

**Renata Staszal, Małgorzata Wojtarowicz, Justyna Kotkowska,  
Paweł Zając**

Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego

### **Praktyczne możliwości zastosowania kamery termowizyjnej**

*Prawda ma tylko jedną twarz,  
a kłamstwo ma ich wiele*  
Monteskiusz

Termografia (termowizja) jest najpopularniejszą metodą bezkontaktowego obrazowania i rejestrowania rozkładu temperatury na obiektach, przy wykorzystaniu detekcji promieniowania podczerwonego IR (z ang. *Infrared*), niepowodującą zmian w środowisku badanym. Początek termowizji datuje się na rok 1800, kiedy w trakcie poszukiwań filtra optycznego, który mógłby ograniczać jaskrawość obrazu słońca w teleskopie, przypadkowo promieniowanie podczerwone odkrył astronom sir William Herschel. Natomiast w 1803 r. Saussure i Pictet potwierdzili twierdzenie, że promieniowanie podczerwone może być odbijane, załamywane, rozszczepiane oraz transmitowane<sup>1</sup>. Obecnie badania rozkładu temperatury przy pomocy kamery termowizyjnej są szeroko stosowane, m.in. w budownictwie, lotnictwie czy medycynie, w tym np. do diagnozowania raka piersi, chirurgii serca oraz mózgu, określeniu struktury żył dłoni, wykrywania zapalenia stawów<sup>2</sup>. Możliwe jest również określenie wartości tętna serca, a prowadzone badania wykazywały skuteczność na poziomie ok. 88–90%<sup>3</sup>. Coraz powszechniej słychać o możliwości zastosowania

<sup>1</sup> Więcej w: *Pomiary termowizyjne w praktyce*, red. H. Madura, Warszawa 2004.

<sup>2</sup> <http://www.jneuroengrehab.com/content/6/1/11>.

<sup>3</sup> M. Garbey, R. Sun, A. Merla, I. Pavlidis, *Contact-free measurement of cardiac pulse based on analysis of thermal imagery*, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* contains basic and applied papers dealing with biomedical engineering and applied biophysics, Volume 54, Issue 8, s. 1418–1426.

termowizji do identyfikacji osób pod wpływem środków odurzających oraz odróżniania bliźniąt przez charakterystyczny dla każdego, unikatowy rozkład temperatury na twarzy<sup>4</sup>, pozwalający na jednoznaczną identyfikację<sup>5</sup>.

Ciekawe zastosowanie obrazowania termicznego zaproponowali N. Memarian, A.N. Venetsanopoulos i T. Chan, przeprowadzając badania mające na celu uznanie termowizji jako zjawiska pozwalającego uzyskać kontakt z osobą z ciężkimi upośledzeniami mózgu<sup>6</sup>.

Jako prekursora zastosowania kamery termowizyjnej w Polsce należy uznać H. Kofeckiego, który w 1975 r. opublikował artykuł *Zjawiskowe ślady cieplne*, a w 1979 r. pracę habilitacyjną *Kryminalistyczne zastosowanie termografii*, w których to publikacjach uznał, że ślady cieplne „występują na miejscach tych zdarzeń, które zaistniały wskutek działania wysokiej temperatury”<sup>7</sup>, przy czym zaznaczył, że tak sprecyzowaną definicję należy uznać za duże uproszczenie, m.in. z powodu małej precyzyjności sformułowania „wysoka temperatura”. Omówione powyżej ślady cieplne podzielił na dwie grupy: zjawiskowe ślady termiczne oraz trwałe (substancyjne) ślady cieplne. Zjawiskowe ślady cieplne to takie, które nie prowadzą do materialnych skutków w trwałej postaci, a jedynie do zmian przejściowych. Ślady te nie są widoczne naocznie, a ich wykrycie możliwe jest przy pomocy dotyku albo odpowiedniego aparatu, przy czym aby wykrycie śladów było możliwe, muszą one występować w odpowiednim nasileniu. Tak więc „Zjawiskowy ślad termiczny jest to ślad powstały wskutek oddziaływania termicznego, polegający na wytworzeniu nowego rozkładu pola temperaturowego w dotychczasowym układzie termicznym ciał – bez spowodowania zmian stanu skupienia, postaci i rozmieszczenia ciał tego układu”<sup>8</sup>. W przypadku trwałych śladów termicznych dochodzi do nieodwracalnych zmian, które zachodzą pod wpływem oddziaływania termicznego oraz najczęściej widoczne są gołym okiem, np. zmiana stanu skupienia. Zjawiskowe ślady termiczne zostały podzielone na ślady objętościowe i powierzchniowe, przy czym do śladów powierzchniowych zaliczone zostały ślady kontaktowe. Ślady objętościowe będą występowały w sytuacji, gdy w obszarze o ustabilizowanej wysokości temperatury pojawi się ciało o wyższej temperaturze. Wówczas można domniemywać, że ciało z wyższą temperaturą zostało wprowadzone do otoczenia stosunkowo

<sup>4</sup> J. Anil, R. Bolle, S. Pankanti, *Biometrics, personal identification in networked society*, Kluwer Academic Publishers 2002, s. 6.

