



Wojskowa
Akademia
Techniczna



dr hab. inż. Krzysztof Falkowski
Zakład Awioniki, Instytut Techniki Lotniczej
Wydział Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa
Wojskowa Akademia Techniczna

Warszawa, dn. 20.05.2024 r.

Recenzja

aktywności naukowej oraz cyklu publikacji nt. „Zastosowanie systemów wizyjnych w lotnictwie” dra inż. Damiana Kordosa w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego

1. Podstawa opracowania

Pismo Zastępcy Przewodzącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, Pana prof. dr hab. inż. Andrzeja Kawalca nr RM/531-11-05/23/2024 z dnia 28.02.2024 r.

Wniosek do Rady Doskonałości Naukowej z dnia 28.09.2023 r. Pana dr inż. Damiana **KORDOSA** o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie **nauk inżynieryjno-technicznych** w dyscyplinie **inżynieria mechaniczna**.

Zbiór materiałów i dokumentów potwierdzających dorobek i oryginalne osiągnięcie naukowe Pana dr inż. Damiana KORDOSA:

- i) Dane wnioskodawcy;
- ii) Cykl artykułów;
- iii) Autoreferat;
- iv) Dyplom potwierdzający uzyskanie stopnia naukowego Doktora;
- v) Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny
- vi) Poświadczenie otrzymanych nagród i wyróżnień;

- vii) Oświadczenia współautorów cyklu publikacji wchodzącego w skład oryginalnego osiągnięcia naukowego;
- viii) Wersja elektroniczna dokumentów.

2. Charakterystyka Kandydata

Dr inż. Damian Kordos jest absolwentem Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, który ukończył w 2007 r. i uzyskał tytuł magistra inżyniera na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn specjalność Mechatronika. W 2015 r. Rada Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa nadała Panu Damianowi Kordos stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn po obronie rozprawy doktorskiej pt. „Synteza algorytmów sterowania samolotem bezzałogowym”.

W 2008 roku podjął prace na stanowisku asystenta w Katedrze Awioniki i Sterowania Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa PR w niepełnym wymiarze etatu. W 2015 roku został zatrudniony w Katedrze Awioniki i Lotnictwa w pełnym wymiarze etatu na stanowisku asystenta. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych został zatrudniony w Katedrze Awioniki i Sterowania na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych, gdzie pracuje od 2016 roku. W 2022 roku został zatrudniony na Uniwersytecie Rzeszowskim w wymiarze 1/5 etatu na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych. Zatrudnienie w Uniwersytecie Rzeszowskim zostało powiązane z realizacją projektu „Inteligentna technologia synchronizacji i harmonogramowania ruchu lotniczego z uwzględnieniem optymalizacji zadań logistycznych dla bezzałogowych systemów latających”.

Autor w swojej pracy naukowej zajmował się rozwijaniem technologii lotniczych, w tym systemami sterowania i nawigacji załogowych i bezzałogowych statków powietrznych oraz systemami wspomaganie procesu pilotażu oraz szkolenia personelu lotniczego. Dodatkowo, wiedzę i doświadczenie zdobyte przy realizacji systemów sterowania statków powietrznych wykorzystał w innych obszarach, związanych z realizacją przemysłowych systemów sterowania (np. sterowanie węzłami wentylacji mechanicznej, węzłów grzewczych i automatycznego ostrzenia linii diamentowych).

3. Ocena cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych

Pan dr inż. Damian Kordos jako osiągnięcie naukowe przedstawił cykl ośmiu artykułów powiązanych tematycznie pt. „Zastosowanie systemów wizyjnych w lotnictwie”. Przedstawione publikacje dotyczą problematyki wykorzystania systemów wizyjnych w lotnictwie, które obejmują trzy obszary. Pierwszy obszar dotyczy wspomaganie procesu lądowania z wykorzystaniem systemów wizyjnych. W tym obszarze Autor wskazuje dwa artykuły:

- Vision System Measuring the Position of an Aircraft in Relation to the Runway during Landing Approach;

- The PAPI Lights-Based Vision System for Aircraft Automatic Control during Approach and Landing.

