

Załącznik III do wniosku

Dr inż. Damian Kordos

Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa

AUTOREFERAT

Autoreferat

1. Imię i nazwisko.

Damian Kordos

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

- **Stopień doktora** nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn, Rada Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechniki Rzeszowskiej, 2015r., tytuł rozprawy doktorskiej: „Synteza algorytmów sterowania samolotem bezzałogowym”. (Załącznik V)
- **Dyplom magistra inżyniera** na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn, w zakresie Mechatronika, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, 2007r.,

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

2022; *Uniwersytet Rzeszowski* – umowa o pracę na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczych, w wymiarze 1/5 etatu w ramach projektu „Inteligentna technologia synchronizacji i harmonogramowania ruchu lotniczego z uwzględnieniem optymalizacji zadań logistycznych dla bezzałogowych systemów latających”,

2016- obecnie; *Politechnika Rzeszowska*, umowa o pracę na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczo- dydaktycznych w wymiarze pełnego etatu, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Awioniki i Sterowania – stanowisko adiunkta,

2015- 2016; *Politechnika Rzeszowska*, umowa o pracę na stanowisku asystenta w wymiarze pełnego etatu, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Awioniki i Sterowania – stanowisko asystenta,

2011- 2015; *Politechnika Rzeszowska*, umowa o pracę na stanowisku asystenta w wymiarze pełnego etatu, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Awioniki i Sterowania – stanowisko asystenta,

2010- 2011; *Politechnika Rzeszowska*, umowa o pracę na stanowisku asystenta w wymiarze 3/4 etatu, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Awioniki i Sterowania – stanowisko asystenta,

2009- 2010; *Politechnika Rzeszowska*, umowa o prace na stanowisku asystenta w wymiarze 2/3 etatu, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Awioniki i Sterowania – stanowisko asystenta,

2008- 2009; *Politechnika Rzeszowska*, umowa o prace na stanowisku asystenta w wymiarze 1/3 etatu, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Awioniki i Sterowania – stanowisko asystenta.

- 4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.**

Jako osiągnięcie naukowe wskazuję **cykl powiązanych tematyczne artykułów naukowych** zatytułowany **„Zastosowanie systemów wizyjnych w lotnictwie”**, który składa się z następujących publikacji:

- [A1] D. Kordos, P. Krzaczkowski, P. Rzucidło, Z. Gomółka, E. Ześlawska, and B. Twaróg, ‘Vision System Measuring the Position of an Aircraft in Relation to the Runway during Landing Approach’, *Sensors*, vol. 23, no. 3, p. 1560, 2023. (IF=3.9), (artykuł– załącznik nr A1, oświadczenia habilitanta i współautorów o wkładzie pracy – załącznik nr W1)
- [A2] D. Nowak, G. Kopecki, D. Kordos, and T. Rogalski, ‘The PAPI lights-based vision system for aircraft automatic control during approach and landing’, *Aerospace*, vol. 9, no. 6, p. 285, 2022. (IF=2.6), (artykuł– załącznik nr A2, oświadczenia habilitanta i współautorów o wkładzie pracy – załącznik nr W2)
- [A3] P. Rzucidło, G. Jaromi, T. Kapuściński, D. Kordos, T. Rogalski, and P. Szczerba, ‘In-Flight Tests of Intruder Detection Vision System’, *Sensors*, vol. 21, no. 21, p. 7360, 2021. (IF=3.847), (artykuł– załącznik nr A3, oświadczenia habilitanta i współautorów o wkładzie pracy – załącznik nr W3)
- [A4] P. Rzucidło, T. Rogalski, G. Jaromi, D. Kordos, P. Szczerba, and A. Paw, ‘Simulation studies of a vision intruder detection system’, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, vol. 92, no. 4, pp. 621–631, 2020. (IF=0.975), (artykuł– załącznik nr A4, oświadczenia habilitanta i współautorów o wkładzie pracy – załącznik nr W4)
- [A5] G. Jaromi, D. Kordos, T. Rogalski, P. Rzucidło, and P. Szczerba, ‘Selected elements of visual inspection of the collision avoidance system for light and unmanned aircraft’, *AUTOBUSY–Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, vol. 20, no. 1–2, pp. 265–271, 2019. (artykuł– załącznik nr A5, oświadczenia habilitanta i współautorów o wkładzie pracy – załącznik nr W5)

- [A6] Z. Gomolka, E. Zeslowska, B. Twarog, D. Kordos, and P. Rzucidlo, 'Use of a DNN in Recording and Analysis of Operator Attention in Advanced HMI Systems', Applied Sciences, vol. 12, no. 22, p. 11431, 2022. (IF=2.7), (artykuł– załącznik nr A6, oświadczenia habilitanta i współautorów o wkładzie pracy – załącznik nr W6)
- [A7] Z. Gomolka, D. Kordos, and E. Zeslowska, 'The application of flexible areas of interest to pilot mobile eye tracking', Sensors, vol. 20, no. 4, p. 986, 2020. (IF=3.576), (artykuł– załącznik nr A7, oświadczenia habilitanta i współautorów o wkładzie pracy – załącznik nr W7)
- [A8] Z. Gomolka, B. Twarog, E. Zeslowska, and D. Kordos, 'Registration and analysis of a pilot's attention using a mobile eyetracking system', in Engineering in Dependability of Computer Systems and Networks: Proceedings of the Fourteenth International Conference on Dependability of Computer Systems DepCoS-RELCOMEX, July 1–5, 2019, Brunów, Poland, Springer International Publishing, 2020, pp. 215–224. (artykuł– załącznik nr A8, oświadczenia habilitanta i współautorów o wkładzie pracy – załącznik nr W8)

Cykl publikacji naukowych składa się z ośmiu artykułów, skoncentrowanych na zastosowaniu systemów wizyjnych w lotnictwie. W siedmiu z nich odgrywałem kluczową rolę w opracowaniu koncepcji, również w siedmiu artykułach byłem współodpowiedzialny za konstrukcję i adaptację metodologicznego schematu badań. Na potrzeby siedmiu publikacji prowadziłem badania, a w pięciu zajmowałem się zarządzaniem danymi z badań. Dodatkowo, we wszystkich publikacjach uczestniczyłem w rozwoju dedykowanego oprogramowania, w siedmiu angażowałem się w proces wizualizacji danych i wyników, również w siedmiu byłem zaangażowany w walidację empiryczną oraz w czterech formalną analizę danych. Nadzorowałem i koordynowałem opracowywanie czterech spośród tych artykułów i zarządzałem projektem w kontekście instytucji przy trzech publikacjach. Wszystkie wymienione prace są opatrzone szczegółowymi załącznikami przedstawiającymi mój udział w opracowaniu powyższego cyklu i potwierdzonymi podpisami współautorów (załączniki od W1 do W8).

Sześć artykułów jest indeksowana w bazie Web of Science, a dwa są na dawnej liście B wydanej przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Lotnictwo jest często uznawane za jedną z najbardziej konserwatywnych dziedzin przemysłu, głównie ze względu na rygorystyczne standardy bezpieczeństwa i regulacje, które muszą być przestrzegane. Odpowiedzialność za życie ludzkie, ogromne koszty związane z błędami oraz międzynarodowy charakter działalności składają się na środowisko, w którym wprowadzanie nowych technologii jest procesem skomplikowanym i czasochłonnym. Ta ostrożność wynika z imperatywu zapewnienia maksymalnego bezpieczeństwa. Jestem Compliance Certification Engineer (CVE) zatwierdzonym przez EASA (European Union Aviation Safety Agency), co pozwala mi wykorzystywać wiedzę z tego zakresu w mojej pracy naukowej i przełamywać konserwatywne podejście poprzez wdrażanie nowoczesnych technologii, w tym systemów wizyjnych, które są zgodne z wysokimi standardami bezpieczeństwa.

Chociaż obecnie systemy te są głównie stosowane w samolotach bezałogowych i w kontekście wojskowym, jest prawdopodobne, że w niedalekiej przyszłości zyskają one znaczący udział w lotnictwie cywilnym.

