

【专题：数字遗产与文化遗产】

行书特征典型性认知与字体化计算问题探讨

沈华清

(浙江大学, 杭州 310027)

摘要: **目的** 通过对字库的毛笔书写实践和 APP 造字测试以及对于书法风格特征的详细分析, 从特征的抽象分析中提出对于字库书法字体的特征维度计算的结构化分析。**方法** 侧重于书法计算中的风格提取和实践问题, 分析书法家米芾的书法风格典型性特征、用笔的典型性以及结构处理的典型性和行书通用性特征。**结果** 从笔者长达两年、3 次字体超过两万多字书写创作中遇到的问题得出字库计算的缺陷, 并提出合理的字体计算解决途径和可以用于毛笔行书风格的工具研究要求。**结论** 为计算机在处理中国特有性文化遗产的数字化方面提供了一种研究分析的范本, 分析了文化遗产中的专业经验和计算特征分析的相关性, 从而为跨学科的研究提供实践方式上的深入思考。

关键词: 书法风格; 典型性; 字库; 计算; 文化遗产; 特征分析; 数字化

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)22-0001-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.22.001

The Discussion on the Perception of the Typicality of Running Script Features and the Calculation of Typography

SHEN Hua-qing

(Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

ABSTRACT: In this paper, through the writing practice of the font and the test of APP character creation, as well as the detailed analysis of the characteristics of calligraphy style, the structural analysis of the calculation of the feature dimensions of calligraphy fonts is proposed from the abstract analysis of the characteristics. The paper focused on the style extraction and practice issues in calligraphy calculations, by analyzing the typical characteristics of the calligraphy style of Mifu, the typical characteristics of the brush, the typical characteristics of the structure processing, and the common characteristics of calligraphy. Introduced the problems encountered by the author in writing more than 20,000 characters over two years and three times, and the shortcomings in the calculation of the font, and proposed reasonable solutions for font calculation and the research requirements of tools that could be used in font production. It provides a research and analysis model for computers in processing the digitization of China's unique cultural heritage, and analyzes the correlation between professional experience and computational feature analysis in cultural heritage, so as to provide in-depth thinking on practical methods for interdisciplinary research.

KEY WORDS: calligraphy style; representative; font; calculation; cultural heritage; feature analysis; digitalization

历史上有很多的书法家和历史名人书作, 如何将这些书法文化遗产变成字库, 不仅是一个字库的创制问题, 也是一个重要的审美提升问题和文化遗产的活化问题, 文字字体的优化和审美已经引起学者^[1]和各界的关注^[2]。然而, 中国字库的设计不同于以希腊字母为主的西方字体设计那么简单, 这就要求算法和

AI 更多地应用到字库的设计和创制中, 毕竟汉字常用字需要每个都有, 而不是简单地像字母一样来组合汉字笔画, 尤其是涉及行书字风的设计问题。书法家的风格包含着章法处理和字形结构两大部分, 由于字库字风必须要去掉上下文行文的章法才能使得字体具有应用的普遍性特征, 这种普遍性仍然属于书法家

收稿日期: 2021-06-09

作者简介: 沈华清 (1968—), 男, 浙江人, 硕士, 浙江大学副教授, 主要研究方向为动画、艺术数字化、摄影。

都有的书法风格,但是又独特于常规的字体特征。目前,有造字功能的书法 APP 已经出现,但是若计算专家不能理解书法风格的组成因子,也就很难将文字的书法特征提取出来,因此,理解书法特征和字形特征需要一定的实践体悟和理性分析,提出可以用于计算的工具和有价值的研究方向才能为字库字风的书法化提供有价值的认知点,为规划计算的研究路径提供理论性的基础。

1 书风、字风和字库计算问题

现在从事字库计算的绝大部分是计算机专家和工程人士,对于书法风格的认知往往是知而不识。知乃知道而已,识则是基于经验基础上的辨识能力。一旦缺少审美辨识能力,那么,如何衡量计算结果已经达到了基本上能计算风格的状态呢?计算程序只是一个工具,其特征提取的方法方式和设计结构是需要基于人的经验心得的,而其生成的字形“像不像”“形似还是神似”需要有较高书写经验的专家才能判断,但是这种判断又必须考虑到字库的应用性功能,而不可能全然符合书法作品要求,也就是需要书法作品风格和字风上的调和。

