

基于统计模型的书法创作模拟

董 军¹⁾ 徐 淼¹⁾ 潘云鹤²⁾

¹⁾(华东师范大学软件学院 上海 200062)

²⁾(浙江大学人工智能研究所 杭州 310027)

摘 要 人们对抽象思维与形象思维的认识极不平衡,对形象思维过程的研究尚属阙如. 书法创作是典型的形象思维过程. 文中给出基于带参数的统计模型($\mathbf{X}=\mathbf{M}(\mathbf{b})$)的书法笔划变形方法,通过调节参数可生成新风格的笔划. 其过程包括从笔划轮廓获得训练点集、利用广义 Procrustes 分析法对齐、由主成分分析法得到特征等,并以隶书中典型的“一”划为例,讨论模拟创作结果. 要实现人工智能,形象思维的模拟、模式和模型是逐步要考虑的问题. 目前的工作只是第一步.

关键词 书法创作;形象思维;统计模型;笔划;模拟

中图法分类号 TP391

Statistic Model-Based Simulation on Calligraphy Creation

DONG Jun¹⁾ XU Miao¹⁾ PAN Yun-He²⁾

¹⁾(Software Engineering Institute, East China Normal University, Shanghai 200062)

²⁾(Artificial Intelligence Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract Calligraphy is classic course of imagery thinking. The authors manage to create new stroke shape of calligraphy character based on a statistical model with parameter: $\mathbf{X}=\mathbf{M}(\mathbf{b})$. Where \mathbf{X} is target stroke with new styles and parameter \mathbf{b} is a vector to adjust the stroke features (e. g. long or short of the stroke). When the parameter is changed with some specific values, new style could be generated. Therefore, some samples are selected in order to form a training set. Each of them is marked with several points, including the points on the contour and the control points which will be used by generating the consecutive contour curve later. After that, the training set is aligned by using Generalized Procrustes Analysis and the primary features of these samples are extracted by Principal Components Analysis. Later on, a few characteristic features in the training set are extracted and represented by the form of several eigenvectors. With the extracted features, new styles of strokes can be generated. Then, stroke one(Horizontals) in "Li" style of Chinese calligraphy is illustrated with simulation results. Simulation of intelligence, patterns of imagery thinking and model of cognition are key issues here. Current work is only the first step.

Keywords calligraphy creation; imagery thinking; statistics model; stroke; simulation

1 引 言

回顾人工智能诞生至今的半个世纪多的历程,

人们在理解认知机理、模拟思维的实践中,取得了一次又一次令人鼓舞的成绩,如证明四色定理、战胜国际象棋冠军等,这表明计算机系统在某些方面可以超过专门训练的人.然而,对一些通常的经过长期进

化形成的认知功能,比如艺术创作、视觉识别等,当今的机器还不具备婴儿的能力.其根本原因,如同钱学森先生指出的,在于形象思维这一“瓶颈”.右脑的形象思维对于这类困难的任务,对于把直觉的洞察转换成逻辑的、言语的序列来说,始终具有极其重要的地位.

形象思维的模拟、模式和模型是一个逐步前进的过程.在当今计算机上的模拟,依然可以基于大量计算,它不是人脑真实的形象思维过程;对真实的形象思维的了解有赖于认知神经科学的结论,即一些模式的确定,而不仅是心理学实验;在此基础上才能获得形象思维的模型,这是一个长期任务.

形象思维的计算机模拟可以有两个切入点:一是从认知神经科学的基本结论着手,这是基础和根本的,只是目前的依据还十分有限;另一是直接从形象思维过程(例如医疗诊断、书法创作)着手.

