

Prof. dr hab. inż. Bogusław Cyganek
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji
Instytut Elektroniki
cyganek@agh.edu.pl

Kraków, 27.02.2026

Recenzja rozprawy doktorskiej
Pana magistra inżyniera Piotra Józwik-Wabika
zatytułowanej:
Wykorzystanie metod uczenia maszynowego w przetwarzaniu oraz
analizie obrazów astronomicznych

Wstęp

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana magistra inżyniera Piotra Józwik-Wabika zatytułowanej „*Wykorzystanie metod uczenia maszynowego w przetwarzaniu oraz analizie obrazów astronomicznych*”, która powstała w roku 2025 w Politechnice Śląskiej.

Promotorem pracy jest Pan dr hab. inż. Adam Popowicz, prof. PŚ, natomiast promotorem pomocniczym jest Pan dr inż. Krzysztof Bernacki.

Przygotowanie recenzji zostało wykonane na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologia Kosmiczna, Politechniki Śląskiej, Pana dra hab. inż. Adama Gałuszki, prof. PŚ.

Recenzja sporządzona została w postaci odpowiedzi na pytania dotyczące rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Piotra Józwik-Wabika.

1. Problem badawczy i jego znaczenie

Jaki jest najważniejszy problem rozważany w rozprawie?

Od zarania dziejów ludzie interesowali się niebem, gwiazdami i pochodzeniem świata. Już starożytni Babilończycy oraz Egipcjanie prowadzili obserwacje tzw. nieboskłonu, a nawet przeprowadzali obliczenia i przewidywali np. zaćmienia Słońca, czy też Księżyca. Późniejsze wieki przyniosły kolejne odkrycia, głównie dzięki postępowi zachodzącemu w technice obserwacyjnej. Wiek XXI to niewątpliwie kolejna epoka rewolucji technologicznych, które zupełnie zmieniają obraz współczesnej astronomii i możliwości obserwacji galaktyk. Zdolność do wyniesienia teleskopów poza atmosferę ziemską oraz nowoczesne systemy obliczeniowe wraz ze sztuczną inteligencją (ang. *Artificial Intelligence* – AI) stworzyły zupełnie nowe perspektywy obserwacji nieba. W tym kontekście powstała rozprawa doktorska Pana mgra inż. Piotra Józwik-Wabika dotycząca wykorzystania metod uczenia maszynowego w przetwarzaniu oraz analizie obrazów astronomicznych. Już w samym swoim założeniu jest to więc praca interdyscyplinarna, łącząca astronomię, elektronikę, automatykę oraz niewątpliwie technologie kosmiczne. Jednakże obserwacje nieba, jak również późniejsza analiza zdjęć pochodzących

z tych obserwacji nie należą do zadań prostych. Przyczyny tych trudności leżą głównie w samej naturze zjawisk fizycznych występujących w kosmosie i atmosferze ziemskiej, co skutkuje obrazami silnie zaszumionymi, a widoczne obiekty często są zniekształcone, przysłonięte lub wręcz niewidoczne. Dlatego bardzo istotne jest opracowanie skutecznych metod filtracji obrazów tego typu, a następnie detekcji istotnych obiektów astronomicznych. W rozprawie Pana mgra inż. Piotra Józwik-Wabika znajdujemy więc analizę zjawisk wpływających na taką charakterystykę obserwacji astronomicznych, jak i szereg metod opartych o algorytm ML/AI zaadoptowanych do filtracji tego typu sygnałów.

Podjęty problem badawczy uważam za istotny i dobrze określony. Sama praca doktorska Pana mgra inż. Piotra Józwik-Wabika ma charakter teoretyczno-eksperymentalny.

Czy praca ma charakter naukowy?

W światowym środowisku naukowym ciągle trwają prace badawcze i rozwojowe w tym kierunku, jak również są publikowane nowe metody przetwarzania sygnałów astronomicznych. Stąd uważam, że problemy podjęte w dysertacji doktorskiej Pana magistra inżyniera Piotra Józwik-Wabika są aktualne i niewątpliwie mają charakter naukowy.

Czy praca ma znaczenie praktyczne?

Praca Pana mgra inż. Piotra Józwik-Wabika ma również znaczenie praktyczne – opracowane metody mogą być wprost zastosowane do wybranych typów obserwacji astronomicznych.

