

# ANALIZA ZMIAN CHORÓB SKÓRNYCH PRZY POMOCY ODWZOROWAŃ PRZESTRZENI BARW

**Marcin Wyczechowski, Łukasz Wąs, Łukasz Pietrzak**

Politechnika Łódzka, Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych.

**Streszczenie.** Głównym celem artykułu jest analiza zmian dermatologicznych skóry w oparciu o analizę modelu przestrzeni barw, z których autorzy są w stanie wydobyć informacje przydatne dla systemu ekspertowego. W artykule autorzy badają zdjęcia zmiany skórnych wprowadzając autorski algorytm ekstrakcji cech używając zmodyfikowanej analizy przestrzeni barw. Autorzy również skupią się nad analizą zdjęcia uwzględniając model przestrzeni kolorów taki jak RGB oraz YCbCr z wyżej wymienionych modeli autorzy ekstrahują kolejne składowe przenosząc reprezentacje danej składowej na inną. Autorzy skupiają się na skali YCbCr, gdyż niesie ona ze sobą informację inaczej skonstruowaną o konkretnym obrazie aniżeli jego odpowiednik w RGB.

**Słowa kluczowe:** zmiany skórne, dermatologia, przestrzenie barw, analiza konturów

## ANALYSIS OF SKIN DISEASES USING MAPPING COLOR SPACES

**Abstract.** The main aim of this article is to analyze the changes in dermatological skin based on the analysis of the model color space with which the authors are able to extract information useful for expert system. In the article, the authors examine the images change skin by introducing proprietary algorithm feature extraction using a modified analysis of the color space. The authors also focus on the analysis of images taking into account the model color space such as RGB and YCbCr of the above models, the authors extract another component moving representations of a component to another. The authors focus on the scale YCbCr, because it carries information differently constructed about a particular image than its equivalent in RGB.

**Keywords:** skin diseases, dermatology, color spaces, contour analysis

### Wstęp

W proponowanym artykule przedstawione zostaną badania, które stanowią wstęp oraz integralną część zadania stworzenia automatycznego narzędzia wsparcia diagnozy zmian dermatologicznych skóry. Jest ona największym narządem w organizmie człowieka. Badanie fizyczne bez jej dokładnego obejrzenia jest niekompletne. Nie dziwi zatem fakt, że w wielu schorzeniach narządów wewnętrznych na skórze pojawiają się zmiany, których dokładna znajomość często ułatwia postawienie prawidłowej diagnozy.

### 1. Metodyka badań

Proponowany algorytm przenoszenia informacji pomiędzy przestrzeniami barw działa w obrębie jednego piksela bądź jego otoczenia w zależności od warunków początkowych zadanych algorytmowi, dokonując zamian każdej ze składowych, począwszy od składowej R do RGB, składowej G do RGB oraz składowej B do RGB.

Drugie podejście zakłada zmapowanie przestrzeni barw RGB do przestrzeni barw np. YCbCr, oraz późniejsze przeniesienie jej składowych na reprezentacje RGB z użyciem autorskich współczynników, ale nie w celu powrotu do obrazu oryginalnego. W wyniku powyższych operacji wyświetlana jest dla każdej składowej przestrzeni barw swego rodzaju mapa ciepła, która w znaczący sposób ułatwia przygotowanie obrazu do dalszej jego analizy, takiej jak wykrywanie krawędzi różnymi algorytmami z użyciem operatora Sobela jak również dalszą segmentację zdjęcia. W dalszym kroku autorzy tworzą wszystkie mapy ciepła rozkładu barwnikowego z każdego składowych.

### 2. Weryfikacja stanu wiedzy dermatologicznej a diagnoza zmiany skórnej opis podejść

W proponowanym artykule przedstawione zostaną badania, które stanowią wstęp oraz integralną część zadania stworzenia automatycznego narzędzia wsparcia diagnozy zmian dermatologicznych skóry. Jest ona największym narządem w organizmie człowieka. Badanie fizyczne bez jej dokładnego obejrzenia jest niekompletne. Nie dziwi zatem fakt, że w wielu

schorzeniach narządów wewnętrznych na skórze pojawiają się zmiany, których dokładna znajomość często ułatwia postawienie prawidłowej diagnozy.

