

电子签名笔迹量化检验的可行性探究

陈维娜^{1,2}

(1. 华东政法大学, 上海 200042; 2. 中国人民公安大学, 北京 100038)

摘要: **目的** 探索电子签名笔迹的量化分析方法, 以期实现对电子签名笔迹的检验。**方法** 以电子签名笔迹为研究对象, 通过分析电子签名笔迹的获取方式、表现形式, 深挖签名过程中系统采集的大量数据, 探求电子签名笔迹的信息内容, 对电子签名笔迹开展量化检验。**结果** 通过复原电子签名图像可对电子签名笔迹进行传统的形态学比较检验, 通过分析书写时长、书写力度变化和书写速度变化等指标等可实现电子签名笔迹的量化检验。**结论** 电子签名笔迹的量化检验方法具有可行性, 能够为检案实践提供指导和帮助。

关键词: 文件检验; 电子签名笔迹; 数字手写技术; 书写时长; 书写速度; 书写力度

中图分类号: DF794.2 文献标识码: A 文章编号: 1008-3650(2018)04-0323-04

Feasibility on Quantitative Examination of Handwritten Electronic Signatures

CHEN Weina^{1,2}

(1. East China University of Political Science and Law, Shanghai 110854, China;

2. People's Public Security University of China, Beijing 100038, China)

ABSTRACT: **Objective** Along with the ever-increasing presence of handwritten electronic signatures (HES), more controversies are caused by the authenticity of such handwriting, therefore, it is necessary to implement quantitative examination on these handwritings. **Methods** HES, selected as the research object, were analyzed of their obtaining ways and expression forms so as to dig out the enormous data embedded during the signing process for exploration of the contained valuable information and approach of quantitative examination. **Results** Through restoration of the HES image, the involved handwriting can be verified of its authenticity by traditional morphology comparison. Through analysis of writing time, writing pressure and writing speed, the quantitative examination can be realized into HES. **Conclusion** Quantitative analysis method is feasible for the examination of handwritten electronic signatures.

KEY WORDS: document examination; handwritten electronic signatures; digital handwriting technology; writing time; writing speed; writing pressure

随着信息技术的不断发展, 电子商务、电子政务迅速普及, 无纸化办公已然成为一种趋势。为解决电子记录效力等同于纸面证据的问题, 联合国贸易法委员会 (UNCITRAL) 早在 1996 年就发布了《电子商务示范法及其颁布指南》; 我国在 2004 出台了《中华人民共和国电子签名法》(以下简称《电子签名法》), 并于 2015 年进行了修正。根据我国《电子签名法》第 2 条第 1 款之规定, 电子签名“是指数据电

文中以电子形式所含、所附用于识别签名人身份并表明签名人认可其中内容的数据”。

电子签名的实质即数据, 它形成的过程、表现的形态、使用的方式等都与传统的手书签名存在差异, 通常是以非对称加密 (RSA 算法) 和报文摘要 (HASH 算法) 的形式包含或附于电文之中。由于它不具备传统签名的形式要件, 不包含能够进行个体识别的行为信息, 其辨真规则和法律效力的认定一直饱

受争议^[1-3]。数字化手写技术产生和发展在一定程度上缓解了这种争议,采用数字化手写技术形成的电子签名笔迹既保有传统签名的形式要件又兼具数据电文的功能要义,目前已广泛应用于银行、保险、通讯和互联网金融等领域。随着数字化手写技术的推广和普及,电子签名笔迹的真实性、关联性一旦产生争议,势必需要通过司法鉴定的技术手段加以解决。探讨电子签名笔迹的特点,制定出一套行之有效的电子签名笔迹检验方案应用于司法实践,是技术人员亟需解决的问题。

1 电子签名笔迹的获取方式

电子签名笔迹(handwritten electronic signatures, HES)通过数字化手写技术获取。数字化手写是以指尖或触控笔为书写工具,以触摸屏为书写载体,通过压感产生的电阻、电流或电磁效应来记录书写运动轨迹的一类电子技术。这项技术的关键采集系统硬件是触摸屏,按照其工作原理的不同,分为三类:

