

prof. dr hab. inż. Zdzisław Kowalczyk  
profesor zwyczajny  
Katedra Systemów Decyzyjnych i Robotyki  
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki  
Politechnika Gdańska  
ul. Narutowicza 11/12  
80-233 Gdańsk

15 stycznia 2023

S E K R E T A R I A T  
Rady Dyscypliny AEEITK

Wpłynęło dnia.....**30.01.2023**.....  
Zarejestrowano pod nr .....  
Podpis .....

---

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ  
DLA RADY DISCYPLINY AUTOMATYKI, ELEKTRONIKI I  
ELEKTROTECHNIKI  
AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ**

Tytuł rozprawy: „Modele matematyczne wybranych komponentów branży motoryzacyjnej i ich badanie w celu rozwoju systemów aktywnego bezpieczeństwa”  
Autor rozprawy: mgr inż. Kamil Lelowicz  
Promotor: dr hab. inż. Adam Piłat  
Promotor pom.: dr inż. Mateusz Komorkiewicz

- 
1. **Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrywane w pracy (teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?**

Przedmiotem przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej (w ramach programu wdrożeniowego finansowanego przez MNiSW) jest istotne ważne społecznie oraz technicznie zagadnienie projektowania systemów wspierania kierowcy pojazdu, a zwłaszcza zadanie opracowania komputerowego modelu toru wizyjnego, opisującego działanie przemysłowych kamer stosowanych w akwizycji danych wykorzystywanych w celu należytej percepcji środowiska, w którym porusza się pojazd.

Od wielu lat do warsztatu naukowców wprowadzane są coraz to nowsze aspekty i problemy w zakresie projektowania autonomicznych i nieautonomicznych pojazdów, motywowane współczesnymi koncepcjami naukowymi i możliwościami nowoczesnych technologii. W wielu wypadkach chętnie korzystamy z dziedziny burzliwie rozwijającej się w ostatnim sześćdziesięcioleciu sztucznej inteligencji związanej z cybernetyką, choć w obszarze przetwarzania sygnałów i obrazów oraz przekazywania informacji, ciągle trudno będzie zrezygnować z klasycznych analitycznych podejść.

Specyficzne zagadnienie badawcze recenzowanej dysertacji, będącej wynikiem doktoratu wdrożeniowego realizowanego przez AGH we współpracy z firmą APTIV SERVICES POLAND i finansowanego przez MNiSW (projekt nr 0014/DW/2018/02), obejmuje szereg podstawowych aspektów wiążących się tematyką projektowania zaawansowanych systemów wspierania kierowcy pojazdu ADAS (ang. *Advanced Driver-Assistance Systems*). Kierowca taki, jako podmiot bezpiecznego ruchu

drogowego, jest silnie wspierany w prowadzeniu pojazdów przez współczesnych producentów samochodów. Szczególnym zadaniem doktoranta było opracowanie funkcjonalnego modelu ścieżki wizyjnej, reprezentującego motoryzacyjne kamery stosowane w akwizycji danych i percepcji środowiska komunikacji samochodowej oraz nadającego się do zastosowania w systemach symulacji, służących z kolei rozwojowi komputerowych systemów ADAS, w celu poprawy bezpieczeństwa w ruchu drogowym.

Zgodnie z ogólnie akceptowanym doświadczeniem naukowo-technicznym, na poszczególnych etapach takiego projektowania prowadzi się walidację proponowanych rozwiązań. Aktualnie zadanie to nie jest trudne ponieważ zarówno systemy ADAS, jak i systemy symulacji (typu MIL, SIL i HIL) realizowane są w środowisku komputerowym. Potrzebne do tego są jednak odpowiednie modele matematyczne poszczególnych komponentów systemu ADAS.

Zakładając, że sterowniki i elementy wykonawcze to komponenty już dobrze rozpoznane, doktorant w swoich badaniach pochylił się nad zagadnieniem opracowania modeli matematycznych, które jak najwierniej odwzorowywałyby funkcje oraz charakterystyki praktycznie stosowanych, rzeczywistych czujników wizyjnych. Jak mówi teoria modelowania wiedzę taką, pomijając możliwości pośrednie, można pozyskiwać metodą analityczną (oddolną, biało-skrzynkową, posadowiona na prawach fizyki) lub metodą syntetyczną (odgórną, czarno-skrzynkową, matematyczną), w której przyjmuje się określoną strukturę, a następnie identyfikuje pozostałe elementy (zwykle – estymując wartości nieznanymi parametrów).

