

**Grzegorz BIESZCZAD, Tomasz SOSNOWSKI,  
Tomasz ORŻANOWSKI, Mariusz KASTEK**  
WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA, INSTYTUT OPTOELEKTRONIKI

## Metoda śledzenia obiektów w obrazach termowizyjnych z procedurą adaptacyjnego aktualizowania modelu obiektu

**Mgr. inż. Grzegorz BIESZCZAD**

Absolwent Wydziału Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej (2008) – specjalność Teleinformatyka. Obecnie pracownik Zakładu Techniki Podczuwania i Termowizji w Instytucie Optoelektroniki WAT. Zajmuje się problematyką związaną z projektowaniem systemów cyfrowych, programowaniem układów mikroprocesorowych oraz układów FPGA oraz zagadnieniami związanymi z cyfrowym przetwarzaniem obrazów, w tym obrazów termowizyjnych.



e-mail: [gbieszczad@wat.edu.pl](mailto:gbieszczad@wat.edu.pl)

**Dr inż. Tomasz ORŻANOWSKI**

Absolwent Wydziału Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej (1993). Stopień doktora nauk technicznych uzyskał w 2004 roku w dyscyplinie naukowej elektronika, specjalność systemy cyfrowe. Zainteresowania naukowe: detektory mikrobolometryczne, metody korekcji niejednorodności odpowiedzi matrycowych detektorów podczuwania, zastosowanie układów programowalnych w technice podczuwania. Pracuje na stanowisku adiunkta w Instytucie Optoelektroniki WAT.



e-mail: [torzanowski@wat.edu.pl](mailto:torzanowski@wat.edu.pl)

**Dr inż. Tomasz SOSNOWSKI**

Absolwent Wydziału Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej (1993). Od 1996 roku jest pracownikiem Wojskowej Akademii Technicznej. Tytuł doktora nauk technicznych uzyskał w roku 2003. Zajmuje się problematyką związaną z projektowaniem i programowaniem systemów cyfrowych, cyfrową analizą sygnału, analizą obrazu termograficznego, a także zastosowaniem układów programowanych i mikroprocesorowych w technice podczuwania i analizie sygnałów wibroakustycznych.



e-mail: [tsosnowski@wat.edu.pl](mailto:tsosnowski@wat.edu.pl)

**Dr inż. Mariusz KASTEK**

Absolwent Wydziału Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej (1993). Od 1997 roku jest pracownikiem Wojskowej Akademii Technicznej. Tytuł doktora nauk technicznych uzyskał w roku 2002. Zajmuje się problematyką detekcji obiektów w systemach czujników podczuwania stosowanych w systemach ochrony, a także analizą sygnałów oraz algorytmami detekcji implementowanymi w czujnikach podczuwania. Pracuje na stanowisku adiunkta w Instytucie Optoelektroniki WAT.



e-mail: [mkastek@wat.edu.pl](mailto:mkastek@wat.edu.pl)

### Streszczenie

Śledzenie obiektów jest coraz częściej stosowane w systemach wizyjnych używanych do ochrony mienia, kompresji sekwencji wideo czy w produkcji filmowej. Śledzenie obiektu polega na wyznaczeniu jego położenia na pewnej klatce obrazu, na podstawie znajomości jego położenia na poprzednich klatkach. Zadanie to jest szczególnie utrudnione, jeśli wymagany jest krótki czas wykonywania śledzenia. Ponadto w obrazie termowizyjnym nie można śledzić obiektów za pomocą metod stosowanych dla obrazu widzialnego. W artykule został omówiony nowy algorytm śledzenia obiektów w obrazie termowizyjnym polegający na modyfikacji metody Sum of Squared Differences.

**Słowa kluczowe:** przetwarzanie obrazów, śledzenie obiektów, termowizja.

### The enhanced sum of squared differences method for tracking objects in thermal vision pictures

#### Abstract

Real-time object tracking is a critical task in many computer vision applications such as surveillance, object based video compression, or driver assistance. Object tracking is a process of finding a chosen object within a frame using the knowledge about its position in the previous frames. The most challenging issues encountered during visual object tracking are cluttered background, noise, occlusions and change in appearance of the tracked objects. This task is even more challenging when tracking is time constrained, and evaluation of the object position has to be performed in real-time. There exist many techniques for tracking objects but most of them are implemented in colour vision systems. Tracking algorithms for thermal vision systems have not been investigated well yet. This paper deals with adopting the sum of squared differences (SSD) tracking algorithm to thermal vision image sequences. Gradient based tracking methods, like SSD, evaluate target transition by finding changes between two consequent frames. The changes are estimated with gradients in space and time by finding the smallest SSD coefficient. This method is of relatively low computational complexity and can be used in real-time system. In the paper the enhanced SSD algorithm is presented. The enhancement consists in the conditional model update based on the SSDVar coefficient. There is also presented an experiment in which the traditional and enhanced SSD methods are compared.

