

Betere beelden

Nieuwe rekenmethoden maken medische scans sneller en nauwkeuriger. Ze hebben minder foto's nodig om een goed plaatje op te leveren. Zo helpen deze wiskundige methoden bij onderzoek naar botziekten.

De bevolking veroudert en botziekten komen steeds vaker voor. Eén op de drie vrouwen boven de zestig krijgt bijvoorbeeld last van osteoporose, een aandoening waarbij het bot langzaam afbrokkelt. Onderzoekers proberen in kaart te brengen wat er bij deze ziekte precies met het bot gebeurt. Ze willen in de loop der tijd steeds hetzelfde bot scannen, maar met al die scans wordt de hoeveelheid straling op het lichaam onacceptabel hoog. Wiskundige Joost Batenburg, onderzoeker bij het Centrum Wiskunde & Informatica en hoogleraar in Leiden en Antwerpen, ontwikkelt daarom methoden die met minder straling werken: “Bij kleine studies lukt het inmiddels om de stralingsdosis met een factor drie te verminderen.”

Werken met voorkennis

Nederlandse ziekenhuizen maken jaarlijks meer dan een miljoen CT-scans. Een CT-scanner maakt vanuit verschillende hoeken röntgenfoto's, allemaal losse doorsneden van het lichaam. Daarna is het de kunst om uit die tweedimensionale foto's het complete driedimensionale beeld te reconstrueren.

Het lichaam is opgebouwd uit allerlei weefsels met elk een eigen dichtheid die in de scan allemaal een andere kleur grijs krijgen. Maar bij discrete tomografie, het vakgebied van Joost Batenburg, is de aanname dat er maar een beperkt aantal verschillende dichtheden is: “Dat werkt bijvoorbeeld goed bij bot. Dat heeft overal ongeveer dezelfde dichtheid en is op kleine

schaal zeer poreus. Je ziet op de scans een voorwerp met veel gaten en hebt maar twee kleuren nodig: er zit wél of geen bot.”

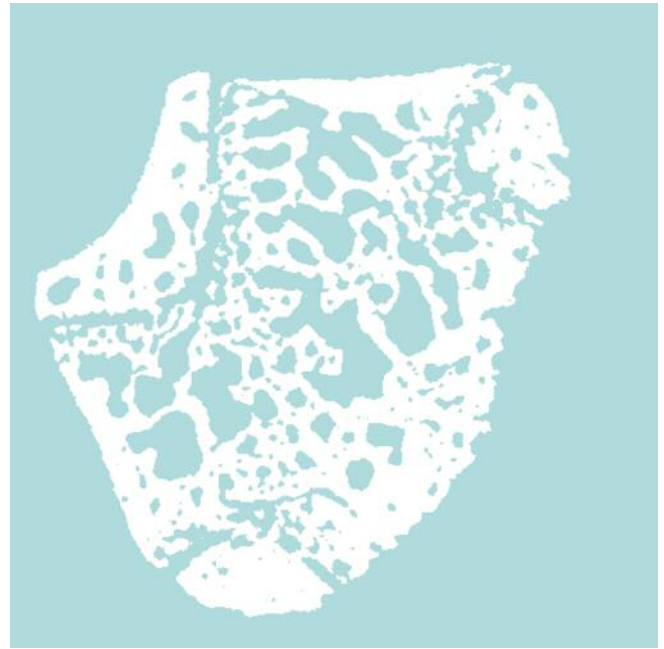
Door deze voorkennis over de structuur van het bot te gebruiken, daalt het totaal aantal mogelijke oplossingen drastisch: in plaats van allerlei grijs tinten gebruik je nu alleen zwart en wit. Dat maakt het veel makkelijker om uit alle mogelijkheden de juiste oplossing te zoeken. Zo lukt het om uit minder foto's het correcte driedimensionale beeld te berekenen. De patiënt ligt dus korter in de scanner en krijgt minder schadelijke straling.

Hoewel zeer bruikbaar om met weinig meetgegevens te kunnen werken, blijkt het probleem met slechts twee dichtheden wiskundig juist lastiger te kraken. Batenburg: “Bij het standaardprobleem kan de oplossing alle mogelijke grijswaarden hebben. Het is een continu probleem en je kunt differentiëren, integreren, alles wat je wilt. Zodra je naar discrete problemen gaat, ben je al die mooie analyses kwijt.” Hierdoor loopt de rekentijd flink op. Om een idee te geven van de schaal van deze problemen: een scan bestaat al snel uit 2000 x 2000 x 2000 elementen. Dat levert een stelsel op van acht miljard vergelijkingen met acht miljard onbekenden. Om daarmee écht sneller te rekenen is een diep wiskundig inzicht nodig.

De gulden middenweg

Bij andere medische beelden spelen precies dezelfde problemen. In de wetenschap zijn er de laatste jaren krachtige algoritmen ontwikkeld die met weinig gegevens uit de voeten kunnen, maar die wel veel rekentijd vergen. Daardoor zijn ze in de praktijk onbruikbaar. Een patiënt is met deze methoden sneller uit de scanner, maar zou daarna dagen moeten wachten op de uitslag omdat de computer nog staat te rekenen.

De ouderwetse methoden zijn wel snel, maar die hebben weer veel meer foto's nodig om hun werk te doen. Joost Batenburg werkt met promovendi aan een gulden middenweg: het aanpassen van de oude rekenmethoden zodat ze hun snelheid combineren met de nieuwe techniek die uit minder foto's een goed resultaat oplevert. “Hét standaardalgoritme uit de jaren zeventig is *gefilterde terugprojectie* en, zoals de naam suggereert, daar



Deze doorsnede van het dijbeen (van een muis) is het resultaat van een discrete tomografie-reconstructie op basis van gegevens uit de scan.

zit een filter in. Wij passen alleen dat filter aan en laten de rest van het algoritme hetzelfde. Daardoor kan de code die al in allerlei apparaten zit makkelijk worden aangepast.” Met deze oplossing kan een hele reeks methoden die eerst alleen wetenschappelijk nut hadden in de praktijk gebruikt worden. Het rekenwerk kan zo tot honderd keer sneller.

De nieuwe methoden worden nog niet in de praktijk gebruikt. Als artsen erover horen, vragen ze of alles al klinisch getest is. Zonder die testen mogen ze de techniek niet gebruiken. De medische wereld is conservatief en veranderingen gaan langzaam. Er gaan vele jaren overheen voor innovaties in de praktijk gebruikt worden. Batenburg: “Je moet een lange adem hebben, maar ik reken erop dat ziekenhuizen binnen tien jaar onze methoden gebruiken.”