

文章编号 :0253-9721(2006)04-0053-03

服装纸样 CAD 中曲线修改的研究

王宏付¹, 林意²

(1. 江南大学 纺织服装学院, 江苏 无锡 214122; 2. 江南大学 信息工程学院, 江苏 无锡 214122)

摘要 服装纸样 CAD 设计涉及到许多修改, 其中一个主要修改模块是自由曲线的修改, 但目前 CAD 软件中的修改模块有许多不足。结合服装纸样 CAD 设计线型修改的实际情况, 提出了一种新的型值点修改方法, 该方法利用三次均匀有理 B 样条构造, 修改时曲线能随着鼠标移动而快速改变形状。这种方式直观, 符合设计人员的习惯。同时修改有很好的局部性, 不需要将整个曲线进行重新计算, 所以可控性好, 有很强的灵活性, 便于设计人员使用。

关键词 服装 CAD; 纸样设计; 自由曲线; 修改

中图分类号: TS941.26 文献标识码: A

Study on the curve modification of garment pattern CAD

WANG Hong-fu¹, LIN Yi²

(1. School of Textile and Garments, Southern Yangtze University, Wuxi, Jiangsu 214122, China;

2. School of Information Technology, Southern Yangtze University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract The design of garment pattern CAD relates to many modification methods, one of which is free curve modification. However, many modification modules in the present CAD software have drawbacks. Taken into consideration the practical needs in the curve modification of the garment pattern CAD, a new model value point modification method was proposed. This method was based on thrice uniformity B sample strip constitution, the shape of curve can be changed swiftly with moving of the mouse. It is visual, accords with the habits of designers. It can be applied to modification of part of a curve with no need for recalculating the whole curve. Therefore, this method has the advantages of good controllability, high flexibility, and easy operation.

Key words garment CAD; pattern design; free curve; modification

计算机辅助服装设计是计算机技术与服装设计艺术相结合的产物, 已深入到服装工业设计与加工领域, 对服装工业的现代化发展起到了革命性作用。在许多计算机辅助服装设计过程中, 尤其在纸样的 CAD 设计中, 常常涉及到设计的修改。因此, 服装设计中的修改模块是计算机辅助服装设计中的重要部分, 其中的一个主要修改模块是自由曲线的修改。当前的 CAD 软件中有 3 种修改自由曲线的方法, 即利用参数修改曲线、利用控制点修改曲线以及利用型值点修改曲线, 但都有不足之处。利用参数修改曲线时直观性差, 要求设计人员对参数的变化与曲线形状之间规律有所掌握, 但大多数设计人员希望直接在图上修改, 以达到创造思维的最大发挥, 因

此, 这种方法不容易被设计人员接受^[1]。利用控制点进行曲线修改时, 由于控制点不在曲线上, 修改曲线时要反复比较才能使曲线达到所要求的位置, 因此需重复的步骤多。而按型值点修改曲线的方式直观, 也容易被设计人员接受。但同样存在 2 个问题, 一是每个微小的局部变化后, 都必须将整个曲线重新进行计算修改, 不具备局部修改性; 二是由于整个曲线要重新计算, 当曲线形状复杂或尺寸很大, 定义曲线的数据很多时, 这个修改过程会很费时, 因此这种方法并不常用^[2]。

随着服装设计越来越追求个性化, 服装纸样 CAD 设计中会大量使用自由曲线的造型, 因此, 自由曲线的造型性能直接影响着服装设计效果, 尤其

是这种曲线造型的修改是否方便灵活,是否有较好的可控性对设计人员而言非常重要。本文提出的按型值点修改曲线的方法,即曲线随着鼠标点的移动而变化,有很好的局部性。不需要重新计算整个曲线,修改速度快,可控性好,有很强的灵活性。实验表明,该方法完全符合设计人员的使用要求。

1 NURBS 曲线

NURBS 曲线(非均匀有理 B 样条曲线)是国际标准化 STEP 产品数据交换中定义的描述产品几何形状的唯一方法^[1],NURBS 曲线不仅可以表述复杂的自由曲线形状,还可以表示标准的解析二次曲线,如圆、曲线等,将非有理与有理的曲线形式进行了统一,表达非常方便灵活,NURBS 方法已成为服装 CAD 中最流行的技术。

一条 k 次 NURBS 曲线可以表示为一段有理

$$\vec{C}_1(u) = \frac{(-u^3 + 3u^2 - 3u + 1)w_0\vec{v}_0 + (3u^3 - 6u^2 + 4)w_1\vec{v}_1 + (-3u^3 + 3u^2 + 3u + 1)w_2\vec{v}_2 + u^3w_3\vec{v}_3}{(-u^3 + 3u^2 - 3u + 1)w_0 + (3u^3 - 6u^2 + 4)w_1 + (-3u^3 + 3u^2 + 3u + 1)w_2 + u^3w_3}$$