**Keywords:** image processing, object tracking, thermal vision.

### 1. Wstęp

Systemy analizy i przetwarzania obrazów zyskują w ostatnich latach duże znaczenie, znajdując zastosowanie w coraz to nowych obszarach życia człowieka. Systemy te stosowane są między innymi: w systemach militarnych, w nowoczesnych systemach ochrony, w robotyce, przy nadzorowaniu procesów przemysłowych, w sterowaniu ruchem drogowym, w analizie zdjęć satelitarnych, w medycynie. Generalnie analiza obrazu w tych systemach może dotyczyć dwóch obszarów: poprawy jakości obrazu [3] oraz analizy cech obiektów znajdujących się w obrazach [16]. Poprawa jakości obrazu dotyczy operacji mających na celu takie przetworzenie obrazu, aby uwidocznili te cechy obrazu, które w danym zastosowaniu są najbardziej pożądane [3]. Część systemów analizujących ogranicza się do zagadnień takich jak wykrycie obiektu, czy zbadanie niektórych jego właściwości jak na przykład kształt czy tekstura [4, 5]. Systemy takie najczęściej operują na pojedynczych obrazach i analizują je oddzielnie. Istnieją jednak systemy, w których wymagana jest analiza właściwości dynamicznych obiektów w obrazie, takich jak prędkość przemieszczania się obiektu, kierunek jego ruchu i trajektoria. W takich systemach analizowane muszą być sekwencje obrazów. Algorytmy służące do wyznaczenia w sekwencji obrazów przesunięcia obiektu oraz jego trajektorii ruchu nazywa się algorytmami śledzenia obiektów [1, 6]. Istniejące systemy śledzenia obiektów można podzielić na dwie grupy. W pierwszej grupie systemy pracują w tak zwanym trybie off-line, czyli analizowane są wcześniej zarejestrowane sekwencje obrazów. Przykładem takiego systemu może być system do analizy ruchu aktora stosowany w produkcji filmowej [13]. W takim przypadku analiza sekwencji obrazu odbywa się po jej zarejestrowaniu. System charakteryzuje się dużą dokładnością, jednak wymaga najczęściej dużej mocy obliczeniowej. W grupie drugiej systemy śledzenia obiektów wymagają wyznaczenia kierunku i prędkości obiektu na bieżąco. Systemy takie pracują trybie real-time, czyli wyznaczają parametry obiektu dla danej ramki sekwencji obrazów, przed pobraniem kolejnej ramki [17]. Przy-

kładem systemu pracującego w trybie real-time może być system do analizy ruchu drogowego [14]. Większość systemów stosujących algorytmy śledzenia obiektów operuje w obrazach rejestrowanych w świetle widzialnym. Jednak coraz częściej stosuje się systemy pracujące w widmie podczerwieni [11, 15]. Przykładem systemu wizyjnego pracującego w podczerwieni jest kamera termowizyjna [11]. Zastosowanie systemów podczerwieni jest szczególnie korzystne w takich dziedzinach jak systemy militarne [16], systemy ochrony, diagnostyka przemysłowa i energetyka. W systemach takich często wymagana jest analiza trajektorii poruszającego się obiektu w ograniczonej widoczności lub zupełnej ciemności. Jednak algorytmy śledzenia obiektów obrazach termowizyjnych nie są dobrze zbadane. Podstawowym problemem przy śledzeniu obiektów w obrazie termowizyjnym jest fakt, że granice obiektu są najczęściej rozmyte. Poważnym ograniczeniem dla takiego systemu jest także mała rozdzielczość termogramu w stosunku do obrazów zarejestrowanych za pomocą kamer działających w świetle widzialnym. W widmie podczerwieni występuje szereg zjawisk, które nie występują w tradycyjnych dziennych systemach wizyjnych. Zjawiska występujące przy pomiarach termowizyjnych można modelować i symulować [2], jednak w przypadku implementacji algorytmu śledzenia wymagane było przeprowadzenie rzeczywistego eksperymentu.

