

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 19120081152738

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

带形状参数的Bézier曲线曲面以及用可展
曲面拟合点云

Bézier Curves and Surfaces with Shape Parameter and
Developable Surface Fitting to Point Clouds

叶 张 翔

指导教师姓名: 曾 晓 明 教 授

专 业 名 称: 计 算 数 学

论文提交日期: 2011 年 月

论文答辩时间: 2011 年 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2011 年 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

本文针对以下三个方面的问题，作了一定的研究，得到了有意义的结果。

- (1) 针对经典的Bézier 曲线曲面在控制顶点给定，曲线曲面形状就唯一固定，缺乏进一步调整曲线曲面形状的能力这一情况，本文给出了一种带形状参数的Bézier 曲线曲面。这种带形状参数的Bézier 曲线曲面保留了经典Bézier 曲线曲面的优良性质，并可以通过形状参数的取值变化来进一步调整曲线曲面的形状。形状参数具有直观明确的几何意义。
- (2) 在[1]中给出了一种带 n 个形状参数的贝齐尔曲线以及带 $\frac{3n(n+1)}{2}$ 个形状参数的三角贝齐尔曲面。在[1]中只给出了一些基本性质，本文进行了更深入的研究，得到了一些更深刻的性质，并给出证明。
- (3) 给出一组从曲面上测量得到的数据点，本文研究了如何识别并且重建一张可展曲面来拟合这些数据点。通过研究这些点的切平面，展示了经典的Laguerre 几何对识别、分类、重建可展曲面是一个十分有效的工具。这些曲面可以由单参数切平面的包络面生成。最后简化了问题并给出简化后的解决方案。

关键词：曲线；曲面；Bézier；形状参数；可展曲面；识别；重建；平面空间

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

This paper is arranged in the following three parts.

- (1) When the control points are given, the shape of classical Bézier curve or surface is uniquely decided. For remedying this cases, the generalized Bézier curve and surface with shape parameter are given, which not only hold the excellent properties of classical Bézier curve or surface, but also can changing the shape of the curve or surface with the shape parameters.
- (2) Bézier curves with n shape parameters and riangular Bézier surfaces with $\frac{3n(n+1)}{2}$ shape parameters are presented in [1]. But it only given some basic properties, in this paper we give more details.
- (3) Given a set of data points as measurements from a developable surface, the present paper investigates the recognition and reconstruction of these objects. We investigate the set of estimated tangent planes of the data points and show that classical Laguerre geometry is a useful tool for recognition, classification and reconstruction of developable surfaces. These surfaces can be generated as envelopes of a one-parameter family of tangent planes.

Key Words: Curves; Surfaces; Bézier; Shape parameters; Developable surface; Reconstruction; Recognition; Space of planes

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

摘要	I
Abstract	III
第一章 绪论	1
1.1 参数样条简介	1
1.1.1 Bézier曲线曲面	1
1.1.2 三角域上的Bézier曲面	2
1.2 直纹面与可展曲面简介.....	2
第二章 带形状参数的Bézier曲线曲面	5
2.1 带形状参数的Bézier曲线	5
2.1.1 基函数的构造	5
2.1.2 基函数的性质	6
2.1.3 带形状参数的Bézier曲线的性质	9
2.2 带形状参数的Bézier曲面	13
2.2.1 张量积曲面.....	13
2.2.2 三角曲面	15
第三章 一种带多个形状参数的广义Bézier曲线曲面的性质补充	21
3.1 带n个形状参数的Bernstein基函数的性质补充	21

3.2 带 n 个形状参数的Bézier曲线的性质补充.....	23
3.3 带 $\frac{3n(n+1)}{2}$ 个形状参数的三角Bézier曲面的性质补充	25
第四章 用锥面或柱面逼近母线方向狭长的曲面	29
4.1 \mathbb{R}^3 中的有向平面的Blaschke模型	30
4.1.1 点与面的关联	30
4.1.2 球的切平面.....	31
4.2 通过在 B 上的映射对可展曲面分类	32
4.2.1 圆柱与圆锥.....	32
4.3 可展曲面的识别	33
4.3.1 平面集中的一种Euclidean度量	33
4.3.2 提出问题	34
4.3.3 分析并分类Blaschke映像点.....	36
4.4 问题的化简	37
第五章 总结	41
参考文献	43
作者在读研期间完成的文章目录	47
致谢	49

Contents

摘要	I
Abstract	III
Introduction	1
1.1 Parametric spline surfaces	1
1.1.1 Bézier curves and surfaces	1
1.1.2 Bézier surfaces on triangular domains	2
1.2 Ruled surfaces and developable surfaces	2
Bézier Curves and Surfaces with Shape Parameters	5
2.1 Bézier curves with shape parameter	5
2.1.1 Construction of basis functions	5
2.1.2 Properties of the basis	6
2.1.3 Properties of the Bézier curve with shape parameter	9
2.2 Bézier surface with shape parameter	13
2.2.1 Rectangular surface	13
2.2.2 Triangular surfaces	15
Supplement for a type of generalized Bézier curves and surfaces	21
3.1 Supplement for generalized Bernstein basis functions	21
3.2 Supplement for Bézier curves with n shape parameters	23
3.3 Supplement for generalized triangular Bézier surfaces with shape parameters	25
Fitting to Narrow Surfaces with Cones and Cylinders	29
4.1 The Blaschke model of oriented planes in \mathbb{R}^3	30
4.1.1 Incidence of point and plane	30
4.1.2 Tangency of sphere and plane	31
4.2 The classification of developable surfaces according to their image on B	32

