

Renata Dąbrowska

Zastosowanie kamery termowizyjnej jako uzupełnienie psychofizjologicznych badań poligraficznych – możliwości czy daleka przeszłość?

Pojęcie kłamstwa interesowało człowieka od starożytności. Sprawujący władzę, zwłaszcza sędziowską, stosowali wszelkie możliwe sposoby, aby zdemaskować kłamcę i ustalić prawdę. Wykorzystywane metody miały niejednokrotnie charakter barbarzyński (ordalia, tortury) i już dawno odeszły w zapomnienie. Z biegiem czasu odkryto związek między fizjologią człowieka a jego stanem psychicznym. Kiedy człowiek dopuszcza się kłamstwa, jego ciało zdradza symptomy stresu – rośnie ciśnienie krwi, szybciej bije serce.

Nieustanny rozwój techniki powoduje, że na nowo odkrywamy otaczający nas świat, lepiej pojmujemy poznane wcześniej zjawiska. Dzięki nowoczesnym rozwiązaniom człowiek zaczyna dostrzegać wiele szczegółów, których istnienie jeszcze niedawno wydawało się niemożliwe.

Termowizja (zwana też termografią – ThV) jest metodą badawczą zajmującą się rejestrowaniem, przetwarzaniem i obrazowaniem promieniowania podczerwonego, niewidocznego gołym okiem, lecz odczuwalnego jako ciepło. Należy ona do metod, które w ostatnich latach znacznie się rozwinęły, zyskały nowe zastosowania, a przede wszystkim zwiększyły swoją użyteczność. Termowizja jest oparta na obserwacji i zapisie rozkładu fal promieniowania podczerwonego (zwanego ciepłym lub długofalowym), emitowanym przez każde ciało, którego temperatura jest wyższa od zera bezwzględnego, oraz przekształceniu tego promieniowania na obraz widzialny danego obiektu¹. Przyrządem do badania widma promieniowania podczerwonego jest kamera termowizyjna pozwalająca obserwować rozkład temperatury na badanej powierzchni, przedstawionej w postaci obrazu termalnego zwanego termogramem. Termogram to dwuwymiarowe odzwierciedlenie rozkładu temperatury w różnych punktach badanej powierzchni, prezentujące jej wizualizację w szerokim zakresie barw, tj. od ciemno-granatowego do jasnożółtego, które odpowiadają niskim i wysokim temperaturom. Jasne i ciemne obszary odnoszą się do temperatury badanego obiektu i zapisywane są w postaci pliku komputerowego, dzięki czemu możliwa jest komputerowa analiza rozkładu temperatury na powierzchni badanego obiektu².

Dzięki użyciu zdalnie działającej kamery zastosowanie termowizji nieustannie się rozszerza, obejmując coraz to nowe dziedziny życia: od badań naukowych, przez diagnostykę medyczną, kryminalistykę (badanie śladów), wojsko (różnego rodzaju sprzęty wojskowe, systemy naprowadzania rakiet średniego i dalekiego zasięgu, obserwacje w ciemnościach, fotografie lotnicze), energetykę i przemysł, aż po budownictwo.

Kamera termowizyjna jest urządzeniem niezbędnym przede wszystkim tam, gdzie istotna jest obserwacja różnic temperatur. Już Hipokrates około 400 lat p.n.e. obserwował zmiany temperatury ludzkiego ciała, uwidaczniające się szybszym wysychaniem pasty z mokrej glinki na ciele pacjentów. Także żyjący na przełomie XVI i XVII w.

¹ H. Kolečki, *Kryminalistyczne zastosowania termografii*, Warszawa 1979, PWN, s. 30–31.

² Tamże.