## 2. Śledzenie obiektów metodą Sum-of-Squared-Differences

Śledzenie obiektów w obrazie cyfrowym jest operacją zaliczającą się do metod cyfrowego przetwarzania obrazów. Przetwarzanie to polega na wyznaczeniu położenia śledzonego obiektu w pewnej ramce obrazu, na podstawie znajomości jego położenia w poprzednich ramkach. Oznacza to, że metody śledzenia obiektów wyróżniają się spośród metod przetwarzania i analizy obrazów tym, że analizują sekwencje obrazów.

Obraz cyfrowy jest zbudowany ze zbioru tak zwanych pikseli [9, 10], czyli niepodzielnych elementarnych części. Pikselom tym odpowiadają wartości reprezentujące natężenie promieniowania padającego z danego wycinka przestrzeni. W obrazie cyfrowym piksele zorientowane są w ortogonalnym układzie współrzędnych. Pojedynczy obraz nazywamy ramką i oznaczamy:

$$f_k = \begin{bmatrix} f_k(0,0) & f_k(0,1) & \dots & f_k(0,N-1) \\ f_k(1,0) & f_k(1,1) & \dots & f_k(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_k(M-1,0) & f_k(M-1,1) & \dots & f_k(M-1,N-1) \end{bmatrix}, \quad (1)$$

gdzie:

$f_k$  - pojedyncza ramka -  $k$ -ty obraz,

$k$  - numer ramki,

$f_k(m,n)$  - wartość piksela obrazu w  $m$ -tym wierszu

i  $n$ -tej kolumnie,

$M$  - wysokość obrazu (liczba wierszy),

$N$  - szerokość obrazu (liczba kolumn).

Położenie obiektu na obserwowanej scenie zależy od jego bezwzględnego umiejscowienia w przestrzeni. Jest również zależne od położenia kamery, czyli jest wypadkową orientacji przestrzennej obu tych elementów. Obserwując przesunięcie obiektu na scenie nie możemy jednoznacznie określić zmiany jego położenia, gdyż przesunięcie to może wynikać z samego przesunięcia kamery. Aby móc prowadzić jakiegokolwiek wnioskowanie o przesunięciu obiektu należy wprowadzić dodatkowe założenia. Stosując założenie, że scena nie zmienia się, można wnioskować o przesunięciu kamery względem obserwowanej sceny. Takie założenie stosują algorytmy stabilizacji obrazu. Zakładając statyczność kamery można z kolei wnioskować o przesunięciu obiektów w obrazie. Stosowane jest również trzecie podejście łączące dwa wspomniane powyżej. W tym wypadku śledzony jest pewien

zbiór obiektów. Zakłada się, iż część z tych obiektów (zwykle większość) stanowi tło i nie porusza się. Korzystając z takiego założenia i odpowiednio klasyfikując obiekty jako tło lub obiekt poruszający się, można jednocześnie wnioskować o przesunięciu kamery oraz obiektów na obrazie [12].

Algorytm Sum-of-Squared-Differences [7, 8] odnajduje obiekt na kolejnej klatce, poprzez odnajdywanie fragmentu obrazu najbardziej podobnego do fragmentu, na którym obiekt ten znajdował się wcześniej. Ocena podobieństwa owych fragmentów obrazu dokonywana jest za pomocą współczynnika SSD. Ogólna idea odnajdywania obiektu za pomocą metody SSD została zaprezentowana na rysunku 1. Współczynnik SSD określa podobieństwo dwóch fragmentów obrazu. Jeśli dla dwóch fragmentów obrazu współczynnik SSD jest równy zero, to fragmenty te są identyczne. Im współczynnik SSD większy tym podobieństwo fragmentów jest mniejsze. Oba fragmenty muszą mieć ten sam rozmiar (i najczęściej są to obszary prostokątne). Przyjmując, że dwa fragmenty obrazu (nazywane tutaj oknem) mają rozmiar  $(2h+1)$  na  $(2h+1)$  oraz że są one wycentrowane w punktach  $(x,y)$  oraz  $(u,v)$ , można dla nich określić współczynnik SSD korzystając ze wzoru:

$$SSD = \sum_{i \in (-h,h), j \in (-h,h)} [(f_{k-1}(x+i, y+j) - f_k(u+i, v+j))^2], \quad (2)$$

przy czym:

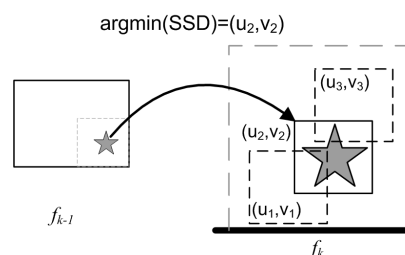
(i,j) - położenie punktów względem środków porównywanych fragmentów,

$h$  - współczynnik reprezentujący rozmiar obiektu,

$(x,y)$  - współrzędne pierwszego fragmentu obrazu,

$(u,v)$  - współrzędne drugiego fragmentu obrazu.

