

Mieczysław Goc
Tadeusz Tomaszewski

NOWE KIERUNKI BADAŃ DOKUMENTÓW W PROJEKTACH ROZWOJOWYCH UNIwersYTETU WARSZAWSKIEGO I POLSKIEGO TOWARZYSTWA KRYMINALISTYCZNEGO

**New directions in examination of documents in development projects
of Warsaw University and Polish Forensic Association**

W ostatnich latach znacznie rozwinęła się współpraca Uniwersytetu Warszawskiego i Polskiego Towarzystwa Kryminalistycznego. Wyrazem tej współpracy jest również wspólna organizacja dzisiejszej konferencji z okazji 40-lecia PTK pn. „Kryminalistyka – Nauka – Praktyka”. Polskie Towarzystwo Kryminalistyczne i Katedra Kryminalistyki Wydziału Prawa i Administracji UW wydają wspólnie periodyk naukowy pt. „Problemy Współczesnej Kryminalistyki”. Najbardziej wymiernym naukowym efektem współdziałania obu instytucji jest jednak realizacja projektów rozwojowych w ramach utworzonego w tym celu konsorcjum badawczego. W latach 2009–2011 wspólnie zrealizowano dwa projekty finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Oba projekty dotyczyły problematyki badań dokumentów. Pierwszych z nich umożliwił opracowanie i wdrożenie do praktyki eksperckiej technik komputerowych wspomagających ekspertyzę pismoznawczą, drugi natomiast, zakończony w ubiegłym roku, podjął trudne z kryminalistycznego punktu widzenia zagadnienie chronologii zapisów wykonanych różnymi technikami na podłożu papierowym. Kierownikiem naukowym obu projektów był prof. dr hab. Tadeusz Tomaszewski.

Pierwszy projekt¹ pozwolił na stworzenie programów komputerowych umożliwiających pełniejszą analizę cech graficznych, leżących u podstaw eksper-

¹ Realizację pierwszego projektu rozwojowego pn. *Opracowanie metodyki i programów oraz zbudowanie stanowiska do badań identyfikacyjnych pisma i podpisów przy wykorzystaniu grafometrii komputerowej* rozpoczęto w lipcu 2009 r. Było to wspólne przedsięwzięcie naukowo-badawcze Uniwersytetu Warszawskiego i Centrum Badawczo-Szkoleniowego Polskiego Towarzystwa Kryminalistycznego na podstawie umowy konsorcjum z dnia 22 grudnia 2008 r. Jego wykonanie zaplanowano na 24 miesiące. W skład zespołu naukowo-wykonawczego, oprócz prof. dr. hab. Tadeusza Tomaszewskiego, weszli inni pracownicy naukowcy i eksperci obu instytucji: dr Mieczysław Goc (PTK),

tyzy pismoznawczo-identyfikacyjnej. Pomysłodawcami i autorami pierwszej wersji tych programów, które weszły w skład pakietu pn. **GLOBALGRAF**, byli mgr Andrzej Łuszczuk (ekspert dokumentów PTK) oraz mgr inż. Krystyn Łuszczuk (informatyk, programista). W wyniku prac zespołu naukowo-wykonawczego powstał produkt finalny o przytoczonej wyżej nazwie, który obejmuje cztery programy:

GRAFOTYP – program do weryfikacji strukturalnych, wielkościowych parametrów pisma.

RayGRAF – program do weryfikacji strukturalno-geometrycznych parametrów pisma.

KineGRAF – program do weryfikacji konstrukcyjno-kinetycznych cech pisma.

SCanGRAF – program do wizualizacji motorycznych cech pisma (cienienia i naciskowości)².

Zastosowanie metod komputerowych do analizy cech grafometrycznych i grafomotorycznych w badaniach identyfikacyjnych pisma stwarza możliwości wykorzystania nowych parametrów metrycznych w ekspertyzie pismoznawczej oraz użycia parametrów już znanych, lecz ze względów praktycznych niestosowanych lub stosowanych incydentalnie. Powinno się również przyczynić do lepszego i pełniejszego odbioru ekspertyzy pismoznawczej w sądach.

Stosowana obecnie metoda identyfikacji, tzw. graficzno-porównawcza, oparta na analizie zmienności parametrów charakteryzujących badane rękopisy/podpisy, mimo że jest uznawana powszechnie w Europie, a jej wyniki badawcze akceptowane przez sądy, nie jest pozbawiona mankamentów, do których należy przede wszystkim subiektywny i niemierzalny charakter oceny większości branych pod uwagę w procesie analitycznym cech graficznych. Pociąga to za sobą szereg komplikacji, np. niską weryfikowalność opinii wydanych w tej samej sprawie przez różnych biegłych. Stąd też od wielu lat podejmowane są próby adaptacji zobiektywizowanych metod analizy komputerowej do ekspertyzy pisma³. Na świecie stosowane są już programy ułatwiające pracę ekspertów, np. CEDAR-FOX⁴, MAGRAS⁵, FISH⁶, a w Polsce – GRAPHLOG⁷.

mgr Andrzej Łuszczuk (PTK), mgr inż. Krystyn Łuszczuk (PTK), inż. Marek Miron (PTK), dr Kacper Gradoń (UW) oraz mgr Maciej Broniarz (UW).