Galileusz zwracał uwagę na metodę ilościowego pomiaru temperatury. Pierwsze kamery termowizyjne, które pojawiły się w latach 70. XX w., niemal natychmiast znalazły zastosowanie w medycynie. Badania termowizyjne należą do jednych z nielicznych, nieinwazyjnych i całkowicie bezpiecznych dla pacjentów metod diagnostycznych. Polegają one na obrazowaniu i analizie promieniowania podczerwonego emitowanego przez badany fragment powierzchni ciała pacjenta. Coraz wyższa rozdzielczość obrazów termowizyjnych i zastosowanie technik komputerowych do analizy termogramów sprzyjają szerszemu wykorzystaniu tej metody w diagnostyce klinicznej. Różnice temperatur ujawniają się wszędzie tam, gdzie występują zmiany ukrwienia mogące świadczyć o niedokrwieniu lub przekrwieniu tkanek, co może oznaczać stan zapalny. Na zmianę temperatury powierzchni ciała wpływ ma również aktywność samego układu naczyniowego. Przykładem zastosowania termowizji w medycynie może być monitorowanie skuteczności terapii w osteoporozie, zmian zwyrodnieniowych czy przewlekłych stanów pourazowych, widocznych w podczerwieni jako obszary zimne, co wynika z ustania procesów przebudowy kości, a co za tym idzie – mniejszego ich ukrwienia. Ponadto termowizja jest doskonałym narzędziem wspomagającym badania kliniczne i mammograficzne w wykrywaniu raka piersi. Dzięki badaniom wiadomo, że chore tkanki, na skutek zmian ich metabolizmu, mają temperaturę wyższą o 1–2°C³. Promieniowanie podczerwone jest też wykorzystywane w termometrach elektronicznych jako czujnik termoelektryczny wychwytyjący każdą zmianę fali podczerwonej, powodując zmianę oporu elementu elektronicznego.

Obecnie wiele światowych ośrodków naukowych prowadzi badania i eksperymenty nad zastosowaniem termowizji podczas badań poligraficznych jako kolejnego komponentu zapisującego emocje człowieka, a mogącego potwierdzić ich wiarygodność. W ośrodkach przygotowuje się też odpowiednie procedury.

Dużym zainteresowaniem cieszą się metody pozwalające dokładniej mierzyć stan emocji człowieka, dzięki którym można wnioskować o jego prawdziwości. Możliwość taką daje na przykład analizator mowy zapisujący niesłyszalne dla ludzkiego ucha drgania głosu, będące wynikiem napięcia związanego z kłamstwem. Amerykańscy uczeni prowadzili też badania nad urządzeniem pozwalającym mierzyć pracę serca i układu oddechowego oraz częstość mrugania powiek bez konieczności kontaktu z ciałem badanego.

Istnieje wiele sposobów stosowanych do oceny prawdziwości, których podstawą jest obserwacja reakcji człowieka na zadawane pytania. Dzięki nim z dużym prawdopodobieństwem można określić, czy osoba mówi prawdę. Podczas obserwacji szczególną uwagę zwraca się na twarz badanego.

Ekspertem w dziedzinie komunikacji niewerbalnej jest profesor Paul Ekman, uznany za autora rewolucji naukowej dotyczącej rozumienia emocji i ich związku z wyrazem twarzy. W jednym z przeprowadzonych eksperymentów pokazał, w jaki sposób twarz może zdradzić kłamcę. Do eksperymentu wytypowano grupę pielęgniarek, a następnie za pomocą kamery wideo nagrywano mimikę ich twarzy podczas oglądania dwóch filmów – pierwszego przyrodniczego o kwiatach, drugiego przedstawiającego krwawą scenę operacji. Następnie kobietom zadawano pytania, a ich odpowiedzi miały przekonać rozmówców, że obejrzone filmy były przyjemne i związane wyłącznie z przyrodą. Pielęgniarki starały się zachować pogodny wyraz twarzy, przeżywając negatywne emocje powodujące co pewien czas pojawianie na ich obliczach niekon-

³ H. Madura, *Pomiary termowizyjne w praktyce*, Warszawa 2004, PAK, s. 24–27.

