

# 基于数字化光顺性指标的 NURBS 曲线自适应光顺

王爱增<sup>1),2)</sup> 赵 罡<sup>1),2)</sup> 穆国旺<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>(北京航空航天大学虚拟现实技术与系统国家重点实验室 北京 100191)

<sup>2)</sup>(北京航空航天大学机械工程及自动化学院 北京 100191)

<sup>3)</sup>(河北工业大学理学院 天津 300401)

**摘 要** 目前曲线曲面光顺算法大都基于手工操作,自动化程度低,难以对曲线曲面进行自适应光顺.针对此问题,文中给出一种数字化光顺性指标 *SValue* 的定义,基于此定义,提出了一个对 NURBS 曲线自适应的光顺算法.该算法通过对曲线小波分解,得到其尺度部分和细节部分.然后压缩细节部分得到光顺后的曲线,通过计算 *SValue* 来评定曲线的光顺效果.最后递归光顺曲线,直到满足光顺要求.与其它光顺方法相比,该方法不仅直观,而且光顺效果更佳,算法的自动性和自适应性更好.

**关键词** 光顺; B-样条小波; 曲线曲面

中图法分类号 TP391 DOI号: 10.3724/SP.J.1016.2011.01548

## NURBS Curve Adaptive Fairing Algorithm Based on a Digital Index of Fairness

WANG Ai-Zeng<sup>1),2)</sup> ZHAO Gang<sup>1),2)</sup> MU Guo-Wang<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>(State Key Laboratory of Virtual Reality Technology & System, Beihang University, Beijing 100191)

<sup>2)</sup>(School of Mechanical Engineering & Automation, Beihang University, Beijing 100191)

<sup>3)</sup>(School of Sciences, Hebei University of Technology, Tianjin 300401)

**Abstract** Currently most of methods about the NURBS Curve fairing are normally based on manual methods. It is a challenge to fair NURBS curve automatically and adaptively. In this paper, a digital definition of fairness is given, which is called *SValue*. Based on the digital index *SValue*, an adaptive NURBS curve fairing algorithm is presented. Firstly, the curve is decomposed into a detail part and a scale part. Secondly, the detail part are compressed by setting a threshold automatically. Finally, the new control points are obtained by the wavelet reconstruction. The curve fairness can be valued by the digital index *SValue*. By giving *SValue* a target value, the fairing algorithm can fair curve automatically. Several examples are given to illustrate the feasibility and effectiveness of this approach. Compared to other fairing methods, the algorithm can fair the curves better and more efficiently.

**Keywords** fairness; B-spline wavelets; curve and surface

### 1 引 言

曲线曲面的光顺处理是计算机辅助设计中的一

个重要问题,特别在汽车、船舶、航空等行业中有重要的应用.从产品的角度来说,设计产品的几何光顺性对产品的质量以及产品的几何美观性等会产生重要的影响.因此光顺问题在 CAGD 中有重要的理论

收稿日期:2010-01-15;最终修改稿收到日期:2010-09-20. 本课题得到国家自然科学基金(60603089)和北京市科技新星计划(2007B018)资助. 王爱增,男,1982年生,博士研究生,主要研究方向为计算机辅助几何设计、小波分析. 赵 罡(通信作者),男,1972年生,博士,副教授,博士生导师,主要研究领域为几何造型、CAD/CAM、虚拟现实技术. E-mail: zhaog@buaa.edu.cn. 穆国旺,男,1970年生,博士,教授,主要研究领域为计算机图形学、计算机辅助几何设计.

和应用价值,引起人们的广泛关注,但由于光顺问题的复杂性,直到现在仍没有得到彻底的解决,对它的研究仍在进行之中。

曲线曲面的光顺性是一个比较难以界定的概念.所谓的光顺准则即为判定曲线曲面光顺的依据,从目前发表的文献来看<sup>[1-6]</sup>,在光顺中经常使用的曲线曲面光顺准则都为定性判断,通常根据曲线曲面上的曲率变化是否均匀等来判断.这些方法作为光顺准则时遇到了以下两个问题:(1)由于对光顺性的判定均为定性判断,难以实现自动判定;(2)无法在不同的曲线或曲面之间进行光顺性比较.针对以上两个问题,本文定义了一种数字化光顺性指标  $SValue$ ,根据  $SValue$  的性质可以对曲线曲面的光顺性进行定量计算,也可以对不同曲线曲面的光顺性进行比较,从而达到了对曲线曲面光顺性进行自动判定的功能.基于此定义本文设计出一种曲线曲面自适应光顺算法。

