

Chemical Imaging jako nowa zaawansowana technika rejestracji śladów daktyloskopijnych

Wstęp

Pisząc o metodzie rejestracji obrazu z użyciem technologii *Chemical Imaging* podczas badań wizualizacyjnych, należy przybliżyć sposób odbierania przez człowieka barwnych bodźców wzrokowych oraz rejestracji barwnego obrazu przez takie urządzenia jak aparaty cyfrowe.

Narząd wzroku pozwala człowiekowi odbierać bodźce z otaczającej go rzeczywistości (pozwala widzieć), dzięki odbiciu bądź rozproszeniu promieniowania elektromagnetycznego w zakresie czułości oka ludzkiego, czyli około 380–720 nm (VIS). Obraz każdego przedmiotu, formy lub elementu środowiska ma określoną barwę, ponieważ oświetlany promieniowaniem naturalnym lub sztucznym część z tego promieniowania absorbuje, a część rozprasza lub odbija powierzchnia obiektu. Barwa następnie odbierana jest jako wrażenie psychiczne wywoływane w mózgu. Główny wpływ na to wrażenie, obok zakresu promieniowania elektromagnetycznego, ma ilość światła, obecność innych barw w polu widzenia obserwatora oraz jego cechy osobnicze, takie jak zdrowie, samopoczucie, nastrój, a nawet doświadczenie i wiedza w posługiwaniu się własnym organem wzroku. Większość informacji, jakie docierają za pośrednictwem wszystkich zmysłów do mózgu człowieka, pochodzi właśnie z narządu wzroku.

Odbieranie przez narząd wzroku człowieka bodźców zewnętrznych w postaci barwnego obrazu

Oko ludzkie, z uwagi na swoją budowę anatomiczną, rejestruje barwny obraz jako mieszaninę trzech składowych promieniowania w zakresie około 700 nm

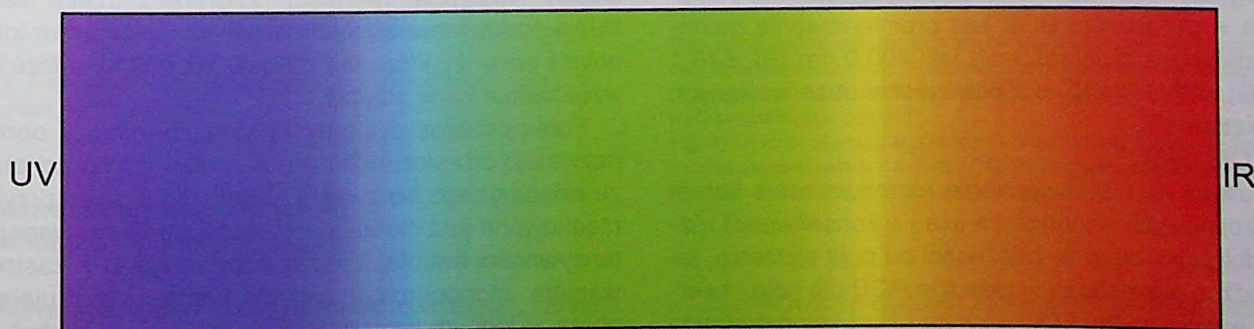
(czerwonego), 530 nm (zielonego) i 420 nm (niebieskiego). Niektóre długości fal są odbierane jako osobne barwy, tworząc widzialne spektrum światła: fioletowe, niebieskie, zielone, żółte, pomarańczowe, czerwone (ryc. 1). Człowiek widzi dzięki obecności komórek światłoczułych w siatkówce oka, zwanych pręcikami i czopkami. Pręciki są komórkami wydłużonymi, walcowatego kształtu i są wrażliwe na stopień jasności, czopki natomiast mają kształt butelkowaty i są wrażliwe na barwę. Ludzkie oko jest zbudowane z trzech rodzajów czopków, które są wrażliwe na trzy barwy: czerwoną, zieloną i niebieską. Za widzenie barwy czerwonej odpowiada około 64% czopków, zielonej – 32%, a niebieskiej – 4%. Narząd wzroku pozwala widzieć i rozróżniać barwy wyłącznie przy dostatecznym poziomie oświetlenia. Można rozróżnić widzenie skotopowe (nocne) – pobudzane są wyłącznie pręciki, mezopowe (zmierzchowe) – pobudzane są pręciki i czopki, występuje ograniczone widzenie barwne, oraz fotonowe (dzienne) – pobudzane są wyłącznie czopki, widzenie barwne. Dodatkowo na wrażenie odbioru barwy przez narząd wzroku człowieka mają wpływ trzy czynniki: dwa jakościowe – odcień (kolor barwy) i nasycenie (różnica między danym kolorem a kolorem szarym) oraz ilościowy – jasność (natężenie światła na siatkówce).

