

中国几何设计与计算新进展 2007

Progress of Geometric Design and Computing in China 2007

第三届中国几何设计与计算大会论文集

• 张贵仓 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

Progress of Geometric Design and Computing in China 2007

中国几何设计与计算新进展 2007

GDC' 2007

第三届中国几何设计与计算大会论文集

中国 兰州 敦煌

2007年7月

张贵仓 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书内容涉及几何设计的基础理论与算法、计算机图形学的基本理论与算法、自由曲线与曲面、网格与点曲面、插值与逼近、计算机辅助设计、计算机图象处理、数字水印、几何造型、科学计算等众多领域,在不同程度上触及这些学科的前沿,反映了中国学者在这些领域的最新研究。

本书可供高等院校计算机科学与工程系、应用数学系、机械工程系、航空航天、舰船、汽车、模具、机器人制造、建筑、测绘、勘探、气象、公路设计、服装鞋帽设计、工业造型、工业美术、电子通讯、生物、医学图象处理等专业的广大师生和研究生阅读;对从事曲面造型理论研究与工程应用和从事科学计算的广大科技人员,对从事计算机图形、影视动画软件开发和从事产品外形设计、制造与工艺(CAD/CAM/CAPP)方面有关软件开发的计算机工作者也有较大的参考价值。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

中国几何设计与计算新进展:2007第三届中国几何设计与计算大会论文集/张贵仓主编. —北京:电子工业出版社,2007.6
ISBN 978-7-121-04611-7

I. 中… II. 张… III. 计算几何—学术会议—文集 IV. 018-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 091564 号

责任编辑:董亚峰

印 刷:北京季峰印刷有限公司

装 订:北京季峰印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:880×1230 1/16 印张:21.25 字数:612 千字

印 次:2007 年 6 月第 1 次印刷

印 数:800 册 定价:120.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:
(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

第三届全国几何设计与计算学术会议

GDC' 2007

主办：中国工业与应用数学学会几何设计与计算专业委员会

承办：西北师范大学数学与信息科学学院

协办：甘肃省工程图学学会

第三届全国几何设计与计算学术会议

GDC' 2007

(2007年7月15~22日 中国 兰州与敦煌)

大会主席: 孙家广 (清华大学教授, 中国工程院院士, sunjg@tsinghua.edu.cn)

副主席: 王利民 (西北师范大学教授, 校长 wanglm@nwnu.edu.cn)

汪国昭 (浙江大学教授, wgz@math.zju.edu.cn)

程序委员会主席: 王国瑾 (浙江大学教授, gjwang@hznc.com)

副主席: 胡事民 (清华大学教授, shimin@tsinghua.edu.cn)

陈发来 (中国科学技术大学教授, chenfl@ustc.edu.cn)

张彩明 (山东大学教授, czhang@sdu.edu.cn)

吴宗敏 (复旦大学教授, zmwu@fudan.edu.cn)

王文平 (香港大学教授, wenping@cs.hku.hk)

委 员:

鲍虎军	曹 沅	冯结青	冯玉瑜	高小山	韩旭里	康宝生	李爱荻	李桂清	李 华
林学閤	刘 慧	刘学慧	卢汉清	马利庄	孟祥旭	彭国华	彭群生	齐东旭	孙家昶
孙家广	檀结庆	汪国平	汪国昭	汪嘉业	王国瑾	王仁宏	王文成	伍铁如	吴宗敏
徐国良	杨海成	叶正麟	查红彬	张贵仓	张三元	郑建民	郑津津	周蕴时	邹建成

组织委员会主席: 张贵仓 (西北师范大学教授, zhanggc@nwnu.edu.cn)

副主席: 马如云 (西北师范大学教授, mary@nwnu.edu.cn)

冯百明 (西北师范大学教授, solluno@nwnu.edu.cn)

邱泽阳 (兰州交通大学教授, qiuzeyang@mail.lzjtu.cn)

组织委员会秘书长: 张恒 (西北师范大学数信学院, zhangh@nwnu.edu.cn)

委员: 王治和 (西北师范大学, wangzh@nwnu.edu.cn)