2 相关工作

印第安那大学的 Letter Spirit 项目对英文字母字体^[1]的感知与创作进行建模并模拟,企图对人类高级感知与创作的中心内容进行建模,从而设计一个字母的不同风格和不同字母的同一风格.以一个或几个字母作为“种子”,所设计的程序行为通过 4 个代理的交互形成不同的字符集.4 个代理分别为想象(imaginer)、草稿(drafter)、检查(examiner)和调整(adjudicator).它们形成一个迭代过程.由于限制在栅格字体(gridfont)中,其结果是不同的选择组合,针对的是“美术字”,基本的点线没有变化.是“有导师”的创作,而且未见最后结果.

文献[2]用三层神经网络学习 5 个由人设计的栅格字体,然后学习另外一个人设计的栅格字体中的 14 个字母,要求网络构造未见过的另外 12 个字母.尽管其输出有甚至无法辨认的字母,但有一定意义.只是这个方法没有概念基础,字母产生是并行的,某个字母的生成对其余没有影响.

从 20 世纪 80 年代开始,我国就开始了用计算机进行毛笔书写模拟的研究.文献[3]给出了一个毛笔绘画的计算机控制系统,使可以握持毛笔的仪器在程序控制下进行取笔、落笔、运笔、抬笔和换笔等操作.文献[4]介绍了可事先确定汉字笔划的轮廓线,然后通过控制三次样条曲线的取点距离对笔速和墨量作模拟的软件.文献[5]描述了一个实现笔划填充的算法,填充过程沿一条给定的引导路径进行,

努力使其视觉效果与用毛笔临摹一致.文献[6]把写字时毛笔的运动分解为笔尖在纸上移动和笔杆的上下移动.前者形成笔径,后者由笔尖与纸接触的轻重变化表现笔划的粗细.文献[7]根据用户输入的笔划,按照匹配算法,从笔划库中查找与用户的输入匹配度最高的笔划.

文献[8]将在线手写字库的笔迹和笔划形态数据结合起来,模拟生成粗细变化自然的手写体.文献[9]对给定的书法图像进行分析,得到虚拟毛笔参数,但需要采用复杂的交互方法从汉字图像中提取出基本笔划,然后再由基本笔划估计虚拟毛笔的参数,因此有很大的局限性.文献[10]等提出一个合成草书风格作品的方法,先采集一些典型的笔划纹理,通过基于马尔卡夫插值的纹理合成方法,能在不同类型的草书纹理样本之间产生视觉效果上自然的平滑过渡,利用草书汉字的轮廓和导引骨架信息,通过纹理映射能生成视觉效果尚可的草书风格作品.

文献[11]提出二维虚拟毛笔模型,由笔划、毛笔、蘸墨和纸张 4 个基本部分组成,但该方法不能很好体现真实笔毛“软”的特性.文献[12]在此基础上基于力学理论计算笔毫的变化,通过改变笔毫的位置和方向模拟整个笔头分岔的效果,构造了三维毛笔模型.文献[13]考虑到毛笔与宣纸的接触面形状似椭圆,利用椭圆模拟笔触形状,并设计一个墨在纸上的沉积模型来实时生成笔触效果.

但这些研究没有涉及对书法临摹的思维过程模拟,处于计算机图形学的层面,主要集中在几何参数、笔墨特性、宣纸效果、虚拟毛笔甚至草书的“飞白”效果^[14-18]等.

文献[19]介绍了基于综合推理的自动书法生成的系统,它把从不同样本学习得来的知识相互融合,并把这些知识用来作为后面推理的依据.它能输出创作结果,很有意义,不过从审美角度出发看还有不少距离.其随机的选择导致审美约束难以体现和发生作用,线条及其微妙之处无法涉及.在运行过程中,每一层都需要对样本采用不同的权值,但是权值的确定需要具体的经验并不断选择.这样的过程往往导致比较低的效率.如果能够在选取权值之前先判定笔划的主要特征,以主要特征作为变形的依据,那么就有可能改进字体变形的整体效果和效率.本文的工作出于这个考虑.