Układy kolorymetryczne

W celu uzyskania możliwości liczbowego wyrażania barw stworzono wiele układów kolorymetrycznych, takich jak np.: RGB, CIE 1931, CIE 1964, CMYK, YUV, HIV oraz wiele innych.

• RGB

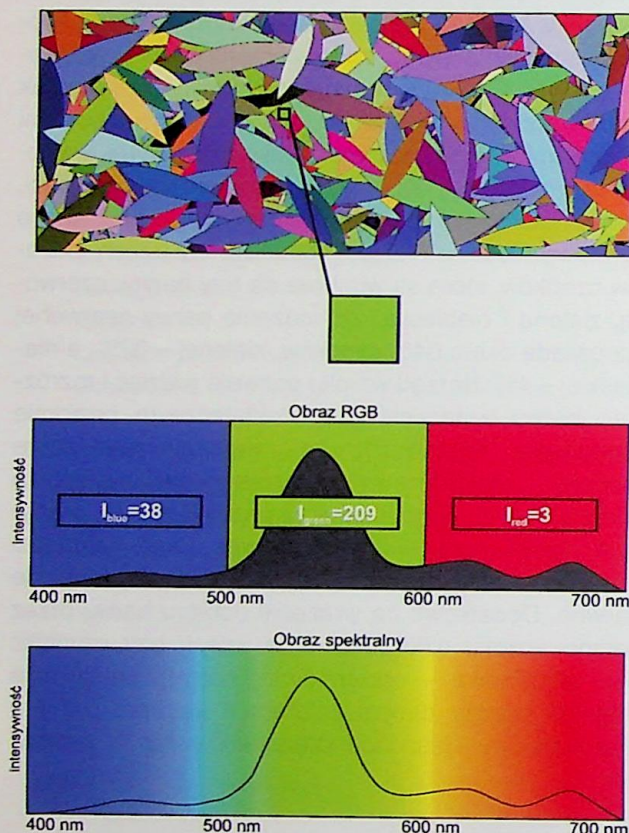
Układ RGB związany jest z addytywnym mieszaniną trzech barw podstawowych: czerwonej (R), zieleni (G) i niebieskiej (B).



Ryc. 1. Widmo światła widzialnego (VIS)

Fig. 1. Visible light spectrum (VIS)

nej (G) i niebieskiej (B). Zgodnie z pierwszym prawem Grassmana, każdy bodziec barwny może być odtworzony przez addytywne mieszanie trzech zmiennych niezależnych, gdzie bodźce niezależne to takie, których nie można odtworzyć za pomocą dwóch pozostałych (ryc. 2).



Ryc. 2. Fragment obrazu przedstawiony w modelu RGB oraz jako obraz spektralny

Fig. 2. Fragment of image present in RGB model as spectral image

● CIE 1931

W 1931 roku Międzynarodowa Komisja Oświetlenia (CIE) zatwierdziła znormalizowany układ kolorymetryczny, tzw. CIE 1931. W układzie tym bodźcem odniesienia w przestrzeni RGB jest promieniowanie monochromatyczne o długościach fali: 700,0 nm (R), 546,1 nm (G), 435,8 nm (B) dla powierzchni obserwowanych pod kątem 2°.

● CIE 1964

Z uwagi na nierównomierne rozmieszczenie komórek czopkowych w siatkówce oka i w konsekwencji różne odbieranie barw w zależności od pola widzenia, jako bodźce odniesienia w układzie RGB dla pola obserwacji wynoszącego 10°, przyjęto układ kolorymetryczny CIE 1964. Dla tego układu za bodźce odniesienia przyjęto w przestrzeni RGB promieniowanie monochromatyczne o długościach fali: 645,2 nm (R), 526,3 nm (G), 444,4 nm (B).

matyczne o długościach fali: 645,2 nm (R), 526,3 nm (G), 444,4 nm (B).

● Inne układy kolorymetryczne

Oprócz wymienionych układów kolorymetrycznych funkcjonują inne, takie jak substraktywny układ CMYK, addytywny układ YUV oraz HSV, HLS, CIE, LUV, CIE LAB.

Rejestracja obrazu za pomocą aparatów i kamer cyfrowych

Narząd wzroku człowieka pozwala widzieć otaczającą rzeczywistość dzięki obecności komórek światłoczułych w siatkówce oka zwanych pręcikami i czopkami. W aparatach cyfrowych za powstanie obrazu odpowiada matryca, która zamienia światło w dane cyfrowe. Stosuje się głównie dwa rodzaje matryc: CCD (*Charge Coupled Device*) oraz CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*), które są półprzewodnikowymi chipami zbudowanymi z sieci małych światłoczułych kwadratów zwanych fotodiodami.

