

Poznań, 28.12.2021

prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski  
Zakład Metrologii i Systemów Pomiarowych  
Instytut Technologii Mechanicznej  
Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania  
Politechnika Poznańska  
ul. Piotrowo 3  
60-965 Poznań  
tel.: +48 61 6653570  
e-mail: [michal.wieczorowski@put.poznan.pl](mailto:michal.wieczorowski@put.poznan.pl)

**Ocena rozprawy doktorskiej**  
**mgr. inż. Kamila Szeląga**

**Metoda wizyjnego wyznaczania trajektorii znanego obiektu z wykorzystaniem stałych**  
**elementów sceny**

**Podstawa recenzji**

Pismo Przewodniczącego Dziekana Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej numer WMt.521.7.2021 z dnia 17 września 2021 roku.

**1. Wprowadzenie**

Zaprezentowana do oceny rozprawa doktorska jest związana z wizyjnym wyznaczaniem trajektorii znanego obiektu. Tego typu zagadnienia stają się coraz bardziej powszechne, a niekiedy wręcz nieodzowne we współczesnym świecie, zdominowanym procesami obserwacji i rejestracji. Jest też związana z ułatwianiem funkcjonowania i podejmowania decyzji przez człowieka. Zaproponowany system wspomagania decyzji sędziowskich w piłce siatkowej jest tego najlepszym przykładem. Coraz częściej w różnych dyscyplinach sportu okazuje się, że sędziowanie i podejmowanie decyzji z tym związanych mocno odstaje od poziomu sportu, a niektóre werdykty są bardzo dyskusyjne. Rosnąca szybkość i złożoność zachodzących zjawisk powoduje, że nieuzbrojone oko człowieka nie nadąży za tym, co się dzieje na arenie sportowej. Konsekwencją tego jest frustracja kibiców, zawodników i trenerów. W tym duchu każdy system

obiektywnie prezentujący konkretną sytuację jest bardzo pożądany. Praca zawiera badania teoretyczne i aplikacyjne, które zmierzają właśnie w tą stronę. Podjęto w niej wyzwanie rozwiązania wielu problemów natury logicznej i technicznej. Zawarto również konkretne aplikacyjne wyniki badań, świadczące o przydatności zaproponowanego rozwiązania w praktyce. Podjęta przez Doktoranta tematyka jest zatem jak najbardziej aktualna, a sama praca doskonale przy tym wpisuje się w całość prac związanych ze skanowaniem i systemami wizyjnymi od szeregu lat prowadzonych w Politechnice Warszawskiej. W świetle przedstawionych zagadnień podjęcie tematu rozprawy należy uznać za trafne i w pełni uzasadnione, zarówno pod względem naukowym, jak i utylitarnym.

## 2. Omówienie rozprawy

Przedstawiona do recenzji praca składa się z 6 rozdziałów zasadniczych i zawiera 166 stron. Oprócz rozdziałów numerowanych w pracy znajdują się jeszcze części nienumerowane, a mianowicie Streszczenie oraz Abstract, czyli streszczenie w języku angielskim, Spis treści i Słownik pojęć. Kolejność rozdziałów i podrozdziałów tworzy logiczny i spójny układ, kolejno przedstawiane treści rozwijają i uzupełniają myśli zawarte w częściach poprzedzających, choć edytorsko występują drobne uchybienia, opisane w dalszej części recenzji. Zawartość merytoryczna pracy jest wzbogacona kolorowymi rysunkami, co w niektórych miejscach pomaga we właściwym zrozumieniu przemyśleń piszącego pracę. Rysunki na ogół wykonane zostały z należyłą starannością, ale zostały w bardzo wielu miejscach nadmiernie zmniejszone, przez co tracą czytelność, a do zapoznania się z ich treścią często wymagane jest szkło powiększające. Rysunków jest łącznie 65, trochę brakuje ich w rozdziale 2 i 3, natomiast rozdział 4 - najistotniejszy z punktu widzenia aplikacyjnego jest ilustrowany bardzo dobrze.

Pracę rozpoczyna Wstęp, który zawiera uzasadnienie podjęcia tematu (motywację) opisującą zasadność tworzenia systemów takich, jak ten opisany w pracy. Przedstawiono również problem badawczy, czyli transpozycję motywację na język naukowy. Wśród celów badawczych podano rozwiązanie problemu śledzenia obiektu w przestrzeni 3D w zmiennej scenie. Zaprezentowano również tezę pracy. Wstęp kończy przedstawienie układu rozprawy, z krótkim opisem treści poszczególnych rozdziałów.

