

Karol ONOSZKO, Marcin LIS, Piotr KOZIERSKI
POLITECHNIKA POZNAŃSKA, WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY,
ul. Piotrowo 3A, 60-965 Poznań

Niwelacja wpływu przesyłu strumieniowego na jakość kolorystyki obrazów termowizyjnych

Mgr inż. Karol ONOSZKO

Absolwent Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej. Od 2011 roku student studiów III stopnia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Poznańskiej.



e-mail: karol.onoszko@doctorate.put.poznan.pl

Mgr inż. Marcin LIS

Urodzony w 1987 roku w Poznaniu. Od 2011 roku uczestnik Studiów Stacjonarnych III stopnia na Politechnice Poznańskiej, na wydziale Elektrycznym. Prowadzi prace mające na celu wykorzystanie sieci neuronowej w zagadnieniu sterowania. Badania, które obecnie prowadzi, mają na celu optymalizację sterowania przekształtnika energoelektronicznego w konfiguracji mostka H (źródło prądowe).



e-mail: mail.dla.studenta@gmail.com

Mgr inż. Piotr KOZIERSKI

Urodzony w 1986 roku w Poznaniu. Od 2010 roku uczestnik Studiów Stacjonarnych III stopnia na Politechnice Poznańskiej, na wydziale Elektrycznym. W ramach badań naukowych zajmuje się głównie filtrem cząsteczkowym, ale także optymalizacją. Obecne badania mają na celu estymację stanu sieci elektroenergetycznej przy wykorzystaniu filtra cząsteczkowego.



e-mail: piotr.kozierski@gmail.com

Streszczenie

W artykule opisany został problem zmiany kolorystyki wynikający z procesu konwersji obrazu. Zmiany te zostały zauważone w czasie analizy termogramów, gdzie istotnym jest właściwe odwzorowanie barw, w celu prawidłowego określenia rozkładu temperatur. Korekcja obrazu oparta jest na obserwacji paska palety barw. W tekście przedstawiona jest krótka analiza statystyczna tego obszaru oraz zaproponowany jest algorytm, którego zadaniem jest niwelacja zaburzeń kompresyjnych.

Słowa kluczowe: termowizja, konwersja, korekcja kolorystyki.

Leveling the influence of streaming transmission on the quality of color thermal images

Abstract

The paper describes the problem of color changes resulting from the image conversion process. These changes were observed during the analysis of thermograms (Fig. 1.). It is essential to proper representation of color, in order to properly determine the temperature distribution. Defining the transformation is based on the observation of the bar palette (Fig. 1. area 2). The second section presents the brief statistical analysis of the area. Standard deviations of the changes in individual lines are shown in Fig. 2, while changes of the nature of the RGB components in Fig. 3. On the basis of these observations, an algorithm whose task is to correct the disorder is proposed. The concept of improving the color scheme is based on the establishment of the correct color palette, and then replacing the original pixel values with the values of the newly created palette. The fourth section presents the results obtained by the algorithm correction. The last section presents the qualitative and quantitative changes in the image, as well as the places of their occurrence.

Keywords: thermovision, conversion, color correction.

1. Wstęp

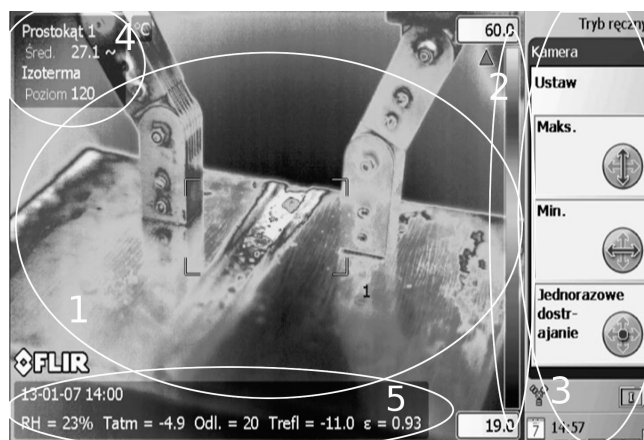
W celu przesłania danych multimedialnych konieczne jest odpowiednie przetworzenie informacji tak, aby dopasować je do możliwości łącza przesyłowego. W takich przypadkach stosuje się

algorytmy kompresyjne, które pozwalają zmniejszyć objętość przesyłanych pakietów. Dzięki temu możliwa jest praca z dostarczoną informacją w czasie rzeczywistym. Takie rozwiązanie w przypadku przesyłania plików dźwiękowych lub video wiąże się jednak najczęściej z koniecznością częściowej utraty danych.