传统的曲线光顺处理方法大致可以分为三类:基于节点删除-插入的光顺<sup>[1,7]</sup>、基于能量法的光顺<sup>[8-10]</sup>和基于小波技术的光顺<sup>[11-12]</sup>.基于节点删除-插入的光顺方法一般采用交互的方式确定“坏点”,这类方法主要基于手工操作,自动化程度低,当坏点较多时,光顺效果并不理想.随后出现的一些关于能量法的光顺算法,其光顺曲线时在某些情况下会导致曲线形状改变较大,另外当控制点较多时计算量较大,并且在光顺时不具有自适应性.基于小波技术的曲线曲面光顺算法是近些年出现的.早期,Cho 等人<sup>[11-12]</sup>提出了如何在小波变换过程中保持边界不变的光顺算法;Lyche 等人<sup>[13]</sup>构造出了具有最小支撑区间的非均匀 B 样条小波;赵罡<sup>[14]</sup>提出了基于数据压缩特性的保持边界参数连续的准均匀 B 样条曲线曲面的小波变换算法;Amati<sup>[15]</sup>提出了一种新的基于小波技术的曲线光顺算法,但由于该算法基于手工方法选择坏点,算法效率较低;2010 年 Wang 等人<sup>[16]</sup>提出了一种基于小波的 NURBS 曲线的简化和光顺算法(本文简称为 Wang 算法),该算法虽然提高了计算效率,但它是一种整体光顺方法,且不具有自适应性。

上述光顺算法大都基于手工操作,自动化程度低,难以对曲线曲面进行自适应光顺.针对这个问题,本文在给出数字化光顺性指标  $SValue$  定义的基础上,根据  $SValue$  的性质,提出了一个对 NURBS 曲线的自适应光顺算法,该算法在光顺时达到了自动性和自适应性。

## 2 $SValue$ 的定义及其性质

曲线曲面现有的光顺准则在对光顺性进行判断时都属于定性判断,难以通过计算机来达到自动判断曲线曲面光顺性的目的.针对这些不足,本文通过  $SValue$  的性质,给出了一种定量判定光顺性的方法,并由此可以在计算机上自动判定曲线曲面的光顺性。

对 NURBS 曲线进行小波分解得到下式:

$$Curve^{Original} = Curve^{Scale} + Curve^{Detail} \quad (1)$$

写成矩阵形式如下,

$$\Phi^L C^L = \Phi^L P^L C^{L-1} + \Phi^L Q^L D^{L-1} \quad (2)$$

其中  $\Phi^L$  表示由原 B 样条基函数定义的行向量,  $C^L$  表示原控制顶点构成的列向量,  $C^{L-1}$  和  $D^{L-1}$  分别对应尺度部分和小波部分控制顶点,  $P^L$  和  $Q^L$  为相应的重构矩阵.我们称  $P^L C^{L-1}$  为曲线的尺度信息,称  $Q^L D^{L-1}$  为曲线的细节信息。

对于非均匀 B 样条小波分解需要首先选取原节点矢量的一个子序列,在本文中选取子序列的原则是对内节点隔一取一,如图 1 所示.其中,○表示保留对应的节点;●表示移除相应的节点。

$$\{ \dots \circ \bullet \circ \bullet \circ \bullet \circ \bullet \dots \}$$

图 1

$SValue$  相对于曲线的定义:

(1) 小波分解时取子序列为原偶节点序列,计算

$$S^{Even} = \frac{\sum |Q^L D^{L-1}|}{\sum |P^L C^{L-1}| + \sum |Q^L D^{L-1}|}$$

(2) 小波分解时取子序列为原奇节点序列,计算

$$S^{Odd} = \frac{\sum |Q^L D^{L-1}|}{\sum |P^L C^{L-1}| + \sum |Q^L D^{L-1}|}$$

$$(3) SValue = \frac{S^{Odd} + S^{Even}}{2}$$

显然  $SValue$  具有以下性质:

性质 1.  $0 \leq SValue \leq 1$ .

由  $SValue$  的定义可知  $0 \leq SValue \leq 1$ .

