

Falszerstwo podpisów za pomocą urządzenia mechaniczno-cyfrowego. Założenia projektu *Rękopis*

asp. Łukasz Kocielnik¹

ORCID 0000-0002-9738-7074

¹ Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji, lukasz.kocielnik@policja.gov.pl

Streszczenie

Problematyka falszerstwa z wykorzystaniem urządzeń mechaniczno-cyfrowych coraz częściej pojawia się w opracowaniach kryminalistycznych. Badania przeprowadzone przez znawców tematu nie pozwoliły jak dotąd na kategorię wnioskowanie na temat genezy danej próby pisma. W Polsce i na świecie nie wypracowano metody umożliwiającej identyfikację podpisów nakreślonych z wykorzystaniem różnego rodzaju urządzeń mechaniczno-cyfrowych. Wychodząc naprzeciw wątpliwościom i pytaniom, Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji wraz z partnerami konsorcjum naukowego, tj. Polskim Towarzystwem Kryminalistycznym i JAS Technologie Sp. z o.o., rozpoczęło w 2020 roku projekt badawczy pt. *Inteligentny system do identyfikacji falszerstwa cech biometrycznych pisma ręcznego*, funkcjonujący pod kryptonimem *Rękopis*. Projekt jest w fazie realizacji, dlatego w niniejszym artykule zawarto główne założenia tego przedsięwzięcia. Publikację rozpoczęto jednak od wprowadzenia w problematykę falszerstwa podpisów, skupiając się na opisie poszczególnych jego rodzajów. Jednocześnie przedstawiono możliwości wykorzystania urządzeń mechaniczno-cyfrowych odwzorowujących podpisy w Stanach Zjednoczonych oraz opisano poprzednie próby badań nad rękopisami wytworzonymi mechanicznie.

Słowa kluczowe: falszerstwo podpisów, podpis nakreślony przez urządzenie, urządzenie mechaniczno-cyfrowe CNC, projekt badawczy *Rękopis*

Wstęp

Pismo ręczne jest indywidualnym śladem każdej osoby. Przez całe życie, poprzez wielokrotne powtarzanie, u człowieka powstaje nawyk, który wyróżnia charakter pisma oraz go indywidualizuje. Szczególnym rodzajem pisma ręcznego są podpisy i to im w głównej mierze poświęcony jest niniejszy artykuł. To wyróżnienie wynika z jednej strony z powszechności ich stosowania w obrocie prawnym i gospodarczym oraz pełnionych wówczas funkcji¹, z drugiej strony – z częstotliwości podpisywania się, a przez to pewien stopień automatyzmu i uproszczeń w ich realizacji. W związku z tym, iż podpisy są wytworami stosunkowo krótkimi, ale bardzo wartościowymi pod kątem np. czynności prawnych, dość często podlegają próbom falszerstwa.

Falszerstwo podpisów metodami tradycyjnymi

W literaturze przedmiotu przyjmuje się następujące rodzaje falszerstwa podpisów (Goc, 2016; Gruza, Goc, Moszczyński, 2011):

- kopiowanie techniczne bezpośrednie, tzw. na prześwit,
- kopiowanie techniczne pośrednie – przez kalkę,
- naśladownictwo ściste,
- naśladownictwo z pamięci,
- naśladownictwo wyuczone,
- naśladownictwo intelektualne,
- autofalszerstwo.

Naśladownictwo bezpośrednie, tzw. na prześwit, w podpisach tradycyjnych polega na odrysowywaniu

¹ Podpis jako składnik zwykłej formy pisemnej czynności prawnych pełni funkcje: konstrukcyjną, finalizacyjną, wolicjonalną, akceptacyjną, ostrzegawczą, gwarancyjną, ochronną, identyfikacyjną i kreacyjną (Kaspryszyn, 2007).

konturów podpisu autentycznego, widocznych na podłożu nowego dokumentu. W przypadku kopiowania pośredniego wykorzystuje się kalkę techniczną, za pomocą której kontury autentycznego podpisu przenosi się na nowy dokument, a następnie odrysowuje innym narzędziem pisarskim.

Naśladownictwo ścisłe polega na kreśleniu podpisu naśladowanego przy jednoczesnym obserwowaniu autentycznego wzorca. Realizacja podpisu fałszowanego odbywa się w wolnym tempie, co ma odzwierciedlenie w przebiegu linii graficznej podrobionego podpisu. W takim przypadku pomiędzy podpisem autentycznym a podpisem naśladowanym występują ogólne analogie, ale także istotne różnice. Z tego względu możliwe jest wykluczenie autentyczności podpisu, natomiast niemożliwe jest wskazanie jego wykonawcy.

Naśladownictwo z pamięci polega na kreśleniu podpisu na wzór zapamiętanego w przeszłości wzorca. Odzwierciedlenie w lepszym lub gorszym stopniu podpisu autentycznego zależy od zdolności pisarskich fałszerza.

Naśladownictwo intelektualne to wykreowanie przez fałszerza podpisu innej osoby, bez znajomości autentycznego wzorca. Podpis taki stanowi efekt wyobrażeń fałszerza o możliwym wyglądzie podpisu autentycznego. Celem jest więc stworzenie kompozycji jak najbardziej wiarygodnej, stwarzającej pozory autentyczności. W przypadku naśladownictwa intelektualnego istnieje szansa kategorię wskazanego wykonawcy.

Naśladownictwo wyuczone to realizacja sfalszowanego podpisu poprzedzona treningiem ciągłego obserwowania i powtarzania podpisu autentycznego. Celem fałszerza jest przede wszystkim wiarygodne wyuczenie się podpisu autentycznego i jednocześnie zachowanie pozorów autentyczności. Sposób wyćwiczenia, podobnie jak w przypadku naśladownictwa z pamięci, zależy przede wszystkim od zdolności pisarskich fałszerza.

Specyficznym rodzajem falsyfikacji podpisów jest autofalszerstwo, polegające na celowej zmianie własnego podpisu przy zachowaniu oznak jego naturalności. Celem autofalszerstwa jest stworzenie złudnego przeświadczenia, że wykonawcą sygnatury jest inna osoba (Koziczak, Owoc, 2007).

Falszowanie podpisów urządzeniami mechanicznymi

W literaturze przedmiotu coraz częściej podejmuje się temat podpisów sfalszowanych przy użyciu różnego rodzaju urządzeń mechanicznych. Nie chodzi tu jednak o kopie kserograficzne lub wydruki, które są weryfikowalne dla doświadczonego eksperta badań pisma,

ale podpisy nakreślone przez urządzenie wyposażone w narzędzie pisarskie. Mowa tu przede wszystkim o ploterach i nowoczesnych obrabiarkach typu CNC². Podpis taki jest nakreślony bezpośrednio na podłożu, dowolnym narzędziem pisarskim i koreluje konstrukcyjnie z autentycznym wzorcem. W badaniach pismoznawczych zasadniczym jest fakt, iż nie ma dwóch identycznych podpisów i nikt nie jest w stanie podpisać się chociażby dwukrotnie dokładnie w taki sam sposób. Jeżeli zatem stwierdzi się występowanie dwóch identycznych podpisów, jeden z nich jest sfalszowany lub stanowi kopię tego drugiego (Hołyst, 2000). Nie można także wykluczyć, że oba podpisy stanowią kopie kolejnego, którym podczas badań nie dysponujemy. Obecnie brak jest odpowiednich narzędzi, które pozwoliłyby w sposób jednoznaczny ustalić, czy dany podpis jest tworem odręcznym, czy też został wytworzony przez urządzenie mechaniczne wyposażone w końcówkę piszącą. Należy podkreślić, że stały rozwój urządzeń mechaniczno-cyfrowych i programów do obróbki graficznej może doprowadzić do wykorzystania takich tworców graficznych do różnego rodzaju czynów przestępczych. Gramatyka i Widła (2006) wskazują na wykorzystanie takich maszyn do fałszowania wartościowych autografów.

