



Wydział Elektrotechniki, Automatyki,
Informatyki i Inżynierii Biomedycznej
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Odpowiedź na komentarze recenzenta rozprawy doktorskiej Pana prof. dr. hab. inż. Leszka Wojnara, Wydział Mechaniczny Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki, dotyczące rozprawy doktorskiej mgr Justyny Włodarczyk, pt. „**Automatyczna segmentacja kości nadgarstka na obrazach 0,2-teslowego rezonansu magnetycznego**”, napisanej pod kierunkiem dr. hab. Zbysława Tabora, prof. PK

Serdecznie dziękuję Panu prof. dr. hab. inż. Leszkowi Wojnarowi za szczegółową analizę mojej pracy doktorskiej oraz wszelkie uwagi krytyczne i komentarze. Stanowią one cenne i ważne wskazówki dla mojej przyszłej pracy.

Poniżej zamieszczam odpowiedzi na uwagi krytyczne i pytania. Zachowuję w nich oryginalne podtytuły oraz umieszczam cytaty z recenzji.

1. UWAGI WSTĘPNE

prof. dr. hab. inż. Leszek Wojnar:

W rozprawie brakuje klasycznego rozdziału pt. *Cel i zakres pracy*. Co prawda pierwszy podrozdział *Wstępu*, zatytułowany: *Motywacja i cel prac badawczych*, pozwala na zorientowanie się, co było celem badań, ale brak jednoznacznych deklaracji nie pozwala na ocenę, na ile cele pracy zostały osiągnięte. Podobnie, brak podania zakresu pracy otwiera pole do dyskusji, czy można lub należało zrobić więcej. Precyzyjne podanie celu i zakresu pracy niewątpliwie ułatwiłoby jej ocenę, a pośrednio również i obronę. Podsumowując: jasne sprecyzowanie celu i zakresu rozprawy jest ważniejsze, niż sformułowanie tez, które zwykle mogą być sformułowane na podstawie analizy tytułu rozprawy.

Odpowiedź: Zgadzam się, że brak wydzielonego rozdziału z jasno przedstawionym celem oraz zakresem pracy znacznie ułatwiłby jej odbiór i ocenę. Częściowy ich opis znajduje się w podrozdziale 1.4 pt. *Wkład naukowy rozprawy*. Celem badań było stworzenie algorytmu do skutecznej segmentacji kości nadgarstka na obrazach pochodzących z niskopoleowego rezonansu magnetycznego pacjentów z podejrzeniem reumatoidalnego zapalenia stawów. Skuteczna segmentacja oznacza tu odpowiednie wartości współczynników jakości segmentacji (zgodności obrazów wysegmentowanych z obrazami *ground truth*), możliwie najmniejsze ograniczenie stosowania algorytmu oraz możliwość wykonania w ograniczonym czasie na standardowym sprzęcie. Zakres pracy obejmował zdefiniowanie i zaimplementowanie algorytmów, przetestowanie ich na dostępnej bazie obrazów oraz określenie ich jakości, czasochłonności, możliwych ograniczeń oraz rozszerzeń.

2. UWAGI O CHARAKTERZE REDAKCYJNYM

Justyna Włodarczyk: Serdecznie dziękuję za dokładną analizę logiczną, stylistyczną, gramatyczną i językową oraz za propozycje poprawy czytelności pracy dotyczące podpisów i elementów rysunków, powtórzeń, szyku wyrazów oraz literatury. W pełni zgadzam się ze wszystkimi uwagami o charakterze redakcyjnym zacytowanymi poniżej. Swoje odpowiedzi załączam do uwag na temat niejasnej treści niektórych fragmentów pracy.

prof. dr. hab. inż. Leszek Wojnar:

Autorka niejednokrotnie stosuje przestawiony szyk wyrazów, co brzmi nieco sztucznie i pogarsza odbiór pracy. Przykładowo:

- Str. 11 wiersz 7 od góry. Zamiast: *Nie istnieje również algorytm w pełni automatyczny* lepiej byłoby napisać: *Brakuje w pełni automatycznego algorytmu.*
- Str. 13 wiersz 2 od góry. Zamiast: *anatomia prawidłowa ręki* lepiej byłoby napisać: *prawidłowa anatomia ręki.*