trolowanych mikroekspresji. Trwający ułamek sekundy grymas obrzydzenia lub lęku szybko był maskowany uśmiechem, ale stop-klatka, która zarejestrowała rzeczywiste odczucia, nie pozostawiała wątpliwości, co te osoby naprawdę czuły⁴. W 1978 r. Ekman wraz ze współpracownikami opracowali system kodowania ruchów twarzy (*Facial Action Coding System* – FACS), który wspomagany pomiarami głosu i mowy pozwalał na zwiększenie dokładności wykrywania kłamstwa⁵. Udowodniono, że mikroekspresje są może najbardziej widoczną, lecz nie jedyną oznaką kłamstwa odzwierciedlonego w mimice człowieka. Od dawna wiadomo, że mięśnie twarzy mogą być uruchamiane na dwa sposoby, tj. jako mimowolne wyrażenie emocji generowane przez niższe, pierwotne, obszary mózgu oraz świadome i dobrowolne, pozostające pod kontrolą kory mózgowej. Niewątpliwie wnioskowanie o kłamstwie na podstawie emocji zawsze niesie ryzyko błędu, analiza wyrazu twarzy (mimiki) może bowiem wspomóc inne techniki wykrywania kłamstwa, nie rozwiązuje jednak zasadniczego problemu, ponieważ żaden gest, uśmiech ani grymas sam w sobie nie świadczy o oszustwie.

Kiedy dopuszczamy się kłamstwa, nasz organizm ma za zadanie zataić prawdę, ale jednocześnie odczuwa dyskomfort. Kłamiącego może zdradzić przyspieszony puls, zaczerwieniona twarz, nadmierne pocenie się (tzw. fizjologia kłamstwa). Neurologrzy z uniwersytetów Pensylwanii i Harvarda dowiedli, że kiedy człowiek kłamie, metabolizm jego mózgu jest inny niż kiedy mówi prawdę.

W 2001 r. grupa naukowców z Mayo Clinic w USA zwróciła uwagę na czynniki, które powodują zmianę rozkładu temperatury na twarzy człowieka. Taki zapis obrazu twarzy można uzyskać, stosując kamerę termowizyjną. Eksperymentując z termowizją, uczeni dowiedli, że nagły sygnał dźwiękowy powoduje zmianę przepływu krwi w naczyniach krwionośnych twarzy, co skutkuje podniesieniem temperatury w oczodołach i obniżeniem jej na policzkach przestraszonego w ten sposób człowieka. Tym samym wskazano, że termiczny obraz twarzy człowieka odzwierciedla jego stan psychiczny. Po zastosowaniu kamery termowizyjnej o wysokiej rozdzielczości stwierdzono, że rozkład temperatury twarzy zależy od tego, czy badany kłamie. W chwili mówienia prawdy obrys twarzy badanego był cały czarny, tylko sporadycznie w okolicach oczu i łuków brwiowych pojawiały się kolory: czerwony, pomarańczowy i brązowy, natomiast w chwili, gdy nie mówił prawdy, prawie cała twarz i oczy były czerwone, pomarańczowe i żółte. Taki obraz świadczy o tym, że kiedy kłamiemy, więcej krwi dopływa do twarzy, co powoduje emitowanie większej ilości ciepła.

W 2003 r. Dean A. Pollina i Andrew H. Ryan zebrali wyniki eksperymentu przeprowadzonego w Departament of Defense Polygraph Institute, które przedstawili w opracowaniu pt. *Związki pomiędzy oddziaływaniem temperatury zewnętrznej skóry twarzy a tradycyjnym pomiarem poligrafu stosowanym w psychofizjologicznym wykrywaniu oszustwa. Badania przygotowawcze*. Założeniem eksperymentu było uzyskanie zapisu ciśnienia krwi, oddechu, przewodnictwa skóry przy użyciu tradycyjnego poligrafu w połączeniu z wysokiej jakości obrazem temperatury zewnętrznej skóry (*surface skin temperature* – SST) zarejestrowanym kamerą termowizyjną.