² M. Goc, A. Łuszczuk, K. Łuszczuk, T. Tomaszewski, *Wykorzystanie grafometrii komputerowej w badaniach identyfikacyjnych pisma ręcznego i podpisów – komunikat z realizacji projektu rozwojowego*, w: Z. Kegel, R. Cieśla (red.), *Znaczenie aktualnych metod badań dokumentów w dowodzeniu sądowym. Materiały XIV Wrocławskiego Sympozjum Badań Pisma*, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław 2012, s. 93 i nast.

³ T. Tomaszewski, M. Goc, A. Łuszczuk, K. Łuszczuk, *Computer-based graphometry – new quality in forensic analysis of handwriting*, w: E.V. Kurapka, H. Malewski (red.), *Criminalistics and forensic examination: science, studies, practice: VII International Conference*, Vilnius 2011, s. 77–78.

⁴ Cedar-Fox posiada funkcję automatycznego rozpoznawania znaków i przeszukiwania dokumentów pod kątem kluczowych słów. Słowo-klucz pozwala użytkownikowi odna-

Prezentowany zestaw programów do komputerowej identyfikacji pisma ręcznego jest dostępny dla ekspertów i ma wszelkie szanse na wdrożenie jakościowo nowych metod w tym obszarze badań kryminalistycznych.

GRAFOTYP⁸

Pierwszy z wymienionych programów pn. GRAFOTYP umożliwia analizę strukturalnych właściwości pisma przy wykorzystaniu:

- **współczynnika kształtu (Wk)**, który wyraża iloraz pola powierzchni wieloboku będącego „obrysem” obszaru wybranej do analizy próbki (materiału dowodowego i porównawczego, np. człon podpisu) przez kwadrat obwodu tego wieloboku;
- **proporcji wielkościowych (Pw)** określanych jako iloraz długości dwóch wybranych odcinków w zestawianych próbkach A i B (poziomych, pionowych lub ukośnych) wyznaczonych wg tych samych kryteriów;
- **grafotypu (G)**, który **stanowi strukturalną właściwość pisma indywidualizującą jego wykonawcę, a matematycznie jest określony jako iloczyn współczynnika kształtu (Wk) i proporcji wielkościowej (Pw).**

Wyniki analiz wybranych parametrów strukturalnych mogą zostać poddane weryfikacji statystycznej przy użyciu **testu kwantylowego**, który stosuje się wtedy, gdy wielkość próby (liczba boków „obrysu”) zawiera się w przedziale (6–30). Zakres wartości pomiarowych dzieli się na trzy kwantyle (A, B, C) o prawdopodobieństwach występowania $p_1 = p_2 = p_3 = 0,333$. Każdej wartości pomiarowej

leżć podobne słowa w dokumencie. Źródło: <http://en.wikipedia.org/wiki/CEDAR-FOX> z dn. 18.02.2012.

⁵ Program komputerowy MAGRAS umożliwia rozróżnienie środka pisarskiego w badaniach fizykotechnicznych dokumentów i analizie porównawczej pisma. J. Hussong, *Rozróżnianie środka piszącego za pomocą systemu komputerowego Magras*, w: Z. Kegel, *Problematyka dowodu z ekspertyzy dokumentów*, t. I, Uniwersytet Wrocławski, Wydział Prawa, Administracji i Ekonomii, Katedra Kryminalistyki, Wrocław 2002, s. 673–675.

⁶ FISH jest programem komputerowym, który pozwala ekspertowi na zeskanowanie, pomiar oraz przechowywanie kwestionowanego pisma w celu szybkiego odnalezienia oraz porównania go z poprzednio zapisanymi próbkami pisma lub podpisów. Źródło: http://www.archives.gov/records-mgmt/rcs/schedules/departments/departments-of-the-treasury/rg-0087/n1-087-06-002_sf115.pdf z dn. 20.02.2012.

⁷ Program komputerowy GRAPHLOG pozwala na uzyskanie w szybki sposób dużej liczby różnego rodzaju pomiarów, a następnie ich analizę statystyczną. T. Dziedzic, E. Fabiańska, M. Kunicki, G. Zadora, *Graphlog – komputerowy system wspomagający badanie cech pisma ręcznego*, w: Z. Kegel (red.), *Wpływ badań eksperymentalnych na wartość dowodową ekspertyzy dokumentów. Materiały XII Wrocławskiego Symposium Badań Pisma, Wrocław 7–9 czerwca 2006*, Uniwersytet Wrocławski, Wydział Prawa, Administracji i Ekonomii, Katedra Kryminalistyki, Wrocław 2008, s. 77–89.

⁸ A. Łuszczuk, K. Łuszczuk, *Grafotyp. Praca naukowa finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego ze środków na naukę w latach 2009–2011 jako projekt rozwojowy – przewodnik po programie* (wersja elektroniczna).

przypisuje się „przynależność” do odpowiedniego kwantyla. Ustala się liczbę serii występowania kwantyli i porównuje z wielkościami teoretycznego (tabelarycznego) rozkładu⁹.