3 书法创作过程

汉字的演变既符合文字发展的一般规律,又始

终兼具艺术内涵和审美特征. 历史上有许多书法名家从客观世界得到启发, 感悟笔法、运笔的故事, 如张旭观担夫争道、有感于公孙大娘舞剑等. 唐张怀瓘讲, 善学者乃学之于造化, 异类而求之, 固不取乎原本, 而各逞其自然^[20].

文艺创作所用的是一种“创造性的形象思维”, 就各种具体意象进行组织、安排和艺术加工, 创造出一个新的整体, 即艺术作品. 对形象思维进行研究, 必需对艺术工作者的创作动机和创作过程有深入的理解.

书法史告诉我们, 书体演变的一般过程为: 在已有字体的基础上, 根据简便、规范的要求和美观原则, 增、删、并笔划, 改变线型, 调整结构, 加强呼应, 体现个性, 即所谓的“省改、约易”. 这是以变型和增删为核心的形象思维过程. 如康有为云: 盖汉人相传口说, 如秦篆变《石鼓》体而得其八分; 西汉人变秦篆长体为扁体, 亦得秦篆八分; 东汉又变西汉而增挑法, 且极扁, 又得西汉之八分; 正书变东汉隶体而为方形圆笔, 又得东汉八分. 八分以度言, 本是活称, 伸缩无施不可^[21].

现实生活中, 要成为有一定书法修养的人, 仅临摹一种碑帖是远远不够的. 在临摹了若干种碑帖后, 脱离所临摹的碑帖后写的字与临摹对象相比会有些不同之处, 但依然留有所临摹碑帖的特征. 例如临了几种汉隶, 独立写隶书, 与所临的碑帖的任何一种都不完全一样, 但有不同程度的相似之处. 如果临摹的碑帖更多, 以至有不同的书体, 逐步就能形成个人的风格. 这是一个创作过程, 可概括为“临摹/记忆-融合-变形/创作”^[22], 如图 1 所示.

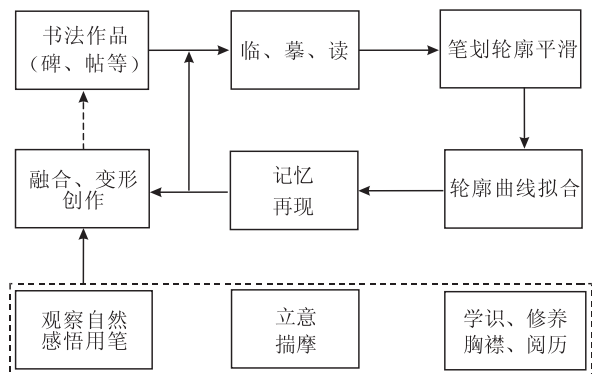


图 1 书法临摹与创作过程

这个过程依赖的是临摹时的记忆和创作时的形象思维. 计算机模拟这样的书法创作过程可概括为基本文字想象+思维发挥. 前者的实现, 即存储是计算机的特长, 后者是计算机模拟的核心. 这里以线条

为元素进行讨论.

4 隶书创作模拟

中国书法讲究笔法, 核心是“一画”, 一波三折, 由一而二, 以至无穷, 寓意深刻. “一画”是线条, 石涛讲“自一以至万”, “自万以治一”^[23].

隶书的写法和楷书无大异, 其画象篆, 最大的不同是有波磔一笔^[24]. 这“一”划, 即横划, 在隶书中是最基础、最核心, 也是最有特色的笔划. 有模拟“一”划创作的基础, 模拟其它笔划的创作就会相对比较容易, 从而就可以创作单个字, 以至篇章.

《石门颂》、《西狭颂》和《黠阁颂》为典型的汉代隶书.

《石门颂》巧多于拙, 多用圆笔, 布置巧妙, 错综复杂, 变化很大. 常以斜为正, 大小参差. 瘦而仍厚, 瘦不露骨, 瘦而血华.