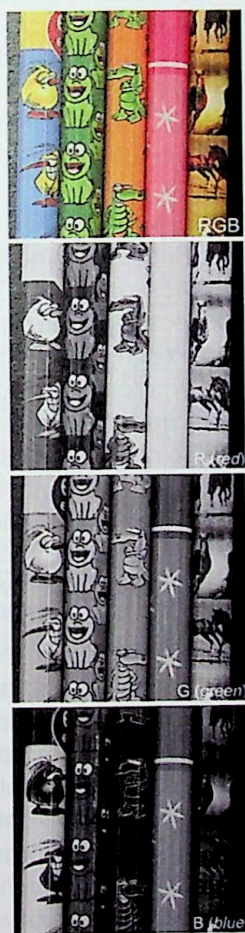
W matrycach CCD praktycznie cały obszar przeznaczony do rejestracji obrazu jest przeszukiwany w celu jak najdokładniejszego odwzorowania kolorów. Odbywa się to w sposób szeregowy, gdzie poszczególne linie przylegających do siebie czujników przekazują zarejestrowane dane. Na końcu każdego szeregu tworzą się swoiste węzły, które również w sposób szeregowy przesyłają informacje dalej, celem ostatecznej analizy uśredniającej. Pojedyncze komórki tworzące matryce CCD nie mają własnej elektroniki sterującej.

W przypadku matryc CMOS każdy jej element rejestruje obraz oddzielnie, przez co zarejestrowane dane można zlokalizować na podstawie współrzędnych danego elementu¹. Największą zaletą tego typu matryc jest możliwość zintegrowania ich z dowolnym elementem półprzewodnikowym, np. procesorem przetwarzającym obraz czy pamięcią RAM².

Z uwagi na fakt, że fotodiody są monochromatyczne, w celu uzyskania barwnego obrazu na matrycy umieszcza się trzy siatki filtrów (czerwony, zielony, niebieski). Następnie informacje zebrane z trzech siatek filtrów poddawane są analizie uśredniającej, tzw. interpolacji barwnej, która ma na celu jak najtrafniejsze odwzorowanie barw zdjęcia.

Funkcjonujące systemy cyfrowej rejestracji obrazu pozwalają odzwierciedlić widok próbki w postaci obrazu składającego się z wielu pikseli, dla których przyporządkowana jest określona wartość zarejestrowanej intensywności światła. Zwykle odbywa się to z zastosowaniem monochromatycznych kamer rejestrujących obraz w jednym kolorze (często z użyciem filtrów) lub mieszanie światła o różnych długościach fali i jest wyrażone w skali szarości. Dla przykładu 16-bitowa kame-

ra rejestruje obraz pozwalający na odwzorowanie 65 536 odcieni szarości. Pojedynczy bit zawiera informacje o dwóch wartościach – czarny i biały, dwa bity to informacje o czterech wartościach – czarny, biały, dwa odcienie szarości. Położenie pojedynczego piksela na obrazie można określić za pomocą dwóch współrzędnych – x , y . Obraz cyfrowy określony jest przez macierz lub zbiór macierzy, których elementami są liczby wraz z przyporządkowanymi później do nich odpowiednimi kolorami według wybranej tablicy kolorowania. Uzyskana w ten sposób mozaika kolorowych punktów daje w pomniejszeniu obraz.



Ryc. 3. Fragment obrazu przedstawiony w systemie RGB oraz rozdzielony na kanały: czerwony, zielony, niebieski

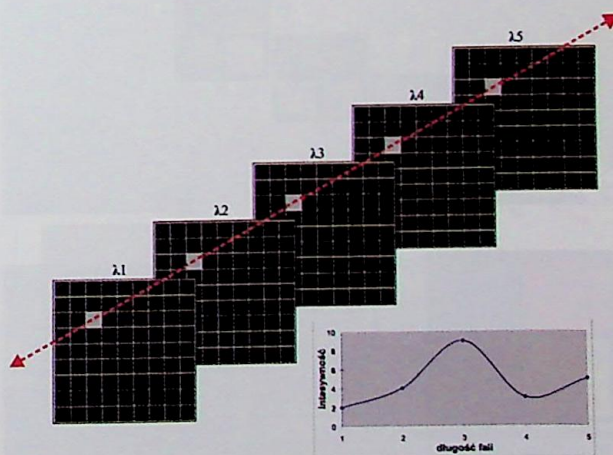
Fig. 3. Fragment of image present in RGB system and separated into red, green and blue channels

Rejestracja obrazu z użyciem technologii *Chemical Imaging*

Konwencjonalne metody spektroskopowe dostarczają danych spektralnych na podstawie analizy promieniowania absorbowanego, rozproszonego bądź emitowanego przez niewielki obszar próbki (punkt) lub

też nieco większy obszar, po złączeniu w większą całość pomiarów punktowych (skanowanie powierzchni).