RayGRAF¹⁰

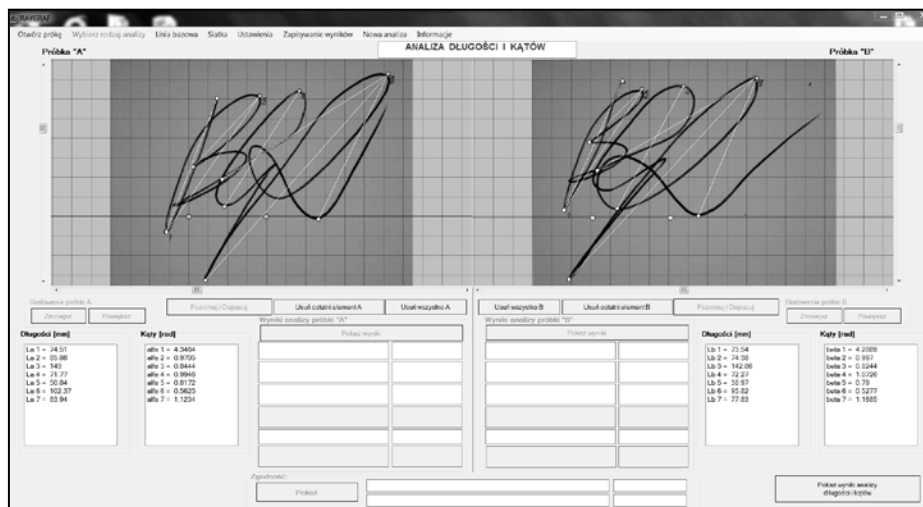
Drugi z omawianych programów (RAYGRAF) umożliwia analizę takich właściwości kreacji graficznych, jak:

- **długość odcinków linii** graficznej dzięki określeniu współczynnika podobieństwa liniowego (**Wpl**), który wyraża w ujęciu procentowym iloraz liczby elementów zgodnych (**Lzg**), tj. takich, których różnica nie przekracza dopuszczalnego progu niezgodności (5, 10, 15, 20%), do ogólnej liczby elementów uwzględnianych w analizie graficznej (**Nog**): $Wpl = 100 \times Lzg/Nog$ [%];
- **kąty nachylenia** elementów graficznych, które służą do określenia współczynnika podobieństwa kąтового (**Wpk**), czyli parametru pisma wyrażającego w ujęciu procentowym iloraz liczby kątów zgodnych (**Kzg**), tj. takich, których różnica nie przekracza przyjętego progu niezgodności (5, 10, 15, 20%), do ogólnej liczby kątów uwzględnianych w analizie graficznej (**Nog**): $Wpk = 100 \times Kzg/Nog$ [%];
- **gęstość pisma** poprzez wyliczenie współczynnika gęstości morfemowej i współczynnika gęstości literowej. **Współczynnik gęstości morfemowej** (**Wgm**) to strukturalny parametr pisma, który wyraża iloraz sumy szerokości elementów graficznych (**Sm**) przez szerokość całkowitą próbki: $Wgm = Scp/(Sm \times Nmorf)$, a **współczynnik gęstości literowej** (**Wgl**) to strukturalny parametr pisma, który wyraża iloraz współczynnika gęstości morfemowej (**Wgm**) przez liczbę liter w próbce: $Wgl = Wgm/Nl$;
- **gęstość impulsu** pisma poprzez wyliczenie współczynnika impulsu. **Współczynnik impulsu** (**Wimp**) to strukturalny parametr pisma, który wyraża iloraz szerokości całkowitej próbki (**Scp**) przez iloczyn sumy szerokości odstępów między jej elementami graficznymi i liczby tych odstępów: $Wimp = Scp/(So \times No)$.

Wskaźniki zgodności analizowanych współczynników w porównywanych próbkach są wyrażone w procentach.

⁹ Wg: C. Domański, K. Pruska, *Nieklasyczne metody statystyczne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2000, s. 204–206 i 212–213.

¹⁰ T. Tomaszewski, M. Goc, A. Łuszczuk, K. Łuszczuk, op. cit., s. 82–83; A. Łuszczuk, K. Łuszczuk, *Raygraf. Praca naukowa finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego ze środków na naukę w latach 2009–2011 jako projekt rozwojowy – przewodnik po programie* (wersja elektroniczna).



Ryc. 1. Interfejs programu RAYGRAF po wykonaniu analizy długości linii i kątów



Ryc. 2. Sposób analizy gęstości pisma w programie RAYGRAF (źródło: RAYGRAF - przewodnik po programie)¹¹

