

一个基于骨架汉字技术的字形设计与显示系统 SCCDS

赵恒

(杭州商学院数学教研室, 杭州 310035)

摘要 介绍了一个基于骨架汉字技术的字形设计与显示系统 SCCDS。利用骨架汉字数据结构的灵活性, 该系统能方便地进行字形的交互输入和修改。

关键词 骨架汉字, 字形设计, 系统

1 引言

汉字是世界文字发展史中最早出现的一种文字。汉字本身的字体丰富多采, 但由于汉字数量庞大且受到传统字模生产和印刷方式的限制, 作为印刷体的汉字字体却比较单调。随着印刷业和电脑业的不断发展, 对汉字字体的种类要求越来越高。这就需要设计出更多类型的汉字字形。运用计算机来辅助汉字字形设计是计算机应用的一个重要领域。

通过对汉字笔划书写运动的分析, 我们提出了采用骨架技术来处理汉字笔划的存储与显示。首先, 运用骨架技术设计的汉字字形笔划存储方式不同于以往的方式。在其数据结构中, 汉字笔划的走笔路径(骨干)和笔划粗细, 笔锋信息被分开来存储。其次, 运用骨架坐标变换, 所存储的汉字字形能较好地显示出来。运用骨架技术存储的汉字字形在本文中被称为骨架汉字。

基于骨架汉字的设计思想, 本文介绍了一个汉字字形的设计与显示系统 SCCDS。运用该系统, 可方便地交互生成和修改所需的汉字字形。当字形被设计好以后, 利用骨架汉字数据结构的灵活性, 不需改变走笔路径, 系统就可以用多种字形来显示同一汉字。该系统的实现是汉字字形设计和显示方式的一种新的尝试。

2 骨架汉字的原理

2.1 问题的引出

目前, 计算机中汉字字形的数字式存储方式分为: 点阵式存储, 笔划矢量存储(包括单线条笔划存储和笔划轮廓矢量存储)和字根存储三种方式^[1]。矢量汉字最简单的形式是单线条笔划汉字, 在单线条笔划汉字的字形数据结构中, 汉字先分解为笔划, 笔划抽象为粗细一致的线条。为了充分反映汉字形体, 表现字体风格和笔划笔锋, 必须对单线条汉字作改进, 增加存储信息。对其改进有两条思路。一条思路是目前广泛采用的, 不存储单线条笔划汉字中的“骨干”信息, 而转存储笔划的外轮廓线。这种着眼于字形外轮廓线的技术称为轮廓字存储技术。然而, 以这种方式存储的汉字字形, 在字形修改时, 需要修改外轮廓线的形状。当外轮廓线是曲线时, 这种修改既麻烦又不自然。改进单线条笔划汉字的另一条思路是从汉字笔划本身的书写方式入手去考虑。汉字笔划的书写是一种复杂的运动。这种运动大体上可分解为两个层次。一个层次是笔尖沿走笔路径移动。另一层次是笔尖上下运动, 产生笔迹的粗细变化。例如文献^[2]就曾经运用走笔路径和笔的起落控制参数来定义笔划, 并用计算机控制毛笔的运动直接在宣纸上书写汉字。如

果简单地在用外轮廓线存储的笔划中增加走笔路径,则显得重复且繁琐。较好的方式是将走笔路径和笔划粗细,笔锋信息分开来存储。然而,存储与显示是一个问题的两个方面。汉字字形分开来存储了,却相应地提高了显示的难度。一个好的汉字存储方式不仅需要其存储的信息充分,而且要能很好地将存储的内容显示出来。我们把骨架技术的思想应用到汉字字形存储中来,恰好能使两者得到兼顾。