Mimo konserwatywnej natury, lotnictwo jest również dziedziną, w której nowoczesne technologie mogą znacząco wpłynąć na efektywność i bezpieczeństwo. Systemy wizyjne są już obecne w wojskowych statkach powietrznych, gdzie np. pomagają w automatycznym rozpoznawaniu i śledzeniu celów. Dodatkowo, w przypadku statków powietrznych bezałogowych, systemy te są wręcz niezbędne dla prowadzenia efektywnych działań, nie narażając jednocześnie życia pilotów.

W lotnictwie cywilnym potencjalne zastosowanie systemów wizyjnych jest również obiecujące i częściowo tożsame z zastosowaniami dla systemów bezałogowych. Mogą one być używane do automatycznego rozpoznawania i unikania przeszkód, co jest kluczowe dla bezpieczeństwa lotów. Inne potencjalne zastosowania to np. analiza stanu pilota w czasie rzeczywistym, systemy wspomagające podczas lądowania w trudnych warunkach pogodowych czy też wizualna diagnostyka stanu technicznego maszyny. Oczywiście wymieniono tylko przykładowe możliwości zastosowania wizyjnych systemów w lotnictwie, które będą rozwinięte i poszerzone w dalszej części autoreferatu w oparciu o wiedzę i wieloletnie doświadczenie autora w tym zakresie.

Główną motywacją do podjęcia badań w zakresie implementacji systemów wizyjnych w awiacji, oprócz fascynacji tą tematyką, jest wciąż małe wykorzystanie tych rozwiązań w obszarze lotnictwa, zwłaszcza załogowego, gdzie jednocześnie występuje duże zapotrzebowanie na nowoczesne rozwiązania bazujące na tej technologii. W przypadku bezałogowych statków powietrznych sytuacja wygląda inaczej, stosowanie technologii bazującej na przetwarzaniu obrazu staje się powoli standardem i nieodłącznym elementem każdego samolotu bezałogowego. Mając na uwadze powyższe, lotnictwo staje przed wyzwaniem adaptacji nowoczesnych technologii, które mogą znacząco wpłynąć na poziom bezpieczeństwa i efektywności operacji. Dlatego też, prowadzenie badania i rozwój w tym obszarze są nie tylko pożądane, ale i niezbędne.

Od początku mojej działalności naukowo-badawczej poruszałem się w obszarze różnych zagadnień z zakresu inżynierii mechanicznej, jednak podstawowym obszarem moich zainteresowań, który wyklarował się głównie po uzyskaniu stopnia doktora są systemy wizyjne. Prace nad tą technologią prowadziłem w różnych ujęciach, zarówno w postaci wdrożeń przemysłowych, głównie w obszarze przemysłu metalurgicznego (Załącznik 4), jak również jako prace naukowo-badawcze. Moje pierwsze rozwiązania z zakresu systemów wizyjnych dotyczyły opracowania metodyki pomiaru położenia powierzchni sterowych w samolocie klasy GA (General Aviation) Czajka MP02A. Rozwiązanie to umożliwiało dostarczenie do układu sterowania samolotem informacji o wartościach wychylenia powierzchni sterowych sterów wysokości i kierunku. Dalsze moje badania dotyczyły między innymi wizyjnych systemów antykolizyjnych. W latach 2016-2018 byłem kierownikiem projektu IDAAS (Intruder

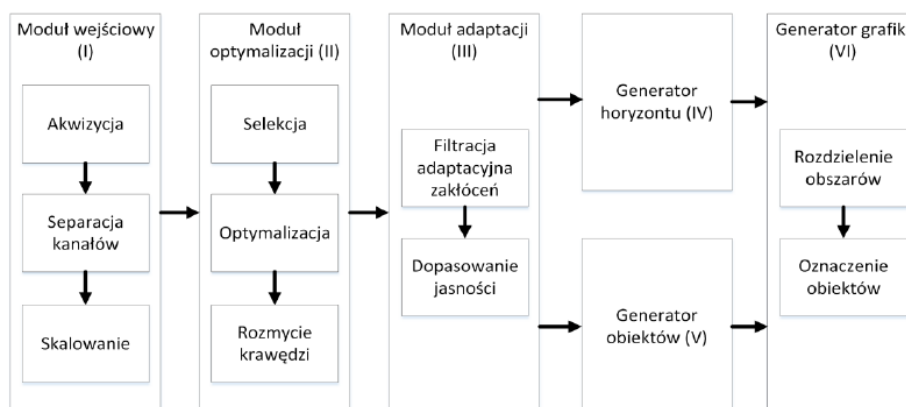
Detection And Avoid System) z ramienia Politechniki Rzeszowskiej, w ramach którego został opracowany i przetestowany zaawansowany technicznie system wykrywania i unikania kolizji w ruchu lotniczym, dedykowany dla lekkich i bezzałogowych statków powietrznych.

Zaprezentowany cykl publikacji dotyczy zastosowania systemów wizyjnych w lotnictwie. W ramach wskazanego cyklu prac przedstawiono możliwość implementacji systemów wizyjnych w kilku różnych aplikacjach, tj. w postaci systemu antykolizyjnego, systemu pomiarowego, określającego położenie samolotu względem pasa startowego oraz aplikacji okulograficznej umożliwiającej obiektywne określenie poziomu wyszkolenia pilota. W dalszej części autoreferatu zostaną pokrótce przedstawione badania i ich wyniki z odesłaniami do poszczególnych pozycji ze wskazanego cyklu publikacji.

Artykuły [A3-A5] dotyczą implementacji systemu wizyjnego w ujęciu układu antykolizyjnego, dedykowanego dla samolotów bezzałogowych i klasy GA (ang. General Aviation). Poruszona tematyka w powyższych pracach jest bardzo istotna, ponieważ wraz ze zdecydowanym zwiększeniem ruchu lotniczego zwiększyła się ilość słabiej wyszkolonych pilotów amatorów, co ma bezpośrednie odzwierciedlenie w zwiększonej liczbie incydentów i wypadków lotniczych w obszarze lotnictwa niekomercyjnego. Ponadto w najbliższej przyszłości będzie zdecydowanie postępowała integracja lotnictwa załogowego z bezzałogowym we wspólnej przestrzeni, czego mogą być przykładem liczne projekty z tego zakresu np. ERA - Enhanced RPAS Automation, w którym brałem udział w charakterze wykonawcy. Działania takie wprowadzą znacząco ilość statków powietrznych bezzałogowych, do już mocno obciążonej przestrzeni, co zdecydowanie zwiększy ilość potencjalnych zagrożeń. Ponadto samo wyposażenie samolotów niekomercyjnych często jest niewystarczające w celu zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa np. w oparciu o systemy np. TCAS (ang. Traffic Collision Avoidance System), ACAS (ang. Airborne Collision Avoidance System), czy ASAS (ang. Airborne Separation Assurance System), które nie są wymagane w małym lotnictwie, realizującym loty z widocznością - VFR (Visual Flight Rules). W związku z powyższym dla samolotów klasy GA i bezzałogowych zaproponowano system wizyjny, który mógłby spełniać funkcjonalności systemu ACAS, pełniąc rolę układu bezpieczeństwa, wspomagającego pilota.