Łagodne i złośliwe zmiany skórne są często bardzo trudne w zdiagnozowaniu, gdyż jest wiele czynników, które mogą prowadzić do błędnej diagnozy, co często prowadzi do bardzo długiego i drogiego leczenia klinicznego. Guzy skóry obejmują wszystkie łagodne i złośliwe zmiany skórne wywodzące się z poszczególnych warstw skóry, tj. warstwy naskórkowej, wywodzące się z przydatków skórnych, neurogenno pochodne oraz krwio- i limfopochodne. Łagodne brodawki skóry mogą wyraźnie różnić się wielkością, kształtem i wyglądem.

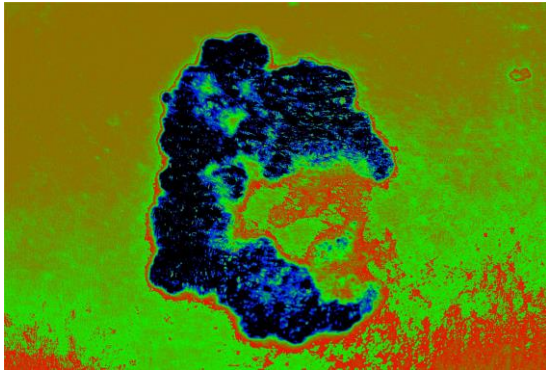
Podstawą diagnostyki dermatologicznej jest prawidłowa umiejętność oceny i różnicowania zmiany skórnej. Często bywa to bardzo trudne, gdyż w przypadku wykwitów skórnych pierwotnych, które są zazwyczaj bezpośrednim wynikiem rozwoju procesu chorobowego w skórze w niektórych przypadkach, nawet we wczesnym okresie choroby nie udaje się stwierdzić tych wykwitów, gdyż mogą one występować krótkotrwale. Stąd też bardzo ważnym czynnikiem jest czas, w którym odpowiednia ocena takiej zmiany zostanie stwierdzona.

### 3. Otrzymane wyniki

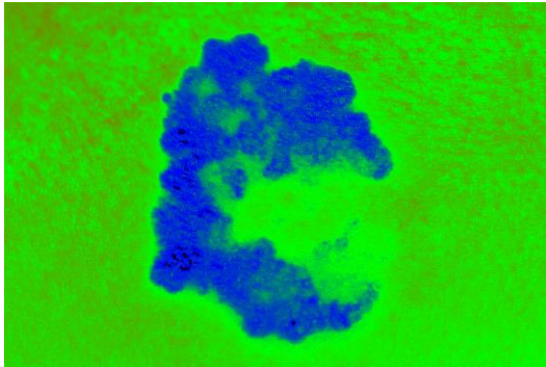
Poniżej przedstawiamy otrzymane wyniki.



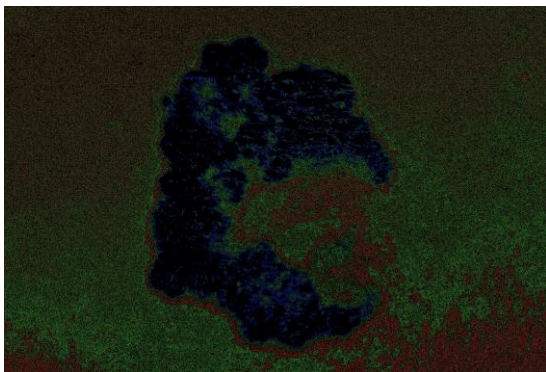
Rys. 1. Zmiana skórna



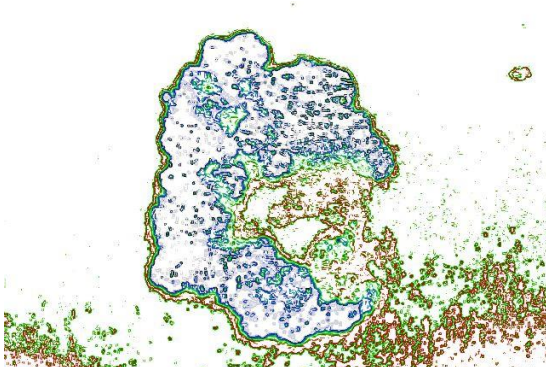
Rys. 2. Strukturalna mapa zmiany skórnej (3)