喇维新 (西北师范大学, nawx@nwnu.edu.cn)

李东海 (西北师范大学, lidh@nwnu.edu.cn)

颜荣芳 (西北师范大学, yanrf@nwnu.edu.cn)

马国顺 (西北师范大学, mags@nwnu.edu.cn)

大会秘书: 王银柱 魏伟一 戴晓武 秦娜

大会论文评审专家

(以汉语拼音为序)

鲍虎军	曹 沅	陈发来	冯玉瑜	高小山	胡事民	康宝生	李爱荻	李 华	廖文和
关玉景	罗笑南	罗钟铉	马利庄	孟祥旭	齐东旭	施锡泉	檀结庆	王国瑾	王文平
汪国昭	汪国平	汪嘉业	伍铁如	吴宗敏	张彩明	张贵仓	查红彬	郑建民	邹建成
徐国良	张宏鑫	林学閤	童若峰	杨周旺	张三元	杨勋年	邓建松	屠长河	刘学慧
童伟华	郑志浩	冯结青	金小刚	李桂清	曾晓明	彭群生	王仁宏	王文成	叶正麟
郑津津	周蕴时	刘新国	刘利刚	潘日晶	叶修梓	关履泰	邬弘毅		

前 言

由中国工业与应用数学学会几何设计与计算专业委员会主办, 甘肃省工程图学学会协办, 西北师范大学承办的第三届全国几何设计与计算学术会议 (Geometric Design & Computing' 2007) 于 2007 年 7 月 15~22 日在甘肃省兰州市与敦煌市召开。两年一届的该学术会议已成为我国几何设计与计算学术界的重要论坛。会议的第一届于 2002 年 6 月在山东省青岛市举行, 第二届于 2005 年 4 月在安徽省的合肥市与黄山市举行, 本届会议秉承前两届的主题, 以“几何设计与计算的数学理论及其工业应用技术”为核心, 报告自上届会议召开至今的两年来, 同行与师生们围绕国内外工业外形设计及制造领域中公认的热点和难点问题所取得的科研成果及经验, 开展广泛深入的学术交流和讨论。会议反映了国内几何设计与计算的最新研究成果, 促进了学者之间的交流、促进了学科之间的融合, 促进了学术界与工业界的结合。

会议邀请国内外著名学者就几何设计与计算的最新动态和研究热点问题做专题演讲和报告, 他们是韩国汉阳大学 Deok-Soo Kim 教授、香港大学王文平教授、中科院软件研究所孙家昶研究员、浙江大学鲍虎军教授、清华大学胡事民教授、中国科技大学陈发来教授、中科院系统研究所高小山研究员、北京大学查红彬教授、中科院自动化研究所胡占义教授、中科院计算数学与科学工程计算研究所徐国良研究员、西北工业大学叶正麟教授、北京航空航天大学席平教授等国内外知名学者。

本届会议得到了国内在几何设计与计算方面从事研究、应用、开发的学者、专家和研究生们的热烈响应与支持, 会议共收到论文 115 篇, 内容涵盖了自由曲线曲面、网格与细分曲面、插值与拟合、计算几何、图形学算法、科学计算、数字水印、图像处理、计算机辅助设计与制造等多方面、深层次、有创新的研究与应用, 在不同程度上触及几何设计与计算发展的前沿, 反映了中国学者在该领域的最新研究成果。每篇文章由 2 到 3 位专家进行了认真评审, 综合评审意见以后, 最后录用论文 75 篇, 其中 20 篇被推荐到《计算机辅助设计与图形学学报》发表, 在本论文集集中收录了这些文章的摘要, 其余 55 篇全文或以摘要形式收录到本论文集集中。

从本届开始, 大会设立中国几何设计与计算贡献奖并予颁奖, 贡献奖主要表彰和奖励长期从事几何设计与计算研究, 并对中国几何与计算的发展做出突出贡献的学者。本届大会经大会主席与程序委员会广泛提名, 最后由程序委员会确定出常庚哲获得本届中国几何设计与计算贡献奖。在此我们谨向他表示衷心的祝贺! 多年来, 我国学者在几何设计与计算领域不断开拓进取, 成果斐然, 新、老专家和年轻的研究生正在不断努力和创造, 不断取得新成果。我们向所有为几何设计与计算研究做出贡献的学者和专家致以崇高的敬意!