当下,对于书法爱好者而言,除了临帖之外,最多采用集字模式来模拟书法大家的创作风格,这种模拟采用的方法就是将该书家的不同帖本来找出相应的字形来补齐所模拟的内容^[3]。这种集字模式,往往显得上下文风格迥异,粗细变化太大,使得集成的模拟作品在统一性上大打折扣,缺失了书法家书写上的时间特征。在计算领域,有很多研究人员就书法的特征做了大量的工作^[4],但是在抽取特征的典型性和自动生成字形上进步有限,有些论文甚至连书法风格的分析都没有就给出一些数学模型,这显然让人难以置信。因此,如何在书法风格中获得各种特征的统一性和典型性,而不是简单地拼凑,使得书法家的风格特征更稳定地保存下来,建成为字库是一项不只是技术性问题,也是一个艺术性很高的问题。虽然,任何一个书家在不同的书写时期或书写不同的内容时是很难都呈现为已经成熟状态的风格,不同的书帖的风格也往往有不太一致的笔性,但是,字库需要稳定性的应用,恰恰需要保持风格特征上的稳定性和统一性。因此,提取这些书家的典型特征性写法就显得尤为必要,这也是计算能解决的问题。

字库集字还有另一个不能解决的问题就是简体

字的书法风格化。简体字有些是曾出现在古人的草书中的文字,有些出现在异体字的借用中,有些字则是现代人改造后的字形,这也是古人字帖不可能提供的地方^[5]。但是,无论简体字怎么样,都可以从其他字的部件中找到类似的形状,这也是为何需要计算造字来解决的原因。

2 米芾书法风格分析与特征典型性

米芾是书法爱好者熟知和喜欢的书法家,书法风格很有其独特性和典型性,尽管其字风是否属于自创尚有疑问。在一次交流中了解到奈良博物馆曾有类似米芾书风的抄经作品出现在唐代的文物之中,无法确知米芾书法的原创性,有研究认为米芾也是在集字基础上的学习和书写。然而,这依然不妨碍探究这种书写风格的典型特征,米芾三点水偏旁的典型性写法见图 1。

从模拟合成的角度来看,必须归类同类的偏旁和部首,认识米芾的典型风格和写法^[6],但是也必须提取一些其他写法,因为米芾的风格有王羲之风格的一些特性。在归纳偏旁、部首、笔画之后再来谈字形结构的组合方式,这样就有助于获得组合的变形和编排特征^[7]。

2.1 寻找书法特征的典型性

典型性特征是该书法家常用的书写方式,而不是行书的共性特征,这不是说每个书法家在书写每个字的过程中全然不同,而是在有些字或偏旁或练笔或笔画中,乃至在处理整体字形调整中存在着经常性出现的独特书写变化特征。两点式连笔范例见图 2。通过大量读帖,可以发现图 2 的两点连笔中,前一种属于米芾常用的特征,但是这不等于米芾不采用第二种模式,第二种在任何的书法家的书写中都存在,但是第一种模式却是只有米芾最多采用的两点连笔模式。米芾“之”偏旁笔画的典型特征见图 3。另外,米芾的笔画中在捺处理方面显得尤为特别,主要可以分为:三折捺、二过捺、平捺、倒挂捺、嫩芽捺,捺的分析(虚线呈现细微的变化)见图 4。若试着以骨骼的模式来分析可以看到图中状态。

通过骨骼曲线来解剖,横笔表现分析(虚线表示了摆动的方向)见图 5,这种骨骼式分析方式或许可以在字体的数学建模方式上作为参考:第一,三折+两端,两端的伸缩转折组成了笔意细节;第二,主骨



图 1 米芾三点水偏旁的典型性写法

Fig.1 Typical of Mi Fu's three dots of water side writing style

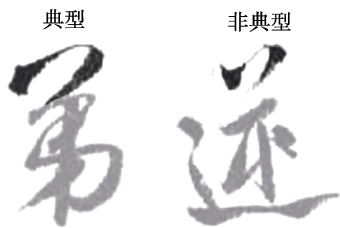


图 2 两点式连笔范例

Fig.2 Example of Two-point continuous brushwork

架的圆大小顺序形成了轻重变化；第三，用 4 个点的大小变化来控制形状，两端的点用笔意库来拟合（虚线表达笔意）。

2.2 米芾书法的特征归纳

米芾书法的特征基本可以归纳为以下几点：第一，字体中心轴以左倾和中性为主；第二，笔画粗细与笔画顺序相关：开始粗、中间略小、尾部略大；第三，整体字以上下宽中窄为主，右侧基本垂直；第四，笔画与笔画之间以弧形为主（弹性角）；第五，笔画以弹性为主，笔画似柳叶，两个平行的“横”呈俯仰分合关系；第六，在分析米芾字形入库时，必须有个