Rys. 3. Zmiana skórna z zastosowaniem przeobrażenia barw



Rys. 4. Zmiana skórna po algorytmie krawędziowania



Rys. 5. Zmiana skórna – mapa ziarnistości

Rysunek 2 przedstawia siatkę zmiany z bardziej uwidocznionymi krawędziami oraz barwami aby w bardziej istotny sposób odzwierciedlić faktyczny kształt (zakres) zmiany. Rysunek 3 przedstawia zmianę w zmienionej skali kolorystycznej dokonując zamian każdej ze składowych, począwszy od składowej R do RGB, składowej G do RGB oraz składowej B do RGB. Rysunek 4 przedstawia algorytm znajdowania kształtów wedle założonych wzorców co prowadzi do zmodyfikowanej analizy wzorca według następującego postępowania Wzorzec + Kolor

(Barwa) + Wzór = Diagnoza. Rysunek 5 przedstawia mapę ziarnistości, której używamy do zmodyfikowanej analizy wzorca.

Poniżej prezentujemy kod programu opisujący opisane powyżej podejścia.

#### Listing nr 1

```
for ($int_i=1; $int_i<$image_width;$int_i++)
{
    for ($int_j=1;$int_j<$image_height;$int_j++)
    {
        $extracted_point = imagecolorat($image,$int_i,$int_j);
        $masked_colors = imagecolorsforindex(
            $image,$point);
        $YCBCR_own_palette_tmp =
            Ourx_convert_RGB_to_YCBCR( $colors['red'], $colors['green'],
            $colors['blue']);
        $manipulated_color =
            special_convert_to_rgb($global_extracted_minimum,
            $global_extracted_maximum,$YCBCR_own_palette_tmp[0]);
        $new_color = imagecolorallocate($image,
            $manipulated_color[0], $manipulated_color[1],
            $manipulated_color[2]);
        imagesetpixel($image,$int_i,$int_j,$new_color);
    }
}
```

Mechanizm przekształcenia zdjęcia chorobowego w swego rodzaju różnorodną mapę ciepłą ma na celu wyeksponowanie pewnych ważnych z punktu widzenia ekspertów cech takich jak ścieżki w zmianie chorobowej jak również przygotowanie materiału do dalszej ekstrakcji cech. Ważną cechą w manipulacji barwami zmiany chorobowej jest możliwość dokładniejszego zaprezentowania konkretnych elementów tej zmiany i ominięcie jej korelacji ze skórą bez zmiany chorobowej, która we wstępnej analizie może być czynnikiem negującym lub zmniejszającym dokładność wstępnej opinii.

Zmiana barw uzależniona jest od wartości będąc stanem startowym badania aplikacji, czyli informacji, na podstawie których dobieranie są lokalne współczynniki analizy.

Manipulacja poszczególnymi barwami ma również wpływ na analizę konturów konkretnych fragmentów chorobowych, które w połączeniu z pracami nad zmodyfikowanym algorytmem aproksymacji konturów mogą dać efekty dopełnienia i wprowadzić szerszy konspekt dla opinii eksperta.

Wyodrębniamy określoną liczbę cech z wzorców, które stanowią istotną informację w procesie klasyfikacji. Z otrzymanego zestawu cech możemy wyodrębnić cechy globalne i lokalne. Zbiór cech lokalnych reprezentuje kolor i teksturę (wzorzec). Dla każdego regionów, cechy reprezentujące kolory składają się z średniej i wariancji jednego kanału w przestrzeni barw RGB i HSV[8].

## 4. Proces segmentacji obrazu

Głównym celem prowadzonych badań jest opracowanie własnych algorytmów badających stopień zmienności za pomocą lokalnych cech przy użyciu np. metod analizy czynnikowej w analizie i segmentacji obrazu dermatologicznego. Na tej podstawie zostanie opracowany ekspertowy system wspomagania decyzji dla lekarzy specjalistów dermatologów.