<sup>5</sup> F.J. Prokoski, R.B. Riedel J.S. Coffin. *Identification of individuals by mean of facial thermography*, „Security Technology” 1992, s. 120–125.

<sup>6</sup> <http://www.jneuroengrehab.com/content/6/1/11>.

<sup>7</sup> H. Kofecki, *Zjawiskowe ślady cieplne*, „Zeszyty Naukowe ASW”, nr 10 Warszawa 1975, s. 165.

<sup>8</sup> *Ibidem*, s. 168–169.

niedawno, gdyż nie nabyło jeszcze temperatury otoczenia (nie dotyczy to źródeł ciepła). Ślady powierzchniowe będą występowały wtedy, gdy oddziaływanie termiczne będzie dotyczyło tylko fragmentu jakiegoś przedmiotu (np. miejsce po postoju samochodu).

Najbardziej liczną grupą śladów powierzchniowych są ślady kontaktowe, które powstają w chwili, gdy ciało cieplejsze styka się z ciałem zimniejszym (np. ślad stopy na podłodze). Kołeczki analizując możliwość wykorzystania zjawiskowych śladów cieplnych w kryminalistyce za najważniejsze ich cechy uznał wyrazistość, trwałość oraz emisyjność promieniowania. Efekt wyrazistości śladu cieplnego najlepiej będzie uwidaczniał się w przypadku śladów objętościowych, ponieważ widocznie zakreślona będzie różnica pomiędzy ciałami o różnych temperaturach, a w przypadku śladów powierzchniowych – granica pomiędzy ciałami (obszarami) jest płynna. W odniesieniu do zagadnienia trwałości śladu cieplnego należy wziąć pod uwagę takie czynniki, jak wymiana ciepła, np. w postaci promieniowania, wielkość różnicy temperatur pomiędzy ciałami, objętość, masę oraz emisję promieniowania podczerwonego<sup>9</sup>. Dla wyjaśnienia tego ostatniego zagadnienia konieczne wydaje się przytoczenie prawa Stefana-Boltzmann, które twierdzi, że całkowita moc emisyjna ciała czarnego  $\Phi$  jest dana jako:

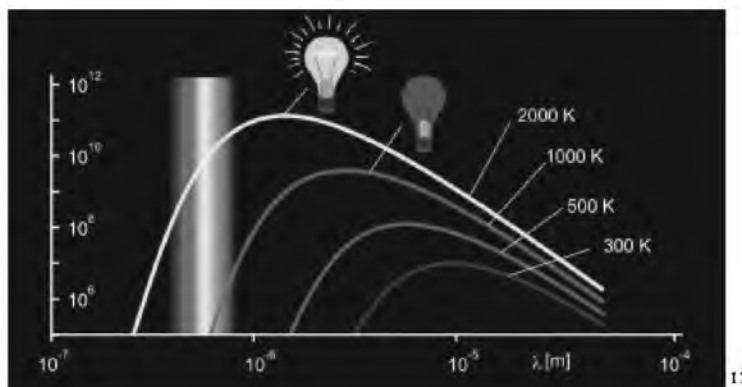
$$\Phi = \sigma T^4$$

gdzie  $\sigma$  jest stałą Stefana-Boltzmann, a  $T^4$  jest temperaturą bezwzględną ciała czarnego.

Za ciało doskonale czarne należy uznać ciało, które promieniuje samo, pochłaniając a nie odbijając inne promieniowanie. W rzeczywistości ciało doskonale czarne nie istnieje. Wartość stała Stefana-Boltzmann wynosi  $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$  lub  $3,3063 \times 10^{-15} \text{ BTU/s.cal}^2 \text{ F}^4$ <sup>10</sup>.

<sup>9</sup> *Ibidem*.

<sup>10</sup> [http://portalwiedzy.onet.pl/8938,,,,stefana\\_boltzmann\\_prawo,haslo.html](http://portalwiedzy.onet.pl/8938,,,,stefana_boltzmann_prawo,haslo.html).



Zmienność widmową promieniowania ciała czarnego opisuje przedstawiony powyżej rozkład Plancka.