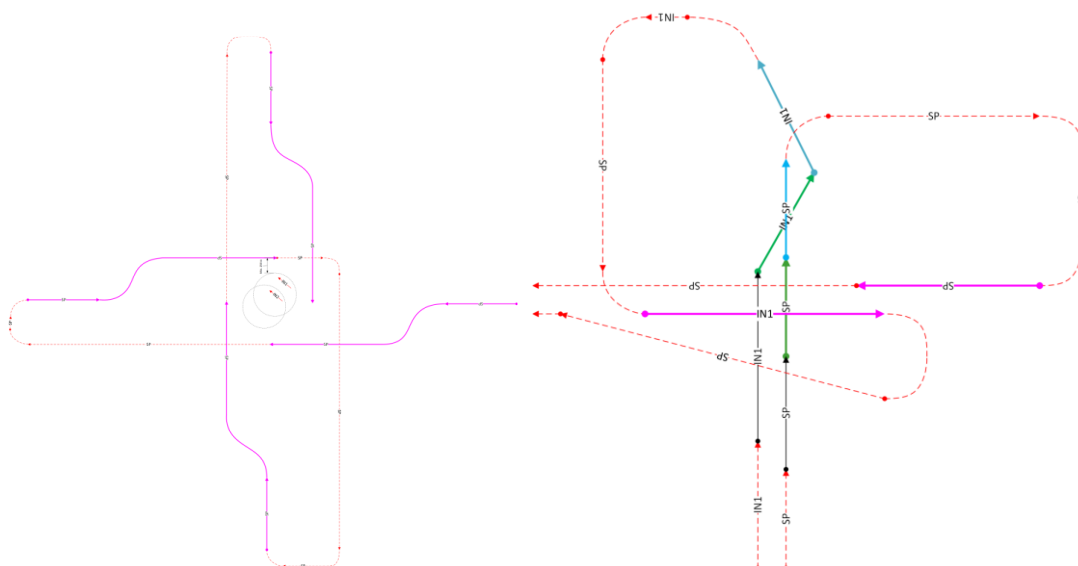
W celu realizacji powyższego zadania przeprowadzono szczegółowe analizy możliwości zastosowania omawianej technologii w detekcji innych obiektów latających – intruzów, poruszających się w obszarze lotu jednostki z zainstalowanym wizyjnym systemem antykolizyjnym [A3, A4].

Przedstawiono strukturę systemu i Algorytm Przetwarzania Obrazu (APO) umożliwiające wykrywanie intruzów w różnych warunkach środowiskowych [A3-A5]. Ze względu na bardzo wysoki poziom skomplikowania APO był podzielony na dwa obszary, oddzielone linią horyzontu (Rys. 1). Pierwszy sektor był obsługiwany przez algorytm przygotowany do wykrywania obiektów na tle nieba, natomiast drugi miał za zadanie wykrywać obiekty poruszające się w obrębie i pod linią horyzontu.



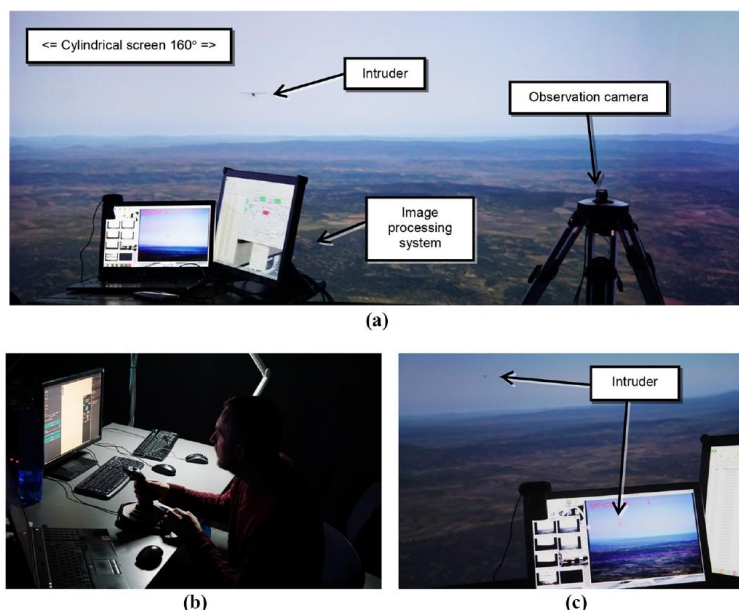
Rys. 1 Ideowy schemat modularnego systemu wizyjnego.

W celu weryfikacji przygotowanych algorytmów opracowano różne scenariusze, umożliwiające weryfikację działania APO w różnych sytuacjach mogących mieć odzwierciedlenie w locie rzeczywistym (Rys. 2) [A5].



Rys. 2 Przykładowe scenariusze weryfikacji APO.

Opracowane algorytmy zostały przebadane w środowisku symulacyjnym, które przygotowano zarówno w celu prowadzonych testów zgodnych z opracowanymi scenariuszami, jak również w celu pozyskania materiałów do samego przygotowania algorytmów. Rozwiązanie takie umożliwiło w sposób niskokosztowy zgromadzenie danych niezbędnych do opracowania i weryfikacji APO [A4].



Rys. 3 Ogólny widok symulatora (A), stanowisko operatora (B) oraz efekt działania APO (C).

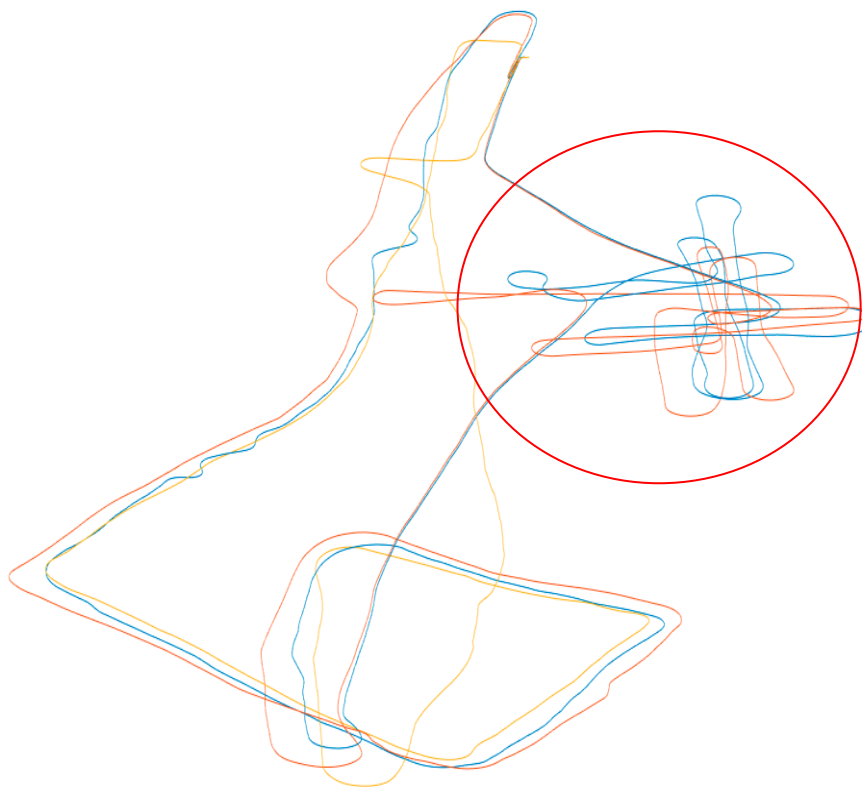
Po przeprowadzeniu testów w warunkach symulowanych, rozwiązanie zaimplementowano na pokładzie samolotu klasy GA – Czajka MP02A (Rys. 4) i przeprowadzono badania w locie, które również były prowadzone analogicznie do badań symulacyjnych [A3, A5].