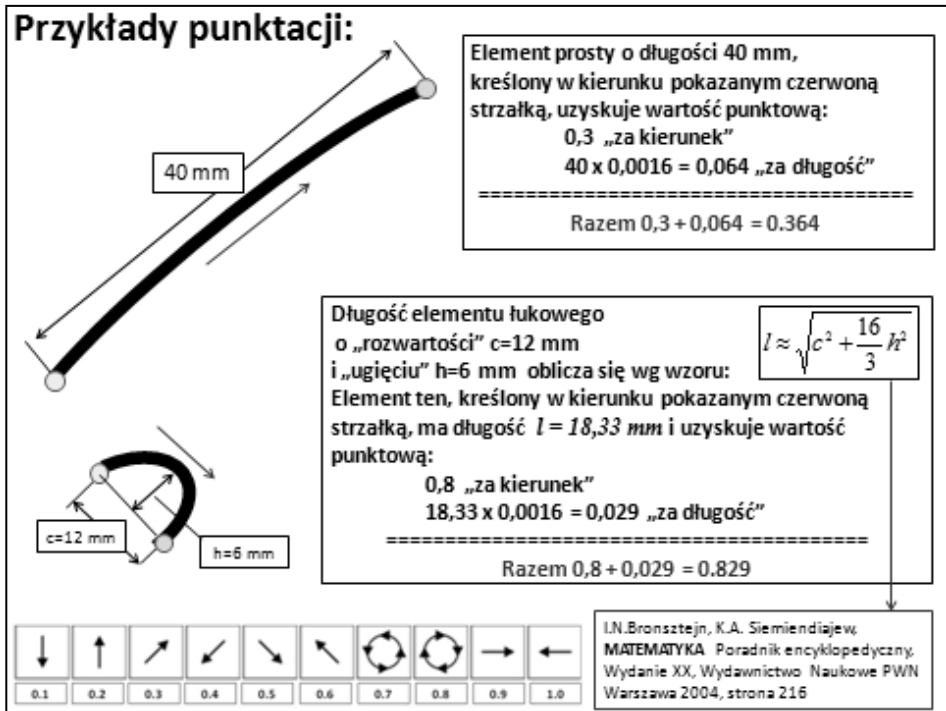
KINEGRAF¹²

Z kolei KINEGRAF to program umożliwiający ocenę zgodności próbek pisma na podstawie wielkości współczynnika podobieństwa kinetyczno-geometrycznego

¹¹ Raygraf. Praca naukowa finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, op. cit.

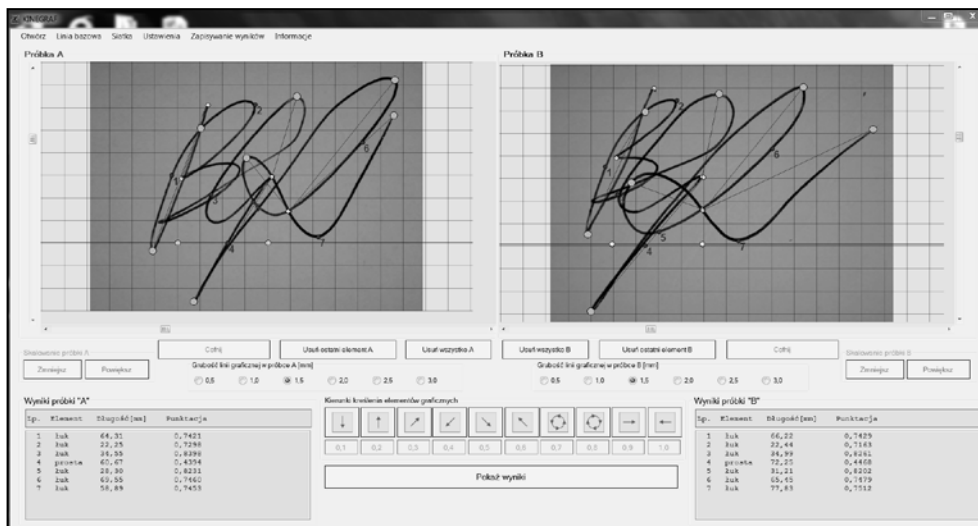
¹² A. Łuszczuk, K. Łuszczuk, *Kinegraf. Praca naukowa finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego ze środków na naukę w latach 2009–2011 jako projekt rozwojowy – przewodnik po programie* (wersja elektroniczna).

(WPGK). W metodzie WPGK przyjęto, że linia graficzna pisma ręcznego składa się z elementów prostych i łukowych. W procesie pisania wyróżniono 10 kierunków kreślenia, którym w oparciu o stwierdzoną empiryczną częstotliwość występowania tych kierunków nadano wartości liczbowe od 0,1 do 1,0 (im mniejsza wartość liczbową, tym częstsze występowanie danego kierunku kreślenia). W porównywanych próbkach wyznacza się elementy proste i łukowe, którym zależnie od ich długości oraz kierunku kreślenia przypisuje się określone wartości liczbowe. Łączna wartość liczbowa (punktowa) elementu graficznego jest sumą wartości „za kierunek” i „za wielkość”. Na podstawie tych wartości program określa liczbę elementów wspólnych (New), tj. takich, których wartości punktowe „za kierunek” są zgodne, a wartości punktowe „za długość” nie różnią się od siebie o więcej niż przyjęte wartości bazowe określone w procentach (5–20%), jak również określa liczbę wszystkich elementów poddanych badaniu (Nwe). Wskaźnik podobieństwa kinetyczno-geometrycznego – $WPKG = 100 \times \text{New}/\text{Nwe} [\%]$.



Ryc. 3. Przykład obliczania wartości punktowej za długość, kształt i kierunek kreślenia linii pisma w programie KINEGRAF (źródło: KINEGRAF – przewodnik po programie)¹³

¹³ A. Łuszczuk, K. Łuszczuk, *Kinegraf. Praca naukowa finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego...*, op. cit.

