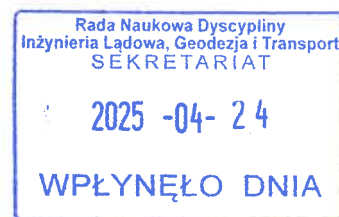


Przyjmuję pod rygorem
formalnym - 24.04.2025
UW

Bydgoszcz, 17 kwietnia 2024 r.

dr hab. inż. Ireneusz Wyczałek, profesor uczelni
Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska



Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Kaliny Barbary Kalinowskiej pt.:

„Opracowanie metodyki wykorzystania uczenia głębokiego i automatycznego modelowania 3D w badaniu obrażeń ciała na podstawie obrazów post-mortem”

promotor – dr hab. inż. Dorota Zawieska, prof. Uczelni

promotor pomocniczy – dr n.med. Marcin Fudalej

Podstawa prawna sporządzenia recenzji

Niniejszy dokument sporządzono w odpowiedzi na pismo nr RND.ILGiT.02.02.2025 wystosowane przez Biuro Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, Politechniki Warszawskiej z dn. 11.02.2025 r., dotyczące wyznaczenia recenzentów rozprawy doktorskiej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora pani Kalinie Barbarze Kalinowskiej. Postępowanie jest prowadzone zgodnie z art. 190 ust. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 poz. 1571). Zgodnie z art. 187. Ustawy niezbędne jest spełnienie dwóch warunków: „1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej. 2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.” W przypadku ocenianej pracy odpowiednią dyscypliną naukową jest Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport. Niniejsza recenzja służy ocenie, czy spełnione zostały powyższe wymagania formalne oraz merytoryczne w odniesieniu do treści zawartej w przedstawionej do oceny rozprawie.

1. Przedmiot recenzji

Recenzja dotyczy przedłożonej przez Panią mgr inż. Kamilę Barbarę Kalinowską rozprawy doktorskiej pt. **„Opracowanie metodyki wykorzystania uczenia głębokiego i automatycznego modelowania 3D w badaniu obrażeń ciała na podstawie obrazów post-mortem”**. Przedstawiona do oceny praca stanowi zwartą monografię liczącą 229 stron, w tym: spis treści, wprowadzenie i przedstawienie celu oraz zadań badawczych, 30 stron omówienia tematyki oględzin medycznych zwłok ofiar, część merytoryczną z opisem badań i oceną

ich wyników, wykaz 180 pozycji bibliograficznych, a także wykazy 80 ilustracji i 15 tabel. Zasadnicza treść rozprawy obejmuje kolejno: wprowadzenie w tematykę sądowo-lekarskich oględzin zwłok, przegląd zastosowań metod obrazowania w medycynie sądowej, przedstawienie podstaw teoretycznych podjętych badań, szczegółowy opis przebiegu przeprowadzonych prac badawczych oraz ich podsumowanie zakończone wnioskami.

