

# 一种基于 Bezier 曲线的军事箭标实现<sup>\*</sup>

刘会刚,秦国亮

(四川大学 计算机学院,成都 610064)

**摘要:**介绍了军事标图的组成,绘制军标的要求以及 Bezier 曲线的性质,并基于 Bezier 曲线,通过箭头形状与箭尾两个终点的选取,实现了对箭标的灵活控制。

**关键词:**军事标图;Bezier 曲线;箭标

**中图分类号:** T0

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006 - 0707(2009)02 - 0067 - 02

## 1 军事标图介绍

军事标图主要包括了规则军标和非规则军标。规则军标是指基本形状和各部分比例关系保持不变的点状队标,如指挥所、机场等;非规则军标指无法用一定的标准化数据来描述的线状队标和面状队标,每一个非规则军标需要相应的算法和程序来实现,如箭头类、行军纵队类、障碍类和地域类等<sup>[1]</sup>。标图系统是庞大的,文中主要介绍了非规则军标中箭标的绘制。

标图系统除了在日常的参谋作业和教学训练中应用外,最终将成为军队指挥自动化的一部分。考虑到各种应用环境,对复杂军标的实现要求满足复杂的军事规则,易于操作,修改灵活等<sup>[2]</sup>。

## 2 Bezier 曲线介绍<sup>[3]</sup>

### 2.1 定义

给定  $n+1$  控制点  $P_i (i=0, 1, 2, \dots, n)$ , 则计算  $n$  次 Bezier 曲线函数是:

$$P(u) = \sum_{i=0}^n P_i B_{i,n}(u) \quad u \in [0, 1]$$

其中,  $P_i$  构成该 Bezier 曲线的特征多边形,  $B_{i,n}(u)$  是  $n$  次 Bernstein 基函数:

$$B_{i,n}(u) = C_n^i u^i (1-u)^{(n-i)} = \frac{n!}{i!(n-i)!} u^i (1-u)^{(n-i)} \quad (i=0, 1, \dots, n)$$

### 2.2 曲线性质

1) Bezier 曲线的起点、终点与其相应的特征多边形的起点、终点重合;

2) Bezier 曲线在起点和终点处的切线方向和特征多边形第一条边及最后一条边的走向一致;

3) 曲线被控制点组成的凸包包围着;

4) 变差缩减性:任何直线与曲线相交的次数都不比与连接控制点的线段的交点多;

5) 曲线是对称的,颠倒曲线控制点的顺序得到同一条曲线,具有相反的参数表达形式;

6) 曲线具有仿射不变性:对控制点进行平移、缩放、旋转或者倾斜,和直接作用在曲线上一样。

## 3 箭标的绘制

根据 Bezier 曲线的性质,通过箭头的形状和箭尾两个终点的选取,可以直观、灵活地绘制箭标,以满足不同的形状特征要求。一般低阶 Bezier 曲线就可以满足箭标绘制的要求,下面介绍了 2 次和 3 次 Bezier 曲线对单箭标的拟合,以及双箭标的绘制。

### 3.1 2 次 Bezier 曲线对单箭标的拟合

如图 1 所示,给定已知箭标顶点  $P_1$ ,由  $P_1$  为顶点的等腰  $P_1 P_4 P_5$  的高  $h$ ,点  $P_6, P_7$  的间距  $L$ ,箭尾的两端点  $P_2, P_3$  以及顶角  $P_4 P_1 P_5$ ,而夹角  $P_6 P_4 P_5$  可固定一值。由此可以方便地求出其余点  $P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9$  ( $P_8, P_9$  的  $x$  坐标值分别与  $P_6, P_7$  相同,  $y$  坐标值分别取  $P_2, P_3$  和  $P_7$  的中间值)。其中点  $P_4, P_5, P_6, P_7$  与点  $P_1$  控制箭头的绘制,箭尾由 2 次 Bezier 曲线绘制,控制点分别为  $P_6, P_8, P_2$  和  $P_7, P_9, P_3$ 。

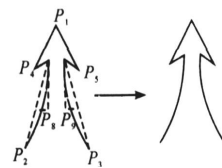


图 1 等腰  $P_1 P_4 P_5$  增加  $P_6 P_7$  中控制点进行 2 次 Bezier 曲线对单箭标的拟合

\* 收稿日期:2008 - 10 - 25

作者简介:刘会刚(1985—),男,河南南阳人,硕士研究生,主要从事图形图像研究。

如果改变  $P_8, P_9$  的取值,则可以绘制弯曲的箭标.如  $P_8$  不变,  $P_9$  的  $x$  坐标值与  $P_5$  相同,  $P_9$  的  $y$  坐标值取  $P_5, P_3$  的中间值,则绘制如图 2. (其中控制点  $P_3$  要重新给定)



图 2 改变图 1 中控制点  $P_3, P_9$  的坐标进行 2 次 Bezier 曲线对单箭标的拟合

同样,如果再取一点  $PP_0$ ,作为两弯曲线段的中心点,而  $P_8$  取  $PP_0$  上移  $L$  的点,  $P_9$  取  $PP_0$  下移  $L$  的点,则绘制如图 3 所示. (其中控制点  $P_3, P_2$  重新给定)



图 3 改变图 2 中控制点  $P_8, P_9, P_2, P_3$  坐标进行 2 次 Bezier 曲线对单箭标的拟合

3.2 3 次 Bezier 曲线对单箭标的拟合

利用 3 次 Bezier 曲线分别对上述图形进行绘制,只需改变箭尾即可.