Postęp technologiczny w dziedzinie fizyki, elektroniki, mechatroniki oraz technik komputerowych i programistycznych, oraz pojawiające się nowe technologie wykorzystywane w konstrukcji coraz doskonalszych kamer przemysłowych, stanowią zachętę do projektowania nowych systemów wspierania kierowcy ADAS, a z drugiej strony są nie lada wyzwaniem badawczym dla inżynierów dostarczających wsparcia dla projektantów takich systemów.

W dysertacji doktorant proponuje zatem specjalistyczne matematyczno-algorytmiczne rozwiązanie postawionego problemu oparte na adekwatnej wiedzy z zakresu budowy zaawansowanych systemów wspierania kierowcy, cyfrowego przetwarzania obrazów oraz technicznych charakterystyk kamer przemysłowych, stosowanych przez producentów przemysłu motoryzacyjnego.

Istotność zagadnienia, wynikająca z potrzeby zwiększania bezpieczeństwa w coraz to bardziej złożonym i zagęszczonym ruchu drogowym w miastach oraz na szlakach komunikacyjnych pomiędzy nimi, jest bezsprzeczna i stanowi solidne uzasadnienie celowości obranego specyficznego tematu podjętego w tej rozprawie, tj.: opracowania – na zróżnicowanym poziomie abstrakcji – matematycznych modeli komponentów torów wizyjnych. Stanowią one istotny element budowy systemów symulacji ułatwiających walidację rozwiązań proponowanych przez przemysłowych projektantów systemów ADAC.

Za główny cel rozprawy doktorant Kamil Tomasz Lelowicz przyjął opracowanie modeli matematycznych kamer wizyjnych ze wszystkimi niezbędnymi szczegółami, które są wymagane na różnych etapach rozwoju systemów ADAC. Autor przedstawił też należyte wprowadzenie do tematyki rozprawy pokazując rolę matematycznych modeli czujników w procesie walidacji algorytmów ADAS i omawiając podstawowe charakterystyki systemów wizyjnych w zakresie ich fizyki, elektroniki oraz algorytmiki.

Wobec powyższego formalna teza pracy postawiona na stronie 21, odnosząca się do możliwości projektowych oraz brzmiąca następująco:

Modele matematyczne komponentów wizyjnych systemów ADAC korzystnie wpływają na proces projektowania i testowania ich funkcjonalności, odwzorowują rzeczywiste czujniki z oczekiwaną dokładnością, dostarczają wymagane dane oraz spełniają ograniczenia wynikające z działania w reżimie czasu rzeczywistego.

wyrażona jest wystarczająco jasno. W świetle badań naukowych oraz znanych wyników teoretycznych i praktycznych, teza ta wydaje się całkowicie uzasadniona, aktualna, oraz ważna praktycznie. Jednak w swojej pierwszej, drugiej i trzeciej części, twierdzenia te są niezgrabne oraz ogólnie niekontrowersyjne lub trywialne albo niegramatycznie („model dostarcza wymagane dane”), zaś w czwartej części – przynajmniej dwuznaczne. Najlepiej jest pozostać przy jednej tezie a trzy ostatnie przedstawić jako założenia. Wówczas, najbliższa zamierzeniom doktoranta pewno byłaby następująca wersja tezy do wykazania:

Uwzględnienie odpowiednio dobranych modeli matematycznych komponentów wizyjnych systemów ADAC korzystnie wpływa na proces projektowania i testowania ich funkcjonalności, jeśli tylko odwzorowują one rzeczywiste czujniki z wystarczającą dokładnością, dostarczają wymaganych danych oraz spełniają ograniczenia wynikające z działania w reżimie czasu rzeczywistego.

Podanie tezy doktorant jest poprzedzone prezentacją tematyki i celu rozprawy, rekapitulacją własnych publikacji oraz przewodnikiem po poszczególnych rozdziałach.

W swojej istocie zaprezentowana rozprawa skupiona jest na wykazaniu istotnej roli i zastosowaniu modeli matematycznych w walidacji systemów ADAC oraz konstrukcji samego systemu wizyjnego (rozdziały 2 i 3), jak również eksperymentalnej implementacji i weryfikacji skuteczności opracowanych algorytmów (rozdziały 4 i 5).