Chemical Imaging jest technologią, która łączy funkcję cyfrowej rejestracji obrazu (*digital imaging*) oraz molekularnej spektroskopii. Wynikiem tego jest otrzymanie obrazu zawierającego, oprócz tradycyjnych danych ograniczonych do dwuwymiarowej płaszczyzny (dane przestrzenne), dodatkowo informacje dotyczące właściwości spektralnych badanej próbki (dane spektralne). Połączenie tych metod pozwala otrzymać obraz składający się z wielu pikseli, zróżnicowany w zależności od długości fali. W efekcie tworzy się jedno ujęcie próbki, złożone z szeregu obrazów otrzymanych przy różnych długościach fali (trójwymiarowy blok). Obraz taki, obok danych, które posiada konwencjonalny obraz w skali szarości, zawiera również informacje dotyczące intensywności światła dla każdego piksela (obraz dwuwymiarowy – x , y) przyporządkowane określonej długości fali – λ , tworząc dodatkowy wymiar obrazu – x , y , λ . Otrzymane dane w postaci trójwymiarowego bloku mogą być poddane zarówno matematycznym obliczeniom, jak i wizualizacji, jako seria spektralnie rozdzielonych pojedynczych obrazów (ryc. 4 i 5). Przewaga *Chemical Imaging* nad konwencjonalnymi metodami polega na bezpośrednim dostarczeniu pomiarów każdego piksela tworzącego obraz próbki.



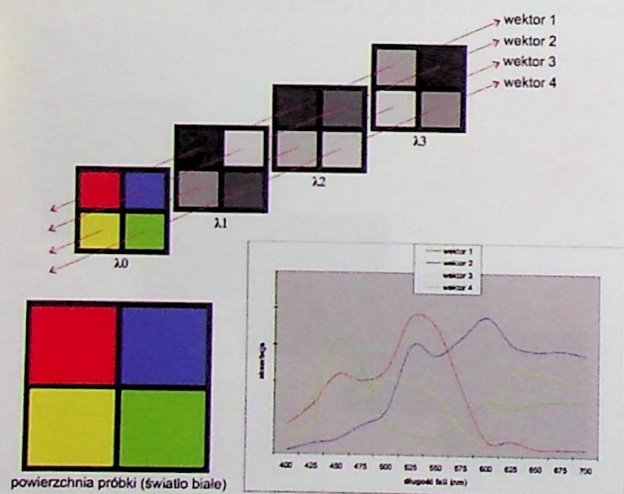
Ryc. 4. Koncepcja rejestracji obrazu w technologii *Chemical Imaging*. Obrazy wykonane w wybranych zakresach promieniowania elektromagnetycznego oraz wykres intensywności w stosunku do długości fali jednego wyszczególnionego piksela³

Fig. 4. Concept of image acquisition in *Chemical Imaging* technology. Images made in selected ranges of electromagnetic radiation and intensity vs. wavelength of specific pixel curve³

Zastosowanie obydwu technik pozwala na detekcję oraz rejestrowanie intensywności promieniowania elektromagnetycznego absorbowanego, odbitego, rozproszonego bądź emitowanego jako funkcja długości fali,

dodatkowo dla lokalizacji każdego pojedynczego piksela tworzącego obraz. Tak otrzymane dane poddane komputerowej obróbce specjalistycznym oprogramowaniem pozwalają scharakteryzować badaną powierzchnię pod względem molekularnym, strukturalnym, a często także jakościowym i ilościowym. Technologia *Chemical Imaging* może wykorzystywać takie techniki spektroskopowe jak: absorpcja w promieniowaniu UV-VIS, emisja fluorescencji, fotoluminescencji, spektroskopia Ramana oraz absorpcja w podczerwieni (NIR, MIR). *Chemical Imaging* jest techniką nieniszczącą, przewiduje niewielkie czynności przygotowawcze próbki do badań, zmniejsza możliwość zanieczyszczenia próbki oraz zwiększa skuteczność analizy zarówno próbek organicznych, jak i nieorganicznych. Dostarczone dane charakteryzują się wysoką rozdzielczością zarówno przestrzenną, jak i spektralną, dochodzącą nawet do jednego nanometra przy wartości FWHM⁴ – 5–7 nm.

Przyjmuje się, że obrazy spektralne w zależności od ilości zakresów pasm promieniowania, przy których kamera rejestruje intensywność światła, można podzielić na: *multi-spectral image* (<10 pasm) oraz *hyper-spectral image* (>10 pasm)⁵.