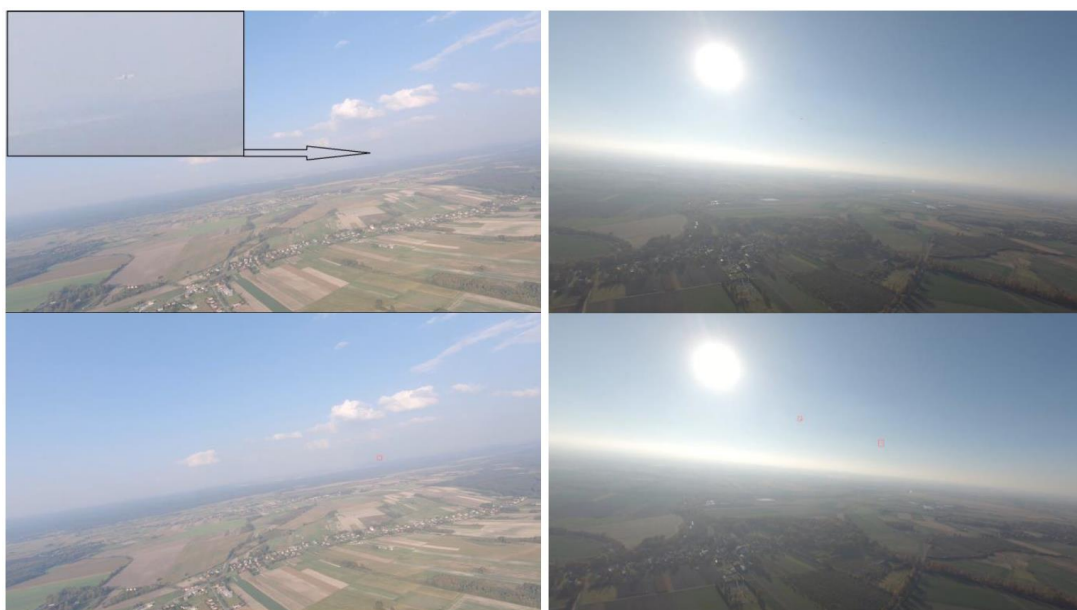
Rys. 4 Implantacja systemu wizyjnego na pokładzie samolotu.

Scenariusz badań w locie uwzględniał różne rodzaje obiektów – intruzów do zweryfikowania. W trakcie realizacji badań wykorzystano samoloty, szybowiec, paralotnie oraz motoparalotnie. Obiekty te mają różne właściwości dynamiczne lotu. Konstrukcje tego typu są najczęściej spotykane podczas lotu w tzw. małym lotnictwie, a osoby pilotujące często mają niskie kompetencje lotnicze, co może stanowić realne zagrożenie.

Poniżej przedstawiono przykładowe trajektorie lotów obiektów biorących udział w badaniach oraz wyniki w formie zdjęć jako przykładowy efekt działania opracowanego systemu (Rys. 5, Rys. 6) [A3].



Rys. 5 Przykładowe wykresy trajektorii podczas realizacji badań w locie dwoma intruzami (okręgiem zaznaczono wykonywane scenariusze).



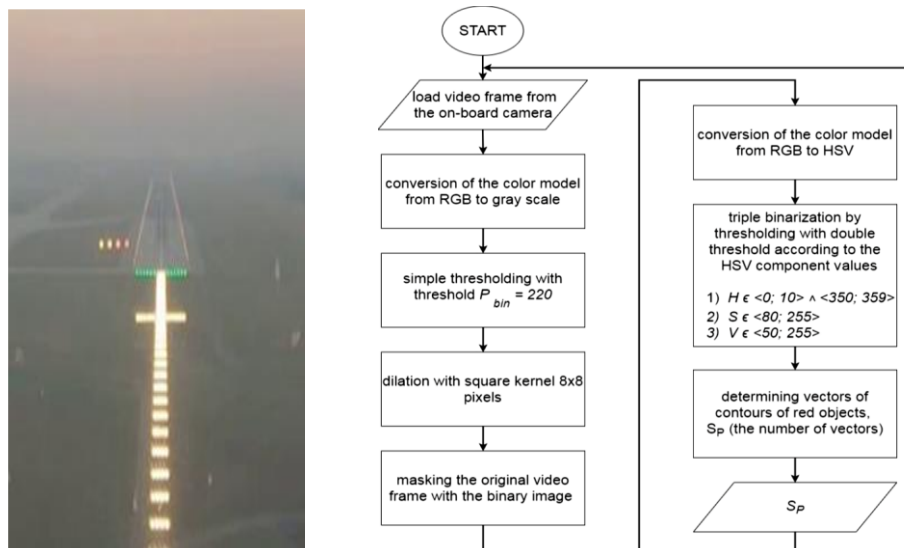
Rys. 6 Przykładowe wyniki działania systemu antykolizyjnego podczas lotów w środowisku naturalnym.

Przedstawione rozwiązanie wspomagające pilota zostało zweryfikowane zarówno podczas symulacji, jak również podczas licznych lotów rzeczywistych, w różnych konfiguracjach, przy różnych warunkach oświetleniowych i atmosferycznych. Przedstawiony system wykazał wysoki stopień niezawodności detekcji oraz wykazał stosunkowo prostą możliwość implementacji na pokładzie samolotu bez znacznej ingerencji w strukturę płatowca. Rozwiązanie to było w stanie zdecydowanie szybciej i z większej odległości wychwycić intruza niż pilot, który musi

równoległe z obserwacją otoczenia, realizować zadania lotnicze. Ostrzeżenie przekazane pilotowi o potencjalnym zagrożeniu wymusiło zwiększenie uwagi podczas obserwacji na wskazany sektor otoczenia, co miało bezpośredni wpływ na podniesienie poziomu bezpieczeństwa w trakcie lotu. Przedstawiona aplikacja systemu wizyjnego ma bardzo duże możliwości komercjalizacji i wykorzystania w lotnictwie ogólnym oraz bezałogowym, które są najbardziej narażone na potencjalne kolizje podczas lotu, zwłaszcza gdy ich przestrzenie operacyjne zostaną połączone, czego zapewne będziemy świadkiem w niedalekiej przyszłości.

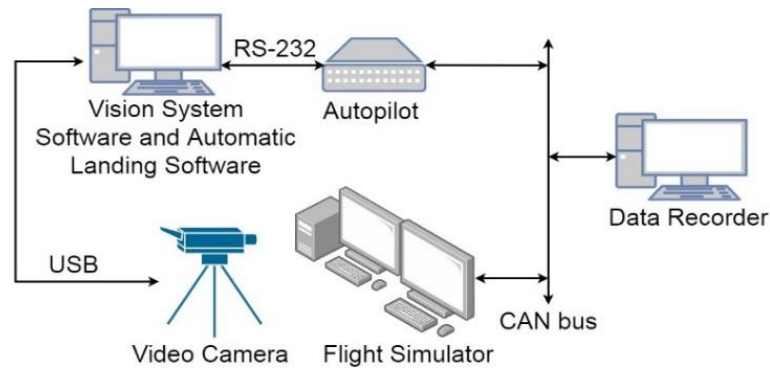
Oprócz wykrywania i identyfikacji zagrożeń, równie istotne jest wspomaganie pilota podczas newralgicznych faz lotów, z których najbardziej wymagającą jest ostatnia faza, czyli lądowanie. W artykułach [A2, A1] przedstawiono dwa różne podejścia do tej fazy lotu, jednak obydwa bazują na wspólnej technologii, czyli analizie obrazu.

W artykule „The PAPI lights-based vision system for aircraft automatic control during approach and landing” [A2] opracowano i przedstawiono metodykę podejścia do lądowania, w oparciu o wskazania świateł PAPI, co stanowi pewnego rodzaju novum podczas tego typu automatycznych operacji lotniczych. Światła PAPI stanowią standardowe wyposażenie lotniskowe i są wykorzystywane przez pilotów do określenia wysokości względem prawidłowej ścieżki podejścia do lądowania (Rys. 7). Uwzględniając charakter tego systemu opracowano algorytm wykrywający światła PAPI i interpretujący ich wskazania podczas podejścia do lądowania (Rys. 7).



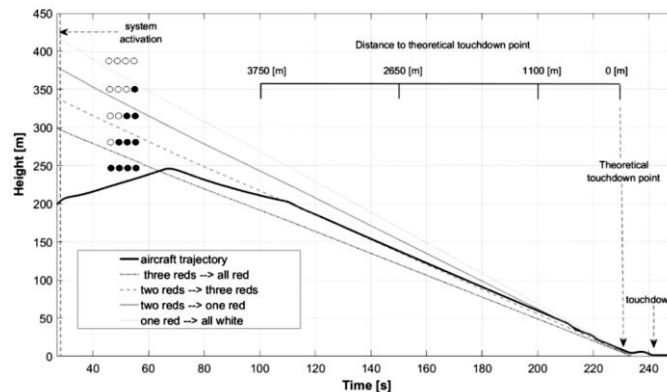
Rys. 7 Przykładowy widok światłem PAPI podczas ostatniej fazy lotu (z lewej) oraz algorytm przetwarzania danych pozyskany z kamery (po prawej).

