

一种基于 SMS for XView 系统

控制顶点的选取方法

董利锋, 郜颖

(大连水产学院 基础部, 辽宁 大连 116023)

摘要: 给出了一种基于双 Beta 样条曲面造型系统 SMS for XView 的选取控制顶点的方法, 采用该方法选取的控制顶点阵列能较好地反映双 Beta 样条曲面的特点。

关键词: 控制顶点阵列; 双 Beta 样条曲线/曲面; B 样条曲线/曲面; 造型

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

双 Beta 样条曲线(曲面)是由 Barsky 等人最早提出的。双 Beta 样条曲面是双三次 B 样条曲面的一种推广, 因此它具有后者的一些特性, 如逐块可用三次多项式表示、度数的独立性、保凸性以及构造简单、局部控制等特点; 同时, 它又与双三次 B 样条曲面有所不同, 主要体现在: 一是放松了对曲面光滑性的要求, 从 C^2 连续性降到 G^2 连续性; 二是曲面形状受控制顶点位置的控制外, 还受参数 β_1 和 β_2 取值的影响^[1]。在参数特定取值下, 双 Beta 样条曲面可退化成一般的双三次 B 样条曲面。由于双 Beta 样条曲面具有上述特点, 因此在曲面造型和 CAD 中有很大的实用价值。

人们以双 Beta 样条曲面为算法基础, 开发出双 Beta 样条曲面的造型系统 SMS (Surface Modeling System)^[2]; 在 SMS 的基础上, 对曲面造型中有关三维形体的浓淡处理和曲面拼接方面作了进一步的研究, 完成了 SMS 的新版本—SMS for XView^[3]; 作者在 SMS for XView 的基础上, 给出了一种控制顶点阵列的选取方法, 生成的图形可用来拼接汉字。

1 双 Beta 样条曲面的定义和性质

双 Beta 样条曲面定义为^[1]

$$Q(u, t) = \sum_{i,j}^{n,m} \left(\sum_{r=-2s}^1 V_{i+r, j+s} \cdot b_r(u) \cdot b_s(t) \right) \quad (1)$$

其中: $V_{ij} = [x_{ij}, y_{ij}, z_{ij}]$, $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, m$, 是控制顶点阵列; $b_r(u)$ 和 $b_s(t)$ 是 Beta 样条曲线的基函数。

式(1)可改写为

收稿日期:1998-07-08

作者简介:董利锋(1954~),男,讲师。

$$Q(u, t) = \sum_{i,j}^{n,m} Q_{ij}(u, t) \quad (2)$$

$$Q_{i,j}(u, t) = \sum_{r=-2}^1 \sum_{s=-2}^1 V_{i+r, j+s} \cdot b_r(u) \cdot b_s(t), \quad u, t \in D, D = [0, 1] \quad (3)$$

式(2)表示整个曲面 $Q(u, t)$ 由一系列曲面块 $Q_{ij}(u, t)$ 按几何连续性的原则拼凑而成。

双 Beta 样条曲面是由纵横交织的两族 Beta 样条曲线构成,参数 β_1 和 β_2 对每条 Beta 样条曲线的影响累积起来就是对双 Beta 样条曲面的影响,当 $\beta_1 = 1, \beta_2 = 0$ 时,双 Beta 样条曲面退化为双三次 B 样条曲面。曲面不一定通过控制顶点,曲面的形状似乎由周围 16 个控制顶点的拽拉而成。因此,双 Beta 样条曲面的最后形状,除受控制顶点阵列的空间分布影响外,还要受纵横参数 β_1 和 β_2 的控制。由此可见,控制顶点阵列的选取对双 Beta 样条曲面的形状起着举足轻重的作用。