2. Wkład Autora

Jaki jest najważniejszy wkład Autora rozprawy?

Główny problem badawczy podjęty w rozprawie Pana mgra inż. Piotra Józwik-Wabika to przetwarzanie obrazów astronomicznych, zarówno nieba nocnego, jak i obrazów słonecznych w taki sposób, aby eliminować szkodliwy szum i jednocześnie podnosić jakość obrazów w celu umożliwienia detekcji charakterystycznych obiektów, takich jak gwiazdy. Najważniejszy wkład naukowy Autora rozprawy charakteryzują poniżej opisane trzy osiągnięcia badawcze:

1. Opracowanie metod redukcji szumu w obrazach nocnego nieba

Bazując na eksperymentach z obrazami referencyjnymi i w różnych trybach uczenia, Doktorant zaproponował metody redukcji szumu przystosowane do przetwarzania obrazów nocnego nieba. Do tego celu użył zbioru danych utworzonego z wielu serii obserwacji, a każdej złożonej z kilkudziesięciu klatek obrazowych. Następnie, klatki te posłużyły do utworzenia obrazu referencyjnego na podstawie metody uśredniania. Celem jednak nie była sama filtracja obrazów, a taka ich filtracja która poprawia zadanie detekcji gwiazd. Do eksperymentów Doktorant użył różnych wariantów sieci typu autoenkoder oraz sieci typu U-Net. Metody te zostały następnie zweryfikowane poprzez porównanie ze starszymi metodami, głównie algorytmem korelacji blokowej i filtracji 3D (ang. *Block-Matching and 3D Filtering* – BM3D), uważanym w tej dziedzinie za rodzaj metody „standardowej”. Z kolei do samej detekcji gwiazd Autor użył znany algorytm DAOFIND, wywodzący się z pakietu DAOPHOT. Mimo iż jest to więc złożenie algorytmów znanych i już dobrze zakorzenionych w dziedzinie przetwarzania sygnałów, Doktorant

zapropował oryginalne połączenie właściwych metod odszumiających z metodami detekcji obiektów w bardzo charakterystycznych zdjęciach nocnego nieba, jednocześnie uwzględniając takie zjawiska jak zmiana położenia centroidu gwiazdy, czy też zmiana jasności gwiazd.

2. Opracowanie metod redukcji szumu atmosferycznego w obrazach Słońca

Ze względu na swoją charakterystykę oraz bliskość samej gwiazdy, obserwacje Słońca znacznie różnią się od obserwacji nocnego nieba. W rezultacie konieczne jest opracowanie metod przystosowanych do tego typu sygnałów o relatywnie dużej jasności. Doktorant podjął tu problem badawczy polegający na przetwarzaniu sekwencji obrazów, w celu wykorzystania informacji o zmienności zakłóceń występujących w funkcji czasu. Konieczna poprawa jakości sygnału w takich sekwencjach analizowana była zarówno z wykorzystaniem algorytmów klasycznych, takich jak metoda ślepej dekonwolucji wieloklatkowej (ang. *Multi-Frame Blind Deconvolution – MFBD*), jak i bazujących na nowszych głębokich sieciach neuronowych. Zbiór danych testowych pochodził z obserwacji wykonanych w Obserwatorium Politechniki Śląskiej. Do testów Doktorant zaproponował 3 różne struktury sieci. Mimo iż są one o znanej architekturze, to Autor w oryginalny sposób przystosował je do przetwarzania właśnie obrazów słonecznych, a następnie wykazał eksperymentalnie przydatność zaproponowanych rozwiązań do przetwarzania danych tego typu. Jak wykazał Doktorant, podejście oparte o nowocześniejsze architektury wykorzystujące AI osiągają przewagę nad starszymi algorytmami klasycznymi. Jednakże, wymagają one znacznych repozytoriów danych w celu trenowania. Nie mniej istotne, a często ograniczające są też wymagania obliczeniowe nowoczesnych metod filtracji. Aspekt ten również został zbadany przez Doktoranta, a zaproponowane modyfikacje architektur stanowią kolejne osiągnięcie Autora.