W algorytmach kompresji obrazu, zmniejszających wielkości przetwarzanych danych, wykorzystywane są schematy postrzegania przez ludzkie oko, dzięki czemu niektóre szczegóły mogą być pominięte, ponieważ przeciętny obserwator nie jest w stanie zauważyć różnicy. W przypadku, gdy odbiorcą stanowi urządzenie operujące wartościami liczbowymi poszczególnych pikseli, powstałe zmiany mogą okazać się istotne. Szczególnie ważne jest to w obszarach, gdzie analizowany obraz stanowi podstawę do detekcji nieprawidłowości np. w medycynie, czy w materiałoznawstwie. Nieprawidłowe określenie zmiany, może mieć poważne konsekwencje np. podczas wykrywania nowotworów [1].

2. Analiza obrazu termowizyjnego

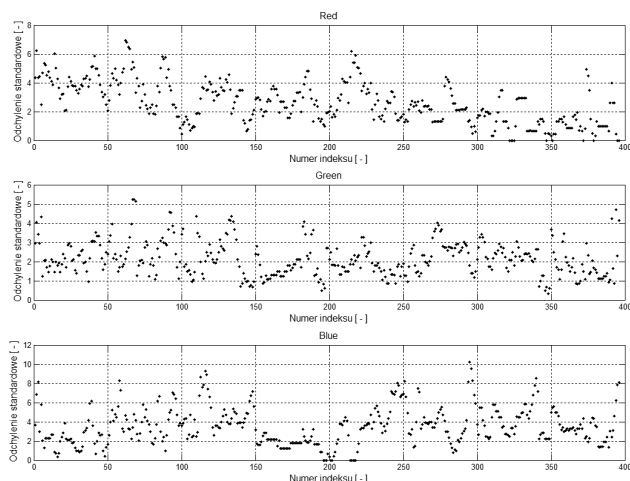
Jednym ze sposobów badania z zastosowaniem analizy obrazów są techniki termowizyjne. Metody te w sposób bezkontaktowy pozwalają na podstawie rozkładu temperatur na określenie stanu obserwowanego obiektu [2]. Na rys. 1. został przedstawiony przykładowy obraz uzyskany za pomocą kamery termowizyjnej.



Rys. 1. Obraz uzyskany z kamery termowizyjnej: 1 – obszar pomiarowy, 2 – pasek palety barw, 3 – menu, 4 – dane pomiarowe z zaznaczonego obszaru, 5 – ustawienia kamery

Fig. 1. Picture obtained from the thermal imaging camera: 1 – measuring area, 2 – color palette bar, 3 – menu, 4 – measurement data from selected area, 5 – camera settings

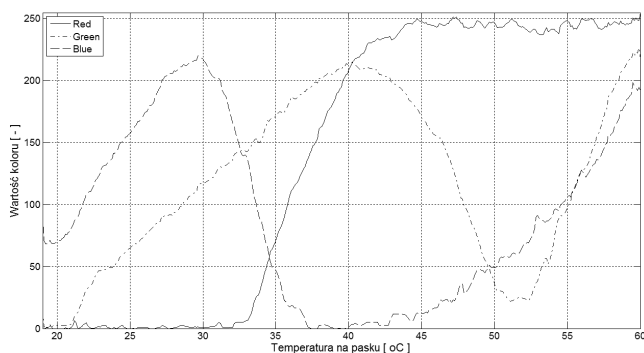
Zmiany jakości obrazu są niezauważalne. Jednakże analizując dokładniej wartości poszczególnych pikseli, można jednoznacznie stwierdzić, iż wartości te w wyniku kompresji uległy zmianie. Wyraźnie jest to widoczne na pasku palety barw (rys. 1, obszar 2), gdzie piksele w wierszach, które powinny być identyczne, różnią się między sobą. Wykresy na rys. 2. obrazuje w jaki sposób zmienia się odchylenie standardowe w poszczególnych wierszach dla każdego z kolorów składowych. Należy zwrócić uwagę na to, iż są to wartości korelujące między sobą. Prawdopodobnie jest to związane ze wzajemnym oddziaływaniem w wyniku rozmycia obrazu sąsiadujących z sobą pikseli.