《西狭颂》巧拙各半, 是方笔字. 端庄秀丽, 巧拙兼施. 比《石门颂》为肥、短, 比《黠阁颂》又瘦、长些.

《黠阁颂》则纯用拙, 也是方笔. 拙而善变, 拙而不笨, 肥而能捷, 肥而不粗. 轻捷显现于外, 灵巧蕴藏于内. 善于变化, 形虽短而势很长.

可用字型“肥”、“瘦”, 笔划“长”、“短”, 线端“方”、“圆”来初步刻画字的基本外型特征, 作为参数. 方笔沉着、圆笔轻巧, 若能肥而不笨、瘦而不薄, 笔短而势长, 则能巧而不浮, 拙而不劣.

这里采用一个带参数的模型刻画笔划形状:

$$\mathbf{X} = M(\mathbf{b}),$$

其中, \mathbf{b} 是一个向量, 它代表了一个样本空间中的样本的主要特征. 向量 \mathbf{b} 的维数反映了主要特征的个数. 当调整 \mathbf{b} 的不同分量时, 就会得到不同的 \mathbf{X} . 若能够找到 \mathbf{b} 的变化与 \mathbf{X} 的变化趋势之间的关系, 则可以通过一个或几个参数, “创作”输出期望的字形.

理想情况是, 这个参数满足以下的条件:

(1) 对应了字体的主要特征和变化趋势 (如参数 1 对应字形“肥”、“瘦”, 参数 2 对应笔划“长”、“短”, 参数 3 对应线端“方”、“圆”);

(2) 参数的维数不应该太多, 也不过分“敏感”, 即轻微的调整不应该导致汉字的“畸形”.

4.1 点集定位

为了建立一个整体轮廓的模型, 首先要从汉字的轮廓中通过人机交互找出一些特征点来勾勒出其形状, 这些点反映了汉字的结构及其变化. 这样的点一般是边界上曲率变化很大的转折点, 它们通常处于两个笔划相交的地方, 或者是笔锋突变的地方. 仅

仅使用这些点还不足以描述汉字的外形信息. 为了准确描述汉字轮廓, 还需要沿着轮廓在定位好的标记点之间自动利用 Bézier 曲线^[25]法平均地取一些点, 以便更好地勾勒出汉字的形状, 如图 2 所示. 通过试验, 对于一个比较平直、曲率不太大的笔划(如横、竖等), 一般取 10~20 个特征点就可以达到较好的结果. 特征点太少, 笔划特征无法显现; 相反, 特征点太多, 不仅会增大计算量, 而且会引入明显的噪声.



图 2 自动生成的特征点(方点代表轮廓线上曲率较大的点以及沿着轮廓添加的点, 圆点代表 Bézier 曲线控制点)

设标记的第 i 个特征点的坐标是 $\{(x_i, y_i)\}$, 那么这个汉字就可以使用下述列向量来表示:

$$\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_n)^T,$$

若样本空间中总共有 s 个样本, 就意味着有 s 个列向量. 这 s 个列向量组成一个矩阵.

4.2 样本排序

为消除与形状无关分量, 一般需要采用大量样本叠合的方法来排列数据. 这里采用广义普鲁克分析 (Generalized Procrustes Analysis, GPA) 方法^[26]. GPA 的主要思想是: 首先将观测对象的重心平移到原点, 然后将其大小归一化, 最后旋转观测对象, 使对应点之间距离的平方和最小. 这样反复循环直到求出平均形状. GPA 方法将所有的样本经过排列之后, 使得它们到平均值的平方和 $D = \sum |x_i - \bar{x}|^2$ 最小.

4.3 模型建立

由于 n 的取值往往比较大, 为了使问题变得简

单, 需要把空间的维数减少到易于计算的范围. 一个比较常用的方法就是主成分分析法 (Principal Components Analysis, PCA)^[27]. 这里用 PCA 分析样本的协方差矩阵, 以获得反映样本的主要特征.