2. Ocena układu rozprawy doktorskiej

Tematyka ocenianej rozprawy doktorskiej

Rozprawa mgr inż. Kamili Barbary Kalinowskiej poświęcona jest zastosowaniu fotogrametrii i teledetekcji w sądowo-medycznych badaniach zwłok, głównie pod kątem wykrywania, lokalizacji i opisu cech przestrzennych dwóch rodzajów uszkodzeń ciała – podbiegnięć krwawych i otarć naskórka – wskazanych przez Autorkę jako jedno z istotniejszych i najczęściej występujących obrażeń ciała osób zmarłych w wyniku przemocy fizycznej. Cechują się one konkretnymi objawami, które tradycyjnie oceniane są i opisywane przez biegłych sądowych z zakresu medycyny. Opis taki jest niedoskonały, zatem potencjał metod teledetekcyjnych może zostać wykorzystany w celu podniesienia jakości tego typu ekspertyz. Takie rozumowanie, poparte przeglądem literatury, pobudziło Autorkę do podjęcia własnych prób rozwiązania tego zadania od strony geometrycznej. W efekcie Pani Kamila Kalinowska zaproponowała postępowanie, które „w oparciu o obrazy post-mortem przedstawia wybrane algorytmy uczenia głębokiego do detekcji i klasyfikacji dwóch typów obrażeń () oraz ich zapisu na wygenerowanych cyfrowych modelach 3D. Opracowane rozwiązanie cyfrowe dodatkowo umożliwiły przeprowadzenie zaawansowanych analiz morfologicznych w przestrzeni 2D z wykorzystaniem operacji na macierzach konwolucji. Natomiast analizy morfometryczne przeprowadzone w przestrzeni 3D pozwoliły na precyzyjne określenie takich cech obrażeń, jak ich kształt, wielkość, głębokość czy kierunek ich powstania...” (nieco zmodyfikowany cytat ze streszczenia pracy). W efekcie przeprowadzonych prac badawczych Autorka zaprezentowała spójne, nowoczesne rozwiązanie obejmujące poszczególne etapy procesu, począwszy od pozyskania, kalibracji i opracowania zdjęć, poprzez budowę modelu 2D (rzut ortofotograficzny), jego wzmocnienie i klasyfikację, przetworzenie do postaci 3D, aby uzyskać przestrzenny obraz rozmieszczenia, kształtu i cech przestrzennych (głębokość, wypukłość) obrażeń badanego ciała. Wszystkie elementy przedstawionej procedury zostały każdorazowo poprzedzone analizą podstaw teoretycznych, zrealizowane za pomocą świadomie wybranych algorytmów i ocenione pod kątem spełnienia oczekiwań. W efekcie cały proces może być docelowo wykonywany w sposób zautomatyzowany.

Piśmiennictwo zastosowane w rozprawie

Oceniana publikacja charakteryzuje się językiem w znacznym stopniu sformalizowanym, opisującym poszczególne etapy pracy w sposób zwarty, syntetyczny, z ograniczonym

zasobem opisów. Jest on ściśle ukierunkowany na jednoznaczne, nie pozostawiające pola do interpretacji przedstawienie sposobu i zakresu wykonanych prac. Dostrzega się przy tym, że Pani Kamila Barbara Kalinowska nie posługuje się rutynowym językiem fotogrametrycznym, co świadczy o tym, że wiedza wykorzystana w rozprawie była przez Autorkę na bieżąco zgłębianą, sprawdzaną i weryfikowaną pod kątem poprawności uzyskanych wyników. Z pewnością wcześniejsze doświadczenie fotogrametryczne ułatwiłoby Autorce wybór ścieżek postępowania, ale – z drugiej strony – mogłoby stanowić pewne obciążenie w poszukiwaniu optymalnych rozwiązań. Z tego względu monografia może stanowić dobre odniesienie dla adeptów wiedzy fotogrametrycznej, poszerzając ich spojrzenie na ten dział metod pomiarowych.

Doktorantka w swojej pracy powołuje się na 160 pozycji bibliograficznych, przy czym spora część tychże prac dotyczy wprost tematyki rozwiązywanej w rozprawie (w szczególności prace, których współautorami są Ugail i Villa), a także metod i algorytmów wybranych do realizacji poszczególnych etapów prezentowanej pracy, jak również ich implementacji informatycznych wykorzystanych na poszczególnych etapach prac. Należy zaznaczyć, że brakuje jakichkolwiek odwołań Autorki do swoich wcześniejszych publikacji, co z jednej strony może świadczyć o nowatorskim charakterze opisywanych badań, ale jednocześnie – nie potwierdza, że przedstawione osiągnięcia były cytowane lub poddane weryfikacji przez innych autorów.

Pod kątem poprawności języka czytelnik pracy nie powinien mieć trudności z odczytaniem i zrozumieniem przekazywanych treści. Mimo sformalizowanego charakteru, treści podane są w sposób jasny, jednoznaczny, w zasadzie pozbawiony błędów ortograficznych czy językowych. Można dopatrzyć się nielicznych literówek lub niepoprawnych zbitków dwóch zdań w jedno. Niezrozumiałe dla czytelnika jest na przykład stwierdzenie: „Sama przemoc domowa... przyczynia się do zwiększenia liczby zabójstw aż o 500%.” W tym kontekście rodzi się pytanie o to, co było odniesieniem do takiego określenia wzrostu liczby zabójstw. Tego typu niejasne sformułowania są z pewnością efektem próby wiernego, bez ingerencji własnej, przekazania treści cytowanych z innych publikacji. Nie umniejszają one oryginalności recenzowanego tekstu, gdyż przedstawiają jedynie tło podjętych badań.

