

dr hab. n. med. Aleksandra Nitecka-Buchta

Katedra Dysfunkcji Narządu Żucia

Śląski Uniwersytet Medyczny

w Katowicach Wydział Nauk

Medycznych w Zabrze

pl. Traugutta 2, 41-800 Zabrze



Śląski
Uniwersytet
Medyczny
w Katowicach

Zabrze, 02.08.2025 r.

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr zarządzania biznesem, lic. chirurgii jamy ustnej i
stomatologicznej Julien Issa pod tytułem**

**„Evaluation of Artificial Intelligence for Detecting Anatomical Landmarks and their
Dimensions on Cone-beam Computed Tomography Scans” wykonanej pod opieką**

Promotor

Prof. dr hab. n. med. Marta Dyszkiewicz Konwińska

Dr hab. n. med. Raphael Olszewski

i opracowana na zlecenie Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

Podstawą formalną recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Kolegium Nauk Medycznych Prof. dr hab. Przemysława Mitkowskiego, z dnia 25.06.2025 r. zgodne z uchwałą Kapituły Kolegium Medycznych UM w Poznaniu o numerze 98/2025 r.

1. Ogólna charakterystyka pracy

W przedstawionej do oceny rozprawie Doktorant podjął się analizy zastosowania sztucznej inteligencji AI w diagnostyce radiologicznej obszaru twarzy i głowy. Sztuczna inteligencja odgrywa w ostatnim czasie coraz większą rolę, nie tylko w dziedzinie medycyny, ale ogólnie w rozwoju ludzkości. Jest niezwykle pomocna w procesie diagnostyki, leczenia i edukacji młodych pokoleń lekarzy, diagnostów i techników. Jej zalety są z całą pewnością nie do przecenienia. Posiada jednak także wady i zagrożenia, które powinny być analizowane i

przedstawiane szerokiej opinii publicznej jako element nieodłączny rozwoju cyfrowego świata. Jak każda technologia musi być stosowana zgodnie z zasadami zdrowego rozsądku, czyli cechą typowo ludzką, a nie cyfrową. Zagadnienia etyczne współczesnego rozwoju zaczynają przypominać filmy science-fiction i świat matrix. Tym bardziej cenny jest temat rozprawy doktorskiej wybrany przez Doktoranta Julien Issa, ponieważ podnosi aspekty oceny dokładności, skuteczności i omylności systemów cyfrowych, w porównaniu do czynnika ludzkiego. Pamiętajmy także, że czynnik ludzki we współczesnym świecie często nie jest idealny. Specjalistów w dziedzinie medycyny zawsze brakowało i pewnie będzie brakować, proces edukacji jest długotrwały i kosztowny, młode pokolenia przyzwyczajone do uzyskiwania szybkich efektów swojej pracy - również w procesach cyfryzacji szkół, nauki, zabawy – oczekują skrócenia procesu szkolenia lekarzy specjalistów. Wiedza medyczna ulega coraz szerszej specjalizacji i podziałom na poddyscypliny, które trudno będzie jednemu lekarzowi zgłębić. Stajemy przed obliczem dynamicznych zmian w świecie nauki i praktyki klinicznej. Sztuczna inteligencja powinna wspomagać te zmiany i wysiłki człowieka, ale nie może stać się narzędziem przynoszącym szkodę pacjentowi, zgodnie z zasadą „primum non nocere”.

Wybór zagadnienia badawczego rozprawy doktorskiej należy uznać za bardzo trafny i aktualny z naukowego i praktycznego punktu widzenia, także w aspekcie specjalizacji Autora.