感谢向本次会议投稿的每位作者; 感谢大会的各位程序委员和参与审稿的每位专家; 感谢会议组织者为本届会议的成功召开而做的努力。

本次大会得到了西北师范大学科研处、数信学院、西北师范大学“网络计算”重点学科的资助, 感谢南特数码公司、甘肃万维公司的支持, 他们的支持保证了会议的顺利召开。

第三届全国几何设计与计算学术会议 (GDC' 2007)

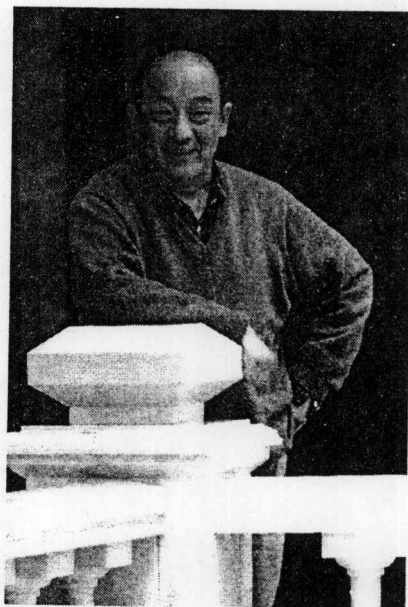
大会程序委员会主席: 王国瑾

大会组织委员会主席: 张贵仓

中国几何设计与计算贡献奖

常庚哲 教授 1958 年毕业于南开大学数学系。1958 年 10 月被分配到中国科学技术大学数学系任教, 历任助教、讲师、副教授和教授 (1985 年 10 月)。2001 年 8 月退休。

从 1973 年到 1979 年, 常庚哲教授从事的主要工作为: 在我国航空工业和航空院所中推广、应用和实践 Coons 曲面和 Bézier 曲面的数学方法。在当时, 我国飞机工业从落后的工艺转向到数字控制和计算机辅助设计的萌芽阶段。他的长篇连载《贝齐尔曲线曲面的数学基础及其计算》, 一共六期发表在《国外航空》, 受到了飞机制造工程师和技术人员的好评。他和北航与南航两所院校的教师们共同翻译出版论文集《计算机辅助几何设计》(国外航空编辑部, 1978 年), 是当时最新颖、最先进的文献。他与两所院校的同事们编写的《飞机外形计算的数学基础》(国防工业出版社, 1978 年) 是飞机工艺专业学生的必备书籍。由于这些突出工作, 他于 1979 年获得中科院重大科技成果三等奖。



1980 年 8 月到 1982 年 8 月, 常庚哲教授先后在美国 Utah 大学和 Brown 大学做访问学者。1984 年到 1999 年担任国际杂志 “Computer Aided Geometric Design” 的第一任编委, 也是该刊编委中唯一的中国学者。他先后发表论文 40 多篇, 其中的代表性结果为定理 “如果三角网格是凸的, 那么对应的 Bézier 三角曲面也是凸的”, 一直被国内外的同行所讨论、引用和推广。1992 年获得中科院自然科技成果二等奖。常庚哲教授注重人才培养, 指导博士生和硕士生 18 人。

主要译著:

(1) Computational Geometry—Curve and Surface Modeling. 苏步青, 刘鼎元著. Academic Press, 1989 年;

(2) 《笛卡尔之梦》, P. J. Davis, Reuben Hersh 著. 台湾九章出版社. 与周炳兰合译, 1985 年。

主要著作:

(1) 《曲面的数学》. 湖南教育出版社, 1995 年;