Teza i cel rozprawy

Za Autorką: „Teza postawiona w niniejszej rozprawie doktorskiej brzmi: Wykorzystanie wybranych algorytmów uczenia głębokiego umożliwi automatyczną detekcję i klasyfikację obrażeń ciała na podstawie zdjęć post-mortem a opracowana metodyka ich zapisu na wirtualnych modelach 3D ciał zautomatyzuje proces badania obrażeń w diagnostyce sądowej.” Tak sformułowana teza wskazuje zatem, że – mimo przedstawienia w monografii całości kształtu prac prowadzących do udokumentowania i oceny obrażeń ciała ofiar – głównym problemem badawczym była ich detekcja i klasyfikacja. Należy zauważyć, że rzeczywiście problem ten został bardzo szczegółowo w pracy przeanalizowany i implementowany.

W kontekście przedstawionych powyższej założeń pracy Autorka określiła jej główny cel jako próbę zbadania możliwości automatycznej interpretacji obrażeń znajdujących się na powłokach ciała człowieka, powstałych na krótko przed zgonem. Cały proces postępowania składa się z szeregu niezależnych kroków obejmujących kolejno: (1) Utworzenie zintegrowanej bazy danych obrazowych, wskazanej przez Autorkę jako najliczniejsza w skali światowej; (2) Utworzenie cyfrowej dokumentacji medycznej w postaci modeli fotograficznych 3D sylwetki człowieka; (3) Segmentacja semantyczna zdjęć (z wykorzystaniem metod głębokiego uczenia) w celu wydzielenia zmian pourazowych na ciele człowieka; (4) Przeniesienie wykrytych obrażeń na model cyfrowy 3D; (5) Przeprowadzenie kompleksowych analiz w celu uzyskania pełnej charakterystyki ilościowej i jakościowej obrażeń; (6) Identyfikacja krytycznych obszarów zaproponowanego podejścia oraz wskazanie priorytetów wymagających optymalizacji w kontekście dalszego rozwoju systemu. Rozprawę kończy analiza wpływu zaproponowanych rozwiązań na efektywność i standaryzację procesu przeprowadzania sądowo-lekarskich zewnętrznych oględzin zwłok.

Zakres merytoryczny pracy

Tematyka ilustracji obrażeń ofiar przemocy fizycznej dotyczy jednego z głównych materiałów dowodowych w postępowaniu sądowym, zatem od lekarza dokonującego oględzin oczekuje się szczegółowego opisu tychże obrażeń. Zadanie to ma dwie zasadnicze słabe strony – po pierwsze czas oględzin jest ograniczony, za względu na proces rozkładu ciała, zaś sam proces przygotowania dokumentacji, bez wsparcia pomiarowego ogranicza się do zaznaczenia na uproszczonym rysunku miejsc uszkodzeń powłoki i do krótkiego opisu ich charakterystyki. Propozycja zastosowania rozwiązania teledetekcyjnego daje możliwość uzyskania dokumentacji archiwalnej, do której można powracać w toku dalszych badań i w samym procesie sądowym, można także wykonywać dalsze pomiary uzupełniające lub weryfikujące rodzące się hipotezy co do danego przestępstwa, a przede wszystkim wskutek wykonanej klasyfikacji, dostarczyć dokładne i wiarygodne dane pomiarowe.

Zagadnienie fotogrametrycznego wymodelowania ciała ludzkiego wymaga szczególnego podejścia i do wykonania zdjęć i do opracowania ortoobrazu, jego klasyfikacji i w końcu – przeniesienia uzyskanych wyników do przestrzeni 3D. Obecnie dostępne są różne algorytmy i ich implementacje informatyczne, jednak odniesieniem do tych rozwiązań są typowe zastosowania fotogrametrii w modelowaniu i wizualizacji obiektów związanych z terenem. Stąd przed Autorką badań stanęły liczne problemy techniczne, tym bardziej, że postawiła sobie zadanie doprowadzenia do standaryzacji i automatyzacji całego procesu. Jako szczególne wyzwanie Pani mgr inż. Kamila Kalinowska dostrzegła etap segmentacji uzyskanych produktów fotogrametrycznych w celu klasyfikacji wybranych dwóch grup obrażeń. Jako sposób na rozwiązanie tego zadania uznała uczenie głębokie. Wymagało to doboru metod uczenia w odniesieniu do konkretnego zestawu danych obrazowych, a w dalszej kolejności – przedstawienia wyników klasyfikacji na modelu trójwymiarowym. Stąd opracowana procedura wymagała ustalenia pewnej sekwencji ściśle zdefiniowanych czynności.

