



Johannes Wallner

Seit 1. Jänner 2007 Professor für Geometrie am Institut für Geometrie

Meine Arbeit konzentriert sich in der letzten Zeit auf zwei Schwerpunkte: Nichtlineare Unterteilungsalgorithmen und Geometrische Datenverarbeitung im Hinblick auf deren Anwendungen in der Architektur.

Unter Unterteilungsalgorithmen versteht man die Verfeinerung von diskreten Daten mit dem Ziel eines kontinuierlichen Limes – Daten können Zahlenfolgen genauso wie die Punkte eines Polyeders sein. Anwendungen von Unterteilungsalgorithmen gibt es z.B. in der Computergraphik, wo man Kurven und Flächen durch Handes auf einer Hierarchie von Detailebenen kontrollieren möchte. Auch in der Signal- und Bildverarbeitung spielen sie eine Rolle: Speicherung und Komprimierung beruhen auf der Auswertung und Weiterverarbeitung von Signalen und Bildern auf Grund von diskreten Samples. Unterteilungsalgorithmen kommen hier als Prädiktoren bei wavelet-artigen Transformationen ins Spiel.

Die zugrunde liegende Theorie der Glattheit von Limiten, Approximationsordnung oder des Abklingens von Detailkoeffizienten ist seit langem etabliert und in ihrem linearen Teil schon sehr ausgereift. Unser Interesse gilt jedoch Datentypen, für die eine lineare Analyse nicht angemessen ist. Starrkörperpositionen oder positive definite Matrizen etwa können nicht nach Belieben addiert und linear kombiniert werden. Solche Daten treten z.B. bei medizinischen bildgebenden Verfahren auf (Diffusion Tensor Imaging). Die Nichtlinearität der Arbeitsumgebung führt auf interessante Probleme, und die mathematische Theorie fällt naturgemäß umständlicher aus als für den linearen Fall. Dieser Themenkomplex ist seinem Ursprung nach in der Approximationstheorie, seinen Anwendungen nach in Numerik und Graphik, und seinen Methoden nach auch in der Geometrie angesiedelt und wird von einer kleinen Gruppe seit 2003 bearbeitet. Das zweite vom FWF geförderte Einzelprojekt zu diesem Thema startet im Sommer 2007 an der TU Graz.

Ein anderes Schwerpunktthema sind die Eigenschaften von polyhedralen Flächen, die für die architektonische Realisierung von Freiformgeometrien relevant sind. Ein Beispiel: Die hohen Kosten von gebogenem Glas führen zu dem Bestreben, gekrümmte Oberflächen eines Entwurfs in ebene Teile zu segmentieren. Eine Zerlegung in Dreiecke ist prinzipiell problemlos – Komplikationen stellen sich jedoch ein, wenn man Stahlträger konstruieren will, die den Kanten eines Dreiecksnetzes folgen: In einem Knoten stoßen typischerweise sechs Kanten zusammen. Im Gegensatz dazu sind es bei Vierecksnetzen vier, und Sechsecksnetzen nur drei. Außerdem ist es aus prinzipiellen Gründen unmöglich, durchgehend den erstrebenswerten Zustand von „optimierten Knoten“ zu erzeugen, was sich auf das Zusammenstoßen von Trägern bezieht. Um diese Komplexität der Knotenkonstruktion zu verringern, geht man daher zu Vierecksnetzen über, wo bereits die Zerlegung einer gekrümmten Fläche in ebene Teile nicht mehr so einfach ist und neben geometrischem Wissen auch einen erheblichen rechnerischen Optimierungsaufwand erfordert.