转动纠正工作，不能死忠于书法中的角度，也就是必须去掉一定的章法律动，不然，字库文字在模拟横行排列时就过于东倒西歪，在文字的大小上，也必须做对比上的回归。同时，汉字书法必然需要考虑结构的构成关系，主要的汉字结构有多种分法，根据《汉字属性字典》可以分为 15 种，但是也有分成 8 种和 6 种。最合理和常用的莫过于分成 8 种，也就是：独体、上下、上中下、左右、左中右、半包围、全包围、品字形等。下面就左右结构对米芾书法做一些简单的变形拆分，“难”与“作”相应于楷书结体变形（左右式）见图 6。尽管这是米芾一些字的结构，对米芾而言也不是固定的。有关汉字结构相似度的研究已经有一些技术实现^[8-9]，那么，基于结构的书写组合就变得可能。

从图中还能感受到很多的字存在中心轴偏左倾斜的状态，这也是很多米芾作品的正常特征，这种情况也是与书写现场纸张和人的状态相关，尤其是在传统竖排书写的状态下，左转的字在米芾的作品中表现得特别明显，因此，考虑字体转向自由度也是书法特征的表现之一。然而，在字库设计中，必须考虑当下



图 3 米芾“之”偏旁笔画的典型特征

Fig.3 Typical features of the “zhi” side strokes

倒挂捺与嫩芽捺

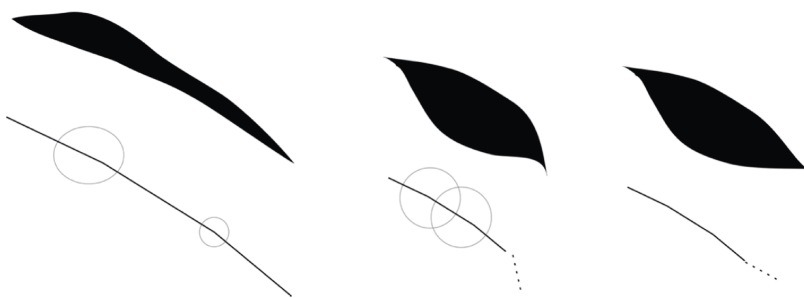


图 4 捺的分析（虚线呈现细微的变化）

Fig.4 Analysis of the press (The dashed line shows subtle variations)

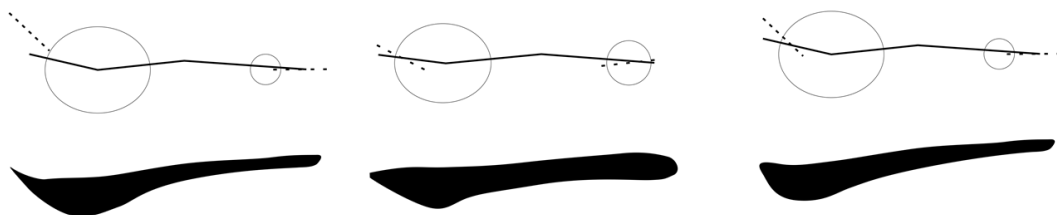


图 5 横笔表现分析（虚线表示了摆动的方向）

Fig.5 Analysis of the expression of the horizontal stroke (The dashed line shows the direction of the oscillation)

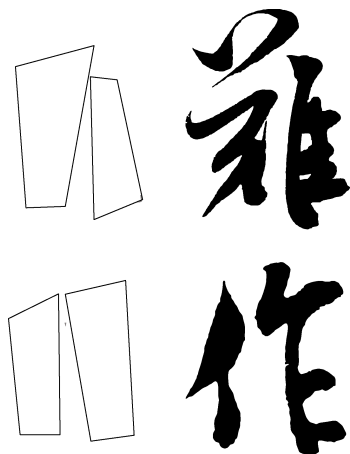


图6 “难”与“作”相应于楷书结体变形（左右式）
Fig.6 Corresponding regular script variants of the “Nan” and “Zuo” (Left-right style)