Uwzględniając techniczno-inżynierską i dużą przemysłową wagę rozważanego zagadnienia projektowania zaawansowanych systemów wspierania kierowcy (ADAC), tematykę rozprawy Pana Kamila Tomasza Lelowicza należy zaliczyć do ważnych społecznie, naukowo, oraz technologicznie.

2. **Czy w rozprawie przeprowadzono analizę źródeł we właściwy sposób (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle), świadczący o dostatecznej wiedzy autora? Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?**

Autor dysertacji zastosował bardzo obszerne wprowadzenie w postaci dwóch pierwszych pełnych rozdziałów. Elementy głębszego wprowadzenia do tematyki projektowania toru wizyjnego w systemach wspierania kierowcy pojawiają się również na początku kolejnych dwóch podstawowych rozdziałów. Doktorant przeprowadził w ogólności poprawną analizę światowych źródeł literaturowych w zakresie wyników naukowych w przedmiotowej dziedzinie. Zgromadzony materiał przeglądowy dobrze świadczy o dziedzinowej wiedzy, którą opanował doktorant.

Opisane powyżej wprowadzenie jest wystarczające. Dobrze określono podjętą tematykę, podano tezę i cele badawcze, zakres i założenia, jak również szczegóły proponowanych rozwiązań. Częściowo jasne są zamierzenia opisywanego projektu. Pewne wątpliwości wzbudza strukturalne rozwiązanie samej rozprawy, nakreślenie ram badawczych, oraz całościowy opis prezentowanej metodologii.

Koncepcje własnych, autorskich rozwiązań udokumentowane są dziewięcioma publikacjami. Pominąwszy drobne przeoczenia, wnioski zaczerpnięte ze źródeł

bibliograficznych nie budzą zastrzeżeń. Również sposób wykorzystania cytowanych pozycji literaturowych w dysertacji jest w ogólności poprawny. Miejsce i rola własnych prac nie jest zadowalająco pokazana – nie zawsze wiadomo, gdzie zaczyna się udział własny, często brak jest odpowiedniego wprowadzenia, jak również należytego podsumowania w owych dwu zasadniczych rozdziałach.

Praca ogólnie liczy 137 stron, merytoryczne rozdziały dysertacji zajmują 50 stron, zaś spis bibliograficzny obejmuje 185 pozycji, wraz z 1 autorską oraz 8 współautorskimi pozycjami, w tym dwoma cennymi artykułami (100 pkt) w *IEEE Sensors Journal* (2022) oraz trzema patentami (2021).

**3. Czy autor rozwiązał postawione zadania, czy użył właściwej do tego metody, oraz czy przyjęte założenia są uzasadnione?**

W ramach rozważanego zagadnienia projektowego (analizy i syntezy) dotyczącego przemysłowych torów wizyjnych dedykowanych systemom ADAS, jak widać Autor postawił sobie cztery główne zadania do opracowania polegające na: (1) *pokazaniu miejsca modeli matematycznych w wirtualnej walidacji algorytmów ADAS*, (2) *analizie komponentów toru wizyjnego stosowanego w pojazdach*, (3) *badaniach nad rozwojem analitycznego, niskopoziomowego modelu HFMSM (o wysokiej wierności) opisującego czujnik wizyjny, jak również* (4) *opracowaniu generycznego, wysokopoziomowego MFMSM (średniej wierności) opisu czujnika*, stosując należyście dobrane osiągnięcia i zasady współczesnej inżynierii i nauki oraz inwencję własną.

Głównym zadaniem autora było zatem opracowanie modeli matematycznych o różnej (wysokiej i średniej) wierności względem rzeczywistych sensorów wizyjnych. Na podstawie szczegółowej lektury rozprawy można uznać, iż jej autor rozwiązał postawione zadanie – wykazując się przy tym: znajomością analizowanego problemu kształtowania i modelowania ścieżki wizyjnej dla systemów wspierania kierowcy, opanowaniem materiału teoretycznego i technicznego, bardzo dobrze rozwiniętym warsztatem naukowo-technicznym, umiejętnością doboru założeń badawczych, definiowania kierunków badań, projektowania i implementacji systemów, formułowania wniosków, i rozwiązywania postawionych zadań, jak również opanowaniem środowiska informatycznego i biegłością w implementacji algorytmów, umiejętnością weryfikacji osiągniętych rezultatów w warunkach laboratoryjnych.