Uczestnikami eksperymentu były przypadkowe osoby, które dzięki wykorzystaniu historii fikcyjnego przestępstwa zostały zakwalifikowane do grupy kłamców albo

⁴ P. Ekman, W. Friesen, *Facial Sign of Emotional Experience*, Journal of Personality and Social Psychology, t. 39, nr 6, University of California, San Francisco, s. 1134–1225 – tłum. własne.

⁵ <http://portalwiedzy.onet.pl>, W. Froncisz, *Jak wykryć kłamstwo, czy prawdomówność podglądając mózg* [dostęp: 10.07.2012].

prawdomównych. Po wykonaniu eksperymentu uzyskano dużą dokładność i zgodność wyników obu zapisów, tj. poligrafu oraz zmian temperatury zewnętrznej skóry twarzy. Rezultaty zaprezentowanych badań sugerują, że na wyniki SST mogą mieć wpływ emocje, lecz naturalne źródło pochodzenia temperatury nie zostało dotychczas wyjaśnione. Do analizy SST wybrano te obszary twarzy, których mięśnie zaangażowane są do wyrażania ekspresji. Niejasne jest jednak, czy obserwowane zmiany temperatury są powiązane z aktywnością tych grup mięśniowych. Do eksperymentu wybrano dwa najbardziej przewidywalne obszary do wykrywania kłamstwa – okolice oczodołów i nosa. Badanie poligraficzne przeprowadzono wykorzystując test w formacie ZCT (*Zone Comparison Test* – test porównania stref)⁶.

Podobne badania przeprowadzili Rosjanie, starając się wyjaśnić kwestię dotyczącą stopnia podobieństwa rejestrowanych sygnałów termowizji z jednoczesnym zapisem na poligrafie. Doktor Borys Nikołajewicz Jepifancew (kierownik katedry bezpieczeństwa informacyjnego Państwowej Syberyjskiej Akademii Komunikacyjnej w Omsku) i Aleksiej Nikołajewicz Mekin (adiunkt tej katedry) w artykule pt. *O powiązaniach między zapisami poligrafu, termowizji i elektroencefalogramu*⁷, zaprezentowali wyniki doświadczenia. Do przeprowadzenia eksperymentu użyto poligrafu rodzimej produkcji, wyposażonego w czujniki rejestrujące oddech, reakcję skórno-galwaniczną, pletysmograf, ciśnienie tętnicze krwi, kamerę termowizyjną, elektroencefalometr pozwalający rejestrować elektryczną aktywność mózgu w wielu punktach powierzchni czaszki wraz z programem komputerowym, dokonujący analizy zarejestrowanych sygnałów.

Na potrzeby wspomnianego eksperymentu testowanie na poligrafie przeprowadzono, stosując trzy typy pytań:

- 1) neutralne, które nie powinny wywołać reakcji u osób badanych,
- 2) istotne, dotyczące przedmiotu badania, które powinny wywołać najsilniejszą reakcję u osób nieszczerych,
- 3) kontrolne, połączone z czynami związanymi z rozpatrywaną sprawą, ale nie dotyczące ich bezpośrednio.

Mając na względzie przyjętą metodę badania, uznano, że do powstania obrazu termowizyjnego ważne jest, aby rejestrować zmiany temperatury w tych punktach twarzy, w których przebiegają duże naczynia krwionośne. Najbardziej odpowiednie do obserwacji okazały się okolice oczodołów. Po analizie reakcji zarejestrowanych na poligrafie przy pytaniu świadczącym o wprowadzaniu w błąd, okazało się, że temperatura w okolicy oczodołu wzrosła o 0,3° C. Otrzymany wynik wskazał na znaczenie minimalnych i maksymalnych współczynników wielu kombinacji otrzymanych sygnałów w chwili początkowej pracy czujników podczas udzielania nieszczerych odpowiedzi. Następnie porównywano zapisy każdego z czujników z zapisem kamery termowizyjnej oddzielnie. Po analizie wyników stwierdzono niewątpliwą przydatność wykorzystania informacji o wahaniami temperatury w wybranych do oceny prawdomówności obszarach twarzy, a tym samym do podwyższenia wiarygodności wyników uzyskiwanych podczas tradycyjnego badania poligraficznego. Autorzy podkreślili jednak, że znacznie

⁶ D.A. Pollina i A.H. Ryan, *Związki pomiędzy oddziaływaniem temperatury zewnętrznej skóry twarzy, a tradycyjnym pomiarem poligrafu stosowanym w psychofizjologicznym wykrywaniu oszustwa. Badania przygotowawcze* – tłum. własne.

