

Explodierende Körper

Anschauliche und manipulierbare 3D-Modelle realer Patienten: Was findige Computergraphiker heute austüfteln, könnte schon bald in Diagnose, OP-Planung und Ausbildung einfließen.

Von Mag. Michael Kraßnitzer, MAS

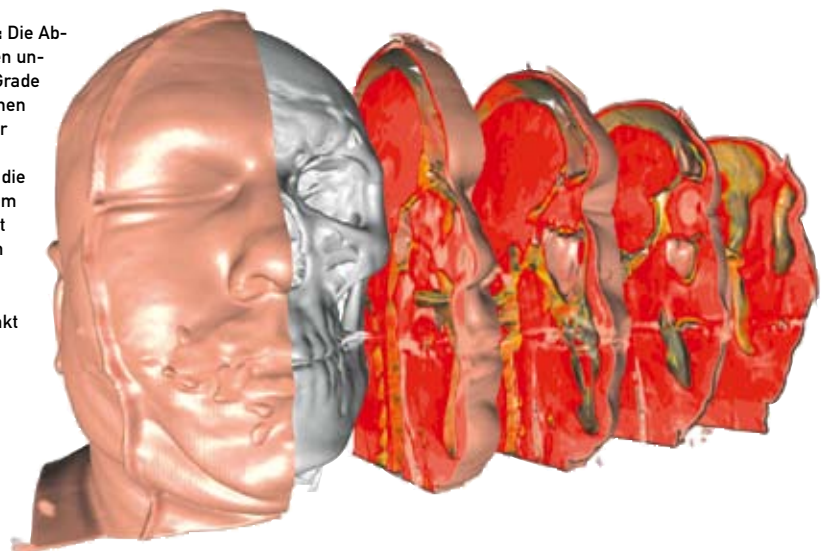
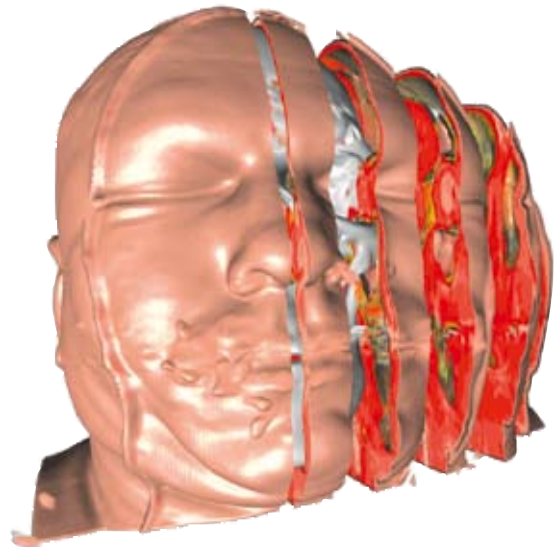
Die Hand am Joystick, den Blick auf den Bildschirm, fliegt man durch eine beengende Höhlenlandschaft, immer auf der Jagd nach gefährlichen Polypen. Was sich anhört wie der Kampf gegen Aliens in einem Videospiel, ist nichts anderes als eine Beschreibung der virtuellen Koloskopie: Auf Basis einer Computertomographie wird im Rechner ein dreidimensionales Modell des Dickdarmes erstellt. Durch diese künstliche Welt wird eine vom untersuchenden Mediziner gesteuerte virtuelle Kamera geschickt, durch deren Objektiv er nach Gewächsen im unteren Teil des Verdauungstraktes Ausschau hält. Die virtuelle Koloskopie könnte bald Standard werden. Mittlerweile lassen sich Polypen mittels virtueller Koloskopie mit der gleichen Sicherheit aufspüren wie mittels herkömmlicher Darmspiegelung. Doch die Trefferquote erreicht bei beiden Verfahren nicht 100 Prozent. Polypen können – virtuell ebenso wie in der Realität – in tiefen Einsenkungen oder hinter Vorwölbungen verborgen bleiben und sich so dem Blick des Arztes entziehen.