1.1 电阻模拟量技术

电阻触摸屏的屏体部分是一块多层复合薄膜,由一层玻璃或有机玻璃作为基层,表面涂有一层氧化金属(ITO 氧化钢)导电层^[4];导电层上盖有一层玻璃或是外表面硬化处理的光滑的塑料层,它的表面也涂有一层 ITO 导电层^[5];在两层导电层之间有许多细小(小于千分之一英寸)的透明隔离点把它们隔开^[6];书写时,通过手指、指甲或触控笔施加压力,使两层 ITO 发生接触,电阻发生变化,控制器根据检测到的电阻变化来计算接触点坐标,再依照这个坐标来进行相应的操作^[7]。

1.2 电流感应技术

电容触摸屏的屏体是由一块四层复合玻璃构成的,当手指触摸在触摸屏上时,由于人体电场、用户和触摸屏表面形成一个耦合电容,对于高频电流来说,电容是直接导体,于是手指从接触点吸走一个很小的电流^[8]。这个电流分别从触摸屏四角上的电极中流出,并且流经这四个电极的电流与手指到四角的距离成正比,控制器通过对这四个电流比例的精确计算,得出触摸点的位置信息,得到接触点的坐标。

1.3 电磁感应技术

基本原理是通过一支电磁触控笔发射电磁信号,和显示屏幕背后的电磁感应板进行交互,当触控笔靠近触控屏时,触控屏后面的电磁感应板会感应到笔的电磁信号从而使电磁感应板下的感应线产生变化,

根据水平方向和垂直方向的天线阵列接收信号,通过磁通量的变化计算获得笔所在的坐标位置。

目前,数字化手写技术被广泛地应用于手机、平板电脑、阅读器、签字板、手绘板等设备之中。电子签名笔迹就是通过数字化手写技术形成的,书写人利用指尖或触控笔在触摸屏上书写签名字迹,系统检测坐标位置、触摸压力等相关信息,通过 A/D 转换将书写运动轨迹记录为一连串数据信息。这种签名可通过采集系统的屏幕进行显示,可保存于签名所含、所附的电子文档之中,可远程传输、可调档查看,适用于政企、医疗、教育和金融等行业,极大地推动了无纸化办公。

2 电子签名笔迹的表现形式

电子签名笔迹从其形成的过程来看兼具双重属性:一方面电子签名笔迹是由签字人通过书写活动形成的,其外化形式可在采集系统的屏幕上、生成的电子文件中进行观察,和传统的书写在纸张上的签名笔迹一样,是一种特定文字符号的形象系统;另一方面,电子签名笔迹的采集系统中记录了整个书写轨迹的坐标值和书写压力等数据信息,其本质属电子数据。

2.1 电子签名笔迹的形貌特征

电子签名笔迹的书写工具和书写载体均有别于传统签名笔迹,但其也是签名人通过书写自己的姓名、姓氏、名字或代表其姓名的文字符号来表征身份、表示认可的一种行为。签字过程中形成的运动轨迹蕴含了表征个人书写习惯和书写技能的各种征象,因此电子签名笔迹也应具有传统签名笔迹的各种特征,并体现出相对稳定性和总体特殊性。

电子签名笔迹的外化形式是个人签名字迹的形貌,如图 1 所示是签名人在不同的设备上书写的本人签名。其中,图 1a 是用电磁笔在电磁屏上书写,速度适中、运笔流畅;从笔迹检验学的原理出发,可从中发现并选取签名笔迹检验中常用的笔迹特征,如书写方向及倾斜角度、字间组合、单字的写法、搭配比例、笔顺、运笔以及通过笔画的粗细浓淡反映出的笔力分布等。这种电子签名笔迹相较于传统签名其笔迹特征未发生变化,因此也称为“原笔迹手写”。但不可否认,电子签名笔迹的特征反映有时会受到限制,甚至发生变化,如图 1b、图 1c 所示。图 1b 是用手指在电容屏上书写,由于皮肤和玻璃屏幕之间存在较大的阻力,导致书写速度下降、字迹笔画书写不流畅,起收笔细节动作消失,偶有运笔中断和转折不畅等现

象,且看不出书写力度的变化,使得笔迹特征的反映存在局限性;与图 1a 相比较,部分笔迹特征也发生了变化。图 1c 是用特制触笔在电阻屏上书写,由于接触不良加之采点分辨率低,使得笔画之间缺少应有的衔接和照应,个人笔迹特征不能得到较好的反映。

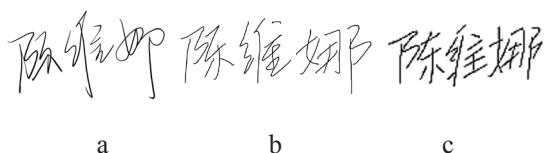


图1 电子签名笔迹 (a:电磁屏书写;b:电容屏书写;c:电阻屏书写)