汉字的使用状况，横排为主，因此，在设计中有必要做一定的纠正，这样才能在使用时更体现出字体设计的合理性。字体转动的纠正见图7，左边的“入”和“泉”字为原帖状态，右边为纠正10度和6度后摆正的状态。相对应于楷书的比例和造型，变形的四边形意味着行书书写而变形，但是，这种组合和偏旁的变形恰恰是形成风格的一种重要特征存在，也是产生书写自由度的重要特征。这种分析法有助于产生更为随机化的字体和变化性字风的设计编排。

当然，米芾不仅在用笔上八面出锋，在字的转动方面也是左摇右摆，这种特征完全可以从他的传世之作《苕溪诗帖》中清楚地看出来，因此，真正用计算机模拟他的书风，则必须针对独特的文本来进行一对一模拟，这种难度就更超越字库的创造。因此，字库字风的模拟也不可能全然实现米芾的灵动性，这也是由字库模式决定的，可以在计算模拟上，将章法处理

行气表现中字的转动

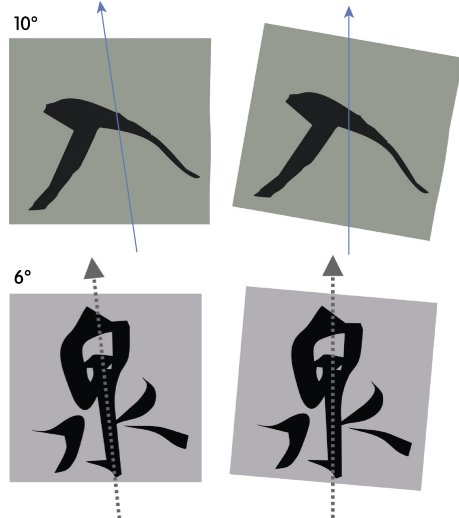


图7 字体转动的纠正
Fig.7 Correction of font rotation

计算与字风的计算分离开来处理就是一种结构性的处理原则^[10]。

3 书写实践总结和计算表现分析

3.1 第一次书写

书写采用方正手迹造字APP，第一次书写小楷，由于前面的几百字全部属于笔画比较简单的，按次序写很容易就写完了，但是从生成的字发现，生成的字风格与自己写的区别很大，写着写着，就发现问题。前面的字写得比较疏朗，当笔画多的字出现时就好像变得难以排布，因为之前的字就显得与后续的字越来越难以匹配，整个书写的过程需要半年之多。书写小楷，出现中心及比例偏差严重现象见图8。可想而知，等



图8 书写小楷，出现中心及比例偏差严重现象

Fig.8 Write the small regular script with serious deviations in centre and proportion