Prawo Plancka – opisuje zależność widmowej zdolności emisyjnej ciała doskonale czarnego od długości fali i temperatury.

$$u(\lambda) = \frac{2\pi h^3}{\lambda^5 (e^{hc/\lambda k} - 1)}$$

gdzie:

$\lambda$  – długość fali promieniowania

$h$  – stała Plancka ( $6,626\ 0693\ (11) \cdot 10^{-34}$  [J·s])

$T$  – temperatura ciała doskonale czarnego

$c$  – prędkość światła w próżni

$k$  – stała Boltzmana ( $\approx 1,381 \cdot 10^{-23}$  [J/K])<sup>12</sup>

W swoim artykule KołECKI zaproponował stosowanie nazwy „termoskopia” dla działu kryminalistyki badającego zjawiskowe ślady cieplne (nazwa pochodzi od greckich słów: *termos* – „ciepły”, „gorący” oraz *skopeo* – „oglądam”, „patrzę”, w dosłownym znaczeniu oznacza więc „widzenie ciepła”)<sup>13</sup>. Podkreślił również problem z klasyfikacją śladów cieplnych, ale również np. śladów akustycznych, co wynikało przede wszystkim z niematerialnego cha-

<sup>11</sup> <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1b/Planck1.svg/418px-Planck1.svg.png>.

<sup>12</sup> [home.agh.edu.pl/.../Konspekt%20do%20cw.%20lab.-termowizja.doc](http://home.agh.edu.pl/.../Konspekt%20do%20cw.%20lab.-termowizja.doc).

<sup>13</sup> B. Hołyst, *Suicydologia*, Warszawa 2010, s. 915.

rakteru takich śladów. Kwestia klasyfikacji śladów termalnych do grupy śladów specjalnych (specyficznych) nie rozwiązała problemu całościowo<sup>14</sup>.

Swoje badania nad zjawiskowymi śladami cieplnymi KołECKI postanowił wykorzystać do badania termalnych objawów emocji (kłamstwa) na skórze ludzkiej, tworząc typowy rozkład temperatury głowy dla człowieka zdrowego i tak, odpowiednio, „29–30°C jest przy wierzchnich kosmykach włosów i listwach małżowiny usznej, 31°C na części policzków pokrywających kość policzkową, 32°C na otoczeniu części policzka pokrywających kości policzkowe i na mostku nosa, 33°C na obszarze centrum policzków, zewnętrznej powierzchni nosa na brwiach i powiekach, 34°C jest u podstawy nosa i trzon nosa, otoczenia otworów nosowych, podbródka, grdyki, obszaru między oczyma oraz oczu. 35°C jest zauważalne w okolicach ust, w rejonie bruzdy nosowo-wargowej, na czole i skroni, jak również na bokach szyi. 36°C zauważalne jest w bezpośrednim otoczeniu ust, otoczeniu oczu, centrum skroni oraz najbliższemu miejscu otoczenia otworu usznego. Temperatura 37°C jest w okolicach zmarszczek przyocznych, we wnętrzu otworu usznego, styku mięksiszu uszu z policzkami i wargach”<sup>15</sup>.

Dostrzegając wartość śladów termicznych wcześniej wspomniany autor podkreśla ich znaczenie w działaniach taktyczno-operacyjnych, w badaniach dowodów rzeczowych, w eksperymentach kryminalistycznych, w profilaktyce kryminalistycznej podczas przesłuchania, konfrontacji czy też okazania. W przypadku np. przesłuchania, zmiana temperatury twarzy może świadczyć o zakłopotaniu albo nieszczeroci przesłuchiwanego, przy czym atutem takiego badania jest możliwość prowadzenia go zarówno bez wiedzy osoby badanej, jak i jawnie. Jednakże, jak podkreślił KołECKI, pamiętać trzeba, że badania takie ujawniają jedynie wzmożoną reakcję psychofizjologiczną badanego, co nie jest jednoznaczne z ujawnieniem kłamstwa, może być np. efektem zaburzeń fizjologicznych czy też indywidualnych uwarunkowań<sup>16</sup>. Ważna w tym miejscu wydaje się opinia autorki książki *Psychologii sądowej dla prawników*, że termowizja nie daje nowych możliwości w kwestii badania temperatury, taka możliwość istniała przecież np. przy pomocy termometru, jednakże zastosowanie termowizji stwarza możliwość badania kompleksowego, z mapą temperatury, a nie pomiarem jednostkowym<sup>17</sup>.