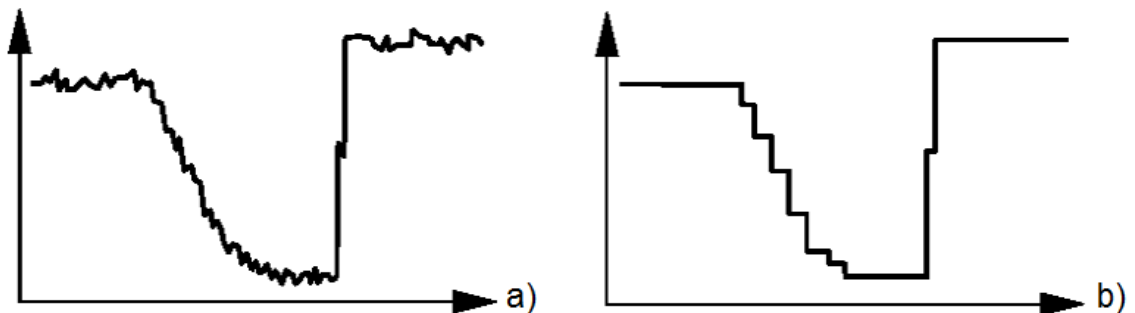
Poniżej przytaczam różne dostrzeżone usterki wraz z propozycją zmian, które likwidują błędy lub przyczyniają się do lepszego brzmienia tekstu:

- W całej pracy - lepiej brzmiałoby, gdyby zamiast słowa *rezultat* używano przynajmniej co pewien czas słowa *wynik*.
- Str. 13. Zamiast: *podstawę do systemu* lepiej byłoby napisać: *podstawę do budowy systemu.*
- Str. 19, wiersz 5 od góry. Lepiej byłoby napisać: *Staw ten jest czynnościowo sprzężony ze stawem łokciowo-promieniowym.*
- Str. 19, wiersz 14 od góry. Zamiast: *główka stawu jest* lepiej byłoby napisać: *główka stawu znajduje się.*
- Str. 32, dół. Zamiast: *Na rys. 12 znajduje się przedstawienie* lepiej byłoby napisać: *Na rys. 12 przedstawiono*, albo jeszcze prościej: *Rys. 12 przedstawia.*
- Str. 16, u dołu. Zamiast *II - środkowy* powinno być *III - środkowy.*
- Str. 16, u dołu. Opisano numerację palców i odwołano się do rys. 3, na którym nie zaznaczono tej numeracji. W takim przypadku odwołanie do rys. 3 nie ma uzasadnienia i mogłoby zostać pominięte.
- Rys. 3 i 4 (a częściowo również 1 i 2): opisy poszczególnych elementów są wykonane zbyt małą czcionką i przez to słabo czytelne.
- Str. 22, początek rozdziału 3. Przytoczono definicję i krótki komentarz dotyczący RZS, który jest praktycznie identyczny z tekstem na początku wstępu (str. 9). Należałoby w jednym miejscu zrezygnować z tego opisu.
- Str. 33, wiersz 5 od góry; str. 73 wiersz, 16 od dołu. Zamiast: *przy pomocy* powinno być: *za pomocą.*
- Str. 35, wiersze 7-8 od góry. Dwukrotne użycie przymiotnika: *niższym* jest błędne, jeden raz powinno być napisane: *wyższym.*
- Str. 44, wiersz 11 od dołu. Wydaje się, że zamiast *T1* powinno być *T2*.
- Str. 45: tekst powinien być tak sformatowany, aby podpis pod rysunkiem był widoczny na jednej stronie. Można to łatwo zrobić, przenosząc rys. 20 przed akapit zaczynający się od słów: *W przypadku nadżerek i obrzęku...*
- Str. 46, wiersz 10 od dołu. Zamiast: *na proces choroby* powinno być: *procesu chorobowego.*

W następnym zdaniu niezręczne i niepotrzebne jest użycie słów: *jednak* i *jednakże*. Przynajmniej jedno z nich można usunąć.

- Str. 60, wiersz 6-7 od góry. Zdanie zaczynające się do słów: *Metoda prowadzi...* jest całkowicie niezrozumiałe.