当 S 的特征向量全部计算出来后, 从中挑选出 t 个特征向量组成一个特征矩阵 Φ , 这里, 被挑选出的 t 个特征向量要求能够反映样本的主要特征. 于是, 统计模型就可以用如下的公式来描述了:

$$\mathbf{x} \approx \bar{\mathbf{x}} + \Phi \mathbf{b},$$

其中, $\bar{\mathbf{x}}$ 是样本排序后的平均值, $\Phi = [\phi_1 \ \phi_2 \ \dots \ \phi_t]$ 是由 t 个特征向量组成的矩阵, \mathbf{b} 是一个 t 维的列向量. 由这个模型可以得到与样本相似的新图像, 只要给参数 \mathbf{b} 赋予合理的值就可以了.

假设参数 \mathbf{b} 的各个元素 b_i 线性独立并且服从高斯分布, 则只要 b_i 在 $\pm 3\sqrt{\lambda_i}$ 之间变化就算是合理的.

t 的个数确定遵循如下原则: 它应该反映样本的主要特征. t 值通常可以用下面的公式获得:

$$\sum_{i=1}^t \lambda_i \geq f_v V_T,$$

这里, V_T 表示所有特征值的总和, 而 f_v 则反映模型所涵盖的样本变化的比例(譬如 98%).

4.4 模拟结果

图 3 分别是《石门颂》和《西狭颂》的“一”划. 首先, 分别以《石门颂》、《西狭颂》的“一”划为样本, 希望将《石门颂》的字变肥、短些(《西狭颂》的特征), 将《西狭颂》的字变瘦、长些(《石门颂》的特征). 图 4 是结果. 然后, 以《石门颂》和《西狭颂》的“一”划一起为样本, 希望能有更丰富的变化. 图 5 是结果.



图 3 《石门颂》、《西狭颂》样本

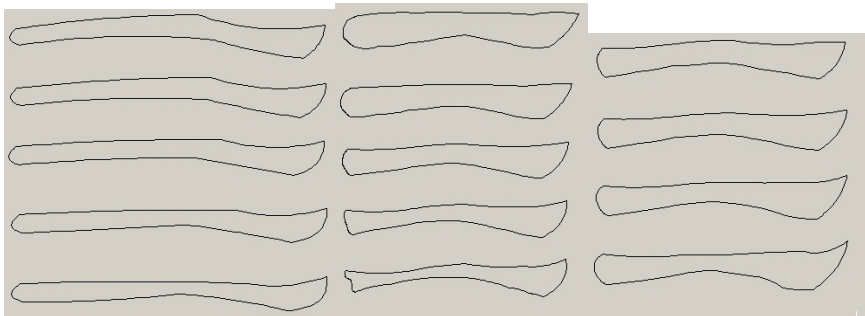


图 4 两种字体的变化(左部为《石门颂》“一”划的变化过程, 从上至下的参数变化情况为: b_1 依次取 0.10, 0.05, 0, -0.05 和 -0.10; b_2 始终取 0. 中部为《西狭颂》“一”划的变化过程, 从上至下的参数变化情况为: b_1 依次取 0.10, 0.05, 0, -0.05 和 -0.10; b_2 始终取 0. 右部为《西狭颂》“一”划的变化过程, 从上至下的参数变化情况为: b_2 依次取 0.20, 0, -0.20 和 0.50; b_1 始终取 0)