**4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?**

Do licznych dowodów kwalifikacji naukowych i inżyniersko-społecznych posiadanych przez doktoranta, pozwalających na jego pracę zarówno indywidualną, jak i zespołową, ewidentnie dochodzi opanowanie przez niego warstwy merytorycznej w zakresie podstaw teoretycznych omawianej problematyki wizji robotycznej oraz umiejętności na polu komputerowej implementacji i badań eksperymentalnych.

Można zatem stwierdzić, że zgodnie z postawioną tezą i zamierzonymi celami badawczymi rozprawy doktorskiej, jej autor oraz osiągnął kilka głównych i oryginalnych wyników, które można opisać jako:

- 4.1. opracowanie niskopoziomowych modeli kamery o dużej wierności wraz z metodą estymacji ich parametrów,
- 4.2. zaproponowanie metody walidacji zastosowanego modelu dystorsji wraz z procedurą estymacji błędów i poziomu szumu (w modelu konwersji),

- 4.3. implementacja modelu niskopoziomowego spełniająca warunki czasu rzeczywistego,
- 4.4. zamodelowanie na wysokim poziomie abstrakcji ścieżki wizyjnej dostosowanej do obliczeń równoległych (w systemach wielordzeniowych),
- 4.5. parametryzacja modelu generycznego w oparciu o dwuwariantowy algorytm percepcji otoczenia,
- 4.6. demonstracja skuteczności ww. modelu na przykładzie symulacyjnej obserwacji przejścia dla pieszych.

Wymiernym wynikiem prac są dwa modele kamer: niskopoziomowy model HFSM (o wysokiej wierności) oraz wysokopoziomowy MFSM (o pośredniej wierności).

Z zaprezentowanego raportu wynika duża sprawność doktoranta w prowadzeniu innowacyjnych prac badawczo-projektowych uwzględniających elementy teoretyczne i praktyczne narzędzia inżynierskie do modelowania systemów wizyjnych służących wspieraniu kierowcy oraz bezpieczeństwu ruchu drogowego.

Uwzględniając (\*) wymienione wyżej oryginalne przyczynki naukowo-badawcze, (\*) fakt ich częściowego opatentowania (2021) oraz (\*) zaistnienia w specjalistycznych dla automatyki, elektroniki i elektrotechniki publikacjach (Springer 2020, IEEE/MMAR 2019, 2021) oraz w czasopiśmie IEEE: *IEEE Sensors Journal* (2022), uważam, że mgr inż. Kamil Tomasz Lelowicz dowiódł postawionej tezy i zrealizował cel rozprawy oraz wykazał się wiedzą i umiejętnością rozwiązywania zagadnień naukowych w zakresie projektowania zaawansowanych systemów wizyjnych, służących bezpieczeństwu komunikacyjnemu.

**5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?**

Na podstawie lektury rozprawy można powiedzieć, że doktorant posiadał należyłą umiejętność korzystania z teorii i technik zaczerpniętych z literatury oraz wnoszenia własnych opracowań, jak również dostateczną zdolność zwięzłego i jasnego przedstawiania uzyskanych wyników.

Przegląd literaturowy i spis literatury zostały dobrze opracowane. Całość raportu dokumentuje wkład doktoranta i uzyskane przez niego wyniki. Ogólnie prezentuje się wiarygodnie. Zewnętrzna struktura pracy jest akceptowalna. Zazwyczaj autor prezentuje przegląd niezbędnych podstaw i dokonuje wprowadzenia – często jednak nie jest ono należycie wyważone (pobieżne, cząstkowe, niejasne lub zbyt szczegółowe). Zaś w kilku miejscach nie dostarcza czytelnikowi podsumowania przekazywanych szerzej treści.

Całość raportu, przygotowanego w języku polskim, nie daje wrażenia solidnie skomponowanej pracy. Porządek rzeczy wewnątrz poszczególnych rozdziałów posiada w miarę odpowiednią strukturę. Zastosowany w raporcie język techniczny jest co prawda ogólnie zrozumiały, ale nie zawsze jasny, często slangowy i skrótowy, z dużymi paragrafami (nawet jednostronicowymi), przydługimi zdaniami przeładowanymi treścią lub źle wprowadzonymi szczegółami, albo z wadliwą logiką.