Fig.1 Images of HES (a: written on electromagnetic screen; b: written on capacitive screen; c: written on rheostatic screen)

由此可见,对于电子签名笔迹,当其笔迹特征的反映稳定而充分时,可以通过调取电子文档中所含、所附的签名形貌进行传统的形态学比较检验;但受到采集系统工作原理和质量等因素的影响,有时电子签名笔迹的形貌特征反映并不稳定,这时应用传统的方法进行检验和鉴定会受到一定程度的局限。因此需要挖掘电子签名笔迹的数据特质,探讨量化检验的可行性。

2.2 电子签名笔迹的数据特质

使用数字手写技术签名时,系统以固定的采样频率记录触控笔尖或指尖的 x 、 y 坐标,还可记录时间、压力,笔的倾斜角度和旋转程度等相关信息;一些采集系统甚至可以捕获触控笔或指尖在触摸屏表面以上的动作(“空中笔触”)。采集的数据信息其类型和质量不仅取决于传感器和捕获设备的控制器,而且还受到图形软件处理数据过程的影响^[9-10]。电子签名笔迹可以同时保存签名图像和底层数据信息,通过解析数据拟合出的特定“轨迹”可以看作是一种复原的电子签名图像。如果数据真实、完整,未经过编辑和篡改,那么复原后的图像应与签名板采集时屏幕显现和保存的电子签名图像基本吻合,如图 2a 所示。

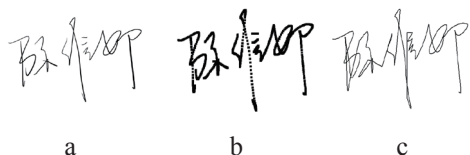


图2 采集和复原的电子签名笔记 (a:采集的电子签名笔迹图像;b:复原的电子签名笔迹散点图;c:复原的签名轨迹线状图)

Fig.2 The collection and restoration of HES (a: acquired image of HES; b: reconstructed image of scattering HES; c: reconstructed linear image of HES)

由于离散数据采样的缘故,电子签名笔迹无法像传统签名笔迹一样拥有连续的线条质量。然而,电子签名笔迹具有一个主要优势,即能实时捕获并记录关于签名轨迹的动态特征。只要获取电子签名笔迹时传感器的分辨率和系统的采样率足够大,那么就可以通过采集到的 x 、 y 坐标信息和压力信息等来复原这个电子签名笔迹,并且还能够解读出比传统签名更丰富的笔迹特征。例如,从图 2b 中可反映出签字过程中书写速度的变化,散点堆积处书写速度较慢,而散点离散处书写速度较快;从图 2c 中可分析笔顺和运笔方向特征,这有助于帮助检验人员发现签名字迹书写时,笔画之间的“形断意连”和“运笔趋势”。通过数据的解读,能够对电子签名笔迹进行更加深入的分析和检验。

3 电子签名笔迹的信息内容

利用电子签名笔迹的数据特质,可进一步对数据信息进行分析和处理。以图 2a 的电子签名笔迹为例,该签名的采集系统使用电磁感应技术,分辨率 5080 点/英寸,1 秒可采集 300 个点位的数据对。根据系统采集的数据可分析出签名时长、书写力度和书写速度的变化等更丰富的信息内容。

3.1 签名时长

通过数字手写技术签名的过程中,采集系统一般等时间间隔采点,并将这些点位以序号的形式记录下来。因此,可在签名时长与采点个数之间建立起一个对应关系,即书写完成某一笔画、某一签名的时长与系统的采点个数成正比;采点个数越多,签名所需时间越长。图 2a 中的电子签名笔迹包含 946 个点位的数据对,由系统每秒采集 300 个点位的数据对可知书写该电子签名耗时约 3.15 s。该签名实际书写笔画数为 8,每一连续笔画分别包含 104、40、119、31、159、23、23、393 个数据对,耗时分别约 0.35、0.13、0.4、0.1、0.53、0.08、0.08 和 1.31 s。

3.2 书写力度

通过提取、分析签名过程中系统采集的压感信息可以绘制出签名过程中的书写力度变化的曲线(图 3a),图中的横轴为采集点位,纵轴时表示该点位的压感级。从图中可以反映出每一个采点部位的书写力度,进而分析书写每一个特定笔画时运笔力度的变化规律,对签字时运笔的轻重变化进行量化分析。