Przedstawiona do recenzji rozprawa liczy 74 strony właściwej pracy i 18 stron dodatkowych oświadczeń współautorów prac. Rozprawa doktorska obejmuje kolejno:

- Wykaz aktywności naukowej Doktoranta strona 3 – 9
- Lista publikacji wchodzących w skład cyklu prac strona 10
- Podziękowania strona 11
- Spis treści strona 12
- Wykaz skrótów strona 13
- Wprowadzenie strona 14 - 17
- Sformułowanie założeń i celów strona 18

- Opis materiałów i metodyki badań: badanie 1- strona 19-20, badanie 2- strona 21-22, badanie 3 - strona 23-24, badanie 4 - strona 25 -26

Wszystkie cytowane prace badawcze mają prawidłową budowę, podział na wprowadzenie, metodologie i wyniki, dyskusje i wnioski. Zaopatrzone są także w niezbędne Ryciny i Tabele. Ocena wartości merytorycznej każdej z prac została przeprowadzona podczas recenzji w renomowanych czasopismach w listy filadelfijskiej, w trakcie publikacji manuskryptów.

- Załączone publikacje strony 38 – 74 stanowiące główną część badawczą rozprawy doktorskiej
- Ogólna dyskusja strony od 27 - 28
- Podsumowanie wraz z wnioskami strony 29 - 30
- Streszczenia w językach polskim strony 34 - 35 i angielskim strony 36 - 37
- Spis literatury obejmujący 26 aktualnych pozycji piśmiennictwa z lat 2001-2025, piśmiennictwo podane jest w systemie alfabetycznym, strony 31-33.

Są to artykuły anglojęzyczne opublikowane w latach 2001-2025. Konstrukcja pracy badawczej i zakres dobranego piśmiennictwa, pozwalają wnosić o właściwym usystematyzowaniu podjętej analizy i dobrym przygotowaniu merytorycznym Doktoranta do podjęcia tematyki badawczej. Proporcje objętościowe poszczególnych części pracy są prawidłowe. Analiza piśmiennictwa przeprowadzona została w sposób merytoryczny i odpowiadający zakresowi każdego z artykułów.

Rozprawa doktorska jest cyklem czterech prac opublikowanych w czasopismach z listy filadelfijskiej, opatrzonych wprowadzeniem do tematu, dyskusją oraz podsumowaniem. W skład przedłożonej pracy wchodzi także oryginalne publikacje, będące spójną częścią całości, dodać należy, że prace wchodzące w skład cyklu zostały szczegółowo przemyślane i zaprojektowane w swojej kolejności. Cykl rozpoczyna przegląd systematyczny, który wprowadza czytelnika w temat i ukazuje aktualny stan wiedzy na temat zastosowania AI w analizie diagnostycznej obrazowania radiologicznego (artykuł1). Następny artykuł w sposób bardzo płynny przenosi czytelnika do zagadnienia porównania precyzji działania sztucznej inteligencji oraz segmentacji półautomatycznej prowadzonej przez specjalistę radiologii

podczas oznaczania przebiegu nerwu żębodołowego dolnego w CBCT (artykuł2). Trzecią częścią pracy doktorskiej jest analiza wpływu ustawień sprzętu CBCT, czyli wyboru parametrów takich jak grubość warstwy, ostrość i kontrast na precyzję oceny CBCT (artykuł3). Kolejność przedstawienia badań nie jest przypadkowa i bardzo skrupulatnie przemyślana. Na zakończenie cyklu Autor przedstawił artykuł dotyczący oceny dokładności segmentacji kanału nerwu żębodołowego dolnego przez sztuczną inteligencję, w porównaniu do segmentacji półautomatycznej w CBCT w dużej grupie badanej 150 pacjentów (artykuł4).

Artykuł 1-

Issa J, Olszewski R, Dyszkiewicz-Konwińska M. **The Effectiveness of Semi -Automated and Fully Automatic Segmentation for Inferior Alveolar Canal Localization on CBCT Scans: A Systematic Review.** Int J Environ Res Public Health. 2022;19(1):560. doi:10.3390/ijerph19010560 o wartości **3,3 pkt IF**

Artykuł 2-

Issa J, Kulczyk T, Rychlik M, Czajka-Jakubowska A, Olszewski R, Dyszkiewicz- Konwińska M. **Artificial intelligence versus semi-automatic segmentation of the inferior alveolar canal on cone-beam computed tomography scans: A pilot study.** Dent Med Probl. 2024;61(6):893-899. doi:10.17219/dmp/175968 o wartości **2,7 pkt IF**