W efekcie przedstawiona do oceny rozprawa w swojej treści stanowi uporządkowany układ merytoryczny, obejmujący:

1. Wprowadzenie, obejmujące naświetlenie zagadnienia i związanych z nim problemów szczegółowych, wskazanie tezy i celu pracy oraz strukturę rozprawy;
2. Przybliżenie tematyki sądowo-lekarskich zewnętrznych oględzin zwłok, w tym – sposobów dokumentowania stwierdzonych obrażeń przez lekarza medycyny sądowej;
3. Przegląd metod obrazowania ciała ofiar w zagadnieniach kryminalistycznych;
4. Podstawy teoretyczne automatycznego modelowania 3D, w tym zastosowanie algorytmu Structure-from-Motion (SfM) i metod wizualizacji przestrzennej wyników analiz wykonanych w przestrzeni 2D;
5. Podstawy zastosowań uczenia głębokiego (Deep Learning, DL) w segmentacji obrazów na potrzeby wykrywania wybranych obrażeń ciała;
6. Przedstawienie struktury i sekwencji przeprowadzonych badań obejmujących:
 - CZĘŚĆ I opisującą sposoby pozyskania danych źródłowych i ich charakterystykę,
 - CZĘŚĆ II poświęconą automatycznemu modelowaniu w celu utworzenia cyfrowej dokumentacji medycznej,
 - CZĘŚĆ III prezentującą zastosowane sposoby detekcji i klasyfikacji obrażeń z wykorzystaniem sieci w pełni konwolucyjnych,
 - CZĘŚĆ IV opisującą transformację wyników klasyfikacji na model 3D ciała ofiary,
 - CZĘŚĆ V poświęconą analizom obrażeń na potrzeby diagnostyki medycznej, w tym przeprowadzeniu analiz morfologicznych na modelu 2D oraz analiz morfometrycznych na przedstawieniu klasyfikacji w przestrzeni 3D.
7. Monografię kończy podsumowanie i szereg wniosków wskazujących efekty wykonanych badań oraz nakreślających drogi dalszego rozwoju prezentowanego rozwiązania.

Na szczególną uwagę zasługuje krytyczna ocena uzyskanych rezultatów, która z jednej strony wskazuje na kluczowe wyniki badań, a w dalszej kolejności – formułuje liczne wnioski szczegółowe i wskazuje ewentualne kierunki dalszych badań. Ponieważ zdaniem Autorki: „podjęte (przez nią) badania stanowią inspirację do dalszych badań, ukazując ogromny, wciąż niewykorzystany potencjał nowoczesnych technologii przetwarzania obrazów w dotychczas niezbadanych obszarach medycyny.” Wniosek ten można uznać za szeroko otwarte drzwi do dalszego rozwoju naukowego Doktorantki, jak również oby licznych jej naśladowców.

Zastosowane metody badawcze

Zaprezentowana w rozprawie tematyka zawiera bogaty zestaw szczegółowych podejść o charakterze badawczym, poczynawszy od ustalenia podejścia do sygnalizacji i pomiaru osnowy fotogrametrycznej, usystematyzowanego sposobu pozyskania zdjęć i utworzenia dokumentacji fotograficznej w formie bazy danych obrazowych, a dalej – przeprowadzenia czynności pomiarowych obejmujących strojenie zdjęć, opracowanie obrazów w rzucie ortogonalnym oraz modeli fotograficznych 3D, przeprowadzenie segmentacji i klasyfikacji,

rzutowanie wyników klasyfikacji obrazów 2D na model 3D, przeprowadzenie analiz morfologicznych i morfometrycznych i prezentacja ich wyników.

