

Prof. dr hab. inż. Ryszard S. Choraś
Politechnika Bydgoska im. J.J. Śniadeckich
Wydział Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki

Bydgoszcz 26.01.2023

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
DLA
RADY DYSCYPLINY NAUKOWEJ INFORMATYKI TECHNICZNEJ I TELEKOMUNIKACJI
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

Autor rozprawy: Aneta Górniak

Tytuł rozprawy doktorskiej: Recognition and matching of microscopic images in 2D space

Promotor: prof. dr hab. inż. Ewa Skubalska-Rafajłowicz

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Andrzej Rusiecki

1. Uwagi wstępne

1.1 Formalna podstawa oceny

Recenzję przygotowano w związku z pismem Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja z dnia 21.11.2022 r. w sprawie powołania recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Anety Górniak w dyscyplinie informatyka.

Zadaniem recenzenta jest ocena, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz dowodzi ogólnej wiedzy teoretycznej doktoranta w zakresie informatyki, a także umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

1.2 Rozprawa doktorska

Rozprawę doktorską stanowi zwarty manuskrypt liczący 168 stron napisany w języku angielskim. Rozprawa zawiera: Abstract (1.5 strony), Streszczenie (1.5 strony), Spis treści (1.5 strony), Rozdział 1 - Wstęp (5 stron), Rozdział 2 - Obrazy medyczne i rejestracja obrazów medycznych (15 stron), Rozdział 3 - Wielomiany Zernike i momenty (10 stron), Rozdział 4 - Proponowane metody identyfikacji i klasyfikacji obrazów z wykorzystaniem momentów Zernike'a (8 stron), Rozdział 5 - Przygotowanie i przetwarzanie obrazów dyskretnych (15 stron), Rozdział 6 - Praktyczne zastosowanie momentów Zernike w sekwencjonowaniu obrazów mikroskopowych (31 stron), Rozdział 7 - Praktyczne zastosowanie momentów Zernike w analizie obrazów mikroskopowych (53 strony), Rozdział 8 - Wnioski (8stron), Spis rysunków (6stron), Spis tablic (2 strony) i Wykaz literatury obejmujący 128 pozycji.

WPLYNEŁO
30-01-2023

RDN-IIT/22/2023

2. Ocena treści rozprawy i wkładu oryginalnego

2.1. Ocena treści rozprawy

W rozdziale 1 w skondensowanej formie przedstawiono zagadnienia omawiane w dalszych częściach skoncentrowane na wykorzystaniu momentów Zernike w problematyce rozpoznawania obrazów mikroskopowych. Do rozwiązania wielu z tych problemów zaproponowano wykorzystanie momentów Zernike w postaci deskryptora (wektora) obrazu wykorzystującego zmodyfikowaną postać momentów Zernike. W dalszych częściach rozprawy omówiono szczegółowo implementację algorytmów dotyczących sekwencjonowania próbek obrazów mikroskopowych, identyfikacji i klasyfikacji takich próbek. Podstawą tych algorytmów są opracowane deskryptory na bazie momentów Zernike.

Rozdział 2 przedstawia problematykę związaną z pozyskiwaniem obrazów medycznych. Nie wnosi do przedstawianych w rozprawie zagadnień nowych treści jednak może być dobrym wprowadzeniem do zrozumienia zagadnień związanych z analizą i przetwarzaniem obrazów mikroskopowych.

Rozdział 3 prezentuje podstawy teoretyczne wielomianów i momentów Zernike. Przedstawiono właściwości momentów Zernike, dyskretne momenty Zernike oraz ideę rekonstrukcji obrazu na podstawie momentów Zernike we współrzędnych radialnych.

Rozdział 4 przedstawia wykorzystanie momentów Zernike w postaci deskryptorów obrazu. Obraz może być opisany przez sekwencję momentów Zernike. Liczba i typ momentów Zernike decyduje o tym jak dokładnie zrekonstruujemy obraz na podstawie deskryptora obrazu utworzonego z momentów Zernike. Rozpatrywane są dyskretne momenty Zernike rzędu n z powtórzeniami m oraz skumulowane momenty Zernike A_n które są sumą wszystkich momentów Zernike A_{nm} tego samego rzędu. Zaproponowano koncepcję budowania prototypów klas obrazów z wykorzystaniem momentów Zernike.

Dla obrazów zawierających podobne treści np. podobne obiekty uzyskujemy podobne ale nie takie same wartości momentów Zernike. Zostały określone akceptowalne górne i dolne wartości każdego komponentu wektora C . Umożliwia to wyznaczenie granicy pozwalającej zaklasyfikować obraz jako należący do danej klasy. Obrazy, które mają podobne wartości deskryptorów D , ale nie mieszczą się w granicach odchylenia są odrzucane.

Rozdział 5 omawia zagadnienia związane z dyskretnym modelem obrazu. Przedstawiono transformacje kartezjańskie i biegunowe układu współrzędnych obrazu.

Wielomiany i momenty Zernike w obliczeniach numerycznych powinny mieć postać dyskretną. Rozpatrywane obrazy również muszą mieć postać dyskretną. Konieczne jest przekształcenie obrazu do współrzędnych biegunowych i mapowanie obrazu na jednostkowy dysk. W przypadku analizy obrazów ważna jest zdolność do zdefiniowania różnic i podobieństw między obrazami. Opis zależności między obrazami z różnymi poziomami dokładności można zrealizować poprzez omawiane w tym rozdziale transformacje.

