Den diskreten Charme der Kontinuität berechnen

Autor(en): **Roth, Patrick**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin**

Band (Jahr): **- (2008)**

Heft 79

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-968203

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch



«Physikprofessor zu sein ist eine Berufung. Ich wollte das unbedingt.»

schon stark zu spüren gewesen. Aber er liess sich nicht beirren. Seit seiner Doktorarbeit wusste Pfeiffer, dass es im Prinzip funktionieren müsste – dass es ihm und seiner Gruppe nun gelungen ist, die Ideen auch umzusetzen, habe einiges mit Glück, aber auch mit harter Arbeit zu tun.

Und davon dürfte noch mehr auf ihn zukommen in nächster Zeit. Seit letztem Jahr ist er Assistenzprofessor an der ETH Lausanne. Dort wird er ein ganzes Labor aufbauen, um die Phasenkontrastbildgebung mit Röntgenstrahlung zu perfektionieren. Und er hat noch grössere Pläne: Er will sich dafür einsetzen, dass seine Methode auch im bestehenden Zentrum für biomedizinische Bildverfahren eine bedeutende Rolle spielt.

Ein bis zwei Marathons pro Jahr

Dabei sind die Zeiten, da er als Jungforscher unbesorgt auch einen grossen Teil seiner Freizeit im Labor verbringen konnte, eigentlich vorbei. Pfeiffer ist verheiratet, und vor einem Jahr ist er Vater geworden. Er beginne mehr und mehr Verantwortung weiterzugeben, sich von der Arbeit freizuschaufeln, wo es gehe. Im Moment wohnt die Familie noch in Brugg, doch womöglich steht demnächst ein Umzug an, etwas näher nach Lausanne. Und nicht zu weit weg von den Bergen, Pfeiffer ist ein begeisterter Berggänger. Auf dem Sportprogramm stehen auch ein oder zwei Marathons pro Jahr. Neben der Leidenschaft für die Forschung hat er auch eine für Jazz – zum Selberspielen komme er in letzter Zeit allerdings kaum noch.

Schon während des Studiums fuhr er mehrgleisig und gründete eine eigene Firma, die sich um die Ton- und Lichttechnik an Konzerten und anderen Anlässen kümmerte. Wie wäre es also mit einem weiteren Abstecher in die Privatwirtschaft? Die Röntgenrevolution könnte ja durchaus lukrativ sein. Da winkt Pfeiffer ab. Er habe bereits vor Jahren den definitiven Entscheid gefällt, nichts als forschen zu wollen: «Wenn ich hätte viel Geld verdienen wollen, wäre ich in das Versicherungsbusiness gegangen.» Er nennt es durchaus eine «Berufung», Physikprofessor zu sein. Und auch darauf, bald in der Lehre mitzutun, freut er sich sehr: «Ich wollte das unbedingt.» Auch wenn er dann wohl weniger Zeit finden wird, um selbst an den Geräten herumzubasteln. Aber langweilig dürfte es nicht werden in seinem Labor, «ich habe jetzt schon wieder haufenweise neue Ideen». Die Fachwelt kann sich also auf weitere Überraschungen aus dem Hause Pfeiffer gefasst machen – künftig dürfte sie wohl weniger mit Stirnrunzeln als mit Aufhorchen reagieren. ■