Proponowane badania stanowią wstęp i integralną część zadania stworzenia automatycznego narzędzia wsparcia diagnozy zmian dermatologicznych skóry.

Głównym celem jest badanie zmian dermatologicznych skóry w oparciu o system ekspertowy oraz analizę czynnikową. Zakładamy stworzenie aplikacji badającej określone zdjęcia ze zmianami komórek chorobowych wprowadzając autorski algorytm segmentacji i ekstrakcji cech używając zmodyfikowanej metody analizy czynnikowej. Metoda analizy czynnikowej oraz dodatkowe elementy metod numerycznych będą również



przedmiotem badań pod kątem znajdowania brzegów oraz możliwych konturów zmian. W tym celu metody aproksymacyjne wkomponowane w bibliotekę OpenCV podlegają obecnie analizie i możliwości dopasowania ich funkcjonowania do bardziej szczegółowych problemów z uwzględnieniem warunków początkowych, które zostaną ustalone w ramach prac z ekspertami dziedzinowymi.

Skórne zmiany chorobowe mają swój wzorzec (image pattern): opisany poprzez pięć podstawowych elementów: linie, pseudopodia, koła, grudki i kropki. Każdy z tych elementów może być częścią całości bądź tworzyć jej element.

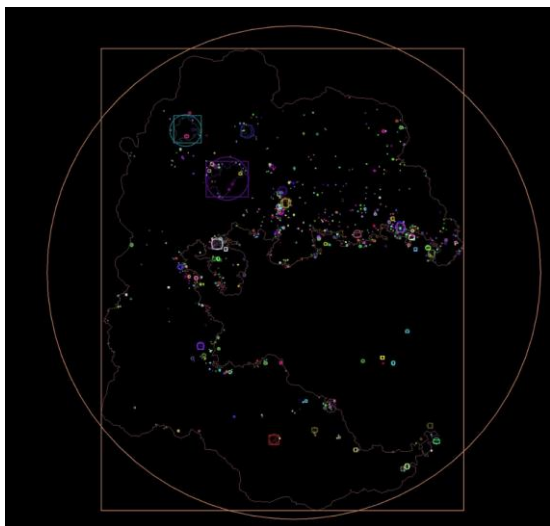
Na tej podstawie zostało zdefiniowanych kilka wzorców:

- Wzorzec linii: to linie siateczkowate, rozgałęzione, równoległe i promieniste, a także zakrzywione.
- Wzorzec kropek – to zbiór danego typu zmian w obszarze badanej zmiany
- Wzorzec grudek – grudki, w przeciwieństwie do kropek, mogą przybierać różne kształty i tworzyć również wzorzec grudek.
- Wzorzec kół – to kółka, elementy kuliste
- Wzorzec pseudopodiów – to zmiany położone na obwodzie wykwit lub na obwodzie dobrze zdefiniowanej struktury leżącej wew. wykwit.
- Wzorzec pseudopodiów zawsze występuje z innym wzorcem
- Wzorzec bezstrukturalny – to zwarty obszar, który cechuje brak dominującego elementu w/w podstawowego.

Proces segmentacji oryginalnych danych, które mają być klasyfikowane jest określana przez efektywność sieci. W badaniach autorzy nie biorą pod współczynników kompresji obrazu i wszystkie segmenty obrazu są przetwarzane z 100% jakością jednakże autorzy pozostawiają ten parametr do dalszej analizy, ponieważ współczynnik kompresji ma znaczące wpływ na proces segmentacji danych

Autorzy artykułu przedstawiają proces ekstrakcji cech w analizie obrazów.

Wyodrębniamy określoną liczbę cech z wzorców które stanowią istotną informację w procesie klasyfikacji. Z otrzymanego zestawu cech możemy wyodrębnić cechy globalne i lokalne. Zbiór cech lokalnych reprezentuje kolor i teksturę (wzorzec). Dla każdego regionów, cechy reprezentujące kolory składają się z średniej i wariancji jednego kanału w przestrzeni barw RGB i HSV [10].



