



## 曲关节型写字机器人签名笔迹特征的影响因素探究<sup>\*</sup>

郭媛媛<sup>1,2</sup> 施少培<sup>2</sup>

1. 华东政法大学, 上海;
2. 司法鉴定科学研究院, 上海

**摘要** | 目的: 本文通过实验研究曲关节型写字机器人签名笔迹的特征, 探究影响机器人书写质量的影响因素。方法: 运用软件制备写字机器人签名笔迹摹本, 分别改变机器人的书写速度、书写位置、书写工具、书写规格、书写载体, 比较检验不同书写条件下的机器人签名笔迹特征。结果: 通过研究发现曲关节型写字机器人签名笔迹的书写质量与书写速度呈负相关的关系, 与签名宽度呈正相关关系, 与书写工具有关, 与Z轴、XY轴位置有关。结论: 影响曲关节型写字机器人签名笔迹特征的影响因素众多, 实践中应在检验过程中注意区分形成相应特征的原因。

**关键词** | 曲关节型写字机器人; 机器人签名笔迹; 笔迹特征; 影响因素

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



近年来, 机器人领域在开发手写签名技术方面取得了长足的进步。书写动作曾被认为仅可人类单独完成的动作, 现在已发展为可由机器人进行摹仿的程度。从文件检验鉴定人的角度来看, 自然人笔迹因其个体和特殊特征(例如速度、压力和形式)使其可识别。人为因素和自然变化是使自然人笔迹变得独一无二的原因, 而机器人书写的笔迹是否丢失这些人造因素、其笔迹特征能反映到何种程度, 以及哪些因素会影响机器人书写的笔迹特征, 是需

要进一步探索的问题。

### 一、引言

随着人工智能时代的来临, 不同功用机器人的产生和发展为人类的生活带来极大便利的同时, 也带来一系列的问题与挑战。机器人书写可追溯到十八世纪, 写字机器人的产生与发展, 经历了从最初的工业机械臂改装至专用型写字机器人, 以及目前仍处于探索阶段的经过深度学习的写字机器人。

\* 基金项目: 教育部科技部司法鉴定技术应用与社会治理学科创新引智基地(B20077)项目。

据《纽约时报》报道，美国总统可谓是使用写字机器人的鼻祖。那时，书写机一直在模拟像美利坚合众国总统一样重要的个人的真实签名。在当今的数字时代，拥有机器人仪器的公司已经开发出相应的技术来促进机器书写。2013年，索尼·卡伯瓦尔（Sonny Caberwal）创立了机器人初创公司 Bond 公司，可模仿自然人的书写模式，将书面文字和技术结合在一起，为客户创建定制的书文件。软件和硬件机械协同工作，包括笔的位置、速度和字母形式，然后翻译上述信息成由机器人在纸上书写。机器人可以通过同时移动的三个线性轴操作来模拟笔运动。<sup>[1]</sup>

曲关节型机器人，也称为关节手臂机器人或关节机械手臂，是比较常见的机器人形态之一，主要应用于工业领域的机械自动化作业。曲关节型机器人和人的手臂关节比较接近，在实际应用过程中可以更好地完成各种工作，在仿生学上也有重要应用。机器人书写动作的控制主要是通过平面的轨迹来计算各个关节的参数，虽然这种类型的机器人在机器人书写上的操作比直线型机器人更难、复杂度更高，但是这类机器人具有很好的可扩展性和可移植性，能够更加方便地安装在更为一般的场所，应用价值较高。<sup>[2]</sup>

目前学者通过制作写字机器人笔迹实验样本，使用传统的鉴定方法识别笔迹特征，并有学者通过盲测的方式考察经过笔迹鉴定系统专业训练的人员对于写字机器人笔迹特征的认识。实验设计方面，田孝雨等<sup>[3]</sup>运用 iDraw 写字机器人执黑色签字笔、铅笔、钢笔分别书写签名样本、手写字

