikärzte, am Workshop teilzunehmen?

Ian Jones: Ja, diese wurden über einen Fragebogen erfasst: Unsicherheiten bei der Behandlung von nicht gerissenen zerebralen Aneurysmen war die Hauptmotivation für 47 Prozent der Teilnehmer, bei dem Workshop mitzumachen.

DEM: Wie beurteilten die Teilnehmer die Softwaretools für ihre speziellen Zwecke?

Ian Jones: 84 Prozent der Teilnehmer glaubten, dass die Software sinnvoll in einer Poliklinik zur Diagnose eingesetzt werden könnte. 69 Prozent zeigten Interesse daran, an multizentrischen Erprobungen teilzunehmen, sobald die Software verfügbar ist. 86 Prozent waren in der Lage, alle Schritte der Analyse durchzuführen.

DEM: Herr Dr. Jones, vielen Dank für das Gespräch.

Das Interview führte Thomas Otto.