Ogólnie omawiana praca doktorska (o charakterze wdrożeniowym) dotycząca dziedziny innowacyjnej motoryzacji o ważnych społecznie perspektywach zastosowania prezentuje się pod względem merytorycznym bardzo dobrze. Propozycje kierunków dalszych badań wydają się zbyt górnolotne (wykrywanie anomalii jest przedmiotem światowych badań, co najmniej od lat osiemdziesiątych), niejasne

(splątanie systemu detekcji z modelem matematycznym, czy nowe detekcyjne funkcje kanału wizyjnego), a w końcu może trywialne (na wysokim poziomie abstrakcji), albo nieco zbyt ambitne (jak całościowe niskopoziomowo zamodelowanie toru ISP).

## 6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Choć intencje autora są możliwe do odczytania, nawet jednozdaniowa teza pracy zawiera błędy strukturalne i logiczne oraz nieprecyzyjność (jak powyżej opisano).

Poza pierwszym rozdziałem (ogólnym wprowadzeniem), pozostałe merytoryczne rozdziały nie mają podsumowania. Nieumiejętność jasnego przedstawiania wniosków oraz uogólniania i właściwej strukturalizacji tekstu widoczna jest w całej pracy, jak również Wnioskach. W głównym nurcie pracy plasują się modele matematyczne, z którymi związane jest pojęcie wierności. W rozprawie czasami spotykamy się nawet ze swobodnie używaną kwalifikacją „wysokiej wierności”. W tym kontekście brakuje odwołania do powszechnie znanych w modelowaniu matematycznym pojęć/poziomów wierności: replikatywnej, predykcyjnej i strukturalnej. Zwróciłbym też uwagę na rozróżnianie pomiędzy pojęciami takimi jak: system, układ, model, oraz algorytm.

Ogólnie doceniając merytoryczne walory rozprawy, doktorantowi trzeba wytknąć słabą jakość raportu (co może wynikać z pośpiechu lub z przesadnej samodzielności).

Tytuły (pod)rozdziałów są mało opisowe (często jedno słowo, wręcz akronim, albo tajemnicze „rozwiązania”). Czytelnik pracy często trafia na niezbyt przejrzysty lub niespójny opis (przykładowo: opis wzoru (3.2.2) i rys. 3.2; opis wzoru (3.3.1) i rys. 3.9, który jest wykorzystywany dalej w pracy). Nie zawsze wiadomo do czego autor zmierza i jakie są podstawy wiedzy lub źródła literaturowe. W merytorycznych rozdziałach 4 i 5 brak należytego wprowadzenia z cytowaniem własnych pozycji bibliograficznych, które wskazują miejsca udziału własnego (czasem enigmatyczne „Został on zmodyfikowany” – przez kogo? gdzie?). Przykładowo, pojawiają się też: nieinformacyjne podpisy pod rysunkami (bez wprowadzonych symboli stosowanych w tekście), nieprzejrzyste i zbyt skrótowe jest wprowadzenie do punktu 4.2. Braki definicyjne i referencyjne oraz nieprecyzyjna analiza (przykładowo: w przypadku modeli dystorsji we wzorach (4.2.2) i (4.2.3) mamy do czynienia z kompletnym wektorem współczynników, a nie pojedynczym elementem  $k_i$ ; zatem podany opis nie oddaje jasno idei obranej metody optymalizacji; ponadto brak jest opisu osi odciętych ( $r_d$ ) na rys. 4.3 oraz nie jasne jest, ile wynosi  $n$  na rys. 4.2? ...; brak też opisu osi odciętych na rys. 4.15,...).

Choć dysertacja została ogólnie w miarę dobrze zredagowana i nie ma wielkich potknięć strukturalnych, jednak przejrzystość przekazu mogłaby zostać znacznie poprawiona poprzez zastosowanie odpowiedniej strukturalizacji tekstu: na przykład przez kompilację alfabetycznego i kompletnego spisu akronimów (brak np. RCCC RYYCy, RYCy, GTA, sRGB, ...), zamianę luźnych algorytmicznych fragmentów na odrębne procedury z odpowiednim komentarzem (np. opis algorytmu korelacji, etc.) i eliminację innych wad: takich jak „puste nagłówki”, „sieroty” paragrafowe i „osierocone” wzory matematyczne (np. (3.2.3) i (3.2.4)). Autor też na wstępie (zamiast w tekście oraz podsumowaniu) omawia własne, opublikowane wyniki, po czym przedstawia plan rozprawy. Doktorant zapomniiał też o spisie symboli i operatorów (zamiast nieużytecznego spisu rysunków i tablic). Czasami odwołania do rysunków wyglądają jak odwołania do wzorów, i odwrotnie. W niektórych wypadkach niejasna jest kwestia praw autorskich (dotyczy to w szczególności rysunków skopiowanych z obcych referatów konferencyjnych; brak też jakiegokolwiek cytowania w odniesieniu do algebry kwaternionów przedstawionej w załączniku).