迹样本，并对样本的笔迹特征进行进一步分析。胡萍等<sup>[4]</sup>使用直线关节型书写机器人书写笔迹样本，分别通过模拟盲测和使用不同书写工具书写笔迹的方式开展实验。刘畅等<sup>[5]</sup>使用 AxiDraw 写字机器人和金属仿生写字机器人执黑色中性笔在复印纸上书写笔迹样本。实验结果显示，写字机器人书写笔迹在运笔、笔顺、布局特征方面有共性的特点，并且有因书写工具不同导致的个性特征。同时，大部分学者都关注到机器人书写过程中的笔力特征是区别机器书写笔迹与自然人书写笔迹的重要依据，由于机器本身的限制，写字机器人笔迹整体反映出笔力分布基本一致，运笔缺少轻重缓急的特征。同时，部分学者认为写字过程中出现的划痕与压痕特征、墨线与白线特征、粗细与浓淡特征亦是区别机器书写笔迹与自然人书写笔迹的依据。马现兵<sup>[6]</sup>基于写字机器人的笔迹特征，对写字机器人执硬笔摹仿自然人笔迹进行了初步探索，并通过改变自然人笔迹录入的方式以克服机器直接摹仿的缺陷。胡萍等<sup>[4]</sup>采用模拟盲测的方式考察经过笔迹鉴定系统专业训练的人员对于写字机器人笔迹的认知程度，无论是作出认定同一结论抑或是否定同一结论，其结论所依据的笔迹特征占比最高的均为运笔特征<sup>[7]</sup>，故运笔特征应是区分机器书写笔迹与自然人书写笔迹的重要指标。朱明新等<sup>[8]</sup>使用反射变换成像（RTI）方法发现伪造签名笔迹的特点主要有起收笔为顿压笔，笔画出现细微的抖动歪曲现象等特点。詹绍旭<sup>[9]</sup>从写字机摹仿笔迹与一般摹仿笔迹入手，分析总结了涉嫌写字机摹仿笔迹的检验要

[1] Dumitra A, Guzowski A, Jean A, et al. Distinguishing Characteristics of Robotic Writing [J]. Journal of Forensic Sciences, 2019, 64 (2) .

[2] 曾华琳, 黄雨轩, 晁飞, 等. 书写机器人研究综述 [J]. 智能系统学报, 2016, 11 (1) : 15-26.

[3] 田孝雨, 林宣仪, 刘雅沁. 机器人执硬笔书写笔迹的特征研究 [J]. 广东公安科技, 2019, 27 (2) : 13-16.

[4] 胡萍, 成磊. 直线关节型书写机器人书写笔迹特征的研究 [J]. 中国人民公安大学学报 (自然科学版), 2019, 25 (4) : 15-22.

[5] 刘畅, 黄钰, 胡爱华. 写字机器人书写特征的识别与研究 [J]. 广东公安科技, 2020, 28 (2) : 30-32.

[6] 马现兵. 硬笔机器人摹仿笔迹实验初探 [J]. 广东公安科技, 2019, 27 (4) : 16-19.

[7] 其中, 认定同一结论依据占比最高的是连笔特征, 否定同一结论依据占比最高的是收笔特征。连笔特征与收笔特征均是运笔特征中的具体特征表现。

[8] 朱明新, 李梦婕, 许润杰. 写字机器人伪造签名字迹的鉴别 [J]. 刑事技术, 2021, 46 (1) : 66-69.

[9] 詹绍旭. 写字机摹仿书写笔迹检验探究 [J]. 四川警察学院学报, 2021, 33 (1) : 69-75.

点,具有很高的实践价值。目前学者主要研究直线关节型与平面关节型写字机器人书写字迹的笔迹特征,对于曲关节型写字机器人书写字迹的研究较少涉足,本文以四自由度的曲关节型写字机器人书写字迹样本为研究对象,侧重研究各种因素对于机器人书写样本的影响程度。

## 二、材料与方 法

实验所需材料包括写字机器人签名笔迹实验样本制样设备、写字机器人签名笔迹检验设备。制样设备以自然人正常书写的签名笔迹为模本,经扫描、矢量图形变换等操作后,转换为写字机器人可识别的文件格式,后经曲关节型写字机器人机械臂输出书写相应字迹。检验设备涵盖检验笔迹静态特征所需的放大镜、光学显微镜、文痕鉴定智能比对辅助系统等。