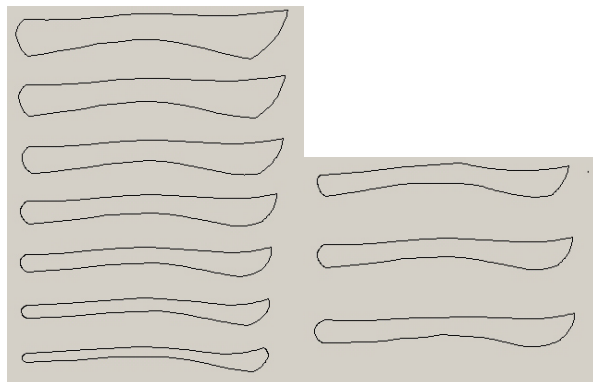


图 5 《石门颂》、《西狭颂》“一”混合后的变化情况(左部:从上至下的参数变化情况为: b_1 依次取 0.15, 0.10, 0.05, 0, -0.05, -0.10 和 -0.15, 其余始终取 0. 右部:从上至下的参数变化情况为: b_2 依次取 0.05, 0 和 -0.05, 其余始终取 0)

由结果可知,字的变化趋势基本是原来所期望的.尤其是《石门颂》和《西狭颂》的“一”划混合作样本后的变化情况,产生了不同于《石门颂》和《西狭颂》的形状.

但参数 b 中的一个分量的变化引起了字体的整体变化,而不是局部变化,即某个参数尚未能很好地对应字体的主要特征和变化趋势.

5 结束语

目前,往往只有 b 的第一个分量不太“敏感”,越是靠后的分量越是“敏感”,即轻微的变化使得字形有着较明显的变化.事实上,如果通过改变最前面的分量能够得到想要的字形的话,可忽略后面的分量的影响.以上工作实现了两个基本目标:

(1) 用尽可能少的人工干预(仅用少量参数的调整),使计算机输出形状变化的笔划,这种变化是可控的、细微的;

(2) 输出结果从审美角度看是可接受的.

这是“人机结合”的尝试.形象思维模拟是个复杂过程,我们只是从比较宏观的“形变”角度,进行计算机模拟.即使效果尚可,也只是“殊途同归”,实际上人的思维过程并非如此.从计算复杂度的分析中可以看到^[28],计算起来困难的问题,对人的视觉系统却是容易的,计算的困难程度的次序跟人的知觉的困难程度的次序相比,令人困惑地正好相反.拓扑性质检测的困难提示,把人脑的全部思维活动看成“计算”是不恰当的.有可能,决定人类思维过程的原则是跟决定计算机中进行的信息处理过程的原则不

同的.视觉拓扑结构的研究,有可能成为形象思维研究的一个突破点.形象思维的最终突破可能有赖于非冯氏计算机结构.

参 考 文 献

- [1] Douglas H, Gary McGraw. Letter spirit: An emergent model of the perception and creation of alphabetic style. CRCC Technical Report. No. 68
- [2] Grebert I, Stork D, Keesing R, Mims S. Connectionist generalization for production: An example form gridfont. Neural Networks, 1992, 5
- [3] Pang Yun-Jie, Yin Li-Na, Zhong Hui-Xiang. A brush-pen painting system under the control of computer. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 1989, 1(1): 37-40(in Chinese)
(庞云阶, 尹丽娜, 钟慧湘. 计算机控制毛笔绘画系统 CCB-PS. 计算机辅助设计与图形学学报, 1989, 1(1): 37-40)
- [4] Wang Zheng-Xuan, Pang Yun-Jie. One computer calligraphy system CCCS. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 1991, 3(1): 35-40(in Chinese)
(王征旋, 庞云阶. 一个计算机书法系统 CCCS. 计算机辅助设计与图形学学报, 1991, 3(1): 35-40)
- [5] Wang Zheng-Xuan, Pang Yun-Jie. One stroke fill algorithm and its application in computer calligraphy. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 1994, 6(3): 168-173(in Chinese)
(王征旋, 庞云阶. 一个笔划填充算法及其在计算机书法中的应用. 计算机辅助设计与图形学学报, 1994, 6(3): 168-173)
- [6] Fang Kui, Wu Tao. Computer simulation and its implementation of calligraphy art. Fuzzy Systems and Mathematics, 1996, 10(1): 71-74(in Chinese)
(方遼, 吴涛. 书法艺术的计算机模拟及其实现. 模糊系统与数学, 1996, 10(1): 71-74)
- [7] Wang Zheng et al. Computer calligraphy based on autoregressive model. Journal of Engineering Graphics, 2006, 5: 38-43(in Chinese)
(王征等. 采用自回归模型的计算机书法的研究. 工程图学学报, 2006, 5: 38-43)
- [8] Ondrej V, Liu Chen-Lin, Masaki N. Generating realistic Kanji character images from on-line patterns//Proceedings of the 6th International Conference on Document Analysis and Recognition. Seattle, USA, 2001, 9: 556-560
- [9] Wong S T S, Leung H, Ip H H S. Model-based analysis of Chinese calligraphy images//Proceedings of the 9th International Conference on Information Visualization. London, UK, 2005: 221-226
- [10] Yu Jin-Hui, Peng Qun-Sheng. Realistic synthesis of Cao Shu of Chinese calligraphy. Computer & Graphics, 2005, 29(1): 145-153