Pierwszy artykuł prezentuje wyniki badań związane z wykorzystaniem sieci neuronowych, które określają orientację względem pasa startowego samolotu. Wykorzystując dane pozyskane w procesie rejestracji obrazu można wykorzystać do określenia wysokości lotu statku powietrznego nad pasem, odchylenia od osi pasa oraz odchylenie kursu statku powietrznego od kursu podejścia. Analiza obrazu przeprowadzona została przez dwie sieci neuronowe. Pierwsza do segmentacji semantycznej, natomiast druga do analizy obrazu w celu określenia parametrów charakteryzujących geometrię drogi startowej. Pozyskane na obrazie dane o geometrii drogi startowej stanowią dane wejściowe sieci neuronowej, która określa pozycję statku powietrznego na ścieżce podejścia. Do uczenia maszynowego sieci odpowiedzialnej za segmentację semantyczną wykorzystano zbiory uczące opracowane przy użyciu X-Plane 11 i Google Earth. Sieć neuronowa do określenia przestrzennego położenia statku powietrznego uczono na podstawie geometrii pasa startowego z wykorzystaniem modelu matematycznego kamery GoPro 7 oraz obrazu pasa startowego Portu Lotniczego EPRJ.

W kolejnym artykule Pan dr inż. Damian Kordos przedstawia układ wspomagania lądowania statku powietrznego z wykorzystaniem świateł lotniskowych PAPI. Światła te sygnalizują pilotowi jego położenie nad pasem startowym w zależności od odległości do pasa startowego. Przedstawione rozwiązanie wykorzystuje układ widzenia komputerowego (Computer Vision) do rozpoznania liczby świateł czerwonych. Wartość rejestrowanych świateł zmienia się od zera do czterech. Dodatkowo rejestrowana jest informacja o wysokości i prędkości lotu. Dane te są przetwarzane przez układ wykorzystujący logikę rozmytą, który podejmuje decyzje o zadanych wartościach kąta pochylenia i wartości siły ciągu zespołu napędowego. Zadane parametry ruchu podłużnego statku powietrznego przekazywane są do układu sterowania statku powietrznego. Opracowany system poddany został badaniom weryfikacyjnym z wykorzystaniem symulatora lotu. Zgodnie z sugestią autorów takie rozwiązanie może być wykorzystane do sterowania bezzałogowych oraz załogowych statków powietrznych w zakresie automatycznego podejścia do lądowania.

Następna grupa artykułów dotyczy wykorzystania systemów wizyjnych do wykrywania przeszkód na trasie lotu statku powietrznego. Zgodnie z sugestią autorów artykułów, takie rozwiązanie może być wykorzystywane jako układ antykolizyjny dla małych statków powietrznych klasy GA i bezzałogowych statków powietrznych. Grupa ta obejmuje trzy artykuły:

- In-Flight Tests of Intruder Detection Vision System;
- Simulation studies of a vision intruder detection system;
- Wybrane elementy badań wizyjnego układu antykolizyjnego dla lekkich oraz bezzałogowych statków powietrznych.

W artykule pt. „In-Flight Tests of Intruder Detection Vision System” przedstawiona jest koncepcja systemu wykrywającego statek powietrzny znajdujący się w polu widzenia układu optycznego. System przeznaczony jest do wykrywania obiektów poruszających się na tle nieba. Autorzy artykułu wskazują, że można wykrywać obiekty nieruchome (np. unoszący się balon), które będą zbliżały się, ponieważ statek powietrzny wyposażony w ten system porusza się. Do identyfikacji wykorzystany został algorytm przepływu optycznego obiektu, który wykorzystuje poziom jasności obiektu i zmianę tego poziomu. Tak opracowany algorytm został poddany badaniom eksperymentalnym. Podczas badania wykrywany był inny statek powietrzny poruszający się torem równoległym, kolizyjnym i nalatującym czołowo.

W kolejnym artykule zaprezentowane są wyniki badań systemu wykrywania innych statków powietrznych w obszarze widzenia kamery. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem symulatora lotu oraz przygotowanego systemu wizyjnego. Podczas badań poddano ocenie opracowany algorytm do detekcji obiektów rejestrowanych w polu widzenia kamery. Badania przeprowadzono dla różnych warunków oświetlenia.

Trzeci artykuł jest syntetycznym ujęciem wyników badań układu antykolizyjnego rozszerzony o analizę wykrycia dwóch statków powietrznych (szybowce) jednocześnie. Wyniki przedstawione w artykule obejmują treści z poprzednich artykułów.