Opracowano również algorytm rozmyty realizujący proces lądowania w oparciu o pozyskane dane z systemu wizyjnego. Działanie systemu przetestowano w warunkach symulacyjnych jako testy HIL (Hardware In the Loop) na specjalnie do tego celu przygotowanym stanowisku badawczym (Rys. 8).



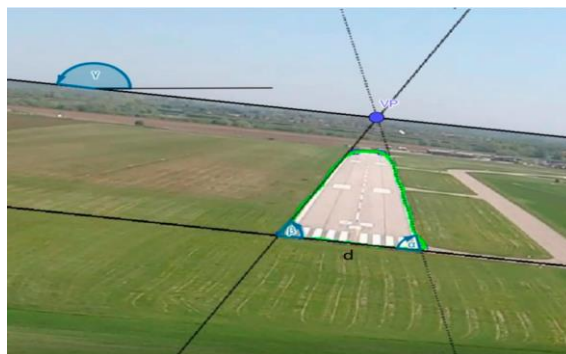
Rys. 8 Schemat stanowiska badań HIL do testów autopilota z wizyjnym układem pomiarowym.

Prawidłowe działanie zarówno systemu wizyjnego, jak również układu sterowania można zaobserwować na poniższym wykresie ukazującym wysokość samolotu na ścieżce podejścia (Rys. 9).



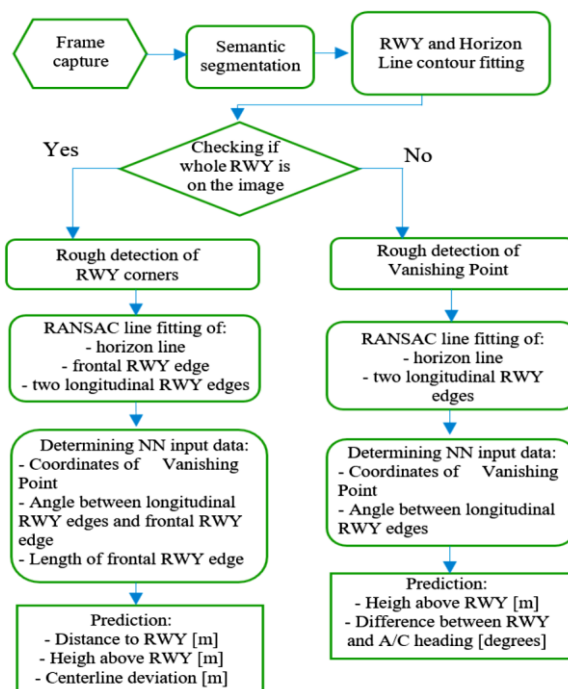
Rys. 9 Wykres wysokości samolotu podczas podejścia do lądowania w oparciu o analizę świateł PAPI.

Inne podejście do tematyki automatycznego lądowania w oparciu o system wizyjny przedstawiono w artykule „Vision System Measuring the Position of an Aircraft in Relation to the Runway during Landing Approach” [A1]. W tym przypadku na podstawie pozyskanego obrazu, który poddany jest między innymi procesowi segmentacji semantycznej, w celu wyodrębnienia kształtów pasa, określane jest położenie samolotu (Rys. 10), zgodnie z algorytmem przedstawionym na Rys. 11.



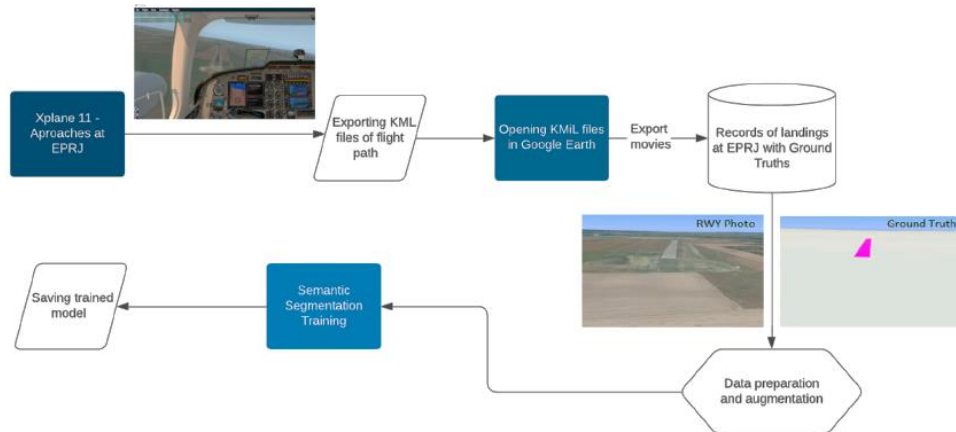
Rys. 10 Określenie pozycji samolotu względem pasa startowego.

Zaproponowany algorytm określający pozycję względem pasa dzieli się na dwie części; pierwszą realizowaną do progu pasa i drugą, gdy samolot znajduje się nad pasem. Działanie takie podyktowane jest innymi zadaniami oraz cechami obrazu źródłowego. Pierwsza część ma za zadanie określenie pozycji samolotu względem progu pasa podczas dolotu. Druga część ma określić dokładne położenie samolotu nad pasem względem jego środka oraz wysokości względem niego, co ma zapewnić odpowiednią konfigurację samolotu, w celu wytracenia prędkości i dokończenia fazy lądowania, czyli przyziemienia (Rys. 11) [A1].



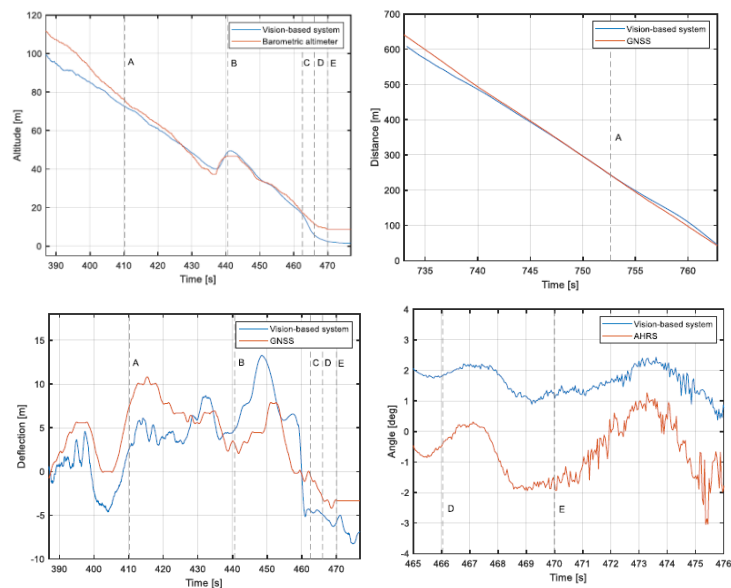
Rys. 11 Algorytm analizy obrazu z uwzględnieniem pozycji samolotu względem pasa.

