

17 Bessere Bilder

Neue Berechnungsmethoden machen medizinische Scans schneller und genauer. Sie benötigen weniger Fotos, um ein gutes Bild zu produzieren. Auf diese Weise helfen diese mathematischen Methoden bei der Erforschung von Knochenerkrankungen.



Die Bevölkerung altert und Knochenkrankheiten treten immer häufiger auf. Zum Beispiel leidet jede dritte Frau über sechzig Jahre an Osteoporose, einem Zustand, bei dem der Knochen langsam zerfällt. Forscher versuchen, genau herauszufinden, was bei dieser Krankheit mit dem Knochen passiert. Sie wollen immer und immer wieder den gleichen Knochen scannen, aber bei all diesen Scans wird die Strahlungsmenge auf den Körper unakzeptabel hoch. Der Mathematiker Joost Batenburg, Forscher am Zentrum für Mathematik und Informatik und Professor in Leiden und Antwerpen, entwickelt deshalb Methoden, die mit weniger Strahlung arbeiten: „In kleinen Studien ist es nun gelungen, die Strahlendosis um den Faktor drei zu reduzieren.“

Arbeiten mit Vorkenntnissen

Niederländische Krankenhäuser führen jedes Jahr mehr als eine Million CT-Scans durch. Ein CT-Scanner macht Röntgenaufnahmen aus verschiedenen Winkeln, allesamt lose Körperteile. Danach besteht der Trick darin, aus diesen zweidimensionalen Fotografien das vollständige dreidimensionale Bild zu rekonstruieren.

Der Körper besteht aus allen möglichen Geweben, jedes mit seiner eigenen Dichte, die im Scan alle eine unterschiedliche Graufarbe erhalten. Doch bei der diskreten Tomographie, dem Fachgebiet von Joost Batenburg, geht man davon aus, dass es nur eine begrenzte Anzahl von unterschiedlichen Dichten gibt: „Das funktioniert zum Beispiel gut mit Knochen. Es hat überall etwa die gleiche Dichte und ist in kleinem Maßstab sehr porös. Sie sehen auf den Scans ein Objekt mit vielen Löchern und brauchen nur zwei Farben: es gibt Knochen oder keinen Knochen.“

Durch die Nutzung dieses Vorwissens über die Struktur der Knochen nimmt die Gesamtzahl der möglichen Lösungen drastisch ab: Statt allerlei Grautöne verwenden Sie jetzt nur noch Schwarz und Weiß. Das macht es viel einfacher, aus allen Möglichkeiten die richtige Lösung zu finden. Auf diese Weise ist es möglich, aus weniger Fotos das richtige dreidimensionale Bild zu berechnen. Der Patient liegt kürzer im Scanner und erhält weniger schädliche Strahlung.

Obwohl es sehr nützlich ist, mit wenigen Messdaten arbeiten zu können, scheint das Problem mit nur zwei Dichten mathematisch schwieriger zu lösen zu sein. Batenburg: „Beim Standardproblem kann die Lösung alle möglichen Graustufen haben. Es ist ein kontinuierliches Problem, und Sie können differenzieren, integrieren, was immer Sie wollen. Sobald man sich mit diskreten Problemen beschäftigt, verliert man all diese schönen Analysen.“ Dies erhöht die Berechnungszeit erheblich. Um eine Vorstellung vom Ausmaß dieser Probleme zu vermitteln: Ein Scan besteht schnell aus 2000 x 2000 x 2000 Elementen. Daraus ergibt sich ein System von acht Milliarden Vergleichen mit acht Milliarden Unbekannten. Um damit wirklich schneller rechnen zu können, ist ein tiefes mathematisches Verständnis erforderlich.

Die goldene Mitte

Andere medizinische Bilder haben genau die gleichen Probleme. In der Wissenschaft sind in den letzten Jahren leistungsfähige Algorithmen entwickelt worden, die wenig Daten verarbeiten können, aber viel Rechenzeit benötigen. Das macht sie in der Praxis unbrauchbar. Mit diesen Methoden kann ein Patient schneller aus dem Scanner herauskommen, müsste dann aber tagelang auf die Ergebnisse warten, weil der Computer noch rechnet.

Die altmodischen Methoden sind schnell, aber sie brauchen viel mehr Bilder, um ihre Arbeit zu tun. Joost Batenburg arbeitet mit Doktoranden an einer goldenen Mitte: Er passt die alten Berechnungsmethoden so an, dass sie ihre Geschwindigkeit mit der neuen Technik kombinieren, die mit weniger Fotos gute Ergebnisse erzielt. „Der Standardalgorithmus aus den siebziger Jahren ist eine *gefilterte Rückprojektion* und enthält, wie der Name schon sagt, einen Filter. Wir passen nur diesen Filter an und lassen den Rest des Algorithmus unverändert. Das macht es einfach, den Code zu ändern, der sich bereits in allen möglichen Geräten befindet.“ Mit dieser Lösung kann eine ganze Reihe von Methoden, die zunächst nur wissenschaftlich sinnvoll waren, in der Praxis angewendet werden. Auf diese Weise kann die Berechnung bis zu hundertmal schneller durchgeführt werden.

Die neuen Methoden werden in der Praxis noch nicht eingesetzt. Wenn Ärzte von ihnen hören, fragen sie, ob alles bereits klinisch getestet wurde. Ohne diese Tests ist es ihnen nicht erlaubt, die Technik anzuwenden. Die medizinische Welt ist konservativ, und Veränderungen gehen nur langsam vonstatten. Es dauert viele Jahre, bis Innovationen in der Praxis zum Einsatz kommen. Batenburg: „Sie müssen sich viel Zeit lassen, aber ich rechne damit, dass die Krankenhäuser unsere Methoden innerhalb von zehn Jahren anwenden werden.“



Abbildung 22: Dieser Abschnitt des Oberschenkelknochens (einer Maus) ist das Ergebnis einer diskreten tomographischen Rekonstruktion auf der Grundlage von Daten aus dem Scan.