性质 2.  $SValue$  的值越小,曲线越光顺。

由定义可知  $\sum |Q^L D^{L-1}|$  表示曲线细节信息的总和,  $\sum |P^L C^{L-1}|$  表示尺度信息的总和.  $SValue$  越大,说明曲线包含的细节信息越多,曲线越不光顺,  $SValue$  越小,表示曲线细节信息相对越少,曲线就越光顺。

同样对于曲面控制顶点进行小波分解,可以得到

$$\begin{aligned}
\mathbf{G}_{\phi^{Lu} \phi^{Lv}} = & \\
& \mathbf{P}^{Lu} \mathbf{G}_{\phi^{Lu-1} \phi^{Lv-1}} (\mathbf{P}^{Lv})^T + \mathbf{P}^{Lu} \mathbf{D}_{\phi^{Lu-1} \psi^{Lv-1}} (\mathbf{Q}^{Lv})^T + \\
& \mathbf{Q}^{Lu} \mathbf{D}_{\psi^{Lu-1} \phi^{Lv-1}} (\mathbf{P}^{Lv})^T + \mathbf{Q}^{Lu} \mathbf{D}_{\psi^{Lu-1} \psi^{Lv-1}} (\mathbf{Q}^{Lv})^T
\end{aligned} \tag{3}$$

$\mathbf{G}_{\phi^{Lu} \phi^{Lv}}$  为原曲面控制顶点构成的矩阵,  $\mathbf{G}_{\phi^{Lu-1} \phi^{Lv-1}}$  为小波分解后尺度部分对应的控制顶点矩阵,  $\mathbf{D}_{\phi^{Lu-1} \psi^{Lv-1}}, \mathbf{D}_{\psi^{Lu-1} \phi^{Lv-1}}, \mathbf{D}_{\psi^{Lu-1} \psi^{Lv-1}}$  为小波部分对应的控制顶点构成的矩阵.  $\mathbf{P}^{Lu}, \mathbf{P}^{Lv}, \mathbf{Q}^{Lu}, \mathbf{Q}^{Lv}$  为相应的重构矩阵. 通过重构矩阵, 把分解后的控制顶点插值为原节点矢量下的形式. 定义

$$\begin{aligned}
A = & \sum |\mathbf{Q}^{Lu} \mathbf{D}_{\psi^{Lu-1} \psi^{Lv-1}} (\mathbf{Q}^{Lv})^T| + \\
& \frac{1}{2} \sum |\mathbf{Q}^{Lu} \mathbf{D}_{\psi^{Lu-1} \phi^{Lv-1}} (\mathbf{P}^{Lv})^T| + \\
& \frac{1}{2} \sum |\mathbf{P}^{Lu} \mathbf{D}_{\phi^{Lu-1} \psi^{Lv-1}} (\mathbf{Q}^{Lv})^T|
\end{aligned} \tag{4}$$

$$B = \sum |\mathbf{P}^{Lu} \mathbf{G}_{\phi^{Lu-1} \phi^{Lv-1}} (\mathbf{P}^{Lv})^T| \tag{5}$$

其中  $A$  代表曲面细节信息的总和,  $B$  代表曲面尺度信息的总和.

$SValue$  相对于曲面的定义:

- (1) 小波分解时取子空间由原两个参数方向中的偶节点序列构成, 计算  $S^{Even} = \frac{A}{A+B}$ .
- (2) 小波分解时取子空间由原奇节点序列构

成, 计算  $S^{Odd} = \frac{A}{A+B}$ .

$$(3) SValue = \frac{S^{Odd} + S^{Even}}{2}.$$

与  $SValue$  的曲线定义类似,  $SValue$  的曲面定义同样具有性质 1 和性质 2.

性质 1.  $0 \leq SValue \leq 1$ .

性质 2.  $SValue$  的值越小, 曲面越光滑.

在对曲线曲面进行小波分解时, 曲线曲面可被分解为尺度部分和细节部分, 一般情况下细节部分代表了不光顺信息, 尺度部分代表了光滑信息, 如果细节部分的信息占的比重越大, 曲线曲面就越不光顺.

图 2(a)、(b) 分别是曲线 1 和曲线 2, 图 2(c)、(d) 分别是其对应的曲率图. 由光滑准则<sup>[2]</sup>可知曲线 1 没有曲线 2 光滑. 计算得到两条曲线的  $SValue$  值,  $SValue(1) = 0.0668$ ,  $SValue(2) = 0.0070$ , 其中  $SValue(i)$  表示曲线  $i$  的  $SValue$  值,  $SValue(1) > SValue(2)$ , 由  $SValue$  的性质可知曲线 1 的光顺性没有曲线 2 的光顺性好, 这与通过光滑准则<sup>[2]</sup>得到的结果是一样的, 但光滑准则<sup>[2]</sup>却不能自动判定, 有很大的局限性, 而本文方法却可以由计算机自动判定给出比较结果.