Rys. 2. Odchylenie standardowe składowych RGB w funkcji numeru wiersza paska palety barw przykładowej ramki

Fig. 2. The standard deviation of the RGB components as a function of the number of the color palette row of a sample frame

Dokonując analizy paska palety barw wzdłuż kolumn otrzymywane są grupy profili składowych RGB. Na rys. 3. przedstawiono zmiany wartości średniej w wierszach tych charakterystyk dla przykładowej ramki. Dziedzina wykresu jest przedstawiona w °C, jest to nic innego jak odpowiednio przeskalowany indeks wiersza paska palety barw. Przebieg zmian każdej składowej jest odmienny, zależny od zastosowanej w kamerze termowizyjnej kolorystyki, wszystkie jednak mają postrzępiony charakter. Zakłócenia te są różne dla obrazów w kolejnych klatkach. Można stąd wnioskować, iż są związane ze zmianą informacji w ramkach.



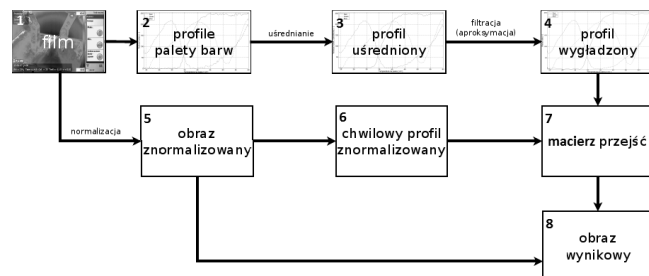
Rys. 3. Profile średnich wartości składowych RGB paska palety barw w funkcji temperatury przykładowej ramki

Fig. 3. Profiles of medium components of RGB values of the color palette as a function of the temperature of a sample frame

3. Algorytm korekcyjny kolorystyki obrazu

Idea korekcji kolorystyki termogramów opiera się na podmianie wartości poszczególnych pikseli ramki pierwotnej na skorygowane

wartości przy założeniu, iż algorytm kompresyjny działa jednakowo w całym obszarze klatki. Aby było to możliwe konieczne jest utworzenie prawidłowej palety barw mogących wystąpić na obrazie oraz właściwe powiązanie jej wartości z pierwotną kolorystyką. Schemat blokowy tego algorytmu znajduje się na rys. 4.



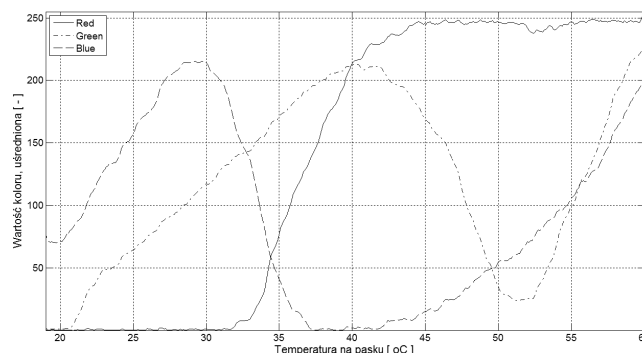
Rys. 4. Schemat działania algorytmu niwelującego negatywny wpływ przesyłu strumieniowego

Fig. 4. Algorithm scheme leveling the negative impact of streaming transmission

Pierwszym krokiem realizującym poprawę obrazu jest wyodrębnienie profili podobnych do tych z rys. 3 (rys. 4, blok 2). Następnie w kolejnym etapie następuje uśrednienie wszystkich charakterystyk z całego filmu. Dzięki temu otrzymywane są przebiegi składowych RGB widoczne na rys. 5. nieobciążone wpływem zmian z poszczególnych ramkach (rys. 4, blok 3).

Jak można zauważyć porównując rys. 3 i 5 zabieg uśredniania spowodował wygładzenie profili. Nie usunęło to jednak wszystkich zakłóceń, które prawdopodobnie są powodowane występowaniem niezmiennych obszarów na obrazie (rys. 1, obszary 3, 4, 5) i ich wpływie na pozostałe fragmenty.

