



Sztuczna inteligencja i algorytmy autonomii w systemach bezzałogowych

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Inżynieria multikopterów		Cykl dydaktyczny 2026/2027	
Edycja Wszystkie		Kod przedmiotu MIMSPS.P2.20168.26	
Jednostka organizacyjna Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej		Języki wykładowe polski	
Poziom kształcenia Studia podyplomowe		Obligatoryjność Obowiązkowy	
Forma studiów Stacjonarne		Blok zajęciowy Studia podyplomowe	
Profil studiów Podyplomowe		Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Nie	
Koordynator przedmiotu	Andriy Milenin		
Prowadzący zajęcia	Łukasz Rauch, Piotr Kustra		
Okres Semestr 2	Forma zaliczenia Zaliczenie		Liczba punktów ECTS 4
	Forma prowadzenia i godziny zajęć Zajęcia warsztatowe: 20		

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Opanowanie metodologii Computer Vision: Nabycie umiejętności implementacji algorytmów detekcji obiektów i wyznaczania przepływu optycznego (Optical Flow) na platformach o ograniczonych zasobach obliczeniowych.
C2	Integracja systemów wysokopoziomowych z autopilotem: Zrozumienie architektury wymiany danych między komputerem pokładowym (RPI) a kontrolerem lotu (FC) przy użyciu standardów takich jak ROS2 lub MAVROS.
C3	Budowa systemów decyzyjnych i autonomicznych: Praktyczne wdrożenie algorytmów automatycznego naprowadzania oraz utrzymywania pozycji bez wsparcia systemu GPS, w oparciu o analizę wizualną i czujniki inercyjne.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Zna architekturę systemów wbudowanych (Raspberry Pi) i potrafi dobrać biblioteki (OpenCV, TensorFlow Lite) do zadań czasu rzeczywistego.	IMSP_W03, IMSP_W05	Sprawozdanie
W2	Rozumie matematyczne podstawy orientacji drona na podstawie analizy obrazu (homografia, estymacja pozycji).	IMSP_W03, IMSP_W05	Sprawozdanie
W3	Rozumie zasady działania algorytmów naprowadzania (np. proporcjonalna nawigacja).	IMSP_W03, IMSP_W05	Sprawozdanie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Potrafi zaimplementować system stabilizacji wysokości i pozycji w oparciu o fuzję danych z barometru i wizualnej odometrii.	IMSP_U02, IMSP_U05	Sprawozdanie
U2	Umie zaprogramować funkcję "Lock-on", która po sygnale z aparatury (PWM/SBUS) przełącza drona w tryb autonomicznego pościgu za celem.	IMSP_U05	Sprawozdanie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Rozumie etyczne i prawne aspekty stosowania algorytmów autonomicznych w przestrzeni publicznej.	IMSP_K01, IMSP_K02	Sprawozdanie

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kurs stanowi zaawansowane wprowadzenie do dronów autonomicznych. Koncentruje się na przetwarzaniu obrazu w czasie rzeczywistym na komputerach pokładowych typu Raspberry Pi, komunikacji z kontrolerem lotu przez protokół MAVLink oraz implementacji sieci neuronowych do detekcji i śledzenia celów.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Zajęcia warsztatowe	20
Przygotowanie do zajęć	40
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	40
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 100
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 20