Jeśli założymy, że śledzony obiekt znajduje się na obrazie  $f_{k-1}$  i jest wycentrowany w punkcie  $(x,y)$ , to znalezienie obiektu na kolejnej klatce obrazu polega na znalezieniu takiego punktu  $(u,v)$ , dla którego współczynnik SSD przyjmuje wartość minimalną. Punkt  $(u,v)$  oznaczać będzie środek poszukiwanego obiektu na obrazie  $f_k$ . Poszukiwanie minimalnej wartości współczynnika SSD będzie odbywać się jedynie w sąsiedztwie punktu, w którym obiekt ten znajdował się wcześniej. Rozmiar obszaru poszukiwania zależy od założonej wcześniej dynamiki obiektu. Wynika z tego, że należy wyznaczyć, w jakim zakresie obiekt będzie zmieniał swoje położenie w kolejnych ramkach obrazu. Maksymalne przesunięcie obiektu na obrazie (wyrażone w pikselach) powinno odpowiadać zasięgowi śledzenia, czyli odległości od środka obszaru śledzenia do jego krawędzi. Zwiększenie obszaru śledzenia niesie za sobą konieczność dokonywania większej liczby obliczeń, gdyż trzeba dokonać porównań większej liczby fragmentów obrazów. Aby zminimalizować liczbę porównywanych obszarów, należałoby zapewnić warunki, w których przesunięcie obiektu pomiędzy kolejnymi ramkami obrazów byłoby jak najmniejsze. Zakładając stałe warunki obserwacji obiektu oraz jego właściwości dynamiczne, można zmniejszyć przesunięcia obiektu z obrazu na obraz poprzez zwiększenie liczby rejestrowanych ramek obrazu w jednostce czasu.



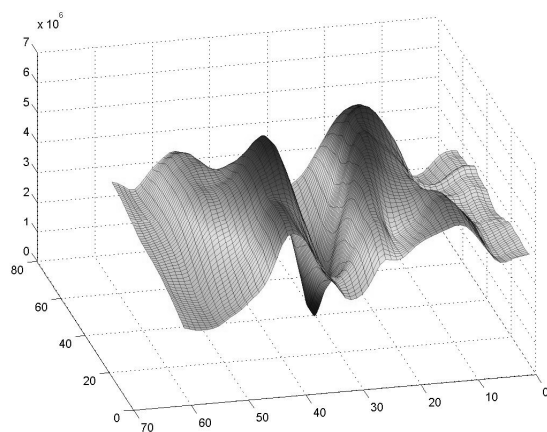
Rys. 1. Lokalizowanie obiektu poprzez odnajdywanie obszaru, dla którego współczynnik SSD jest najmniejszy

Fig. 1. Object localization by finding the area with the lowest SSD coefficient

Procedura śledzenia obiektu dla kolejnych ramek przebiega analogicznie. Znalezione miejsce położenia obiektu na aktualnym obrazie sekwencji definiuje położenie bazowe obiektu. Obszar, w którym znaleziono obiekt jest traktowany jako model obiektu i używany do obliczenia przesunięcia obiektu na kolejnym obrazie sekwencji. W przypadku gdyby algorytm błędnie wyznaczył położenie obiektu, modelem do porównania dla kolejnych klatek stanie się obszar niezawierający śledzonego obiektu. W klasycznym algorytmie SSD model obiektu jest aktualizowany bezkrytycznie. Takie podejście niesie niebezpieczeństwo, że algorytm śledzenia „zapomni” oryginalny wygląd obiektu i w ten sposób „zgubi” obiekt. Podobny efekt mógłby zostać wywołany w przypadku częściowego zakrycia obiektu gdyż utrata części informacji o obiekcie może spowodować jego błędne zlokalizowanie. Algorytm ten ma dobrą skuteczność krótkoterminową tzn. z klatki na klatkę jednak może charakteryzować się niewielką skutecznością długoterminową. Jest to spowodowane tym, że np. częściowe zakrycie obiektu może spowodować, że dalsze śledzenie obiektu będzie niemożliwe.