### (一) 材料

#### 1. 曲关节型写字机器人设备

越疆 DOBOT Magician 写字机器人(如图1,四自由度机械臂写字机器人,以下简称 DOBOT);软件: DobotStudio。



图1 DOBOT 机器人图片

表1 DOBOT Magician 写字机器人技术参数

名称	Dobot Magician	
最大负载	500 g	
最大伸展距离	320 mm	
运动范围	底座	-90° ~ +90°
	大臂	0° ~ +85°
	小臂	-10° ~ +90°
	末端旋转	-90° ~ +90°
最大运动速度 (250 g 负载)	大小臂、底座	320° /s
	旋转速度	
	末端旋转速度	480° /s
重复定位精度	0.2 mm	
执笔角度	90° (不可调整)	

工作原理:基于笛卡尔坐标系,以机械臂底座为参照确定的坐标系。坐标系原点为大臂、小臂以及底座三个电机三轴的交点。X轴方向垂直于固定底座向前。Y轴方向垂直于固定底座向左。Z轴符合右手定则,垂直向上为正方向。

实验中所用书写工具及纸张如表2、表3所示。

表2 DOBOT 实验所用书写工具列表<sup>[1]</sup>

编号	牌号	型号	笔尖类型	笔幅
FP	樱花(SAKURA)	XSDK05	纤维头	0.45 mm
P	PILOT	Kakuno 钢笔	钢笔	F 尖
GP	樱花(SAKURA)	XPCB	中性笔(滚珠式)	0.6 mm
BP	斑马(ZEBRA)	R-8000 黑色	油墨圆珠笔(滚珠式)	0.7 mm
B	樱花(SAKURA)	XSDK-BR	软笔—毛笔	BRUSH

表3 DOBOT 实验所用纸张列表

编号	品牌	纸张重量(g/m <sup>2</sup> )	种类	是否施胶
Z1	史泰博	70	复印纸	是
Z2	DOUBLE A	80	复印纸	是
Z3	SIMAA	70	书写纸	是
Z4	国誉(KOKUYO)	60	软面抄	是
Z5	金值 JK0058	70	草稿纸	否

#### 2. 签名笔迹录入系统

签名笔迹录入系统硬件设备:Wacom Cintiq DTK1661 数位屏、Wacom Pro Pen 2;签名笔迹录入系统软件:CorelDRAW 2020 矢量图形编辑软件(以下简称 CDR)。

#### 3. 写字机器人签名笔迹检验设备

静态笔迹特征检验硬件设备:Axio Imager Vario 材料显微镜、Canon lide400 扫描仪、放大镜;静态笔迹特征检验软件:文痕鉴定智能比对辅助系统(用于制作写字机器人签名笔迹特征比对表)、AxioVision SE64 Rel.4.9。

### (二) 方法

运用 CDR 软件进行制备写字机器人签名笔迹摹本。将扫描后的自然人签名笔迹图片(.png 格式)导入 CDR 中,运用“钢笔”工具进行笔迹轮廓临摹,临摹完成后保存输出 PLT 格式文件(如图2所示)。

[1] 因 DOBOT 末端夹笔器笔孔直径限定为 10mm,故本实验选用书写工具笔杆直径均 ≤ 10mm。

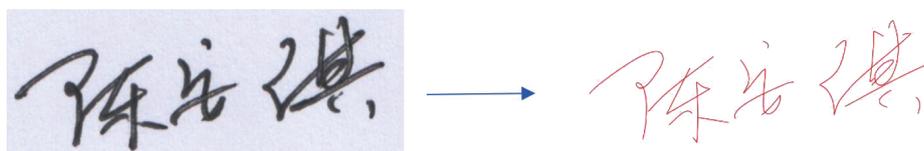


图2 自然人签名笔迹(G7)矢量图形转换示例(左图为自然人签名笔迹、右图为矢量化图形)

### 1. 书写速度设置实验方法

从自然人签名笔迹库中选取三组签名, 选取依据为笔画数少、连笔较多、矢量化后节点数<sup>[1]</sup>少的自然人签名一组“Group1”(以下简称G1), 总节点数为18; 笔画数中等、连笔较少、矢量化后节点数较多的自然人签名一组“Group2”(以下简称G2), 总节点数为32; 笔画数多、连笔少、矢量化后节点数多的自然人签名一组“Group3”(以下简称G3), 总节点数为82。