Illustrative Visualisierung

In Zukunft jedoch könnte die virtuelle die reale Untersuchung in punkto Treffergenauigkeit hinter sich lassen. Denn im Computer kann man mit dem 3D-Modell Dinge anstellen, die mit dem realen Dickdarm eines Patienten unmöglich zu bewerkstelligen sind: „Man könnte den virtuellen Darm straff ziehen, aufschneiden und aufklappen“, schlägt Dr. Dr. Ivan Viola vor: „Die Polypen wären dann einfacher und sicherer zu erkennen.“ – Eine Methode, die freilich noch Zukunftsmusik ist. Viola, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Computergraphik und Algo-

rithmen der Technischen Universität Wien, gehört zu einer über die ganze Welt verstreuten Community, die sich mit der so genannten Illustrativen Visualisierung für den Medizinbereich beschäftigt. Dabei werden auf Grundlage von Daten aus unterschiedlichen bildgebenden Verfahren möglichst anschauliche und informative dreidimensionale Darstellungen von Körperteilen und –regionen konkreter Patienten erstellt. Solche Modelle dienen schon jetzt der Diagnose – etwa bei der virtuellen Koloskopie – und der Operationsplanung (siehe Kasten) und könnten in Zukunft auch im Rahmen der medizinischen Ausbildung zum Einsatz kommen. Auf der alljährlichen Hauptkonferenz der Europäischen Computergraphik-Vereinigung Eurographics, die heuer in Wien stattfand, organisierte Viola ein Tutorial, bei dem die neuesten Entwicklungen dieser Disziplin präsentiert wurden. ...

Exploded View: Die Abbildungen zeigen unterschiedliche Grade der physikalischen Simulation einer Explosionsdarstellung. Durch die Kräfte, die in dem Modell simuliert werden, können sich die Teile – hier auf eine Achse beschränkt – auseinander bewegen.





Abstraktion statt Fotorealismus

In der Computergraphik ging es lange Zeit vor allem um die Herstellung zwei- oder dreidimensionaler Bilder, die nicht von photographischen Bildern zu unterscheiden sein sollten. Ab 1990 wich das Bemühen, die Wirklichkeit täuschend echt zu imitieren, zunehmend dem Bestreben, möglichst anschauliche Bilder zu generieren. Abstraktion statt Fotorealismus, lautete von nun an das Motto.

Gerade im medizinischen Bereich sind fotorealistische Darstellungen wenig aussagekräftig: anatomische Details lassen sich auf Fotos nur schwer unterscheiden, viele Objekte werden von anderen verdeckt. Die illustrative Visualisierung arbeitet nach den gleichen Prinzipien wie die traditionelle medizinische Illustration: Überflüssiges wird weggelassen, man strebt nach klaren, einfachen und eindeutigen Formen und

die Aufmerksamkeit wird mit diversen wahrnehmungspsychologischen Tricks auf die entscheidenden Stellen gelenkt. Auch die Farbgestaltung erfolgt nach traditionellem Muster: Arterien werden rot, Venen blau, Nerven gelb, Knochen grau gefärbt. Der Unterschied zur herkömmlichen medizinischen Illustration: Das Modell ist dreidimensional („Volumenrendering“ heißt das entsprechende Verfahren). Und dahinter steckt nicht künstlerisches Handwerk, sondern ausgefeilte Software.

Aufschneiden. Ausklappen

Basis der illustrativen Visualisierung sind Patientendaten, die mittels unterschiedlicher bildgebender Verfahren gewonnen wurden, vor allem mittels Computertomografie. Es ist ein aufwändiger Prozess, erstmals aus CT-Daten eine anschauliche 3D-Darstellung zu produzieren. Doch existiert eine

Durch die uneingeschränkte Bewegung der einzelnen Teile wird das Schädelinnere als Fokusobjekt unverdeckt dargestellt.

solche Vorlage einmal, dann ist es eine Frage von Sekundenbruchteilen, bis der Computer die CT-Daten eines beliebigen Patienten auf dieselbe Weise visualisieren kann. „Die Feinabstimmung dauert dann noch ein oder zwei Minuten“, erklärt Visualisierungsexperte Viola.

Viola: „Computergraphiker und Ärzte sprechen verschiedene Sprachen. Feedback seitens der Medizin ist für uns unheimlich wichtig.“

Visualisierungen für die OP-Planung

Die chirurgische Entfernung bösartiger Tumoren im Halsbereich ist eine besonders heikle Sache. Muskeln, Gefäße, Nerven und (vergrößerte sowie von Metastasierung bedrohte) Lymphknoten liegen hier auf engstem Raum beisammen. An der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Deutschland, wurden im Rahmen eines laufenden Forschungsprojektes bei bislang 30 solcher Eingriffe illustrative Visualisierungen zur OP-Planung herangezogen.