Artykuł 3-

Issa J, Riad A, Olszewski R, Dyszkiewicz-Konwińska M. **The Influence of Slice Thickness, Sharpness, and Contrast Adjustments on Inferior Alveolar Canal Segmentation on Cone-Beam Computed Tomography Scans: A Retrospective Study.** J Pers Med. 2023;13(10):1518. doi:10.3390/jpm13101518 o wartości **3,4 pkt IF**

Artykuł 4-

Issa J, Dyszkiewicz-Konwińska M, Kazimierczak N, Olszewski R. **Assessing the accuracy of artificial intelligence in mandibular canal segmentation compared to semiautomatic segmentation on cone-beam o computed tomography images.** Pol J Radiol. 2025;90. doi:10.5114/pjr/202477 wartości **0,9 pkt IF**

W sumie cykl prac składa się z czterech pozycji o łącznej wartości **współczynnika IF= 10,3**

2. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Przeglądu literaturowy w odpowiednim stopniu klasyfikuje i systematyzuje wiedzę dotyczącą tematyki zastosowania sztucznej inteligencji AI w stomatologicznej diagnostyce radiologicznej i dowodzi dobrego przygotowania teoretycznego Doktoranta do prowadzenia pracy doktorskiej. Praca przedstawia słabe i mocne strony diagnostyki radiologicznej wspomaganej przez AI. Doktorant słusznie podsumowuje przegląd systematyczny, podając potrzebę stworzenia odpowiednich narzędzi i testów oraz brania przez autorów badań pod uwagę ograniczeń jakie stawiane są AI, które mogą prowadzić do powstania błędów pomiarowych. Należy brać pod uwagę dobrodziejstwo systemów informatycznych, stosowanych szeroko w medycynie, pamiętając jednak o prawidłowej ocenie stosowanych algorytmów badania. Specyfika współpracy z AI generuje potrzebę rozwoju metodyki badawczej, o której pisze Doktorant w dyskusji i podsumowaniu przeglądu systematycznego. Wkład Doktoranta w powstanie pierwszego artykułu, zgodnie również z oświadczeniami współautorów był bardzo duży: koncepcja przeglądu systematycznego, metodologia pracy, walidacja, analiza formalna, badanie, przygotowanie danych oraz oryginalna koncepcja manuskryptu.

W drugiej pracy w cyklu Autor porównał dokładność segmentacji i czas jej przeprowadzenia przez w pełni automatyczną ocenę w programie komputerowym z półautomatyczną oceną, przeprowadzoną przez specjalistę. Do badania włączono 30 kanałów nerwu zębodołowego dolnego przedstawionych w badaniu CBCT u 15 anonimowych pacjentów. Badania te poddano segmentacji i porównaniu, z pomocą programu Diagnostics i Geomagic Studio. Dzięki możliwości odwróconych technik inżynierii udało się ocenić precyzję segmentacji, która była bardzo zbliżona pomiędzy grupą AI i półautomatyczną prowadzoną przez specjalistę: różnice w pomiarach były bardzo niewielkie, średnio 0,275mm, z SD +/- 0,475mm. W tym miejscu zaskakujący jest wynik odchylenia standardowego (SD), które jest większe niż średnia wartość. Warto byłoby przeanalizować jeszcze raz rozkład danych i dobór odpowiedniego testu statystycznego, albo podać wartości mediany i kwartyłu, dla takiego rozkładu. Należałoby zastanowić się czy dobrany test statystyczny był odpowiedni. Zaskakująco pozytywnie przedstawiały się czasy przeprowadzania analizy badania radiologicznego - segmentacji: 175, 00 sek i 175,67 sek odpowiednio dla grupy AI i dla analizy

półautomatycznej, prowadzonej przez specjalistę. Można było spodziewać się szybszego działania systemu komputerowego, więc tym bardziej należy docenić specjalistyczne umiejętności badacza biorącego udział w projekcie i szybkość jego pracy. Wkład Doktoranta w powstanie drugiego artykułu, zgodnie również z oświadczeniami współautorów był bardzo duży: koncepcja i projekt badania, zebranie danych i ich analiza, interpretacja danych, przygotowanie manuskryptu.