Hecker (2002) opisał komercyjne działanie tego typu urządzeń w Stanach Zjednoczonych. Do najpopularniejszych maszyn należą Autopen i Autosign pracujące na zasadzie szablonów podpisów wzorcowych. W wymienionych urządzeniach system sterowania zbudowany jest z układu mechanicznego przenośników dźwigniowych i sprężyn oporowych. Stworzone szablony rotują dzięki silnikom elektrycznym, przy czym prędkość rotacji może być zmienna. Przegub kulkowy umożliwia mocowanie dowolnego narzędzia pisarskiego oraz zmianę kąta pisania. Badania przeprowadzone przez Heckera wykazały, iż nie wystąpiło oczekiwane pokrycie podpisów reprodukowanych w przypadku celowej lub niecelowej zmiany kąta nachylenia narzędzia pisarskiego, co jednocześnie uniemożliwiło rozpoznanie podpisu *automatycznego*. Takie zmiany w podpisach spowodowane były ponadto poluzowaniem śrub mocujących narzędzie pisarskie, jego silnym napięciem lub innymi czynnikami zewnętrznymi. Istotnym zagrożeniem dla eksperta z zakresu badań pisma jest fakt, iż różnego rodzaju zaburzenia w reprodukowanych podpisach mogą być uznane za wynik naturalnych czynników egzogennych lub endogennych.

W przeszłości w Polsce podejmowano próby badań nad tego typu podpisami. Popławski (2006) przeprowadził badania z wykorzystaniem obrabiarki CNC,

² Computerized Numerical Control - komputerowe sterowanie urządzeniami numerycznymi (JP-tech, 2020).

stanowiącej wówczas sprzęt zaawansowany technologicznie. Linia odtwarzanych podpisów została zdefiniowana na całej długości tysiącami punktów określonych współrzędnymi x , y , z . Zeskanowany obraz podpisu autentycznego został przeniesiony do wersji cyfrowej z zastosowaniem programów 3D opartych na systemach CAD/CAM. Cyfrowa wersja podpisu została następnie przeniesiona do komputera maszyny, która realizowała zleczone podpisy na podłożu papierowym. Do badań wykorzystano długopisy z czarną i niebieską pastą długopisową, żelopis i cienkopis. Badania nie wykazały jednoznacznych różnic pomiędzy porównywanymi grupami zapisów, które przyczyniłyby się do identyfikacji podpisów stworzonych przez obrabiarkę CNC. Autor badań wskazał jednocześnie na ukierunkowanie dalszych analiz tego typu zapisów na ocenę jakości reliefu i sposobu zróżnicowania amplitudy bruzdy.

Kolejnym przykładem badań z wykorzystaniem obrabiarki CNC były te przeprowadzone przez Szczepańczyka (2014). Do badań wykorzystano wówczas frezarko-grawerkę CNC z autorskim dwuosiowym uchwytem narzędzia pisarskiego, umożliwiającym nastawienie kąta podczas cyklu pisarskiego. System sterowania urządzeniem został oparty na oprogramowaniu typu CAD/CAM. Urządzenie pozwalało na płynne sterowanie kształtem znaków w płaszczyźnie (współrzędne x , y), ale także głębokością bruzdy w podłożu (współrzędne z). Oryginalne rękopisy przekształcono do formy wektorowej, a następnie odtworzono na urządzeniu CNC. W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, iż rękopisy nakreślone przez urządzenie charakteryzowały się w przypadku długopisu – tępym finalizowaniem linii graficznych, brakiem adiustacji (urządzenie imitowało linie włosowate poprzez dostawianie narzędzia pisarskiego), gwałtowną zmianą wysycenia pasty długopisowej, a w przypadku cienkopisu żelowego – uskokami linii graficznej realizowanej przez maszynę, wzmożonym naciskiem oraz brakiem adiustacji (dostawianiem linii, podobnie jak długopis). Elementy te nie mogą zostać jednak uznane za jednoznaczne wyróżniki pisma wykonanego przez maszynę, ponieważ mogą wystąpić w rękopisach nakreślonych przez człowieka. Autor badań wskazuje na istotne zagrożenia wynikające z wykorzystania tego typu urządzeń, albowiem ich dokładność i praca w dużych rozdzielczościach daje możliwość dokonania fałszerstwa z bardzo dużą precyzją. Dodatkowo przeniesienie podpisu z wersji papierowej do wersji cyfrowej możliwe jest dzięki zastosowaniu domowych urządzeń typu skaner/aparat.

Projekt Rękopis

Z nadejściem 2021 roku Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji wraz z konsorcjantami, tj. Polskim

Towarzystwem Kryminalistycznym i innowacyjną firmą JAS Technologie Sp. z o.o., rozpoczęło pracę nad projektem badawczym finansowanym ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju pt. *Inteligentny system do identyfikacji fałszerstwa cech biometrycznych pisma ręcznego*, funkcjonującym pod kryptonimem *Rękopis*. Pomysł realizacji projektu powstał po uwzględnieniu realnych zagrożeń wynikających z rozwijającej się przestępczości w obszarze różnego rodzaju dokumentów. Konieczne było także poszerzenie możliwości badawczych ekspertów zajmujących się tą problematyką i stworzenie odpowiednich metod i środków walki z przestępczością przeciwko wiarygodności dokumentów. Nie bez znaczenia było także wypełnienie istniejącej luki w obszarze omawianej specjalności kryminalistycznej. Projekt nie był zamyślem w zupełności oderwanym od ustaleń poprzednich badaczy, ale miał stanowić pogłębienie poprzednich analiz i wypracować to, czego nie udało się uzyskać. Współcześnie nie istnieje bowiem rozwiązanie, które obejmowałoby technologie i funkcjonalność budowanego w ramach projektu prototypu systemu.

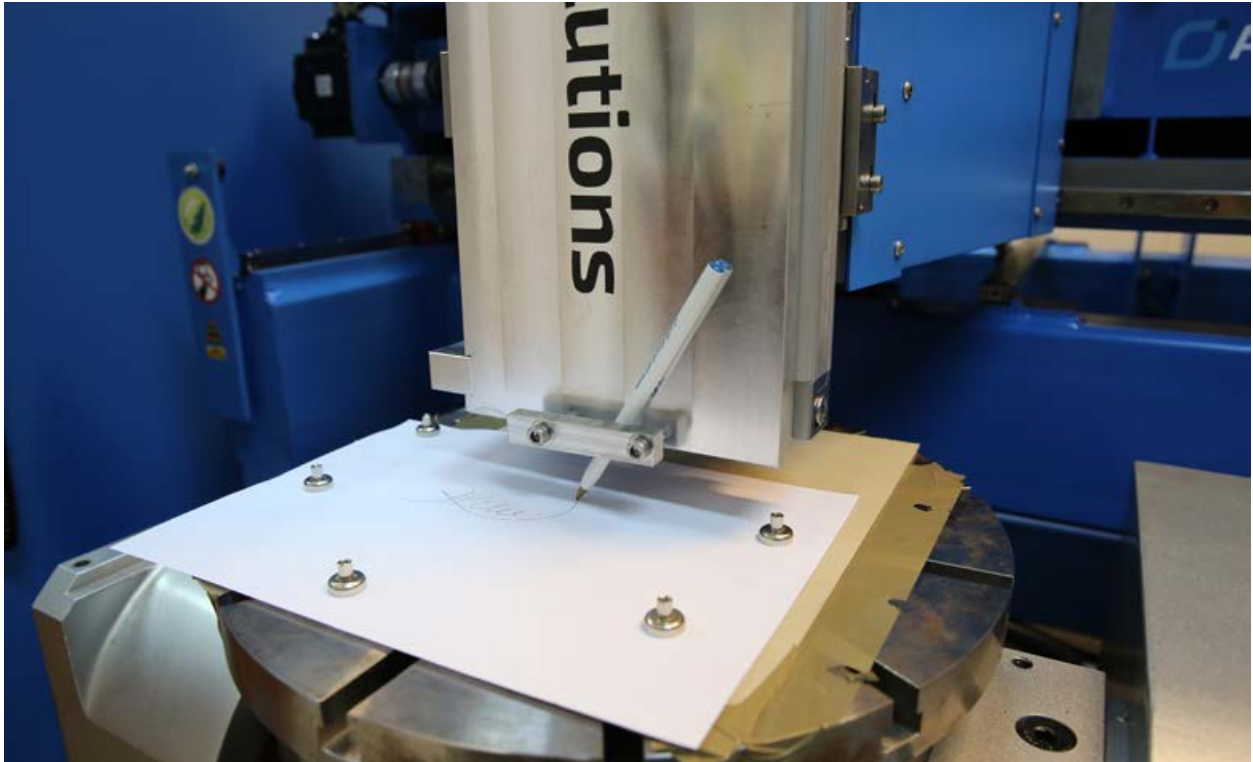
Celem głównym projektu jest opracowanie metodyki badań umożliwiającej identyfikację fałszerstwa cech biometrycznych pisma odwzorowanego przy użyciu urządzenia mechaniczno-cyfrowego. Realizacja zadań projektu będzie miała wpływ na skuteczność, a także standaryzację i obiektywizację badań identyfikacyjnych pisma ręcznego, poprzez rozszerzenie zakresu analitycznego pisma ręcznego. Efektem końcowym będzie prototyp inteligentnego systemu do identyfikacji fałszerstwa cech biometrycznych pisma ręcznego, rozpoznającego w sposób zautomatyzowany, czy dana próbka pisma pochodzi od człowieka, czy od maszyny. Cele szczegółowe projektu omówiono poniżej.

