

dr hab. inż. Marek Rydel, prof. uczelni
Katedra Informatyki
Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki
Politechnika Opolska
e-mail: m.rydel@po.edu.pl

Opole, 2023-09-14

SEKRETARIAT
Rady Dyscypliny AEEITK

Wpłynęło dnia 20. 09. 2023

Zarejestrowano pod nr

Podpis 

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy:

Freespace detection and examination based on surround occupancy grid
(*Detekcja wolnej przestrzeni wokół samochodu w oparciu o siatkę zajętości*)

Autor rozprawy: mgr inż. Marek Szlachetka

Pierwszy promotor rozprawy: dr hab. inż. Jarosław Wąs, prof. uczelni

Drugi Promotor rozprawy: dr hab. inż. Dariusz Borkowski

Niniejsza recenzja została opracowana na zlecenie Przewodniczącego Rady Naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica, dra hab. inż. Ryszarda Sroki, prof. uczelni, z dnia 20 lipca 2023 roku.

1. Zawartość pracy i ocena formalna

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska zawiera łącznie 157 stron podzielonych na sześć rozdziałów. Praca zawiera jeden dodatek, spis literatury liczącej 127 pozycji, wykazów najczęściej stosowanych skrótów i symboli matematycznych, streszczenie pracy w języku polskim i angielskim oraz wykaz rysunków i tabel. Dysertacja została napisana w języku angielskim.

W rozdziale pierwszym przedstawiono krótkie wprowadzenie do pracy. Postawiono w nim tezę pracy oraz scharakteryzowano cele pracy. Umotywowano podjęcie problemu badawczego oraz określono wkład naukowy Autora w rozwój dyscypliny przedstawiając główne jego osiągnięcia. Ponadto rozdział pierwszy krótko przedstawia strukturę dysertacji.

Rozdział drugi stanowi przegląd systemów wspomaganie kierowcy i autonomicznych systemów kierowania pojazdami. Przedstawiono krótki rys historyczny, omówiono poziomy autonomiczności pojazdów oraz standardy związane z bezpieczeństwem istniejące w przemyśle motoryzacyjnym. Ponadto przedstawiono kolejne poziomy percepcji otoczenia pojazdu, rozpoczynając od stosowanych czujników, estymacji wektora stanu pojazdu (ang. vehicle state estimation), opisu środowiska otaczającego pojazd (ang. environment perception) zarówno stacjonarnego, jak również dynamicznego, aktywnych funkcji bezpieczeństwa samochodu (ang. active safety features) w zaawansowanych systemach wspomaganie kierowcy, a kończąc na planowaniu ruchu pojazdu. Rozdział drugi ma charakter przeglądu istniejących rozwiązań naukowo-technicznych związanych szeroko rozumianą tematyką zaawansowanych systemów wspomaganie kierowcy oraz autonomicznych systemów kierowania.



Rozdział trzeci zawiera wprowadzenie i przegląd modeli percepcji środowiska stacjonarnego otaczającego pojazd. W rozdziale opisano modele nieparametryczne: siatki zajętości 2D oraz 2.5/3D, mapy interwałowe (ang. interval maps), jak również modele parametryczne w postaci prostych kształtów oraz konturów opisywanych przez wielomiany, spirale oraz krzywe sklejące. Rozdział kończy się porównaniem właściwości modeli w różnych zastosowaniach oraz wybraniem algorytmu referencyjnego, z którym porównywane będzie autorskie rozwiązanie.

W rozdziale czwartym przedstawiono główny wkład autora w określenie granicy wolnej przestrzeni stacjonarnego środowiska otaczającego pojazd. Przedstawiono w nim interfejs algorytmu wraz ze wskazaniem sygnałów wejściowych, operacje przetwarzanie sieci zajętości, które dostarczają danych do określenia granicy wolnej przestrzeni stacjonarnego środowiska otaczającego pojazd. W tym rozdziale przedstawiono algorytm wyznaczenia granicy wolnej przestrzeni w postaci zamkniętej jednorodnej krzywej B-sklejanej wraz ze wskazaniem autorskich modyfikacji. Rozdział ten stanowi wkład teoretyczny doktoranta.