对图 1、图 2,同样都取点  $PP_1, PP_2, PP_3, PP_4, PP_1, PP_2$  分别取  $P_6 P_8$  和  $P_7 P_9$  的中点,  $PP_2, PP_3$  分别取  $P_8 P_2$  和  $P_9 P_3$  的中点,其中  $P_6, PP_1, PP_3, P_2$  和  $P_7, PP_2, PP_5, P_3$  为 3 次 Bezier 曲线的两组控制点,则绘制分别如图 4、5 所示.



图 4 改变图 1 中控制点  $P_2, P_3$  的值进行 3 次 Bezier 曲线对单箭标的拟合



图 5 改变图 2 中控制点  $P_2, P_3$  的值进行 3 次 Bezier 曲线对单箭标的拟合

对图 3,取点  $PP_1, PP_2, PP_3, PP_4$ ,各点坐标如下:  
 $PP_1$  的坐标  $(P_6. x, PP_0. y + L)$ ;  $PP_2$  的坐标  $(P_7. x, PP_0. y - L)$ ;  
 $PP_3$  的坐标  $((P_6. x + PP_0. x)/2, PP_0. y + L)$ ;  $PP_4$  的坐标  $((P_7. x + PP_0. x)/2, PP_0. y - L)$ ;  
 其中由  $P_6, PP_1, PP_3, P_2$  和  $P_7, PP_2, PP_5, P_3$  为 3 次

Bezier 曲线的两组控制点,则绘制如图 6 所示.



图 6 改变图 3 中控制点  $P_6, PP_1, PP_3, P_2$  和  $P_7, PP_2, PP_5, P_3$  的值进行 3 次 Bezier 曲线对单箭标的拟合

3.3 双箭标的绘制

双箭标与单箭标在绘制时基本思想一致,不同之处在于双箭标需要绘制两箭头的连接,已知 2 个等腰的顶点  $P_1, P_2$ ,高  $h_1, h_2$ ,顶角  $a_1, a_2$ ,点  $P_{11}, P_{12}$  的间距  $L_1$ ,点  $P_{13}, P_{14}$  的间距  $L_2$ ,箭尾的两端点  $P_3, P_4$  以及两箭头相连位置点  $P_{10}$ ,而箭头尾部的折线角度可固定.对箭头的其余端点与箭尾两控制点的求法与单箭标(图 1)相同.对两箭头的相连部分,取点  $P_{16}, P_{17}$ :  $P_{16}$  的坐标  $(P_{12}. x, P_{10}. y)$ ;  $P_{17}$  的坐标  $(P_{13}. x, P_{10}. y)$ ,由  $P_{12}, P_{16}, P_{17}, P_{13}$  构成 3 次 Bezier 曲线的控制点,则结果如图 7 所示.

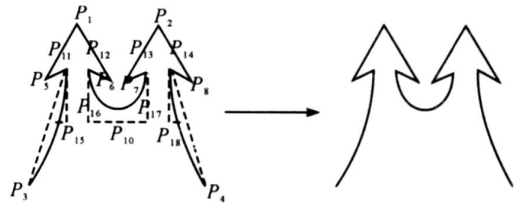


图 7 对 2 个等腰  $P_{11} P_{12}, P_{13} P_{14}$  中控制点进行 3 次 Bezier 曲线对双箭标的拟合

4 结束语

计算  $N$  阶 Bezier 曲线的控制点,在数学上讲是可行的,但计算量很大,而对于绘制箭标,在光滑性上并没有特殊的要求,因此本文中介绍了 2 次和 3 次 Bezier 曲线的算法.两者相比较,在算法速度上两者都很简单,并没有太大区别;在效果图上 3 次 Bezier 曲线的曲率更小,并且 3 次 Bezier 曲线的控制点多于 2 次 Bezier 曲线,因而在转向 3 次 Bezier 曲线的效果更加强烈.

文中通过对箭头的形状和箭尾端点的控制,可以实现使箭标的绘制方便,灵活,易操作.在军事标图系统中箭标的形状多种多样,本文中仅实现了其中几种的算法,对于其他种类的箭标需要进一步研究.

参考文献:

[1] 蒋安定,赵友庚.军事标图系统的自动化设计[J]. 武器装备自动化,2004,23(3): 15 - 17.  
 [2] 姚龙海,齐峰.军事标图系统中复杂军标的实现方法[J]. 系统工程与电子,2000,22(2): 60 - 62.  
 [3] Shirley P. 计算机图形学[M]. 高春晓,赵清杰,等译. 北京:人民邮电出版社,2007.