Rys. 6. Kontur zmiany z otoczeniem – segmenty obrazu do dalszej analizy

Do procesu segmentacji obrazu zmiany skórnej autorzy używają nałożonego na obraz kwadratu w który jest opisany na okręgu za pomocą procesu aproksymacji w celu zwiększenia konturów badanej zmiany skórnej [3].

Operacja ta wykonywana jest poprzez autorski algorytm zrealizowany przy pomocy biblioteki OpenCV. poniżej przedstawiamy wynik tej operacji (rys. 6).

Ważnym aspektem jest również sama fizyczna wielkość zmiany, bądź jego fragmentu na której będzie przeprowadzana dalsza analiza dlatego autorzy wprowadzają wspólnie z ekspertem dziedzinowym minimalną fizyczną wielkość pewnej części obrazu/zmiany skórnej dla której będą przeprowadzane dalsze czynności dotyczące analizy wzorca konkretnego fragmentu. Obecnie dermatoskopy posiadają możliwość określenia fizycznej długości i przekazania tej informacji dla dalszych potrzeb procesu przetwarzania [3].

Do procesu segmentacji obrazu zmiany skórnej autorzy używają nałożonego na obraz kwadratu w który jest opisany na okręgu za pomocą procesu aproksymacji w celu zwiększenia konturów badanej zmiany skórnej.

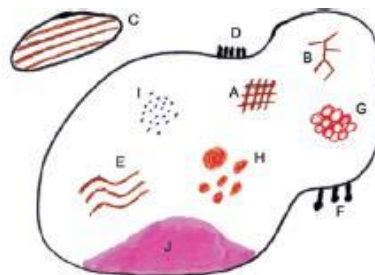
Ważnym aspektem jest również sama fizyczna wielkość zmiany, bądź jego fragmentu na której będzie przeprowadzana dalsza analiza dlatego autorzy wprowadzają wspólnie z ekspertem dziedzinowym minimalną fizyczną wielkość pewnej części obrazu/zmiany skórnej dla której będą przeprowadzane dalsze czynności dotyczące analizy wzorca konkretnego fragmentu. Obecnie dermatoskopy posiadają możliwość określenia fizycznej długości i przekazania tej informacji dla dalszych potrzeb procesu przetwarzania.

## 5. Zmodyfikowana analiza wzorca

Wzorzec + Kolor (Barwa) + Wzór = Diagnoza

Wzorzec składa się z wielokrotnie powtórzonej struktury elementu podstawowego.

Pięć podstawowych elementów to linie, pseudopodia, koła, grudki i kropki.



Rys. 7. Schemat wszystkich podstawowych struktur występujących w zmodyfikowanej analizie wzorca

Podstawowe elementy:

- Linia – siateczkowata (A), rozgałęziona (B), równoległa (C) promienista (D) zakrzywiona (E): Dwuwymiarowa struktura, której długość znacznie przekracza szerokość.
- Pseudopodium (F): linia zakończona buławkowato.
- Koło (G): zakrzywiona linia równo oddalona od centralnego punktu.
- Grudka (H): każdy wyraźnie odgraniczony, zwarty obiekt większy od kropki. Grudki mogą przyjmować dowolne kształty.
- Kropka (I): obiekt zbyt mały, aby przyjąć jakikolwiek rozpoznawalny kształt.
- Obszar bezstrukturalny (J): zwarty obszar, który cechuje brak dominującego elementu podstawowego.

Chaos definiujemy jako asymetrię struktury lub koloru. Nieregularność kształtu nie ma znaczenia. W naturze nie występuje idealna symetria i nie oczekujemy jej w wykwicie.

Wzorzec należy oceniać całościowo. Stwierdzenie chaosu możliwe jest "w czasie jednego spojrzenia". Nie ma potrzeby decydowania czy ognisko jest barwnikowe.

Jeśli chaos nie występuje – przechodzimy do oceny następnego ogniska. Stąd też bardzo ważna jest prawidłowa segmentacja samej zmiany skórnej autorzy nie biorą pod uwagę zmian złośliwych jedynie zmiany melanocytowe i niemelanocytowe [9].