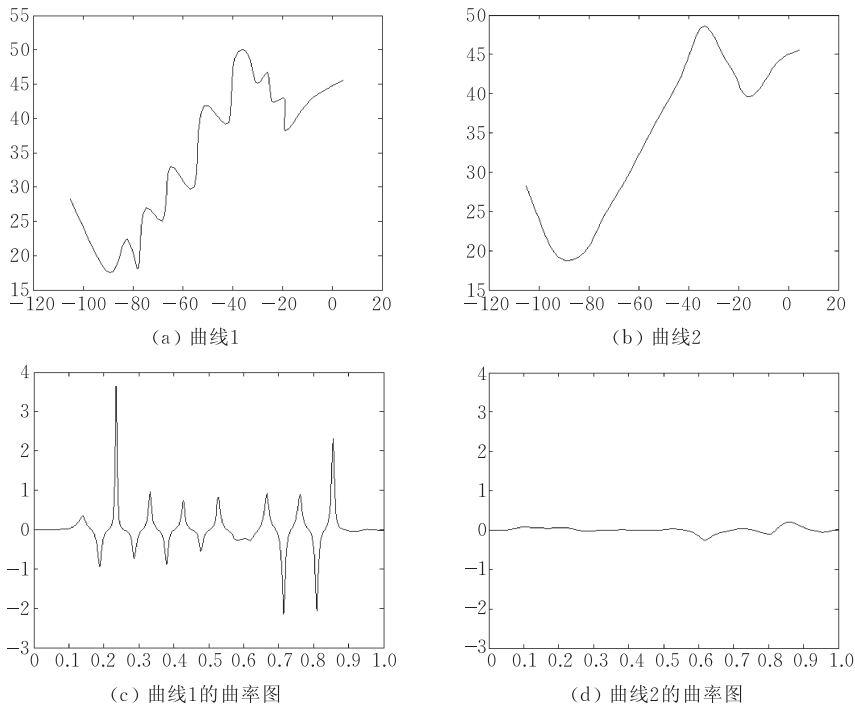


图 2 曲线 1 和曲线 2 的比较

综上, 由  $SValue$  的性质可以得到: (1) 定量判定线面的光顺情况; (2) 可以任意比较不同曲线曲面间

的光顺性. 由此可以在计算机上自动判定曲线曲面的光顺性, 而这些都是其它光滑准则所不能达到的.

### 3 基于 $SValue$ 的 NURBS 曲线自适应光顺算法

#### 3.1 自适应光顺算法

根据  $SValue$  的性质, 本文给出一种 NURBS 曲线的自适应光顺算法. 通过对曲线进行小波分解, 得到相应的尺度部分和细节部分, 然后压缩细节部分, 去除了曲线的不光顺部分. 对修改后的细节部分进行重构, 得到光顺后的曲线, 同时计算曲线的  $SValue$ , 由  $SValue$  评定曲线的光顺效果, 最后递归光顺曲线, 逐次提高曲线的光顺性, 直到满足光顺要求.

具体步骤如下:

1. 对原曲线进行非均匀 B 样条小波分解, 分别计算  $S^{Odd}$ ,  $S^{Even}$ .
2. 计算  $SValue = (S^{Odd} + S^{Even})/2$ ,  $SValue$  值越小, 光顺性就越好.
3. 对细节部分进行整体或局部压缩, 如果  $SValue \geq k$ , 对细节部分进行整体压缩, 其中  $k$  为一设定值; 如果  $SValue < k$ , 对细节部分进行局部压缩, 每次只对细节部分的极值元素进行压缩.
4. 对修复后的细节部分进行小波重构得到光顺后的曲线.
5. 计算光顺后曲线的  $SValue$ , 评定曲线的光顺性, 如果  $SValue < \alpha$ ,  $\alpha$  为一设定值, 则光顺自动结束; 否则进行递归光顺, 直到达到光顺性要求或满足递归终止条件(超过误差限或递归次数).

#### 3.2 误差估计

本文我们用  $error = \sum | \bar{C}_i^L - C_i^L |_F$  来近似表示两条曲线间的误差. 设  $\gamma_L(u) = \Phi^L C^L$  是原曲线,  $\bar{\gamma}_L(u) = \Phi^L \bar{C}^L$  是光顺后得到的曲线, 则我们可以根据光顺前后控制顶点的变化情况直接估算曲线误差, 证明如下:

$$\begin{aligned} \max | \gamma_L(u) - \bar{\gamma}_L(u) | &= \max | \Phi^L (C^L - \bar{C}^L) | \\ &= \max \left| \sum_{i=0}^n d_i \Phi_i^L(u) \right| \leq m \times \max \left| \sum_{i=0}^n \Phi_i^L(u) \right| \leq m \end{aligned} \quad (6)$$

因为  $(\sum_{i=0}^n | \Phi_i^L(u) | = 1, \Phi_i^L(u) \geq 0)$ , 其中  $C^L - \bar{C}^L = [d_0, d_1, \dots, d_n]^T$ ,  $m = \max_i |d_i|, 0 \leq i \leq n$ .