Poruszona tematyka i sposób realizacji pomiaru położenia samolotu względem pasa są niezwykle istotne i umożliwiają lądowanie na lotniskach, które nie posiadają żadnego dodatkowego wyposażenia, czy specjalnych znaczników, co jest bardzo pożądaną cechą prezentowanego rozwiązania. Należy zauważyć, że główny algorytm przetwarzania informacji bazuje na sztucznych sieciach neuronowych, dlatego wymaga dużej ilości danych do nauki interpretacji materiału wizyjnego. Pozyskanie niezbędnej ilości danych z podejść do lądowania w drodze lotów rzeczywistych jest niezwykle drogie i czasochłonne, dlatego opracowano innowacyjną metodę umożliwiającą pozyskanie danych z lotów symulowanych. Opracowana metodologia wykorzystuje środowisko X-Plane, jako źródło symulacji pozycji i dynamiki obiektu podczas podejścia do lądowania. Z kolei dane wizyjne pozyskiwane są z aplikacji Google Earth, sprzężonej z symulatorem X-Plane w oparciu o autorskie oprogramowanie. Rozwiązanie to umożliwia pozyskanie wizyjnych danych satelitarnych na bardzo wysokim poziomie graficznym (Rys. 12) i zgodnych z dynamiką prawdziwego samolotu. Ponadto wizyjne dane satelitarne są regularnie uaktualniane, więc większe zmiany w obrębie lotniska, mogące mieć realny wpływ na działanie algorytmu będą uwzględnione w procesie uczenia, czy douczania algorytmu.



Rys. 12 Metodologia pozyskania danych uczących.

Działanie przedstawionego systemu zostało zweryfikowane zarówno w środowisku symulacyjnym, jak również podczas lotu na samolocie klasy GA – Czajka MP02A, gdzie dane wynikowe z systemu wizyjnego zostały porównane z danymi z układu pomiarowego samolotu, tj. GNSS i wysokościomierza barometrycznego, co zostało przedstawione na przykładowych wykresach (Rys. 13).



Rys. 13 Porównanie działania systemu wizyjnego (kolor niebieski) z działaniem odpowiednich przyrządów klasycznych – wysokościomierz barometryczny, GNSS oraz AHRS (kolor pomarańczowy)

Szczegółowa analiza wykresów oraz inne przykłady danych z badań w locie znajduje się w omawianym artykule [A1].

Reasumując, na podstawie opracowanej metodyki, systemy wizyjne mogą z powodzeniem być wykorzystywane jako układ pomiarowy do realizacji zarówno najtrudniejszej fazy lotu, czyli lądowania, ale również startu, na co wskazuje algorytm umożliwiający określenie pozycji samolotu bezpośrednio nad pasem [A1]. Zastosowanie opracowanej metodyki pozyskania danych uczących w oparciu o stanowisko symulacyjne umożliwia nisko kosztowe przygotowanie algorytmu do jego

wykorzystania i zweryfikowania na dowolnym lotnisku. Rozwiązanie to może być z powodzeniem zastosowane zarówno do nawigacji samolotów bezzałogowych, jak również samolotów lotnictwa ogólnego jako układ wspomagający pilota – wizyjny odpowiednik systemu ILS (Instrumental Landing System).

Kolejnym obszarem, dość nieoczywistym w pierwszym podejściu, ale w którym z powodzeniem można wykorzystać systemy wizyjne jest obszar interakcji pilot – samolot, czyli uogólniając HMI (ang. Human Machine Interface). W przypadku samolotów mogą to być np. wskazania wszystkich przyrządów pokładowych (Rys. 14). Obserwacja tej interakcji może być wykorzystana do oceny poziomu wyszkolenia pilota, podczas lotów na symulatorze, czy lotów szkoleniowych, co zostało przedstawione w artykułach [A7, A8].

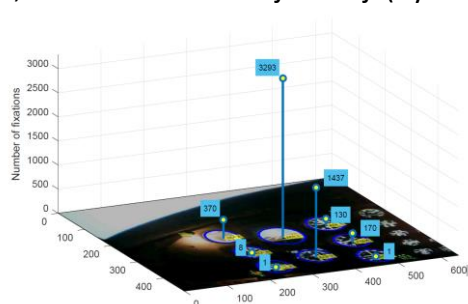


Rys. 14 Stanowisko pomiarowe (a) oraz widok przyrządów w kokpicie używanych podczas testów (b)

W artykułach [A6 – A8] opracowano metodologię badania interakcji pilota z kokpitem samolotu, skupiając się na głównych przyrządach pokładowych (Rys. 14). Do tego celu wykorzystano i porównano działanie różnych rozwiązań technicznych, włącznie z opracowaniem własnych systemów analizy otrzymanych danych pomiarowych [A6, A7].

Badania zostały prowadzone na małej grupie pilotów posiadających licencję CPL(A) (ang. Commercial Pilot License (Aeroplane)) z uprawnieniami do wykonywania lotów według wskazań przyrządów (Instrument Rating (IR)) oraz na grupie pilotów bez przeszkolenia w lotach według wskazań przyrządów.

Badanie polegało na określeniu weryfikacji ilości fiksacji wzroku na poszczególnych wskaźnikach lotniczych - AOI (ang. Area Of Interest), gdzie nie tylko samo spojrzenie na przyrząd było istotne, ale również czas tej fiksacji (Rys. 15).



Rys. 15 Przykładowy wykres ilości fiksacji poszczególnych przyrządów lotniczych.

Wyniki badań, choć nie były przeprowadzone na dużej grupie osób z uwzględnieniem np. wieku czy płci to jednak wykazały zdecydowaną możliwość wykorzystania tej technologii do oceny wyników postępów pilotów, co można zaobserwować na przykładowych danych z Tab. 1. [A7, A8].

Tab. 1 Procentowy udział wykorzystania poszczególnych przyrządów podczas lotu dla pilotów VFR i IFR

Instruments	Value (%)									
	VFR Pilot				IFR Pilot					
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10
Attitude indicator	69.44	32.36	60.94	79.23	67.01	42.46	39.06	39.72	57.89	54.6
Speed indicator	3.14	0.00	6.07	1.00	7.54	2.61	2.82	0.81	1.29	0.39
Altimeter	2.86	0.49	2.19	4.71	0.07	3.03	2.12	2.63	0.64	1.74
RMI indicator	0.00	2.74	0.39	0.00	0.07	0.11	0	0.02	0	0
VOR/ILS indicator	23.02	58.52	28.08	14.48	22.6	43.45	47.68	48.61	39.47	38.11
Vertical speed indicator	1.52	4.81	2.27	0.59	2.08	8.05	8.32	7.89	0.71	5.16
Turn coordinator	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.29	0	0.32	0	0
CDI indicator	0.02	1.09	0.04	0.00	0.00	0	0	0	0	0

Badania okularograficzne, jako rozwiązanie nieinwazyjne i niewpływające na działania pilota podczas lotu symulowanego, mogłyby być obiektywną metodą do oceny poziomu umiejętności pilotów na różnych etapach szkolenia. Aktualnie nie istnieją żadne obiektywne metody weryfikacji poziomu wyszkolenia, cała ocena bazuje na subiektywnej ocenie instruktora.

Tematyka ta jest również istotna ze względu na działania instytucji unijnych, między innymi EASA (European Union Aviation Safety Agency), które dążą do zmniejszenia liczby załogi samolotów liniowych. W związku z czym realizowane są liczne projekty, np. COAST — Cost Optimized Avionics System, w którym jestem zaangażowany w charakterze wykonawcy. Projekty te mające na celu między innymi opracowanie awioniki umożliwiającej maksymalne odciążenie i wspomaganie decyzji pilota. Na dłuższą metę ma zmniejszyć ilość personelu wysoko wykwalifikowanego, niezbędnego do bezpiecznego pilotażu samolotów pasażerskich.

Rozwiązanie zaproponowane w artykułach [A6 – A8] mogą być wykorzystane z powodzeniem do testowania interakcji pilotów z nowymi urządzeniami w celu określenia ich czytelności przy przekazywaniu informacji oraz skali wykorzystania ich w różnych sytuacjach w trakcie lotu.