Systemy z jakimi mieliśmy styczność w określonych placówkach medycznych są jedynie systemami określającymi stopień zmian działają zgodnie z zasadą dematoskopu (choćby PhotoFinder) dołączone oprogramowanie jedynie archiwizuje zmianę w postaci zdjęcia oraz przeprowadza analizę zmiany złośliwej nie generując przy tym ani siatki zmiany ani jej heatmapy. Nasze rozwiązanie wprowadza stworzenie systemu modułowego.

Badaniem dermatoskopowym można oceniać zmiany melanocytowe oraz tzw. niemelanocytowe, brodawki łojotkowe, plamy soczewicowate, zmiany naczyniowe, włókniaki twarde, rogowacenie słoneczne. Wszelkie inne zmiany wykrywamy za pomocą wyżej opisanych podejść z zastosowaniem autorskich algorytmów segmentacji, ekstrakcji, klasyfikacji i analizy zmian skórnych na podstawie wybranych cech. Badania prowadzimy dla typu skóry kaukazskiego.

Wynikiem prowadzonych badań będzie opracowanie własnych algorytmów badających stopień zmienności za pomocą lokalnych cech przy użyciu np. metod analizy czynnikowej w analizie i segmentacji obrazu dermatologicznego. Na tej podstawie zostanie opracowany ekspertowy system wspomagania decyzji dla lekarzy nie specjalistów.

Głównym celem jest badanie zmian dermatologicznych skóry w oparciu o system ekspertowy oraz analizę czynnikową. Zakładamy stworzenie aplikacji badającej określone zdjęcia ze zmianami komórek chorobowych wprowadzając autorski algorytm segmentacji i ekstrakcji cech używając zmodyfikowanej metody analizy czynnikowej [2].

Systemy z jakimi mieliśmy styczność w określonych placówkach medycznych są jedynie systemami określającymi stopień zmian działają zgodnie z zasadą dematoskopu (choćby PhotoFinder) dołączone oprogramowanie jedynie archiwizuje zmianę w postaci zdjęcia oraz przeprowadza analizę zmiany złośliwej nie generując przy tym ani siatki zmiany ani jej heatmapy.

Nasze rozwiązanie wprowadza stworzenie systemu modułowego.

Opis warunków oceny zmiany pod względem jej pochodzenia czyli tego czy jest zmianą melanocytową czy niemelanocytową wykonuje się przy pomocy skali ABCD (w oparciu o ocenę skalą ABCD uzyskujemy wartość liczbowa wskaźnika TDS wskazującą na charakter badanej zmiany) ale jednocześnie używamy zmodyfikowanej skali cztero punktowej [1].

W ramach istniejącego konsorcjum naukowego, zrzeszającego trzy największe uczelnie województwa łódzkiego, stworzyliśmy na potrzeby badań bazę zdjęć DERM DB. Dla każdego obrazu wykonujemy ocenę warunków na podstawie zmodyfikowanej skali cztero punktowej na którą składają się następujące kroki:

- Ocena asymetrii kształtu i struktury.
- Identyfikacja koloru i różnych struktur różniczkowych, takich jak pigment sieci, kropki, globulki, smugi, obszary regresji.
- Identyfikacja struktur niebiesko-białych.

Na potrzeby badań rozszerzamy dermatologiczną analizę trzy punktową o dodanie siatki generowanej dla całej zmiany chorobowej i określamy jako zmodyfikowaną analizę cztero punktową.

## 6. Podsumowanie

Podstawą diagnostyki dermatologicznej jest prawidłowa umiejętność oceny i różnicowania zmiany skórnej. Często bywa to bardzo trudne, gdyż w przypadku wykwitów skórnych pierwotnych, które są zazwyczaj bezpośrednim wynikiem rozwoju procesu chorobowego w skórze w niektórych przypadkach, nawet we wczesnym okresie choroby nie udaje się stwierdzić tych wykwitów, gdyż mogą one występować krótkotrwale. Stąd też bardzo ważnym czynnikiem jest czas, w którym odpowiednia ocena takiej zmiany zostanie stwierdzona. Nasze autorskie algorytmy we współpracy z ekspertami z zakresu dermatologii będą w stanie pomóc w dokładniejszym ocenieniu czy dany

badany wycinek skóry powinien od razu zostać skierowany do dalszych badań np. histopatologicznych, czy też może zostać wstępnie oceniony jako element niegroźny, bądź nierokujący na zmiany będące kłopotliwe dla zdrowia bądź życia.