Normalerweise machen sich die Chirurgen anhand von zweidimensionalen CT-Schnittbildern ein Bild von der betroffenen Region. Die 3D-Visualisierung liefert einen anschaulicheren Überblick über die anatomischen Strukturen, allerdings auch weniger Details. Besonders bewährt hat sich die Visualisierung im Zusammenhang mit den Nerven. Die feinen Nerven sind oft nur auf einigen Schnittbildern zu sehen, während das dreidimensionale Modell den präzise errechneten Verlauf der Nerven zeigt.

Mit Visualisierungen alleine ist es allerdings in diesem speziellen Fall nicht getan, räumt DI Christian Tietjen vom Institut für Simulation und Graphik an der Otto-von-Guericke-Uni ein: „Die Kombination von herkömmlichen zweidimensionalen und dreidimensionalen Renderings hat sich bislang als die angemessenste erwiesen.“

Wie betrachtet man solche dreidimensionalen Modelle? Die Computergraphik bietet mehrere „smarte“ Möglichkeiten an, in das Innere der virtuellen Körper und Körperteile zu blicken:

- Wie auch in traditionellen, medizinischen Illustration wird alles entfernt, was über dem zu zeigenden Objekt liegt – Haut, Muskeln, Organe, was auch immer. Der Körper wird virtuell aufgeschnitten („cut-away view“).
- Die Teile des Körpers, welche die Sicht behindern, werden durchsichtig dargestellt, sind nur noch als geisterhafter Schleier zu sehen („ghosted view“).
- Das Modell wird deformiert. Störende Körperteile werden weggeklappt, interessante Objekte herausgezogen. Diese Darstellungen ähneln dann den bizarren plastinierten Präparaten des umstrittenen Anatomen Dr. Gunther von Hagens. Auch das Straffen und Aufklappen des virtuellen Dickdarmes zum Auffinden von Polypen wäre eine solche Deformation. Beliebt ist auch die „ex-

ploded view“, bei der die entfernten Körperteile wie nach einer Explosion in einiger Entfernung vom Objekt im Raum schweben (siehe Abbildungen). All das gibt es schon in Form statischer Bilder oder automatisch bewegter. Woran die Computergraphik-Cummunity derzeit arbeitet, sind Modelle, in denen sich der User frei bewegen kann. „Unser Ziel sind Visualisierungen, die interaktiv manipuliert werden können“, erklärt Viola. Beim Modell einer Hand zum Beispiel könnte dann der Benutzer mit ein paar Mausklicks entscheiden, ob er die Blutgefäße am Handgelenk, die Nervenstränge in den Fingern oder die Mittelhandknochen betrachten will. Durch Drehung des Modells könnte er sein Zielobjekt von allen Seiten betrachten, durch hineinzoomen auch feine Details untersuchen.

Feedback erwünscht

Viola, der demnächst dem Ruf der Universität Bergen (Norwegen) folgt, arbeitet zur Zeit an Visualisierungen, in denen das wichtigste Objekt beziehungsweise die wichtigsten Objekte automatisch hervorgehoben werden, egal von wo aus man da Modell betrachtet („Importance-driven feature enhancement“). Der aus der Slowakei stammende Computergraphiker zeigt zum Beispiel die Visualisierung eines Brustkorbes eines Patienten mit mehreren Lungenkarzinomen. Von welcher Seite man auch auf das 3D-Bild blickt, die Tumoren bleiben immer sichtbar; alles, was sie verdecken würde, verschwindet von selbst. So lassen sich die Geschwulste in ihrer jeweiligen Lage betrachten, ohne dass zuviel Kontext verloren geht.

Ob neuartige Entwicklungen wie diese von der Ärzteschaft angenommen werden, ist eine andere Sache „Wir wissen oft nicht, was sich Mediziner genau vorstellen“, gesteht Viola: „Computergraphiker und Ärzte sprechen verschiedene Sprachen. Feedback seitens der Medizin ist für uns unheimlich wichtig.“ Als Informatiker ist Viola mit dem Prinzip „Never change a working system“ vertraut: „Wenn die Mediziner mit ihren Methoden zufrieden sind, haben sie verständlicherweise keine Motivation, etwas Neues auszuprobieren – auch wenn sie dadurch bei bestimmten Tätigkeiten die Hälfte der Zeit sparen würden.“

„Illustrative Visualisation for Medicine and Science“, Tutorial im Rahmen der Eurographics 2006, Wien, 5.9.06