3. Opracowanie metod optymalizacji struktur sieci neuronowych wykorzystywanych do filtracji obrazów astronomicznych

Nowoczesne metody przetwarzania obrazów bazujące na głębokich architekturach sieci neuronowych wymagają znacznych ilości danych, jak i mocy obliczeniowych. Zauważając ten problem w kontekście przetwarzania zdjęć i sekwencji astronomicznych, Doktorant zaproponował szereg prostych, jednakże skutecznych metod kompresji sieci w celu redukcji ich wymagań pamięciowych, a – pośrednio – również obliczeniowych. Wykorzystując architektury sieci z badań dotyczących obserwacji nocnego nieba oraz obserwacji powierzchni Słońca, Pan mgr inż. Piotr Józwik-Wabik wykazał przydatność do przetwarzania obrazów astronomicznych metod wykorzystujących architektury neuronowe o mniejszej ilości parametrów, jak również zademonstrował ich przewagę nad starszymi algorytmami bazującymi na wiedzy eksperckiej.

Pan mgr inż. Piotr Józwik-Wabik jest autorem kilku istotnych prac naukowych opublikowanych w czasopiśmiech dobrze znanych środowisku naukowemu. Był on również prelegentem na kilku konferencjach międzynarodowych. Są to początkowe, ale już bardzo istotne osiągnięcia młodego naukowca.

Podsumowując, osiągnięcia Kandydata należy rozpatrywać jako wielo-dyscyplinarne, gdyż zastosował on nowoczesne metody przetwarzania sygnałów cyfrowych wraz z metodami sztucznej inteligencji do zastosowań w specyficznej dziedzinie, którą są obserwacje astronomiczne zarówno nocnego nieba, jak i naszej najbliższej gwiazdy Słońca.

3. Wiedza Kandydata

Które z rozdziałów rozprawy omawiają istniejący stan wiedzy i dzięki temu potwierdzają ogólny stan wiedzy kandydata? Jakie obszary tych dyscyplin zostały omówione w tych rozdziałach/sekcjach? Jaka jest opinia recenzenta o jakości tych rozdziałów sekcji? Jaka jest opinia recenzenta o bibliografii? Na ile bibliografia jest kompletna? Prosimy o podanie innych argumentów za lub przeciw stwierdzeniu, że kandydat posiada ogólną wiedzę w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Piotra Józwik-Wabika jest dość obszerna i liczy 183 strony. Jest napisana po polsku i składa się z 8 rozdziałów oraz bibliografii. Struktura tej rozprawy wygląda następująco:

1. *Wprowadzenie*
2. *Obserwacje astronomiczne w praktyce*
3. *Sieci neuronowe w przetwarzaniu obrazów*
4. *Redukcja szumu w obrazach syntetycznych*
5. *Redukcja szumu w danych obrazowych nocnego nieba*
6. *Redukcja szumu atmosferycznego w seriach danych obrazowych Słońca*
7. *Kompresja sieci na przykładzie danych słonecznych*
8. *Podsumowanie pracy*

Ogólnie praca jest na zadawalającym poziomie naukowym, a szczególnie stwierdzenie to można odnieść do końcowych rozdziałów rozprawy. Jednakże część rozdziałów, takich jak rozdział 3 – poświęcony sieciom neuronowym – uważam za poniżej tego poziomu i zupełnie niepotrzebny, gdyż opisuje zupełnie podstawowe cechy i to bardzo prostych sieci neuronowych, i w zasadzie nie wiem dla kogo rozdział ten został przeznaczony. To co naprawdę istotne, to nowatorskie osiągnięcia Autora na polu astronomii, technik kosmicznych oraz przetwarzania sygnałów cyfrowych. Zostały one przedstawione w rozdziałach 5 oraz 6, które uważam za najcenniejsze w tej rozprawie.

Pan mgr inż. Piotr Józwik-Wabik jest współautorem kilku artykułów naukowych, z których najbliższe tematyce jego rozprawy doktorskiej są następujące dwa:

1. **Piotr Józwik-Wabik**, Popowicz, A.: *Fully convolutional neural networks for processing observational data from small remote solar telescopes* SCIENTIFIC REPORTS 15(1), 2025 (IF=3,8).
2. **Piotr Józwik-Wabik**, Bernacki, K., Popowicz, A.: *Comparison of Training Strategies for Autoencoder-Based Monochromatic Image Denoising*. SENSORS 23(12), 2023 (IF=3,5).