Ostatnia część obejmuje artykuły pod tytułem:

- Use of a DNN in Recording and Analysis of Operator Attention in Advanced HMI Systems;
- The Application of Flexible Areas of Interest to Pilot Mobile Eye Tracking;
- Registration and Analysis of a Pilot's Attention Using a Mobile Eyetracking System.

W artykułach przedstawiona została technologia widzenia komputerowego w procesie oceny wyszkolenia pilotów. Pierwszy z tego cyklu artykułów prezentuje opracowane stanowisko badawcze, które wykorzystuje sieci neuronowe do rozpoznawania śledzenia ruchu gałek oka i wykrywania obiektów (przrzędy, które wykorzystuje pilot podczas lotu statku powietrznego). W drugim artykule przedstawione są wyniki zarejestrowane dla wyselekcjonowanej grupy pilotów. Podczas testów wykorzystano pięciu pilotów z uprawnieniami VFR i pięciu z uprawnieniami IFR. Trzeci artykuł prezentuje wyniki badań, gdzie wykorzystano mobilny Eye Tracker (okulary Tobi Glasses Eye Tracker). Dodatkowo w artykule przedstawione jest zmodyfikowane oprogramowanie do analizy wyników.

Przedstawiony do oceny cykl powiązanych tematycznie artykułów koncentruje się wokół systemów wspomagających proces sterowania i nawigacji statków powietrznych z wykorzystaniem czujników optycznych w zakresie światła widzialnego. Systemy wizyjne w lotnictwie odgrywają znaczącą rolę i prowadzenie prac badawczych w tym obszarze jest szczególnie istotne dla lotnictwa

załogowego i bezzałogowego. Pan dr inż. Damian Kordos zebrał przykłady takich zastosowań, które napotkał w swojej działalności badawczej i oparł cykl artykułów o swój dorobek.

Należy zauważyć, że postęp w zakresie rejestracji obrazu umożliwia pozyskanie tanich i prostych sensorów optycznych pracujących w zakresie światła widzialnego. Sensory te charakteryzują się niewielką masą i wymiarami. Opracowane zostały interfejsy komunikacyjne umożliwiające przesyłanie strumienia wideo do układów przetwarzających obraz na użytkowe parametry ruchu i położenie statku powietrznego. Tym samym, można pozyskać zaawansowane układy wspomagające proces sterowania i nawigacji szczególnie przydatne w lotnictwie General Aviation oraz bezzałogowych statkach powietrznych klasy I (masa poniżej 150 kg) bez nadmiernej ingerencji w istniejące konstrukcje. Systemy wizyjne odgrywają znaczną rolę w nawigacji lotniczej. Wykorzystanie tej technologii może uniezależnić małe statki powietrzne załogowe (GE) i bezzałogowe od systemów nawigacji satelitarnej. Innym kluczowym obszarem wykorzystania, to procesy sterowania w zakresie wykrywania i śledzenia obiektów oraz wspomaganie manewrów statków powietrznych. Dlatego uważam, że prace związane z układem wspomagania procesu lądowania przedstawione w pierwszych dwóch publikacjach są bardzo ciekawe. Pan dr inż. Damian Kordos wykorzystał sieci neuronowe do określania orientacji statku powietrznego względem pasa startowego. Natomiast proces sterowania realizował z wykorzystaniem układu logiki rozmytej, co pozwoliło na uzyskanie bardzo interesujących wyników. Za szczególnie cenne uważam wykorzystanie w pracy Pana dr inż. Damiana Kordosa zarówno algorytmów widzenia komputerowego (Computer Vision) jak również elementów sztucznej inteligencji do analizy i przetwarzania obrazów rejestrowanych przez systemy wizyjne.