Odpowiedź: Wspomniane w uwadze zdanie z podrozdziału o dyfuzji anizotropowej brzmi: *Metoda prowadzi do uproszczenia obrazu wyjściowego do postaci obrazu o jasności przedziałami stałej*. Zgadzam się, że bez dodatkowego objaśnienia jest ono niezrozumiałe. Obrazowo wyjaśniam go na rysunku poniżej (źródło: M. Hobgarski, "Przegląd metod mapowania tonów obrazów wysokokontrastowych", <https://www.ii.uni.wroc.pl/~anl/MGR/hobgarski.pdf> [15.9.2016]). Wykres a) przedstawia wartość intensywności pikseli w wybranym wierszu zaszumionego obrazu dwuwymiarowego. Szum powoduje lokalne częste zmiany wartości pikseli. Po wygładzeniu za pomocą dyfuzji anizotropowej (b)) lokalne zmiany wartości zostają zastąpione stałą wartością intensywności pikseli.



- Str. 64, wiersz 5 od góry. Zamiast: *ilością* powinno być: *liczbą*. Podobnie jest w przypadku str.85, wiersze 9 i 17 od góry.
- Str. 70, wiersz 4 od góry. Zamiast: *łączeniu* powinno być: *łączenie*.
- Str. 77 - tytuł podrozdziału. Wydaje się, że zamiast terminu: *rejestracja* lepszym byłoby użycie słowa: *dopasowanie*.
- Str. 85, wiersz 5 od góry. Zamiast: *Analizie zostały poddane 34 obrazy* lepiej i prościej byłoby napisać: *Przeanalizowano 34 obrazy*. Problem polega na tym, że zazwyczaj zdania napisane w stronie biernej brzmią obco i sprawiają wrażenie sztucznie napompowanych dodatkowymi słowami. Podobnie niezręczne sformułowanie znajdziemy na str. 87, wiersz 2 od dołu: *Znaczniki kości uzyskiwane są*. Lepiej byłoby napisać: *Znaczniki kości uzyskano* lub jeszcze lepiej: *Znaczniki kości wyznaczono*.
- Str. 85, wiersz 15 od góry: *Stwierdzenie: Każdy z pacjentów chorował na RZS od 0 do 5 lat* jest niezręczne. Lepiej byłoby napisać: *Czas trwania choroby u poszczególnych pacjentów wynosił od 0 do 5 lat*. Warto przy tym zwrócić uwagę, że podawanie czasu trwania choroby jako 0 (zero) jest trochę nielogiczne, bo choroba musi się najpierw pojawić, a dopiero potem można ją zdiagnozować i nie dokonamy tego natychmiast w momencie zapadnięcia na chorobę. Dlatego wydaje się, że najlepszą formą opisu byłaby następująca: *Czas trwania choroby był różny u poszczególnych pacjentów: u niektórych RZS było świeżo zdiagnozowaną chorobą, zaś najdłuższy czas jej trwania wynosił 5 lat*.
- Str. 93, rys. 33. Opisane w podpisie rysunku elementy, w szczególności markery, są słabo

widoczne.

- Str. 99, wiersz 5 od dołu. Zamiast: *Zbliżony rozmiar do fragmentów* lepiej byłoby napisać: *Rozmiar zbliżony do fragmentów*.
- Literatura - w spisach literatury należy podawać również numery stron, które zawierają dany artykuł, a nie tylko numer i rocznik czasopisma.

3. UWAGI DOTYCZĄCE TREŚCI PRACY

Justyna Włodarczyk: Bardzo dziękuję za znalezienie błędów merytorycznych, powtórzeń oraz uwag na temat poprawy czytelności pracy. Z wszystkimi się zgadzam. Swoje odpowiedzi załączam do tych uwag, gdzie mogę coś dodatkowo uzupełnić.

prof. dr. hab. inż. Leszek Wojnar:

- Str.9 (Wstęp), wiersze 6-8 od góry oraz str. 22, wiersze 2-5. Powtórzono w niemal niezmiennionej postaci definicję reumatoidalnego zapalenia stawów (RZS). Wydaje się, że wstęp można byłoby zredagować nieco inaczej, tak, aby ściśle definiowanie RZS nie było w tym miejscu potrzebne.
- Str. 22 - Epidemiologia. W pierwszym zdaniu autorka pisze, że choruje 0,5-1,5% populacji, a w drugim, że jest to (w USA i Europie Zachodniej) 0,5-2% społeczeństwa. Te dwa kolejne zapisy są sprzeczne i przynajmniej jeden z nich jest błędny. W tym podrozdziale również powtórzono pewne zapisy ze wstępu. Wydaje się, że wstęp należałoby przeredagować (już wcześniej zwracałem uwagę, że brakuje rozdziału *Cel i zakres pracy*).