Praktyczne badania ciał ofiar przestępstw lub zdarzeń o charakterze kryminalnym przedstawione w pracy obejmowały w szczególności:

- utworzenie zintegrowanej bazy danych 2D-TIP i 3D-TIP, obejmującej obrazy post-mortem przedstawiające ciała ofiar,
- określenie parametrów ekspozycji, geometrii zdjęć i procesu modelowania 3D sylwetki człowieka z wykorzystaniem sieci zdjęć post-mortem, w celu stworzenia cyfrowej dokumentacji medycznej,
- opis geometryczny dwóch kategorii zmian pourazowych (to jest podbiegnięć krwawych i otarć naskórka) w oparciu o semantyczną segmentację zdjęć post-mortem wskutek implementacji i walidacji metod głębokiego uczenia,
- utworzenie pilotażowego systemu wizyjnego wykrytych obrażeń bazującego na opracowanym cyfrowym modelu 3D,
- przeprowadzenie kompleksowych analiz morfologicznych i morfometrycznych obrażeń w celu uzyskania ich pełnej charakterystyki ilościowej i jakościowej.

Uzyskane wyniki i doświadczenia praktyczne umożliwiły identyfikację przez Autorkę badań krytycznych obszarów zaproponowanego podejścia oraz wskazanie priorytetów wymagających optymalizacji w kontekście dalszego rozwoju systemu. Ponadto przeanalizowała ona wpływ zaproponowanych rozwiązań na efektywność i standaryzację procesu prowadzenia sądowo-lekarskich zewnętrznych oględzin zwłok.

Ocena części rozprawy dotyczącej omówienia wyników badań

Z uwagi na rozłożenie prezentowanego procesu badawczego na kilka etapów, Doktorantka przyjęła strategię oceny każdego etapu osobno, a we wnioskach końcowych podsumowała szczegółowo całą procedurę. W szczególności, w odniesieniu do poszczególnych etapów:

- 1) w podsumowaniu przeglądu metod dokumentowania ciał ofiar Autorka oceniła, że w efekcie porównania różnych stosowanych dotychczas metod, metoda fotograficzna ma konkretne zalety, które zapewniają uzyskanie odpowiedniej jakości danych do analiz morfologicznych i morfometrycznych, również dzięki dostępności do oprogramowania umożliwiającego precyzyjne modelowanie przestrzeni oraz klasyfikację zdjęć;
- 2) podsumowując rozdział poświęcony modelowaniu 3D Autorka pracy zwróciła uwagę na zalety kilku metod znajdujących zastosowanie w typowych fotogrametrycznych rozwiązaniach obliczeniowych;
- 3) w oparciu o przegląd metod klasyfikacji obrazów wykorzystujących głębokie sieci neuronowe Autorka zwróciła uwagę na to, że każdą z architektur sieci przeanalizowała pod kątem budowy, zasady działania oraz specyficznych cech wyróżniających, uzyskując podstawę teoretyczną do zasadniczych badań eksperymentalnych,

- 4) program badań, obejmujących kolejne sekwencje czynności został opisany i oceniony w poszczególnych rozdziałach zakończonych szczegółowymi podsumowaniami wskazującymi krytyczną ocenę uzyskanych efektów.

Całość zaś została podsumowana w ostatnim rozdziale, zarówno pod kątem wykonanych czynności jak i efektów ich przeprowadzenia. Autorka zwróciła uwagę na znaczny stopień niepewności, jaki towarzyszył jej w przygotowaniu kolejnych etapów prac badawczych, przede wszystkim z uwagi na nietypowość zagadnienia, którego rozwiązania się podjęła. Wskazując na rezultaty kolejnych etapów, w znacznym stopniu spełniające pokładane założenia, Doktorantka mogła z dużą dozą pewności skonstatować, że zarówno teza pracy jak i główne cele sformułowane na wstępie zostały osiągnięte.