W dalszym etapie następuje kolejne wygładzenie profili (rys. 4, blok 4). W prostszym rozwiązaniu osiąga się to poprzez aproksymację. Należy tu zwrócić uwagę na odpowiednie dobranie rzędu równania aproksymującego, który może okazać się różny dla każdej ze składowych RGB. Lepsze efekty można osiągnąć stosując filtr dolnoprzepustowy. Zastosowanie takiego rozwiązania pozwala pozbyć się zakłóceń oraz nie wywołuje „falowania” lub „wzbudzenia” przebiegów profili, co ma miejsce zwłaszcza przy wyższych rzędach równania aproksymującego. Wadą filtracji dolnoprzepustowej jest konieczność odpowiedniej modyfikacji charakterystyk RGB, w celu eliminacji wpływu opóźnienia filtru oraz utraty ostatnich próbek. Tak przygotowane profile stanowią punkt odniesienia w dalszym procesie korekcyjnym.



Rys. 5. Uśrednione w czasie profile wartości składowych RGB paska palety barw

Fig. 5. Averaged in time profiles of the RGB component values of the color palette

Następne etapy poprawy kolorystyki odbywają się niezależnie na każdej klatce. Korzystając ze wzoru (1) następuje normalizacja ramki

$$x = \frac{X}{R + G + B}, \quad (1)$$

gdzie: x – wartość znormalizowana, X – wartość składowej R , G lub B . Pozwala to na eliminację wpływu zmian wartości luminancji w obrazie (rys. 4, blok 5). Kolejnym krokiem jest wyodrębnienie chwilowego profilu znormalizowanego (rys. 4, blok 6) i powiązanie go z wcześniej utworzonym profilem wygładzonym. Powstaje w ten sposób macierz przejść (rys. 4, blok 7), która stanowi element translacyjny pozwalający na uzyskanie ostatecznie prawidłowego obrazu (rys. 4, blok 8).

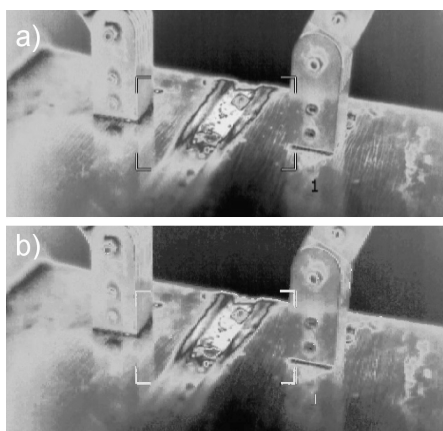
4. Analiza wyników działania algorytmu korekcyjnego

Porównując obraz uzyskany w wyniku działania algorytmu korekcyjnego z oryginalną klatką można stwierdzić, iż nastąpiło pozorne pogorszenie jakości (rys. 6). Pojawiła się ziarnistość, niektóre szczegóły zostały usunięte. Nastąpiło również wyostrenie detali. Zmiany, które pojawiły się wynikają głównie z faktu, iż liczba użytych barw w uzyskanym obrazie została ograniczona do 396, czyli do ilości wierszy w pasku palety barw (rys. 1, obszar 2). W obrazie pierwotnym bogatsza paleta była skutkiem kompresji oraz rozmycia. Powstałe w ten sposób kolory przejściowe nie odpowiadały tym znajdującym się na pasku, czyli kolorom prawidłowego termogramu.

W obrazie wynikowym niektóre elementy zostały usunięte oraz zastąpione zbliżonym kolorem będącym w nowej palecie. Taki proces można zaobserwować na rys. 6, gdzie np. na pierwszym obrazie widoczna jest czarna cyfra „1”, która następnie została usunięta.

Konsekwencją mniejszej ilości kolorów oprócz powstałej ziarnistości obrazu jest również jego wyostrenie. Przejścia między sąsiadującymi ze sobą pikselami nie zawsze są płynne. Największe różnice powstają w miejscach, gdzie barwa na obrazie zmienia się skokowo np. z czerwonego w niebieski. Jest to przedstawione na rys. 7, 8, 9 i 10, gdzie ciemniejsze obszary przedstawiają miejsca, w których przy pomocy algorytmu korekcyjnego wartości pikseli zostały najbardziej zmienione.

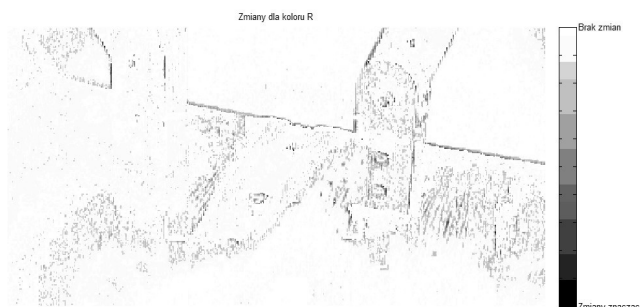
Zmiany dla poszczególnych składowych RGB nie są identyczne. Różnice składowej R widocznej na rys. 7. są najbardziej znaczące w miejscach występowania krawędzi elementów znajdujących się na termogramie oraz dużych gradientów temperatur. Tworzone są w ten sposób wyraźne obrysy.