2 汉字基本笔画的选取

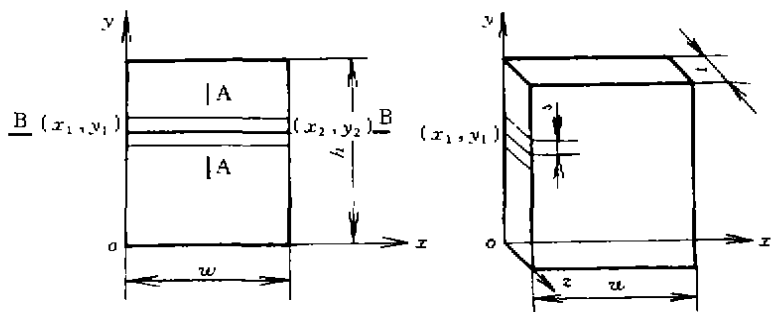
汉字是世界文字发展史上最早出现的一种文字,其最基本的成形要素是笔画。汉字由篆书发展到隶书、再到楷书,把不规则的曲线和匀圆的线条变为平直方正的笔画。所以楷书的笔画多为直线形的^[4]。笔画是构成汉字字形的最小连笔单位,是书写汉字时从下笔后按一定笔向连续画成的一笔,落笔处为笔画的起点,提笔处为笔画的终点。笔画的基本形式有五种:横(一)、竖(丨)、撇(丿)、捺(㇇)、折(乚和 冂)。前四种为单向笔形,第五种为复向笔形。经过分析不难看出,折可由前几种单向笔形——横和竖、横和撇等组合而成。因此将横、竖、撇、捺确定为基本笔画。

3 汉字基本笔画控制顶点选取的基本思想

无论是通过屏幕,还是通过打印机输出汉字,每个汉字都在一定的位置上,即每个汉字都有一个字位,用坐标 (x_0, y_0) 表示(因为输出的汉字是平面图形, z 坐标为 0, 所以通常略去),每个基本笔画在整个汉字中的位置由笔画的起点、终点确定。将汉字上每个基本笔画的起点、终点定义为笔画中心控制点,其坐标均采用局部坐标表示。为此引进数组 float stroke [10][2] 来表示笔画中心控制点的局部 x, y 坐标 $(x_i, y_i), i = 1, 2, \dots, n$ 。

下面以横为例来说明控制顶点阵列选取的方法(图 1 ~ 4)。

图 1 中,矩形表示一个汉字,这符合汉字呈方块形的特点。字位由矩形左下角点 $o(x_0, y_0)$ 控制,横的位置由笔画中心



w —字宽; h —字高; t —字厚,即笔画厚度; s —笔画半宽; $e_1 = h/w$ —高宽比; $e_2 = t/w$ —厚宽比; $e_3 = s/t$ —笔画比; n —笔画中心控制点个数, $n \leq 10$ 。

图 1 横的平面示意图

图 2 横的空间示意图

控制点坐标 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 控制。

图 2 中, 汉字由于有了厚度而呈长方体形状, 横也变成了长方条。

图 3 给出了横的纵向控制顶点分布情况。用 A 平面 (如图 1 所示) 将横剖开, s 表示笔画半宽, $0 \sim 4$ 为纵向控制顶点, 受其控制, 在该截面上 Beta 样条曲线形状大致如图 3 所示。

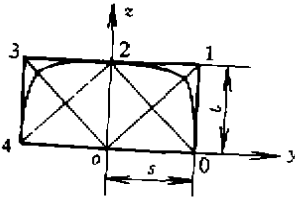


图 3 A-A 放大图

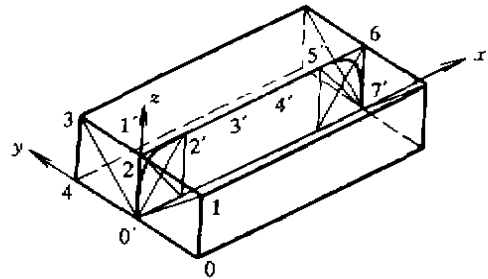


图 4 横的控制顶点空间分布放大图

图 4 为横的横向控制顶点分布情况, 用 B 平面 (如图 1 所示) 将横剖开, $0' \sim 7'$ 为横向控制顶点, 受其控制, 在 B 截面上 Beta 样条曲线形状大致如图 3 所示。

