Realne problemy inżynierskie.

Profesjonalne narzędzia.

Aktywni studenci.

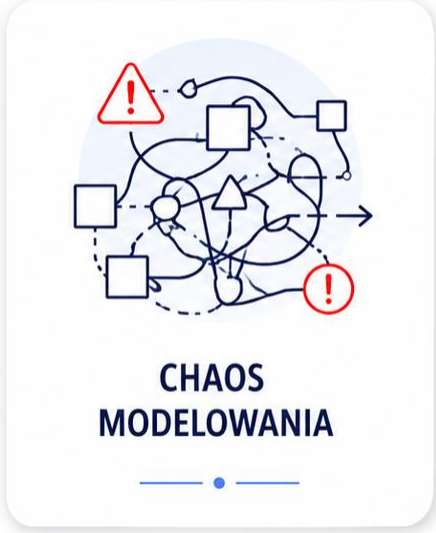
OD WYKŁADU DO PRAKTYKI, CZYLI JAK WSPÓŁPRACA UCZELNI Z PRZEMYSŁEM I KONKURSY STUDENCKIE BUDUJĄ ZAANGAŻOWANIE NA ZAJĘCIACH Z MATLABA I SIMULINKA

Jakub Możaryn, Politechnika Warszawska

PROBLEM DYDAKTYCZNY

Gdy dostępne są nagrania i materiały asynchroniczne, studenci często rezygnują z udziału w zajęciach stacjonarnych. **Wykład zaczyna być postrzegany jako mniej potrzebny.**

Część studentów postrzega MATLAB/Simulink jako **środowisko zamknięte, kosztowne i mniej uniwersalne niż popularne języki open-source**. Obniża to motywację do systematycznej nauki



Złożone modele Simulinka szybko stają się trudne do analizy i debugowania: mieszane czasy próbkowania, niezgodne typy danych, brak modularizacji i nieczytelna struktura modelu.

KONTEKST PRZEDMIOTU

Cel przedmiotu: Nabycie umiejętności programowania inżynierskiego w systemie MATLAB/Simulink.

Przedmiot skierowany jest do **studentów piątego semestru studiów inżynierskich na dwóch specjalnościach Automatyka, Robotyka.**

Przedmiot podzielony jest na 2 części:

- Część wykładowa: 30h
- Część projektowa: 30h

POMYSŁ NA ZMIANĘ

Wykład + projekt + przemysł + konkursy

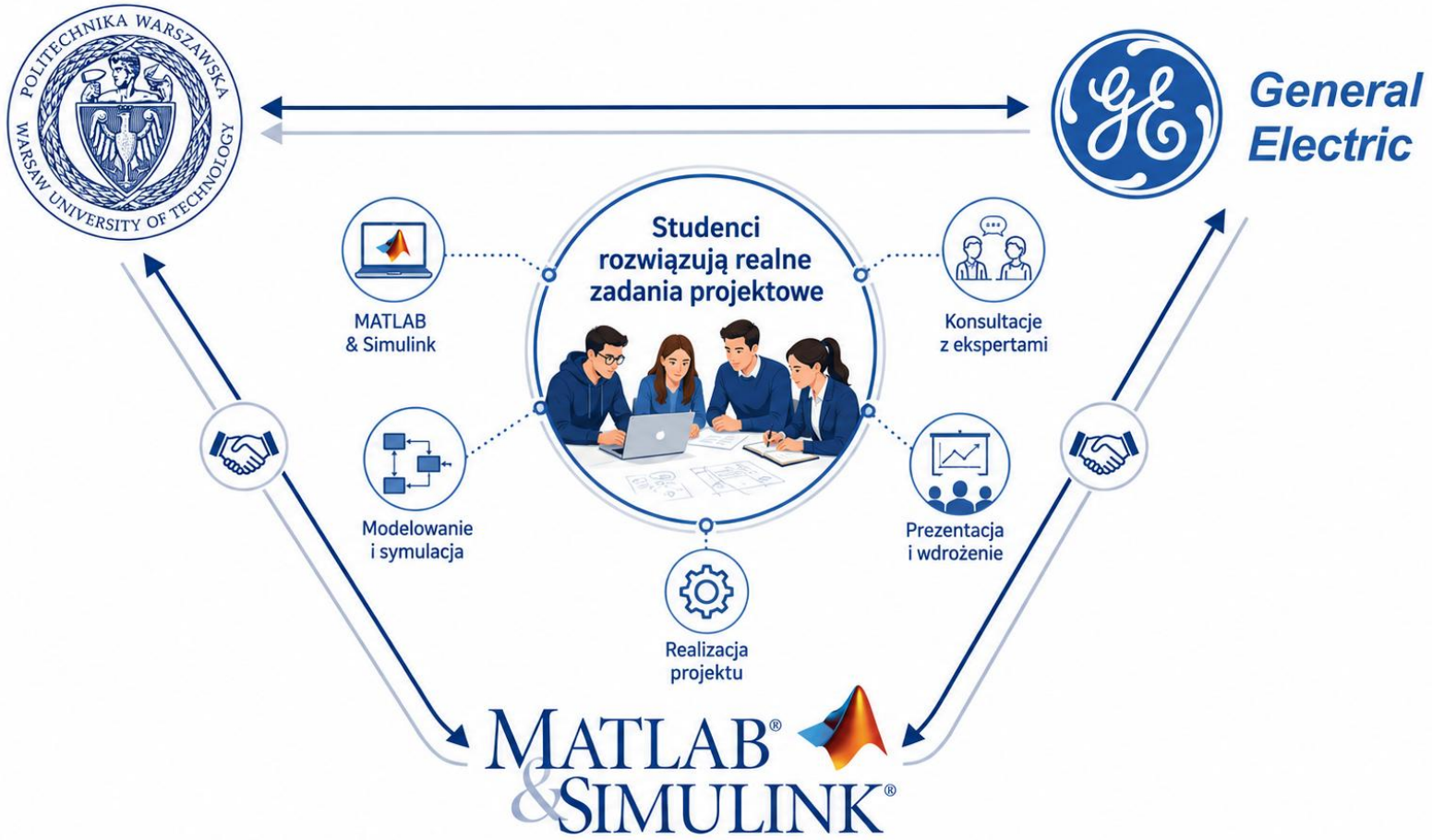
Model zajęć oparty

- jasnych zasadach pracy,
- małych zespołach projektowych,
- cotygodniowych konsultacjach,
- problemach inspirowanych praktyką inżynierską,
- prezentacjach zespołowych,
- narzędziach MATLAB/Simulink stosowanych w praktyce

PROBLEM: "free riding" część osób korzysta z efektów pracy innych bez proporcjonalnego wkładu!

MODEL WSPÓŁPRACY UCZELNIA - FIRMA

- **Firma** dostarcza realne problemy inżynierskie i ekspertów.
- **Politechnika Warszawska** organizuje proces dydaktyczny i pracę projektową.
- **MathWorks** zapewnia narzędzia, ekosystem i ścieżki rozwoju kompetencji.



PROJEKTY STUDENCKIE

MATHWORKS MINIDRONE COMPETITION

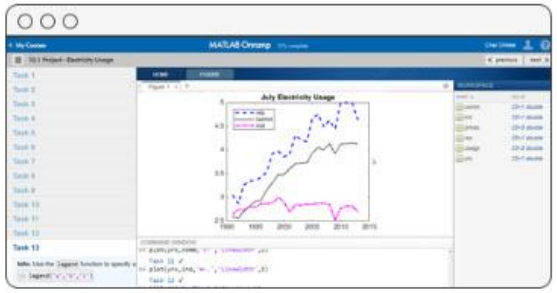
Dlaczego to działa?

- **Jasny cel:** zaprojektowanie i doskonalenie algorytmu line follower dla minidrona w środowisku **Simulink**.
- **Praca zespołowa:** konkurs realizowany jest w zespołach **2–4 osób**.
- **Realna rywalizacja:** możliwe są rundy **stacjonarne lub wirtualne**.
- **Szybka iteracja:** studenci modelują, testują, poprawiają i ponownie uruchamiają algorytmy.
- **Niski próg wejścia: brak opłat** za udział oraz dostęp do **oprogramowania MathWorks**.

JAK WYKORZYSTAĆ ZASOBY FIRMY MATHWORKS DO ATRAKCYJNEGO PROWADZENIA ZAJĘĆ

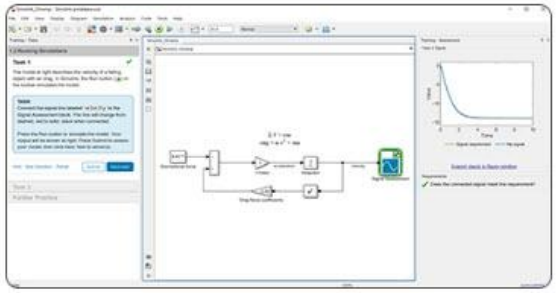
WYMAGANE (CERTYFIKATY)

Build a Foundation with Interactive Courses



MATLAB Onramp

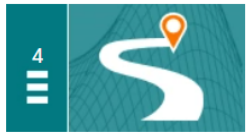
Quickly learn the essentials of MATLAB®.