Ryc. 5. Koncepcja technologii *Chemical Imaging*⁶
Fig. 5. Concept of *Chemical Imaging* technology⁶

W ostatnich latach opracowano różne systemy rejestracji i analizy oparte na technologii *Chemical Imaging*. Podstawowymi składowymi systemów są: źródło promieniowania, moduł pozwalający wybrać odpowiedni zakres promieniowania elektromagnetycznego, optyka (obiektyw makro) oraz detektor (kamera) utrwalający obraz. W systemach tych często wykorzystuje się ciekłokrystaliczny dostrajany filtr LCTF (*Liquid Crystal Tu-*

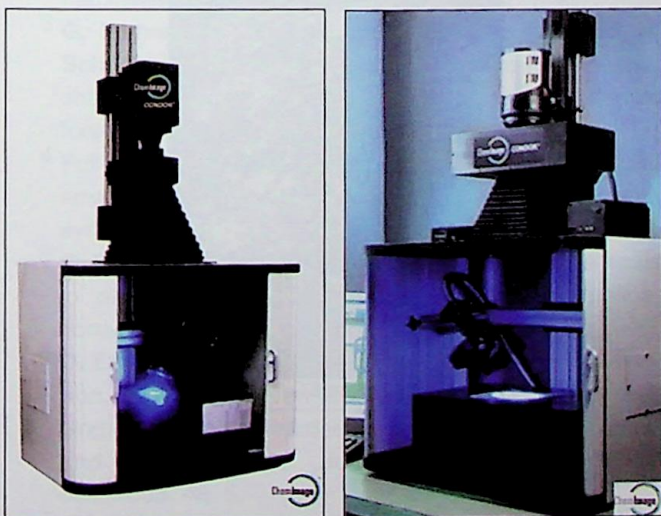
nable Filter). Cechami różniącymi filtr LCTF od innych rozwiązań są: możliwość dostrajania długości fali i łatwa możliwość jej zmiany, wysokiej jakości obraz, zmniejszenie czasu analizy próbki, możliwość elektronicznego sterowania, brak ruchomych części powodujących drgania. Dodatkowo systemy rejestracji obrazu wykorzystują specjalistyczne oprogramowanie służące do akwizycji obrazu i analizy spektralnych danych (np. CI XPertTM Software – ChemImage Corporation). Używa się narzędzi pozwalających przeprowadzić analizę ilościową i jakościową otrzymanych danych spektralnych przyporządkowanych do każdego piksela tworzącego obraz. W literaturze opisano wykorzystanie funkcji chemometrycznych jak: *PCA – Principle Component Analysis*, *MCR – Multivariate Curve Resolution* oraz służących do przygotowania próbki do analizy i poprawy jakości obrazu: *Zero Offset*, *Normalisation*, *Baseline Correction*, *Mapping*, *Crop*, *Average*, *Sharpen*⁷.

Technika *Chemical Imaging* może być wykorzystywana w różnych dziedzinach kryminalistyki, w tym w wizualizacji śladów daktyloskopijnych. Ogromną jej zaletą jest możliwość skutecznego, bezinwazyjnego ujawniania śladów daktyloskopijnych (metoda optyczna), co ma istotne znaczenie w szczególności na podłożach, które z uwagi na swoją wartość nie mogą być zniszczone (np. dzieła sztuki) lub nie mogą nosić znamion przeprowadzonych badań wizualizacyjnych (np. badania prowadzone w ramach czynności operacyjnych). Dodatkowo, taki system detekcji i rejestracji śladów można wykorzystać w wizualizacji śladów linii papilarnych tradycyjnymi metodami chemicznymi i fizycznymi. Możliwość zastosowania szybkiej spektralnej analizy obrazu pozwala na wyekstrahowanie obrazów linii papilarnych w przypadku, gdy innymi metodami jest to niemożliwe bądź bardzo utrudnione, na przykład gdy mamy do czynienia z podłożami wielobarwnymi, gdzie często uzyskuje się zadowalający kontrast z podłożem tylko fragmentu ujawnionego odwzorowania. Podobnie jest przy podłożach wykazujących fluorescencję. D. Exline i współpracownicy⁸ opublikowali wyniki badań mające na celu porównanie wizualizacji śladów z użyciem systemu rejestracji obrazu dostarczającego danych spektralnych badanej próbki oraz konwencjonalnego systemu cyfrowej rejestracji obrazu. Z ich badań wynika, że o ile w przypadku śladów ujawnionych tradycyjnymi metodami zarejestrowanie ich obiema technikami nie sprawiało trudności, to jednak w przypadku śladów pozostawionych na podłożu papierowym, bez zastosowania jakichkolwiek metod wizualizacji śladów, konwencjonalny system nie był w stanie uwidocznąć nawet zarysu odwzorowań linii papilarnych. W przypadku zastosowania technologii *Chemical Imaging*, wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem,