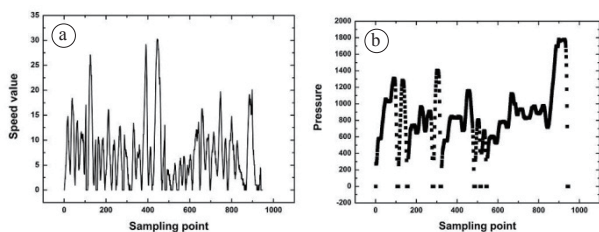


图3 书写变化曲线 (a:书写力度变化曲线; b:书写速度变化曲线)

Fig.3 Changing curve in writing process (a: of pressure; b: of speed)

3.3 书写速度变化

x 、 y 的坐标值是采点时刻系统感知的书写位置信息,通过对绝对位置信息的计算,根据公式(1)可以得到等时间间隔的相对位移,即量化了的书写速度。图3b是根据计算结果绘制出的书写速度变化曲线,从中可反映出签字时运笔的快慢变化。

$$\sqrt{(X_{n+1} - X_n)^2 + (Y_{n+1} - Y_n)^2} \quad (1)$$

式中: x_n 、 y_n 分别为采集点位的横、纵坐标值。

数据解析的结果表明,电子签名笔迹形成过程中生成的数据信息与书写活动有着密切的联系,它不仅记录下整个签名的动作轨迹,还反映出在传统签名笔迹检验中只能依靠专家感知但却难以量化的书写力度、书写速度等信息,它以可读取、可分析计算的数据形式,诠释出书写活动所蕴含的“轻重急徐”和富于变化的“节奏感”,为电子签名笔迹的量化检验提供了数据支持。

4 结语

电子签名笔迹量化检验的前提条件是获取数字手写技术采集的数据,通过数据的分析构建个人电子签名的特有模式,全面分析签名的形貌、书写时长、书写力度和书写速度,可作为识别个人书写运动习惯的一种新方式。电子签名笔迹有别于传统的签名笔迹,在检验时,将签名过程中采集的大量数据信息作为研究重点,在“无形的数据”和“有形的签名”

之间搭建桥梁,对电子签名笔迹开展量化检验是切实可行的。

对电子签名笔迹进行量化检验时需要获取签字过程中系统采集的数据信息。通过数据复原的电子签名笔迹形貌可进行传统的形态学比较分析,利用笔迹特征的异同进行笔迹鉴定。同时通过分析个人签名过程中的书写时间、书写压力和书写速度等变化规律,能够更为科学、客观和深入地对电子签名笔迹进行量化检验。

需要指出的是,传统的笔迹检验方法在电子签名检验中依然发挥着重要作用;在对电子签名数据进行解读的过程中,必须要考虑书写活动的动态变化,进而对数据处理的结果进行分析和评断。

参考文献

- [1] 高富平, 俞迪飞. 电子记录等同于纸面证据的解决方案——兼论《电子签名法》的局限性[J]. 法学, 2004(11): 89-98.
- [2] 刘品新. 论数据电文的辨真规则——我国《电子签名法》(草案)一个条款的展开[J]. 广西大学学报: 哲学社会科学版, 2004(5): 69-73.
- [3] 邓杰. 论电子签名的法律功能与法律效力[J]. 武汉大学学报: 哲学社会科学版, 2006(2): 244-248.
- [4] 王少锋, 陈丽娜. 多点触摸技术领域中国专利申请分析[J]. 中国发明与专利, 2011(11): 53-56.
- [5] 刘慧敏, 郑建彬. 基于USB接口的在线动态签名认证的数据采集[J]. 电子工程师, 2004(12): 66-68.
- [6] 董小喜. 双点式电阻触摸屏设计[D]. 青岛: 山东科技大学, 2011.
- [7] 秦万治. 多点触摸技术的初步研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2010.
- [8] 屈伟平. 电容式触摸屏将引领市场潮流[J]. 电子工业专用设备, 2010(1): 19-22.
- [9] FLYNN W J. Conducting a forensic examination of electrically captured signatures[J]. Journal of the American Society of Questioned Document Examiners, 2012(15): 3-10.
- [10] HECKEROTH J, BOYWITT C D. Examining authenticity: an initial exploration of the suitability of handwritten electronic signatures[J]. Forensic Science International, 2017(275): 144-154.

收稿日期: 2017-07-24