在两条曲线比较接近的情况下, 两条曲线间的整体误差我们可以用  $error = \sum | \bar{C}_i^L - C_i^L |_F$  来近似表示.

本算法通过修复细节部分, 并根据  $SValue$  的值评定光顺效果以及选择整体或局部光顺, 达到自适应光顺曲线曲面的目的, 而且用户可以利用本算法实现对 NURBS 曲线的自动光顺.

### 4 算法实例

本节对两组曲线数据进行光顺试验. 图 3(a) 是原曲率图, 图 3(b)~(f) 是本算法逐次光顺得到的曲率图. 图 3(g) 是原曲线, 该曲线是具有 35 个控制顶点的三次非均匀 B 样条曲线. 图 3(h) 是本算法五次递归光顺后得到的光顺曲线. 图 3(i) 是 Wang 算法光顺后曲线, 图 3(j) 是其对应的曲率图. 与原曲率图 3(a) 相比较, Wang 算法有一定的光顺效果, 如图 3(j) 所示, 而我们的算法在递归五次后就可以达到比 Wang 算法更好的光顺效果, 如图 3(f) 所示, 且有更小的光顺误差 ( $error(\text{Wang 算法}) = 22.8522$ ,  $error(\text{本算法递归五次}) = 17.1436$ ). 由图 3(k) 和 (l) 可知, 我们算法达到了对曲线局部光顺的效果. 图 3(m) 是用局部光顺方法对原曲线光顺的结果<sup>[15]</sup>, 图 3(n) 是其对应的曲率图, 比较图 3(a) 和图 3(n), 由光顺准则<sup>[2]</sup>可知, 文献[15]方法对原曲线有一定的光顺效果. 但通过曲率图 3(f) 和图 3(n) 由光顺准则<sup>[2]</sup>可知, 本文方法对曲线的光顺效果要优于文献[15]的局部光顺方法.

由表 1 可知, 通过本算法递归光顺, 曲线的  $SValue$  是逐渐减小的, 同时由对应的曲率图 3(b)~(f) 可知曲线也变得越来越光顺, 即通过递归光顺, 我们算法可以逐次达到更加光顺的效果.

表 1 通过  $SValue$  评价曲线的光顺性

| 递归次数 | $SValue$ | 误差      |
|------|----------|---------|
| 零次   | 0.0025   | 0       |
| 一次   | 0.0019   | 7.3472  |
| 二次   | 0.0015   | 11.4971 |
| 三次   | 0.0012   | 14.1598 |
| 四次   | 0.0011   | 15.8759 |
| 五次   | 0.0010   | 17.1436 |

对于另外一个例子, 图 4(a) 是原曲率图, 图 4(b)、(c) 是本算法逐次光顺曲率图, 图 4(d) 是具有 28 个控制顶点的原三次 B 样条曲线. 当用能量法对其进行光顺时, 如果约束条件给的不好, 原曲线会被光滑成一条直线, 如图 4(e) 所示. 图 4(f) 为经过本算法一次递归光顺后曲线与原曲线的比较图, 图 4(g) 是其局部放大效果. 图 4(h) 为本算法两次递归光顺后曲线与原曲线的比较图, 图 4(i) 是其局部放