2.2 印刷体骨架汉字的笔划定义

骨架汉字可分为手写体骨架汉字和印刷体骨架汉字。由于印刷体骨架汉字字形规范,标准化程度高,可以从相同笔划中归纳出一些粗细变化的确定的模式。将这些确定的模式应用到不同处的这种笔划上去,可达到重复使用的效果。所以,对印刷体汉字来说,其骨架笔划的数据结构可设计为由走笔路径和笔划类型两部分组成。将不同笔划类型编号所表示的笔划粗细信息单独存储,供重复调用。由于这种数据结构中仅存储了笔划类型编号,而没有存储具体的笔划粗细数据,因而可大大地节省存储空间。

印刷体骨架汉字的一个笔划S包含3个部分:

- (1) 走笔路径(骨干) $r(u): [0,1] \rightarrow R^2$, 为参数 u 的一个函数;
 - (2) 笔划类型编号 n : 对应笔划信息数据 $d_n = P_n(u)$;
 - (3) 骨干作用宽度 w : 控制笔划粗细。
- 在实际应用中,需将笔划数据信息转化为实际

运笔时的笔迹(即笔尖与纸接触的区域)。运用骨架技术,其转化方式可记为 $N(P_n(u)/w, r'(u))$, 它与路径曲线的切向 $r'(u)$ 有关。将其组合起来以后,笔划S可定义为

$$S = r(u) * N(P_n(u)/w, r'(u))$$

其中 * 表示笛卡尔平面 R^2 中 2 个参数化点集的卷积。

2.3 骨架汉字的显示方法

骨架技术是计算机图形学中处理关键帧插值的一种运动与控制技术^[3],在计算机辅助绘图与绘画中也有较好的应用^[4]。利用骨架技术,可解决骨架汉字的显示问题。

2.3.1 基于骨干的骨架坐标变换

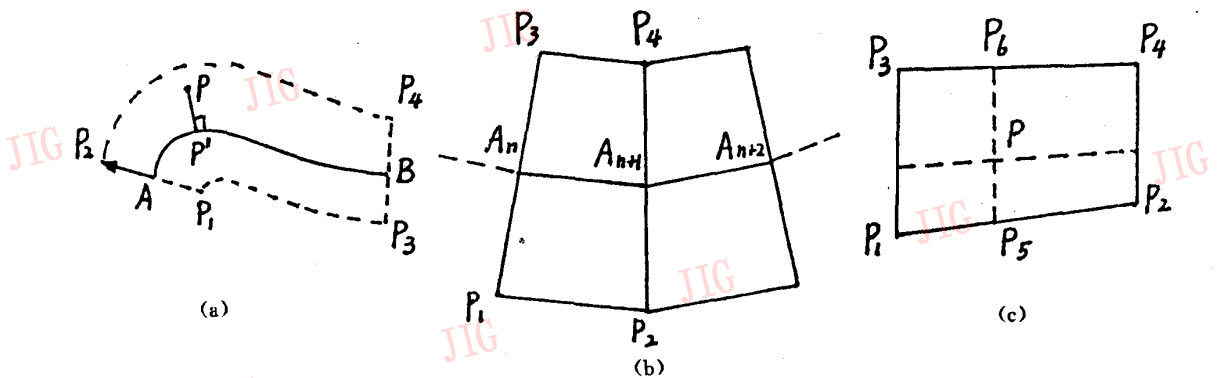
基于骨干及其宽度的骨架坐标系统由一局部参数坐标系和一沿骨干作用的变换组成。

设 AB 是一曲线骨干,其作用宽度为常数 C , 则该骨干的作用范围由过 A 的曲线 AB 的法线 P_1P_2 , 过 B 的曲线 AB 的法线 P_3P_4 和曲线 AB 的等距线 P_1P_3, P_2P_4 所围成(图 1a)。在该区域内的图形的坐标可转化为一与该骨干相关的局部坐标 (l, w) 。