Kolejnym etapem prac jest zebranie określonej ilości próbek i na podstawie wiedzy eksperckiej oraz dodatkowych elementów takich jak markery doprecyzowania działań początkowych algorytmów oraz późniejsze próby klasyfikacji oraz opisu poszczególnych cech zmiany jak również przekształcenie całości w system rozproszony.

## Literatura

- [1] Argenziano G., Fabbrocini G., Carli P., De Giorgi V., Sammarco E., DeL, no, M.: Epiluminescence microscopy for the diagnosis of doubtful melanocytic skin lesions. Comparison of the ABCD rule of dermatoscopy and a new 7-point checklist based on pattern analysis. Arch. Dermatol. 134/1998, 1563–1570.
- [2] Bharati M.H., MacGregor J.F.: Texture analysis of images using Principal Component Analysis. Proceedings of the SPIE – Process Imaging for Automatic Control, 4188/2001, 27–33.
- [3] Cardili R.N., Roselino A.M.: Elementary lesions in dermatological semiology: literature review. An Bras Dermatol. 91(5)/2016, 629–633.
- [4] Chummun S., McLean N.R.: The management of malignant skin cancers. Surgery 29(10)/2011, 529–533.
- [5] Celebi M.E., Wen Q., Iyatomi H., Shimizu K., Zhou H., Schaefer G.: A state-of-the-art survey on lesion border detection in dermoscopy images. Dermoscopy Image Analysis, Celebi, M. E., Mendonca, T., Marques, J. S. (eds.). CRC Press, Boca Raton 2015.
- [6] Deserno T.M.: Biomedical Image Processing. Springer, 2011.
- [7] Kruk M., Swiderski B., Osowski S., Kurek J., Słowinska M., Walecka I.: Melanoma recognition using extended set of descriptors and classifiers. J. Image Video Proc. 1/2015 Article: 43.
- [8] Milczarski P., Stawska Z.: Complex Colour Detection Methods Used In Skin Detection Systems. ISIM 3(1)/2014, 40–52.
- [9] Rosendahl C., Cameron A., McColl I., Wilkinson D.: Dermoscopy in routine practice "Chaos and Clues". Aust. Fam. Physician. 41(7)/2012, 482–487.
- [10] Rosendahl C., Tschandl P., Cameron A., Kittler H.: Diagnostic accuracy of dermoscopy for melanocytic and nonmelanocytic pigmented lesions. J. Am. Acad. Dermatol. 64(6)/2011, 1068–1073.
- [11] Stawska Z., Milczarski P.: Algorithms And Methods Used In Skin And Face Detection Suitable For Mobile Applications. ISIM 2(3)/2013, 227–238.

### Mgr inż. Marcin Wyczechowski

e-mail: mwyczechowski@gmail.com

Zainteresowania naukowe skupiają się wokół zagadnień związanych z procesami klasyfikacji i ekstrakcji cech oraz szeroko pojętej informatyki a szczególnie bliskie są zagadnienia Web Developingu.



### Mgr inż. Łukasz Wąs

e-mail: lukasz.was@p.lodz.pl

Zainteresowania naukowe skupiają się wokół zagadnień związanych z procesami klasyfikacji i ekstrakcji cech oraz szeroko pojętej informatyki a szczególnie bliskie są zagadnienia Web Developingu.



### Dr Łukasz Pietrzak

e-mail: lukasz.pietrzak@p.lodz.pl

Zainteresowania naukowe skupiają się wokół zagadnień związanych z procesami klasyfikacji i ekstrakcji cech oraz szeroko pojętej informatyki a szczególnie bliskie są zagadnienia Web Developingu.