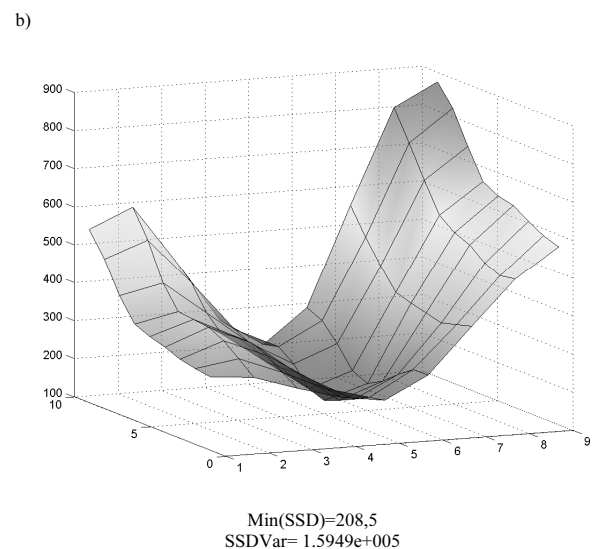
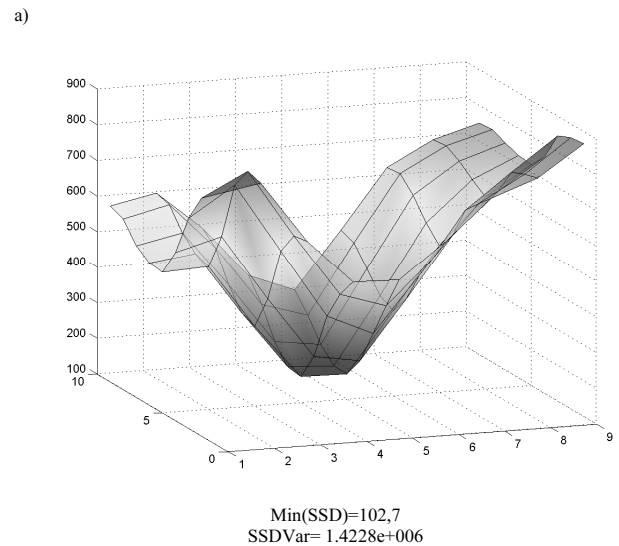
### 3. Modyfikacja algorytmu Sum-of-Squared-Differences

W celu zwiększenia niezawodności algorytmu opracowano modyfikację, dzięki której aktualizacja modelu odbywa się w sposób warunkowy, w zależności od wyznaczonej miary reprezentującej jakość oceny położenia obiektu. W wyniku poszukiwania obiektu na obrazie powstaje zestaw współczynników SSD dla poszczególnych fragmentów obrazu. Powstały zestaw współczynników przedstawić można w postaci macierzy o takim samym rozmiarze jak obszar, w którym obiekt był poszukiwany. Wykres wartości współczynników SSD w funkcji położenia przykładowego śledzonego obiektu został przedstawiony na rysunku 2. Występująca w zbiorze współczynników SSD wartość minimalna określa położenie fragmentu o największym podobieństwie do modelu obiektu.



Rys. 2. Wartość współczynników SSD w funkcji położenia (porównywanych z modelem obiektu) fragmentów obrazu dla obszaru poszukiwania  
Fig. 2. SSD coefficients vs. position of compared fragments in the search area

W wyniku przeprowadzonego eksperymentu przebadano zachowanie algorytmu w różnych sytuacjach. Zauważono, iż w sytuacji kiedy położenie obiektu jest prawidłowo obliczone, w zbiorze wyznaczonych współczynników SSD występuje wyraźne minimum określające miejsce odnalezienia obiektu. W przypadku zakłócenia obrazu obiektu takiego jak częściowe zasłonięcie obiektu, w zbiorze współczynników SSD minimum nie jest tak jednoznaczne. Dla zakłóconego obrazu zbiór współczynników SSD charakteryzuje się mniejszym rozrzutem wyników. Tą właściwość zastosowano w algorytmie decydującym o aktualizacji modelu obiektu.



Rys. 3. Zestaw wyników obliczania współczynników SSD w sąsiedztwie domniemanego położenia obiektu, gdy obiekt jest niezakłócony (a) oraz gdy jest zakłócony (b)

Fig. 3. SSD coefficients for the set of fragments in the search area for undisturbed (a) and unsettled (b) object

W celu ilościowej oceny wyniku śledzenia opracowano nową miarę:

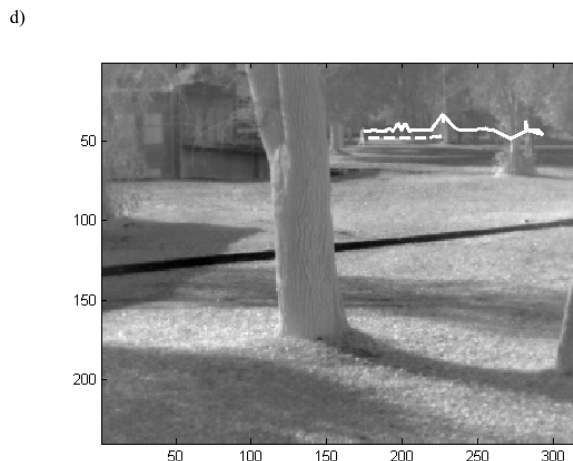
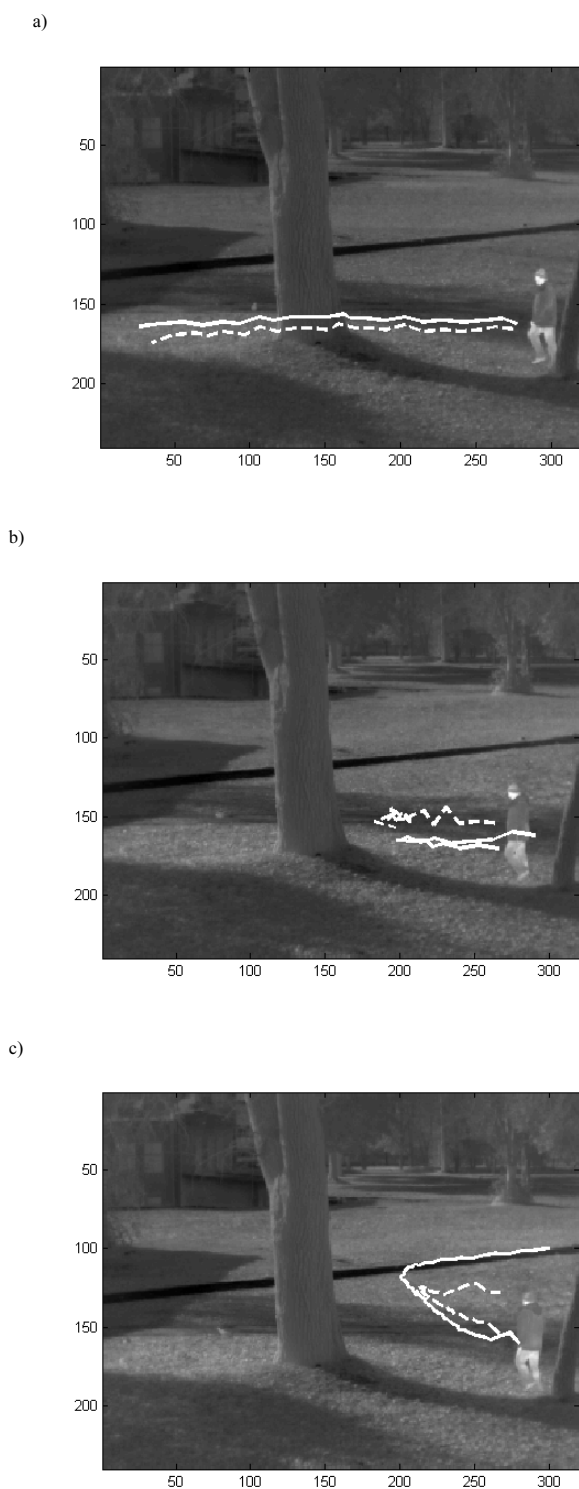
$$SSDVar = \sum_{i \in \{-h, h\}, j \in \{-h, h\}} [(SSD[i, j] - \min(SSD[i, j]))^2] \quad (3)$$

Opracowana miara pozwoliła w pewnym przybliżeniu określić jakość wyznaczenia lokalizacji obiektu. Duża wartość współczynnika SSDVar oznacza, iż odnalezione minimum wartości SSD jest wyraźne i jednoznacznie wskazuje położenie obiektu. Mała wartość współczynnika SSDVar wskazuje, iż nie jest możliwe określenie dokładnego położenia obiektu. Wartość ta jest używana przez algorytm decyzyjny do określenia czy model powinien być w danej klatce aktualizowany. Dla zarejestrowanych sekwencji testowych wyznaczono wartości progowe współczynnika SSDVar, powyżej którego model obiektu był aktualizowany. Wartość progowa zależy od rozmiaru obiektu i musi być dobierana indywidualnie. Jeśli dla danej ramki obrazu współczynnik nie przekroczył zadanego progu model nie był aktualizowany.