设 PP' 与曲线 AB 正交,其中 P' 是交点(当有多个交点时,为最近的交点)。则局部坐标 (l, w) 由下列公式决定:

$$l = |AP'| / |AB|, w = |PP'| / c$$

在实际应用中,一连续曲线往往离散为一条折线。下面考虑骨干为一折线时,局部坐标 (l, w) 的求法(图 1b)。



(a)基于曲线骨干的骨架坐标系 (b)折线骨干 (c)基于外壳的骨架坐标系

(a)Bone based skeleton coordinate system (b)Polygonal line bone (c)Envelope based skeleton coordinate system

图1 骨架坐标系统

Fig.1 Skeleton coordinate system

设 $A_n A_{n+1}$ 是折线骨干中的一段, 骨干的作用宽度为 C , $P_1 P_3$ 是原曲线在 A_n 点的法线, $P_2 P_4$ 是原曲线在 A_{n+1} 点的法线, 且

$$|A_n P_1| = |A_n P_3| =$$

$$|A_{n+1} P_2| = |A_{n+1} P_4| = c$$

此时 $A_n A_{n+1}$ 的作用区域即为四边形 $P_1 P_2 P_3 P_4$, 在此四边形内的图形可用一基于外壳的骨架坐标变换转化为一局部坐标 (l, w) 。

2.3.2 基于外壳的骨架坐标变换

一个基于外壳的骨架坐标系统由一对出现的四边形网格构成。其中上下四边形的公共边为骨干。由于外壳完全包围所需操作的图形, 图形的任一部分必落在网格中的任一四边形中。设 P_1, P_2, P_3, P_4 点是网格中某一四边形的 4 个顶点(图 1c)。该四边形内的图形的坐标可转化为与该四边形相关的一个局部坐标 (l, w) 。

值 l 可由下列二次方程解出。

$$(BH - DF)l^2 + (CF + DE - AH - BG)l + (AG - CE) = 0$$

其中 $A = x - x_1, E = x - x_3,$
 $B = x_2 - x_1, F = x_4 - x_3,$
 $C = y - y_1, G = y - y_3,$
 $D = y_2 - y_1, H = y_4 - y_3$

(x_i, y_i) 是点 P_i 的整体坐标 $(i = 1, 2, 3, 4)$ 。

(x, y) 是点 P 的整体坐标。

该二次方程一般有 2 个不同的根。所需的根 l 介于 0,1 之间, 另一个根为负或大于 1, 不符合要求。

$$w = (A - Bl) / (A - E - (B - F)l)$$

为了区别, 当网格中的四边形在骨干的上方时, w 取正; 当网格中的四边形在骨干的下方时, w 取负。

3 系统实现

作为骨架汉字的计算机实现, 我们开发了一个骨架汉字字形设计与显示系统 SCCDS。该系统充分利用了骨架汉字数据结构的灵活性和显示的方便性。

考虑到系统需具有极好的人机交互性与软件的可移植性, 我们在 X 窗口系统之上进行开发。由于 X 窗口系统是一种工业标准的软件系统, 它能支持开发可移植的图形用户界面。X 最重要的特点之一是它与设备无关的体系结构。只要是支持 X 协议的

硬件, 应用程序就可以无需修改, 重新编译或重新连接, 并可直接使用它显示包含文本和图形的窗口。这种与设备的无关性, 再加上 X 作为工业标准的地位, 使得基于 X 应用程序能适用于各种包含主机, 工作站和个人机在内的环境。因而在 X 窗口系统之上开发字形设计与显示系统, 更适合普通设计人员与艺术家的需要。再加之骨架汉字数据结构与显示方法的灵活性, 有助于系统不断扩展与提高, 以满足不断产生的对字形设计与显示的新的要求。

