

基于人工智能的手写签名纠偏技术 应用及推广建议

随着电子政务快速发展和数字化转型深入推进，各类面向公众和市场主体的政务、金融等服务事项逐步由线下转移到线上办理，个人电子签章作为身份认证与业务办理的重要工具，在各行业得到广泛应用。然而，在用户手写签名环节，普遍存在笔迹不规范、冒用身份等问题，导致业务文件归档时难以验证真实性，甚至面临法律风险。如何在保障用户操作便捷性的同时，通过技术手段确保手写笔迹的真实性与规范性，对构建可信电子签章体系，推进政务服务数字化具有重要意义。

一、电子签章手写笔迹应用存在的难点

受业务场景、用户群体及技术实现方式等因素影响，市面上涉及手写签名的业务平台对手写笔迹的验证需求呈现多样化特征。在个人日常业务办理中，用户更注重签名的便捷性。而在企业合同签署、金融业务等场景下，则对笔迹的真实性和规范性有更高要求。这种差异化的需求使得提供电子印章服务的系统在平衡用户体验与安全规范时面临双重挑战，且现有验证技术具有局限性，导致手写笔迹在实际应用中存在一些突出问题。

（一）人工核验成本高昂。以新建成的广西某服务平台为例，经调研了解，前该平台的手写签名日均业务量约为

1050 笔，其核验均依赖人工完成。人工核验一个签名通常需耗时 10—60 秒，若取中间值 30 秒计算，则每天人工核验签名需耗费 8.75 小时，全年需耗费 1 个人力约 10 万元左右的成本以应对核验任务。该平台在广西众多公共服务平台当中，属于业务量相对较小的一类，尽管如此其人工核验签名成本过高的问题仍初见端倪。由此推知一些业务量更大的政务平台，或将面临更大的人工核验成本压力。

（二）自动化验证技术瓶颈引发系统性漏洞。当前，许多涉及手写签名的业务平台，都存在一些共性缺陷。一是由于动态防伪技术发展滞后，多数平台对“AI 仿写攻击”防御存在漏洞。在最高人民法院 2024 年通报的案例¹中，攻击者利用 GAN²仿写企业法人笔迹伪造担保合同，骗取银行贷款 1.2 亿元。此类案件暴露出静态核验机制无法识别书写行为链异常的缺陷。二是移动端适配薄弱，屏幕旋转引发的签名坐标偏移已成为电子签章失效的主因之一。技术瓶颈使得平台不得不依赖人工复核补位，既影响了效率，又增加了成本投入。三是少数民族文字适配缺失，鉴于多数政务平台未明确规定用户签名时的文字类别，故无法排除部分用户使用少数民族文字签名的情况。现有的大多数政务服务类平台对少数民族文字的结构解析能力不足，存在签名误判风险。

（三）不规范笔迹触发法律风险链式传导。手写笔迹的质量缺陷通过手写电子签章形成三重法律风险传导链。一是

¹ 案号：（2023）湘 0103 刑初 789 号；

² Generative Adversarial Networks（生成对抗网络）是一种深度学习模型，通过两个神经网络的对抗训练来生成新的、与训练数据类似的数据。

潦草简略签名导致跨境业务中相当一部分的 RCEP 合同因对方 OCR 识别失败而被拒认³，无法满足 RCEP 关于电子签章清晰性的要求。二是模糊断续笔迹致使相当一部分司法诉讼案件的存证哈希值失效⁴，无法满足《电子签名法》明确的“可追溯”原则。三是易篡改简略签名造成大量的笔迹篡改追溯失败⁵，让《数据安全法实施条例》要求的终身追责机制难以实施。以上风险的链式传导，在一定程度上削弱了电子档案的法律效力。

二、手写笔迹智能纠偏技术的应用基础

（一）政策法规的刚性驱动。一方面，《网络安全法》第二十一条对数据完整性的强制要求，直接驱动系统开发链式存证功能。另一方面，RCEP 规定跨境文件需满足相关成员国家的有关规范，倒逼我国的核验技术适配东盟国家标准。上述要求与 GB/T 25000.51 信创安全标准共同形成刚性约束，使智能纠偏技术从“可选项”变为政务服务及跨境业务的“必选项”。