(2) Over and Over Again. 与 T. W. Sederberg 合作. 美国数学协会, 1998 年。

目 录

第 1 部分 大会特邀报告摘要

Beta-shape, Quasi-triangulation and Voronoi Diagram —Ge ometric Challenges for Molecules	Deok-Soo Kim (2)
Mesh Surfaces with Planar Hexagonal Faces	Wenping Wang Yang Liu (2)
On Two and Three Variables Trigonometric Surfaces and Orthogonal Polynomials Over Some Irregular Domains	Jiachang Sun (2)
大尺度几何形变技术	鲍虎军 (3)
3D Shape Representation, Matching and Animation	Hongbin Zha (3)
有理曲线与曲面的 Mu 基及其应用	陈发来 (4)
Proper Reparametrization for Rational Parametrizations of Algebraic Surfaces	Xiaoshan Gao (4)
基于图像的建模	胡占义 (5)
几何设计中的几何偏微分方程方法	徐国良 (5)
计算几何中的若干概念和理论问题	叶正麟 (5)
基于知识的 CAD 技术研究及应用	席 平 (6)

第 2 部分 推荐到《计算机辅助几何设计与图形学学报》的论文摘要

三次均匀 B 样条曲线的 α 扩展	张贵仓 耿紫星 (8)
有理 B 样条曲面的区间隐式化	陈越强 冯玉瑜 邓建松 (9)
Pythagorean-hodograph C-曲线	陈文喻 曹娟 汪国昭 (10)
B 样条曲面间 G^1 连续条件及局部格式构造问题的研究	高占恒 梁学章 高福顺 马婷 (11)
基于小波的曲线构造新方法	郭清伟 吕长寿 朱功勤 (12)
4-3 网格混合曲面细分	戴专 彭莉 李桂清 (13)
带噪声散乱数据的光滑曲面重构——变分水平集方法	徐国良 张琴 刘丹 (14)
广义 Julia 集关于迭代参数的对称性分析	秦宣云 管继虹 任波 韩旭里 (16)
基于任意三角网格的 ternary 插值细分曲面造型及其分析	郑红婵 彭国华 叶正麟 任水利 (17)
Loop 细分曲面精确求值新公式	杨军 曾晓明 (18)
完备正交 V-系统及其在几何信息重构中的应用	梁延研 宋瑞霞 王小春 齐东旭 (19)
基于样条的网格图形编辑方法研究	吴金钟 刘学慧 吴恩华 (20)

三角网格模型的各向异性孔洞修补方法	张洁 岳玮宁 王楠 汪国平 (21)
一种基于小波包分解的自适应数字水印算法	张旭 张贵仓 (22)
基于几何约束求解的 AGDG 方法	林强 高小山 刘媛媛 陈颖 戴国忠 (23)
基于集群机并行绘制的三角形条带压缩	秦爱红 熊华 石教英 (24)
一类新的 V 描述子在形状识别中的应用	张波 邹建成 刘旭丽 (25)
Marching Cubes 算法研究现状	孙伟 张彩明 杨兴强 (26)
基于多重网格法的实时流体模拟	周世哲 满家巨 (27)
一个使用歌谱信息进行哼唱检索的新系统	王小凤 周明全 郭红波 耿国华 (28)

第 3 部分 自由曲线与曲面

多形状参数的 Said-Bézier 型广义 Ball 曲线与曲面的扩展	左华 郭弘毅 (30)
The Dimension of the Space of Smooth Splines of Degree 8 on Tetrahedral Partitions	Xiquan Shi Ben Kamau Fengshan Liu (36)
Coons 曲面的扩展	耿紫星 张贵仓 (39)
平面相切和相离圆弧间 G^2 连续过渡曲线的改进构造	李重 马利庄 郑作勇 (44)
Bézier 曲线求值方法的比较与选择	周逸杰 陈效群 邓建松 (49)
一类新的极小曲面及其应用	徐岗 汪国昭 (56)
Bézier 曲线降阶的迭代算法	陆利正 汪国昭 (61)
有理 Bézier 曲线降阶浅析	石茂 叶正麟 汪国昭 康宝生 (66)
一类三角多项式曲线的形状性质	周晓平 柳朝阳 (71)
实现两个二次曲面光滑拼接的一个方法	杜新伟 梁学章 杨孝英 (76)
利用 Gröbner 基判定 Bezier 曲线曲面正则性	刘保军 李耀辉 (80)
T 样条的基底性质	张明 伍铁如 梁学章 (87)
T-Bézier 曲线及其三个性质	方永锋 邱泽阳 (93)

