

Dokładność wyznaczania parametrów optycznych obrazów medycznych z punktu widzenia pomiarów morfometrycznych

Streszczenie. Poniższy artykuł prezentuje aspekty oceny dokładności wyznaczania parametrów optycznych obrazów medycznych z punktu widzenia pomiarów wybranych wskaźników morfometrycznych. Przedstawiono również ich wpływ na pomiary realizowane w oparciu o cyfrowe obrazy radiologiczne. Badane obrazy analizowano wykorzystując parametry optyczne obiektów wzorcowych o zmiennej grubości symulujących elementy badanych obiektów.

Abstract. The following article presents aspects of assessing the accuracy of determining the optical parameters of medical images from the viewpoint of measurements of selected morphometric indicators. It also presents of their effect on the measurements performed on the basis of digital radiological images. Examined images were analyzed using the optical properties of variable thickness model simulating elements of the tested objects. (**Determination accuracy of optical characteristics of medical images from the viewpoint of morphometric measurements.**)

Słowa kluczowe: technologia obrazu, normalizacja, pomiary, parametry morfometryczne.

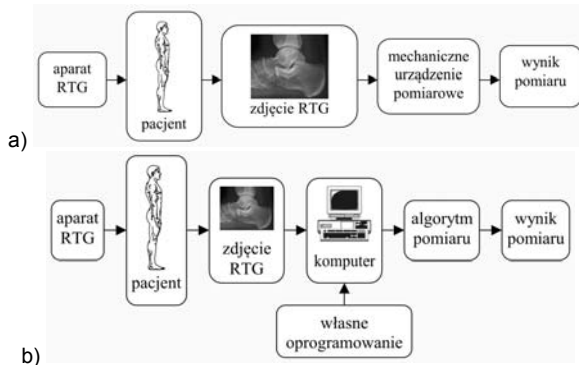
Keywords: image technology, normalization, measurement, morphometric parameters.

doi:10.12915/pe.2014.10.58

Wstęp

Pomiary wielu parametrów anatomicznych układu kostnego człowieka realizowane są z wykorzystaniem różnych technik obrazowania. Precyzyjniejsze i obciążone mniejszym wpływem parametrów optycznych zobrazowanych struktur są techniki tomograficzne, jednak ich ograniczona dostępność i wielokrotnie wyższy koszt w stosunku do radiografii cyfrowe limitują ich wykorzystanie w codziennej diagnostyce. Nie bez znaczenia jest też dużo większe obciążenie pacjenta promieniowaniem rentgenowskim w przypadku tomografii komputerowej [1].

Realizacja pomiarów wybranych parametrów może przebiegać według różnych schematów czy algorytmów w zależności od wykorzystywanych czy dostępnych narzędzi (rys.1).



Rys.1. Schematy torów pomiarowych bezpośredniego (a) oraz pośredniego (b)

Wiele elementów toru pomiarowego jest trudne do analitycznego opisu. Ze względu na złożoną budowę anatomiczną i często ogromne różnice osobnicze u pacjentów niemożliwe jest też dokładne zamodelowanie i oszacowanie błędów pomiarów wymiarów anatomicznych badanych obiektów biologicznych.

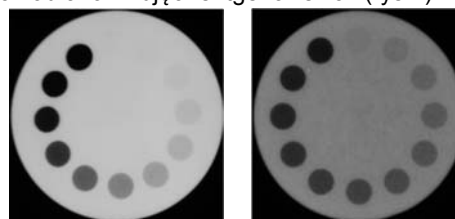
Problem ochrony pacjenta

Nowe generacje coraz bardziej doskonałych aparatów rentgenowskich przyniosły istotne zmniejszenie dawek otrzymywanych podczas badań. Charakteryzuje je jednak duża zmienność nawet w tych samych zakładach rentgenowskich, ze względu na odmienną technikę operatorską, różnice filtracji promieniowania, stopień rozwarcia wiązki pierwotnej, czułość detektorów i znajomość zasad ochrony radiologicznej.