W 2002 r. ukazały się badania Pavlidis, Eberhardt i Levine, którzy w przeprowadzonym eksperymencie poprawnie wskazali 6 na 8 winnych oraz 11 na 12 niewinnych uczestników badania na podstawie obrazu termicznego okolic

<sup>14</sup> H. KołECKI, *Zjawiskowe ślady cieplne*, „Zeszyty Naukowe ASW”, nr 10, Warszawa 1975.

<sup>15</sup> E. Gruza, *Psychologia sądowa dla prawników*, Warszawa 2009, s. 214.

<sup>16</sup> H. KołECKI, *Kryminalistyczne zastosowanie termografii*, Warszawa 1979, s. 152–156.

<sup>17</sup> E. Gruza, *Psychologia sądowa dla prawników*, Warszawa 2009, s. 214.

oczu<sup>18</sup>. W swojej pracy zaznaczyli, że badania takie mogą być problematyczne ze względu na wymóg posiadania specjalnego oprogramowania, skomplikowanej analizy ich wyników oraz konieczność obserwowania wybranych obszarów twarzy poprzez obraz termiczny, ale również wyjątkowo obiecujące ze względu na potencjalnie wysoką skuteczność oraz neutralność. Jak się wydaje, także i możliwość długotrwałego przechowywania uzyskanych wyników badań przemawia na rzecz termowizji. Pavlidis i współpracownicy uznali reakcję fizjologiczną w postaci wzrostu temperatury z powodu zwiększenia przepływu krwi do oczu za związaną bezpośrednio z poziomem emocji, w tym stresu<sup>19</sup>. Przy czym jako zjawisko podświadome, niepodlegające kontroli, może być wywołane również przez inne czynniki, nie tylko chęć wprowadzenia w błąd<sup>20</sup>. Badania te zostały przedstawione w popularnym amerykańskim czasopiśmie „Nature”, szybko więc zyskały popularność<sup>21</sup>. Pomimo, że wyniki przeprowadzonych badań nie są wykorzystywane w postępowaniach sądowych, w 2005 i 2006 r. Pavlidis uzyskał amerykańskie patenty (w tym m.in.: *system and method using thermal image analysis for polygraph testing*)<sup>22</sup>.

W 2007 r. ukazał się artykuł H. Polakowskiego i M. Kastka, którzy przeprowadzili badania z wykorzystaniem kamery termowizyjnej i poligrafu. „Celem badania była ocena niezależnych od człowieka reakcji, a także ich charakterystyka w momencie, w którym badany zmuszony był do umyślnego kłamania”. Badania przeprowadzone zostały w temperaturze pokojowej na 3-osobowej grupie (2 kobiety i mężczyzna). W badaniu zastosowano dwa rodzaje testów (test imion i test cyfr). Zastosowane testy dają wysoką szansę na współpracę poprzez wyeliminowanie pytań, na które badany z powodów osobistych nie chce bądź nie może odpowiedzieć. Koniecznym elementem badania było udzielanie przez badanych odpowiedzi negatywnej niezależnie od cyfry, o którą pytał prowadzący, włączając w to wylosowaną. W takiej sytuacji, wśród wszystkich pytań „badany celowo raz udzielał fałszywej odpowiedzi”. W badaniu wykorzystano poligraf oraz dwie kamery termowizyjne w celu ustalenia czasu między udzieleniem fałszywej odpowiedzi a reakcją zarejestrowaną przez poligraf i kamerę termowizyjną. W odniesieniu do wyników uzyskanych za pomocą wariografu, w przypadku odpowiedzi fałszywej odnotowano zmianę wykresu po upływie około 3 sekund od momentu

<sup>18</sup> J. Cacioppo, L.G. Tassinari, G.G. Berntson, *The handbook of psychophysiology*, s. 695.

<sup>19</sup> I. Pavlidis, N.L. Eberhardt, J.A. Levine, *Seeing through the face of deception*, „Nature” 2002, Feb 7, s. 415.

<sup>20</sup> F. Dumont, *A History of Personality Psychology: Theory, Science and Research from Hellenism to the Twenty-First Century*, Cambridge 2010, s. 320–321.

<sup>21</sup> <http://www.nature.com/nature/journal/v415/n6867/full/415035a.html>.