第 4 部分 网格与细分曲面

均匀 Delaunay 三角域的生成	黄有度 苏化明 (98)
用 Catmull-Clark 细分法构造 B 样条插值曲面	赵清凌 廖文和 刘浩 (103)
细分曲面造型系统基础研究	袁鸿 刘浩 廖文和 (108)
细分曲面的研究现状及应用展望	廖文和 刘浩 (115)
单纯型上多项式曲面和有理曲面的降维细分	关玉景 姜政毅 (126)
一类 Hermite 型矢量插值曲面细分模式	樊敏 康宝生 赵华 (129)

空间曲面上散乱数据点的快速三角剖分算法	张鼎林 梁学章 高占恒 邢海军 (135)
细分曲面在 CACD 系统中应用的关键技术研究	刘苏 张珊珊 (140)

第 5 部分 插值与拟合

B 样条曲线逼近的一种新方法	林子植 潘日晶 (146)
基于 Messay 遗传算法 B 样条闭曲线拟合	郑峰松 潘日晶 (153)
二次 Bézier 曲线的双圆弧样条逼近	高珊珊 张彩明 纪秀花 (159)
基于主曲线的平面点云 B 样条开曲线拟合方法	张春莹 潘荣江 (165)
一类保形有理样条插值方法	唐月红 王爱芹 (170)

第 6 部分 计算几何

简论二维凸壳研究的意义、现状与创新	周启海 (176)
双域单向水平倾角最小化围绕凸壳新算法	黄涛 周启海 杨祥茂 (181)
双域双向水平倾角最小化围绕凸壳新算法	周启海 黄涛 吴红玉 (187)
Delaunay 三角剖分算法健壮性研究	李海生 蔡强 陈谊 (193)

第 7 部分 图形学算法

基于多处理机的碰撞处理算法的研究与实现	赵伟 何艳爽 李文辉 (200)
一种基于预测的碰撞检测控制算法	赵伟 韩文君 李文辉 (205)
基于非线性规划的凸多面体间碰撞检测算法研究	赵伟 夏云飞 李文辉 (210)
基于误差约减的从明暗恢复形状方法	张军 戴霞 (215)
一种新的基于结构光的三维测量模型	崔海华 王震 廖文和 戴宁 程筱胜 (220)
海量空间数据点四边形网格划分边界优化算法的实现	吴丽娟 齐维毅 李继 (227)
基于多层切片的三维 B 样条曲面重构	郑津津 孙培培 周洪军 沈连娟 (231)

第 8 部分 科学计算

一种变尺度法改进的独立分量分析快速算法	华回春 谷根代 (238)
基于网格技术的离心泵反问题新方法	张人会 杨军虎 刘宜 (242)
一种快速的基于 K-Means 算法的空间索引方法	赵伟 张姝 李文辉 (246)
关于 Star-网络的一个猜想	师海忠 (252)

基于机群的双群双域双向并行计算的凸壳新算法	周启海 吴红玉 黄涛 (255)
泥石流三维数值模拟的一种离散元方法	陈龙伟 (261)

第9部分 数字水印

一种基于扩频调制的半脆弱数字水印算法	者建武 秦娜 (266)
基于迭代混合的图像隐藏技术	张永红 康宝生 (271)
一种通用医学图像系统安全模型的研究	周卫东 王翠玲 张贵仓 (275)
一种新的基于V描述子的图形水印技术	铁小匀 钟文琦 刘雪 邹建成 (279)
一种基于半脆弱水印的离线电子支付方案	杨小东 张贵仓 陆洪文 (285)

第10部分 计算机图像处理

一种基于对称集的2D图形匹配新方法	刘旭丽 邹建成 张波 铁小匀 (290)
一种基于混沌序列的数字图像置乱算法	赵玉霞 康宝生 (295)
SVM用于基于区域分割方法的图像分类	王上 王钰旋 (301)
基于OpenGL的计算机视觉成像技术分析	方漪 乔甜 (305)