udało się uwidocznnić zarysy odwzorowań linii papilarnych, wykorzystując niewielkie różnice spektralne w miejscach, gdzie znajdowała się substancja potowłuszczowa, a między samym podłożem. Autorzy wskazują na ogromny potencjał metody *Chemical Imaging* oraz konieczność dalszego doskonalenia metody obróbki cyfrowej spektralnych danych obrazu. Wyniki ich badań wskazują na większe możliwości skutecznego zastosowania w przyszłości w wizualizacji śladów systemu *Chemical Imaging* w porównaniu do konwencjonalnego systemu cyfrowej rejestracji obrazu. W większości przypadków zastosowanie spektralnej analizy obrazu dawało lepsze rezultaty wizualizacji śladów ujawnionych metodami: ninhydrynową, DFO, polimeryzacji cyjanoakrylowej z barwnikami fluorescencyjnymi. Badania przeprowadzono, wykorzystując konwencjonalny system o nazwie Poliview produkowany przez australijską firmę Rofin oraz system *Chemical Imaging* o nazwie Condor (USA).

Specjalistyczne firmy dostarczają gotowe, zaawansowane technicznie systemy rejestracji i analizy spektralnej obrazu. W większości przeznaczeniem tych systemów jest analiza mikroskopowa. W specjalistycznej literaturze kryminalistycznej prezentowane są wyniki badań przeprowadzanych najczęściej z użyciem systemu Condor™. Amerykański producent specjalizujący się w technologii *Chemical Imaging*, ChemImage Corporation, oferuje ten system działający w skali makro (ryc. 6, 7). Condor™ w opcji VIS może działać w zakresie promieniowania 400–750 nm, wykorzystując moduł LCTF, rejestrując obrazy z użyciem kamery CCD 1024 X 1024 z obiektywem 16:1. Producent oferuje system z halogenowym źródłem promieniowania, nie wyklucza

to jednak możliwości zastosowania źródła ksenonowego. Urządzenie jest oferowane ze specjalistycznym oprogramowaniem o nazwie CI XPert™ Software, umożliwiającym sterowanie sprzętem, analizę oraz wizualizację otrzymanych danych. Dostępna jest także wersja systemu pracująca w bliskiej podczerwieni (NIR), wykorzystująca moduł LCTF 1100–1700 nm wraz z kamerą InGaAs 340 x 340⁹. Wykorzystanie promieniowania elektromagnetycznego w zakresie podczerwieni rozwiązuje wiele problemów dotyczących wizualizacji śladów daktyloskopijnych na podłożach z wizerunkiem lub tekstem o barwie przysłaniającej odwzorowania linii papilarnych. Na takich podłożach wykorzystanie promieniowania podczerwonego pozwala na łatwe uzyskanie kontrastu na zasadzie spektrochemicznych różnic podłoża i śladu¹⁰. Przykłady uzyskanych obrazów odwzorowań linii papilarnych z zastosowaniem zestawu Condor™ przedstawiono na rycinach 8–12.



Ryc. 6, 7. Zestaw o nazwie Condor, ChemImage Corporation¹¹
(www.chemimage.com)

Fig. 6, 7. Condor unit, ChemImage Corporation¹¹



Ryc. 8, 9. Odwzorowania linii papilarnych zarejestrowane i poddane specjalistycznej obróbce z użyciem zestawu Condor¹²
(www.chemimage.com)

Fig. 8, 9. Finger marks recorded and tprocessed with use of Condor set¹²



Wskazanie miejsca występowania odwzorowania linii papilarnych.



Obraz linii papilarnych otrzymany konwencjonalną metodą cyfrowej rejestracji obrazu (*Digital Imaging*).



Obraz linii papilarnych otrzymany przy użyciu technologii *Chemical Imaging* (*Colorimetric Chemical Imaging*).