W rozdziale piątym przedstawiono badania symulacyjne zaproponowanych w dysertacji rozwiązań. Zaproponowany w pracy algorytm został porównany z algorytmem referencyjnym na podstawie zestawu 22 wygenerowanych przez Autora oraz jednego rzeczywistego scenariusza drogowego. Scenariusze przygotowano w przyborniku Driving Scenario Designer pakietu *Matlab*. W rozdziale zdefiniowano szereg miar błędów, na podstawie których porównywano wyniki uzyskane za pomocą obu algorytmów. Rozdział ten stanowi znaczący wkład praktyczny doktoranta.

W rozdziale szóstym zawiera podsumowanie pracy oraz przedstawia szereg otwartych problemów, które mogą być podstawą do prowadzenia dalszych badań i rozwoju zaproponowanych rozwiązań.

W dodatkowym rozdziale A wprowadzono podstawy matematyczne opisu krzywej B-sklejanej oraz szczegółowe informacje dotyczące wygenerowanych scenariuszy testowanych wykorzystanych w badaniach, których wyniki przedstawiono w rozdziale piątym.

Układ pracy jest poprawny. Treści dysertacji została logicznie podzielona na poszczególne rozdziały pracy. Jednakże, zdaniem recenzenta, część wprowadzająca matematyczne podstawy stosowanych metod została przedstawiona zbyt pobieżnie, w szczególności rozdziały 4.2.2, 4.4.1 oraz 4.4.3. Pomimo logicznego podziału rozdziałów budzi wątpliwość wprowadzanie wielu bardzo krótkich podrozdziałów, np. podział podrozdziału 2.4.4 na pięć podrozdziałów trzeciego stopnia 2.4.4.1 - 2.4.4.5 dla tekstu nie przekraczającego jednej strony.

Warta podkreślenia jest jednak dobra strona edycyjna pracy. Praca zachowuje jednolity wygląd, rozdziały, podrozdziały, nagłówki, stopki, opisy rysunków i tabel są utrzymane w jednej konwencji stylistycznej. Rysunki są przygotowane starannie i jasno przedstawiają wyniki badań w postaci graficznej. Język użyty w pracy jest jasny. Rozprawa jest również dobrze przygotowana redakcyjnie, nieliczne błędy typograficzne zostały wypunktowane w dalszej części recenzji.

2. Ocena merytoryczna pracy

Rozwój zaawansowanych systemów wspomaganie kierowcy oraz pojazdów autonomicznych na przestrzeni ostatnich lat zyskuje coraz bardziej na znaczeniu. Wielu producentów pojazdów i oprogramowania prowadzi zaawansowane badania w celu stworzenia zarówno efektywnych, jak rów-

niez bezpiecznych rozwiązań. Stworzenie zaawansowanych systemów wspomagania kierowcy oraz rozwiązań umożliwiających jazdę autonomiczną wymaga rozwiązania wielu problemów, tj.: dobór odpowiednich czujników pomiarowych i fuzja danych pomiarowych w celu modelowania środowiska otaczającego pojazd, określenie położenia i wektora stanu pojazdu, a kończąc na wyznaczeniu trasy samego pojazdu. Analiza otoczenia wokół pojazdu, którym to problemem zajął się Doktorant, ma ogromne znaczenie dla zachowania bezpieczeństwa w ruchu drogowym. Niezależnie od tego, czy mówimy o zaawansowanych systemach wsparcia kierowcy, czy pojazdach autonomicznych, kluczowa jest analiza otoczenia, rozpoznawanie przeszkód i wytyczenie granic obszaru, w ramach których pojazd może wykonywać manewry. Zagadnienia te są z natury multidyscyplinarne i są szeroko eksplorowane w ramach kilku dyscyplin naukowych, tj. *Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne, Informatyka Techniczna i Telekomunikacja oraz Informatyka*. Tematyka pracy jest zatem aktualna i o dużym potencjale aplikacyjnym.