1. Budowa stanowiska do odwzorowania próbek pisma ręcznego przy użyciu urządzenia mechaniczno-cyfrowego typu CNC.

Omawiana technika fałszowania pisma ręcznego za pomocą urządzenia typu CNC, ze względu na bardzo wysoki stopień zaawansowania technologicznego oraz dokładność, w praktyce może być wykorzystana do przestępstw o dużym ciężarze gatunkowym, tj. w sprawach skomplikowanych, wielowątkowych o charakterze gospodarczym, w których przedmiotem będzie mienie wielkiej wartości. Istotne było zatem zakupienie w ramach projektu urządzenia najwyższej jakości, umożliwiającego realizację rękopisów w pięciu osiach, tzn. pozwalającego na płynną zmianę kąta pisania (podczas jednej kreacji) i prędkości kreślenia, a także sterowania głębokością bruzdy pozostawionej przez narzędzie

pisarskie (sterowanie naciskiem). Na rycinach nr 1-2 zaprezentowano zakupione w ramach projektu urządzenie mechaniczno-cyfrowe typu CNC pełniące rolę falszera podpisów i zapisów odręcznych.

2. Przygotowanie próbek nakreślonych przez probantów, a następnie odtworzenie ich przez maszynę CNC, przy stopniowym zwiększaniu jakości odtwarzanych zapisów.



Ryc. 1. Urządzenie mechaniczno-cyfrowe CNC



Ryc. 2. Urządzenie mechaniczno-cyfrowe CNC

W ramach projektu przygotowano zestawy próbek sporządzonych przez różne osoby, szerokim wachlarzem narzędzi pisarskich, składającym się z długopisów, żelopisów, cienkopisów, piór kulkowych, piór wiecznych, z podziałem na tusze, atramenty, wkłady, rozmiary stalówek. Do badań zakupiono wieloraki zestaw podłoży pisarskich w postaci arkuszy papieru różnej gramatury (od 80 do 200 g/m²), arkuszy papieru samokopiującego i ozdobnego, m.in. kredowego. Jedynie różnorodność stosowanych materiałów pozwoli na wszechstronne przeprowadzenie zamierzonych badań, co nie pozostanie bez konsekwencji dla rzetelności i dokładności wypracowanej metody badawczej. Czynniki te będą uwzględnione w opracowaniu charakterystyk cech badanych zapisów wskazujących na ich nierękopiśmienną genezę, jak np. sposób inicjowania i finalizowania linii graficznych, kształt krawędzi linii, rozkład cieniowania i wysycenia środka pisarskiego, nacisku, struktury reliefów i bruzd, budowy znaków i wiązań pomiędzy nimi.

Następnie odręczne próbki pisma zostały poddane skanowaniu 3D na optycznym profilografie, łączącym pracę takich urządzeń jak konturograf, wspomniany skaner 3D, mikroskop pomiarowy, laserowy i stereoskop. Urządzenie pozwoliło na skanowanie odręcznych rękopisów z uwzględnieniem głębokości bruzdy pozostawionej przez narzędzie pisarskie. Zróżnicowanie głębokości bruzdy będzie wykorzystane podczas prób dokładniejszego odzwierciedlenia zapisów przez maszynę. **Na rycinach nr 3 i 4** zaprezentowano zeskanowany podpis z kolorystycznym określeniem głębokości reliefu. Obecnie pliki graficzne odręcznych zapisów poddawane są obróbce do postaci krzywych Béziera i w takiej formie implementowane do urządzenia CNC. **Na rycinie nr 5** zaprezentowano przykładowe rękopisy: a - wytworzone przez człowieka, b - wytworzone przez maszynę (na podstawie wzorca a).



Ryc. 3. Podpis z kolorystycznym określeniem głębokości reliefu



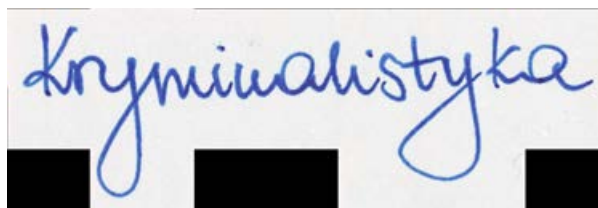
Ryc. 4. Podpis z kolorystycznym określeniem głębokości reliefu



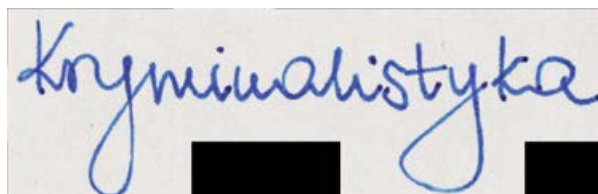
a.



b.



a.



b.