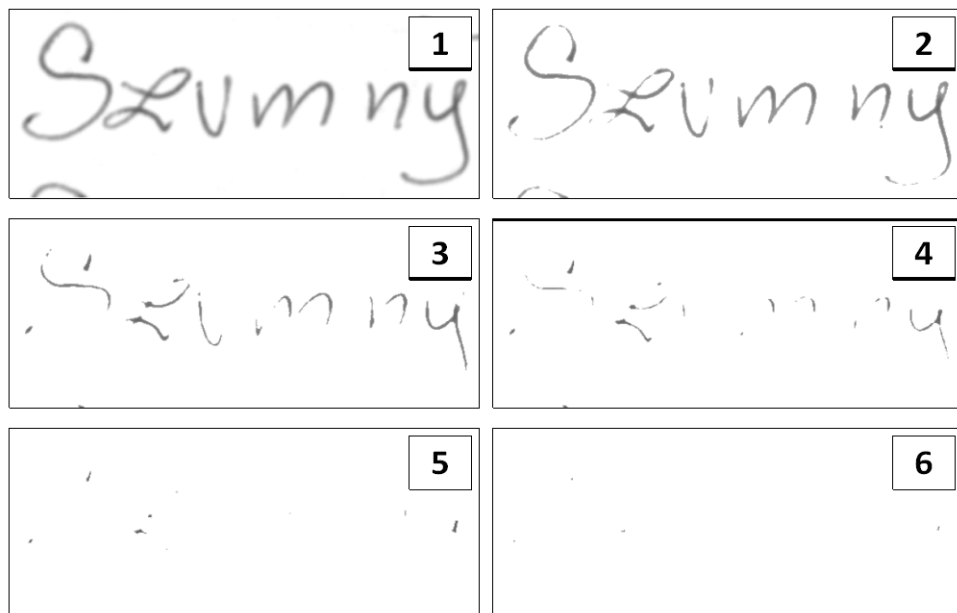


Ryc. 4. Interfejs programu KINEGRAF po wykonaniu analizy

SCANGRAF¹⁴

Natomiast program SCANGRAF umożliwia wizualizację motorycznych cech pisma. Jego algorytm opiera się na założeniu, że charakteryzujące pismo ręczne zjawisko cieniowania linii graficznej jest wynikiem zmieniającej się w trakcie pisania siły nacisku środka piszącego na podłoże, powodujące w miejscach o większym nacisku intensywniejsze (ciemniejsze) nasycenie linii pisma materiałem kryjącym, a w miejscach o mniejszym nacisku słabsze nasycenie. Działanie programu polega na wyeksponowaniu w trakcie komputerowej analizy barwometrycznej (transformacji próbek) miejsc najciemniejszych. Zestawienie porównawcze próbek grafizmu dowodowego i wzorcowego, poddanych procesowi transformacji, czyli sukcesywnemu usuwaniu fragmentów linii najmniej zabarwionych (kolor środka piszącego nie ma wpływu na proces analizy), umożliwia ocenę poziomu zgodności rozmieszczenia cieniowania linii pisma, będącego efektem zmieniającej się w trakcie pisania siły nacisku ręki prowadzącej narzędzie pisarskie.

¹⁴ A. Łuszczuk, K. Łuszczuk, *Scangraf. Praca naukowa finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego ze środków na naukę w latach 2009–2011 jako projekt rozwojowy – przewodnik po programie* (wersja elektroniczna).



Ryc. 5. Przykład transformacji próbki w sześciu iteracjach (powtórzeniach) (źródło: SCANGRAF – przewodnik po programie)¹⁵

Zaprezentowane programy komputerowe wspomagające eksperta w procesie opiniowania na podstawie badań pismoznawczych stwarzają przesłanki do ich standaryzacji, dając także możliwości ilościowej oceny stopnia stabilizacji strukturalnych, geometrycznych, a nawet motorycznych parametrów pisma ręcznego. W założeniach ich twórców programy te powinny nie tylko ułatwić pracę ekspertom pisma, ale pozwolić również na:

- rozszerzenie dotychczasowego spektrum badawczego przez wykorzystanie w szerszym niż dotychczas stopniu tzw. grafometrycznych i strukturalno-geometrycznych cech pisma,
- analizę parametrów kinetyczno-konstrukcyjnych pisma,
- wizualizację parametrów motorycznych,
- ułatwienie prezentacji wyników analiz pismoznawczych i ich zrozumienia przez zleceniodawcę ekspertyzy,
- podniesienie poziomu obiektywizacji i weryfikowalności wyników analiz pismoznawczych.

Otwiera to nową jakościowo fazę rozwoju ekspertyzy pismoznawczej. W tym kontekście nie można jednak zapominać o konieczności bezwzględnego

¹⁵ A. Łuszczuk, K. Łuszczuk, *Kinegraf. Praca naukowa finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego...*, op. cit.

przestrzegania zasady, iż są to jedynie nowe narzędzia pracy eksperta, które w żadnym przypadku nie mogą go zastąpić. Zawsze bowiem ostateczna interpretacja wyników oraz wybór odpowiedniej techniki badawczej, a w konsekwencji prawidłowość opiniowania, będzie zależała od kompetencji, doświadczenia, wiedzy i kwalifikacji biegłego.