Praca prezentuje dobry poziom merytoryczny i przedstawia autorski wkład w rozwiązanie problemu modelowania otoczenia i detekcji granic wolnej przestrzeni wokół pojazdu. Autor wykazał się wiedzą oraz umiejętnościami z zakresu modelowania oraz przygotowania i przeprowadzenia badań symulacyjnych. W oparciu o testowe scenariusze oraz jeden rzeczywisty scenariusz Doktorant potwierdził zalety proponowanego algorytmu, tym samym zrealizował postawiony cel pracy.

Zastosowanie metod modelowania matematycznego, predykcji stanu obiektu oraz zadań optymalizacji, jak również postawiony w pracy cel zastosowania przedstawionego rozwiązania w sterowaniu pojazdem umiejscawia jednoznacznie dysertację w dyscyplinie *Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne* w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

Do podstawowych osiągnięć pracy można zaliczyć:

- Porównanie modeli odwzorowania środowiska otaczającego pojazd ze względu na ich właściwości i przydatność w zastosowaniu do różnych scenariuszy drogowych.
- Wprowadzenie modyfikacji w algorytmie wyznaczania i śledzenia granicy wolnej przestrzeni z wykorzystaniem krzywej B-sklejanej w postaci:
 - propozycja kilku metod filtracji nadmiarowych punktów pomiarowych w celu stworzenia wektora punktów kontrolnych,
 - zaproponowanie metody asocjacji punktów pomiarowych z krzywą B-sklejaną,
 - dynamiczna modyfikacja liczby punktów kontrolnych krzywej B-sklejanej na podstawie zaproponowanych przez Autora wskaźników lokalnej złożoności kształtu krzywej,
 - propozycja rozwiązania problemu utykania algorytmu optymalizacji w minimum lokalnym poprzez monitorowanie statusu punktów kontrolnych.
- Zaproponowanie autorskiej metody oceny jakości aproksymacji krzywą B-sklejaną.
- Rozwój narzędzi generowania sztucznych scenariuszy testowanych.
- Przeprowadzenie analizy jakości zaproponowanego rozwiązania w warunkach symulacyjnych.

3. Dorobek publikacyjny Doktoranta, umiejętność przedstawiania wyników

Przedstawiona rozprawa dobrze się wpisuje w aktualny stan wiedzy reprezentowanej w literaturze światowej, tematyka jest aktualna i o dużym potencjale aplikacyjnym i publikacyjnym. Należy dodatkowo podkreślić współautorstwo Doktoranta w publikacji w czasopiśmie *Journal of Computational Science*. W momencie publikacji w 2022 roku czasopismo posiadało $IF=3.817$ i było indeksowane w Q2 w dyscyplinie *Computer Science - Interdisciplinary Applications*, ale jest również wymienione na liście czasopism naukowych MEiN w dyscyplinie *Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne* z przydzielonymi 100 punktami. Ponadto Doktorant jest współautorem jednej publikacji konferencyjnej w ramach 24th IEEE Signal Processing: Algorithms, Architectures, Arrangements, and Applications z roku 2020 oraz współautorem zgłoszenia patentowego. Wysoki poziom rozprawy wskazuje, że prezentowane wyniki mogą być z powodzeniem wykorzystane w kolejnych publikacjach.

Autor posiada umiejętność poprawnego przedstawiania uzyskanych przez siebie wyników. W ogólności praca ma charakter praktyczny. Główny wkład Autora stanowią rozdziały czwarty oraz piąty. Pomimo pewnych uwag recenzenta do niektórych prezentowanych wyników (wyszczególnionych w części czwartej recenzji) należy stwierdzić istotny wkład Doktoranta w rozwój dyscypliny *Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne*.

4. Uwagi krytyczne i polemiczne

Należy podkreślić, że poziom merytoryczny ocenianej dysertacji jest dobry i recenzent nie dostrzegł w niej istotnych wad. W trakcie czytania pracy recenzentowi nasunęły się następujące uwagi polemiczne, drobne uchybienia oraz niejasności. Uwagi zostały podzielone na trzy grupy, a) uwagi dyskusyjne i pytania b) uwagi redakcyjne oraz c) drobne uchybienia typograficzne.