[11] Strassmann S. Hairy brushes. Proceedings pf computer graphics (annual conference series)//Proceedings of the ACM SIGGRAPH. Dallas, 1986; 225-232

[12] Lee J. Simulating oriental black-ink painting. IEEE Computer Graphics and Applications, 1999, 19(3): 74-81

[13] Wong H T F, Ip H H S. Virtual brush: A model-based synthesis of Chinese calligraphy. Computers & Graphics, 2000, 24(1): 99-113

[14] Chu N S H, Tai C L. MoXi: Real-time ink dispersion in absorbent paper. ACM Transactions on Graphics, 2005, 24(3): 504-511

[15] Guo Q, Kunii T L. Modeling the diffuse paintings of 'sumie'//Proceedings of the IFTP WG 5. 10 Working Conference. Tokyo, Japan, 1991; 329-338

[16] Huang S, Way D, Shih Z. Physical-based model of ink diffusion in Chinese ink paintings. Journal of WSCG, 2003, 10(3): 520-527

[17] Lee J. Diffusion rendering of black ink paintings using new paper and ink models. Computer & Graphics, 2001, 25(2): 295-308

[18] Zhang Hai-Jiang et al. Fractal-based simulation of the diffusion effect of Chinese ink wash drawing. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2004, 16(4): 555-558(in Chinese)
(张海江等. 应用分形仿真水墨扩散轮廓. 计算机辅助设计与图形学学报, 2004, 16(4): 555-558)

[19] Xu Song-Hua, Lau Francis, Cheung William K, Pan Yun-He. Automatic generation of artistic Chinese calligraphy. IEEE Intelligent Systems, 2005, 20(3): 32-39

[20] Zhang Huai-Guan. Calligraphy Protest. In: The Florilegium of Calligraphy Theses in Past Dynasties (One). Shanghai: Shanghai Calligraphy-Painting Press, 1981; 154-208(in Chinese)
(张怀瓘. 书断. 见: 历代书法论文选(上). 上海: 上海书画出版社, 1981; 154-208)

[21] Kang You-Wei. Extending Art Boat Bioar. In: The Florilegium of Calligraphy Theses in Past Dynasties (Two). Shanghai: Shanghai Calligraphy-Painting Press, 1981; 783-784(in Chinese)
(康有为. 广艺舟双楫. 见: 历代书法论文选(下). 上海: 上海书画出版社, 1981; 783-784)

[22] Dong Jun. The Introduction on Computer Calligraphy. Beijing: Science Press, 2007(in Chinese)
(董军. 计算机书法引论. 北京: 科学出版社, 2007)

[23] Ge Lu. The History of Ancient Chinese Painting Theory. Shanghai: Shanghai People's Fine Arts Publishing House, 1982; 173-184(in Chinese)
(葛路. 中国古代绘画理论发展史. 上海: 上海人民美术出版社, 1982; 173-184)