<sup>22</sup> <http://www.patentgenius.com/inventedby/PavlidisIoannisMinneapolisMN.html>.

udzielenia fałszywej odpowiedzi na pytanie. Również ciśnieniomierz wykazał zmianę ciśnienia na 1 sekundę przed pytaniem, natomiast czujnik monitorujący oddech na 5 i 7 sekund po pytaniu. W odniesieniu do badań kamerą termowizyjną istotny jest stres związany z udzieleniem nieprawdziwej odpowiedzi. Wywołuje on niezależną reakcję organizmu – wzrost ciśnienia, a co za tym idzie, zmiany w obrazie termicznym badanej osoby. Aby uzyskany obraz termiczny twarzy nie był zakłócony czynnikami zewnętrznymi, zalecono osobom badanym niestosowanie makijażu, niepicie gorących napojów, niepalenie, a przed rozpoczęciem badania przemyto twarz 70% alkoholem w celu całkowitego jej oczyszczenia. Osoby badane, aby się zaaklimatyzowały, pozostawały również w pomieszczeniu, w którym było przeprowadzone badanie. W trakcie badania należy uwzględnić fakt, że w niektórych częściach twarzy temperatura będzie ulegać zmianie ze względu na pracę mięśni podczas udzielania odpowiedzi, dlatego nie powinny być one analizowane. Duża uwaga powinna być natomiast poświęcona obszarom twarzy, które są dobrze ukrwione i gęsto występują gruczoły potowe<sup>23</sup>.

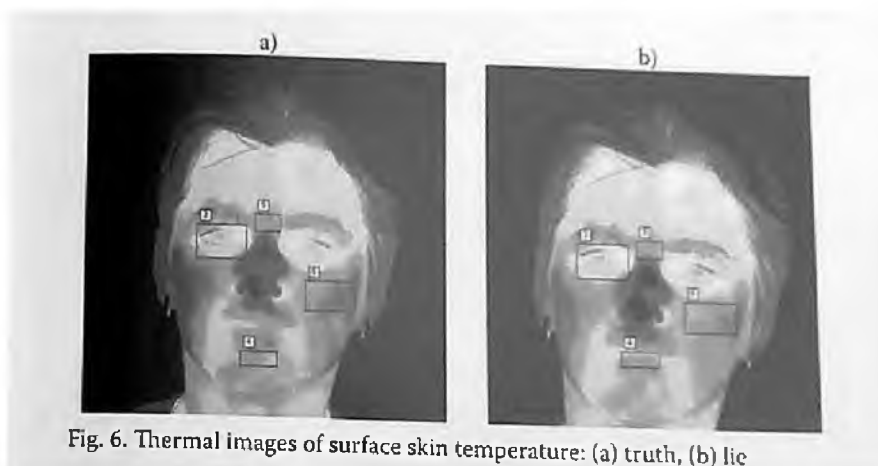


Fig. 6. Thermal images of surface skin temperature: (a) truth, (b) lie

Powyżej przedstawiono obraz twarzy badanej osoby podczas mówienia prawdy w przypadku obrazu A oraz mówienia kłamstwa w przypadku obrazu B. Porównując zdjęcia, na pierwszy rzut oka można stwierdzić, że nie wykazują one różnic w obrazie temperatury twarzy. Jednakże po głębszej analizie zauważalne są zmiany w obrazie temperatury w dwóch miejscach. Zmiany

<sup>23</sup> H. Polakowski, M. Kastek, J. Pilski, *Analysis of Facial Skin Temperature Changes in Acquaintance Comparison Question Test*, „European Polygraph” 2011, Vol. 5, No. 3–4 (17–18).

takie autorzy zaobserwowali u wszystkich uczestników badania. W przypadku odpowiedzi fałszywej zaobserwowano zmianę temperatury o około 0,2°C. Jak już wspomniano, efektywność badań zależy od odpowiedniego doboru obszarów badań, wykluczając miejsca, w których zmiana temperatury może zależeć od innych czynników np. pracy mięśni<sup>24</sup>.

Interesujące badania przeprowadzili również E. Gómez Milán i E. Salazar López. Badacze obserwowali zmiany temperatury twarzy podczas subiektywnych reakcji organizmu. W trakcie badań okazało się, że w chwili mówienia kłamstwa wzrasta temperatura w wewnętrznych kąciach oczu oraz na obszarze nosa. Uzyskany efekt określili mianem „efektu Pinokia”<sup>25</sup>.