Rys. 6. Fragment analizowanego termogramu: a) – pierwotny, b) – wynikowy
Fig. 6. Part of the analyzed thermogram: a) – original, b) – resulting

Zmiany składowej G (rys. 8) mają zupełnie inny charakter. Cechują się większym rozrzutem na całej powierzchni obrazu oraz brakiem wyraźnych skupisk tak jak ma to miejsce w przypadku różnic składowej R . Można również zauważyć, iż zmiany koloru

zielonego najczęściej występują w miejscach, gdzie gradient różnicy temperatur jest niewielki.

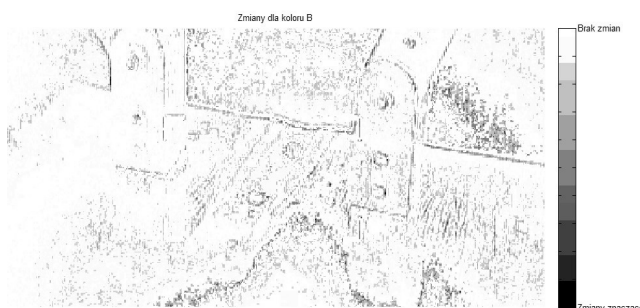


Rys. 7. Zmiany pomiędzy obrazem pierwotnym a wynikowym składowej R
Fig. 7. Changes between the original and resultant image for component R



Rys. 8. Zmiany pomiędzy obrazem pierwotnym a wynikowym składowej G
Fig. 8. Changes between the original and resultant image for component G

Najwięcej zmian algorytm korekcyjny dokonał w przypadku składowej B (rys. 9). Różnice występują zarówno w obszarach dużych jak i małych gradientów temperatur. Zmiany pomiędzy termogramem oryginalnym i wynikowym w przypadku składowej B pojawiają się również w miejscach, gdzie składowa ta stanowi podstawę barwy piksela. Podobnie jest w przypadku dwóch poprzednich składowych, jednakże kanał niebieski wykazuje znacznie wyraźniejsze zmiany.



Rys. 9. Zmiany pomiędzy obrazem pierwotnym a wynikowym składowej B
Fig. 9. Changes between the original and resultant image for component B

Biorąc pod uwagę wszystkie składowe RGB (rys. 10) został wykorzystany wzór:

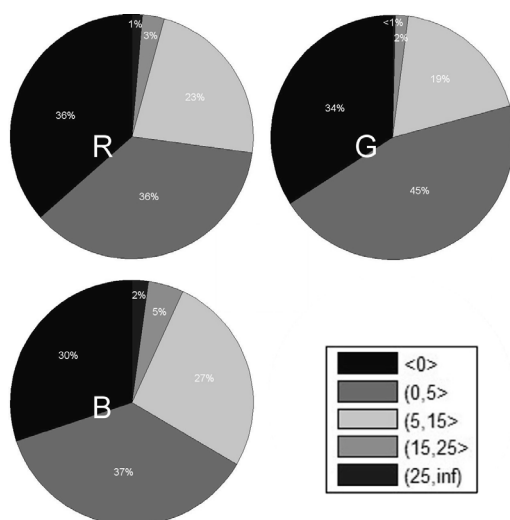
$$y = \sqrt{(R_o - R_w)^2 + (G_o - G_w)^2 + (B_o - B_w)^2}, \quad (2)$$

gdzie: y – różnica między wartością poszczególnych pikseli, R_o , G_o , B_o – wartości składowych piksela oryginalnego, R_w , G_w , B_w – wartości składowych piksela wynikowego.

Uzyskany w ten sposób obraz jest zbliżony do obrazu różnicowego składowej B znajdującego się na rys. 9. Można stąd wnioskować, iż proces kompresyjny ogranicza objętość przesyłanego obrazu poprzez zmiany w głównym stopniu trzeciej ze składowych piksela.