Drugi rozdział obejmuje przegląd literatury, czyli analizę stanu wiedzy na temat rozprawy. Podzielono go na cztery zasadnicze części. W pierwszej z nich przedstawiono matematyczny model sceny, opierając go o układy jednokamerowe i wielokamerowe. Prezentując układy jednokamerowe Doktorant opisał model kamery otworkowej i alternatywne podejścia

do modelowania odwzorowania detektorów wizyjnych. W układach wielokamerowych znalazło się miejsce dla przedstawienia transformacji (reprezentacje: rotacja-translacja, kwaternion-translacja i kwaternion-kwaternion czyli kwaternion dualny) i hierarchii układów współrzędnych (stereopara i hierarchie wieloukładowe). Druga część tego rozdziału została poświęcona kalibracji wewnętrznej. Dotyczy ona wyznaczenia nieznanymi wielkościami wewnętrznymi (parametry wewnętrznymi) w równaniach transformacji. Przedstawiono tu techniki: optymalizacji nieliniowej, wyznaczające macierz wypadkową oraz interpolacyjne n-płaszczyznowe. Doktorant dokonał również krótkiego porównania tych technik oraz jako osobną grupę przedstawił metody, które łączą w sobie elementy opisanych technik, czyli hybrydowe. Tą część pracy kończy opis wybranych metod użytych w pracy, z punktu widzenia literatury. Są to bezpośrednia transformacja liniowa (DLT) i hybrydowa kalibracja Zhanga. Jej szczegółowy opis zawiera wyznaczanie homografii, macierzy parametrów wewnętrznych i parametrów dystorsji, a także globalne zadanie optymalizacji. Część trzecia rozdziału drugiego to kalibracja zewnętrzna, dotycząca parametrów odpowiadających za orientację i położenie detektora w scenie. Przegląd literatury w tym zakresie związany jest z wyznaczaniem transformacji bezwzględnej i względnej. Prezentując zagadnienia związane z transformacją bezwzględną Autor opisał detekcję i interpretację informacji w obrazie (zależności geometryczne w scenie, syntetyczna projekcja modelu, analiza kształtu i konturu oraz reprojekcja) i rozwiązanie zredukowanego problemu związanego z relacjami (punkt-punkt, prosta-prosta, podejście hybrydowe). Przedstawiając wyznaczanie transformacji względnej rozumiane jako estymacja ruchu kamery Doktorant - podobnie jak poprzednio - opisał detekcję i interpretację informacji w obrazie (nieznana scena, znany obiekt) i rozwiązanie zredukowanego problemu związanego z relacjami (punkt-punkt, prosta-prosta). Analogicznie jak część poprzednią, tak i tą kończy opis wybranych metod użytych w pracy. W tym podrozdziale, prezentując detekcję i interpretację informacji w obrazie opisano transformaty Haara i Hougha dla linii. Natomiast przedstawiając rozwiązywanie relacji punkt-punkt Autor opisał algorytm EPnP wraz z wyznaczaniem punktów wirtualnych i macierzy projekcji, znalezieniem współrzędnych tych punktów i poprawieniem uzyskanego wyniku. Część czwarta analizy literatury to korekcja wyznaczania środka znaczników sferycznych i kołowych. Przedstawiono w niej błąd ekscentryczności i sposoby jego kompensacji, w tym metody oparte o znajomość płaszczyzny obiektu, wykorzystujące przestrzeń Hougha lub predefiniowany obiekt, a także równania parametryczne. Doktorant zaprezentował także porównanie przedstawionych metod, jako zwieńczenie tego rozdziału.

Rozdział trzeci zawiera koncepcję rozwiązania zadania śledzenia obiektu w trójwymiarowej przestrzeni. W pierwszej części opisano dwie przykładowe aplikacje i związane z nimi