Również zastosowanie obrazowania termicznego w połączeniu z analizą wariacji (ANOVA) opisali K. Park, H. Won Suk, H Hwang oraz J-H. Lee. Przebadali 34 uczestników, którzy dobrowolnie zgodzili się na uczestnictwo w eksperymencie, odpowiadając na uczelniane ogłoszenie internetowe. Za udział w badaniu oraz dla zwiększenia motywacji, uczestnikom zaoferowano 10 dolarów. W trakcie badania wykluczone zostały 4 osoby, co w konsekwencji ograniczyło grupę do 30 osób (17 mężczyzn i 13 kobiet w wieku od 18 do 30 lat). Głównym zadaniem uczestników była kradzież czerwonego portfela z pracowni oraz zniszczenie wszelkich dowodów tego czynu (w przypadku osób, które w późniejszym badaniu miały kłamać) albo wysłanie maila (w przypadku osób, które miały mówić prawdę). Wariant badania dokonywany był przez uczestnika. Podczas obrazowania termicznego uczestnikom badania zadawano pytania zgodnie z procedurą CIT. Zgodnie z tą teorią, uczestnik badania, który ukradł portfel, będzie dysponował krytyczną wiedzą na ten temat. Podsumowując przeprowadzony eksperyment badacze stwierdzili, że zastosowanie obrazowania termicznego dla wykrycia oszustwa jest wysoce prawdopodobne, jednakże konieczna jest standaryzacja metody badawczej, techniki oraz sprzętu o wysokiej rozdzielczości<sup>26</sup>.

Z kolei A. Vrij, autor książki *Detecting Lies and Deceit*, zaznaczył, że pomimo faktu, iż metoda jest szybka i nieinwazyjna (może być, na przykład, pomocna na lotniskach), należy zastanowić się nad jej skutecznością w odniesieniu do osób np. zestresowanych czy chorych<sup>27</sup>. Również autorzy artykułu: *Development of Technologies and Test Formats for Credibility Assessment* jako istotny problem podnieśli kwestię uzyskania danych z określonych miejsc od

<sup>24</sup> *Ibidem*.

<sup>25</sup> [http://secretariageneral.ugr.es/pages/tablon/\\*/noticias-canal-ugr/demuestran-el-afecto-pinochoa-cuando-una-persona-miente-cambia-la-temperatura-de-la-punta-de-su-nariz#.UXlqx7U2KJF](http://secretariageneral.ugr.es/pages/tablon/*/noticias-canal-ugr/demuestran-el-afecto-pinochoa-cuando-una-persona-miente-cambia-la-temperatura-de-la-punta-de-su-nariz#.UXlqx7U2KJF).

<sup>26</sup> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3590493/>.

<sup>27</sup> A. Vrij, *Detecting Lies and Deceit, Pitfalls and Opportunities*, West Sussex, 2008, s. 339–340.



obiektu, który pozostaje w ruchu, uniemożliwiając tym samym uzyskanie danych odnośnie do temperatury określonego miejsca, które byłyby wiarygodnym odzwierciedleniem rzeczywistości<sup>28</sup>.

Podobne spostrzeżenia odnośnie do zastosowania kamery termowizyjnej przy obrazowaniu zmian temperatury twarzy podczas mówienia kłamstwa przedstawili H. Polakowski, M. Kastek oraz J. Pilski. Stwierdzili, że zarówno badania poligraficzne, jak i badania kamerą termowizyjną kontrolują reakcje emocjonalne, przy czym, o ile wynik badań poligraficznych oparty jest m.in. na zmianach ciśnienia czy też monitorowaniu oddechu, o tyle wynik badań kamerą termowizyjną opiera się jedynie na termicznym obrazie twarzy. Ich zdaniem, łączne zastosowania kamery termowizyjnej oraz badań poligrafem może być przydatne w celu uzyskania bardziej efektywnych wyników wykrywania kłamstwa. Podkreślili też konieczność przeprowadzenia badań na większej grupie badawczej w celu szerszego zbadania zjawiska<sup>29</sup>. Warta przytoczenia jest opinia, w której zmiana temperatury twarzy jest zjawiskiem podlegającym nieustannemu badaniu, jeśli w przyszłości myśli się o szerszym jej zastosowaniu.

Obecnie szeroko zakrojone badania prowadzi się w Stanach Zjednoczonych, również w piśmiennictwie japońskim można trafić na wzmianki odnoszące się do badań nad zmianami temperatury okolic nosa oraz wewnętrznych części dłoni<sup>30</sup>. Ponadto można nadmienić o tzw. obrazowaniu poprzez wykorzystanie modelu perfuzji krwi (przepływ płynu ustrojowego przez tkankę czy narząd), aby zminimalizować lub całkowicie wykluczyć wpływ temperatury otoczenia na badanie kamerą termowizyjną – zaproponowanym przez autorów artykułu *Infrared Face Recognition by Using Blood Perfusion Data*. Przedstawili oni model bazując na fizjologii termodynamicznej i termicznej. Za cel postawili sobie ulepszenie metody rozpoznawania twarzy przez podczerwień poprzez ocenę przepływu krwi w naczyniach badanego obszaru, skutkującą uwidocznieniem obszarów dokrwionych i niedokrwionych. Powyższa metoda w przyszłości może przynieść zdecydowanie lepsze wyniki, będąc jednocześnie uzupełnieniem obrazowania termowizyjnego. Wyniki przeprowadzonego eksperymentu znacząco potwierdziły powyższą tezę<sup>31</sup>.