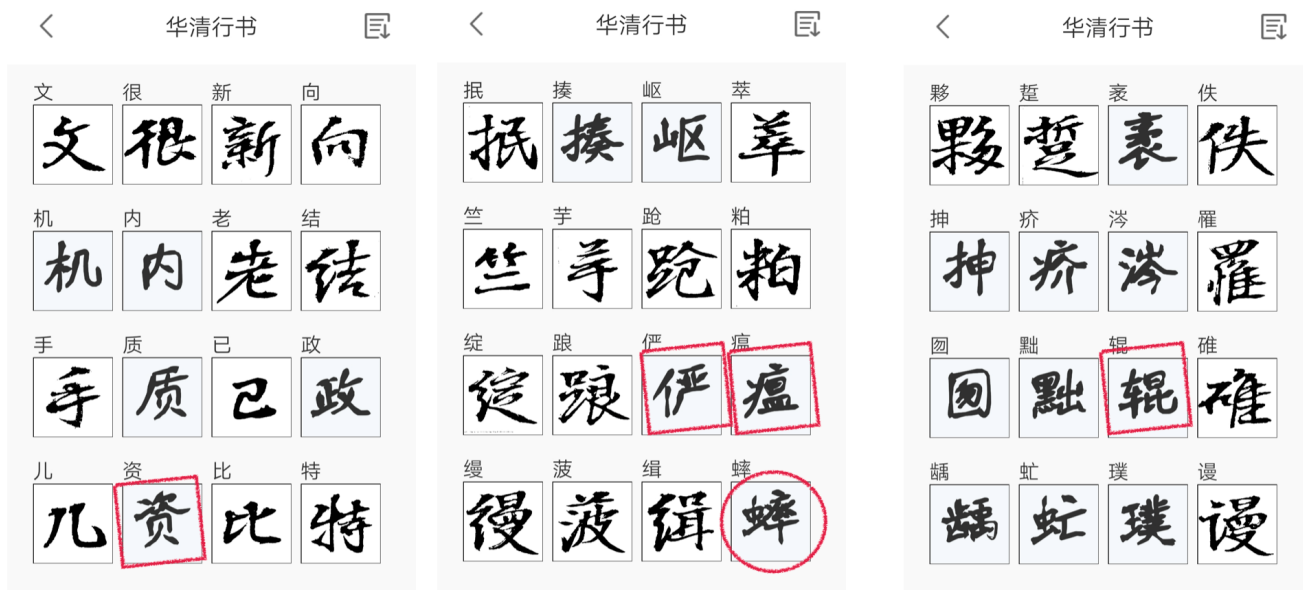


图 9 字库书写中的计算结果
Fig.9 Calculation results in font writing

到快写完近 7000 字时，就发现风格变化甚大。于是，就回过来纠正前面的大小和风格，大小无法调整，只能局部重写，发现很难协调前后的风格，而通过文本内容的编排，就发现存在问题太多。总体来看，虽然这个字体书写已经失败，但是也得到了一个很重要的经验，就是书写不能简单从头到尾地书写，这样简单的字统一了风格，而复杂的文字就难以统一了，这说明按字库原本的排序法来设置造字程序存在明显的缺陷。

3.2 第二次书写

第二次的书写，在书写几百字后，就开始写一些复杂的字，尽量在不同的页面中书写不同结构的字形，以便为后续的书写提供临近的字风。为后续的书写提供一些书写的风格示范，这样下来，就容易保证了自身书写风格的一致性。尽管已经完成了大量字的书写，每次字库重新计算的结果并没有多少改善。字库书写中的计算结果见图 9（浅灰底为计算出来的字，而白底为书写输入的文字），从图中不难发现，很多字不仅线条上看上去很不像，而且字的倾斜度不协调（方块标示的部分），出现明显的重点放置不合理，如圆圈中的字。这说明程序不存在字的转动自由度分析，也不存在重心自由度的分析功能。目前有对真书的重心计算研究^[1]，但是书法字的重心算法模型还是需要深入研究，并应该得到书法类专家的验证才能变得可靠。而其他没有这些缺陷的字，整体看上去缺失了线条该有的棱角分明的毛笔造型感。说明在计算时，细化的精度太低，缺失了该有的起笔收笔的基本形状。从图中的最后一行的“璞”不难看出显得臃肿，发现字库缺少笔画粗细的调整功能，对于笔画过多的字，其计算结果往往就显得很不理想，字风变形严重，

问题在于笔画粗细缺少自适合的控制，无法实现字内部空间的再分配。

尽管造字算法与书写风格相差甚远，但是对于字的笔画大小和书写次序有了经验上的把握，这次的书写字库，实际使用效果整体不错，模拟李白诗文效果见图 10。仍然发现一些字输入后出现了重心上下偏差，以至于没有办法调整。

洞庭西望楚江分
水尽南天不见云
日落长沙秋色远
不知何处吊湘君

南湖秋水夜无烟
耐可乘流直上天
且就洞庭赊月色
将船买酒白云边

图 10 模拟李白诗文效果
Fig.10 Effect of simulating the poetry of Li Bai



图 11 第三个字体书写过程中的模拟计算

Fig.11 Simulation calculations for the third font writing process

3.3 第三次书写

第三次书写以爨宝子碑为基础来写魏碑风格，第三个字体书写过程中的模拟计算见图 11。不难看出起笔端和收笔端都不太符合书写风格，形状过于圆润，这说明采用轮廓线拟合没有考虑到特殊部位的折线效果，也说明没有抓住主要特征。

4 书法字风格的特征组成分析

书法的风格包含了字形特征风格和章法的风格，但是由于字库字风必须具有独立性，所以章法的风格不在本文讨论的范围，这不是说认识字风不需要考虑章法，而是需要将字风从书法家的章法中剥离出来，也就是说，不是直接将书法家在作品中的字提取出来数字化，而是在书写或字体计算时排除因章法需要而产生的特殊作品书写的影响部分^[12]。

4.1 起笔形状、收笔形状

书法的风格涉及用笔的个人特征表现，首先体现在运笔的“提按”之中，而笔画的提按最主要表现在落笔和收笔之中，因此，书法家只要在提按中明显表现出自己的偏好，就是呈现书法特征的重点。比如有些小楷书法，采用“落笔轻，收笔顿”，就是在线