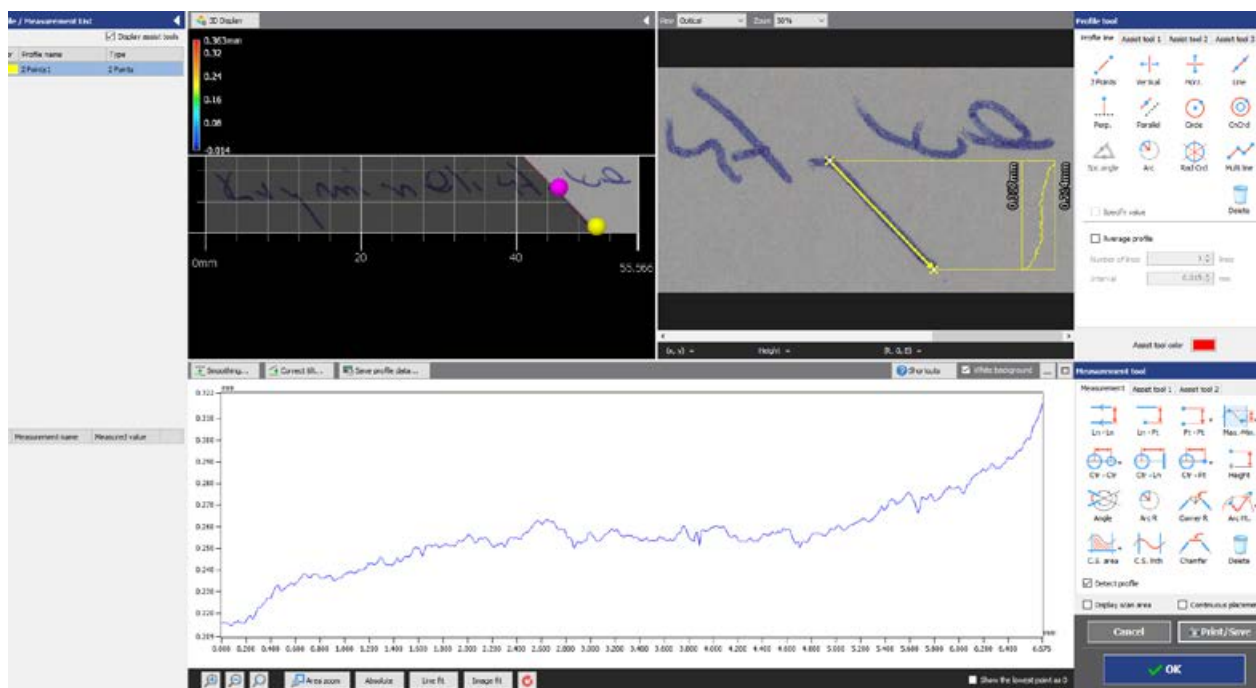
Ryc. 5. Rękopisy: a - wytworzone przez człowieka, b - odwzorowane przez maszynę

3. Ocena skuteczności rozwiązań stosowanych obecnie w kryminalistycznych badaniach dokumentów (w trakcie realizacji).

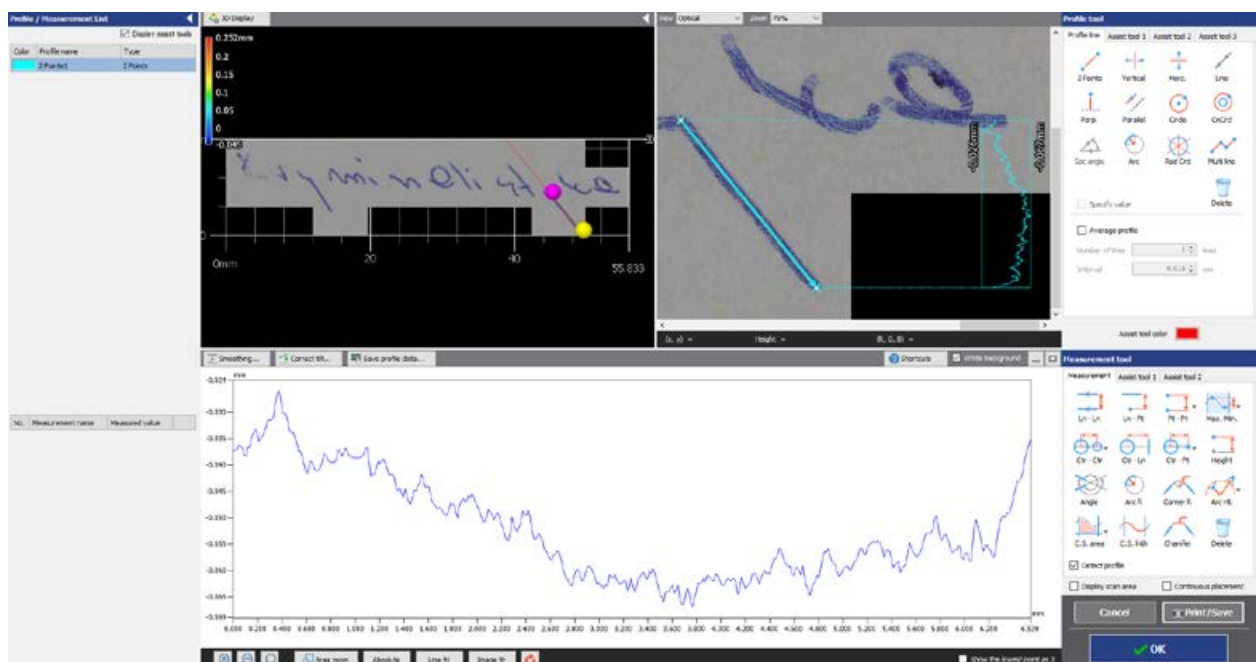
Zgromadzone w ramach projektu próby pisma, nakreślone przez człowieka i przez maszynę, zostaną poddane analizie przez doświadczonych ekspertów badań pisma ręcznego w celu ustalenia, czy dotychczasowe metody i narzędzia stosowane w analizie pismoznawczej pozwolą na stwierdzenie genezy danej próbki. Eksperti udzielą odpowiedzi na następujące pytania:

- Która z przekazanych do badań próbek ma rękopiśmienny charakter, tj. pochodzi od człowieka?
- Która z przekazanych do badań próbek ma nierękopiśmienny charakter, tj. pochodzi od maszyny?
- Na podstawie jakich cech dokonano powyższych ustaleń?
- Czy istnieją cechy, które są wyróżnikiem pisma wytworzonego przez maszynę?

Powyższe badania będą prowadzone z wykorzystaniem standardowego wyposażenia pracowni badań dokumentów, czyli mikroskopów stereoskopowych,



Ryc. 6. Analiza reliefu



Ryc. 7. Analiza reliefu

mikroskopów cyfrowych 3D, videospektrokomparatorów VSC 8000, urządzeń do analizy pisma wgłębiowego ESDA (analiza reliefu w podłożu) i profilometrów. Z uwagi na ciągłe zwiększanie jakości fałszowanych próbek pisma badania ekspertów będą prowadzone na każdym etapie projektu. Na rycinach nr 6-7 przedstawiono proces analizy reliefu.

4. Budowa koncepcji systemu opartego na rozwiązaniach informatycznych i optyczno-mechanicznych.

Na podstawie prowadzonych analiz i stwierdzonych różnic pomiędzy rękopisami kreślonymi przez człowieka i maszynę zostaną wyekstrahowane dane, które w konsekwencji będą stanowiły podstawę funkcjonowania sztucznej inteligencji. Należy zasignalizować, że pewnej grupie cech pisma ręcznego nie można przypisać określonych wartości świadczących o tym, że dana próbka pochodzi od człowieka lub od maszyny. Tego rodzaju grupy zmiennych podlegały jak dotąd subiektywnej ocenie eksperta. W projektowanym

rozwiązaniu zakłada się wykorzystanie sztucznej inteligencji, która na podstawie obszernej ilości danych trenujących będzie w stanie zweryfikować genezę powstania określonej próby pisma.

Techniki informatyczne wykorzystane w projekcie będą pracowały na cyfrowo przetworzonych próbach pisma oraz algorytmach analizy danych. W związku z tym, iż na rynku istnieje wiele gotowych rozwiązań programistycznych, projektowany system nie zakłada tworzenia nowego oprogramowania, ale wykorzystanie rozwiązań gotowych. System będzie miał charakter aplikacji uruchamianej lokalnie, na komputerze wyposażonym w określony system operacyjny.

5. Opracowanie dokumentacji technicznej oraz podręcznika użytkownika systemu zawierającego opis szczegółowej metodyki i techniki badań umożliwiających identyfikację fałszerstwa pisma wytworzonego przez urządzenie mechaniczno-cyfrowe.