分别使用书写工具GP、FP于纸张Z1上书写宽度(W)为50 cm的G1、G2、G3三组签名, 书

写速度(S)分别25(机器正常书写速度, 为对照组)、200、500、800、1000、1500、2000、2500、3000、3500、4000。

### 2. 书写位置调整实验方法

书写位置有两层含义, 即机械臂的在Z轴上的空间位置与机械臂在X、Y轴上的平面位置。使用书写工具GP于纸张Z1上书写宽度(W)为50 cm的签名笔迹G7, 将签名图片置于图3 P7处, 调整下降位置(Z轴)分别为-39、-40、-45, 获取机器人书写笔迹样本。使用书写工具FP于纸张Z1上书写图3所示的位于不同位置(P1-P13)的签名笔迹G6(Z轴下降位置为-66)。

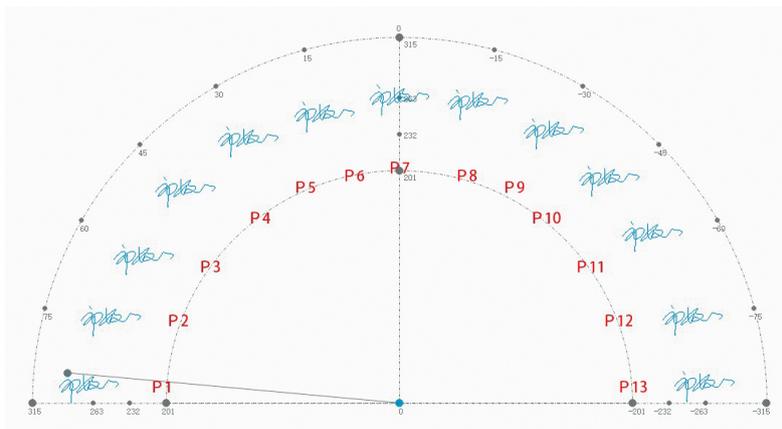


图3 DOBOT 写字机器人工作界面图

### 3. 书写工具变化实验方法

分别使用表2中的书写工具FP、P、GP、BP、B, 于纸张Z1上重复书写宽度(W)为50 cm的G1-G6签名笔迹, 选取书写效果最佳的笔迹进行扫描处理。

### 4. 书写规格不同实验方法

使用DOBOT写字机器人使用FP、GP于纸张Z1上重复书写规格不同的G1-G7签名笔迹, 签名

笔迹规格以签名的整体宽度(W)作为参考, 分别书写宽度为25 cm、35 cm、50 cm、60 cm以及75 cm的签名笔迹, 不同规格签名中选取书写效果最佳的签名笔迹样本。

### 5. 书写载体改变实验方法

分别使用书写工具FP、GP于纸张Z1-Z5上书写宽度(W)为50 cm的签名G1-G6。

获取不同实验条件下的机器人签名笔迹样本

[1] 节点为造型点, 可通过拖动、增加或删除等操作对曲线造型, 从而达到与给定签名样本外形相似的效果。

后,使用 Canon lide400 扫描仪进行扫描(扫描分辨率 600 dpi, 图片输出格式 .png), 使用文痕鉴定智能比对辅助系统进行比对检验。

### 三、结果与讨论

#### (一) 书写速度设置对笔迹特征的影响

##### 1. 实验结果分析

随着书写速度的递增, 笔画的弯曲、抖动程度越严重。FP、GP 条件下, G1 签名样本在  $S \leq 800$  时, 签名样本的概貌尚完整, 笔画的弯曲、抖动程度较轻微;  $1000 \leq S \leq 2500$  时, 签名样本的概貌较完整, 笔画的弯曲、抖动程度加重;  $3000 \leq S \leq 4000$  时,