Trzecia praca w cyklu dotyczy wpływu parametrów ustawienia aparatu i przeglądarki w trakcie wykonywania i analizy badania CBCT, takich jak grubość warstwy badania, ostrość, kontrast na precyzję segmentacji nerwu żębodołowego dolnego (IAC). Przeanalizowano 25 badań CBCT, czyli 50 kanałów nerwu żębodołowego dolnego, który ocenione zostały niezależnie przez dwóch odrębnych badaczy. Różne ustawienia przeglądarki CBCT zostały porównane i ocenione w trzystopniowej skali jakości: dobra, średnia i słaba z pomocą oprogramowania Cloud Compare v.2.13.alpha. Po nałożeniu na siebie wyników badania przeprowadzonych półautomatycznie, przez dwóch niezależnych badaczy oraz w pełni automatycznie przez AI okazało się, że zgodność pomiarów była duża: różnica pomiędzy oboma metodami wynosiła 0,295 mm, SD +/- 0,307 mm. Udowodniono, że mniejsza grubość warstwy (0,25 mm) oraz wyższy kontrast (o wartości 1200) znacząco poprawiały jakość oceny i precyzję segmentacji skanów CBCT. Podsumowując Autor w drugim artykule zawarł zależności pomiędzy parametrami wykonywanego badania, a jakością i precyzją segmentacji. Takie wstępne badania dotyczące parametrów i ustawień sprzętu diagnostycznego mogą w przyszłości posłużyć do ustalenia wytycznych dla badań CBCT w szeroko pojętej stomatologii.

Wkład Doktoranta w powstanie trzeciego artykułu był bardzo duży, zgodnie z oświadczeniami współautorów Doktorant był autorem koncepcji badania, metodologii, zebrania i analizy danych, a także przygotowania manuskryptu.

Kolejna, czwarta praca w cyklu przedstawiła rozwinięcie koncepcji badań, pomnożenie ilości analizowanych przypadków do 300 kanałów żuchwy (Mandibular Canal MC), u 150 pacjentów. Jej wyniki nie odbiegają od tych uzyskanych w pracy trzeciej, potwierdzają przeprowadzoną wcześniej analizę, jednakże wskazują także na możliwość wystąpienia pomyłek. W badaniu 88% przeprowadzonych pomiarów było akceptowalnych, czyli zakres błędu nie przekraczał 0,5mm. Jednak pozostałe 12% to przypadki, które przez AI mogły zostać błędnie zinterpretowane, gdzie różnica w dokładności pomiaru wynosiła nawet do 5 mm. Jest to bardzo istotny wniosek płynący z całej pracy doktorskiej: cyfrowe wspomaganie diagnostyki radiologicznej jest bardzo pomocne i stanowi ogromne wsparcie dla lekarza diagnosty, jednak

to czynnik ludzki powinien zawsze pozostawać nadrzędną kontrolą we współpracy z nawet najbardziej zaawansowaną technologią. Takie podsumowanie pracy doktorskiej świadczy o umiejętności rozsądnego gospodarowania zasobami technologicznymi przez Doktoranta i ograniczonym zaufaniu do zdobyczy współczesnej techniki, o czym łatwo zapomnieć, dając się ponieść fascynacji nieograniczonymi możliwościami współczesnych urządzeń. Przypomina nam wszystkim, że dobro pacjenta jest nadrzędną wartością i powinno być zawsze głównym celem działania medycyny.

Wkład Doktoranta w powstanie czwartego artykułu był także bardzo duży i polegał na zaprojektowaniu badania, zebraniu danych, przeprowadzeniu analizy statystycznej i interpretacji wyników oraz na przygotowaniu manuskryptu i niezbędnej literatury.

Doktorant przedstawił również opinię przewodniczącego komisji Bioetycznej Prof. dr hab. Macieja Krawczyńskiego, na temat braku cech eksperymentu medycznego w przedstawionej pracy doktorskiej. Uzasadnił w ten sposób brak numeru zgody Komisji Bioetycznej na prowadzenie poniższych badań w ramach Szkoły Doktorskiej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu.