Obydwie wyżej wymienione publikacje posiadają istotny współczynnik wpływu (ang. *Impact Factor* – IF) i w obydwu Pan mgr inż. Piotr Józwik-Wabik jest pierwszym autorem. Są to istotne osiągnięcia tego młodego naukowca. Co więcej, baza publikacji Web of Science również wymienia powyższe dwie publikacje autorstwa Pana mgr inż. Piotra Józwik-Wabika, a ponadto podaje, że jego publikacje były cytowane 6 razy, a Jego tzw. *h-index* wynosi 1. Niewątpliwie jest to dobry współczynnik startowy w świat nowocześnie nauki.

Podsumowując, wiedzę Kandydata, jak i Jego poziom naukowy, w zakresie prezentowanym w rozprawie doktorskiej oceniam pozytywnie.

4. Poprawność naukowa

Czy stwierdzenia zawarte w rozprawie są godne zaufania? Czy uzasadnienia są poprawne? Wskaż zauważone słabości i błędy. Wskaż także te aspekty dotyczące poprawności, które są najbardziej wartościowe.

Pan mgr inż. Piotr Józwik-Wabik podjął uzasadnioną naukowo metodykę prowadzenia badań polegającą na sformułowaniu problemu naukowego, a następnie na jego analizie oraz w kontekście potencjalnych rozwiązań w innych pracach badawczych, a w rezultacie na zaproponowaniu rozwiązania własnego, które podlega weryfikacji eksperymentalnej. Z naukowego punktu widzenia podejście takie uważam za uzasadnione.

Tak jak już wspomniałem, zaproponowane przez Pana mgra inż. Piotra Józwik-Wabika metody i algorytmy zostały przedstawione w dwóch publikacjach naukowych i opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych posiadających tzw. współczynnik wpływu. Osiągnięcia te – zweryfikowane przez innych naukowców recenzentów – świadczą o wysokim poziomie naukowym i profesjonalizmie Doktoranta oraz zespołu naukowego, do którego należy.

Tym niemniej, rozprawa doktorska Pana mgra inż. Piotra Józwik-Wabika zawiera wiele kwestii oraz stwierdzeń, które wymagają głębsze analizy oraz odpowiedzi ze strony Doktoranta.

1. Teza pracy jest zbyt powierzchowna i mało ambitna. Stwierdzenie, że „*przetwarzanie obrazów astronomicznych za pomocą sieci neuronowych może prowadzić do poprawy jakości pomiarowych w stosunku do dotychczas stosowanych algorytmów*” jest trywialne – przewaga metod bazujących na AI została wykazane wielokrotnie i opublikowana w tysiącach publikacji naukowych. Co więcej, nie wiadomo jakie sieci Autor ma tu na myśli.
2. W pracy brakuje choćby porównawczej analizy nowszych rozwiązań z dziedziny AI, czyli transformerów wizyjnych i wielkich modeli językowych. Byłoby więc wskazane aby Autor rozwinął ten temat, choćby podczas obrony.
3. Bardzo ciekawe jest zarysowanie roli niewielkich teleskopów, jak również ich roli we współczesnych obserwacjach astronomicznych. Jednakże wskazane byłoby napisać również o nowoczesnych teleskopach pozaziemskich, licznych ekspedycjach oraz dostępności danych np. NASA oraz ESA¹.

Czy metody opracowane przez Doktoranta można też zastosować do tego typu danych?

4. Cały rozdział 3 uważam za bardzo naiwny i w rezultacie nieudany – dla przykładu, jaki sens ma publikowanie rysunków 3.4 oraz 3.5? Można je znaleźć w każdym opisie dotyczącym sieci neuronowych. Podobnie rys. 3.6 – czy Doktorant spodziewa się, że potencjalny czytelnik Jego rozprawy nie wie co to jest operacja splotu? Z drugiej strony, nigdzie później wprost nie stosuje ani nie modyfikuje operacji splotu, korzystając z gotowych pakietów oprogramowania.
5. Istnieje znacznie więcej prac dotyczących filtracji obrazów cyfrowych z wykorzystaniem sieci neuronowych, z których można było skorzystać. Mam tu na myśli rozdział 4, w którym Autor idzie nieco w poprzek osiągnięciom naukowym i zamiast zrobić dobre rozeznanie literaturowe robi swoje testy z wykorzystaniem chyba najprostszej i zarazem jednej z najstarszych baz obrazów MNIST! Bazę tę, która liczy sobie już ok. 30 lat, już nawet rzadko wykorzystuje się na pierwszych zajęciach studenckich, zastępując ją przez chociaż FashionMNIST; nasuwa się więc istotne pytanie

¹ Dostęp do danych Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba (JWST) można uzyskać głównie za pośrednictwem portalu MAST (Archiwum Mikulskiego dla Teleskopów Kosmicznych). Dla zaawansowanych użytkowników, dane można również uzyskać za pośrednictwem interfejsów API i notatników Jupyter. ESA udostępnia również dane za pośrednictwem platformy ESASky, umożliwiając eksplorację i nakładanie warstw.