签名样本的概貌特征难以辨认, 笔画出现剧烈的抖动、回笔现象。G1 签名样本连笔较多, 笔画的抖动多出现于连笔处及造型节点处。分析认为写字机器人机械臂的运动轨迹是基于矢量图形文件中节点的位置, 随着书写速度的递增, 机械臂于相邻的节点之间的运行速度加快, 导致机械臂已运行至下一节点处, 但还未完成设定的绕笔、连笔等动作, 故于节点处和连笔处笔画会出现剧烈的抖动、回笔等现象(如图 4 所示)。GP 较 FP 条件下笔画出现抖动的速度更早, 笔画抖动程度更严重。分析由于硬笔受书写条件的影响更大, 纤维笔头较滚珠式硬笔较软, 受机器抖动等因素影响相对较小。

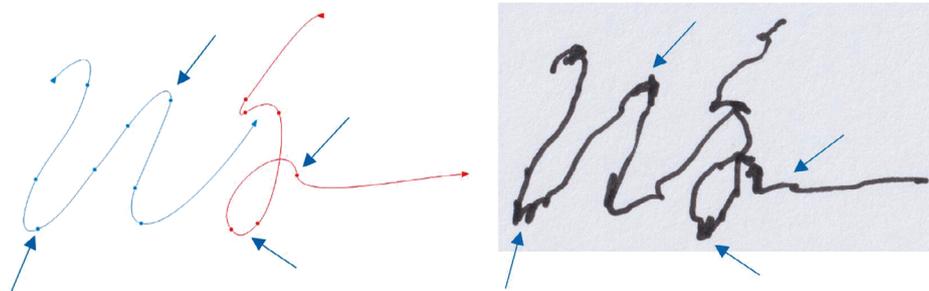


图 4 G1 矢量图形与机器人签名笔迹对比图(左图为矢量图形, 右图为机器人签名笔迹 FP、S: 4000)

G2 签名连笔少, 节点多位于笔画两端, 故总体概貌特征变化不大, 随着书写速度的递增, 仍可清晰辨别书写内容(如图 5 所示)。只有两个节点

(分别位于笔画起点、终点处)的笔画, 变形抖动程度较小, 节点分布较密集的笔画, 抖动程度较严重, 易于笔画收笔处出现回笔现象。

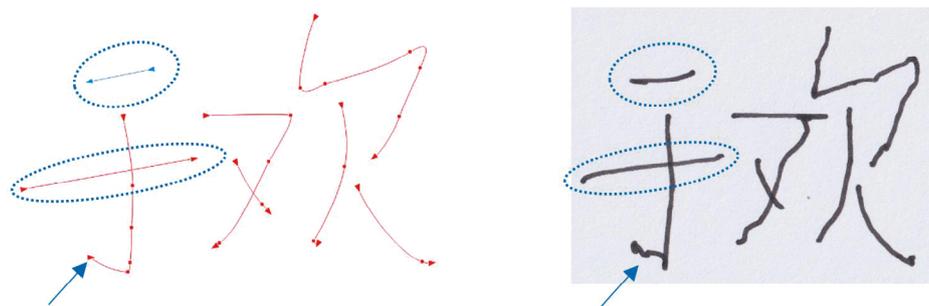


图 5 G2 矢量图形与机器人签名笔迹对比图(左图为矢量图形, 右图为机器人签名笔迹 FP、S: 3500)

G3 签名笔画较多, 连笔较少, 单个笔画的节点数及总体节点数多, 随着书写速度的递增, 笔画的抖动变形程度尤为明显(如图 6 所示)。与 G1 签名相似, G3 签名样本在  $S \leq 800$  时, 签名样本笔画的弯曲、抖动程度较轻微;  $1000 \leq S \leq 2000$  时, 签名样本的概貌较完整, 笔画的弯曲、抖动程度加重;

$2500 \leq S \leq 4000$  时, 签名样本的概貌特征难以辨认, 笔画出现剧烈的抖动、回笔现象。整体签名的抖动程度自速度  $S=2500$  时加剧, 同时, 因签名笔画过多、速度过快, 达到机械臂的速度极值, 书写过程中易出现“划笔”现象, 即到达某个节点后, 难以完成后续的书写作, 机械臂向扇形工作区域外直线划动。