Odpowiedź: Przepraszam za błąd. W rzeczywistości w USA oraz Europie Zachodniej współczynnik zachorowań wynosi 0,5-1% (D. L. Scott, F.Wolfe, T. W. J. Huizinga, „Rheumatoid arthritis”, *The Lancet*, vol. 376, no. 9746, p1094–1108, 2010).

- W rozdziale 1.3 *Stan wiedzy w zakresie segmentacji kości nadgarstka na obrazach rezonansu magnetycznego* jest kilka odwołań do dalszych rozdziałów, a ponadto nie pokazano żadnych ilustracji. Nie dowodzi to jakiegoś błędu autorki, ale sprawia, że ten fragment tekstu jest mało wygodny dla czytelnika.
- Rozdział 1.4 *Wkład naukowy rozprawy* mógłby być z powodzeniem częścią brakującego rozdziału *Cel i zakres pracy*.
- Str. 31, opis rys. 10. Na scyntygramie z całą pewnością nie widać zapalenia, a jedynie obszary koncentracji pierwiastka promieniotwórczego, które możemy interpretować jako efekt RZS. Podobny obraz mogą dać inne choroby, np. nowotworowe.

Odpowiedź: Przepraszam za wprowadzenie w błąd. Istotnie scyntygrafia nie jest badaniem specyficznym w diagnostyce RZS (L. Berná, G. Torres, C. Diez, M. Estorch, D. Martínez-Duncker, I. Carrió, „Technetium-99m human polyclonal immunoglobulin G studies and conventional bone scans to detect active joint inflammation in chronic rheumatoid arthritis”, *European journal of nuclear medicine*, vol. 19, no. 3, p173-6, 1992).

- Str. 33, wiersze 5-6 od góry. Trudno mówić o trójwymiarowych przekrojach; przekroje są dwuwymiarowe, natomiast na podstawie szeregu przekrojów można zrekonstruować trójwymiarowy obiekt.

- Str. 56, wiersz 7 od dołu: dylatacja nie usuwa obiektów mniejszych od elementu strukturalnego; wręcz odwrotnie - powiększa je. Ponadto dylatacja nie tyle wypełnia dziury, ile zmniejsza lub zalewa otwory. Słowo: *dziura* należałoby też zastępować słowem: *otwór* w dalszej części tekstu.

Odpowiedź: Oczywiście dylatacja powiększa detale. Przepraszam za błąd.

- Rys. 24 - podano, że operacje morfologiczne wykonano przy użyciu elementu strukturalnego w kształcie koła o promieniu 1 piksele, podczas gdy analiza wyników tego przekształcenia wskazuje, że lepszym opisem elementu byłby kwadrat 3x3. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, że w przypadku cyfrowych obrazów nie jesteśmy w stanie jednoznacznie rozróżnić kół o małej średnicy od kwadratów o małej długości boku, w zakresie 1-3 lub 4 pikseli.

Odpowiedź: Zaszła pomyłka, rzeczywiście po sprawdzeniu efektu działania obu typów elementu strukturalnego (koła i kwadratu) za pomocą programu ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/>), którym wygenerowałam obrazki, mogę potwierdzić, że był to kwadrat.

- Str. 64, opis algorytmu Otsu: brakuje wyjaśnienia, co to jest prawdopodobieństwo klasy obiektów (lub tła).

Odpowiedź: Metoda Otsu opisuje statystycznie klasy obiektów oraz tła przez dwie różne funkcje prawdopodobieństwa: rozkład klasy obiektu oraz rozkład klasy tła. Jeżeli obraz posiada K poziomów jasności $[0, K - 1]$ to próg T dzieli obraz na dwie klasy: klasę obiektów (ob.) oraz tła (b). Rozkłady prawdopodobieństwa klas obiektów oraz tła przedstawiają wzory:

$$p_{ob} = \sum_{i=0}^T p_i$$

$$p_b = \sum_{i=T+1}^{K-1} p_i.$$

Wzory te występują w pracy pod numerami (29) oraz (30).