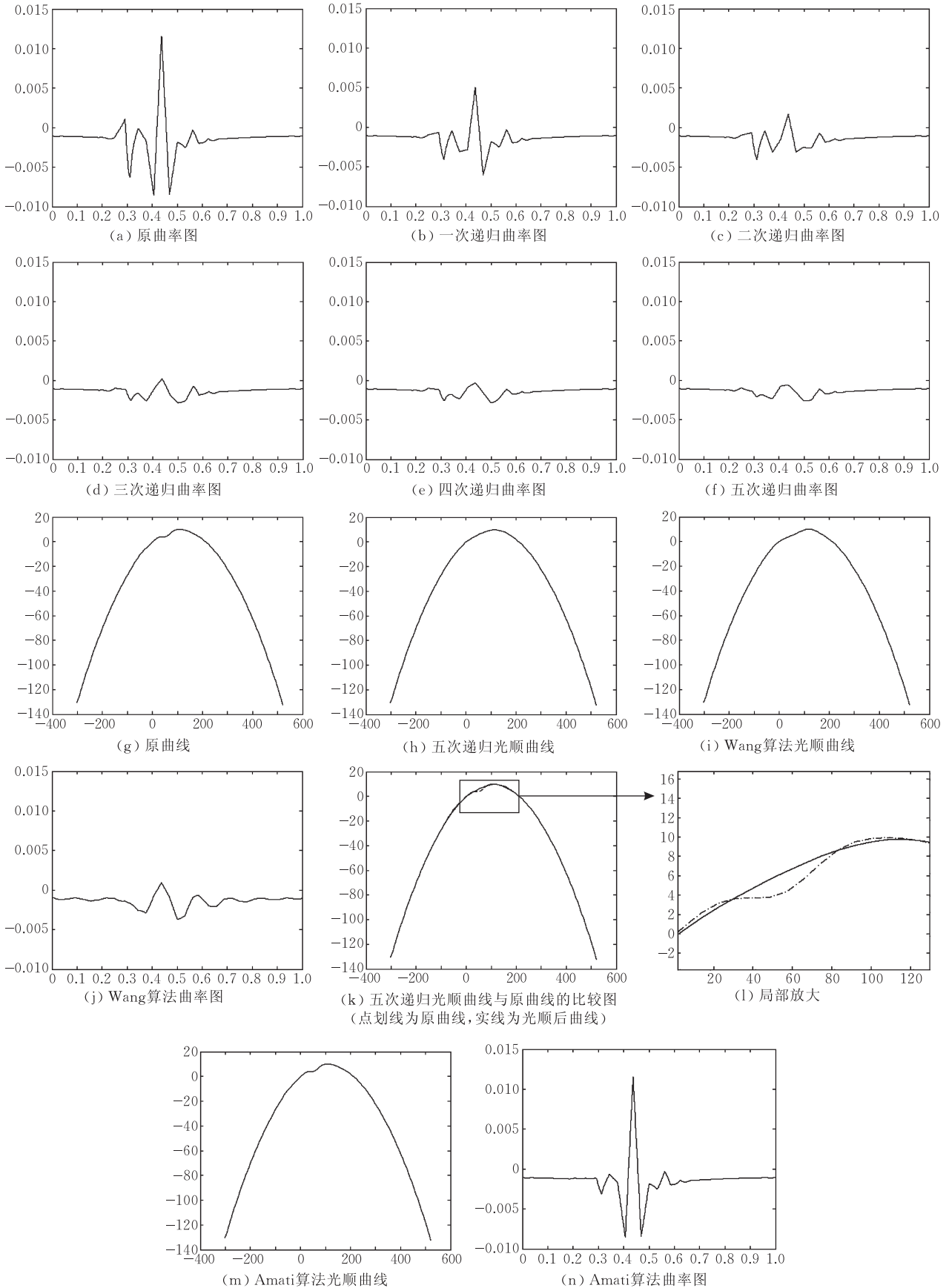


图 3 本算法对曲线的逐次递归光顺效果

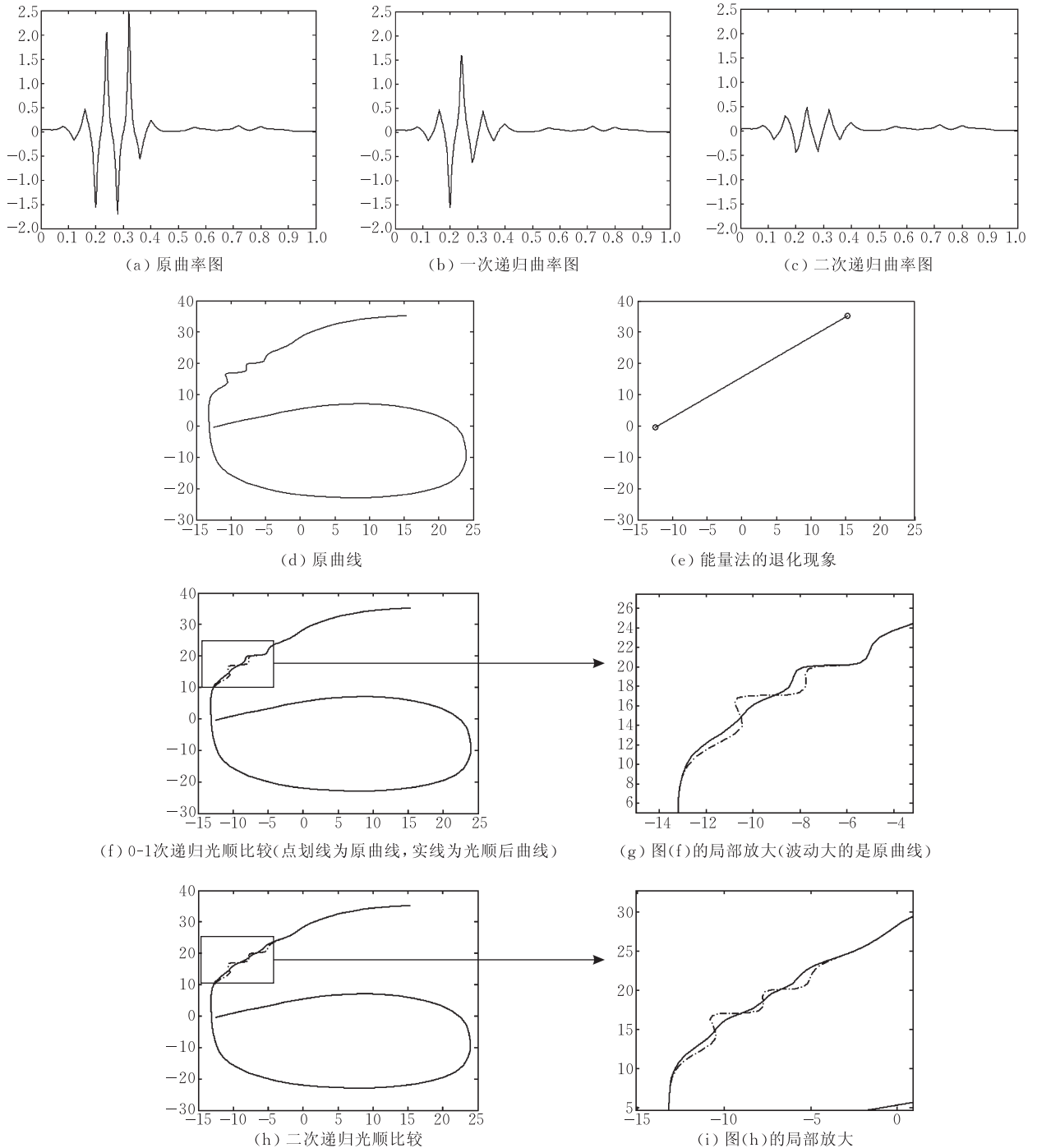


图4 本算法对曲线的自适应光顺效果

大效果. 由图可知本算法只在原曲线不光顺的地方进行光顺处理, 而原曲线相对光顺的区域则保持不变, 从而本算法达到了对曲线自适应光顺的效果.

由表2可以看出, 应用本文光顺算法, 每次递归光顺后曲线的  $SValue$  值是逐渐减少的, 同时由曲率图4(a)~(c)可知曲线的光顺性也变得越来越好. 由以上可知, 根据  $SValue$  的性质可以有效地判定曲线的光顺性.

表2 曲线的  $SValue$  及其误差比较

| 递归次数 | $SValue$ | 误差     |
|------|----------|--------|
| 零次   | 0.0434   | 0      |
| 一次   | 0.0349   | 4.8515 |
| 二次   | 0.0303   | 7.8308 |

本算法通过递归光顺, 可以使曲线达到更好的光顺性, 通过引入  $SValue$ , 达到了自动评定曲线的光顺性、自适应光顺曲线的目的.

## 5 结 论

光顺问题在几何造型和制造加工中的重要性不言而喻,但关于曲线曲面的光顺必须要解决以下两个基本问题:(1)针对目前光顺算法主要基于手工操作、自动化程度低的特点,如何对曲线的光顺达到自动性;(2)如何对曲线进行自适应光顺,把整体光顺方法和局部光顺方法相结合.针对这两个问题,本文给出数字化光顺性指标  $SValue$  的定义,根据  $SValue$  的性质给出一个在计算机上自动判定曲线曲面光顺性的方法.同时依据  $SValue$  的性质提出了一个 NURBS 曲线的光顺算法,与其它光顺算法相比,本算法光顺效果更佳,且本算法的自动性和自适应性更好.