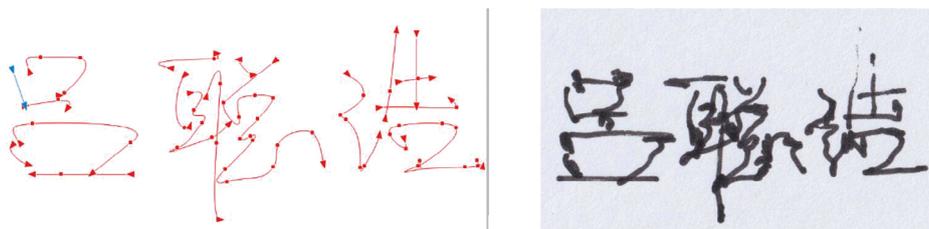


图6 G3 矢量图形与机器人签名笔迹对比图（左图为矢量图形，右图为机器人签名笔迹 FP、S：4000）

## 2. 实验结果总结

综上所述，机器人签名样本的书写质量与书写速度呈负相关的关系，即书写速度越慢，书写质量越高。笔画的细节特征与矢量图形中节点的数量、分布位置、连笔、书写工具等因素有关。节点数量越少，节点分布越稀疏，抖动程度越轻微；笔画连笔越多，笔画弯曲、抖动程度越严重，且易于连笔、绕笔、收笔处出现回笔等现象。硬笔较纤维笔头受速度影响更大，书写速度越快，硬笔书写的签名笔迹笔画抖动程度越严重。

### （二）书写位置调整对笔迹特征的影响

#### 1. Z 轴位置调整实验结果分析

DOBOT 机器人执笔角度不能更改，为与水平

面相垂直的方向进行书写。图7为Z轴分别于-39、-40、-45书写的签名笔迹样本，检验发现，Z轴位于-39时，笔画书写不完整，分析认为因机械臂的工作区域为扇形，部分区域由于受扇形区域的限制，机械臂延展性差，难以完整书写扇形工作区域之外的笔画，故未书写笔画亦呈扇形分布；Z轴位于-40时，书写质量最高，细节特征均能完整还原；Z轴位于-45时，笔力过重导致部分笔画细节特征丢失。如图6中蓝色圆圈标识的绕笔动作，Z轴位于-39、-40位置时，均能完整书写，位于-45位置时，绕笔动作消失，分析由于随着Z轴下降数值的增大，书写工具作用于纸张垂直方向上的作用力增大，笔尖移动的摩擦阻力增强，故较为精细的绕笔动作难以完成。

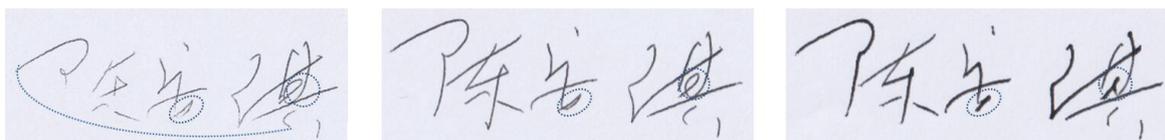


图7 G7 签名 Z 轴位置调整图片（左：Z=-39；中：Z=-40；右：Z=-45）

#### 2. XY 轴位置调整实验结果分析

以偏移角度为 $0^\circ$ 即位于位置P7的G6签名为参照，考察其他位置书写的签名笔迹发现：随着正向偏移角度的增大，签名笔迹的高度减小（详见图8），分析认为随着偏移角度的增大，机械臂到达扇形工具区域极值，Y轴方向上运动受限，故整体签名的高度值减小。随着反向偏移角度的增大，签名笔迹水平方向上整体角度发生倾斜，