第11部分 计算机辅助设计与制造

基于IGES的CAD/CAM后置处理器的实现	孙炜 刘春 (314)
基于CATIA/CAA的自由曲线曲面造型方法及实现	臧彧 杨士富 刘永进 (319)
递归分割曲面模型的数控加工无干涉刀位生成及仿真	任秉银 李伟 (324)

Beta-shape, Quasi-triangulation and Voronoi Diagram —Geometric Challenges for Molecules

Deok-Seo Kim

(Department of Industrial Engineering, Hanyang University, Seoul, Korea)
Voronoi Diagram Research Center (VDR-C), Hanyang University, Seoul, Korea)

Abstract: It is a usual understanding that the functions of biological systems such as a protein are critically related with the spatial structure (i.e., geometry and topology among atoms) of the system. This talk will introduce some important biological problems which are essentially related to the spatial structure of proteins. In the analysis of the spatial structure of proteins, various kinds of techniques in the computational geometry have been applied since Richards first employed the Voronoi diagram of points. For example, the noble theory of the (weighted) alpha-shape has been one of the well-known and frequently used computational methods. I will give a brief overview of the Voronoi diagram of points to the Voronoi diagram of atoms and the quasi-triangulation of the beta-shape. I will also introduce a new and powerful computational diagram of atoms, which will be presented. Then, a new and powerful computational diagram of atoms, which will be presented. Then, a new and powerful computational diagram of atoms, which will be presented. Then, a new and powerful computational diagram of atoms, which will be presented. This talk will then conclude with other potential applications of the beta-shape in the computer graphics and some open problems.

第1部分

大会特邀报告摘要

Wenping Wang, Yang Liu
(The University of Hong Kong)

Abstract: Motivated by applications in modeling glass structures in architecture, there has recently been much interest in modeling meshes surfaces with planar faces. We consider the geometry and computation of mesh surfaces with planar hexagonal faces from the point of view of discrete differential geometry. We show that the mesh structure is naturally related to conjugate curve networks on underlying smooth surfaces. Furthermore, we show that the shape of each hexagonal face is in the limit related to the Dupin indicatrix. These results are then used to compute a mesh surface with planar hexagonal faces to approximate a given smooth surface.

On Two and Three Variables Trigonometric Surfaces and Orthogonal Polynomials Over Some Irregular Domains

Jiachang Sun

(Institute of Software, Chinese Academy of Science, Beijing 100080)

Abstract: In this speech, based on second order PDE eigen-problems we construct the relationship between trigonometric surface and orthogonal polynomial surface in 2-D and 3-D over some irregular domains. The main

Beta-shape, Quasi-triangulation and Voronoi Diagram —Geometric Challenges for Molecules

Deok-Soo Kim

(Department of Industrial Engineering, Hanyang University, Seoul, Korea
Voronoi Diagram Research Center (VDRC), Hanyang University, Seoul, Korea)

Abstract: It is a usual understanding that the functions of biological system such as a protein are critically related with the spatial structure (i.e., geometry and topology among atoms) of the system. This talk will introduce some important biological problems which are essentially related to the spatial structure of proteins. In the analysis of the spatial structure of proteins, various kinds of techniques in the computational geometry have been applied since Richards first employed the Voronoi diagram of points. For example, the noble theory of the (weighted) alpha-shape has been one of the well-known and frequently used computational methods. In this talk, the generalization of a Voronoi diagram of points to the Voronoi diagram of atoms and the quasi-triangulation, the topological dual of the Voronoi diagram of atoms, will be presented. Then, a new and powerful computational concept of beta-shape will be introduced to facilitate a more efficient computation for the reasoning of the spatial structure of molecules. This talk will then conclude with other potential applications of the beta-shape in the computer graphics and some open problems.