wymagania. Są to nisko kosztowy skaner światła strukturalnego i system wspomagający decyzje sędziowskie realizowany na potrzeby piłki siatkowej. Część druga zawiera schemat koncepcyjny systemu. Opisano w niej zasadnicze moduły opracowane na jego potrzeby, w części wynikające z działań Doktoranta. Znajdujemy tu następujące moduły: akwizycji, analizy wiedzy o scenie, analizy 2D sceny, kalibracji wewnętrznej, kalibracji zewnętrznej i rekalkibracji, zarządzania transformacjami, śledzenia obiektu 2D, korekcji zniekształceń obiektu, analizy trajektorii 2D obiektu, wyznaczający równanie promieni w globalnym układzie współrzędnych oraz integrujący dane z wielu detektorów. Przy każdym z modułów opisano jego sposób implementacji w prezentowanych aplikacjach, tj. skanerze światła strukturalnego i systemie wspomagającym decyzje sędziowskie. Trzecia część tego rozdziału poświęcona została opracowanymi algorytmom i modyfikacjom, będącymi konkretnymi realizacjami Autora rozprawy. Opisuując prace przy module analizy sceny 2D, przedstawiono detekcję i interpretację informacji, a w szczególności koncepcję funkcjonowania, przetwarzanie wstępne, adaptację obszaru zainteresowania i filtrację linii na podstawie rozkładu referencyjnego. Prezentując dokonania w zakresie modułu kalibracji wewnętrznej Autor scharakteryzował wymagania użytkowe będące ograniczeniami z punktu widzenia procedury kalibracji i dyskusję na temat uproszczeń modelu wynikających ze struktury systemu. Następny moduł - automatycznej rekalkibracji zawiera metodę jej dostrajania on-line, ze szczegółowym opisem algorytmu. Z kolei moduł zarządzania transformacjami potraktowany jako uogólniony obejmuje drzewo transformacji, jako hierarchiczną strukturę złożoną z kwaternionów dualnych i macierzy projekcji. Ostatnim opisanym w tej części elementem jest moduł korekcji ekscentryczności. Pokazano w nim metodę wykorzystującą płaszczyznę normalną do osi stożka oraz metodę wykorzystującą dopasowanie równania okręgu. Walidacja działania dla tego modułu obejmuje dane numeryczne i obrazy syntetyczne.

Kolejny, czwarty rozdział obejmuje opis konkretnych systemów, których koncepcje przedstawiono w części poprzedniej. Przedstawiając nisko kosztowy skaner światła strukturalnego Doktorant zaprezentował wzorzec kalibracyjny, jego pozycje i układ detektorów. Działanie systemu oceniono na podstawie pomiarów płaszczyzny referencyjnej, sfer referencyjnych, złożonego obiektu geometrycznego (rzeźba gipsowa gargulec) oraz obiektów barwnych (parałowicka, statek i figurka Rumcajsa). Tę część pracy kończy porównanie systemu opracowanego z udziałem Autora z innymi wybranymi rozwiązaniami: Kinect 1.0 i kalibracja Zhanga, Kamera i sensor time-of-flight oraz skaner światła strukturalnego z projekcją prążków. Natomiast opisuując system wspomagający decyzje sędziowskie przedstawiono układ współrzędnych i punkty

kluczowe, układ kamer śledzący obiekt oraz synchronizację akwizycji danych i sprzętowa realizację ich przetwarzania. Charakteryzacja środowiska symulacyjnego obejmuje badanie kalibracji wewnętrznej (algorytm Zhanga) i zewnętrznej. Ocena jakości funkcjonowania tego systemu zawiera wykrywanie punktów charakterystycznych, kalibrację zewnętrzną przy założeniu detekcji idealnej i obciążonej niepewnością, rekonstrukcję współrzędnych 3D i symulację rzeczywistej sytuacji meczowej - podłożenie ręki.

Rozdział piąty to podsumowanie rozprawy. Przedstawiono w nim retrospekcję prac odnosząc się do celów postawionych w części pierwszej. Cele badawcze wypełniono przez opracowanie: metody kalibracji i rekalkibracji pozycji i orientacji kamery, metody analitycznej kompensacji błędów projekcji perspektywicznej związanych z charakterem wybranych modeli kamer oraz modyfikacji algorytmu kalibracji wewnętrznej w sytuacji niedoboru danych kalibracyjnych. Cele użytkowe natomiast zrealizowane zostały przez opracowanie uogólnionego modelu wizyjnego śledzenia obiektu w przestrzeni trójwymiarowej, a także projekty wraz z implementacjami aplikacji opisanych w rozdziale czwartym, czyli nisko kosztowego skanera światła strukturalnego i systemu wspomagającego decyzje sędziowskie w piłce siatkowej. W rozdziale zaprezentowano również krótki opis podsumowujący udowodnienie postawionej tezy pracy i wytyczono kierunki dalszych badań.

Ostatni, szósty rozdział rozprawy to bibliografia. Zawiera ona 172 pozycje, w tym także współautorskie Doktoranta oraz strony internetowe.