骨架汉字字形设计与显示系统 SCCDS 的总体框架如图 2 所示。

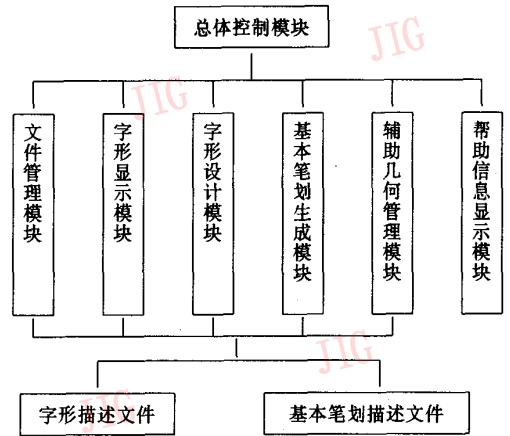


图 2 系统结构

Fig. 2 Structure of the system

下面对各个模块的功能进行介绍:

- (1) 总体控制模块: 控制系统的整个活动过程。
- (2) 字形设计模块: 提供给用户一种方便, 灵活的输入及直观修改字形的界面。
- (3) 基本笔划生成模块: 提供给用户输入基本笔划的手段。
- (4) 字形显示模块: 将用户设计的字形显示在屏幕上, 并支持多种字形显示模式。
- (5) 文件管理模块: 管理字形描述文件与基本笔划描述文件, 读入或写出所需的文件, 提供给其他模块使用。
- (6) 辅助几何管理模块: 在屏幕上放大或缩小用户设计的字形。
- (7) 帮助信息显示模块: 当用户选择帮助菜单时, 将帮助信息在窗口中显示出来。
- (8) 字形描述文件: 存储骨架汉字字形的骨干

和引用的笔划类型编号与其他引用信息。

(9) 基本笔划描述文件: 存储基本笔划的形状信息, 供字形设计与字形显示调用。

在系统中, 用户可以修改, 插入或删除已输入的笔划。编辑时的汉字字形可以选择按单线体还是实际应用的字体显示。当骨架汉字的笔划被输入以后, 系统即可运用骨架技术将已输入的笔划在屏幕上的窗口中显示出来。当对骨架汉字字形作修改时, 当前被修改的笔划用其他颜色显示。

4 结束语

骨架汉字字形设计与显示系统 SCCDS 的实现是汉字字形设计与显示方式的一种新的尝试。通过这一试验, 可以发现骨架汉字是一种灵活的汉字字形存储方式, 它在计算机动画和字形设计等领域中

将会有进一步的应用前景。更值得一提的是, 由于骨架汉字将走笔路径与笔划粗细, 笔锋信息分开来存储, 可方便地显示走笔路径, 因而能满足某些特殊的使用要求。

参考文献

- 1 彭寿金, 黄可编著. 汉字信息处理. 成都: 电子科技大学出版社, 1994.
- 2 Pang Y J, Zhong H X. Drawing Chinese Traditional Painting by Computer. Modelling in Computer Graphics, T L Kunii, Ed Springer-Verlag, 1991. 321~328.
- 3 Burtnyk N, Wein M, Interactive Skeleton Techniques for Enhancing Motion Dynamics in Key Frame Animation. Communications of the ACM, 1976, 19: 564~569.
- 4 HSU S C, Irene H H LEE. Drawing and Animation Using Skeletal Strokes. Proceedings of SIGGRAPH94, In Computer Graphics, 1994, 109~118.



赵恒, 1995年毕业于浙大应用数学系, 获硕士学位, 主攻计算机辅助几何设计与图形学。现在杭州商学院任教, 主要研究方向为计算机图形学、中文信息处理、计算机辅助设计。

A Skeletal Chinese Character Design & Display System

Zhao Heng

(Hangzhou Institute of Commerce, Hangzhou 310035)

Abstract Using Skeleton Technique, we can give a flexible method to store and create Chinese characters on computer. A character stored by this method is called skeletal Chinese character. Its efficiency for interactive use make it suitable as a basic data structure in Chinese character design system. This paper presents our system designing form of printed Chinese character. Based on skeletal Chinese characters, the system can display a character in different style.

Keywords Skeletal chinese character, Font design, System