Rozdział 6 omawia problematykę sekwencjonowania mikroskopowych obrazów tkanek. W pierwszej części omawia zastosowanie deskryptorów histogramów krawędziowych (EHD) w sekwencjonowaniu obrazów mikroskopowych. Rozpatrywane są trzy typy histogramów krawędziowych.

Dla każdego obrazu mikroskopowego obliczamy deskryptor momentu Zernike'a. Kolejność uzyskujemy poprzez analizę różnic pomiędzy odpowiadającymi sobie wartościami deskryptorów momentów Zernike dla par obrazów i znalezienie kolejności, która zwraca najmniejszą wartość sumy wszystkich różnic. Różnica jest tym większa, im dalej od siebie znajdują się obrazy w serii.

Rozpatrywane były trzy podejścia do problemu sekwencjonowania: ZMD, EHD oraz połączenie ZMD i EHD. W metodzie ZMD uporządkowana sekwencja jest budowana według wartości ZM w deskrytorze. W metodzie EHD, nie musimy przekształcać obrazów w celu skonstruowania sekwencji. EHD zajmuje się danymi bezpośrednio z obrazu, natomiast ZMD pracuje z już przetworzoną informacją, czyli momentami Zernike. Są to główne różnice pomiędzy podejściami ZMD i EHD. Zarówno ZMD, jak i EHD są skuteczne w ustalaniu uporządkowanej sekwencji obrazów mikroskopowych. Zaletą momentów Zernike'a jest to, że znajdują one zastosowanie również w problemach niezwiązanych tylko z dopasowaniem kształtów.

Rozdział 7 omawia wykorzystanie momentów Zernike w analizie obrazów mikroskopowych.

Rozdział 8 prezentuje wnioski.

2.2. Ocena oryginalności rozprawy.

Rozprawa dotyczy wykorzystania momentów Zernike w problemach analizy obrazów mikroskopowych tkanek. Rozpatrywane jest też wykorzystanie momentów Zernike do identyfikacji typów tkanek na obrazach, detekcji uszkodzeń na obrazach tkanek oraz sekwencjonowania tkanek na obrazach mikroskopowych. Do tych celów zaproponowano wykorzystanie deskrytorów w postaci momentów Zernike i ich skumulowanych wersji.

W literaturze szeroko przedstawiono zagadnienia związane z wykorzystaniem momentów Zernike w przetwarzaniu obrazów. Dotyczy to zarówno algorytmów obliczania momentów Zernike jak i użycia ich w szeregu aplikacjach przetwarzania obrazów np. w aplikacjach związanych z wyszukiwaniem informacji/treści obrazowych.

Problem związany z przetwarzaniem obrazów tkanek mikroskopowych nie był dostatecznie zbadany, szczególnie w aspekcie sekwencjonowania próbek tkanek. Jest to szczególnie ważne w aspekcie rekonstrukcji 3D struktur anatomicznych na podstawie ich kolejnych obrazów.

W tym aspekcie uważam, że Autorka rozprawy podjęła ważny, aktualny a zarazem trudny problem naukowy. Zaproponowała też pewne autorskie rozwiązania oraz przedstawiła oryginalne przyczynki pozwalające na kontynuację badań w przedstawionym w rozprawie kierunku.

Za oryginalne aspekty pracy uważam:

- zaproponowanie momentów Zernike jako deskryptora obrazów mikroskopowych w procesie sekwencjonowania próbek tkanek anatomicznych;
- przedstawienia algorytmów obliczania deskrytorów obrazu na podstawie momentów Zernike;
- przedstawienie dwóch metod konstrukcji deskrytorów na bazie momentów Zernike.

3. Poprawność redakcyjna rozprawy i uwagi krytyczne

Redakcja pracy jest w zasadzie poprawna. Jednak Autorka nie uniknęła pewnych błędów:

- W pracy nie zaprezentowano celu i tezy pracy ani też żadnych hipotez.
- Autorka nie wyjaśniła w rozprawie, dlaczego z wielu dobrze znanych momentów ortogonalnych wybrała momenty Zernike.
- Brak jawnie sformułowanych i deklarowanych oryginalnych przyczynków.
- Występują nieliczne błędy językowe np. na stronie 16, na stronie 30. Występują też niejednoznaczne oznaczenia np. symbol D na stronie 30 i str.42.
- Pewne fragmenty pracy stosują oznaczenia z innych publikacji np. w rozdziale 6 gdzie każde odwołanie do numeru rysunku kończy się znakiem ?. Dotyczy to również powoływania na numery wzorów (str. 78).
- Część rozważań rozdziału 5, zwłaszcza rysunki 5.1 - 5.3 nie wnoszą niczego oryginalnego do rozprawy. Rysunek 5.4 jest bardzo niedokładny.

Opisane powyżej uwagi nie mają istotnego wpływu na wagę przedstawionych rozwiązań i nie obniżają wartości pracy.

4. Ocena końcowa

Autorka wykazała się dużą wiedzą w zakresie tematyki rozprawy, umiejętnością pracy naukowej oraz znajomością metod badawczych. Wyniki pracy świadczą o dobrym przygotowaniu Autorki do pracy naukowej.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska Pani Anety Górniak spełnia warunki określone w art. 13.1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65 poz. 595 z późn. zmianami) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Informatyki Technicznej I Telekomunikacji Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie Pani Anety Górniak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

26.01.2023
data sporządzenia recenzji



podpis recenzenta