Uwagi dyskusyjne i pytania:

- 1) W rozdziale 4.2 wprowadzono model wyznaczenia granicy wolnej przestrzeni w postaci zamkniętej jednorodnej krzywej B-sklejanej drugiego stopnia. Nie umotywowano jednak takiego wyboru. Dopiero w rozdziale 5.4.4 dokonano porównania uzyskanych wyników z krzywymi B-sklejanymi pierwszego oraz trzeciego stopnia. Jako, że jest to rozdział teoretyczny zdaniem recenzenta byłby bardziej spójny gdyby połączyć go z dodatkiem A.1, gdzie przedstawiono podstawy matematyczne opisu krzywej B-sklejanej. Przydatne byłoby również podanie powodów dla których zdecydowano się na umieszczenie węzłów jednorodnie (ang. uniform), a nie otwarcie jednorodnie (ang. open uniform) czy niejednorodnie (ang. non-uniform). Czy taki wybór jest związany z wykorzystywanym oprogramowaniem, czy są inne powody takiego wyboru? Dodatkowo Autor odwołuje się wyłącznie jeden raz do literatury [de Boor, 1971] w dodatku A.1 mimo, że w bibliografii wyszczególniona jest pozycja [Micula and Micula, 2012].
- 2) W rozdziale 4.4.1 przedstawiono metodę kompensacji ze względu na ruch obiektu. Autor proponuje zastosowanie information filter w miejsce znacznie częściej wykorzystywanego filtru Kalmana. Nie podaje powodu takiego wyboru, mimo że sam odwołuje się do [Bersani et al., 2019], [Chen et al., 2018], [Reid, 1979], które to prace przedstawiają właśnie zastosowanie filtru Kalmana do estymacji stanu i śledzenia obiektu oraz pozycji [Assimakis et al., 2012],

która porównuje oba podejścia. Pozostaje również problem braku połączenia rozdziału 4.4.1 z rozdziałem 4.4.3 w którym uwzględniany jest wektor pomiarów z_k . Zdaniem recenzenta ten fragment pracy byłby bardziej spójny, gdyby połączyć oba rozdziały w jeden. W rozdziale dodatkowo brakuje definicji modelu z warunkami początkowymi, dla którego wektor stanu modelu $q_{k|k}$ oraz information state vector $v_{k|k}$ są estymowane.

- 3) W rozdziale 4.4.5 Autor wprowadza lokalny wskaźnik złożoności kształtu LSC (ang. Local Shape Complexity). Autor nie wyjaśnia dlaczego wszystkie zdefiniowane miary Δ_i , Γ_i , Θ_i , Ξ_i sumują się z wagą 1 w równaniu (4.4.43). Dlaczego wszystkie miary jednakowo wpływają na złożoność kształtu? Nie podano także w jaki sposób Autor dobierał parametry tj. Δ_{low} , Δ_{high} , Γ_{low} , itd. w badaniach symulacyjnych przedstawionych w rozdziale 5.
- 4) W rozdziale 4.4.6 Autor wprowadza modyfikację liczby punktów kontrolnych. Jakie zalety i wady ma wprowadzona metoda dodawania i usuwania punktów kontrolnych w porównaniu np.: do metody przedstawionej w [Yang et al., 2004], lub w innych publikacjach, np.: T.J. Cham, R. Cipolla: *Automated B-spline curve representation incorporating MDL and error-minimizing control point insertion strategies*, IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell, vol. 21, no. 1, 1999, pp. 49–53.
F. Lu, E. Milios: *Optimal spline fitting to planar shape*, Signal Process, vol. 37, no. 1, 1994, pp. 129–140.
D. Michel, A. Zidna. *A new deterministic heuristic knots placement for B-Spline approximation*, Math Comput Simul, vol. 186, 2021, pp. 91–102.
- 5) W rozdziale 5.3 Autor wybrał do badań dwie wersje algorytmów zaproponowanych w rozdziałach 4.4.2.2 i 4.4.2.3 nie podając powodów, dla których zdecydował się na taki wybór, pomimo że argumenty uzasadniające taki wybór można znaleźć we wnioskach artykułu [Szlachetka et al., 2022]. Ponadto Autor dodaje, że parametry zostały dobrane za pomocą algorytmu genetycznego (AG). Nie uściślił jednak jakie parametry były dobierane oraz jaka funkcja celu była minimalizowana za pomocą AG. Nie podano również parametrów samego AG, ani nie wykazano konieczności jego wykorzystania zamiast lokalnych algorytmów optymalizacji, np.: metody Nelder-Meada.
- 6) str. 59, 103 oraz 105. W założeniach (rozdział 4.2.1) przyjęto czas próbkowania sygnałów wejściowych na 50 ms oraz zaznaczono, że parametry modelu są uaktualniane po każdym dostarczeniu nowych danych. Jednak na podstawie rys. 5.12 średni czas wykonania proponowanego algorytmu (OCG + spline) wynosi około 150 ms, a referencyjnego ponad 250 ms. O ile podany czas próbkowania nie jest pomyłką typograficzną, konieczne byłoby dokładniejsze wyjaśnienie przez Doktoranta działania algorytmu podanego na rys. 4.1.
- 7) Metody prezentowane w pracy mają za zadanie określić granicę wolnej przestrzeni stacjonarnego środowiska otaczającego pojazd. Jednak w rzeczywistych scenariuszach część przeszkód zmienia swoje położenie w czasie. W najprostszym scenariuszu w sposób deterministyczny, np.: pojazd poruszający się z niezmienną prędkością na autostradzie. Czy stosowany przez Autora algorytm ma szansę uwzględniać ruch przeszkód w sposób podobny do przedstawionej w pracy kompensacji ze względu na ruch samego obiektu, lub czy bazując na wynikach