### **3. Ocena rozprawy doktorskiej**

Przedstawioną rozprawę oceniam pod kątem jej zawartości merytorycznej i umiejętności edytorskich, patrząc z punktu widzenia metrologa, a nie specjalisty od przetwarzania obrazów. Zaczynając od oceny treści merytorycznych niewątpliwie docenić interesujące dokonania oraz wkład pracy wykonanej przez Autora. Bardzo interesujące są aplikacje praktyczne, dokumentujące aplikacyjne możliwości zdobytej wiedzy teoretycznej. W rozprawie zawarto zatem ciekawy materiał analityczny oparty na poprawnym i szerokim przeglądzie materiałów literaturowych, a także wyniki badań i wnioski. Cel pracy przyjęty przez Doktoranta został w pełni zrealizowany.

Zapoznając się z treścią manuskryptu nasunęły mi się uwagi odnośnie do przedstawionych treści, które mogą być dla Doktoranta punktem wyjścia do ciągłego doskonalenia warsztatu naukowego i edytorskiego, a także do dyskusji z Recenzentem. Wiele spośród takich uwag dotyczy poprawnej terminologii, która w metrologii - i nie tylko - jest bardzo istotna. Nie można

bowiem w pracy naukowej stosować potocznego znaczenia pojęć, używając konkretnego terminu należy mieć świadomość jego znaczenia i rozumienia w nauce. Poniżej konkretne uwagi Recenzenta:

- 1) Na stronie 5 i dalej w treści Autor opisuje jako cel rozprawy rozwiązanie problemu śledzenia obiektu w zmiennej scenie. Tytuł pracy, to wyznaczanie trajektorii znanego obiektu z wykorzystaniem stałych elementów sceny. Warto to wyjaśnić.
- 2) Na stronie 6 i dalej w treści Autor posługuje się terminem dokładność, niestety w sposób niepoprawny. W odniesieniu do tego terminu, dobrze mieć świadomość, że jest ona jedynie pojęciem jakościowym, a nie ilościowym (słownik VIM). Stąd nie można jej przypisywać wartości liczbowej. Na tej samej stronie Autor podaje, że możliwe jest wykrywanie położenia śledzonego obiektu z niepewnością mniejszą niż 10 mm, co jest dokładnością wystarczającą do podjęcia decyzji sędziowskiej. Niepewność nie jest tożsama z dokładnością !!!
- 3) Na stronie 14 znajduje się definicja określenia przestrzeń obrazu (dalej w pracy też jest to stosowane, np. strona 25). Jest ona definiowana jako pewna przestrzeń 2D. Przestrzeń z założenia zawsze jest 3D. Słowo przestrzeń jest tu użyte mocno nieszczęśliwie, termin space w języku angielskim jest poprawny, ponieważ niekoniecznie implikuje 3D.
- 4) Na stronie 14 opisując punkty charakterystyczne Autor używa określenia miejsca przestrzenne. Czy nie lepszym byłoby punkty w przestrzeni? Miejsce niekoniecznie musi być punktem.
- 5) Na stronie 17 Autor opisując wizyjne śledzenie podaje: precyzyjne (z założoną dokładnością), stałe w czasie (z założoną częstotliwością i niezawodne (odporne na zmiany środowiska i zmiany w scenie). Termin precyzja ma swoją definicję i nie wpisuje się ona w założoną dokładność zwłaszcza, że zgodnie z VIM nie można jej założyć. Stałe w czasie nie oznacza próbkowania z założoną częstotliwością, a niezawodne lepiej zastąpić np. słowem: odporne.
- 6) Na stronie 21 podając tezę pracy Autor raz wyraża dokładność przez błąd średni a raz przez niepewność wyznaczenia pozycji. Stosując prawo przechodności wynikałoby z tego, że błąd średni jest analogiem niepewności. To pokazuje, że warto stosować ogólnie przyjęte terminy zgodnie z ich definicją. Można też wykorzystać pojęcie odchyłki zwłaszcza, że na stronie 81 Autor określa dokładność odległością, w tym właśnie rozumieniu.
- 7) Rysunek 2.1. NP' i NP'' to rzuty prostopadłe, ale z rysunku to zdecydowanie nie wynika.
- 8) Na stronie 34 Autor podaje, że zbiór parametrów bywa nazywany parametrami kalibracji. Dlaczego bywa? Czy stosuje się inne określenia?