Do najważniejszych oryginalnych osiągnięć zaprezentowanych we wskazanym cyklu publikacji należy zaliczyć:

- Opracowanie koncepcji oraz algorytmów systemu antykolizyjnego, umożliwiającego identyfikację innych obiektów latających – intruzów w oparciu o system wizyjny,
- Opracowanie metodologii weryfikacji systemu antykolizyjnego i innych w specjalnie przygotowanym środowisku symulacyjnym,

- Opracowanie metodologii podejścia do lądowania z wykorzystaniem systemu wizyjnego, interpretującego informacje kodowaną przez światła PAPI,
- Opracowanie metodologii oraz algorytmów systemu wizyjnego, umożliwiającego wykonanie podejścia do lądowania oraz przyziemienia w oparciu wyłącznie o dane wizyjne pasa startowego.
- Opracowanie metodologii szybkiego i taniego pozyskania danych uczących w oparciu o stanowisko wykorzystujące środowisko X-Plane – modelujące ruch i dynamikę samolotu oraz środowisko Google Earth – generujące oczekiwany strumień wideo,
- Opracowanie metodologii bazującej na systemie wizyjnym, umożliwiającej obiektywną ocenę poziomu wyszkolenia pilotów,
- Opracowanie inteligentnej technologii, umożliwiającej rejestrację i analizę uwagi pilota, eliminującej ograniczenia technologiczne komercyjnych rozwiązań.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

W roku 2022 byłem przez 6 miesięcy zatrudniony na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczych w oparciu o umowę o pracę w wymiarze 1/5 etatu na Uniwersytecie Rzeszowskim. Zatrudnienie odbyło się w ramach realizacji projektu „Inteligentna technologia synchronizacji i harmonogramowania ruchu lotniczego z uwzględnieniem optymalizacji zadań logistycznych dla bezzałogowych systemów latających”.

Kooperacja z Uniwersytetem Rzeszowskim w ramach różnych projektów badawczych rozpoczęła się w roku 2019 i jest kontynuowana, czego efektem oprócz zatrudnienia w ramach projektu są liczne artykuły naukowe.

Ponadto moja współpraca z innymi środowiskami naukowymi, zarówno krajowymi i europejskimi może być przedstawiona w postaci dużej ilości zrealizowanych projektów, w ramach których opracowywane są nowe technologie, czy standardy – wybrane projekty zastawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Zestawienie wybranych projektów badawczych

Nazwa projektu	Charakter udziału
Safe Automatic Flight Back and Landing of Aircraft (PRz) , 6 Program Ramowy – Implementacja układu sterowania samolotu I32 (klasy GA)	wykonawca

ACP7-GA-2008-211439 - SCARLETT - Scalable and Reconfigurable Electronics Platforms and Tools	wykonawca
KB/68/12823/ ITI-B/U/08/7312/G/1 - Wielofunkcyjny dwumiejscowy motoszybowiec nowej generacji	wykonawca
O R00 0116 11 - LOT - Latający Obserwator Terenu	główny wykonawca
POIG.0101.02-00-015/08 - Projekt Kluczowy „Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym”	wykonawca
O R00 0089 11 – MAP - Miniaturowy system sterowania i nawigacji dla latającej platformy bezzałogowej	wykonawca
PBS2/B6/19/2013 – MYSTERY - Metodyka syntezy systemu sterowania statkiem powietrznym z uwzględnieniem sytuacji podwyższonego ryzyka	wykonawca
Projekt dla Europejskiej Agencji Obrony – ERA - Enhanced RPAS Automation	wykonawca
DOB-BIO7/23/02/2015 - System zdalnego kierowania oraz monitoringu pracy psów służbowych do działań granicznych i specjalnych, prace dla firmy HTRC Sp. Z o. o.	wykonawca
IDAAS - Intruder Detection And Avoid System (PRz), oprac. Algorytmów Przetwarzania i analizy Obrazów (APO) dla potrzeb lotniczego, pokładowego systemu antykolidacyjnego, kierownik B+R	kierownik
COAST — Cost Optimizcd Avionics SysTemw ramach Clean Sky 2 (Grant Agreement No. 945535)	wykonawca
DOB-SZAFIR/01/A/027/03/2021 - CriNet, Critical Network SDN Security System - System bezpieczeństwa sieci SDN dla infrastruktury krytycznej	wykonawca

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

OSIĄGNIĘCIA DYDAKTYCZNE

- Jestem **promotorem pomocniczym doktoratu** Pana Pawła Dyrdy, którego tematyką jest opracowanie metodyki oceny zmęczenia pilotów na podstawie pomiaru kondycji i jakości wykonywanych zadań lotniczych.
- Jestem **opiekunem stażystki z Uniwersytetu Rzeszowskiego**, Pani mgr inż. Ewy Żesławskiej, która w ramach stażu zajmuje się tematem: „Wykorzystanie technologii algebraiczno logicznej do zadań optymalizacji dyskretnych procesów

logistycznych dla bezzałogowych statków powietrznych”, co jest elementem badań bezpośrednio związanych z tematyką jej rozprawy doktorskiej.

- Prowadziłem **warsztaty naukowo dydaktyczne** dla Komendy Wojewódzkiej Straży Pożarnej w Rzeszowie w 2015 r.
- Prowadziłem **wykłady na studiach podyplomowych** dla PZL Mielec z przedmiotu: Systemy radiowe, nawigacyjne i radarowe
- Pełnię obowiązki wykładowcy w Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa – Zatwierdzonej Organizacji Szkolenia Personelu Obsługi Technicznej **Part-147** zgodnie z wymaganiami przepisów EASA Part-147 punkt 147.A.105 oraz 147.A.110, 2008 r.
- Pracując w Politechnice Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza w latach 2008 – 2023 **prowadziłem zajęcia dydaktyczne** z następujących przedmiotów:

Wykłady:

- Telekomunikacja- koordynator
- Metody symulacji w lotnictwie - koordynator
- Układy automatyki w przemyśle lotniczym – koordynator
- Elektrotechnika i elektronika - koordynator
- Elektronika przemysłowa – koordynator
- Teoria sterowania - koordynator
- Systemy radiowe, nawigacyjne i radarowe – studia podyplomowe - PZL MIELEC

Ćwiczenia:

- Metody symulacji w lotnictwie – koordynator
- Elektrotechnika i elektronika - koordynator

Laboratoria:

- Telekomunikacja - koordynator
- Technika symulacji lotu - koordynator
- Układy automatyki w przemyśle lotniczym – koordynator
- Elektronika przemysłowa – koordynator
- Elektrotechnika i elektronika - koordynator
- Teoria sterowania - koordynator
- Podstawy elektroniki
- Telematyka w transporcie
- Urządzenia radiowe
- Wyposażenie radiowe

Projekty:

-Projekt inżynierski - koordynator

- W trakcie mojej pracy w Politechnice Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza byłem **promotorem**:
 - 41 prac inżynierskich,
 - 21 prac magisterskich.

Ponadto, **zrecenzowałem**:

- 45 prac inżynierskich,
 - 18 prac magisterskich.
- Opracowałem **karty przedmiotów i wykłady** z następujących przedmiotów:
 - Telekomunikacja
 - Metody symulacji w lotnictwie
 - Układy automatyki w przemyśle lotniczym
 - Elektronika przemysłowa
 - Opracowałem **stanowiska laboratoryjne** na potrzeby przedmiotów:
 - Telekomunikacja
 - Technika symulacji lotu
 - Układy automatyki w przemyśle lotniczym
 - Elektronika przemysłowa
 - Teoria sterowania
 - Podstawy elektroniki
 - Telematyka w transporcie
 - Urządzenia radiowe
 - Wyposażenie radiowe
 - Prowadziłem **dotatkowe zajęcia z programowania** w językach Visual Basic i C# dla zainteresowanych studentów (2010 – 2013)
 - Opublikowałem dwa **artykuły z udziałem studentów**:
 - Tokarski and D. Kordos, 'Projekt aplikacji mobilnej dla lotnictwa ogólnego', Advances in Mechanical and Materials Engineering, vol. 34, no. 295 (2), pp. 223–234, 2017.
 - Pawlak, P. Gomółka, D. Kordos, and Z. Gomółka, 'Badanie mózgu pilota podczas lotów na symulatorze', Advances in Mechanical and Materials Engineering, vol. 34, no. 295 (2), pp. 211–221, 2017.