Czytelnik odnosi wrażenie, że poszczególne sentencje rozdziału końcowego zawierają świadomie sformułowane odpowiedzi na wskazówki recenzyjne, są zatem niejako gotową pomocą w ocenie pracy zarówno pod kątem jej zalet aplikacyjnych jak i co do oryginalności rozwiązania poruszanego w pracy problemu naukowego. Stąd też zbyteczne wydaje się powtarzanie tych konkluzji, a większą korzyść może przynieść odniesienie się do samych wniosków. Oceniając je ogólnie można skonstatować, że potwierdzają one stwierdzenia innych badaczy z zakresu fotogrametrii i teledetekcji, między innymi co do procedur pozyskiwania zdjęć, opracowania płaskich (2D) i przestrzennych (3D) modeli fotograficznych obiektów rzeczywistych, bazując między innymi na technice SfM. To samo dotyczy stosowania metod konwolucyjnych i DL do wzmocnienia i segmentacji obrazów. Natomiast niepodważalnym sukcesem Doktorantki jest podjęcie się opracowania i implementacji metodologii bazującej na powyższych metodach, a także uzyskanie praktycznych efektów z jednej strony potwierdzających formułowane tezy robocze, z drugiej zaś – stanowiące mocne podstawy do opracowania zautomatyzowanego systemu detekcji wskazanych we wstępie typów obrazów. Na szczególne wyróżnienie zasługuje opracowany sposób integracji obrazów 2D i 3D umożliwiającej przestrzenne pomiary tychże obrazów. W tym zakresie czytelnik zgadza się z wnioskami sformułowanymi w pracy.

Ocena możliwości praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań

Głównym celem Doktorantki było rozwiązanie zagadnienia praktycznego, zatem ocena pod tym względem jest jednoznaczna – tak, uzyskane wyniki badań mogą i, zgodnie z deklaracją Autorki, z pewnością zostaną wykorzystane do utworzenia zautomatyzowanego, w znacznym stopniu autonomicznego systemu identyfikacji uszkodzeń ciał ofiar przemocy fizycznej. Pani Kamila Kalinowska deklaruje opracowanie systemu nazwanego TIPPI, który miałby zostać zaimplementowany w prosektorium kryminalistycznym. Jak Autorka sama wskazuje, dostrzega ona pewne słabości i niedociągnięcia zaprezentowanej metodyki, które podczas deklarowanych prac wdrożeniowych będą poprawione lub zoptymalizowane.

Na obecnym etapie można stwierdzić, że jeśli tylko zostaną spełnione warunki rozwojowe a Autorka pozostanie aktywna na tym polu, prawdopodobieństwo powstania takiego systemu jest bardzo wysokie. I z pewnością przyniesie ono realne korzyści w dokumentowaniu i analizach skutków zająć o charakterze kryminalnym.

Ocena, czy rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego

Oryginalność rozwiązania problemu naukowego można ująć dwutorowo:

- z ogólnego punktu widzenia na szczególne uznanie zasługuje proces pozyskiwania i analizy obrazów ciał ofiar agresji – składa się on z szeregu kroków, które indywidualne są mniej lub bardziej typowe, korzysta z ogólnie dostępnych procedur rozwiązujących określone zadania fotogrametryczne, jednak w efekcie kompilacji poszczególnych rozwiązań Doktorantka uzyskała dobrze przetestowaną, zweryfikowaną i praktycznie zastosowaną metodykę, której efekty spełniają oczekiwania odnośnie do dokumentacji sądowo-medycznej ofiar przemocy fizycznej;
- w szczegółach zaś, każdy krok przedstawionej procedury został przez Doktorantkę dobrany po dogłębnej analizie, poddany testom i – po pozytywnej ocenie – włączony do tej procedury.

W szczególności, sama Autorka wskazuje na następujące osiągnięcia:

- 1) utworzenie unikatowego na skalę światową zbioru danych obrazowych 2D-TIP i 3D-TIP;
- 2) wykorzystanie uczenia głębokiego w detekcji i klasyfikacji dwóch wybranych typów obrażeń ciała ludzkiego;
- 3) projekcja rozpoznanych obrażeń na cyfrowy model 3D;
- 4) kompleksowa analiza morfologiczna i morfometryczna obrażeń w przestrzeni 2D i 3D;
- 5) integracja algorytmów przetwarzania obrazów i analiz w jedno spójne narzędzie do analizy ciała w diagnostyce medyczno-sądowej.