<sup>28</sup> A. Pollina Dean, F. Horvath, J.W. Denver, A.B. Dollins, T.E. Brown, *Development of Technologies and Test Formats for Credibility Assessment*, „European Polygraph” 2009, Vol. 3, No. 3–4, s. 109–110.

<sup>29</sup> H. Polakowski, M. Kastek, J. Pilski, *op. cit.*, s. 107.

<sup>30</sup> E. Gruza, *Psychologia sądowa dla prawników*, Warszawa 2009, s. 214.

<sup>31</sup> Shi-Qian Wu, W. Song, Li-Jun Jiang, S. -L. Xie, Feng Pan, Wei-Yun Yau, Surendra Ranganath, *Infrared Face Recognition by Using Blood Perfusion Data*, „Lecture Notes in Computer Science” 2005, Vol. 3546, s. 320–328.

Jednak wykorzystanie kamery termowizyjnej w praktyce, polegające m.in. na wykryciu zmiany temperatury ciała podczas mówienia kłamstwa, jest zarówno metodą nowatorską, jak i kontrowersyjną. Pojawiająca się możliwość prowadzenia badania na odległość, a także bez zgody obserwowanej osoby rodzić może problemy natury etycznej i prawnej, wymagające głębszego zastanowienia. Pogląd ten jest zgodny z nurtem zwanym *neurolaw*, czyli połączenia teorii i praktyki prawniczej z osiągnięciami nauk biologicznych. Zwolennicy teorii *neurolaw* podkreślają oczywiście wszystkie korzyści, jakie może zyskać wymiar sprawiedliwości z zastosowania nowych metod, ale też zaznaczają konieczność rozgraniczenia możliwości ich zastosowania<sup>32</sup>. Podobne zastrzeżenia podnoszą autorzy artykułu *Obrazowanie diagnostyczne kłamstwa*<sup>33</sup>. Ponadto należy przeprowadzić badania mające na celu uściślenie obszarów ciała, w których istnieje możliwość wykrycia różnic w temperaturze podczas szczerzej i nieszczerzej wypowiedzi. W tym celu planowane jest przeprowadzenie badania uzupełniającego przez autorów. Obserwacja zmiany temperatury ciała może być połączona z badaniem fizjologicznych reakcji organizmu człowieka przez poligraf. Powyższe problemy, jak i wiele innych, wymagają szczegółowego wyjaśnienia. Aby tego dokonać, należy przeprowadzić kolejne eksperymenty, a także zwrócić szczególną uwagę na obecną regulację prawną tej kwestii, proponując ewentualnie nowe rozwiązania.

#### Abstract

##### Practical options for using infrared cameras for discovering heat traces in criminal studies

The use of infrared cameras (thermal vision) as a contact-free method of lie detection is a subject as controversial as interesting, which can be attested by recently conducted studies. The article introduces the subject, explains the basic notions, and provides a historical outline. The studies mentioned in the article give hope for a more extensive application of infrared cameras for future lie detection. Certainly, possibility of remote observation of a subject, especially without the subject being aware, may result in problems of ethical and legal nature. What appears a crucial option in this area, however, is the possibility of combining such a test with polygraph examination.

<sup>32</sup> <http://www.granicenauki.pl/index.php/pl/granice-nauki/umysl/102-neurolaw-nowa-nauka-czy-science-fiction>.

<sup>33</sup> P. Lass, J. Sławek, E. Sitek, E. Szurowska, A. Zimmermann, *Obrazowanie diagnostyczne kłamstwa*, „Psychiatria Polska” 2013, t. 47 nr 1, s. 65–74.