- jakie wnioski współcześnie można wysnuć na podstawie eksperymentów z obrazami monochromatycznymi o rozmiarach nie przekraczających 32x32 piksele?
6. Temat filtracji obrazów zajmuje naukowców od wielu lat, a filtracja obrazów astronomicznych jest też aktywnym tematem badań. W rozprawie brakuje mi dogłębnego przeglądu metod istniejących, ale szczególnie rozwinięcie istoty i ewentualnych przewag, lub też braków, metod *najnowszych* bazujących na ogólnie pojętych dziedzinach ML/AI. Mogę tu wymienić kilka przykładowych prac w tej dziedzinie, od których można by zacząć taki research:
- [1] Roscani V., et al.: *A comparative analysis of denoising algorithms for extragalactic imaging surveys*. *Astronomy & Astrophysics*, Vol. 643, 2020.
- [2] M. Cohen, W. Lu: *A diffusion-based method for removing background stars from astronomical images*. *Astronomy and Computing* 37, 2021.
- [3] Nicolaas R., et al.: *BGRem: A background noise remover for astronomical images based on a diffusion model*. <https://arxiv.org/abs/2510.04718>, 2024.
- [4] Sukurdeep Y. et al.: *AstroClearNet: Deep image prior for multi-frame astronomical image restoration*. *Astronomy and Computing*, 53, 2025.
- [5] Koziarski M, Cyganek B.: *Image recognition with deep neural networks in presence of noise – Dealing with and taking advantage of distortions*. *Integrated Computer Aided Engineering* 24(4):1-13, 2017.
- [6] ...
- Czy Doktorant mógłby odnieść się do tych, oraz innych prac tam cytowanych, i porównać swoje podejście do rozwiązań konkurencyjnych?
7. Doktorant przytacza długie opisy elementarnych zagadnień, natomiast często tam gdzie by się to przydało zupełnie pomija wyjaśnienia istotnych pojęć – dla przykładu w rozdziale 4.5.1 opisuje metryki PSNR i SSIM, przynajmniej tak by wynikało z tytułu tego rozdziału, jednakże przedstawia wyłącznie wzór prostszej z nich, tj. PSNR, zupełnie pomijając opisanie istotny miary SSIM.
8. Co więcej, w różnych miejscach rozprawy wykorzystywane są zupełnie inne metryki porównawcze obrazu – warto byłoby więc zebrać je w jakiś krótki opis (np. w tabeli) i przedstawić ich główne założenia, jak i możliwość wykorzystania do oceny obrazów astronomicznych. W sumie chętnie zobaczyłbym artykuł przeglądowy opisujący właściwości wszystkich z nich w kontekście przetwarzania obrazów astronomicznych (może to pomysł na kolejną publikację?).
9. Str. 77 – jest tu mowa o mocy szumu. Jak jest zdefiniowane to pojęcie?
10. Str. 84 – Autor jako dalsze kierunki badań proponuje bazowanie na pracy nr [57] z roku 2015. Należy jednak pamiętać, że dziedzina AI rozwija się niezwykle dynamicznie i prace ponad dziesięcioletnie rzadko mogą służyć jako wskazówki dalszych badań.
11. Rozdz. 5.1 – nasuwa się pytanie, na ile redukcja szumu może wpływać na wprowadzenie dodatkowych zniekształceń do obrazów, bądź też w ogóle usunięcie ważnych obiektów w obrazach astronomicznych? Czy Autor analizował ten problem?
12. Rozdz. 5.2.2 – czy do detekcji gwiazd nie lepiej byłoby wykorzystać któryś z dobrze znanych i przetestowanych w różnych aplikacjach nowoczesnych detektorów obiektów w obrazach, bazujących na głębokich sieciach neuronowych? Mam tu na myśli choćby sieci serii YOLOxx (*ultralytics.com*).
13. Rozdz. 5.2.4 – opisane tu ustawienia są bardzo specyficzne – na ile więc te metody można traktować jako uniwersalne? Co więcej, opisany tu algorytm DAOFIND pochodzi z roku 1987. Czy jest to najnowsze osiągnięcie w dziedzinie detekcji gwiazd?
14. Str. 98 – jako funkcję straty w sieci Autor proponuje funkcję Hubera – ale czemu takie podejście? Jak Autor dobierał funkcje straty w swoich eksperymentach, czym się kierował?
15. Dziwna oś pozioma na rys. 5.10; nieznanymi zbiór w podpisie rys. 5.11.