且细节特征部分丢失（详见图9）。

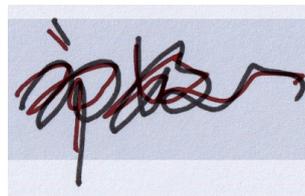


图8 G6 签名笔迹 P1 位置与 P7 位置重叠图（P1 红 P7 黑）

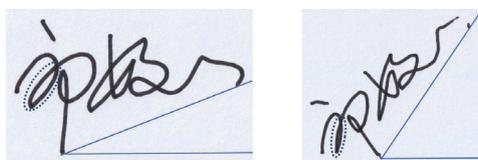


图9 G6 签名 P7、P13 位置图（左图为 P7 位置，右图为 P13 位置）

### 3. 书写位置调整实验结果总结

Z轴所处位置直接决定了签名是否能完整书写，Z轴位置过高时，受扇形工作区域的限制，部分笔画难以完整书写；Z轴位置过低时，笔尖作用于纸面的摩擦力增强，笔力过重导致难以完成精细的绕笔等动作。经过实验，签名图片置于P7位置时（即XY轴方向上的偏移角度为0°），笔画书写质量最高且笔迹不易发生变形。

#### （三）书写工具变化对笔迹特征的影响

图10为不同书写工具书写G5签名的图片。检验发现，FP书写条件下，笔迹特征反应明显，无抖动现象，起、收笔有锋，出现细微的线条粗细变化，笔力分布整体较轻，但因纤维笔头较软、较粗

易于绕笔、连笔等动作处发生绕笔动作重叠现象。P书写条件下，笔迹特征反应明显，有轻微抖动现象，起、收笔无锋，笔力分布整体较轻，绕笔、连笔处易出现洒散现象。GP、BP书写条件下，笔迹特征反映较明显，有轻微抖动现象，起、收笔无锋，较呆板生硬，BP笔力分布整体较重。B书写条件下，无抖动现象，起、收笔有锋，出现明显的线条粗细变化，笔力分布整体较轻。分析认为，不论使用何种书写工具，机器人书写笔迹起、收笔均为顿压笔，软笔（纤维笔头、毛笔）书写签名笔迹无抖动现象，起、收笔有锋，但整体笔力分布较轻；硬笔（钢笔、中性笔、油墨圆珠笔）书写签名笔迹易出现抖动现象，整体字迹较呆板生硬，起、收笔无锋，整体笔力分布较软笔偏重。

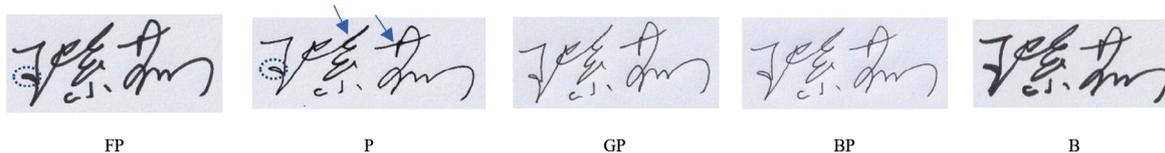


图10 不同书写工具书写G5签名笔迹图片

#### （四）书写规格不同对笔迹特征的影响

FP条件下，签名笔迹宽度（W）为25 cm、35 cm时，书写质量整体较差，因签名宽度较小，机械臂运动范围受限，各节点间距离较短，较小

距离内难以精确于各节点、绕笔处完成书写动作。随着宽度的增大、机械臂活动范围舒展，可较精确地完成各节点、绕笔、起收笔处的书写（如图11所示）。

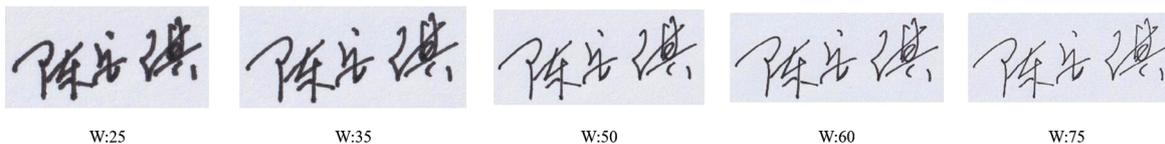


图11 FP条件下不同宽度（W）的G7签名笔迹

#### （五）书写载体改变对笔迹特征的影响

图12、图13分别为使用FP、GP于Z1-Z5上书写G4签名笔迹图片。FP条件下，可发现收笔时细微的提笔动作，整体未发现抖动现象。GP条件下，笔画有轻微抖动现象，但整体笔迹特征反映较好。Z1-Z4纸张均有施胶，但施胶多少略有不同，