- 9) Na stronie 46 Autor używa określenia prymityw geometryczny jako niezbyt udana kalka z języka angielskiego. Dużo lepszym określeniem jest cecha geometryczna.
- 10) Na stronie 47 pojawia się termin ekscentryczność. W normach związanych z błędami kształtu i położenia takie określenie nie występuje w polskiej wersji językowej. Jest to zawarte we współosiowości lub współśrodkowości. Podobnie na stronie 66, gdzie występuje nieznormalizowane określenie: błąd ekscentryczności.
- 11) Na stronie 52 pojawia się OI jako skrót od orthogonal optimization. Dlaczego OI?
- 12) Na stronie 62 Doktorant opisując algorytm powołuje się na jego autorów, w liczbie mnogiej. To powinno zostać wyjaśnione, jeśli Doktorant nie jest jedynym autorem.
- 13) Na stronie 82 Autor używa określenia powtarzalność kalibracji. Powtarzalność również ma swoją definicję według VIM. Może lepiej odchyłka?
- 14) Na stronie 95 Autor podaje sytuację dla LSQ większego lub mniejszego od 0,9. A co z ROI dla LSQ =0,9?
- 15) W tabeli na stronie 112 wartości dla dopasowania płaszczyzny i dopasowania okręgu są identyczne. Czy na pewno tak powinno być?
- 16) Strona 118. Wymagania odnośnie dokładności. Firma niestety ma prawo nie posiadać wiedzy metrologicznej i nie rozumieć znaczenia terminów związanych z dokładnością. Ale naukowiec już takiego prawa nie ma. Zatem uzgadniając wymagania z firmą powinno się je zapisać tak, aby były obiektywnie weryfikowalne - w tej chwili tak nie jest, skoro nie można liczbowo określić dokładności zapisane wartości mogą dla obu stron znaczyć coś innego. Tym bardziej, że w pracy nie ma szczegółowo podane jak określano dokładność bezwzględną i względną
- 17) Strona 119. Dlaczego testy dokładności opracowano na podstawie ISO 10360-2 zupełnie nie mającej zastosowania dla skanerów, a nie obowiązującej ISO 10360-8, lub planowanej ISO 10360-13, której treść można już zdobyć? VDI/VDE to nie norma ale zalecenia.
- 18) Strona 122. W tabelach na tej stronie (i dalej) jest różna liczba miejsc dziesiętnych. Ile tych miejsc ma sens w kontekście niepewności pomiaru? Czy przeprowadzono analizę niepewności? Na tej samej stronie w tekście mamy zapis:  $18,750 \pm 0,01$  (zero powinno zostać usunięte) i zaraz obok  $108,8 \pm 0,01$  (tu miejsca brakuje).
- 19) Strona 124 i dalsze. Zamieszczone tabele bez komentarza i podania co znajduje się w wierszach są mocno niejasne.

Oceniając stronę edytorską należy podkreślić, że praca napisana została poprawnym językiem polskim. Autor posiada odpowiednią swobodę pisania, co pozwala na wygodne zapoznawanie się z treścią manuskryptu, oczywiście pomijając ekstremalnie małe rysunki, co już wcześniej podkreślałem. Wśród uwag edytorskich warto zwrócić uwagę na następujące:

- 1) W pracy występują tzw. teksty wiszące, czyli teksty znajdujące się np. pomiędzy tytułem rozdziału głównego, a tytułem podrozdziału. Zasady edytorskie stanowią, że przy numeracji cyfrowej wielorzędowej np. po tytule rozdziału powinien od razu następować tytuł podrozdziału, a tuż np. po tytule podrozdziału 2.3.2.2 powinien być tytuł podrozdziału kolejnego rzędu 2.3.2.2.1. itd. Między nimi nie powinno być żadnych tekstów (zwanych wiszącymi). Teksty te to z reguły ogólne wprowadzenia do rozdziałów, omówienia czy streszczenia. Jeżeli tekst wiszący jest cennym i niezbędnym wprowadzeniem do tematu – powinien mieć numer i tytuł, natomiast jeśli zawiera ogólniki lub omówienie dalszej części rozdziału – powinien zostać usunięty przez Autora.
- 2) W niektórych rozdziałach występuje tylko jeden podrozdział. Podział rozdziału na podrozdziały powinien mieć przyczynę, polegającą na wyodrębnieniu fragmentów odmiennych znaczeniowo. Jeden podrozdział w tym ujęciu nie bardzo ma uzasadnienie.
- 3) Niektóre rysunki (większość) są bardzo małe, co mocno utrudnia zapoznawanie się z ich treścią, szczególnie w kontekście tekstów na rysunkach. W wielu miejscach bez szkła powiększającego interpretacja rysunków była niemożliwa. Również teksty podpisu pod rysunkami są często trudne do odczytania. Szkoda, że rysunki nie są tej wielkości co rysunek 4.24.
- 4) Są też rysunki barwne, zupełnie nieczytelne w kontekście ich opisu - np. rys. 3.6 i bardzo niewyraźne - np. rys. 4.9.
- 5) W treści pracy brak powołania na pozycję literaturową [1].
- 6) Na stronie 36 powołując się na pozycję [42] lepiej napisać: opracowanej przez autorów pracy [42], zamiast samego opracowanej przez [42].
- 7) Na stronie 48 przy określeniu RANSAC, pierwsze słowo powinno mieć trzy wielkie litery zamiast dwóch, czyli RANdom.
- 8) Na stronie 58 przy określeniu falki pojawia się angielskie wavelet. Wavelet tymczasem oznacza pojedynczą falkę, a nie falki.
- 9) Pisząc o analizie dwu- lub trójwymiarowej, lepiej używać wielkich liter, czyli 2D i 3D, a nie 2d i 3d.
- 10) Po tytułach rozdziałów nie powinno być kropki - strona 98.