Rys. 10. Zmiany pomiędzy obrazem pierwotnym a wynikowym
Fig. 10. Changes between the original and resultant image

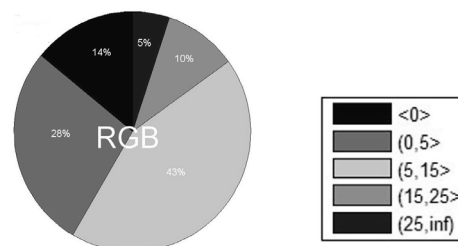


Rys. 11. Porównanie pikseli obrazu pierwotnego a wynikowego wyrażona w procentach
Fig. 11. Comparison of pixels of the original image and the result expressed in per cents

Porównując ze sobą procent zmian w obrazie dla R, G oraz B (rys. 11) można zauważyć, iż najłagodniej algorytm korekcyjny potraktował składową G. 34% pikseli w analizowanym fragmencie ramki dla tej barwy pozostały takie same. Niespełna połowa została poprawiona o nie więcej niż 5 w stosunku do wartości pierwotnej, a niecały 1% poprawiono o ponad 25. W przypadku składowej R, 36% pikseli pozostało takich samych jak w oryginalnym obrazie oraz taka sama ilość została skorygowana w niewielkim stopniu. Najgorzej w tym zestawieniu wypadła składowa B. Tylko 30% wszystkich pikseli nie uległo korekcji. Natomiast aż 5% niebieskiego obrazu poprawiono o więcej niż 15 oraz 2% więcej niż 25 w stosunku do pierwotnego obrazu. Porównanie to potwierdza, iż kompresja powoduje największe zakłócenia składowej B.

Biorąc pod uwagę wszystkie składowe RGB (rys. 12), tylko 14% obrazu po użyciu algorytmu korekcyjnego pozostało bez zmian. Aż 5% zostało zmienione o więcej niż 25. Ponad 40% analizowanego obszaru została poprawiona od 5 do 15. Wyniki korekcji dla całego obrazu są gorsze w porównaniu z pojedyn-

czymi składowymi, ponieważ algorytm zmienia składowe RGB niezależnie od siebie. Korekcja którejś z nich nie musi oznaczać korekcji dwóch pozostałych.



Rys. 12. Porównanie pikseli obrazu RGB pierwotnego a wynikowego wyrażona w procentach

Fig. 12. Comparison of pixels of the original image RGB and the result expressed per cents

5. Podsumowanie

W wyniku przesyłu strumieniowego część informacji może ulec zmianie. Jest to niepożądana cecha, która w wielu przypadkach może mieć poważne konsekwencje. Przetwarzany w ten sposób obraz ulega zniekształceniu i przekłamaniu. Zaproponowany w tekście algorytm pozwala na pewną niwelację tego zjawiska po stronie odbiorcy. Jest to rozwiązanie dedykowane do poprawy obrazów ruchomych, na których znajdują się paski palety barw np. termogramów.

Algorytm korekcyjny jest stosowany do jednoznacznego określenia temperatury miejsc na podstawie koloru piksela. Jednakże, ze względu na sposób działania, nie nadaje się do użycia w przypadku obrazów monochromatycznych. Nie funkcjonuje również w czasie rzeczywistym, gdyż korekcja następuje w oparciu o dane z całego filmu termowizyjnego.

Dokonując analizy wyników uzyskanych za pomocą algorytmu korekcyjnego dało się zauważyć, iż każda z poszczególnych składowych RGB w wyniku przesyłu strumieniowego uległa zmianie w sposób niezależny. Dokonując zmniejszenia objętości proces kompresyjny spowodował przekształcenie obrazu m.in. poprzez rozmycie sąsiadujących ze sobą pikseli. Nie oznacza to, że zakłócenie następowało w sposób jednakowy dla każdego z kanałów. Największym zmianom uległa składowa B, która przez to w największym stopniu wpływa na jakość przetworzonego obrazu.

6. Literatura

- [1] Sankowski D., Mosorow W., Zhmurkevych A.: Mechanizm strumieniowania materiałów w Internecie, TIZIB'05.
- [2] Więcek B., De Mey G.: Termowizja w podczerwieni podstawy i zastosowanie, PAK, Warszawa 2011.
- [3] Wróbel Z., Koprowski R.: Praktyka przetwarzania obrazów w programie Matlab, EXIT, Warszawa 2004.

otrzymano / received: 25.07.2013

przyjęto do druku / accepted: 02.09.2013

artykuł recenzowany / revised paper