⁷ B.N. Jepifancew, A.N. Mekin, *O powiązaniach między zapisami poligrafu, termowizji i elektroencefalogramu*, Wykłady TUSURA, nr 1(21), cz. 1, 2010, s.103–106 – tłum. własne.

lepsze rezultaty otrzymuje się wtedy, gdy kamera termowizyjna działa poza wiedzą osoby badanej, co wiązałoby się ze zmianą stosowanej metody badań.

Nawiązując do obserwacji zjawisk promieniowania podczerwonego, którego naturalnym źródłem są wszystkie ciała ogrzane, w tym również ciało człowieka, należy przywołać opinię prof. Huberta Koleckiego z Katedry Kryminalistyki Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, który już wiele lat temu wypowiadał się na temat śladów cieplnych, nazywając je zjawiskowymi śladami termicznymi (ZST). Wyjaśniał, że wykrycie istnienia śladu jest zależne od czułości zastosowanej aparatury, co oznacza, że ślad istnieje tak długo, jak długo dane urządzenie może wykryć najmniejszą różnicę między temperaturą nośnika śladu (podłożem), a śladem zostawionym na tym podłożu. Tak więc technika przetwarzania podczerwonych obrazów cieplnych na obrazy widzialne, czyli termowizja, umożliwiła szybkie poszukiwanie i zabezpieczenie ZST. Jest to niezwykle przydatne w praktyce kryminalistycznej⁸.

W pracowni badań poligraficznych należącej do Wydziału Badań Psychofizjologicznych Zarządu Dochodzeniowo-Śledczego Komendy Głównej Żandarmerii Wojskowej (KGŻW) w Warszawie, przy współpracy z Zakładem Techniki Podczerwieni i Termowizji Instytutu Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej, przeprowadzono próbę wykorzystania kamery termowizyjnej w wykrywaniu emocji towarzyszących kłamstwu. Kamerę zastosowano jako dodatkowe urządzenie wspierające badanie poligraficzne. Celem eksperymentu była obserwacja pojawiających się podczas mówienia nieprawdy zmian temperatury na powierzchni twarzy osób poddanych badaniom na poligrafie. Pracująca równoległe z poligrafem kamera termowizyjna rejestrowała poszczególne sekwencje obrazów, które następnie poddawano analizie. Na tej podstawie wskazano miejsca występowania najbardziej wyraźnych zmian temperatury na powierzchni skóry badanego oraz wyznaczono czas opóźnienia reakcji w odniesieniu do momentu zadania pytania, na które uzyskiwano nieprawdziwą odpowiedź⁹. Zbadano także poziom i rodzaj reakcji symptomatycznych zachodzących u osoby badanej w zestawieniu z pytaniami. Szczególną uwagę zwracano na nie przy pytaniu, na które osoba badana miała świadomie skłamać. Wyniki eksperymentu zaprezentowano podczas IV Międzyresortowego Seminarium Poligraficznego odbywającego się w dniach 21–23 września 2011 r. w Waplewie, zorganizowanego przez Wydział Badań Psychofizjologicznych Zarządu Dochodzeniowo-Śledczego KGŻW. Wykład wzbudził szczególne zainteresowanie słuchaczy seminarium z uwagi na nowatorskie rozwiązania.