Jak zaznaczono powyżej artykuły tworzą cykl publikacji, który obejmuje trzy obszary związane z wykorzystaniem systemów wizyjnych. Dlatego uważam, że zdefiniowanie tytułu cyklu publikacji „Zastosowanie systemów wizyjnych w lotnictwie” jest bardzo szerokie i obejmuje wiele innych obszarów. Przykładem są prace mające wspierać proces nawigacji przy ograniczonym dostępie lub utracie sygnału GNSS. Każdy z przedstawionych obszarów może stanowić niezależny obszar badawczy i być rozwijany. Autor raczej przedstawił wybrane obszary wykorzystania systemów wizyjnych, ponieważ obszar ten obejmuje bardzo wiele aspektów. Sterowania i nawigacja statku powietrznego w każdej fazie lotu oraz manewry mogą być wspomaganą systemami wizyjnymi. Jestem skłonny przyjąć, że artykuły dotyczące wykrywania innych obiektów w przestrzeni powietrznej są kontynuacją cyklu powiązanego tematycznie. Jednak i tu można mieć zastrzeżenia, ponieważ wykrywanie innych statków powietrznych jest niezwiązane (powiązane) z zakresem lądowania statku powietrznego. Natomiast można się doszukać podobnych rozwiązań technicznych oraz bezpośredniego zastosowania systemu na pokładzie statku powietrznego. Pan dr inż. Damian Kordos doświadczenie zdobyte w zakresie wspomaganie lądowania wykorzystywał i rozwijał w pracach związanych z procesem wykrywania innych statków powietrznych, co uznaję za

zasadne. Jednak uważam, że artykuł pt. „Wybrane elementy badań wizyjnego układu antykolidyjnego dla lekkich oraz bezzałogowych statków powietrznych” jest polskojęzyczną wersją artykułu pt. „In-Flight Tests of Intruder Detection Vision System”.

Najwięcej zastrzeżeń mam do trzeciej części cyklu, ponieważ przedstawione wyniki w artykule nie koncentrują się na aspektach technicznych, tylko na wynikach badań pilotów. Jednak i ten obszar wykorzystania systemów wizyjnych jest ważny w lotnictwie. Dlatego przyjmuję, że przedstawione artykuły można uznać za kolejny przykład wykorzystania systemu wizyjnego w lotnictwie.

Podsumowując ocenę cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, Pan dr inż. Damian Kordos osiągnął wysoki poziom w obszarze wykorzystania sensorów optycznych, techniki widzenia komputerowego, analizy obrazu z wykorzystaniem sieci neuronowych oraz logiki rozmytej. Przedstawiony do oceny materiał świadczy o bardzo wysokich kwalifikacjach naukowych i inżynierskich, które przejawiają się w formie bogatego i wielodomenowego obszaru badawczego, co uważam za największą wartość ocenianego cyklu artykułów naukowych.

4. Ocena aktywności naukowej

a. Dorobek naukowy

Pan dr inż. Damian Kordos po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych opublikował pięć artykułów w czasopismach naukowych. Tematyka czasopism dotyczy zagadnień związanych z techniką lotniczą. W tej grupie artykułów można znaleźć publikację dotyczące sterowania, organizacji i zarządzania lotem bezzałogowych statków powietrznych oraz prace poświęcone określaniu predyspozycji pilota. Prace te są kontynuacją badań związanych z zainteresowaniami Pana dr inż. Damiana Kordosa, o czym świadczy tematyka pracy doktorskiej oraz wcześniejszy dorobek publikacyjny. Wyniki prowadzonych prac badawczych, po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, przedstawił na krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych, gdzie wygłosił dwadzieścia referatów. Wszystkie wskazane wystąpienia i publikacje są powiązane tematycznie i dotyczą problematyki sterowania i nawigacji statków powietrznych.

Oprócz działalności publikacyjnej aktywnie uczestniczył w prowadzeniu prac badawczych. W okresie od uzyskania stopnia naukowego doktora nauk technicznych (od 2015 roku) uczestniczył w dziesięciu projektach badawczych oraz siedmiu zespołach badawczych powołanych do realizacji projektów badawczych. Na szczególną uwagę zasługują projekty finansowane przez Europejską Agencję Obronę oraz European Cooperation in Science and Technology.

Kolejnym obszarem aktywności naukowej jest recenzowanie artykułów publikowanych w renomowanych czasopismach i materiałach konferencyjnych. Pan dr inż. Damian Kordos zrecenzował łącznie 24 artykuły w tym 10 w renomowanych czasopismach. Ponadto uczestniczy w komitecie redakcyjnym czasopisma i organizacjach naukowych (PSAA, CZT AERONET i STAR PL).