## Źródła

### Literatura

- Anil J., Bolle R., Pankanti S., *Biometrics, Personal Identification in Networked Society*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2002.
- Cacioppo J., Tassinary Louis G., Berntson Gary G., *The Handbook of Psychophysiology*, Cambridge University Press, Cambridge 2000.
- Dumont F., *A History of Personality Psychology: Theory, Science and Research from Hel- lenism to the Twenty First Century*, Cambridge University Press, Cambridge 2010.
- Garbey M., Sun R., Merla A., Pavlidis I., *Contact-Free Measurement of Cardiac Pulse Based on Analysis of Thermal Imagery*, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* contains basic and applied papers dealing with biomedical engineering and applied bio- physics, Vol. 54, No. 8.
- Gruza E., *Psychologia sądowa dla prawników*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2009.
- Hołyst B., *Suicydologia*, Lexis Nexis, Warszawa 2010.
- Kołecki H., *Kryminalistyczne zastosowanie termografii*, PWN, Warszawa 1979.
- Kołecki H., *Zjawiskowe ślady cieplne*, „Zeszyty Naukowe ASW”, nr 10, Warszawa 1975.
- Lass P., Sławek J., Sitek E., Szurowska E., Zimmermann A., *Obrazowanie diagnostyczne kłamstwa*, „Psychiatria Polska” 2013, t. 47, nr 1.
- Pavlidis I., Eberhardt N.L., Levine J.A., *Seeing Through the Face of Deception*, „Nature” 2002, No. 415.
- Pavlidis, I. and Levine, J., *Thermal Image Analysis for Polygraph Testing*, „IEEE Engineer- ing in Medicine and Biology Magazine” 2002, No. 21.
- Polakowski H., Kastek M., Pilski J., *Analysis of Facial Skin Temperature Changes in Acquaintance Comparison Question Test*, „European Polygraph” 2011, Vol. 5, No. 3–4.
- Pollina Dean A., Horvath F., Denver J.W., Dollins A.B., Brown T.E., *Development of Technologies and Test Formats for Credibility Assessment*, „European Polygraph” 2009, Vol. 3, No. 3–4.
- Pomiary termowizyjne w praktyce*, red. H. Madura, Agenda Wydawnicza Paku, Warsza- wa 2004.
- Prokoski F.J., Riedel R.B., Coffin J. S., *Identification of Individuals by Mean of Facial Thermography*, „Security Technology” 1992.
- Shi-Qian Wu, W. Song, Li-Jun Jiang, S. -L. Xie, Feng Pan, Wei-Yun Yau, Surendra Ranganath, *Infrared Face Recognition by Using Blood Perfusion Data*, „Lecture Notes in Computer Science” 2005, Vol. 3546.
- Vrij A., *Detecting Lies and Deceit, Pitfalls and Opportunities*, John Wiley & Sons Ltd., West Sussex 2008.

### Netografia

- [www.agh.edu.pl/.../Konspekt%20do%20cw.%20lab.-termowizja.doc](http://www.agh.edu.pl/.../Konspekt%20do%20cw.%20lab.-termowizja.doc)
- [www.nature.com/nature/journal/v415/n6867/full/415035a.html](http://www.nature.com/nature/journal/v415/n6867/full/415035a.html)
- [www.portalwiedzy.onet.pl/8938,,,stefana\\_boltzmann\\_prawo\\_haslo.html](http://www.portalwiedzy.onet.pl/8938,,,stefana_boltzmann_prawo_haslo.html)

[www.secretariageneral.ugr.es/pages/tablon/\\*/noticias-canal-ugr/demuestran-el-efecto-pinochoacuando-una-persona-miente-cambia-la-temperatura-de-la-punta-de-su-nariz#.UXIjvKK8mnd](http://www.secretariageneral.ugr.es/pages/tablon/*/noticias-canal-ugr/demuestran-el-efecto-pinochoacuando-una-persona-miente-cambia-la-temperatura-de-la-punta-de-su-nariz#.UXIjvKK8mnd).

[www.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1b/Planck1.svg/418px-Planck1.svg.png](http://www.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1b/Planck1.svg/418px-Planck1.svg.png).

[www.jneuroengrehab.com/content/6/1/11](http://www.jneuroengrehab.com/content/6/1/11).

[www.patentgenius.com/inventedby/PavlidisIoannisMinneapolisMN.html](http://www.patentgenius.com/inventedby/PavlidisIoannisMinneapolisMN.html).

[www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3590493](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3590493).

[www.granicenauki.pl/index.php/pl/granice-nauki/umysl/102-neurolaw-nowa-nauka-czy-science-fiction](http://www.granicenauki.pl/index.php/pl/granice-nauki/umysl/102-neurolaw-nowa-nauka-czy-science-fiction).

[www.cs.uh.edu/docs/cosc/technical-reports/2005/05\\_25.pdf](http://www.cs.uh.edu/docs/cosc/technical-reports/2005/05_25.pdf).

[www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16786391](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16786391).

[www.nature.com/news/2002/020103/full/news020101-3.html](http://www.nature.com/news/2002/020103/full/news020101-3.html).

[www.springer.com/article/10.1007/s10979-010-9251-3](http://www.springer.com/article/10.1007/s10979-010-9251-3).