- 11) Przy wymienianiu od punktów numerowanych, po kropce stosujemy wielką literę - np. strona 119.
- 12) Zapis zaleceń powinien wyglądać VDI/VDE, a nie Vdi/Vde - strona 119 i literatura strona 165.
- 13) Skaner pojawia się jako niskokosztowy (strona 117) lub nisko-kosztowy (strona 149). To powinno zostać ujednolicone, mając też na uwadze, że chyba najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie dwóch oddzielnych wyrazów - nisko kosztowy.
- 14) Strona 157. Pozycja literaturowa [66] ma błędny rok wydania, powinien być 2019.

Uwagi stylistyczne i literowe:

Strona 6. Jest *wyznaczającą* powinno być *wystarczającą*

Strona 10. Jest *Wyznaczanej* powinno być *Wyznaczanie*

Strona 14. Jest *takich* powinno być *takie*

Strona 14. Jest *opisujące za położenie* powinno być *opisujące położenie*

Strona 23. Jest *używanego się w celach* powinno być *używanego w celach*

Strona 25. Jest *punktu układzie kamery* powinno być *punktu w układzie kamery*

Strona 55. Jest *Wyznaczanej* powinno być *Wyznaczanie*

Strona 74. Jest *uzyskać z wystarczającą* powinno być *uzyskać wystarczającą*

Strona 87. Jest *wyrycie cienia* powinno być *wykrycie cienia*

Strona 108. Jest *NP i O* powinno być *NP i O*.

Strona 117. Jest *jest, wdrożeniom* powinno być *jest wdrożeniom*

Strona 117. Jest *[158] .W zaprojektowanym* powinno być *[158]. W zaprojektowanym*

Strona 147. Jest *prace. .* powinno być *prace*.

Przedstawione powyżej uwagi nie umniejszają wartości opiniowanej pracy, a część z nich ma bardziej charakter zagadnień i tematów do dyskusji.

#### 4. Wnioski

W rozprawie Autor poruszył temat bardzo interesujący i szeroki, wykazując się odpowiednią wiedzą, którą przekazał na kartach rozprawy. Jest ona napisana w sposób jasny, na przyszłość warto zwrócić uwagę na czytelność rysunków. Podział na rozdziały i podrozdziały oraz formalny układ pracy jest prawidłowy. Tematyka została wybrana w sposób trafny, a zakres przedstawionego manuskryptu spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Dy-

sertacja odnosi się do aktualnej wiedzy, w wielu elementach wnosząc treści nowe. Praca zawiera część teoretyczną i badawczą, wraz z opracowanym stanowiskiem badawczym oraz wynikami o charakterze aplikacyjnym (dwa stanowiska). Cel pracy został osiągnięty w zakresie przyjętym przez Autora. Wszystkie powyższe fakty świadczą o kompetencjach Doktoranta w zakresie prowadzenia badań naukowych oraz wskazują na wiedzę ogólną i umiejętności praktyczne predestynujące do ubiegania się o stopień naukowy doktora.

## 5. Podsumowanie

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Kamila Szeląga pt. *Metoda wizyjnego wyznaczania trajektorii znanego obiektu z wykorzystaniem stałych elementów sceny*, spełnia wymagania stosownej ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym. Może zatem być dopuszczona do publicznej obrony.

prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski



Politechnika Poznańska