Wielkość pola napromieniowanego jest odpowiednikiem napromieniowanej objętości pacjenta, a co za tym idzie dawki efektywnej przez niego otrzymanej podczas badania. Ma to istotne znaczenie szczególnie u małych dzieci. Zdecydowanie mniejsze niebezpieczeństwo występuje przy naświetlaniu kończyn dorosłych pacjentów, u których w kończynach górnych znajduje się 2% całego szpiku, a w kończynach dolnych 7% szpiku, który występuje tylko w górnej części kości udowej. W celu zmniejszenia narażenia pacjentów zaleca się stosowanie filtracji, która obcina miękką część widma ulegającego rozproszeniu lub pochłonięciu w ciele pacjenta, nietworzącego obrazu radiograficznego [2,3].

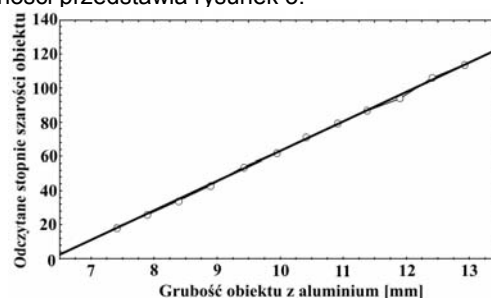
Parametry optyczne sztucznych obiektów

Niektórych elementów w analizie toru pomiarowego nie można było uwzględnić, dlatego wykorzystano badania wpływu grubości sztucznych obiektów fizycznych, wykonanych ze stopu aluminium, na parametry cyfrowo zapisanych obrazów zdjęć rentgenowskich (rys.2).



Rys.2. Obrazy rentgenowskie badanych obiektów o różnych grubościach materiału

Z badanych obrazów wydzielano obszary zainteresowań i zmierzono ich parametry przy pomocy specjalnie napisanego programu. Wybrane, wyselekcjonowane zależności przedstawia rysunek 3.



Rys.3. Wykres zależności odczytanych stopni szarości z obrazu od grubości obiektu

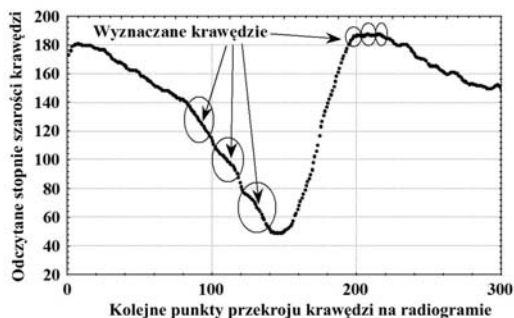
Analizując parametry dopasowania otrzymanych zależności można stwierdzić, iż w zakresie grubości aluminium 7 do 13 mm można założyć liniowość charakterystyki przetwarzania. Zakres ten odpowiada grubości kości w zakresie 10,5 do 19,5 mm, w którym mieszczą się średnie grubości kości występujące w stawie skokowym [4].

Niekorzystnym zjawiskiem, które ujawniło się przy realizowanych pomiarach był wpływ efektu osłabienia anodowego lampy rentgenowskiej, przy zmianie ustawienia obiektu w stosunku do budowy lampy, co wskazuje na wymóg unormowanego ułożenia kończyny w trakcie badań.

Wpływ parametrów optycznych na realizowane pomiary

Jednymi z ważniejszych parametrów wpływających na realizację pomiarów cech anatomicznych układu kostnego, w szczególności wskaźników morfometrycznych wybranych stawów, są parametry optyczne otrzymanych obrazów. Wpływają one na dalsze przetwarzanie obrazów i wyodrębnianie pożądanych obiektów.

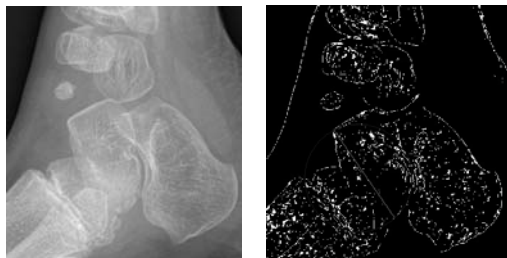
Podstawowym przekształceniem stosowanym w prowadzonych badaniach było wykrywanie krawędzi, która jest definiowana jako granica między obszarami o różnych odcieniach szarości. Zatem wszelkie różnice w parametrach optycznych odwzorowanych obiektów na badanych obrazach wpływały na rezultat wyodrębniania tychże obiektów, a wobec tego na pomiary wskaźników morfometrycznych analizowanych stawów. Przykład niejednoznaczności wyznaczania krawędzi na obrazach przedstawia rysunek 4.