[24] Zhu Jia. Calligraphy Theory Analects. Nangjing: Jinling Calligraphy-Painting Press, 1982; 55-70(in Chinese)
(祝嘉. 书学论集. 南京: 金陵书画社, 1982; 55-70)

[25] MA Xiao-Hu, Pan Zhi-Geng, Zhang Fu-Yan. The stroke based Chinese outline font and its application. Chinese Journal of Computs, 1996, 19(2): 81-87(in Chinese)
(马小虎, 潘志庚, 张福炎. 基于笔划描述的样条汉字库及其应用. 计算机学报, 1996, 19(2): 81-87)

[26] Xu Miao, Dong Jun. Generating new style of Chinese stroke based on statistic model//Proceedings of the 1st International Symposium Advances in Artificial Intelligence and Applications (AAIA'06). Wisla, Poland, 2006

[27] Zhang Run-Chu. Multivariate Statistics Analysis. Beijing: Science Press, 2006; 165-183(in Chinese)
(张润楚. 多元统计分析. 北京: 科学出版社, 2006; 165-183)

[28] Chen Lin. Topological Characteristics Detection——One Possible Cloud on Computing Theory//Qian Xue-Sen eds. On Thinking Science. Shanghai: Shanghai Renmin Chubanshe, 1986; 250-301(in Chinese)
(陈霖. 拓扑性质检测——计算理论一朵可能的乌云//钱学森主编. 关于思维科学. 上海: 上海人民出版社, 1986; 250-301)



DONG Jun, born in 1964, Ph. D. , professor, Ph. D. supervisor. His research interests include thinking simulation, cognitive science.

XU Miao, born in 1981, M. S. . His research interest is artificial intelligence.

PAN Yun-He, born in 1946, professor, Ph. D. supervisor, member of Chinese Academy of Engineering. His research interests include cognitive science, computer fine arts.

Background

Imagery thinking and abstraction thinking both are very important concerning thinking science, cognitive science as well as artificial intelligence. Whereas, there exists extraor-

dinary unequal understanding between them while too less result on imagery thinking is ready because of no enough experiment evidences from neuroscience and much difficulty for

field experts such as artists to utter their sensation and experience during their creation. To solve the problem, simulating imagery thinking on the basis of expert experience is necessary. Calligraphy creation is a classic course.

In most cases, the automatic generation of Chinese calligraphy can be divided into several phases: (1) shape decomposition, (2) model creation and (3) artwork generation. An algorithmic framework for an advanced virtual brush to be used in interactive digital painting has been proposed. Compared with other virtual brushes, this system was designed to present a realistic brush in the sense that the system accurately and stably simulates the complex painting. Moreover, an intelligent system using a constraint-based analogous-reasoning process was presented by Xu Song-Hua et al. in 2005. The system fuses knowledge from multiple sources to support a restricted form of reasoning. The result is pleasant since it can automatically generate Chinese calligraphy that meets visually aesthetic requirements. However, the transformation on each level depends on the weight of different samples. The efficiency is a bit low since a lot of experience is required to adjust the weight. It would be better if some

primary features of a character can be extracted at first. This is the main purpose of our current work, i. e. , obtaining an approach to extract some critical features from large numbers of samples and then build a model with them. Now we can modify the stroke shape easily as the real creation course.

The work has several potential applications. First of all, it can be applied in the publishing industry, especially those publications of ancient artworks. For some calligraphy works suffer a lot of abrasion during long history, it is impossible to maintain the original artwork. This approach could be used to generate some similar characters to be selected for publishers.

Another application is to generate personalized fonts according to users' preference. For example, users provide the system with their handwritings, based on which, some plausible styles could be generated. Users can adjust and choose one or more styles as their favorite appearance.

The research is supported by Shanghai Basic Research Key Project (06JC14058), NSFC(30570584), National Basic Research Program of China (2005CB321904) etc.