[Chen et al., 2018] możliwe byłoby odpowiednie jego zaadoptowanie? Czy Doktorant rozważał rozwinięcie proponowanych przez siebie metod i algorytmów w tym kierunku?

Uwagi redakcyjne:

- 1) W rozdziale 3.3 porównano zalety i wady modeli nieparametrycznych oraz parametrycznych w różnych zastosowaniach. Powinien to być wynik przeglądu literatury oraz własnych doświadczeń. W rozdziale tym sformułowano wnioski w Tab. 3.1 oraz Tab. 3.2 bez podania odpowiednich odwołań do bibliografii. Autor w tym podrozdziale cytuje wyłącznie jedną własną pracę [Szlachetka et al., 2020] pomimo, że w bibliografii odwołuje się np. do [Schreier et al., 2016], w której również porównano właściwości różnych modeli opisu środowiska.
- 2) W rozdziałach 4.2 oraz 4.4 prezentujących podstawy matematyczne algorytmu jest stosunkowo mało przypisów do bibliografii. Mimo, że bibliografia dysertacji dobrze opisuje stan wiedzy problematyki podjętej w pracy, jednak kilka istotnych pozycji wprowadzających teorię modelowania krzywych pominięto, np.:
L. Piegl, W. Tiller: *The NURBS Book*, Springer 1995, doi:10.1007/978-3-642-97385-7.
P. Kiciak: *Podstawy modelowania krzywych i powierzchni: zastosowania w grafice komputerowej*, WNT 2019.
czy podstaw matematycznych działania zastosowanego information filter, np.:
Mutambara A.: *Decentralized Estimation and Control for Multisensor Systems*, CRC Press, 1998.
- 3) W rozdziale 4.2.1 Autor wprowadza założenia, np. w pracy zastosowane będą krzywe B-sklejane drugiego stopnia do wyznaczenia granicy wolnej przestrzeni, po czym w równaniach odwołuje się do funkcji bazowych n -tego stopnia $B_i^{[n]}$. Wprowadzenie tych założeń byłoby bardziej logiczne dopiero w rozdziale 5.
- 4) W rozdziale 5.4.2 przedstawiono podsumowanie analizy 22 scenariuszy. Zdaniem recenzenta bardziej logicznie byłoby przedstawienie tych wyników w rozdziale 5.4.2.6, który podsumowuje przeprowadzone badania.
- 5) Na rys. 5.16, 5.18, 5.19 itd. Autor wprowadza oznaczenie "iteration index", a w tekście używa terminu "iteration". W jaki sposób jest ono definiowane przez Autora, gdyż nie jest to termin jednoznaczny. Czy ten termin jest równoważny numerowi kolejnej próbki czasowej ("k - cycle number" wprowadzonemu na str. 69), czy jest to numer kolejnej iteracji pętli algorytmu? Należy wtedy jednak podkreślić, że czas wykonania algorytmów jest różny dla obu porównywanych algorytmów i badanych scenariuszy, jak również może zmieniać się w czasie ze względu na zmienną liczbę punktów kontrolnych. Zdaniem recenzenta bardziej jednoznaczne byłoby przedstawienie wykresów w czasie dyskretnym $T = k * T_s$ [s], gdzie: $k = 1, 2, \dots$ oraz T_s czas próbkowania?