16. Wyjaśnienia wymagają wyniki zaprezentowane w tabeli 5.3 – być może część z nich jest w jakiś sposób „lepsz”, ale jakie znaczenie praktyczne ma algorytm, którego ROC ma 0,4349? A jakie znaczenie mają tu druga i trzecia cyfra tego ułamka?
Z drugiej strony, czy ograniczony zbiór detekcji nie jest pewnego typu „interwencją”, która jednak zaburza obraz i problemu i wyników tego eksperymentu? Jakie wnioski z tak ograniczonego zbioru mogą być użyte do formułowania ogólniejszych konkluzji naukowych?
17. Rozdz. 6 – Autor do eksperymentów użył danych z obserwacji słonecznych, ale nasuwa się pytanie czy wcześniej opracowane metody służące do analizy obrazów nocnego nieba też mogłyby być w jakiś sposób użyte w tym problemie?
18. Str. 118 – czy propozycja użycia obrazów o rozmiarach 176x176 pikseli nie prowadzi do zbytniego zubożenia przenoszonej przez nie informacji? w efekcie stawia to pod znakiem zapytania wiarygodność detekcji;
19. Rozdz. 6.3 – Autor proponuje użycie 3 struktur sieci, ale nie są to sieci ani nowe, ani oryginalne. Nasuwa się więc pytanie, czy z użyciem współczesnej AI jest to wszystko co można osiągnąć? Autor powinien też zrobić pewne uporządkowanie rodzajów sieci w relacji do zadań – dla przykładu, oryginalnie sieci typu U-Net zostały zaproponowane do tzw. segmentacji obrazów, podczas gdy Doktorant używa ich do detekcji, jak więc mają się te zadania do siebie?
20. Rozdz. 6.4 i kolejna zmiana miar oceny obrazów – tym razem, Doktorant nie proponuje już SSIM, a FSIM oraz VIF. Dlaczego tak? Jakie są właściwości każdej z tych miar, szczególnie w kontekście obrazów astronomicznych?
21. Rozdz. 6.5.3 – dość powierzchowna analiza czasów przetwarzania obrazów z wykorzystaniem CPU oraz GPU. W tym drugim przypadku nie wiadomo czy Autor uwzględnił czas niezbędny na transfer danych pomiędzy modułami CPU a GPU?
22. Rozdz. 7 – Nie bardzo rozumiem sens kompresji stosunkowo prostych sieci neuronowych, jak również zaproponowanie stosowania platformy wbudowanej Raspberry Pi 5 do eksperymentów związanych z przetwarzaniem obrazów astronomicznych.
23. Tekst rozprawy jest czytelny, jednakże w kilku miejscach Autor nie ustrzegł się błędów językowych (np. pierwsze zdanie akapitu w rozdziale 4.4, „pomiędzy długości wektora” w 4.6, itd.).

5. Podsumowanie

Teza naukowa przedstawiona w rozprawie doktorskiej Pana magistra inżyniera Piotra Józwik-Wabika została wykazana. Opracowane przez Doktoranta metody dotyczące poprawy jakości oraz analizy obrazów astronomicznych stanowią oryginalny i własny wkład Doktoranta Pana magistra inżyniera Piotra Józwik-Wabika w rozwój dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne. Metody te mają również istotny potencjał aplikacyjny. Przy ich opracowaniu i weryfikacji eksperymentalnej Pan mgr inż. Piotr Józwik-Wabik wykazał się dobrym opanowaniem warsztatu badawczego, a w rezultacie również wysoką dojrzałością naukową.

Recenzowaną pracę oceniam jako z spełniającą formalne oraz zwyczajowe wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Wniosuję o jej przyjęcie oraz o dopuszczenie Pana magistra inżyniera Piotra Józwik-Wabika do publicznej obrony.