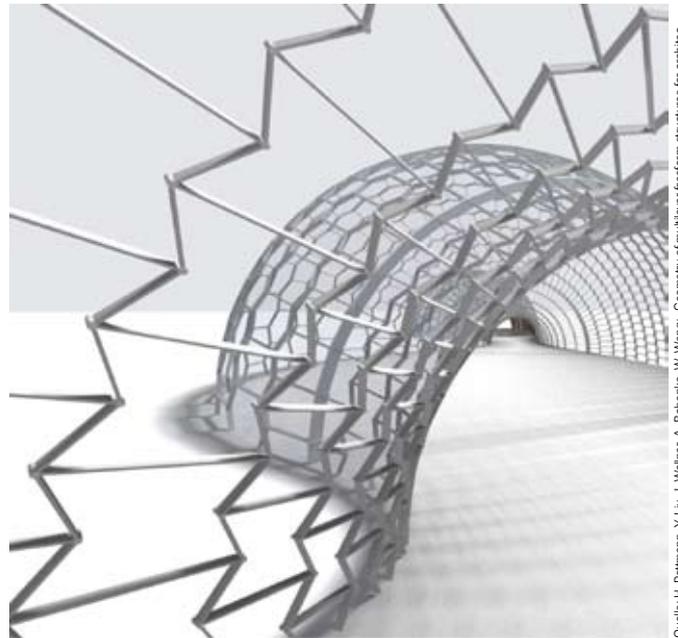
An diesem Dilemma zwischen Knoten- und Flächenkomplexität kann man erahnen, dass Fragestellungen aus der Praxis zum Teil von großem mathematisch-geometrischem Interesse sind. Es werden hier Methoden der numerischen und der diskreten Differentialgeometrie genauso eingesetzt wie Optimierung und „Höhere Geometrie“. Wir verfolgen dieses Projekt gemeinsam mit der TU Wien, die daran federführend beteiligt ist.

Mir persönlich macht es Freude, an Themen zu arbeiten, die sowohl vom mathematischen Standpunkt aus interessant sind als auch mehr oder minder direkt mit Anwendungen zu tun haben – besonders

dann, wenn sich diese beiden Aspekte gegenseitig befruchten können.

Lebenslauf

Ich bin am 14.5.1971 in Scheibbs geboren, habe das BG/BRG Wieselburg besucht und von 1989-1995 das Lehramtsstudium Geometrie/Mathematik sowie Maschinenbau an der TU Wien studiert. Meine akademische Karriere begann mit meinem Doktorat an der TU Wien unter der Leitung von H. Pottmann (Promotion 1997 sub auspiciis) und der Habilitation im Jahre 2000. Nach der Vertretung einer Professur an der TU Darmstadt im Wintersemester 2000 bin ich seit 1.1.2007 am Institut für Geometrie der TU Graz tätig.



Segmentierung einer Freiformfläche in ein Sechsecksnetz; darauf aufbauend eine Konstruktion mit konstanten Trägerhöhen und optimierten Knoten (im negativ gekrümmten Teil so nicht zu bauen)

Quelle: H. Pottmann, Y. Liu, J. Wallner, A. Bobenko, W. Wang: „Geometry of multilayer freeform structures for architecture“, ACM Trans. Graphics 26/3 (2007)

My work currently focuses on two topics: analysis of nonlinear subdivision algorithms, and geometry processing with applications in architectural design.

Subdivision means the refinement of discrete data with the aim of producing smooth limits, and has applications e.g. in Graphics, where shapes are controlled by discrete handles at various levels of resolution, and also in signal/image processing, where subdivision processes occur as predictors in wavelet type transforms. The underlying theory is well established in its linear part, but less in terms of nonlinear data types such as positive definite matrices which occur in medical imaging. It is particularly the nonlinear aspects we are interested in.

The second focus of my work is properties of meshes relevant to the realization of freeform geometries in architecture. E.g. the segmentation of a surface into planar parts leads to interesting problems: on the one hand, simple triangle meshes have the highest node complexity when they serve as the basis of steel-glass constructions. On the other hand, segmentation into quad-dominant or hexagonal meshes is not at all obvious and requires some geometric knowledge and optimization effort. This area needs tools from numerical and discrete differential geometry as well as from optimization and the higher geometries.