条上表现为左细右粗的横线特征，而且很少出现横线的波折特点，行书落笔和收笔的形状多样性见图 12。

4.2 线条的粗细变化规律

除去线条两端，中间的粗细变化基本上可以分为：粗细、粗细粗、细粗、细粗细 4 种状态，只是变化点有前后变化特征，中间点的存在就是出现平衡的关键。

4.3 横笔特征和竖笔特征形状

在书写过程中也好，设计过程中也好，横笔和竖笔笔画之间可能无典型性特征，也可能有典型性特征，比如书法史上金农的书法就如设计的字体，其主要特征就是横笔很粗壮，而竖笔就显得轻灵。现代设计的一款类藏文风格的字库也是如此，说明横笔和竖笔必须分开计算其特征。而单就横笔而言，也有波折问题和粗细变化问题，黄庭坚就常出现一些折笔，其他的书法家如张瑞图就出现下弧形曲笔，这种曲笔意味着在计算横笔或竖笔时不能只有两端的线来模拟调整字形，而采用 4 点的骨骼线来拟合风格更为合理。另外，字中的主要竖笔的形状和趋势，可以作为字体转动自由度的主要判断指标。目前的研究只是对已有书法文字的骨骼提取，尚缺少优化和骨骼点拟合特征的分析。

4.4 连笔状况特征

连笔方式也是书法家特征的表现之一，这里讨论的主要是一个复杂字内部的基本方式，字的连笔反映了书写的快慢变化节奏，因此，很多字的重复性笔画就采用连笔书写的方式来处理，比如，书写“佳”部件、“木”偏旁等笔画时，往往形成独特的书写方式。因此，在计算风格时，需要提取常规表现特征的部分来分析计算字风，为创造模拟字库提供必要的特征点。以目前所尝试过的方正造字 APP 来看，这种从简单笔画汉字来提取特征的做法是不可取的。一方面，复杂笔画书写与简单笔画书写不同；另一方面，复杂结构字的笔画安排间距和笔画粗细与简单笔画的字也有很大的不同，因此，不能依据简单的 100 字来获得全部汉字的书写特征，也就很难得到一款有书法统一风格的字库了。

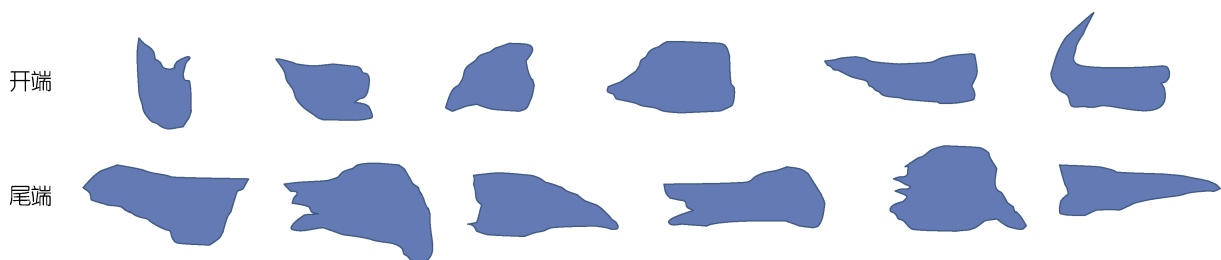


图 12 行书落笔和收笔的形状多样性

Fig.12 The variety of shapes of the falling and closing strokes in running script



图 13 米芾大量采用左帆型的包络形变形

Fig.13 Mi Fu makes extensive use of left-sail type envelope deformations

4.5 包络线变形特征

字的形变显而易见是书风表现的重要部分，米芾大量采用左帆型的包络形变形见图 13。若用计算机语言来看，也就是字风在标准型基础上进行了外形的包络线的变形，比如有些字风出现梯形变化，如苏轼的字风；有些字风出现帆形变形等变化；甚至也有出现如王铎的倒梯形结构。这些形变组成了书法家的书写风格，也是书家特征的独特性所在。因此，采用包络线的分析，将有助于文字的变形处理和风格的评估识别。

4.6 偏旁特殊书写特征

大量汉字具有左右、上下和内外结构，偏旁的笔画书写也是书风的主要存在之处，因此，直接在基本结构不变的情况之下依据另一侧的笔画多少会有所调整，但是书写路径应该基本上类似，这样才能获得字风特征体现。