Trudno się nie zgodzić z opinią, że każdy z powyższych etapów wymagał od Autorki indywidualnego podejścia, wspartego analizą bibliograficzną i z tego punktu widzenia może być traktowany jako osiągnięcie naukowe. Komentując pierwszy punkt można by poddać w wątpliwość konieczność wykonania stosunkowo licznych zdjęć ciała, głównie pod kątem planowanego jednoczesnego wykonania ich za pomocą pewnej konfiguracji kamer. W odniesieniu do punktu 2 metody uczenia głębokiego, sztucznych sieci neuronowych i im podobne stosowane są w innych zastosowaniach teledetekcji, a te dotyczące analiz obrażeń ciała zaprezentowano w licznej grupie publikacji, również w niektórych z pozycji powoływanych przez Autorkę. Użyte algorytmy są zresztą zaimplementowane w programach i bibliotekach procedur komputerowych. Unikalne może być wykorzystanie ich do wskazanych dwóch typów uszkodzeń ciała, szczególnie w przypadku braku ich odpowiedników w zasobie internetowym. Projekcja 2D na 3D wskazana w punkcie 3 jest ciekawym, nietypowym podejściem, które samo w sobie może nie jest szczególnym rozwiązaniem obliczeniowym, natomiast w kontekście dopasowania modeli z pewnością sprawiało trudności techniczne. Efekt zaś tej czynności pozwolił na wykonanie szczegółowej analizy morfometrycznej, co na pewno może być przydatne w diagnostyce sądowo-medycznej. Uwaga powyższa dotyczy także punktu 4, który z pewnością można traktować jako osiągnięcie naukowe. Odnośnie do punktu 5, to w prezentowanej pracy nie udało się stworzyć jednego narzędzia, które kompleksowo rozwiązywałoby problematykę ewidencji i diagnostyki

obrażeń. Aby osiągnąć wskazane cele Doktorantka musiała samodzielnie skrupulatnie nadzorować kolejne procedury. Dobrze, że mając tak bogate doświadczenie planuje Ona doprowadzić do opracowania takiego kompleksowego systemu. Oceniając dotychczasowe osiągnięcia można uznać, że już na tym etapie technologia ta stanowi dobrą podstawę do opracowania docelowego, spójnego systemu diagnostycznego.

Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydatki w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

Bazując na analizie recenzowanego tekstu, pozytywnie oceniając zakres i sposób przekazu (opisu) co do przebiegu i efektów wykonanych prac, czytelnik utwierdza się w przekonaniu, że Doktoranta wykazuje się głęboką znajomością w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport. Na podkreślenie zasługuje ocena, że dla realizacji swojego planu badawczego Doktorantka zgłębiła szczegółowo zagadnienia wykraczające poza kanon wiedzy teledetekcyjnej, dzięki czemu utrwaliła ich miejsce w nowoczesnej fotogrametrii.

W oparciu o powyższe przesłanki stwierdzam, że Pani mgr inż. Kamila Barbara Kalinowska prezentuje niezbędną wiedzę teoretyczną oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

3. Konkluzja i wniosek o wyróżnienie

W świetle przedstawionej do recenzji rozprawy Pani mgr inż. Kamili Barbary Kalinowskiej nt. „Opracowanie metodyki wykorzystania uczenia głębokiego i automatycznego modelowania 3D w badaniu obrażeń ciała na podstawie obrazów post-mortem” stwierdzam, że odpowiada ona warunkom stawianym pracy doktorskiej 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 (Załącznik do obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z 15 września 2017 r., poz. 1789) w związku z Art.187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742, z późn. zm.) i **wnoszę o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów postępowania.**

Bazując na analizie tekstu rozprawy wnioskuję, aby w przypadku spełnienia niezbędnych kryteriów oceny osiągnięć Doktorantki, poddać pod głosowanie **wyróżnienie** przyznanego Pani mgr inż. Kamili Barbary Kalinowskiej przez Komisję Rady Dyscypliny stopnia Doktora. W mojej opinii na wyróżnienie zasługuje cała metodologia badań ukierunkowana na utworzenie autonomicznego systemu do automatycznej detekcji cech. Ponadto ocenianą pracę wyróżnia bardzo solidne podejście metodologiczne, jasno przedstawione i poparte przemyślanymi i udokumentowanymi wnioskami.

Poznań, dnia 17 kwietnia 2025 r.