可以想象出, 横是由纵横为 A、B 截面所示的两族 Beta 样条曲线包络而成。把一个笔画看作是一个双 Beta 样条曲面, 曲面的纵向、横向控制顶点数分别选取 5 和 8。将字位 (x_0, y_0) 、字宽 w 、高宽比 e_1 、厚宽比 e_2 、笔画比 e_3 作为基本笔画控制参数, 存放在数组 `float control2 [6]` 中; 根据 SMS for XView 系统的要求和双 Beta 样条曲面的性质, 在每两个控制顶点之间插入许多点, 以使样条曲面更加光滑, 于是引进数组 `int control1 [2]` 来表示纵向、横向上每两个控制顶点之间的分点数; 采用数组 `float block [3] [5] [8]` 来表示控制顶点阵列的三维坐标; 曲面的上、下、左、右边界处理方法均选用三重顶点法, 其数码为 3; 改变数组 `float control2 [6]` 的取值, 便可得到位置不同、高矮胖瘦不等的一系列横。这归根结底是由于控制顶点的坐标发生变化而导致的。根据横的控制顶点选取的 N-S 图 (图 5) 编程, 输入各控制参数并运行, 可得到形如表 1 的控制顶点阵列文件。

控制参数说明
输入各控制参数
<code>for (i=0; i<nud; i++)</code>
<code>block[0][i][0]=x₀+x₁; block[1][i][0]=y₀+y₁;</code>
<code>block[2][i][0]=0; block[0][i][7]=x₀+x₂;</code>
<code>block[1][i][7]=y₀+y₂; block[2][i][7]=0;</code>
<code>for (j=1; j<nlr-1; j++)</code>
<code>block[0][i][j]=x₀+x₁+dx*(j-1)</code>
<code>for (i=0; i<nlr; i++)</code>
<code>block[2][0][i]=0; block[2][4][i]=0;</code>
<code>for (i=1; i<nlr-1; i++)</code>
<code>for (j=1; j<nud-1; j++)</code>
<code>block[2][i][j]=i</code>
<code>for (i=1; i<nlr-1; i++)</code>
<code>for (j=0; j<nud-3; j++)</code>
<code>block[1][i][j]=y₀+y₁-s</code>
<code>for (j=3; j<nud; j++)</code>
<code>block[1][i][j]=y₀+y₁+s</code>
<code>block[1][2][i]=y₀+y₁</code>
<code>for (i=0; i<3; i++)</code>
<code>for (j=0; j<nud; j++)</code>
<code>for (k=0; k<nlr; k++)</code>
输出 <code>block[i][j][k]</code>

图 5 横的控制顶点选取的 N-S 图

表 1 控制顶点的阵列文件

{ 曲面个体数 上边界 下边界 左边界 右边界 两控制顶点间 两控制顶点间 纵向控制 横向控制 处理 处理 处理 处理 纵向分点数 横向分点数 点数 点数 x 坐标块 y 坐标块 z 坐标块 }	上边界	下边界	左边界	右边界	两控制顶点间	两控制顶点间	纵向控制	横向控制
	处理	处理	处理	处理	纵向分点数	横向分点数	点数	点数
	x 坐标块							
	y 坐标块							
	z 坐标块							

例如,一横的两笔画中心控制点的坐标 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 分别为 $(-15, -90)$ 、 $(-80, -90)$,字位 (x_0, y_0) 为 $(0, 0)$,字宽 w 为 100 ,高宽比 e_1 为 1.4286 ,厚宽比 e_2 为 0.1 ,笔画比 e_3 为 0.5 ,通过程序运算,得到如表 2 所示的输入数据文件。