Mesh Surfaces with Planar Hexagonal Faces

Wenping Wang Yang Liu

(The University of Hong Kong)

Abstract: Motivated by applications in modeling glass structures in architecture, there has recently been much interest in modeling meshes surfaces with planar faces. We consider the geometry and computation of mesh surfaces with planar hexagonal faces from the point of view of discrete differential geometry. We show that the mesh structure is naturally related to conjugate curve networks on underlying smooth surfaces. Furthermore, we show that the shape of each hexagonal face is in the limit related to the Dupin indicatrix. These results are then used to compute a mesh surface with planar hexagonal faces to approximate a given smooth surface.

On Two and Three Variables Trigonometric Surfaces and Orthogonal Polynomials Over Some Irregular Domains

Jiachang Sun

(Institute of Software, Chinese Academy of Science, Beijing 100080)

Abstract: In this speech based on second order PDE eigen-problems we construct the relationship between trigonometric surface and orthogonal polynomial surface in 2-D and 3-D over some irregular domains. The main

PDE operator can be seen a mapping of 2-D or 3-D Laplacian from a triable or a tetrahedron domains. Some recurrences relations so called three-layer have been found in terms of several terms instead of three terms for univariate case.

As three examples, the two and three-variable analogues of the first and second Chebyshev polynomials and Legendre polynomials are discussed.

大尺度几何形变技术

鲍虎军

(浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室, 杭州 310027)

随着三维激光扫描技术的快速发展, 从现实世界获取景物表面的点云数据, 构建出高精度的稠密三维网格模型变得相对容易, 如何高效地重用这些几何数据, 实现复杂对象的高效构建已成为当前几何计算和设计领域的研究热点。几何形变是其中的关键技术, 它的突破将有效提高复杂对象几何形态设计的效率。

传统基于物理的形变技术能够逼真地再现景物的形变行为, 但由于涉及复杂的计算, 难以应用于交互几何的编辑和设计, 而没有物理约束的大尺度几何形变则由于自由度过大, 使得用户难以精确预测和控制形变结果。本报告主要介绍我们在大尺度几何形变理论和方法的研究工作, 其核心思想是将几何形变问题刻画为与微分量相关的形变势能的极值问题, 通过引入长度、体积、重心等各种非线性物理约束, 利用高效的数据降维和迭代优化技术, 实现复杂景物的近似物理效果的实时大尺度几何形变。该方法操作直观方便, 可用于复杂几何形体及其运动的高效编辑和设计。

3D Shape Representation, Matching and Animation

Hongbin Zha

(State Key Laboratory on Machine Perception, Peking University, China)

Abstract: Development of new methods for representing 3D shapes is an important topic in object recognition, model-based manipulation, digital geometry processing, and shape animation. In the early days of computer vision, an object is usually modeled with global representations such as constructive solid geometry, generalized cylinders, extended Gaussian images, or deformed superquadrics. Recently, more sophisticated representations such as shape distributions are developed, which allow for matching of objects under general similarity metrics. One drawback of such global schemes is that they are difficult to be used in matching with scenes where the target objects are only visible partially due to occlusion or limited view fields. To solve the problem, local representations are introduced to provide descriptions of free-form details on the object surfaces by using curvatures or spin images. On the other hand, we can also find a wealth of more flexible schemes such as 3D meshes or point-based implicit surface descriptions, which are intensively investigated in computer graphics. However, these methods are developed mainly for the purpose of surface deformation or scene rendering. When they are used for the object matching and recognition, the computation costs are too high to be implemented in general PC platforms.

In the talk, I will report our efforts in combining the global and local representations to develop efficient methods for partial object matching and surface animation. At first, I will present a new representation scheme,

called shape topics, which is obtained by using a bag-of-words model based on probabilistic text analysis techniques. Here, the shape topics represent a kind of abstract local feature grouping at different levels of granularity, and they are extracted automatically by a clustering process in a feature space formed by sample objects. In principle, the shape topics are a set of representative local feature groups, which have great discriminating power to dissimilate the objects both from global and local viewpoints. Another representation we developed is the generalized shape distributions that incorporate geometrical relationship between surface points into the original shape distributions. By doing so, they are able to represent both local shapes and global structures, making partial shape matching possible. The representations have been successfully applied for retrieving 3D models with partial shape queries.