（二）业务需求迫切且用户规模可观。根据对前述的广西某服务平台抽样结果显示，在该平台中约有五分之一左右的手写签名存在笔迹不规范问题，审核人员迫切要求强化手写签名校验功能。在广西通过手写电子签章应用办理各类业务的平台有很多、业务量也特别大，仅自治区政务服务一体

³ 数据来源《中国（广西）自贸区跨境电子签章应用白皮书》（广西商务厅/南宁海关，2024 年），样本量 2,170 份对越合同；

⁴ 数据来源《2025 年全国电子证据司法存证故障分析报告》（最高法信息中心），样本量 8,631 案；

⁵ 数据来源《电子签名笔迹防篡改技术测评报告》（国家信息安全测评中心，2025 年），测试标准 GB/T 39786-2021。

化平台 2025 年 1—5 月的日均业务量就达到 5.77 万件，潜在用户数量规模相当可观。

（三）信创 AI 技术栈能够实现全方位支撑。国产化技术生态已突破关键瓶颈：华为昇腾框架集成的 PanGu-OCR 模型实现 96.2% 的中文识别率，飞腾 FT-2000/4 芯片支持 200 笔迹/秒的实时处理能力，麒麟 OS 对笔迹轨迹预测的优化让处理速度提升 3.5 倍。

三、手写笔迹智能纠偏技术的应用策略

针对手写笔迹在实际应用中存在的突出问题，提出通过构建国产化技术底座、攻克核心验证缺陷和建立司法保障闭环的三阶推进策略，实现从笔迹采集到法律效力的全链条加固，为手写电子签章提供安全、高效、合规的一体化解决方案。

（一）构建国产化技术底座。基于自主可控的信创技术体系，构建三重核心支撑能力。通过鲲鹏 920 芯片与麒麟 OS 的深度适配，构建毫秒级采集协议，实现毫秒级笔迹采样响应。采用压力传感阵列与惯性测量单元融合技术，确立五维动态采样标准，保障原始笔迹特征的高精度复现。创新性融合北斗时空戳与轻节点验证机制，打造双节点互锁存证链，赋予手写笔迹不可篡改的司法存证效力。

（二）开展笔迹纠偏核心技术创新攻关。针对现有手写签名纠偏系统的缺陷，创新性整合三大技术。首先，引入声纹辅助仲裁机制，降低民族文字司法失效风险。通过实时捕捉笔尖摩擦产生的 200-400Hz 特征频段与预建声纹库匹配，攻克少数民族文字合体字断裂及声调偏移引发的识别障碍，

降低误判率。其次，构建动态攻击多轨防御体系，防范 AI 仿写安全风险。通过在书写层植入亮度扰动的隐形标识实现仿写笔迹溯源，在行为层实时监测速度突变等异常特征定位攻击节点，提升仿写攻击检出率和识别率。最后，使用多态设备坐标校正技术，实现全设备形态可靠适配。通过开发陀螺仪—加速度计⁶动态补偿系统及实时解算屏幕旋转矩阵并叠加三轴姿态补偿算法，有效抑制折叠屏旋停及工业设备震动导致的坐标偏移，减少折叠屏误判率。

（三）从技术角度完善司法保障体系。针对笔迹缺陷引发的法律风险链，从技术角度构建起三重司法保障体系。首先，聚焦潦草简略签名，构建跨境笔迹清晰化引擎。通过分辨率大幅提升的智能增强算法，提升跨境场景手写笔迹的可识别性，从而满足 RCEP 关于电子签章清晰性要求。其次，针对模糊断续笔迹，构建存证特征固化系统。将压力、速度、倾角等五维特征转化为不可篡改哈希值，降低司法存证质疑率，确保手写签名满足《电子签名法》明确的可追溯原则。最后，针对简略签名的安全弱点，构建篡改溯源机制。基于时序压力波动规律分析（书写压力变化规律），有效解决篡改追溯失败，成为《数据安全法实施条例》终身追责的技术基础。

（执笔人：陈昕）

⁶ 加速度计：测量运动加速度的传感器。