下一段有理 B 样条曲线的表达式为

$$\vec{C}_2(u) = \frac{(-u^3 + 3u^2 - 3u + 1)w_1\vec{v}_1 + (3u^3 - 6u^2 + 4)w_2\vec{v}_2 + (-3u^3 + 3u^2 + 3u + 1)w_3\vec{v}_3 + u^3w_4\vec{v}_4}{(-u^3 + 3u^2 - 3u + 1)w_1 + (3u^3 - 6u^2 + 4)w_2 + (-3u^3 + 3u^2 + 3u + 1)w_3 + u^3w_4}$$

当 $u=0$ 时, $\vec{C}_1(0) = \frac{w_0\vec{v}_0 + 4w_1\vec{v}_1 + w_2\vec{v}_2}{w_0 + w_1 + w_2}$,

$\vec{C}_2(0) = \vec{C}_1(1)$;

当 $u=1$ 时, $\vec{C}_1(1) = \frac{w_1\vec{v}_1 + 4w_2\vec{v}_2 + w_3\vec{v}_3}{w_1 + 4w_2 + w_3}$

$\vec{C}_2(1) = \frac{w_2\vec{v}_2 + 4w_3\vec{v}_3 + w_4\vec{v}_4}{w_2 + 4w_3 + w_4}$

设 $\vec{C}_2(0) = \vec{C}_1(1)$ 为 \vec{p} 点,随着鼠标移动,于是 \vec{v}_0, \vec{v}_1 和 \vec{v}_3, \vec{v}_4 依旧作为控制点,固定不变,而 \vec{v}_2 是随着 \vec{p} 点移动。

因为 $\vec{p} = \frac{w_1\vec{v}_1 + 4w_2\vec{v}_2 + w_3\vec{v}_3}{w_1 + 4w_2 + w_3}$

所以 $w_1(\vec{p} - \vec{v}_1) + 4w_2\vec{p} + w_3(\vec{p} - \vec{v}_3) = 4w_2\vec{v}_2$

$\vec{v}_2 = \frac{1}{4w_2} [w_1(\vec{p} - \vec{v}_1) + 4w_2\vec{p} - w_3(\vec{p} - \vec{v}_3)]$

如此便求出曲线 $\vec{C}_1(u), \vec{C}_2(u)$ 等,它们随 \vec{p} 点变化。而且可以看出,只有含有 \vec{v}_2 的项才随着 \vec{p} 点变化,分析 $\vec{C}_i(u)$ 的形式,只有 \vec{v}_2 附近相邻 3 段曲线随之变化。若对一般的 \vec{v}_i ,只有相邻的 4 段曲线随 \vec{v}_i 变化,因此,有极好的局部性。同时,整个修改不

多项式函数

$$\vec{C}(u) = \frac{\sum_{i=0}^n w_i \vec{v}_i N_{i,k}(u)}{\sum_{i=0}^n w_i N_{i,k}(u)}$$

式中, \vec{v}_i 为控制顶点; w_i 为权因子; 而 $N_{i,k}(u)$ 为 k 次 B 样条基函数^[3]; u 为参数。

权因子是有几何意义的,它影响曲线的形状,一般以如下方式进行:增大 w_i ,曲线拉向控制顶点 \vec{v}_i ,同时,曲线在受影响范围内被推离除顶点 \vec{v}_i 以外的相应其它控制顶点,若 w_i 减小,则相反。

2 曲线的修改方法

针对曲线随型值点修改进行分析。一段三次均匀有理 B 样条曲线的表达式^[3]为

需作整体计算,所以速度是很快的,如图 1、2 所示。当然,这种修改是粗糙的,有些细节还得通过 w_i 的调节而得,相当于希望 AB 段曲线通过 w_i 作一微调。

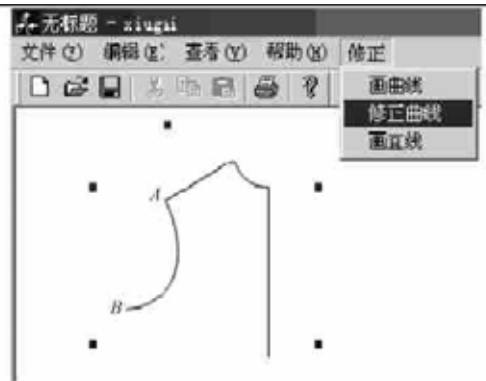


图 1 由控制点求出 AB 段曲线

下面针对一般问题研究其中的规律。

同样,设 $\vec{C}_2(0) = \vec{C}_1(1)$ 为 \vec{p} 点

所以 $\vec{p} = \frac{w_1\vec{v}_1 + 4w_2\vec{v}_2 + w_3\vec{v}_3}{w_1 + 4w_2 + w_3}$

即, $w_1(\vec{v}_1 - \vec{p}) + w_3(\vec{v}_3 - \vec{p}) = 4w_2(\vec{p} - \vec{v}_2)$