- Str. 66, rys. 27: rysunek ten powinien być zamieszczony wcześniej, tak aby nie było ponad połowy pustej strony 65. Poza tym w tekście nie ma żadnego odwołania do twego rysunku. W obecnej postaci jest on wklejony po prostu jako oderwana od tekstu dekoracja.

Odpowiedź: Odwołanie do rys. 27 z rezultatami działania algorytmu Otsu dla wybranego obrazu nadgarstka powinno znaleźć się w opisie algorytmu Otsu, w podrozdziale zawierającym wspomniany rysunek.

- Str. 69, wiersz 7-8 od góry: niejasne jest pojęcie długości gradientu.

Odpowiedź: W opisie ostatniego kroku algorytmu Canny'ego służącego do wykrywania krawędzi – progowaniu z histerezą, w którym usuwane są nieistotne krawędzie o nachyleniu (intensywności) mniejszym od ustalonego progu sprawdzana jest oczywiście wartość modułu, a nie długość gradientu.

- Podczas lektury pracy nasunęła mi się następująca uwaga dyskusyjna: Zamiast sformułowań typu: Z doświadczenia autorki tej rozprawy wynika (str.11, podobne sformułowania są na str. 87 i 88) można byłoby napisać znacznie prościej: Z mojego doświadczenia wynika. Nie ma żadnych formalnych zakazów, by pisać prosto i

zrozumiale. Interesujące byłoby poznać zdanie autorki na ten temat.

Odpowiedź: Dziękuję za uwagę. Rzeczywiście używanie trzeciej osoby w tym miejscu brzmi nieco sztucznie.

4. POZOSTAŁE UWAGI

Justyna Włodarczyk: Bardzo dziękuję za wskazanie poprawek dotyczących treści rozdziałów z zakresu teorii przetwarzania obrazów, zawartości rysunków i spisów, które poprawiłyby jakość pracy oraz jej spójność. Ze wszystkimi uwagami się zgadzam i przepraszam za błędy i niedociągnięcia. Swoje odpowiedzi załączam do tych uwag wymagających objaśnienia z mojej strony.

prof. dr. hab. inż. Leszek Wojnar:

- Początek pracy, strony 4-8 - mamy spisy rysunków oraz tabel (nota bene nie zostały one uwzględnione w spisie treści, który zajmuje strony 1-3), ale warto byłoby dodać spis użytych w pracy oznaczeń skrótów.

Odpowiedź: Skróty starałam się wyjaśnić przy pierwszym użyciu, jednak ich spis jest standardem i powinien znaleźć się w pracy.

- Str. 28, rys. 8. Elementy uszkodzeń i zmian zachodzących w kościach powinny zostać zaznaczone, np. strzałkami. W obecnej wersji osoba nie będąca specjalistą radiologiem ma niewielkie szanse na dostrzeżenie zmian wymienionych w tekście.
- Str. 29, opis tomografii komputerowej. Wydaje się, że lepszym metodycznie rozwiązaniem byłoby pokazanie obrazu tomograficznego kości zamiast obrazu płuc. Tym bardziej, że większa część opisu dotyczy właśnie obrazowania kości.
- Str. 33, rys. 12. W celu lepszego zilustrowania problemu dobrze byłoby zaznaczyć poszczególne orientacje przekrojów jako płaszczyzny naniesione na obraz ciała człowieka.
- Str. 48, wiersz 10-11 od góry: sformułowanie *Obróbka wstępna nie zwiększa ilości informacji na obrazie* jest niezręczne, bo może sugerować, że istnieją takie metody obróbki, które zwiększają ilość informacji zawartej w obrazie, co jest nieprawdą. Poza tym informacja jest zawarta w obrazie, a nie na nim.
- Str. 43, rozdział 4.13 *Jakość obrazów RM*. Autorka wymieniła czynniki wpływające na jakość obrazów RM, ale nie podała żadnego komentarza, przez co rozdział sprawia wrażenie niedokończonego.

Odpowiedź: Należało dodać, że szum obecny w analizowanej bazie obrazów wygładzono przy użyciu filtra anizotropowego.

- Str. 48, wiersz 7 od dołu - trudno się zgodzić ze stwierdzeniem, że przekształcenia geometryczne są bardzo ważne przy operacjach OCR.