Warto również dodać, że trwają prace koncepcyjne nad powiększeniem pakietu GLOBALGRAF o nowe programy poszerzające katalog cech identyfikacyjnych pisma o dodatkowe parametry analityczne, zarówno grafo-metryczne, jak i grafomotoryczne z zakresu tzw. scangrafii komputerowej¹⁶.

Drugi projekt rozwojowy zrealizowany wspólnie przez Uniwersytet Warszawski i Polskie Towarzystwo Kryminalistyczne¹⁷ umożliwił zweryfikowanie dotychczas stosowanych i opracowanie nowych metod bardziej precyzyjnych wskazań kolejności zapisów na dokumentach przy zastosowaniu udoskonalonej mikroskopii optycznej wykorzystującej oprogramowanie do

¹⁶ Są to programy o nazwach roboczych Liniograf, Centrograf, Barwoskan i Profiloscan. Liniograf to program opierający się na założeniach opublikowanej w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku metody Ryszarda Soszalskiego, która dotychczas nie była praktycznie stosowana z powodu braku odpowiednich narzędzi do pomiaru długości linii graficznych. Obecnie jest to możliwe dzięki wykorzystaniu do pomiarów programu komputerowego. Centrograf to program wykorzystujący w badaniach nową, autorską metodę mgr. A. Łuszczuka, tzw. linii środkowej. Obie te metody badawcze, tzn. „metoda Soszalskiego”, jak również metoda „linii środkowej”, były prezentowane podczas obrad XV Sympozjum Badań Pisma we Wrocławiu we wrześniu 2012 r. Barwoskan to program do barwometrycznej analizy środków kryjących. Profiloscan służy zaś do analizy profilometrycznej nacisku narzędzia pisarskiego na podłoże dokumentu wzdłuż linii pomiarowej. A. Łuszczuk, M. Goc, K. Łuszczuk, *Komputerowe wspomaganie ekspertyzy pismoznawczej*, referat wygłoszony podczas IV Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Prawo a dokumenty” w dniu 29 listopada 2012 r., organizowanej przez UW i PWPW (niepublikowany).

¹⁷ Realizację projektu rozwojowego pn. *Opracowanie metodyki oraz zbudowanie stanowiska do badań chronologii zapisów wykonanych różnymi technikami i środkami kryjącymi na podłożu papierowym* rozpoczęto w sierpniu 2010 r. Było to kolejne wspólne przedsięwzięcie naukowo-badawcze Uniwersytetu Warszawskiego i Centrum Badawczo-Szkoleniowego Polskiego Towarzystwa Kryminalistycznego wykonane na podstawie umowy konsorcjum z dnia 10 grudnia 2010 r. Prace projektowe zakończono w sierpniu 2012 r. W skład zespołu naukowo-wykonawczego, kierowanego przez prof. dr. hab. Tadeusza Tomaszewskiego, wchodził: prof. dr. hab. Ewa Gruza (UW), dr Mieczysław Goc (PTK), inż. Marek Miron (PTK), mgr Kacper Grodecki (UW) oraz mgr Maciej Broniarz (UW). W badaniach uczestniczyli także eksperci Centralnego Laboratorium Kryminalistycznego, którzy m.in. przygotowali część testów kontrolnych, oraz Biura Badań Kryminalistycznych ABW (mgr inż. Urszula Konarowska), które na podstawie zgody szefa ABW włączyło się do części eksperymentalnej projektu, obejmującej wykorzystanie mikroskopii konfokalnej do oceny zmian w strukturze linii pisma po poddaniu jej oddziaływaniu termicznemu po przejściu przez laserowe urządzenie drukujące.

obserwacji obiektów w technice 3D oraz przy zastosowaniu spektroskopii ramanowskiej.

Z praktyki eksperckiej i publikacji krajowych oraz zagranicznych wynika, że określenie kolejności naniesienia zapisów na podłożu papierowym (ze względów praktycznych pominięto inne podłoża, które mogą być wykorzystywane do pisanie) jest jednym z trudniejszych problemów w kryminalistycznej ekspertyzie dokumentów. Wyniki uzyskiwane dzięki zastosowaniu różnych metod badawczych nie są jednoznaczne i budzą wiele kontrowersji. Dotyczy to zarówno prostych metod mikroskopowych, technik dyfuzyjnych, jak i metod wykorzystujących technologie bardziej zaawansowane, np. spektroskopię ramanowską¹⁸, metody elektrostatyczne¹⁹, mikroskopię skaningową²⁰ i konfokalną²¹.

Zagadnienia te stały się przedmiotem omawianego projektu rozwojowego. W wyniku działań projektowych opracowano nowe metody badania zarówno krzyżujących się linii (zapisów) na podłożu papierowym, wykonanych różnymi środkami piszącymi i technikami druku, jak również zapisów niezachodzących na siebie. Przeprowadzono kompleksowe badania, liczne testy i eksperymenty, koncentrując się na ocenie możliwości bardziej precyzyjnych wskazań kolejności zapisów przy zastosowaniu udoskonalonej mikroskopii optycznej wykorzystującej oprogramowanie do obserwacji obiektów w technice 3D oraz przy zastosowaniu spektroskopii ramanowskiej.