Dane naukowometryczne habilitanta są w pełni wystarczające do nadania Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego. Zgodnie z podanymi danymi liczba cytowań wynosi:

- Web of Science – ogólna **26**; bez autocytowań **19**;
- Scopus – ogólna **57**; bez autocytowań **39**.

Habilitant posiada indeks Hirscha **3** (Web of Science) i **5** (Scopus). Natomiast Impact Factor całkowity wynosi **21,404** a cyklu publikacji **17,598**.

b. Ocena współpracy z otoczeniem społecznym i naukowym

Pan dr inż. Damian Kordos wykazał się znaczną aktywnością we współpracy z sektorem gospodarczym. Wynikiem tych prac są wdrożenia w przemyśle jako systemy wizyjne do wykonywania analiz i pomiarów. Habilitant w okresie od 2014 do 2021 roku był zatrudniony w PILC, co jednocześnie skutkowało wdrożeniem „Zintegrowanego Systemu Wspomagania Procesem Szkolenia Spadochronowego PSSP-01”.

Wymiernym udokumentowaniem pracy wdrożeniowej Pana dr inż. Damiana Kordosa są patenty. Habilitant uzyskał w swojej karierze zawodowej cztery patenty, w tym trzy po uzyskaniu stopnia doktora. Ponadto realizował ekspertyzy na rzecz podmiotów publicznych.

c. Podsumowanie aktywności naukowej

Aktywność publikacyjna, udział w pracach badawczych, wdrożenia i patenty oraz recenzowanie artykułów świadczą o rozpoznawalności w środowisku naukowym krajowym i zagranicznym. Dorobek Pana dr inż. Damiana Kordosa oraz jego rozpoznawalność w środowisku naukowym uważam za wystarczającą. Osiągnięcia publikacyjne, udział w konferencjach oraz komitetach organizacyjnych i stowarzyszeniach świadczą o aktywności habilitanta oraz jego pozycji w środowisku naukowym. Jednak na szczególną uwagę zasługuje aktywność w obszarze realizacji prac badawczych. Przedstawiony wykaz projektów jest powiązany tematycznie i spójny. Obejmuje projekty związane z rozwojem technologii lotniczych, w tym systemów wizyjnych. Projekty nie wskazujące na obszar technologii lotniczych, wykorzystują technologie wizyjne do realizacji zadań z obszaru metrologii. Wychodząc z własnego doświadczenia, uważam że aktywność badawcza stanowi podstawę rozwoju naukowego, co przekłada się na rozpoznawalność w środowisku naukowym oraz publikacyjność. Cechą charakterystyczną przedstawionego do opinii materiału jest spójność obszaru zainteresowań Habilitanta, jaką jest wykorzystanie systemów wizyjnych w sterowaniu i nawigacji lotniczej. Specyficzna sytuacja krajowego przemysłu lotniczego spowodowana przejściem podmiotów gospodarczych przez duże koncerny zagraniczne, znacząco utrudnia aktywność badawczą jednostek naukowych w tym obszarze. Obecnie upatruję największe możliwości rozwoju krajowych podmiotów gospodarczych w obszarze lotnictwa ultralekkiego oraz lekkich systemów bezzałogowych (poniżej 150 kg). Prace badawcze ukierunkowane na tego typu

statki powietrzne wymagają opracowania rozwiązań niekonwencjonalnych. Do takich zaliczam układy wykorzystujące systemy wizyjne w sterowaniu i nawigacji lotniczej.

5. Wniosek końcowy

Oceniając całokształt dorobku dra inż. Damiana Kordosa, w tym Jego wyniki badań przedstawione jako osiągnięcie naukowe cyklu publikacji pod wspólnym tytułem „Zastosowanie systemów wizyjnych w lotnictwie”, dorobek publikacyjny, aktywność naukową, dorobek dydaktyczny i działalność organizacyjną, stwierdzam, że Habilitant znacząco powiększył swój dorobek po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych i spełnia wymagania wynikające z art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U. 2018 poz. 1668) oraz ustawy z dnia 27 września 2017 roku „O stopniach naukowych i tytule naukowym” (Dz.U. 2017 poz. 1789). W związku z powyższym wnoszę o przyjęcie cyklu publikacji i przedstawionej aktywności naukowej dra inż. Damiana Kordosa jako podstawy do nadania Mu przez Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