Pojawiają się też inne niedociągnięcia w logice wywodu lub wymagające odpowiedniego komentarza („model wykorzystywany do charakteryzacji zbioru danych”, „hybrydowe ... fizyczne i stochastyczne”, „dane uzyskane w procesie identyfikacji”, „wartość widocznej części”), czy błędy w operowaniu symbolami (różne fonty, akronimy, symbole w tekście i we wzorach; na przykład: HFOV i FOV, równania (4.3.12)-(4.3.14), etc.). Zdarzają się również błędne symbole, wzory lub informacje, czy odwołania (przykładowo: „rys. 3.13b” → „rys. 3.7b”; na str. 61: „powyższej” → „poniższej / następującej”, etc.).

W wielu wypadkach mamy do czynienia z niepoprawnym stylem, rozwlekłością, dwuznacznością, niedbałym traktowaniem języka polskiego, opisem nadmiernie skrótowym lub wręcz slangowym z potworkami językowymi („imager”, „macierz imagera”, „V-model”, „góra V-modelu”, „model division”, „procesowanie obrazu”, „procesowanie wyników”, „zaimplementowane w CARLI”, „wyliczanie okluzji”, „wyliczanie błędu”, „wyliczanie przecięć”, „wyliczany gradient”, „przeprocesowana szachownica”, „Rozwiązanie zdobyło pierwsze spośród ... w wyzwaniu wykrywania”), oraz inne braki, niezgrabności lub literówki („Niniejszej pracy skupia się”, „znacznie dokładniej niż”, „non-informity”, „głębokość widzenia pola”, „były ona”, „sesnor”, „głównie”, „określ się”, „zabrany” → „zebrany”, „Dystrybuanta ... został”, „Należy zauważyć, iż żeby”, „pamięć ... wyrównywana do 8 bitów”, „Model HFSM skupią się”, „modele wymagają metody”, „Skutkuje to brakiem efektu opisywanego przez model”, „przedstawione rozwiązane”, „część czasu ..., którą można poprawić”,...; w tym te związane z operowaniem akronimami (H)FOV/polem widzenia, GSM/modeliem generycznym, 3DBB/ramką, SDP/procesem rozwojowym), jak również nieumiejętne operowanie zaimkami i podmiotem domyślnym, nadużywanie kontekstu z poprzedniego akapitu lub nawet z poprzedniego podpunktu, czy serwowanie niekompletnej informacji (w podsumowaniu: „Zaprezentowano trzy nowe sposoby (?)... zmodyfikowano dwa rozwiązania (?) ...”; lub w nowym paragrafie: „Wyniki dla pierwszego wskaźnika (?) ...”). Przecież od tego są symbole zmiennych, funkcji i wskaźników, aby przekaz był czytelny i jednoznaczny.

Autor w głównych rozdziałach 4 i 5 zamiast opisywać swoje podejście (teorię, metodę, analizę, wyniki,...), jak w każdej kompletnej i samonośnej dysertacji – tj. w czasie teraźniejszym, raportuje to, co zostało zawarte w jego publikacjach, używając przy tym czasu przeszłego (np. „funkcja miała postać”, „w artykule przedstawiono”, „Artykuł przedstawia”...), co mogło się przyczynić do niekompletności przedstawionego raportu (założenie, że dokładnie to jest już w opublikowanym artykule). Czas przeszły można oczywiście stosować, ale jedynie przy sprawozdawaniu czynności i faktów, które zaszły w trakcie przeprowadzonych eksperymentów lub pomocniczego przetwarzania danych lub opracowywania wykresów.