Spektroskopia ramanowska jest techniką pomiarową szeroko wykorzystywaną w fizyce i chemii w celu identyfikacji substancji chemicznych, a także pomiarów ich właściwości fizycznych. Jest to metoda nieniszcząca i dzięki temu może być zastosowana z powodzeniem w badaniach materiałów dowodowych w kryminalistyce. Została też wykorzystana do weryfikacji wyników badań kolejności naniesienia środków kryjących na podłożu dokumentu, wykonanych innymi

¹⁸ E. Fabiańska, M. Kunicki, *Spektroskopia Ramana jako nowa technika określania sekwencji kreślenia krzyżujących się linii graficznych*, „Z Zagadnień Nauk Sądowych” 2003, nr 53 (LIII), s. 60-69 (ang.), 70-73 (pol.); T. Widła, B. Zawisza, *Badania krzyżujących się linii z użyciem spektroskopii Ramana (studium przypadku)*, w: H. Kolečki (red.), *Technicznokryminalistyczne badania autentyczności dokumentów publicznych. Materiały 6. Konferencji, Poznań 26-27 września 2007 r.*, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań 2009, s. 133-135.

¹⁹ E. Fabiańska, *Postęp w badaniach pisma ręcznego i dokumentów*, w: *Postępy w naukach sądowych*, Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych, Kraków 2009, s. 200-201.

²⁰ Na skuteczność tej techniki do ustalania wieku względnego dokumentów wskazuje B. Hołyst. Por. B. Hołyst, *Kryminalistyka*, wyd. XII, Lexis Nexis, Warszawa 2010, s. 779.

²¹ Por. także A. Szwarz, J. Pyrzycki, *Krzyżowanie linii długopisowych na papierach syntetycznych*, w: Z. Kegel (red.), *Problematyka dowodu z ekspertyzy dokumentów*, op. cit., t. 1, s. 548-549; R.W. Radley, *Determination of sequence of writing impression and ballpoint pen ink strokes using the ESDA technique*, „Journal of the Forensic Science Society” 1993, t. 33, nr 2, s. 69-72; S.C. Leong, J.M. Leong, *A systematic study of the lifting technique for determining the writing sequence of intersecting ball pen strokes*, „Science and Justice” 1997, t. 37, nr 3, s. 197-206.

(o czym niżej) metodami. Porównanie wykresu widm z miejsca krzyżowania się linii pisma z wykresami widm dla środków kryjących współtworzących badane zapisy umożliwia formułowanie wniosków dotyczących kolejności ich naniesienia²².

W przypadku metody 3D badania przeprowadzono przy użyciu wysokiej klasy mikroskopu Nikon Eclipse 80i, wyposażonego w zmotoryzowany napęd osi Z, kamerę cyfrową, oświetlacz SCHOTT KL 1500 LCD oraz oprogramowanie Nikon NIS Elements AR/EDF. Umożliwia on uzyskiwanie powiększeń do 1000 ×, zautomatyzowane, sekwencyjne (warstwowe) skanowanie obrazu o wysokiej rozdzielczości i głębi obrazu oraz jego wizualizację w technice 3D. System ten znacznie ułatwia określenie kolejności nakładających się na siebie zapisów wykonanych różnymi środkami kryjącymi i technikami (rękopisy, wydruki, odbitki pieczętek itp.). W wyniku licznych eksperymentów i prac wykazano, że mikroskopia optyczna jest przydatnym narzędziem do badania chronologii nakładania warstw kryjących (zarówno w przypadku zapisów przecinających się, jak i nieprzecinających się).

Dzięki uzyskaniu odpowiednio dużych powiększeń o wyrazistych i jasnych obrazach technika ta może mieć zastosowanie do ustalenia kolejności złożenia podpisu (zapisu) względem wydruku laserowego lub kserograficznego także wówczas, gdy zapis ten nie przecina się z fragmentami wydrukowanego tekstu, natomiast w obrębie linii pisma występują drobiny tonera. Ocena ich kształtu, barwy, połysku, umiejscowienia i innych cech strukturalnych, po wystandaryzowaniu cech charakterystycznych na podstawie próbek doświadczalnych, okazuje się w połączeniu z innymi metodami pomocna w podjęciu decyzji rozstrzygających o kolejności krzyżowania się fragmentów linii graficznej z mikrodrobinami tonera.

W badaniach dokumentów, które zawierają nadruki wykonane na drukarce laserowej, istotna okazała się także mikroskopowa analiza struktury linii pisma, w tym z wykorzystaniem mikroskopii konfokalnej. Dokumenty wytworzone w ten sposób są poddane obróbce termicznej i dociskaniu w procesie wtapiania tonera w papier²³. Wysoka temperatura powoduje zmiany właściwości fizycznych środka kryjącego naniesionego odręcznie, a wysoki nacisk może zaburzyć przebieg linii pisma bądź zniekształcić relief. Poza tym w trakcie wydruku drukarka na powierzchni papieru pozostawia dodatkowe ślady w postaci drobin tonera. Umożliwia to ocenę kolejności naniesienia zapisów na podłoże dokumentu, nawet wtedy, gdy zapisy te nie krzyżują się ze sobą²⁴.