Projekt zakłada stworzenie metody badawczej umożliwiającej pełną analizę cech pisma ręcznego i wytworzonego przez maszynę, stanowiącej istotny krok w kierunku obiektywizacji badań. Opracowanie metodyki przyczyni się do podniesienia rangi wydawanych ekspertyz z zakresu badań dokumentów i zwiększenia skuteczności działania różnych służb. Zaproponowana metoda badawcza znajdzie swoje zastosowanie w policyjnych laboratoriach kryminalistycznych, laboratoriach uniwersyteckich, ABW, Straży Granicznej, Żandarmerii Wojskowej. Z uwagi na innowacyjność docelowego produktu może mieć on charakter globalny, tj. znaleźć zastosowanie w ośrodkach zagranicznych.

Podsumowanie

Trwający w Centralnym Laboratorium Kryminalistycznym Policji projekt badawczy pod kryptonimem *Rękopis* jest bardzo istotnym i przełomowym etapem kryminalistycznych badań dokumentów, zarówno w Polsce, jak i na świecie. Postęp technologiczny, widoczny dla nas każdego dnia, spowodował zmianę lub przekształcenie dawnych zachowań przestępców. Rola organów ścigania jest w tym aspekcie wyjątkowa. Musimy stworzyć skuteczne narzędzia do wykrywania i zwalczania przestępstw popełnianych przy użyciu coraz to nowszych metod. Takim narzędziem niewątpliwie będzie efekt opisywanego w niniejszym artykule projektu. Należy jednak pamiętać, że projektowana aplikacja będzie elementem wspomagającym pracę biegłego i nigdy go nie zastąpi. Rolę programów komputerowych do analizy pisma ręcznego podkreślał już

Goc (2016). Ostateczna interpretacja wyników badań, a w konsekwencji prawidłowość opiniowania, będzie zależała zawsze od kompetencji, rzetelności i doświadczenia biegłego. Nie stoi to w sprzeczności z twierdzeniem, że aplikacja wzbogaci dotychczas stosowany katalog cech pisma ręcznego i podniesie wartość wydanej opinii.

Źródła zdjęć:

Ryc. 1-7: opracowanie własne

BIBLIOGRAFIA

1. Gramatyka, M., Widła, T. (2006). Podrabianie podpisów z wykorzystaniem plotera. W: Z. Kegel (red.), *Wpływ badań eksperymentalnych na wartość dowodową ekspertyzy dokumentów*. Materiały XII Wrocławskiego Sympozjum Badań Pisma. Wrocław: Uniwersytet Wrocławski.
2. Goc, M. (2016). *Współczesny model ekspertyzy pismoznawczej. Wykorzystanie nowych metod i technik badawczych*. Warszawa-Szczecin: Polskie Towarzystwo Kryminalistyczne.
3. Gruza, E., Goc, M., Moszczyński, J. (2011). *Kryminalistyka – czyli rzecz o metodach śledczych*. Warszawa: Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne.
4. Hecker, M. (2002). *Podpisy wykonane automatycznie*. W: Z. Kegel (red.), *Problematyka dowodu z ekspertyzy dokumentów*. Wrocław: Uniwersytet Wrocławski.
5. Hołyst, B. (2000). *Kryminalistyka*. Warszawa: Wydawnictwa Prawnicze PWN.
6. JP-tech. (2020). *Maszyny CNC – co to jest? Jak działają obrabiarki CNC?*. <https://www.automatyka.pl/artykuly/maszyny-cnc-co-to-jest-jak-dzialaja-obrabiarki-cnc-sprawdz--164963-6> (dostęp: 21.11.2022).
7. Kaspryszyn, J. (2007). *Podpis własnoręczny jako element zwykłej formy pisemnej czynności prawnych*. Warszawa: Wolters Kluwer Polska.
8. Koziczak, A., Owoc, M. (red.) (2007). *Słownik Terminów Pismoznawczych*. Kraków: Instytut Ekspertyz Sądowych.
9. Popławski, B. (2006). *Wykorzystanie urządzeń kopiujących w fałszowaniu podpisów*. Warszawa: Laboratorium Kryminalistyczne Komendy Stołecznej Policji Pracownia Badań Dokumentów.
10. Szczepańczyk, S. (2014). Podrobienie pisma ręcznego. W: B. Hołyst (red.), *Technika kryminalistyczna w pierwszej połowie XXI wieku. Wybrane problemy*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Forgery of signatures by means of a mechanical-digital device. Assumptions of the *Rękopis (Manuscript)* Project

warrant officer class II Łukasz Kocielnik¹

ORCID 0000-0002-9738-7074

¹ Central Forensic Laboratory of the Police, lukasz.kocielnik@policja.gov.pl

Abstract

The issue of forgery using mechanical-digital devices is increasingly appearing in forensic studies. Research conducted by experts on the subject has so far not allowed categorical conclusions on the genesis of a given writing sample. In Poland and around the world, no method has been developed to identify signatures made using various types of mechanical-digital devices. To address concerns and questions, the Central Forensic Laboratory of the Police together with the consortium partners, i.e. The Polish Society of Forensic Science and JAS technologies Ltd. started a research project in 2021 entitled *Intelligent System for Identification of Forgery of Biometric Handwriting Features*, operating under the code name *Manuscript*. The project is in the implementation phase, so this article contains the main ideas of the project. However, the publication began with an introduction to the issue of signature forgery, focusing on a description of its various types. At the same time, the possibilities for the use of mechanical-digital devices reproducing signatures in the United States are introduced, and previous attempts to study mechanically produced manuscripts are described.

Keywords: signature forgery, machine-made signature, CNC mechanical-digital device, *Rękopis (Manuscript)* research project

Introduction

Handwriting is an individual trace of each person. Throughout life, through repeated repetition, a person develops a habit that distinguishes the character of writing and individualizes it. Signatures are a special type of handwriting, and they are the main focus of this article. This distinction is due, on the one hand, to the universality of their use in legal and economic transactions and the functions they performed at the time². On the other hand, because of the frequency of signatures, and thus a certain degree of automation and simplification in their implementation. As signatures are creations that are relatively short, but very valuable in terms of, for example, legal actions, they are quite often subject to forgery attempts.

Forgery of signatures by traditional methods

The literature accepts the following types of signature forgery (Goc, 2016), (Gruza, Goc, Moszczyński, 2011):

- technical copying, direct through a clear medium,

- technical copying, indirect copying – carbon paper,
- close imitation,
- imitation from memory,
- learned imitation,
- intellectual imitation,
- self-falsification.

Direct imitation, through a clear medium, in traditional signatures involves tracing the outlines of the authentic signature, visible on the substrate of the new document. In the case of indirect copying, tracing paper is used, with the help of which the contours of the authentic signature are transferred to the new document and then traced with another writing tool.

Close imitation involves drawing the signature of the imitated while observing the authentic pattern. The realisation of the forged signature takes place at a slow pace, which is reflected in the course of the graphic line of the forged signature. In this case, there

² The signature as a component of the ordinary written form of legal actions has the following functions: construction, finalisation, volition, acceptance, warning, guarantee, protection, identification and creation (Kaspryszyn, 2007).

are general analogies between authentic signatures and imitated signatures, but also important differences. In this case, it is possible to exclude the authenticity of the signature, while it is impossible to identify its maker.

Imitation from memory involves drawing a signature after a pattern remembered in the past. Reflecting to a better or worse degree the authentic signature depends on the writing skills of the forger.

Intellectual imitation is the forger's creation of another person's signature without knowledge of the authentic model. Such a signature is the result of the forger's ideas about the possible appearance of an authentic signature. The goal of the forger in this case is to create a composition that is as believable as possible, creating the appearance of authenticity. In the case of intellectual imitation, there is a chance to categorically identify its performer.

Learned imitation is the realisation of a forged signature preceded by the training of continuous observation and repetition of the authentic signature. The goal of the forger is first and foremost to credibly forge an authentic signature while maintaining the appearance of authenticity. The manner in which an authentic signature is learned, just as in the case of imitation from memory, depends primarily on the writing skills of the forger.