Odpowiedź: Oczywiście jest to tylko jedno z wielu ich zastosowań.

- Str. 49, wiersz 6-7 od dołu: autorka pisze, że przekształcenia punktowe są *odwracalne, jeśli w przekształceniu używana jest funkcja ściśle monotoniczna*. Warunek monotoniczności nie jest konieczny. Wystarczy, aby funkcja przetwarzająca wartości poszczególnych pikseli nie dawała w żadnym wypadku tych samych wartości dla różnych argumentów funkcji. Oczywiście, funkcja ściśle monotoniczna spełnia ten warunek, ale może on być spełniony również przez inne funkcje, które nie są monotoniczne.

Odpowiedź: Oczywiście funkcja ściśle monotoniczna jest tylko przykładem funkcji odwracalnej.

- Str. 50, pierwszy akapit od góry - do operacji punktowych można też dodać operacje logiczne.
- Str. 50-53 przy omawianiu filtrów warto byłoby rozważyć zilustrowanie rozważań przykładami działania danego filtru. Należałoby również dodać, że matryca filtru może mieć praktycznie dowolny rozmiar i kształt — mogą to być koła, odcinki lub nawet zupełnie nieregularne kształty. Podobnie, warto byłoby dodać przykłady wykorzystania transformaty Fouriera. Można też byłoby wspomnieć, że w praktyce wykorzystuje się tzw. szybką transformatę Fouriera (FFT).
- Rozdział 6.2 Przekształcenia morfologiczne. Pewne sformułowania wydają się być niezręczne. Definicje erozji i dylatacji są mało zrozumiałe. Trudno też zgodzić się za sformułowaniem: *erozja zbioru A o element strukturalny B* (podpis do rys. 23). Mamy raczej erozję A za pomocą elementu B. Warto pamiętać, że erozja z wykorzystaniem klasycznego elementu 3x3 powoduje usunięcie jedynie pojedynczej warstwy pikseli leżących na brzegu obiektu. Ponadto w przypadku kwadratowej siatki pikseli (w praktyce jedynej powszechnie aktualnie używanej; siatka heksagonalna nie ma obecnie praktycznie żadnego znaczenia) dla wielu przekształceń rozważamy dwa rodzaje sąsiedztwa: 4 najbliższych sąsiadów oraz 8 najbliższych sąsiadów. Sąsiedztwo wybieramy głównie na podstawie charakteru obrazu. Przykładowo, przy 8 najbliższych sąsiadach dwa prostokąty stykające się tylko narożnikami mogą zostać potraktowane jako jeden element i lepiej wybrać 4 najbliższych sąsiadów. Ten ostatni wybór może z kolei doprowadzić do nadmiarowych podziałów cienkich obiektów - linia o grubości jednego piksela zorientowana pod kątem 45° zostanie zinterpretowana jako zbiór oddzielnych punktów. Dla mniej zorientowanego czytelnika dobrze byłoby wyjaśnić, że przekształcenia morfologiczne też są filtrami (erozja to w istocie filtr minimalny, a dylatacja to filtr maksymalny), tylko bardziej wyrafinowanymi. Polega to na tym, że dany filtr jest wykonywany tylko w wybranych miejscach, których lokalna konfiguracja pikseli odpowiada elementowi strukturalnemu. Ponadto wiele z tych filtrów (np. szkieletyzacja lub detekcja działów wodnych) wykonywanych jest w sposób iteracyjny, często ze zmiennym (np. wirującym) elementem strukturalnym.

Odpowiedź: Ponieważ filtry morfologiczne były wykorzystywane w prezentowanych w pracy algorytmach niewątpliwie należało umieścić w pracy ich nieco bardziej rozszerzony opis zawierający elementy wskazane przez Pana Profesora.

- Str. 66-67: opis progowania metodą maksymalnej entropii jest bardzo lakoniczny i mało zrozumiały. Przydałby się przykład obrazu z binaryzacją przeprowadzoną metodą maksymalizacji entropii. Dodanie przykładowych wyników progowania należałoby wykonać konsekwentnie dla wszystkich omawianych metod, przy czym można byłoby przedstawić je na jednym, wspólnym rysunku.

Odpowiedź: Rzeczywiście prezentacja tylko niektórych filtrów jest niezrozumiała. Umieszczenie przykładów działania innych filtrów podniosłoby wartość edukacyjną rozdziału.