Powyższe przykłady pokazują możliwości pełniejszego wykorzystania współczesnych osiągnięć nauki, także w odniesieniu do badań poligraficznych, w celu zwiększenia ich efektywności. Potwierdzeniem niech będą doniesienia mediów, że kamery termowizyjne miały zostać zamontowane na jednym z brytyjskich lotnisk, aby służyć pomocą podczas kontroli paszportowej i celnej. Wcześniej brytyjski Urząd Celny polecił uniwersytetowi w Bradford przeprowadzenie badania nad wykorzystaniem kamery termowizyjnej do wykrywania kłamstw. Prowadzący badania profesor Hassan Ugail zapewnił o skuteczności metody, utrzymując, że aktywność mózgu człowieka zmienia się w chwili uprawdopodobniania kłamstwa. Wspomniana metoda wymaga

⁸ H. Kolecki. *Zjawiskowe ślady cieplne*, „Zeszyty Naukowe ASW”, 1974, nr 10, s.165–183.

⁹ H. Polakowski, M. Kastek, J. Pilski, *Analysis of Facial Skin Temperature Changes in Acquaintance Comparison. Question Test*, „European Polygraph” 2001, t. 5, nr 3–4, s. 107–122.

jednoczesnego wykorzystania kamery termowizyjnej oraz standardowej kamery rejestrującej klatka po klatce mimikę twarzy (dzięki temu możliwa jest dodatkowa analiza gestów opracowana przez Ekmana). Zebrany materiał zostaje przesłany do komputera, w którym specjalne algorytmy przeliczają zebrane dane, aby móc wskazać, czy dana osoba mówi prawdę. Na podstawie otrzymanych wyników naukowcy twierdzą, że system ten sprawdza się w dwóch przypadkach na trzy, a w przyszłości jego skuteczność miałaby wzrosnąć do 90 proc.

Eksperti wykonujący testy poligraficzne różnymi metodami próbują zwiększać ich wiarygodność poprzez analizę mimiki twarzy, która pozwala sprecyzować, jaką emocję ukrywa badany w czasie trwania testu, jak również innymi obserwacjami związanymi z zachowaniem osoby badanej, a świadczącymi o określonych stanach emocjonalnych człowieka.

Sposobem ochrony przed popełnianiem błędów jest stosowanie kilku technik jednocześnie oraz powtarzanie testu podczas jednego badania. Pogląd ten w pełni podziela kierownik Katedry Kryminalistyki Uniwersytetu Wrocławskiego, dr hab. Ryszard Jaworski, który od 25 lat prowadzi badania poligraficzne¹⁰.

Przytoczone w niniejszym opracowaniu przykłady świadczą o możliwości stosowania termowizji w trakcie wykonywania badań poligraficznych. Warto przekonać się o jej przydatności, aby móc w pełni potwierdzić wartość uzyskiwanych wyników, które mogą zaważyć na wydaniu trafnej opinii odnośnie prawdomówności. Ma to znaczenie szczególnie wtedy, kiedy waży się los człowieka, tym bardziej, że kłamstwa nie można zobaczyć gołym okiem.

Streszczenie

Artykuł dotyczy badań poligraficznych rozpatrywanych w kontekście zwiększenia ich wiarygodności dzięki zastosowaniu dodatkowych urządzeń służących wykrywaniu kłamstwa. Do najmniej inwazyjnych zaliczyć można analizator mowy zapisujący niesłyszalne dla ludzkiego ucha drgania głosu, które są wynikiem emocji związanych z kłamstwem. Innym urządzeniem umożliwiającym wykrywanie kłamstwa jest kamera termowizyjna. Użyta w połączeniu z tradycyjnym pomiarem reakcji fizjologicznych człowieka podczas badań poligraficznych, niewątpliwie podnosi wskaźnik wykrycia oszustwa.

Abstract

The paper presents definition of thermography in terms of the improvement of its reliability through the use of additional lie-detecting devices. The voice analyzer is considered the least invasive one. It records voice vibrations reflecting human emotions barely audible to the human ear. Another lie-detecting device is a thermovision camera. Used in combination with traditional examination of physiological reactions of a human in a polygraph test, it increases the chances of detecting a lie.

¹⁰ R. Jaworski, *Opinia z ekspertyzy poligraficznej jako dowód odciążający*, Wrocław 1999, Kolonia, s. 8–31.