Częste są powtórzenia, nadmiarowość, niezgrabność lub trywialność opisu: „modele matematyczne mogą być wykorzystywane do reprezentowania podsystemów”, „modele zbliżone do zachowania sensora”, „interfejsy są odtwarzane z wykorzystaniem modeli czujników”, „modele ... spójne i synchronizowane ... z informacjami”, „piesi oraz samochody poruszają się z wykorzystaniem sztucznej inteligencji”, (przy MIL) „model ... najczęściej zaimplementowany w środowisku symulacyjnym”, etc.

Inne błędy redaktorskie: błędy ortograficzne („imager'a”), nagminne interpunkcyjne oraz gramatyczne i składniowe: np. „ilość kilometrów” → „liczba kilometrów”, „ilość klatek” → „liczba klatek” (...połączeń, modeli, filtrów, bitów, współczynników, komórek,...), „zoptimalizować pod wykorzystanie na karcie graficznej” → „przystosować do implementacji na karcie graficznej” lub „przystosować do użytku na karcie graficznej”; „dostarczanie informacji...do modelu” → „dostarczanie

informacji/sygnалу wejściowego dla modelu”; „wejście do algorytmu” → „dane wejściowe dla początkowego węzła (punktu) algorytmu”, w prostym kontekście „wejście algorytmu”, „modele przyjmują obrazy jako wejście” → „obrazy są podawane...”, „wyjście jest generowane jako” → „wyjście ma postać”, „zadania: sensoryka...” → „zadania sensoryki...”, „rozbieżność pomiędzy ... danymi, a wynikami” → „rozbieżność między ... danymi a wynikami”, „charakteryzuje się ... wymaganiami jakie tor ... ma spełniać” → „charakteryzuje się wymaganiami, jakie ma spełniać tor”, „pomimo iż, kamery” → „pomimo, iż kamery”, „wyliczenie odpowiedzi” → „obliczenie odpowiedzi”, ..., czy też niepoprawne formy lub zwroty: „model division” → „model wymierny”, „leaky ReLU” → (np.) „nieszczelna dioda”, „liczby ... są wyliczalne” → „wielkości oblicza się...”, „nakładanie ograniczeń podczas optymalizacji” → „nakładanie ograniczeń na optymalizację”, „sygnały dynamiki” → „zmiennie/parametry/wskaźniki/równania dynamiki”, „siatka promieni” → „pęk prostych/promieni”, (realizacja) „w sprzecz” → „na sprzecz” ... .

Oczekując dalszego rozwoju doktoranta, przekazuję powyższe szczegółowe uwagi, które powinny przysłużyć się uzyskaniu wyższej jakości raportów i prezentacji w naukowych i dydaktycznych pracach oraz publikacjach podoktorskich, którą można osiągnąć poprzez zwiększenie nacisku na logikę wywodów, poprawność stylu, kompletność informacji, spójność matematyczną, jasność i stosowność budowy długich wypowiedzi i dbałości o przemyślaną strukturę raportu i stosowanie dobrych praktyk.

#### 7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?


Konkludując, rozprawa dotyczy nowoczesnych teorii systemów, automatyki i robotyki, modelowania, przetwarzania obrazów oraz sztucznej inteligencji, których integracja pozwala na budowę inteligentnych produktów, jak zaawansowane systemy wspierania kierowcy. Przydatność prac badawczych, związanych z poprawieniem bezpieczeństwa w komunikacji samochodowej, dla nauki i gospodarki oraz rozmaitych społecznych kontekstów zastosowań wytworów techniki jest bardzo duża, tak poznawczo, jak i aplikacyjnie. Poprzez przeprowadzone testy z wykorzystaniem opracowanych modeli kamer wizyjnych autor dostarczył dowodów użyteczności swoich opracowań.

Wyniki pracy w postaci zweryfikowanego rozwiązania inżynierskiego mają duże znaczenie dla nauk technicznych. Krytyczne uwagi redakcyjno-edytorskie nie wpływają na wysoką ocenę zakresu oraz oryginalnych merytorycznych osiągnięć naukowo-badawczych doktoranta, zawartych w recenzowanej rozprawie, oraz pozytywną ocenę pracy, która całkowicie spełnia wymagania (wdrożeniowej) rozprawy doktorskiej.

#### 8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

- (a) nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim,
- (b) wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania,
- (c) spełniająca całkowicie wymagania,
- (d) spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem,
- (e) wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie.

podpis



ZKowalczyk

Kierownik Katedry  
Systemów Dynamicznych i Robotyki

  
prof. dr inż. Zdzisław Kowalczyk, prof. zw. PG