- Str. 70-73 przy segmentacji wododziałowej dobrze byłoby wspomnieć, że może ona służyć również do dzielenia sklejonnych obiektów lub uzupełniania granic między nimi na obrazach binarnych. Jako obraz pośredni stosujemy wtedy tzw. funkcję odległości.

Odpowiedź: Oczywiście nie tylko wartość gradientu jest wykorzystywana w algorytmach segmentacji wododziałowej, ale rzeczywiście również funkcja odległości.

- Str. 85: informacja: *Wiek pacjentów to 23-74 lata, ze średnią 47 ± 13 lat.* wydaje się nie być do końca ścisłą, gdyż średnia wyznaczona dla konkretnego zbioru nie ma odchylenia na plus lub minus. Jeżeli natomiast miałby to być półprzedział ufności, to jest on co najmniej wątpliwy. Zakładając bowiem najczęstszy poziom istotności, równy 0,05 dochodzimy do wniosku, że jeden pacjent miał 23 lata, jeden 74, zaś wiek reszty mieścił się w zakresie od 34 do 60, co wydaje się mało prawdopodobne. Niestety, nie można tego sprawdzić, gdyż w pracy nie podano wieku poszczególnych pacjentów.

Odpowiedź: Znak $\pm$ został tu użyty myląc i niewłaściwie. W rzeczywistości podana wartość to średnia ze zbioru liczb oraz jej odchylenie standardowe. Wiek poszczególnych pacjentów prezentuje następujący ciąg liczb (w nawiasie podano płeć):

23 (M), 23 (K), 25 (K), 27 (K), 28 (M), 29 (K), 34 (K), 35 (K), 37 (K), 41 (K), 41 (K), 42 (K), 42 (K), 43 (K), 45 (K), 46 (K), 48 (K), 50 (K), 53 (M), 55 (K), 56 (K), 56 (K), 57 (K), 57 (K), 57 (K), 57 (K), 61 (K), 68 (K), 72 (M), 73 (K), 74 (K).

- Str. 85, opis materiału badawczego. Autorka podaje, że przedmiotem badań były 34 obrazy RM. Wydaje się, że należałoby napisać, że przedmiotem badań były wyniki 34 badań RM, być może z dopiskiem, że zostały zarejestrowane w standardzie DICOM. Obecne brzmienie może sugerować, że przebadano tylko 34 dwuwymiarowe obrazy.

Odpowiedź: Przepraszam za nieścisłość. Przedmiotem analizy były 34 trójwymiarowe obrazy .raw, które uzyskano na podstawie obrazów zapisanych w standardzie DICOM. Analizowane obrazy nadgarstka te były wynikiem badania obrazowego z wykorzystaniem rezonansu magnetycznego.

- Str. 79-84. Wyjaśnienia wymaga pytanie, dlaczego tak dużo miejsca poświęcono metodom oceny jakości segmentacji. Zapewne wynika to z faktu, że wykorzystano je do oceny jakości detekcji dokonanej przy użyciu opracowanych algorytmów. Niemniej, rozdział ten jest napisany w sposób niezbyt czytelny, a niektóre pojęcia (na przykład krzywa ROC) nie zostały nigdzie zdefiniowane i wyjaśnione.

Odpowiedź: Przepraszam za brak należytych szczegółów oraz niejasny opis współczynników oceny jakości segmentacji. Poświęciłam temu tematowi osobny podrozdział ponieważ ocenę jakości algorytmu uważam za ważny aspekt. Sama również porównuję mój algorytm do istniejących, wspomnianych w literaturze algorytmów do segmentacji częściowej lub półautomatycznej. Sama zastosowałam jedynie kilka opisanych współczynników, jednak chciałam je pokazać na tle innych metod oceny ze wskazaniem zastosowań.