于是,

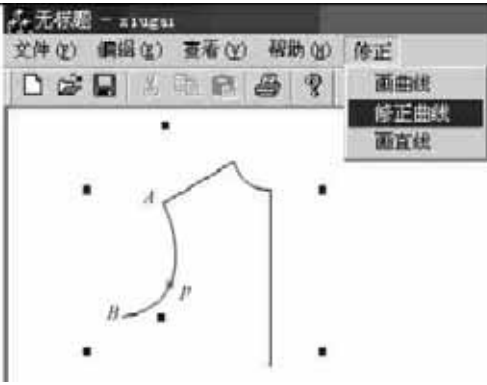


图 2 移动曲线上 p 点,得到 AB 段变化

$$w_1 = \frac{|\vec{p} - \vec{v}_2, \vec{v}_3 - \vec{p}|}{|\vec{v}_1 - \vec{p}, \vec{v}_3 - \vec{p}|} 4 w_2$$

这里 $\vec{a} = (a_1, a_2)$, $\vec{b} = (b_1, b_2)$ 为矢量, 则 $|\vec{a} \ \vec{b}| = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}$, 为二阶行列式。因此, 当 w_0, w_2, w_3, w_4 固定不动时, w_1 随鼠标点 p 的移动而变化, 导致曲线随鼠标点 p 移动作部分微调, 其中变化规律是当鼠标向曲线凹方向移动时, 曲线变平坦; 当鼠标向曲线凸方向移动时, 曲线变凸。

综上所述, p 点为鼠标点时, 曲线可以随鼠标移动而变化, 不需要再作整体曲线计算。同时, 通过 w_1 对曲线段进行微调, 如图 3 所示。同样, 也可以通

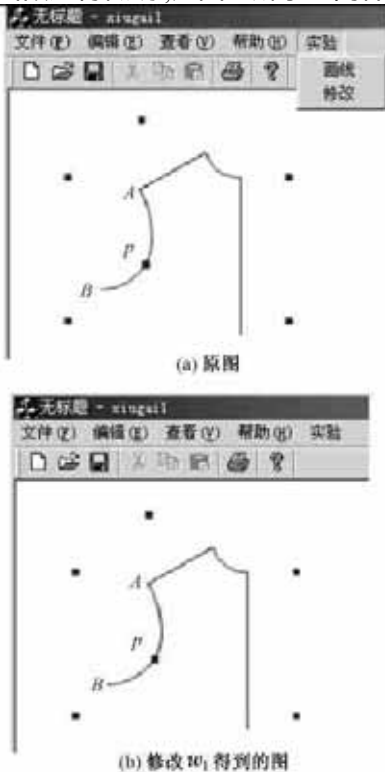


图 3 原图与修改 w_1 得到的图

过 w_3 随鼠标点 p 的移动而变化, 导致曲线随鼠标点 p 移动作部分微调, 只不过此时公式为: $w_3 = \frac{|\vec{v}_1 - \vec{p}, \vec{p} - \vec{v}_2|}{|\vec{v}_1 - \vec{p}, \vec{v}_3 - \vec{p}|} 4 w_2$, 但 w_3 和 w_1 不能同时随鼠标变化, 这会导致曲线出现断裂。当然, 还可以通过其它方式进行微调, 这里就不作进一步的讨论了。

3 实 例

根据以上算法分析, 对算法进行了编程, 编程环境是 Visual C++ 6.0, 操作系统是 Windows 2000, 如图 4 所示。因衣片袖窿曲线长度要与袖片袖山曲线长度匹配, 将右边的袖窿曲线拉长, 对袖窿曲线作了修改, 从图 4 中看效果是很好的, 操作也很方便, 只需鼠标单击曲线上型值点, 拖动鼠标就可改动曲线。当然, 为了得到希望的曲线形式, 可能要多做几次修改。

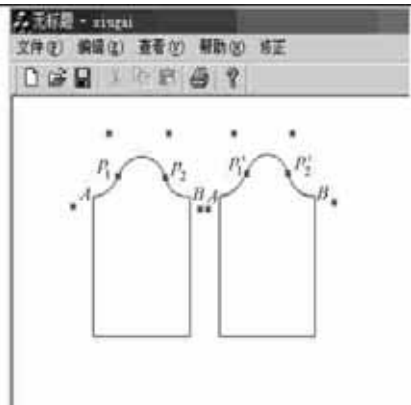


图 4 袖片袖山曲线的修改

4 结 论

研究了 NURBS 曲线上的参数如何随 p 点位置移动而发生改变的规律。由此可知, NURBS 曲线上一切参数都由 p 点移动位置确定, 因此, 通过鼠标移动得到不同款式是可以实现的, 但直接从曲线移动得到款式变化的自动生成立体形式还要作进一步研究。

FZXB

参考文献:

- [1] 莫蓉, 吴英, 常智勇, 等. 计算机辅助几何造型技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2004. 85 - 87.
- [2] 李重, 胡觉亮. 服装制图线条连接的改进 [J]. 纺织学报, 2005, 26(3): 129 - 131.
- [3] 朱心雄. 自由曲线曲面造型技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2000. 138 - 169.