A specific type of signature forgery is self-falsification, which involves deliberately altering one's own signature while retaining signs of its naturalness. The purpose of self-falsification is to create the illusory belief that the performer of the signature is another person (Koziczak, Owoc, 2007).

Forging signatures with mechanical devices

The literature is increasingly addressing the topic of signatures forged using various types of mechanical devices. However, these are not photocopies or printouts, which are verifiable by an experienced handwriting examination expert, but signatures made by a device equipped with a writing instrument. We are mainly talking about CNC plotters and modern machine tools³. Such a signature is made directly on the substrate, with any writing tool, and correlates structurally with the authentic model. In graphology research, the fundamental fact is that no two signatures are identical, and no one is able to sign even twice in exactly the same way. Thus, if two identical signatures are found, one of them is forged or a copy of the other (Hołyst, 2000). It can also not be ruled out that both signatures are copies of

another, which we do not have at our disposal during our research. At present, there are no suitable tools to conclusively determine whether a signature is a handwritten creation or was produced by a mechanical device equipped with a writing tip. It should be noted that the continuous development of mechanical-digital devices and graphic processing programs can lead to the use of such graphic creations for various criminal acts. Gramatyka and Widła (2006) point to the use of such machines to forge valuable autographs.

Hecker (2002) described the commercial operation of such devices in the United States. Among the most popular machines are Autopen and Autosign, which work on the principle of master signature templates. In the aforementioned equipment, the control system is built from a mechanical system of lever conveyors and resistance springs. The created templates rotate thanks to electric motors, while the speed of rotation can be varied. The ball joint allows you to attach any writing tool and change the angle of writing. Hecker's research showed that the expected coverage of reproduced signatures did not occur, in the case of intentionally or unintentionally changing the angle of the writing tool, which at the same time prevented the recognition of an *automatic* signature. Such changes in signatures were further caused by the loosening of the screws holding the writing tool, its strong tension or other external factors. An important risk for a handwriting expert is that various types of disorders in reproduced signatures can be considered the result of natural exogenous or endogenous factors.

In the past, there have been attempts to study this type of signatures in Poland. Popławski (2006) conducted research using a CNC machine tool, which was high-tech equipment at the time. The line of reproduced signatures was defined along its entire length by thousands of points defined by x , y , z coordinates. The scanned image of the authentic signature was transferred to a digital version using 3D programs based on CAD/CAM systems. The digital version of the signature was then transferred to the machine's computer, which executed the commissioned signatures on the paper substrate. Pens with black and blue ballpoint pen paste, a gel pen and a fine tip pen were used for the study. The study showed no clear differences between the compared groups of records that would contribute to the identification of signatures created by the CNC machine tool. At the same time, the author of the study pointed out that further analysis of this type of records should be directed at assessing the quality of the relief and how the amplitude of the imprint varies.

Another example of research using a CNC machine tool was that conducted by Szczepańczyk (2014).

³ *Computerized Numerical Control tj. komputerowe sterowanie urządzeń numerycznych*, <https://www.automatyka.pl/artykuly/maszyny-cnc-co-to-jest-jak-dzialaja-obrabiarki-cnc-sprawdz--164963-6> (date of access: 21.11.2022).

A CNC milling and engraving machine with a proprietary two-axis writing tool holder that allows the angle to be adjusted during the writing cycle was then used for the study. The device's control system was based on CAD/CAM software. The device allowed smooth control of the shape of the marks in the plane (x , y coordinates), but also the depth of the imprint in the substrate (z coordinates). The original manuscripts were converted to vector form and then reproduced on a CNC machine. As a result of the study, it was determined that the manuscripts made by the device were characterized, in the case of a ballpoint pen, by blunt finalisation of graphic lines, lack of adjacency (the device imitated hairlines by supplying the writing tool), rapid change in saturation of the ballpoint paste, and in the case of a gel fine tip pen, by faults in the graphic line realized by the machine, increased pressure and lack of adjacency (as in the case of a ballpoint pen, supplying lines). These elements, however, cannot be considered unambiguous distinguishing features of a handwriting made by a machine, as they can occur in manuscripts made by a human. The author of the research points out the significant dangers of using this type of equipment, for their accuracy and operation at high resolutions, gives the possibility of making a forgery with very high precision. In addition, the transfer of the signature from paper to digital is possible through the use of home devices such as a scanner/apparatus.

Rękopis (Manuscript) Project

With the arrival of 2021, the Central Forensic Laboratory of the Police, together with consortium partners, i.e. The Polish Forensic Association and the innovative company JAS Technologie Sp. z o. o. have begun work on a research project funded by the National Center for Research and Development titled *Intelligent System for Identifying Falsification of Biometric Handwriting Features*, operating under the code name *Manuscript*. The idea for the project came after considering the real threats posed by the growing crime in the area of various types of documents. It was also necessary to expand the research capabilities of experts dealing with this issue and to create appropriate methods and means to combat crimes against document reliability. It was also not insignificant to fill the existing gap in the area of the forensic specialty in question. The project was not an idea completely detached from the findings of previous researchers, but was intended to deepen previous analyses and work out what had not been achieved. Indeed, today there is no solution that includes the technologies and functionality of the prototype system being built as part of the project.

The main objective of the project is to develop a test methodology to identify the forgery of biometric features of a handwriting imaged using a mechanical-digital device. The implementation of the project's tasks will affect the efficiency, as well as the standardisation and objectivity of handwriting identification research, by

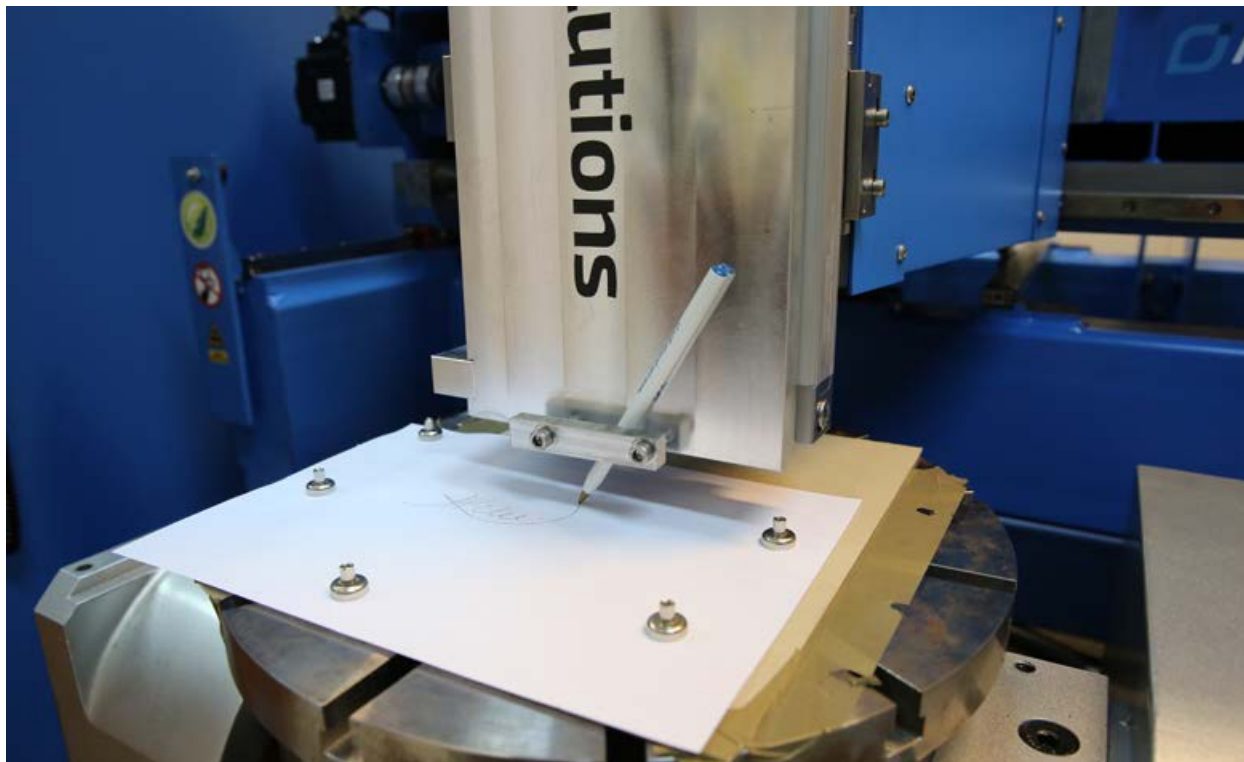


Fig. 1. CNC mechanical-digital device



Fig. 2. CNC mechanical-digital device

expanding the analytical scope of handwriting. The end result of the project will be a prototype of an intelligent system for identifying the falsification of biometric features of handwriting, recognizing in an automated way whether a given handwriting sample is from a human or a machine. The specific objectives of the project are discussed below.