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
1.	1. Architektura systemów autonomicznych. Podział zadań między FC a RPi. Protokół MAVLink i biblioteka pymavlink. (2g) 2. Percepcja wizualna. Wykrywanie cech, śledzenie obiektów (KCF, CSRT) oraz wprowadzenie do lekkich sieci neuronowych (MobileNet, YOLO Nano). (2g) 3. Estymacja stanu i nawigacja. Fuzja sensorów (Filtr Kalmana). Jak połączyć dane z barometru z wizualnym przesunięciem pikseli. (2g) 4. Algorytmy naprowadzania i sterowania. Teoria sterowania w pętli zamkniętej z obrazem jako sygnałem sprzężenia zwrotnego. (2g) 5. Systemy operacyjne czasu rzeczywistego (RTOS) i Linux w robotyce. Optymalizacja procesów w systemie Raspbian pod kątem niskich opóźnień (latency). (2g) 6. Konfiguracja Raspberry Pi, instalacja OpenCV i środowiska komunikacji z kontrolerem lotu. Uruchomienie strumieniowania obrazu i telemetrii. (2g) 7. Automatyczne naprowadzanie na cel. Implementacja detekcji wybranego celu (np. jaskrawy kolor lub marker). Obliczanie błędu pozycji celu względem środka kadru. Przekładanie błędu na komendy sterujące typu Yaw i Pitch. Aktywacja trybu pościgu przełącznikiem na aparaturze – dron samodzielnie koryguje kurs, by uderzyć w cel lub utrzymać go w centrum uwagi. (4g) 8. Wizualny "Position Hold" nad obszarem. Wykorzystanie kamery RPi jako sensora Optical Flow do wykrywania driftu drona. Integracja danych z barometru do precyzyjnego utrzymania wysokości (h_{baro}). Algorytm utrzymania pozycji nad zadany wzorcem podłoża. Autonomiczny zawis drona nad wskazanym obszarem bez użycia modułu GPS, korygowany wyłącznie wizualnie. (4g)	W1, W2, W3, U1, U2, K1	Zajęcia warsztatowe

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia :

Metoda warsztatowa (ang. workshop), Dyskusja

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Zajęcia warsztatowe	Sprawozdanie	Pozytywne zaliczenie sprawozdania

Dodatkowy opis

Kurs ten przygotowuje specjalistów od systemów wbudowanych AI. Umiejętność zmuszenia drona do "widzenia" i podejmowania decyzji na podstawie obrazu z taniego komputera jak Raspberry Pi jest kluczowa w nowoczesnym rolnictwie precyzyjnym, systemach inspekcyjnych oraz w nowoczesnej inżynierii obronnej (drony typu FPV kamikadze/interceptory). Student kończy kurs z działającym kodem, który pozwala maszynie na inteligentną reakcję na otaczający ją świat.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu podaje Prowadzący na pierwszych zajęciach w semestrze.

Sposób obliczania oceny końcowej

OK = Ocena ze sprawozdania

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach podaje Prowadzący na pierwszych zajęciach w semestrze

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw AI oraz systemów wbudowanych

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa

Studenci uczestniczą w zajęciach warsztatowych poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Literatura

Obowiązkowa

1. S. Thrun, W. Burgard, D. Fox Probabilistic Robotics, Stanford University, <https://robots.stanford.edu/probabilistic-robotics/>
2. Python for Computer Vision with OpenCV, https://docs.opencv.org/4.x/d6/d00/tutorial_py_root.html

Dodatkowa

1. MAVLink Developer Guide – Specyfikacja protokołu komunikacyjnego. <https://mavlink.io/en/>

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
IMSP_K01	Jest gotów do przyjmowania odpowiedzialności za bezpieczeństwo własne, osób trzecich oraz mienia podczas wykonywania operacji lotniczych i testowania prototypów.
IMSP_K02	Jest gotów do pracy w interdyscyplinarnych zespołach technicznych, skutecznie komunikując się z ekspertami z zakresu mechaniki, elektroniki i informatyki.
IMSP_U02	Potrafi skonfigurować, zaprogramować i zoptymalizować jednostkę sterującą (Flight Controller) oraz dobrać optymalny układ napędowy do założeń misji.
IMSP_U05	Potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytmu sztucznej inteligencji oraz planowania i optymalizacji trasy dla serwerów oraz urządzeń małej mocy (edge).
IMSP_W03	Zna i rozumie architekturę systemów sterowania, w tym działanie algorytmów stabilizacji, filtracji sygnałów oraz logikę planowania misji autonomicznych.
IMSP_W05	Zna możliwości algorytmów sztucznej inteligencji, architektur oprogramowania oraz planowania i optymalizacji trasy multikopterów.