²² T. Widła, B. Zawisza, *Badania krzyżujących się linii z użyciem spektroskopii Ramana (studium przypadku)*, op. cit., s. 134.

²³ H. Czichoń, M. Czichoń, *Reprografia i drukowanie cyfrowe*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.

²⁴ Wcześniej w BBK ABW, wykorzystując mikroskop model ECLIPSE 80i z przystawką konfokalną, wykonywano badania mające na celu ustalenie faktu dodruku dodatkowej treści do już istniejącego tekstu przy użyciu urządzeń drukujących z funkcją termicznego

Uzyskane wyniki badań i eksperymentów wykonanych w ramach realizacji projektu to znaczący postęp w tej dziedzinie technicznych badań dokumentów, umożliwiając opinowanie w sprawach, które dotychczas pozostawały poza sferą poznania procesowego.

W efekcie realizacji przedstawionego projektu badawczego przetestowano i uznano za szczególnie przydatne do wiarygodnych ocen wieku względnego zapisów wykonanych różnymi technikami na podłożu papierowym skonfigurowanie stanowiska badawczego wyposażonego w następującą aparaturę:

- mikroskop stereoskopowy firmy Zeiss model Stemi DV4 spot, z oświetlaczem CL 1500 ECO (lub równorzędny),
- mikroskop badawczy Nikon Eclipse 80i wyposażony w zmotoryzowany napęd osi Z, kamerę cyfrową oraz oprogramowanie Nikon NIS Elements AR/EDF do obróbki obrazu umożliwiającej jego wizualizację w systemie 3D (lub równorzędny), spektrometr ramanowski, wyposażony w dwie siatki 400 gr/mm i 1200 gr/mm, lasery o długościach fali 532 nm i 785 nm oraz mikroskop z obiektywami $\times 10$, $\times 20$, $\times 50$, automatyczny stolik pomiarowy XYZ, kamerę optyczną służącą do podglądu próbki, kamerę CCD chłodzoną ogniwnem Peltiera i oprogramowaniem dedykowanym do tego spektrometru (lub równorzędny)²⁵.

Streszczenie

W ostatnich latach znacznie rozwinęła się współpraca Uniwersytetu Warszawskiego i Polskiego Towarzystwa Kryminalistycznego. Wyrazem tej współpracy jest również wspólna organizacja konferencji z okazji 40 – lecia PTK pn. „Kryminalistyka – Nauka – Praktyka”. Polskie Towarzystwo Kryminalistyczne i Wydział Prawa UW wydają wspólnie periodyk naukowy pt. „Problemy Współczesnej Kryminalistyki”. Najbardziej wymiernym efektem współdziałania obu instytucji jest jednak realizacja projektów rozwojowych w ramach utworzonego w tym celu konsorcjum. Od 2009 r. wspólnie zrealizowano i zakończono dwa projekty finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Oba projekty dotyczyły problematyki badań dokumentów. Pierwszych z nich umożliwił opracowanie

i wdrożenie do praktyki eksperckiej technik komputerowych wspomagających ekspertyzę pismoznawczą, drugi natomiast, zakończony w 2012 roku, podjął trudne z kryminalistycznego punktu widzenia zagadnienie chronologii zapisów wykonanych różnymi technikami na podłożu papierowym.

utrwalania tonera. Por. S. Szczepańczyk, U. Konarowska, *Zastosowanie mikroskopii optycznej do weryfikacji dokumentów przerobionych za pomocą drukarki laserowej*, „Problemy Kryminalistyki” 2012, nr 276, s. 65 i nast.

²⁵ Szersze omówienie procedur i technik badawczych stanowiących przedmiot zaprezentowanych w niniejszym artykule projektów rozwojowych UW i PTK zawiera m.in. publikacja zamieszczona w XVII tomie *Problemy Współczesnej Kryminalistyki*. Por. M. Goc, B. Goc-Ryszawa, *Nowoczesne metody i techniki badań pismoznawczych*, „Problemy Współczesnej Kryminalistyki” 2013, tom XVII, s. 25-55.

Słowa kluczowe: ekspertyza dokumentów, grafometria komputerowa, grafotyp, raygraf, kinegraf, scangraf, spektroskopia Ramana, technika 3D, chronologia pisma.

Summary

In recent years, cooperation between University of Warsaw and the Polish Forensic Association has grown up rapidly. Emanation of this collaboration is joint organized conference on the 40th anniversary of Association titled: "Forensic - Science - Practice".

Polish Forensic Association and the Faculty of Law and Administration of the Warsaw University publish together scientific journal "Problems of Modern Forensic Science". One of the results of cooperation is also the implementation of projects within the consortium. Since 2009, jointly implemented and completed two projects funded by the National Centre for Research and Development. Both projects focused on issues of examination of documents. The first project allowed the development and implementation into the experts practice a computer technology to support handwriting analysis, the second (ended in 2012), undertaken difficult forensic issue, which was question of the chronology of records made by different techniques on a paper.

Keywords: examination of documents, computer graphometry, Raman spectroscopy, 3D technology, chronology of written word.