Drobne uchybienia typograficzne:

- str. 30 pozycja bibliograficzna [J et al., 2013] odnosi się do niepoprawnie oznaczonej pozycji bibliograficznej: T. J, T. E, N. R, and A. M., która powinna wskazywać na publikację:

J. Terzic, E. Terzic, R. Nagarajah, M. Alamgir: *Ultrasonic Sensing Technology in Ultrasonic Fluid Quantity Measurement in Dynamic Vehicular Applications*, Springer 2013.

- str. 30 pozycja bibliograficzna [Z et al., 2013] odnosi się do niepoprawnie oznaczonej pozycji bibliograficznej: N. Z, A. G, W. B, and P. S., która powinna wskazywać na publikację: Z. Nikolic, G. Agarwal, B. Williams, S. Pearson, *TI Gives Sight to Vision-Enabled Automotive Technologies*, Texas Instruments, 2013.
- Tabela skrótów i oznaczeń nie zawiera części wykorzystywanych skrótów. Ponadto w pracy są skróty, które w ogóle nie zostały opisane (np. LDW na str. 35).
- str. 42 opis oznaczeń od x do ID_{object} pojawiają się dwukrotnie pod wzorami (3.1.6) oraz (3.1.7), ale pominięto wyjaśnić znaczenie symbolu $\delta_{(y_{end})}^2$
- str. 44 pozycja bibliograficzna [T.R. and M., 2019] odnosi się do niepoprawnie oznaczonej pozycji bibliograficznej: T.R. and A. M., która powinna wskazywać na publikację: T.R. Madhavan, M. Adharsh: *Obstacle Detection and Obstacle Avoidance Algorithm based on 2-D RPLiDAR* in 2019 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI), pp. 1-4, 2019, doi: 10.1109/ICCCI.2019.8821803.
- str. 69 w opisie oznaczeń $\delta_{u_x,k}^2$, $\delta_{u_y,k}^2$ użyto symbolu k (oznaczenie dyskretnej chwili czasu) zamiast i (numeru węzła).
- str. 69 w równaniu (4.4.10) ponownie definiowano predykcję $\hat{q}_{k,k-1}$, pomijając jednak wpływ sygnału wejściowego u_k . Jaki jest cel tego równania skoro $\hat{q}_{k,k-1}$ opisuje równanie (4.4.1)?
- str. 74 powinno być $\sqrt{2}$ w miejscu $sqrt2$.
- str. 84 powinno być: "points 1, 3, 7 or 9 in Figure 4.21 ...".
- str. 146 Dwukrotnie w bibliografii występuje pozycja:
W. Gex and N. Campbell: *Local free space mapping and path guidance*, in: 1987 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 1987, pp. 424-431.

Należy podkreślić, że przedstawione powyżej uwagi, mają w większości charakter dyskusyjny i nie odnoszą się do kluczowych kontrybucji Doktoranta. W związku z tym nie obniżają one pozytywnej oceny pracy.

5. Podsumowanie recenzji i wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska stanowi, zdaniem recenzenta, oryginalne rozwiązanie ważnego problemu naukowego oraz wykazuje dużą ogólną wiedzę teoretyczną i aplikacyjną Autora w dyscyplinie naukowej *Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne*, a także Jego umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Stwierdzam więc, że przedłożona **rozprawa mgr inż. Marka Szlachetki spełnia warunki określone przez Ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023, poz. 742)**. Na podstawie powyższego **wnoszę przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie jej Autora mgr inż. Marka Szlachetkę do publicznej obrony rozprawy w dyscyplinie *Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne***.

Bydel