Z5未施胶。虽然纸张重量、有无施胶及施胶多少，会造成笔尖对于纸张的摩擦力大小不同，但本实验中纸张种类较少、且规格相近，仅依据现有样本，书写载体改变对笔迹特征的影响无法得出规律性的结论。不同实验条件下，笔画的抖动现象分析认为乃书写工具不同所致。

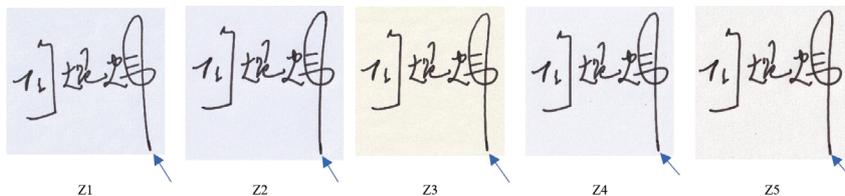


图12 FP条件下G4签名笔迹于不同载体书写对比图

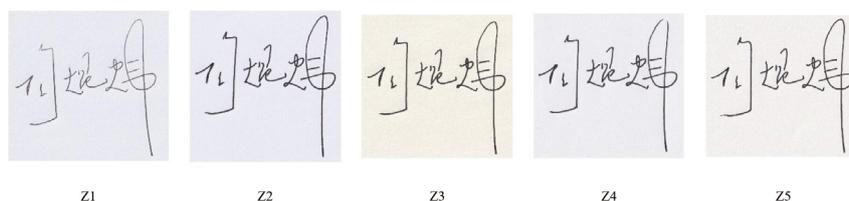


图 13 GP 条件下 G4 签名笔迹于不同载体书写对比图

#### 四、结论

曲关节型写字机器人签名笔迹特征受多种因素影响,包括但不限于书写速度、书写位置、书写工具、书写规格、书写载体等因素影响。机器人签名笔迹的书写质量与书写速度呈负相关的关系,笔画的抖动变形程度与矢量图形中节点数量、分布密度呈正相关关系;机器人签名笔迹的书写质量与 Z 轴、XY 轴所处位置有关。Z 轴位置直接决定了签名是否能完整书写,签名图片于 XY 轴方向上的偏移角度为  $0^\circ$  时,签名笔迹书写质量最高且笔迹不易发生变形;软笔(毛笔、纤维笔头)书写的机器人笔

迹样本不易抖动,笔力分布整体较轻,硬笔(钢笔、中性笔、油墨圆珠笔)书写的机器人签名笔迹易出现抖动,笔力分布与软笔相比较重;机器人签名笔迹的书写质量与签名宽度呈正相关关系。受实验条件所限,机器人签名笔迹的书写质量与纸张载体的关系无法得出规律性的结论。机器人签名笔迹书写质量高时,概貌特征难以准确分辨,从机器人笔迹形成机理及影响因素角度对笔迹细节特征进行探索,对于鉴定人分辨自然人笔迹与机器人笔迹具有重要意义。

(责任编辑:王巧丽)

## Research on the Influencing Factors of the Signature Handwriting Characteristics of the Multiple Joint Writing Robot

Guo Yuanyuan<sup>1,2</sup> Shi Shaopei<sup>2</sup>

1.East China University of Political Science and Law,Shanghai;

2.Academy of Forensic Science, Shanghai

**Abstract:** Objective:To research the characteristics of the signature handwriting of the articulated handwriting robot through experiments, and to explore the factors that affect the writing quality of the robot.Methods:Use software to prepare a copy of the signature handwriting of a writing robot, change the writing speed, writing position, writing tools, writing specifications, and writing carrier of the robot, and compare and test the characteristics of the robot's signature handwriting under different writing conditions. Results:Through research, it is found that the writing quality of the articulated robot's signature handwriting is negatively related to the writing speed, positively related to the signature width, related to writing tools, related to the position of the Z-axis and XY-axis. Conclusion:There are many influencing factors that affect the signature handwriting characteristics of the articulated writing robot. In practice, attention should be paid to distinguish the reasons for the formation of the corresponding characteristics in the inspection process.

**Key words:** Multiple joint writing robot; Robot signature handwriting; Handwriting characteristics; Influencing factors