Den diskreten Charme der Kontinuität berechnen

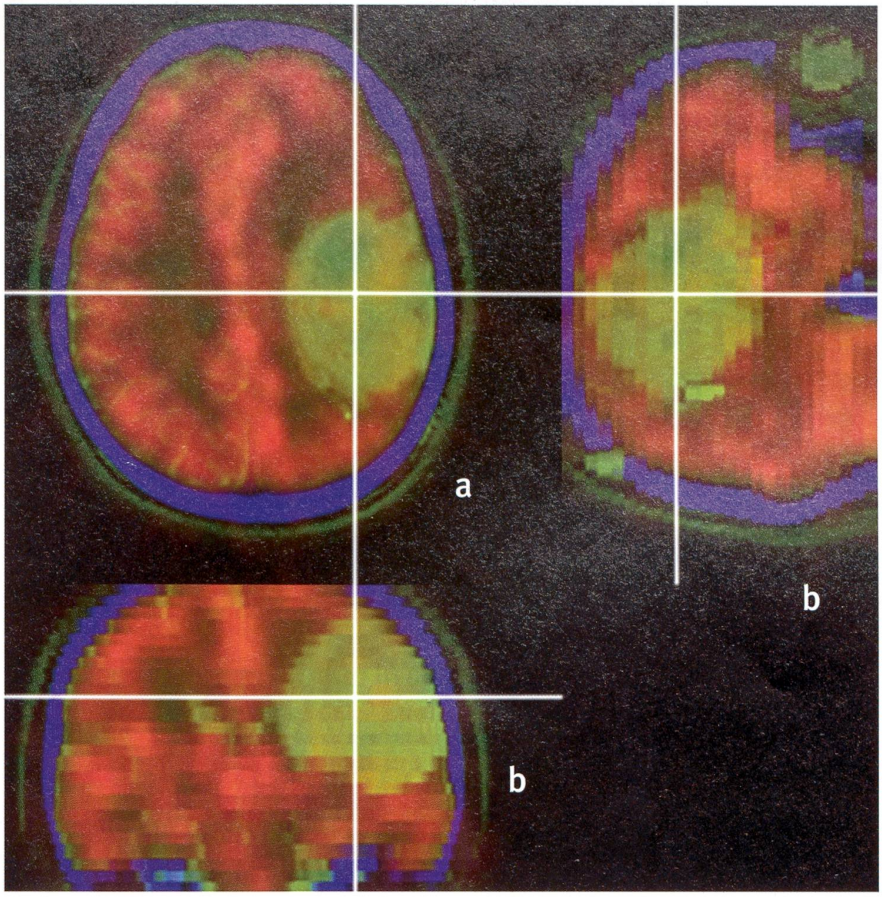
Die Verarbeitung medizinischer Bilddaten konnte mit Hilfe mathematischer Spline-Funktionen stark verbessert und beschleunigt werden. An der Entwicklung der Spline-Theorie und -Anwendung ist der Forscher Michael Unser massgeblich beteiligt.

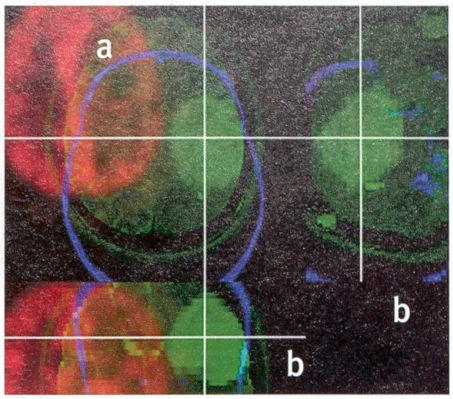
VON PATRICK ROTH

Computergestützte Bildgebungsverfahren wie die Computertomografie (CT) oder Magnetresonanz (MRI) sind aus der modernen Medizin nicht mehr wegzudenken. Sie wandeln «diskrete» Messwerte eines Scanners in einzelne Bildpunkte, die so genannten Pixel, um. Zu digitalen Mosaiken zusammengesetzt repräsentieren diese gepixelten Bilder Querschnitte des menschlichen Körpers, auf denen unterschiedliche Gewebe mit hoher Auflösung erkennbar sind. Durch «Übereinanderlegen» der Querschnitte im Computer können auch dreidimensionale Darstellungen von Skelett und Organen errechnet werden.

Pixel als Legotürme

«Eine Bilddarstellung in Pixeln ist aber nur eine sehr grobe Annäherung an die Wirklichkeit», betont Michael Unser, Leiter des Laboratoriums für biomedizinische Bildgebung der ETH Lausanne. Denn: Zwischen den vielen tausend diskreten Messdaten gibt es keine kontinuierlichen Übergänge wie in der Natur. Die Pixel-Realität ähnle eher einem Legospiel, sagt der Schweizer Spezialist für Signal- und Bildverarbeitung: Der Zahlenwert jedes





Hirn-Längs- und Querschnitte, erzeugt mit bildgebenden Verfahren. Mit Spline-Funktionen lassen sich die grob gepixelten Darstellungen (b) scharf darstellen (a).