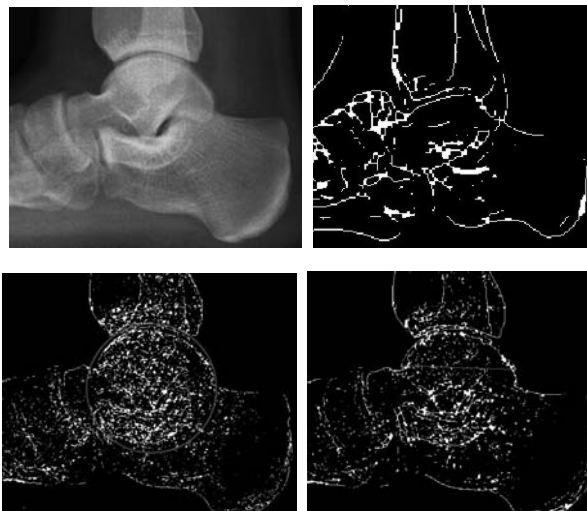
Rys.4. Odzwierciedlenie możliwych wersji wyznaczania krawędzi na badanych obrazach

Różnice uwidaczniały się szczególnie przy porównaniu obrazów stawów skokowych dzieci w różnym wieku, ze względu na różnice w grubości układu kostnego stopy w stosunku do wyznaczonych powyżej zakresów liniowej zależności parametrów optycznych obrazów rentgenowskich od grubości obiektów (rys.5 i rys.6).

Z tego względu stosowane dalsze operacje np. morfologiczne [5] ograniczające obszary otrzymanych krawędzi stosowane były z parametrami dobieieranymi do odpowiednich grup obrazów.



Rys.5. Wizualizacja efektów wyodrębniania obiektów stawu skokowego u dzieci młodszych



Rys.6. Wizualizacja różnych efektów wykrzywienia obiektów w zależności od parametrów obrazów oraz zastosowanych przekształceń

Do badań stawów skokowych wykorzystano dedykowany program do przetwarzania obrazów w wybranym zakresie, wyodrębniania oraz dokonywania pomiarów wybranych parametrów morfometrycznych dla stawu skokowego w oparciu o radiogramy w projekcji bocznej [6].

Wnioski

Dotychczas pomiary realizowane w oparciu o cyfrowe obrazy radiologiczne wykonywane były bez skalowania czy wzorcowania ich globalnych bądź lokalnych parametrów optycznych.

Opracowany program pomiarowy w dużym stopniu eliminuje wpływ oceny wzrokowej operatora na wykonywane pomiary, która występowała przy pomiarze metodą bezpośrednią.

Uwzględnienie proponowanej modyfikacji może zobiektywizować oraz poprawić dokładność pomiarów badanych parametrów anatomicznych realizowanych na cyfrowych obrazach radiologicznych.

Publikacja wykonana w ramach pracy statutowej S/WE/1/10

LITERATURA

- [1] Pruszyński B., Radiologia. Diagnostyka obrazowa: Rtg, KT, USG, MR i medycyna nuklearna, PZWL, Warszawa, 2008
- [2] Biegański T., Ochrona radiologiczna dzieci jako pacjentów, *Polski Przegląd Radiologiczny*, 64 (1999), nr 3, 179-183
- [3] Barańska D., Biegański T., Filtracja jako sposób zmniejszenia narażenia pacjentów w diagnostyce radiologicznej, *Polski Przegląd Radiologiczny*, 67 (2002), nr 1, 83-86
- [4] Gilewska G., Badania charakterystyki przetwarzania promieniowania wychodzącego z obiektu na stopnie szarości zdjęcia rentgenowskiego, *XI Ogólnokrajowa Konferencja Technika Świetlna*, Warszawa, 2002, 396-407
- [5] Sonka M., Fitzpatrick M. J., Medical Imaging –Medical Image Processing and Analysis, *SPIE Press*, Bellingham, 2000
- [6] Gilewska G.: Możliwości realizacji automatycznych lub półautomatycznych pomiarów wybranych parametrów morfometrycznych w oparciu o obrazy radiologiczne, *Przegląd Elektrotechniczny*, 88 (2012), nr.4a, 240-241

Autorka: dr inż. Grażyna Gilewska, Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny, ul. Wiejska 45D, 15-351 Białystok, E-mail: g.gilewska@pb.edu.pl