1. Construction of a station for reproducing handwriting samples using a CNC-type mechanical-digital device.

The discussed handwriting forgery technique using a CNC-type device, due to its very high degree of technological sophistication and accuracy, in practice can be used for crimes of high gravity, i.e. in complex, multi-threaded cases of an economic nature, in which the subject will be property of great value. It was therefore important for the project to purchase a device of the highest quality, enabling the execution of manuscripts in five axes, i.e. allowing for a smooth change of writing angle (during one creation) and drafting speed, as well as controlling the depth of the imprint left by the writing tool (pressure control). **Figures 1–2** show a CNC-type mechanical-digital device purchased for the project acting as a forger of signatures and handwritten records.

2. Preparation of samples made by probands and then their reproduction by the CNC machine, with a gradual increase in the quality of the reproduced records.

The project prepared sets of samples made by different people, a wide range of writing instruments, consisting of pens, gel pens, fine tip pens, ballpoint pens, fountain pens, with a breakdown of inks, nibs, nib sizes. For the study, a multiple set of writing substrates was purchased in the form of sheets of paper of various weights (from 80 to 200 g/m²), sheets of self-copy and decorative paper, among others, chalkboard. Only such a variety of materials used will allow the intended research to be carried out comprehensively, which will not be without consequences for the reliability and accuracy of the developed research method. These factors will be taken into account in the development of characteristics of the features of the studied records indicating their non-manuscript genesis, such as, for example, the way of initiating and finalizing graphic lines, the shape of line edges, the distribution of shading and saturation of the writing center, pressure, the structure of reliefs and imprints, the construction of characters and the bonds between them.

Then, the handwritten samples were 3D scanned on an optical profilograph, combining the work of devices such as a conturograph, the aforementioned 3D scanner, a measuring microscope, a laser and

a stereoscope. The device made it possible to scan handwritten manuscripts, taking into account the depth of the imprint left by the writing tool. The variation in imprint depth will be used when the machine attempts to more accurately reflect the records. In Figures 3 and 4, a scanned signature is presented, with the depth of the relief colour-coded. Currently, graphic files of handwritten records are processed into Bezier curves and implemented into the CNC device in this form. Figure 5 presents examples of manuscripts- a. man-made, b. machine-made (based on pattern a.)



Fig. 3. Signature with a colour indication of the depth of the relief



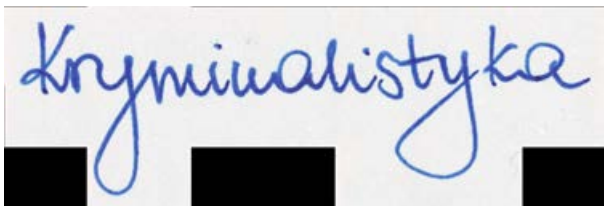
Fig. 4. Signature with a colour indication of the depth of the relief



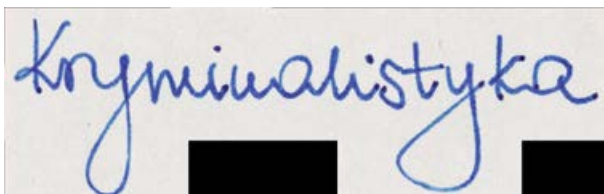
a



b



a



b

Fig. 5. Manuscripts a. man-made, b. reproduced by a machine

- Evaluation of the effectiveness of solutions currently used in forensic document examination (in progress).

Samples of handwriting made by man and by machine, collected as part of the project, will be analysed by experienced handwriting research experts to determine whether the existing methods and tools used in graphology analysis will allow the genesis of a given sample to be determined. Experts will provide answers to the following questions:

- Which of the samples submitted for testing is manuscript in nature i.e. from a human being?
- Which of the samples submitted for testing is non-manuscript in nature, i.e., from a machine?
- On the basis of what characteristics were the above findings made?
- Are there characteristics that are the hallmark of a machine-produced writing?

The above research will be carried out using the standard equipment of the document research laboratory, i.e. stereoscopic microscopes, 3D digital microscopes, VSC 8000 videospectrocomparators, ESDA indented writing analysis device (substrate relief analysis) and profilometers. As the quality of forged writing samples continues to increase, expert research will be conducted at every stage of the project. Figures 6-7 shows the relief analysis process.

- Building a system concept based on IT and optical-mechanical solutions.

Based on the analyses conducted and the differences found between manuscripts drawn by a human and a machine, data will be extracted, which will consequently form the basis for the functioning of artificial intelligence. It should be signalled that a certain group of handwriting features, can not be assigned specific values indicating that the sample came from a man or a machine. Such groups of variables have so far been subject to the subjective evaluation of the expert. The designed solution assumes the use of artificial intelligence, which will be able to verify the genesis of a given writing sample based on an extensive amount of training data.

The IT techniques used in the project will work on digitally processed writing samples and data analysis algorithms. Since there are many off-the-shelf software solutions on the market, the designed system does not assume the development of new software, but the use of off-the-shelf solutions. The system will be a locally run application, on a computer equipped with a specific operating system.