Biomedical Imaging Laboratory/EPFL

Pixels entspricht in dieser Analogie einem aus quadratischen Lego-Steinen aufgebauten Turm; die diskreten Werte verschiedener Pixel unterscheiden sich daher immer durch mindestens eine Legostufe.

Wenn zusammengehörende Daten mit Hilfe von mathematischen Operationen aufbereitet werden sollen, wird jedoch eine stufenlose, kontinuierliche, Repräsentation des gemessenen Signals benötigt. Um die von medizinischen Scannern ermittelten Pixelwerte präzise und ohne riesigen Rechenaufwand weiterverarbeiten zu können, wird daher für jedes Datenset eine mathematische Funktion gesucht, die durch alle Messpunkte geht und eine minimale Gesamtkrümmung aufweist. Statt eine einzige mathematische Funktion – ein so genanntes Polynom n-ten Grades – durch alle Bildpunkte zu legen, bedient sich Michael Unser dafür der so genannten Splines. Das heisst: Er konstruiert die gesuchte, durchgehende Messkurve aus vielen kurzen, als Splines bezeichneten Einzelsegmenten. Die ineinander übergehenden Kurvensegmente treffen sich dabei kanten- und stufenlos genau an den diskreten Datenpunkten. Die ursprünglichen Messpunkte werden dadurch zu «glatten» Nahtstellen zwischen den Teilkurven. (Für Mathematiker ist die von den Splines gebildete Kurve «glatt», wenn die gesamte Kurve in jedem Punkt zweimal stetig differenzierbar ist).

Stufenlose Annäherung an die Realität

«Bereits in den 1960er Jahren wurde in der Signalverarbeitung erkannt, dass sich Splines wesentlich besser zur Interpolation von Messwerten eignen als Polynome höheren Grades, da letztere starke Oszillationen in unmittelbarer Nähe der ge- messenen Punkte aufweisen können», berichtet Michael Unser. Als Interpolation wird in der Mathematik eine Methode bezeichnet, die es erlaubt, aus einer beschränkten Zahl von diskreten Datenpunkten auf benachbarte, aber vorher nicht bekannte Datenpunkte einer kontinuierlichen Kurve zu schliessen. Bei der Interpolation durch Splines wird aus der kantigen Lego-Stein-Welt im Rechner eine stufenlose Annäherung an die Realität.

Durchsetzen konnte sich die Methode aber erst, nachdem Michael Unser 1999 in einem bahnbrechenden Fachartikel lange gehegte Irrtümer über Splines aus der Welt schaffen und ihre universelle Anwendbarkeit für die Signalverarbeitung beweisen konnte. Typische Beispiele von medizinischen Bildmanipulationen, die durch Spline-Interpolation qualitativ verbessert oder stark beschleunigt werden, sind: Bild-Rotationen und -Skalierungen, das massstabgetreue Überlagern von Patientenscans unterschiedlicher Bildgebungsverfahren sowie das automatische «Erkennen» anatomischer Strukturen. «Den Nachweis, dass Splines in der medizinischen Bildverarbeitung auch den besten Kompromiss zwischen Qualität und Rechenaufwand darstellen, lieferte vor wenigen Jahren ein internationales Forschungsteam, das 160 unterschiedliche Interpolationsmethoden miteinander verglichen hat», ergänzt Unser.

Seit zehn Jahren untersucht der gebürtige Zuger mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds die Eigenschaften der gestückelten Kurvenzüge und ihre Anwendung in der Bildverarbeitung. Seine jüngsten Forschungsarbeiten deuten darauf hin, dass Splines ein in der Mathematik allgemein anwendbares Konzept darstellen. «Splines lassen sich nicht nur in der Signalverarbeitung anwenden, sondern auch in der numerischen und funktionalen Analyse», sagt Michael Unser. Dadurch sind sie in der numerischen Berechnung der Wetterentwicklung unentbehrlich geworden und dienen der Verbesserung von Rauschunterdrückung und Kompression in Musikdateien. Es könnte durchaus sein, dass Splines im eigentlichen Sinne das «missing Link» zwischen der Welt der diskret gemessenen Signale und der kontinuierlichen Realität darstellen. ■