Usystematyzowanie wiedzy na temat AI w diagnostyce radiologicznej CBCT pozwoliło Autorowi sformułować założenia i cel poniższej pracy:

1. przeprowadzenie przeglądu systematycznego literatury na temat zastosowania AI w diagnostyce obrazowej CBCT i zidentyfikowanie braków w tym zakresie
2. porównanie segmentacji przeprowadzonej z zastosowaniem AI w segmentacją półautomatyczną.
3. analiza wpływu parametrów badania na precyzję segmentacji i ustalenie standardów badania CBCT
4. walidacja użyteczności klinicznej AI w segmentacji automatycznej CBCT na dużej próbie badanej.

Założone cele są mierzalnym efektem pracy Doktoranta, a otrzymane wyniki są bardzo cenne, zarówno pod względem poznawczym, jak i utylitarnym. Rozprawę doktorską wieńczy podsumowanie wraz z wnioskami. Wnioski są adekwatne do zadanych celów i odpowiadają na postawione pytania:

1. Segmentacja oparta na AI wykazała dużą precyzję i dokładność badania, znacząco zmniejszając wysiłek oceniającego.
2. Wpływ parametrów badania na wyniki segmentacji jest znaczący i powinien być brany pod uwagę podczas oceny i planowania przyszłych badań.

3. Wyniki badania potwierdzają wiarygodność segmentacji przeprowadzonej w pełni automatycznie przez AI, w przypadkach nieskomplikowanej anatomii. Trudności w analizie pojawiają się w bardziej skomplikowanych przypadkach, stąd potrzeba ciągłego rozwoju i uczenia się systemów sztucznej inteligencji.

4. Wieloośrodkowa walidacja badań jest niezbędna dla wspierania rozwoju systemów AI i prawidłowej interpretacji w różnych warunkach diagnostycznych czy populacyjnych

Część z powyższych wniosków może stanowić bezpośrednią wytyczną nadającą się do zainicjowania dalszych badań naukowych i wytycznych dotyczących diagnostyki radiologicznej w stomatologii.

5. Podsumowanie

Podsumowując niniejszą recenzję pracy doktorskiej pod tytułem „Evaluation of Artificial Intelligence for Detecting Anatomical Landmarks and their Dimensions on Cone-beam Computed Tomography Scans” stwierdzam, że oceniam bardzo wysoko całokształt dokonań Doktoranta, który w opiniowanej rozprawie:

- wykazał się bardzo dobrą orientacją w literaturze dotyczącej tematyki będącej przedmiotem jego zainteresowania, którą wykorzystał w przeglądzie literatury i dyskusji, dowodząc tym samym swojej szerokiej wiedzy i umiejętności jej kreatywnego wykorzystania,
- dowiódł umiejętności samodzielnego stawiania i rozwiązywania problemów naukowych,
- udokumentował umiejętność właściwego doboru metod badawczych oraz ich pełnego opanowania praktycznego,
- osiągnął założony cel naukowy,
- bardzo dobrze opanował umiejętności opracowania wyników badań oraz publikowania i prezentowania osiągniętych rezultatów badawczych.

Na podstawie analizy rozprawy doktorskiej stwierdzam, że Doktorant skrupulatnie przeprowadził badania naukowe oraz rozwiązał postawione problemy badawcze z pogranicza stomatologii i diagnostyki obrazowej. Przedstawione w recenzji uwagi mają głównie charakter dyskusyjny. Cykl czterech prac opublikowanych w renomowanych czasopismach naukowych, o łącznym wskaźniku IF= 10,3 zasługuje na uznanie i wyróżnienie pracy doktorskiej.

W związku z powyższym stwierdzam, że opiniowana praca doktorska spełnia wszelkie wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz.U. z 2024 poz. 1571 ze zm.) i przedkładam wniosek o dopuszczenie Pana Julien Issa do dalszych etapów przewodu doktorskiego, wnioskując jednocześnie o wyróżnienie pracy doktorskiej.