4.2.1	Cones and Cylinders of revolution	32
4.3	Recognition of developable surfaces	33
4.3.1	A Euclidean metric in the set of planes	33
4.3.2	Some problem	34
4.3.3	Analysis and classification of the Blaschke image	36
4.4	Simplification of the problem	37
References		43
publications		47
acknowledgements		49

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第一章 绪论

1.1 参数样条简介

计算机辅助几何设计(Computer Aided Geometric Design) 主要研究在计算机图像系统的环境下对曲面的表示、设计、分析和绘制。它起源于飞机、船舶的外形放样(Lofting) 工艺, 由Coons、Bézier 等大师于六十年代奠定理论基础。

在曲线、曲面造型方法的发展过程中, 基于Bernstein 多项式的Bézier 曲线、曲面(尽管一开始并不是用Bernstein基函数来表示)一直起着基础性的地位和作用。由于样条可以转化为分片多项式进行分析, 时至今日, 对单片多项式形式的Bézier曲线曲面的研究仍在不断进展中。

1.1.1 Bézier曲线曲面

Bézier曲线曲面由法国工程师Bézier于1962年提出, 其想法从一开始就面向几何而不是面向代数。1962年他提出这种独创的构造曲线曲面的方法, 并以为之为基础, 发展了一套自由型曲线曲面的设计制造系统, 称之为UNISURF 系统, 于1972年正式投入使用。但开始时的形式非常复杂, 后经Forrest的工作, 才有了今天用Bernstein 基函数来表示的非常简洁的形式。

定义 1.1:

$$B_{i,n}(t) = \binom{n}{i} t^i (1-t)^{n-i} \quad t \in [0, 1] \quad i = 0, 1, \dots, n.$$

则称这 $n + 1$ 个多项式是一元 n 次Bernstein 基函数。

定义 1.2: 给定 $n + 1$ 个空间向量 P_i , 称 n 次参数曲线段

$$P(t) = \sum_{i=0}^n P_i B_{i,n}(t), \quad 0 \leq t \leq 1$$

为一条 n 次Bézier曲线。 P_i 称为控制顶点。依次用直线段连接相邻两个 P_i 所得的 n 边折线多边形称为Bézier 多边形或者控制多边形。

定义 1.3: 给定 $(m+1)(n+1)$ 个空间向量 $P_{i,j} \in \mathbb{R}^3, (i = 0, 1, \dots, m, j = 0, 1, \dots, n)$, 张量积Bézier曲面定义如下

$$S(s, t) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m B_{i,n}(s) B_{j,m}(t) P_{i,j}$$

其中 $B_{i,n}(s)$ 和 $B_{j,m}(t)$ 是Bernstein基函数, $P_{i,j}$ 称作控制顶点。依次用直线段连接相邻两控制顶点所得的 $m \times n$ 边折线多边形网格称为控制网格。

1.1.2 三角域上的Bézier曲面

张量积型的Bézier曲面是定义在矩形域上的四边曲面片, 人们发现在曲面造型的很多场合三角曲面片更加易用, Farin构造了基于二元Bernstein基函数的三角Bézier曲面。

定义 1.4: 设 $\Delta ABC \subseteq \mathbb{R}^2, \{u(s, t), v(s, t), w(s, t) | 0 \leq u, v, w \leq 1, u + v + w = 1\}$ 是关于三角定义域 ΔABC 的重心坐标。则称

$$B_{ijk}(s, t) = \frac{n!}{i!j!k!} u^i(s, t) v^j(s, t) w^k(s, t) \quad i + j + k = n$$

为三角域上的Bernstein基函数。

定义 1.5: 给定 $\frac{(n+1)(n+2)}{2}$ 个空间向量 $P_{ijk} \in \mathbb{R}^3 (i, j, k \geq 0, i + j + k = n)$, 称曲面

$$T(s, t) = \sum_{i+j+k=n} B_{ijk}(s, t) P_{ijk}$$

为定义在 ΔABC 上的一张 n 次三角Bézier曲面。 $B_{ijk}(s, t)$ 是定义在 ΔABC 上的 n 次三角Bernstein基函数, 称 P_{ijk} 为控制顶点, 依次连接相邻两个控制顶点所得的 n^2 个三角形组成的网格为控制网格。

1.2 直纹面与可展曲面简介

直纹面和可展曲面是两类特殊的曲面, 在几何造型中的应用非常广泛。直纹面是直线段 L 在空间中沿某一定曲线运动所形成的轨迹。定曲线称为准线, 直线段称为母线。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

廈門大學博碩士論文摘要庫