OSIĄGNIĘCIA ORGANIZACYJNE

- Od 2021 r. jestem **członkiem Komisji ds. Współpracy z Przemysłem**
- W latach 2013 – 2019 byłem **Asystent Przewodniczącej CZT AERONET „Dolina Lotnicza”**
- 2023r. – **Członek Komitetu Programowego 30th International Conference on Neural Information Processing**
- 2022r. – **Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego III Aviation and Space Congress,**
- 2022r. – **Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego XV Research and Education in Aircraft Design.**
- 2022r. – **Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego XVI European Workshop on Aircraft Design Education.**
- 2020r. – **Wiceprzewodniczący Komitetu Organizacyjnego XIV Research and Education in Aircraft Design**
- 2020r. – **Wiceprzewodniczący Komitetu Organizacyjnego XV European Workshop on Aircraft Design Education**
- 2019r. – **Członek Komitetu Organizacyjnego II Aviation and Space Congress.**
- 2017r. – **Członek Komitetu Organizacyjnego IV Euro GNC - CEAS Specialist Conference on Guidance, Navigation & Control**
- 2016r. – **Członek Komitetu Organizacyjnego I Aviation and Space Congress.**
- **Członek Komitetu Organizacyjnego :**
 - VII – Konferencja Awioniki
 - VI – Konferencja Awioniki
 - V – Konferencja Awioniki
- od 2015r. – **Członek Komitetu Organizacyjnego.** Konferencje Centrum Zaawansowanych Technologii AERONET Dolina Lotnicza, **cykliczne** (co pół roku – czerwiec / grudzień).
- Aktywny **członek Samorządu Doktorantów** Politechniki Rzeszowskiej

- **Współzałożyciel PDUT** – Porozumienia Doktorantów Uczelni Technicznych
- W latach 2010 – 2015 byłem **opiekunem międzynarodowego Koła Naukowego Euroavia**

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

Praktycznie od początku pracy naukowej współpracuję z przemysłem, głównie lotniczym i kosmicznym ale również medycznym, narzędziowym oraz ciężkim. Moje doświadczenia oraz zdobyta wiedza w rzeczywistych warunkach przemysłowych ma duży wpływ na zajęcia ze studentami, które prowadzę np. poprzez bezpośrednie odwołania do rozwiązań przemysłowych, czy w formie inspiracji studentów w drodze realizacji zajęć z przedstawicielami różnych gałęzi przemysłu.

Poniżej przedstawię najważniejsze informacje nie wymienione we wcześniejszym materiale.

- Poza przedstawionymi materiałami ukazującymi obszary i możliwości zastosowania systemów wizyjnych w lotnictwie w ramach przedstawionego cyklu publikacji (pkt. 4), opracowałem jeszcze nie publikowaną koncepcję i metodologię badania pilotów pod kątem wpływu zmęczenia na jakość wykonywanych zadań lotniczych. Zaproponowany system określa poziom zmęczenia, analizując zachowanie pilota w trakcie lotu.



Rys. 16 System wizyjny umożliwiający określenie poziomu zmęczenia pilota.

Do czynników związanych z systemami wizyjnymi i mających wpływ na określony poziom zmęczenia, brane jest pod uwagę ilość i czas mrugnięć, ziewnięcia i czas ich trwania oraz wykrycie dłoni w obszarze głowy, sugerujący np. przecieranie oczu, czy twarzy, co często jest czynnikiem występującym przy

zmęczeniu i znużeniu. Badania wstępne prowadzone były na symulatorze lotu i zostały analizowane w kooperacji z pracownikami Kolegium Nauk Medycznych Uniwersytetu Rzeszowskiego. W następnym etapie badań dane opisujące zachowanie pilota zestawione zostaną z danymi zarejestrowanymi z poziomu symulatora lotu, opisanych pod kątem jakości wykonywanych manewrów lotniczych (Rys. 16).

- W ramach pracy w firmie PILC sp. z o. o. w projekcie „Zintegrowanego Sytemu Wspomagania Procesu Szkolenia Spadochronowego” na stanowisku kierownik B+R, opracowałem koncepcje systemu wizyjnego umożliwiającego bezstykowy pomiar położenia uchwytów sterowniczych (Rys. 17).



Rys. 17 System pomiaru położenia uchwytów sterowniczych podczas badań w locie

System ten bazuje na kamerach umieszczonych na kasku skoczka (Rys. 17), rozmieszczonych w sposób umożliwiający obserwację linek sterowniczych. Linki były oznaczone markerami umożliwiając określenie (z wymaganą dokładności ± 2 [cm]) wychylenie uchwytu sterowniczego (Rys. 18).



Rys. 18 Zdjęcie z badań w locie, podczas weryfikacji działania systemu wizyjnego umożliwiającego pomiar położenia uchwytów sterowych

Rozwiązanie zostało przebadane podczas lotów rzeczywistych i wykazało swoją wysoką przydatność i było wykorzystywane do pozyskania niezbędnych danych pomiarowych w ramach projektu, jako integralny element pomiarowy.

- Od roku 2013 jestem zatrudniony w ramach umowy o pracę w niepełnym wymiarze etatu na stanowisku CVE (Compliance Verification Engineer) – zatwierdzonym przez EASA w firmie PILC.
- Równolegle w latach 2018- 2022 byłem kierownikiem B+R zatrudnionym również na umowę o pracę w niepełnym wymiarze etatu w firmie PILC sp. z o. o.
- Nawiązałem liczne współprace pomiędzy Politechniką Rzeszowską, a firmami z różnych gałęzi przemysłu, a moje kontakty przekładają się również na dodatkowe branżowe zajęcia/ wykłady dla zainteresowanych studentów np. prowadzone przez przedstawicieli z centrali ESA (European Space Agency), Tarnowskich Zakładów Mechanicznych, czy firmy Eurotech.
- Za swoją pracę otrzymałem następujące nagrody:
 - 2022 **Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej** za autorstwo/ współautorstwo patentu (Załącznik N1),
 - 2022 **Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej** za autorstwo/ współautorstwo publikacji (Załącznik N2),
 - 2021 **Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej** za autorstwo/ współautorstwo publikacji (Załącznik N3),
 - 2019r. **Brązowy medal nadany przez Prezydent RP** za długoletnią służbę (Załącznik N4),
 - 2016r. **Nagroda indywidualna III stopnia nadana przez Rektora Politechniki Rzeszowskiej** za uzyskanie stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn (Załącznik N5),
 - 2015r. **Nagroda indywidualna III stopnia nadana przez Rektora Politechniki Rzeszowskiej** za opiekę nad studenckim Kołem Naukowym Euroavia (Załącznik N6).
- W latach 2011 – 2015 byłem **stypendystą w ramach projektu** pn. „Podkarpacki Fundusz Stypendialny dla Doktorantów”. Projekt był skierowany do osób, które posiadały otwarty przewód doktorski, a ich dysertacje i badania naukowe sprzyjały rozwojowi jednego z sektorów gospodarki kluczowych dla rozwoju województwa podkarpackiego, określonych w Regionalnej Strategii Województwa Podkarpackiego.
- Dodatkowo, posiadam następujące **certyfikaty** będące potwierdzeniem odbytych szkoleń:
 - **Do-178C/ED-12C** : SOFTWARE AEROSPACE CERTIFICATION, 2014 r.
 - Certyfikat Urzędu Lotnictwa Cywilnego – Wymagania z zakresu ochrony środowiska Organizacji zatwierdzonych według **Part 21 Podczęść J**, 2015r.
 - TUV NORD – certyfikat – Wymagania **PART 21**, 2014r.

- TUV NORD – certyfikat – Wymagania **EASA PART 66, PART 147**, 2008r.
- Certyfikat ASAT – Testowanie wiązek elektrycznych oraz całych statków powietrznych w Polsce i na Świecie, 2014r.
- Certyfikat AEROFLEX – Pomiary i sprawdzenie systemów awionicznych, 2013r.

.....Damian Kordos.....
(podpis wnioskodawcy)