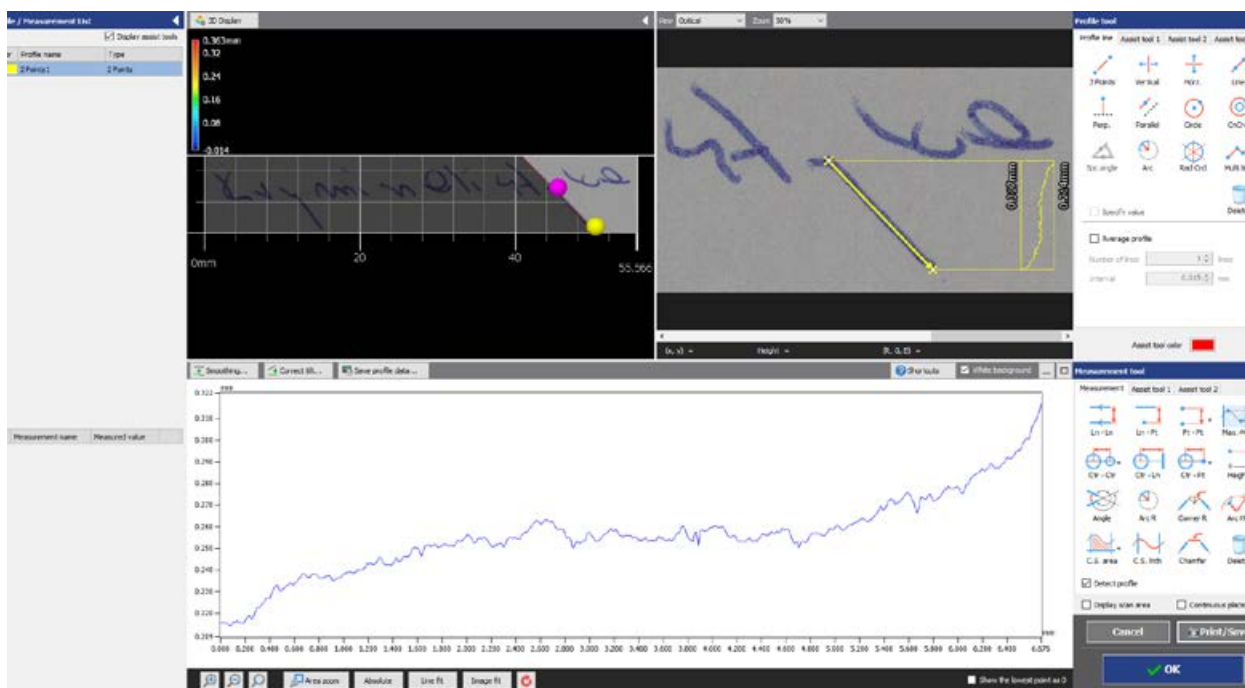


Fig. 6. Relief analysis

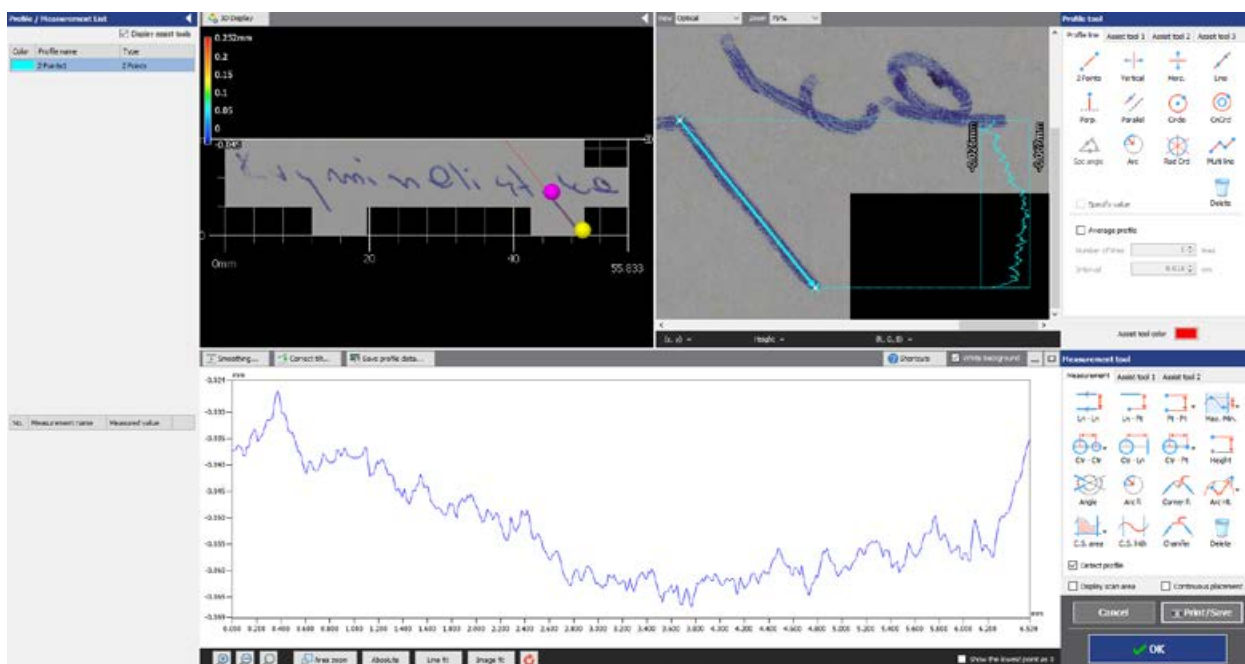


Fig. 7. Relief analysis

5. Development of technical documentation and a manual for the use of the system, including a description of the detailed methodology and testing technique to identify the forgery of the handwriting produced by the mechanical-digital device.

The project involves the creation of a research method that allows a complete analysis of the characteristics of handwriting and machine-generated handwriting, representing an important step

toward objectivizing research. The development of the methodology will contribute to raising the profile of issued document examination expertise and increasing the efficiency of various services. The proposed research method will find its application in police forensic laboratories, university laboratories, Internal Security Agency, Border Guard, Military Police. Due to the innovation of the target product, it may have a global character, i.e. find application in foreign centers.

Conclusions

The ongoing research project at the Central Police Forensic Laboratory, codenamed *Manuscript*, is a very important and groundbreaking step in forensic document research, both in Poland and around the world. Technological advances, seen by us every day, have caused criminals to change or transform their former behaviour. The role of law enforcement in this aspect is unique. We need to create effective tools to detect and combat crimes committed using ever newer methods. Such a tool will undoubtedly be the effect of the project described in this article. However, it should be borne in mind that the designed application will be a supporting element of the expert's work and will never replace it. The role of computer programs for handwriting analysis has already been emphasised by Goc (2016). The final interpretation of the test results and, consequently, the correctness of the opinion will always depend on the competence, reliability and experience of the expert. This does not contradict the claim that the application will enrich the previously used catalog of handwriting features and increase the value of the issued opinion.

REFERENCES

1. Kaspryszyn, J. (2007). *Podpis własnoręczny jako element zwykłej formy pisemnej czynności prawnych (The handwritten signature as an element of the ordinary written form of legal actions)*. Warsaw: Wolters Kluwer Polska.
2. Goc, M. (2016). *Współczesny model ekspertyzy pismoznawczej wykorzystanie nowych metod i technik badawczych (The modern model of graphology expert analyses, the use of new methods and research techniques)*. Warsaw/Szczecin: Polish Forensic Society.
3. Gruza, E., Goc, M., Moszczyński, J. (2011). *Kryminalistyka - czyli rzecz o metodach śledczych (Forensic science - or about investigative methods)*. Warsaw: Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne.
4. Koziczak, A., Owoc, M. (eds.) (2007). *Słownik Terminów Pismoznawczych (Dictionary of Graphology Terms)*. Krakow: Instytut Ekspertyz Sądowych.
5. *Computerized Numerical Control tj. komputerowe sterowanie urządzeń numerycznych*, <https://www.automatyka.pl/artykuly/maszyny-cnc-co-to-jest-jak-dzialaja-obrabiarki-cnc-sprawdz--164963-6> (dostęp 21.11.2022).
6. Hołyst, B. (2000). *Kryminalistyka (Forensic Science)*, 9th Edition revised and expanded. Warsaw: Wydawnictwa Prawnicze PWN.
7. Gramatyka, M., Widła, T. (2006). *Podrabianie podpisów z wykorzystaniem plotera (Forging signatures with the use of a plotter)*. [In:] Z. Kegel (ed.), *The impact of experimental research on the evidentiary value of document expertise*, Materials of the XII Wrocław Symposium on Graphology. Wrocław: University of Wrocław.
8. Popławski, B. (2006). *Wykorzystanie urządzeń kopiujących w fałszowaniu podpisów (Use of copying devices in signature forgery)*. Warsaw: Forensic Laboratory of the Capital City Police Headquarters, Document Examination Laboratory.
9. Hecker, M. (2002). *Podpisy wykonane automatycznie (Machine-made signatures)*. [In:] Z. Kegel (ed.), *Problematyka dowodu z ekspertyzy dokumentów (Problems of evidence from the expert analysis of documents)*. Wrocław: University of Wrocław.
10. Szczepańczyk, S. (2014). *Podrobienie pisma ręcznego (Handwriting forgery)*. [In:] B. Hołyst (ed.), *Technika Kryminalistyczna w pierwszej połowie XXI wieku wybrane problemy (Forensic Technology in the First Half of the 21st Century, Selected Problems)*. Warsaw: Wydawnictwo Naukowe PWN.