Ryc. 10. Porównanie konwencjonalnej metody cyfrowej rejestracji obrazu z metodą *Chemical Imaging* – w tym przypadku: *Colorimetric Chemical Imaging*¹³
Fig. 10. Comparison of traditional digital method of image acquisition with *Chemical Imaging* method – in this case: *Colorimetric Chemical Imaging*¹³



Ryc. 11, 12. Przykładowe obrazy odwzorowań linii papilarnych otrzymane metodą rejestracji – *Chemical Imaging*¹⁴
Fig. 11, 12. Examples of finger mark images generated with *Chemical Imaging* acquisition method¹⁴

Podsumowanie

Dążenie do jak najwyższej dokładności i czułości stosowanych metod ujawniania śladów wymusza poszukiwanie nowych rozwiązań w całym zakresie badań wizualizacyjnych, począwszy od metod optycznych, poprzez wdrażanie coraz bogatszej gamy metod chemicznych, kończąc na sposobach utrwalania wizerunku ujawnianych śladów. Możliwość szybkiego, skutecznego i przede wszystkim bezinwazyjnego ujawniania śladów daktyloskopijnych, co ma istotne znaczenie na podłożach, które nie mogą być zniszczone lub nie mogą nosić znamion przeprowadzonych badań wizualizacyjnych, są to niewątpliwe zalety metody *Chemical Imaging*. Biorąc pod uwagę ogromny potencjał technologii *Chemical Imaging* oraz możliwość jej zastosowania w innych badaniach kryminalistycznych, wydaje się zasadne jak najszybsze wdrożenie do praktyki polskiej kryminalistyki tej nowej techniki rejestracji śladów daktyloskopijnych.

Tomasz Szczepański
ryc.: 1–3 autor

Autor pragnie wyrazić podziękowania dla Jima Jonesa z firmy ChemImage Corporation za okazaną pomoc oraz udostępnienie materiałów.

PRZYPISY

- 1 http://www.cyfrografia.pl/matryca_aparatu.html.
- 2 http://www.czip.pl/arts/archiwum/n/articlear_134979.html.
- 3 G. Payne, Ch. Wallace, B. Reedy, Ch. Lennard, R. Schuler, D. Exline, C. Roux: Visible and near-infrared chemical imaging methods for the analysis of selected forensic samples, „*Talanta*” 2005, 67, s. 334–344.
- 4 Full-Width at Half-Maximum – oznacza szerokość pasma przy transmisji filtru osiągającej 50% wartości maksymalnej.
- 5 G. Polder: Spectral imaging for measuring biochemicals in plant material, <http://www.ph.tn.tudelft.nl/Publications/PHDTheses/GPolder/thesis.pdf>.
- 6 D. Exline, Ch. Wallace, C. Roux, Ch. Lennard, M. Nelson, P. Treado: Forensic applications of chemical imaging: latent fingerprint detection using visible absorption and luminescence, „*Journal of Forensic Sciences*” 2003, 48, 5.
- 7 G. Payne, B. Reedy, Ch. Lennard, B. Comber, D. Exline, C. Roux: A further study to investigate the detection and enhancement of latent fingerprints using visible absorption and luminescence chemical imaging, „*Forensic Science International*” 2005, nr 150, s. 33–51;

- 8 D. Exline, Ch. Wallace, C. Roux, Ch. Lennard, M. Nelson, P. Treado, op.cit.
- 9 <http://www.chemimage.com> oraz materiały firmy ChemImage Corporation, 7301 Penn Avenue, Pittsburgh, PA 15208, USA.
- 10 M. Tahtouh, P. Despland, R. Shimon, J. Kalman, B. Reedy: The application of infrared chemical imaging to the detection and enhancement of latent fingerprints: method optimization and further findings, „*Journal of Forensic Sciences*” 2007, 52, 5.
- 11 Ryciny 6–9 www.chemimage.com.
- 12 Fotografie na rycinach 10–12 otrzymano dzięki uprzejmości Jima Jonesa, ChemImage Corporation.

BIBLIOGRAFIA

1. Anatomia człowieka, W. Sylwanowicz [red.], Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1974.
2. Champod Ch., Lennard Ch., Margot P., Stoilovic M.: Fingerprint and other ridge skin impressions, CRC Press, USA, 2004.
3. Crane N., Bartick E., Schwartz Pelmann R., Huffman S.: Infrared spectroscopic imaging for noninvasive detection of latent fingerprints, „*Journal of Forensic Sciences*” 2007, 52, 1.
4. Exline D., Schuler R., Treado P.: Improved fingerprint visualization using luminescence and visible reflectance chemical imaging, „*Forensic Science Communications*” 2003, 5, 3.
5. Exline D., Wallace Ch., Roux C., Lennard Ch., Nelson M., Treado P.: Forensic applications of chemical imaging: latent fingerprint detection using visible absorption and luminescence, „*Journal of Forensic Sciences*”, 2003, 48, 5.
6. <http://www.chemimage.com>.
7. <http://www.wikipedia.org>.
8. Materiały firmy ChemImage Corporation, 7301 Penn Avenue, Pittsburgh, PA 15208, USA.
9. Miskelly G., Wagner J.: Using spectral information in forensic imaging, „*Forensic Science International*” 2005, 155, s. 112–118.
10. Payne G., Wallace Ch., Reedy B., Lennard Ch., Schuler R., Exline D., Roux C.: Visible and near-infrared chemical imaging methods for the analysis of selected forensic samples, „*Talanta*” 2005, 67, s. 334–344.
11. Payne G., Reedy B., Lennard Ch., Comber B., Exline D., Roux C.: A further study to investigate the detection and enhancement of latent fingerprints using visible absorption and luminescence chemical imaging, „*Forensic Science International*” 2005, 150, s. 33–51.
12. Polder G.: Spectral imaging for measuring biochemicals in plant material, <http://astrophysic.fic.uni.lodz.pl/medtech/dodatki/metpo.html>.
13. Przewodnik po metodach wizualizacji śladów daktyloskopijnych, praca zbiorowa, M. Rybczyńska-Królik i M. Pę-