W celu zweryfikowania poprawności oraz przeprowadzenia analizy porównawczej działania algorytmów, zarejestrowano za pomocą kamery termowizyjnej szereg specjalnie przygotowanych sekwencji. Kamera zainstalowana była na statywie na wysokości około 4 m nad poziomem gruntu. Kamera podczas rejestracji nie

poruszała się, zatem obserwowala cały czas ten sam wycinek przestrzeni. Obserwowany obszar został wyznaczony tak, by możliwa była rejestracja obiektów poruszających się w różnej odległości od kamery od 10 m do 180 m. Sekwencje składały się z cyfrowych obrazów termowizyjnych o rozdzielczości 384x288 pikseli, rejestrowanych z prędkością 10 ramek na sekundę. Sekwencje przygotowano tak, by możliwe było sprawdzenie skuteczności algorytmów oraz ich odporności na szereg typowych zakłóceń pojawiających się w tego typu zadaniach, jak np. skalowanie obiektu, zmiana jego wyglądu, zmienna trajektoria ruchu, zakrycia przez inne elementy sceny itp.

Wyniki przeprowadzonego eksperymentu dla zmodyfikowanego i klasycznego algorytmu śledzenia obiektów przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Rezultaty wyznaczenia trajektorii śledzenia po wprowadzeniu adaptacyjnej metody aktualizowania modelu (linia ciągła) oraz z wymuszonym aktualizowaniem (linia przerywana) dla sekwencji testowych nr 1 – a), 2 – b), 3 – c), 4 – d).

Fig. 4. Tracking results for traditional (green line) and modified (blue line) SSD algorithm for test sequences 1 – a), 2 – b), 3 – c), 4 – d)

## 4. Wnioski

Modyfikacja algorytmu SSD o procedurę adaptacyjnego aktualizowania modelu spowodowała znaczne poprawienie skuteczności śledzenia obiektów w porównaniu z tradycyjną wersją metody SSD. Tak zmodyfikowana metoda śledzenia obiektów zyskała odporność na całkowite zakrycia obiektu. Zauważono także poprawę wyników śledzenia dla sekwencji trzeciej, w której obiekt nie jest w ogóle zakrywany, a jedynie zmienia swój wygląd. Mimo wykrycia „zakrycia” obiektu algorytm w obecnej wersji nadal próbuje przyporządkować fragment obrazu do modelu i ustalić jego położenie. Powoduje to, iż w chwili zakrycia obiektu pojawiają się istotne zniekształcenia wyznaczenia toru ruchu obiektu. Sugeruje to, iż w metodzie tej pożądanym byłoby zastosowanie w przyszłości filtracji wyników śledzenia oraz predykcji toru ruchu. Niemniej jednak wykazano, iż metoda pracująca w takim wariancie wyróżnia się cechami, które predestynują ją do zastosowań w technice termowizyjnej.

## 5. Literatura

- [1] Bieszczad Grzegorz “Methods of object tracking in vision systems”, AFCEA Symposium, Brussels 2008.
- [2] R. Dulski H. Madura, T. Piątkowski, T. Sosnowski, Analysis of a thermal scene using computer simulations, *Infrared Physics & Technology*, 49 (2007) p. 257-260.
- [3] R. Dulski, Enhancement of the quality of IR images, *Advanced Infrared Technology and Applications AITA 9, Leon (8-12 October 2007), Conference Proceedings*, p. 271 – 274, (2008).
- [4] Kastek M., Piątkowski T., Polakowski H., Sosnowski T., “Methane detection in far infrared using multispectral IR camera”, 9th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography, Kraków, materiały konferencyjne, pp 347-350, 2008.
- [5] H. Polakowski, R. Dulski, K. Formanty, Evaluation of sky and clouds IR radiation, *Advanced Infrared Technology and Applications AITA 9, Leon (8-12 October 2007), Conference Proceedings*, p. 383 – 386 (2008).
- [6] Dorin Comaniciu, Visvanathan Ramesh, Peter Meer “Kernel-Based Object Tracking”, *IEEE Transactions Pattern Analysis and Machine Intelligence*, May 2003, Volume: 25, Issue: 5, pages: 564-577.
- [7] Hager G. Belhumeur P., “Efficient region tracking with parametric models of geometry and illumination”, *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* 20 (10) (1998) 1025-1039.