5. OGÓLNE UWAGI DOTYCZĄCE CAŁEJ PRACY

prof. dr. hab. inż. Leszek Wojnar:

Jak wspomniałem we wcześniejszej części recenzji, układ rozprawy mgr Justyny Włodarczyk jest logiczny, ale pewne zastrzeżenia budzą proporcje pomiędzy poszczególnymi jej blokami. Omówienie anatomii kończyny górnej, reumatoidalnego zapalenia stawów, metod diagnostyki obrazowej oraz przetwarzania obrazów obejmuje strony 11-84. Po odjęciu indeksów (spisy treści, rysunków, tabel i pozycji literatury) oraz dodatku zawierającego fragmenty kodów

źródłowych okazuje się, że wspomniana powyżej część zajmuje aż dwie trzecie całej rozprawy. Wydaje się, że zostały tu zachwiane proporcje pomiędzy częścią wstępną i najważniejszą częścią pracy, jaką jest opis przeprowadzonych badań oraz uzyskanych wyników wraz z ich analizą, a także wnioski.

We wstępnej części należało zdecydowanie ograniczyć opisy tych elementów, które nie były wykorzystywane w dalszej części rozprawy. Na przykład niepotrzebne są szczegóły dotyczące rentgenografii, tomografii komputerowej, scyntygrafii oraz ultrasonografii, gdyż te metody diagnostyczne nie są przedmiotem dalszych rozważań. Podobnie, nierówny jest opis metod przetwarzania obrazu. Niektóre z nich są opisane bardziej szczegółowo (na przykład filtry), choć nie stanowią najważniejszych elementów opracowywanych algorytmów.

W przypadku opisu metod przetwarzania obrazu w wielu miejscach brakuje odpowiednich ilustracji, które lepiej od tekstu wyjaśniałyby istotę lub potencjalne zastosowanie danej operacji. Z kolei część ilustracji została ewidentnie wklejona do pracy jako swoista forma dekoracji. Dowodzi tego bardzo słabe związanie tych ilustracji z tekstem - czasami nie są one w ogóle przywoływane lub nie odpowiadają treści i tym samym mogłyby zostać usunięte bez zauważalnej szkody dla treści rozprawy (np. rys. 3 i rys. 27).

W całej wstępnej części rozprawy często brakuje autorskiego komentarza, który określiłby stosunek mgr Justyny Włodarczyk do omawianych treści. Z tego powodu ta część rozprawy sprawia wrażenie bardziej przeglądu prasy, niż analizy stanu zagadnienia.

Opracowane przez autorkę algorytmy zostały przedstawione w sposób dokładny i jasny. Załączony materiał ilustracyjny dotyczy jednak wyłącznie opisu poszczególnych etapów algorytmu. Sprawia to wrażenie, że algorytm przetestowano tylko na materiale pochodzącym od jednego pacjenta. Brakuje dokumentacji faktu przebadania 32 pacjentów. Wydaje się, że można było pokazać na wybranym przekroju pary obrazów: początkowego oraz końcowego wyniku detekcji. Można też było pokazać wynik detekcji w postaci kolorowych granic wykrytych kości nadgarstka nałożonych na początkowe obrazy. Byłby to bardzo przekonujący sposób wykazania poprawności i skuteczności opracowanych algorytmów. W obecnej wersji pracy mamy jedynie tabelaryczne zestawienie ocen jakości segmentacji.

Pracę kończy krótkie *Podsumowanie*, natomiast zrezygnowano z klasycznego wyszczególniania wniosków. Uwagi zawarte w *Podsumowaniu* zawierają prawidłową ocenę wyników pracy i możliwości ich dalszego rozwijania. Ten krótki rozdział w pełni rekompensuje brak wniosków.

Odpowiedź: Zgadzam się z Panem Profesorem, że we wstępie teoretycznym być może należało ograniczyć się do szczegółowego opisu metod przetwarzania wykorzystywanych w autorskich algorytmach. Próba przeglądu wszystkich metod filtracji czy segmentacji z powodu ograniczeń objętościowych pracy musiała zakończyć się bądź pominięciem niektórych metod, bądź znacznym ograniczeniem opisu, czego wynikiem był wspomniany „przegląd prasy”. Dziękuję za pozytywną ocenę opisu autorskich algorytmów. Gwoli wyjaśnienia dodam, że rysunki zamieszczone w opisie autorskich algorytmów pochodziły od kilku pacjentów, jednak rzeczywiście nie wynika to z ich opisu. Propozycja prezentacji wyników detekcji nałożonych

na obraz oryginalny byłby bardzo dobrym uzupełnieniem podrozdziału opisującego rezultaty działania algorytmów.

Z poważaniem

Justyna Włodarczyk