kała [red.], Wydawnictwo Centralnego Laboratorium Kryminalistycznego KGP, Warszawa 2006.

14. Rumiński J.: Metody reprezentacji, przetwarzania i analizy obrazów w medycynie, <http://astrophysics.fic.uni.lodz.pl/medtech/dodatki/metpo.html>.

15. Tahtouh M, Despland P., Shimmon R., Kalman J., Reedy B.: The application of infrared chemical imaging to the detection and enhancement of latent fingerprints: method optimization and further findings, „Journal of Forensic Sciences”, 2007, 52, 5.

16. Ziemiński Ł.: Fotografia cyfrowa – formaty plików i sygnalizacja, „Problemy Kryminalistyki” 2005, nr 250, s. 31–35.

Streszczenie

Chemical Imaging jest technologią, która łączy funkcję cyfrowej rejestracji obrazu (digital imaging) oraz molekularnej spektroskopii. W efekcie tworzy się jedno ujęcie próbki złożone z szeregu obrazów otrzymanych przy różnych długościach fali. Zastosowanie ciekłokrystalicznego dostrajanego filtru (LCTF) działającego z monochromatyczną kamerą cyfrową o wysokiej rozdzielczości umożliwia analizę spektralną w zakresie widzialnym promieniowania elektromagnetycznego obrazu rejestrowanych śladów daktyloskopijnych. Dzięki różnym właściwościom fizykochemicznym miejsc występowania substancji potowohuszczowej tworzącej ślad oraz podłoża, możliwe jest otrzymanie czytelnego obrazu linii papilarnych, który innymi metodami może być nieosiągalny. Jest to szczególnie istotne na podłożach, które ze względu na swoje właściwości (np. barwa, nadruk), przysyłają całość lub część ujawnionego odwzorowania linii papilarnych.

Słowa kluczowe: wizualizacja śladów daktyloskopijnych, rejestracja śladów daktyloskopijnych, analiza spektralna obrazu, Chemical Imaging.

Summary

Chemical imaging is a technology which combines function of digital imaging with molecular spectroscopy. As a result one image of sample is generated, which consists of many images, obtained at different wave length. Application of liquid crystal tuned filter (LCTF), which works with monochromatic digital camera of high resolution allows for spectral analysis in visible range of electromagnetic radiation of images of registered latent prints. Due to special physical and chemical properties of background and sweat, sebaceous substances which create finger marks it is possible to obtain a clear image of latent prints, which is impossible with use of different methods. It is particularly important in case of backgrounds whose properties (colour, inscription) cover all or part of detected friction ridge impressions.

Keywords: latent prints visualisation, latent print registration, spectral analysis of image, Chemical Imaging.

W następnym numerze

System zarządzania jakością a kryminalistyczne badania włosów

R. Włodarczyk, E. Rzęczyk, I. Sołtyśzewski

Czytelność odwzorowań linii papilarnych wykonanych za pomocą LiveScanera i metodą tradycyjną

– porównanie minucji klasycznych oraz minucji AFIS-owych

P. Drozdowski

Metodyka przesłuchania świadka koronnego

i ocena wiarygodności jego zeznań – wybrane zagadnienia

M. Całkiewicz, T. Całkiewicz

Sprzęt specjalistyczny w służbie Policji Państwowej w Drugiej Rzeczypospolitej

K. Halicki

Mechanizm tworzenia miniatur plików graficznych oraz kryminalistyczne metody ich ujawniania. Cz. I

Z. Bekier

TRIS – narzędzie walki dla pionu kryminalistyki i służb dochodzeniowo-śledczych

M. Ciarka

Rekrutacja i selekcja kandydatów na eksperta daktyloskopii

K. Tomaszewski

Wieloimpulsowa luminescencja opóźniona w daktyloskopii i technicznej analizie dokumentów

B. Drabarek