- [8] Venkatesh Babu R., Perez Patrick, Bouthemy Patrick, "Robust tracking with motion estimation and local Kernel-based color modeling", *Image and Vision Computing* 25 (2007) 1205/1216.
- [9] Malina Witold, Maciej Śmiatacz „Metody cyfrowego przetwarzania obrazów” Akademska oficyna wydawnicza EXIT, Warszawa 2005.
- [10] Gonzalez R.C, Woods R. E. "Digital Image Processing (2nd Edition)", Prentice-Hall 2002.
- [11] Praca zbiorowa "Pomiary termowizyjne w praktyce" Agencja Wydawnicza PAKu – Warszawa 2004.
- [12] V. Javier Traver, Filiberto Pla "Similarity motion estimation and active tracking through spatial-domain projections on log-polar images" *Computer Vision and Image Understanding* Volume 97, Issue 2, February 2005, Pages 209-241.
- [13] C. Barrón, I.A. Kakadiaris : "Monocular human motion tracking" *Multimedia Systems* 10: 118–130 (2004).
- [14] James M. Ferryman, Stephen J. Maybank, Anthony D. Worrall: "Visual Surveillance for Moving Vehicles", *International Journal of Computer Vision* 37(2), 187–197, 2000.
- [15] Kastek M., Sosnowski T., Piątkowski T.: „Passive infrared detektor used for detection of very slowly moving of crawling people” *Opto-Electronics Review*, 16, no. 3, 2008, 328-335.
- [16] Madura H., Dąbrowski M., Sosnowski T., Trzaskawka P.: Metod of automatic recognition of helicopters flying AT low altitudes” 9th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography, QIRT2008, Kraków (2-5.07.2008).
- [17] Sosnowski T., Orzanowski T. Kastek M., Madura H.: „Hardware implementation of object detection algorithms in thermovision observation systems”, *Advanced Infrared Thermography and Applications AITA 9*, Leon (8-12.10.2007).

---

*Artykuł recenzowany*

## INFORMACJE

### Informacje dla Autorów

Redakcja przyjmuje do publikacji tylko prace oryginalne, nie publikowane wcześniej w innych czasopismach. Redakcja nie zwraca materiałów nie zamówionych oraz zastrzega sobie prawo redagowania i skracania tekstów oraz streszczeń.

Artykuły naukowe publikowane w czasopiśmie PAK są formatowane jednolicie zgodnie z ustaloną formatką zamieszczoną na stronie redakcyjnej [www.pak.info.pl](http://www.pak.info.pl). Dlatego artykuły przekazywane redakcji należy przygotowywać w edytorze Microsoft Word 2003 (w formacie DOC) z zachowaniem:

- wielkości czcionek,
- odstępów między wierszami tekstu,
- odstępów przed i po rysunkach, wzorach i tabelach,
- oznaczeń we wzorach, tabelach i na rysunkach zgodnych z oznaczeniami w tekście,
- układu poszczególnych elementów na stronie.

Osobno należy przygotować w pliku w formacie DOC notki biograficzne autorów o objętości nie przekraczającej 450 znaków, zawierające podstawowe dane charakteryzujące działalność naukową, tytuły naukowe i zawodowe, miejsce pracy i zajmowane stanowiska, informacje o uprawianej dziedzinie, adres e-mail oraz aktualne zdjęcie autora o rozmiarze 3,8 x 2,7 cm zapisane w skali odcieni szarości lub dołączone w osobnym pliku (w formacie TIF).

Wszystkie materiały:

- artykuł (w formacie DOC),
- notki biograficzne autorów (w formacie DOC),
- zdjęcia i rysunki (w formacie TIF lub CDR),

prosimy przesyłać w formie plików oraz dodatkowo jako wydruki na białym papierze (lub w formacie PDF) na adres e-mail: [wydawnictwo@pak.info.pl](mailto:wydawnictwo@pak.info.pl) lub pocztą zwykłą, na adres:

Redakcja Czasopisma  
Pomiary Automatyka Kontrola  
Asystent Redaktora Naczelnego  
Agnieszka Skórkowska  
ul. Akademicka 10, p.21A  
44-100 Gliwice

Wszystkie artykuły naukowe są dopuszczane do publikacji w czasopiśmie PAK po otrzymaniu pozytywnej recenzji. Autorzy materiałów nadesłanych do publikacji są odpowiedzialni za przestrzeganie prawa autorskiego. Zarówno treść pracy, jak i wykorzystane w niej ilustracje oraz tabele powinny stanowić dorobek własny Autora lub muszą być opisane zgodnie z zasadami cytowania, z powołaniem się na źródło cytatu.

Przedrukowywanie materiałów lub ich fragmentów wymaga pisemnej zgody redakcji. Redakcja ma prawo do korzystania z utworu, rozporządzania nim i udostępniania dowolną techniką, w tym też elektroniczną oraz ma prawo do rozpowszechniania go dowolnymi kanałami dystrybucyjnymi.