## 参 考 文 献

- [1] Farin G, Sapidis N. Automatic fairing algorithm for B-spline curves. *Computer-Aided Design (CAD)*, 1990, 22(2): 121-129
- [2] Su Bu-Qing, Liu Ding-Yuan. *Computational Geometry*. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1981 (in Chinese)  
(苏步青,刘鼎元. 计算几何. 上海:上海科技出版社, 1981)
- [3] Si Fa-Zhong. *Computer-Aided Geometric Design and Non-Uniform Rational B-Spline (CAGD & NURBS)*. Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 1994 (in Chinese)  
(施法中. 计算机辅助几何设计与非均匀有理 B 样条 (CAGD&NURBS). 北京:北京航空航天大学出版社, 1994)
- [4] Hagen Hans. Variational design of smooth rational Bezier curves. *Computer Aided Geometric Design*, 1991, 8(5): 393-399
- [5] Ma Li-Zhuang, Shi Jiao-Ying. Curve and surface geometric smoothing algorithms. *Chinese Journal of Computers*, 1996, 19(Supplement): 210-216 (in Chinese)

**WANG Ai-Zeng**, born in 1982, Ph. D. candidate. His research interests include computer aided geometric design, wavelet analysis and computer graphics etc.



(马利庄,石教英. 曲线曲面的几何光顺算法. *计算机学报*, 1996, 19(增刊): 210-216)

- [6] Nowaki H, Resse D. Design and fairing of ship surface// Barnhill and Boehm eds. *Surface in CAGD*. North-Holland, Amsterdam, 1983: 121-134
- [7] Farin G et al. Fairing cubic B-spline curves. *Computer Aided Geometric Design*, 1987, 4(1-2): 91-103
- [8] Kallay M, Ravani B. Optimal twist vectors as a tool for interpolation of network of curves with a minimum energy surface. *Computer Aided Geometric Design*, 1990, 7(6): 465-473
- [9] Wesselink J W. Variational modeling of curves and surfaces [Ph. D. dissertation]. Department of Mathematics and Computing Science, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 1996
- [10] Li Weishi, Xu Shuhong, Zheng Jianmin, Zhao Gang. Target curvature driven fairing algorithm for planar cubic B-spline curves. *Computer Aided Geometric Design*, 2004, 21(5): 499-513
- [11] Cho Joohyung, Kim Tae-Wan, Lee Kunwoo. Surface fairing with boundary continuity based on the wavelet transform. *ETRI Journal*, 2001, 23(2): 85-95
- [12] Cho Joohyung, Lee Kunwoo. Surface fairing preserving continuity with neighboring surfaces based on wavelet transform//*Proceedings of the 5th Symposium on Solid Modeling and Applications*. New York, NY, USA, 1999: 324-325
- [13] Lyche T, Morken K, Quak E. Theory and algorithms for non-uniform spline wavelets//*Proceedings of the Multivariate Approximation and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001: 152-187
- [14] Zhao Gang. Free-form surface modeling using multiresolution analysis method. Postdoctoral Outbound Report, Beihang University, Beijing, 2004 (in Chinese)  
(赵罡. 基于多分辨率技术的自由曲线曲面造型. 北京航空航天大学博士后出站报告, 北京, 2004)
- [15] Amati Giancarlo. A multi-level filtering approach for fairing planar cubic B-spline curves. *Computer Aided Geometric Design*, 2007, 24(1): 53-66
- [16] Wang W, Zhang Y. Wavelets-based NURBS simplification and fairing. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 2010, 199(5/8): 290-300

**ZHAO Gang**, born in 1972, Ph. D., associate professor, Ph. D. supervisor. His research interests include geometric modeling, CAD/CAM and virtual reality etc.

**MU Guo-Wang**, born in 1970, Ph. D., professor. His research interests include computer graphics, scientific visualization etc.

## Background

This project is supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 60673004) and the Beijing Science and Technology New Star Program (No. 2007B018). The work aims to propose an adaptive NURBS curve fairing algorithm and provide a new method to represent the fairness of curves and surfaces in a digital way.

The fairing problem is of great significance in the geometric modeling and manufacturing. The fairing of curves and surfaces has a great effect on the quality of products and the physical performance of products, etc. Therefore, the

fairing problem has always been drawing much people's attention. However, currently most of methods about the NURBS curve fairing are normally based on manual methods. It is a challenge to fair NURBS curve automatically and adaptively. For this problem, this paper gives the definition of a digital fairing index *SValue* and proposes a fairing algorithm of NURBS curves according to the properties of *SValue*. Compared with other fairing algorithms, this algorithm achieves the effects of automaticity and adaptability in fairing.