当然，书法家在书写过程中，同样的笔画也可以有不同的书写方式，因此，计算时，完全可以根据两种或 3 种特征来分配组合结构。偏旁的采用也可以采用另一侧的笔画类似性来计算选择候选范例。字的组合结构和部首等需要一定的变形组合方式。只有考虑组合结构的多样性和上下文特征，才能为组合提供丰富性，从而为以后“一字多写”的书写性创造提供计算效果的自由度。关于书法的计算更多地从艺术和设计分析的角度来重构算法的组合和设计，比如有研究人员提出了“字重、重心、字面、字怀”四方面意象认知的结构化评估^[13]，其字面的意思类似本文所提的包络线，但是本文的包络形是相应于楷体的结构性变形而提出的，也就让造字和组合有了依据。

5 结语

字库设计的计算机智能化研究是一个系统论和结构性相协调的研究问题，简单的算法很难实现真正的书法字的再造^[14]。通过艺术家、设计师的分析经验梳理为计算机工程提供计算自由度切实的依据。特征要提取的不是大数据，大数据是共性，但是特征反应的恰恰是异常数据，从而为特征的把握提供取值分析的方向。字的结构是一个复杂的系统，有粗细的变化、结构的变化、重心分布、连笔习惯、整体变形的风格

等多层次的合成问题^[15]。如果不从视觉心理学认知角度出发来认识合成问题，就很难实现审美计算的基本了解和书风的计算问题。获取字风上的特征集，也是审美计算的一个重要开启。汉字不仅是符号，更是一种内在空间的结构系统和分布多样性对象。

所有的书写判断能力依据的是人的审美判断，审美需要专家型的评判和纠正，因此，为专家提供修改的工具就显得尤为必要。算法专家应在专家的反馈中获得计算工具的创作灵感，比如重心的感知计算问题，可以采用眼动仪分析，但是却不能简单地交给普通的实验测试对象来做。人工智能的发展的最终目标就是学会人的最高经验，而不是没有经验的判断。本论文通过不断的实践认知和现有工具计算检测分析，在提出问题的同时也提供了计算研究的分析方向。

参考文献：

- [1] 孙善春. 传统、现状与文化担当 浅谈当前书法字体领域的几个问题[J]. 新美术, 2020, 41(3): 90-96.
SUN Shan-chun. Tradition, Status Quo and Cultural Responsibility Talk about Some Problems in the Field of Calligraphy Font[J]. New Art, 2020, 41(3): 90-96.
- [2] 董希源. 选美避丑, 把好字体“入库”关[N]. 中国艺术报, 2021-03-12(7).
DONG Xi-yuan. Beauty Pageants Avoid Ugliness, Put Good Font “in the Library” Off[J]. China Art Journal, 2021-03-12(7).
- [3] 俞书世, 赵杰煜, 叶绪伦, 等. 基于结构约束生成对抗网络的书法汉字生成[J]. 模式识别与人工智能, 2021, 34(3): 275-285.
YU Shu-shi, ZHAO Jie-xuan, YE Xu-lun, et al. The Generation of Calligraphic Characters Against the Network Based on Structural Constraints[J]. Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2021, 34(3): 275-285.
- [4] 邱明锋. 书法字库的设计实现与管理[J]. 中文信息学报, 2014, 28(4): 145-152.
QIU Ming-feng. The Design Implementation and Management of Calligraphy Word Library[J]. Chinese Informatics, 2014, 28(4): 145-152.
- [5] ZHANG Zi-ying, ZHOU Xiao-xue, QIN Meng-xi, et al. Chinese Character Style Transfer Based on Multi-scale GAN[J]. Signal, Image and Video Processing, 2021(1): 10.
- [6] 书法欣赏. 书法教程《米芾蜀素帖技法——偏旁部首》[EB/OL]. (2017-05-13)[2021-01-10]. <http://www.yac8.com/news/14062.html>.
Calligraphy Appreciation. Calligraphy Tutorial “Mi-Yi Su-Ting Technique: Side Head” (EB/OL). (2017-05-13) [2021-01-10]. <http://www.yac8.com/news/14062.html>.
- [7] BI Fu-kun, HAN Jian-hong, TIAN Yu-meng, et al. SSGAN: Generative Adversarial Networks for the Stroke Segmentation of Calligraphic Characters[J]. The Visual Computer, 2021(1): 10.

(下转第 46 页)