表 2 输入数据文件

1							
3	3	3	3	5	5	5	8
-15.0000	-15.0000	-28.0000	-41.0000	-54.0000	-67.0000	-80.0000	-80.0000
-15.0000	-15.0000	-28.0000	-41.0000	-54.0000	-67.0000	-80.0000	-80.0000
-15.0000	-15.0000	-28.0000	-41.0000	-54.0000	-67.0000	-80.0000	-80.0000
-15.0000	-15.0000	-28.0000	-41.0000	-54.0000	-67.0000	-80.0000	-80.0000
-15.0000	-15.0000	-28.0000	-41.0000	-54.0000	-67.0000	-80.0000	-80.0000
-90.0000	-95.0000	-95.0000	-95.0000	-95.0000	-95.0000	-95.0000	-90.0000
-90.0000	-95.0000	-95.0000	-95.0000	-95.0000	-95.0000	-95.0000	-90.0000
-90.0000	-90.0000	-90.0000	-90.0000	-90.0000	-90.0000	-90.0000	-90.0000
-90.0000	-85.0000	-85.0000	-85.0000	-85.0000	-85.0000	-85.0000	-90.0000
-90.0000	-85.0000	-85.0000	-85.0000	-85.0000	-85.0000	-85.0000	-90.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000
10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000
10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

第二行的 8 个数据是控制性数据,它们顺序表达的意义是:上边界、下边界、左边界、右边界的方法(3——采用三重顶点法);每一个子块的纵向分点数(5——纵向包括端点分成 5 个点);每一个子块的横向分点数(5——横向包括端点分成 5 个点)、给定的控制顶点阵列纵向行数(5——阵列中共有 5 个横行);给定的控制顶点阵列横向列数(8——阵列中共有 8 个纵行)。下边的三个数据阵列块分别是控制顶点阵列的 x , y , z 坐标。它们都是 5×8 的实数矩阵。

同理,其它基本笔画的控制顶点阵列亦可根据前面的基本思想编程、计算得出,形同表 1。为方便起见,每个基本笔画的笔画中心控制点均选用两个。但由于撇、捺的笔画半宽是变化的,笔画厚度也是变化的,且倾斜于坐标轴,因此,它们的控制顶点阵列

的选取要复杂一些,需要引进初始笔画半宽 s_0 和初始笔画厚度 t_0 。于是存入数组 float control₂ [6] 中的厚宽比 $e_2 = t_0/w$ 、笔画比 $e_3 = s_0/t_0$ 。至此,每一个基本笔画都对应一个子程序,以求得到形同表 1 的控制顶点阵列坐标文件。

4 结束语

作者提出的基于 SMS for XView 系统的控制顶点选取方法具有计算量小、算法简单等特点。用这种方法可自动生成控制顶点阵列坐标文件,并可通过改变控制参数而随意调整基本笔画的胖瘦厚薄。采用该方法提取的控制顶点既符合汉字基本笔画书写横平竖直的特点,又符合 SMS for XView 系统的要求。因此采用该方法在 SMS for XView 系统中可以进行汉字的 Beta 样条造型。

参 考 文 献

- [1] 杨名生. 计算机图形学及 CAD[M]. 北京:中国科学技术出版社,1990.
- [2] 杨名生,刘旭敏. 双参数控制的双 Beta 样条曲面[J]. 大连理工大学学报,1993,33(2):130~137.
- [3] 杨名生,丑成业. 基于消隐算法的双 Beta 样条曲面浓淡处理方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,1996,8(3):187~191.
- [4] 王述峰,许国荣. 实用汉字知识[M]. 北京:燕山出版社,1993.

A method of selecting the controlled vertexes based on SMS for XView

DONG Li-feng, GAO Ying

(Faculty of General Studies, Dalian Fisheries Univ., Dalian 116023, China)

Abstract: A simple method of selecting the controlled vertexes based on Bibeta Spline Surface Modeling system—SMS for XView is put forward. The controlled vertexes selected in this way have the characteristics of Bibeta Spline Surface.

Key words: the controlled vertexes; Beta spline curve/surface; B-spline curve/surface;