Another related topic is human face animation and transferring driven by some dynamic constraints such as videos. If we have a set of key 3D face models for representative configurations of face elements and their shape changes, it is easy to realize the animation by synthesizing motion and deformation trajectories passing through the key faces. However, the problem here is the difficulty in extracting the key faces since it is hard to gather a set of 3D training data with the up-to-date 3D digital technology. To circumvent the problem, our idea is to extract the representative face frames by a training process just using video sequences, and then to get the corresponding 3D key faces. This new technique will lead to an efficient animation system by cutting costs required in collecting 3D training data.

有理曲线与曲面的 μ 基及其应用

陈发来

(中国科学技术大学数学系, 合肥 230026)

摘要: 有理曲线与曲面的 μ 基是一种新的代数工具, 它是连接曲线, 曲面参数表示与隐式表示之间的桥梁。本报告将系统阐述有理曲线与曲面 μ 基研究的现有结果与最新进展, 并探讨 μ 基在曲线, 曲面隐式化, 曲面参数化、曲线、曲面奇点的计算, 点逆公式等中的应用。

Proper Reparametrization for Rational Parametrizations of Algebraic Surfaces

Xiaoshan Gao

(Institute of Systems Science, Academia Sinica, Beijing 100080)

Abstract: Rational parametrizations are fundamental curve and surface representations in computer shape modeling and processing. A basic property of a rational parametrization is whether it is proper (one-to-one) or improper (many-to-one). If a rational parametrization is improper, naturally we would ask whether it can be reparameterized so that the new parametrization is proper. In this talk, we will give a brief review of the status of the problem and present current results on proper reparametrization of rational parametrization for algebraic surfaces and algebraic varieties. Main results include: ① We identify a class of monomial supports such that any surface rational parametrization defined on them is improper. We propose algorithms to compute the improper index of such a monomial support and to reparametrize rational parametrizations defined on such a monomial support. ② We propose algorithms to construct proper reparametrization for algebraic ruled surfaces. In the general case, the problem is still open.

基于图像的建模

胡占义

(中国科学院自动化研究所, 北京 100080)

摘 要: 首先对计算机视觉的现状进行一些简单介绍; 然后重点介绍基于图像建模的一些关键问题、主要方法和技术, 包括图像匹配、系统标定、建模和融合等; 最后, 给出一些相关演示。

几何设计中的几何偏微分方程方法

徐国良

(中国科学院计算数学与科学工程计算研究所, 北京 00080)

摘 要: 报告中, 我们将汇报几何设计中的几何偏微分方程方法。首先介绍参数形式及水平集形式的曲面的一般形式的二阶、四阶以及六阶几何偏微分方程的构造方法; 然后报告几何偏微分方程的求解方法以及各种几何微分算子的离散化及其收敛性问题; 最后介绍几何偏微分方程在解决曲面处理、曲面设计、曲面拼接、曲面恢复、曲面重构以及生物分子曲面构造等问题中的应用。

计算几何中的若干概念和理论问题

叶正麟

(西北工业大学理学院数学与信息科学系, 西安 710072)

摘 要:

一、关于光顺概念

光顺准则中的几个矛盾。曲率均方准则与应变能准则和二阶导矢均方准则与混合准则的不相容性。光顺优化准则的量纲分析。曲率单调区间的数目是否越少越好? 光顺的模糊性问题和曲率函数问题。

二、关于奇点概念

传统微分几何中奇点概念在几何设计中的局限性。对应曲线上的点 $r(t)$ 未必是尖点。方向反变概念和尖点定义。曲线在 $r(t)$ 处的切线和曲率问题。

三、关于折线的离散曲率和离散挠率概念

折线的“离散曲率”与“离散挠率”概念。离散曲率和离散挠率的极限和光滑曲线的曲率与挠率的一致性问题的。

四、参数曲线有理化的射影变换方法

平面三阶和空间四阶参数曲线有理化的射影变换方法。权系数与射影坐标系及射影变换的关系, 权系数的几何意义。权心概念, 平面三阶和空间四阶有理样条参数曲线的权心与权系数的关系。射影变换方法的局限性。