Simulink Onramp

Learn to create, edit, and troubleshoot Simulink® models.

OPCJONALNE (CERTYFIKATY)



Core MATLAB Skills

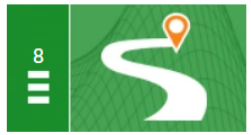
LEARNING PATH: 4 COURSES

Develop your core MATLAB skills to tackle new challenges with confidence.

Simulink Fundamentals

8 hours | Languages

Learn how to use Simulink, a graphical simulation tool for modeling dynamic physical systems.



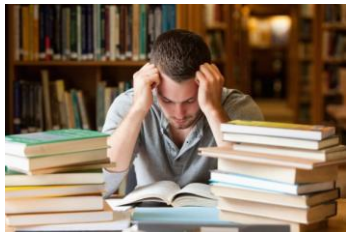
Build MATLAB Proficiency

LEARNING PATH: 8 COURSES

Gain a comprehensive foundation in MATLAB to confidently tackle more complex challenges and applications.

JAK WYGLĄDA SEMESTR WSPÓŁPRACY

wykłady (15), spotkania projektowe (15), wykłady zespołowe (10), prezentacje (2), certyfikaty (3-5)



Wrzesień	Październik	Listopad	Grudzień	Styczeń

Realizacja Kursów „MATLAB Onramp”, „SImulink Onramp”

Realizacja Kursu „Core Matlab Skills”

Realizacja Kursów „Build MATLAB Proficiency”, „Simulink Fundamentals”

Prezentacja wstępna

Prezentacja końcowa

SEMINARIA I PREZENTACJE Z UDZIAŁEM EKSPERTÓW

RAPORTY W FORMIE ARTYKUŁÓW

1. Kacper Szymoniak, 2. Cezary Sobiczewski

Politechnika Warszawska, Instytut Automatyki i Robotyki
ORCID: 1. Xxxx; 2.xxxxxxx

doi: xx.xxxx/xx.xxxx.

Oparte na danych modele przewidywania zużycia energii przez urządzenia w domu niskoenergetycznym

Streszczenie. *W artykule przedstawiono model predykcyjny zużycia energii domowej opracowany w MATLAB-ie. Wykorzystano dane z czujników ZigBee monitorujących temperaturę i wilgotność w domu oraz dane pogodowe z lotniska Chievres w Belgii. Model umożliwia przewidywanie zużycia energii na podstawie danych historycznych.*

Abstract. *This article presents a predictive model for home energy consumption developed in MATLAB. The model utilizes data from ZigBee sensors monitoring indoor temperature and humidity, as well as weather data from Chievres Airport in Belgium. It enables energy consumption forecasting based on historical data.* ***(Data driven prediction models of energy use of appliances in a low-energy house).***

Słowa kluczowe: Zużycie energii, Zarządzanie energią, Monitoring środowiska, Modelowanie danych.
Keywords: Energy Consumption, Energy Management, Environmental Monitoring, Data Modeling.

Wstęp

Rosnące zapotrzebowanie na energię w gospodarstwach domowych oraz konieczność zrównoważonego zarządzania zasobami energetycznymi stanowią obecnie jedno z kluczowych wyzwań współczesnego świata. Zmiany klimatyczne, rosnące koszty energii oraz potrzeba ograniczenia emisji gazów cieplarnianych motywują rozwój nowoczesnych technologii wspierających efektywne gospodarowanie energią. Inteligentne systemy zarządzania energią, wykorzystujące zaawansowaną analizę danych i metody predykcyjne, stają się istotnym elementem globalnych działań na rzecz ochrony środowiska i zwiększania efektywności energetycznej.

W ostatnich latach szczególne zainteresowanie budzą rozwiązania wykorzystujące dane środowiskowe oraz historyczne pomiary, które umożliwiają bardziej precyzyjne przewidywanie zużycia energii. Takie podejście pozwala na optymalizację kosztów operacyjnych gospodarstw domowych, a także na zmniejszenie szczytowego obciążenia sieci energetycznych, co przynosi korzyści zarówno indywidualnym użytkownikom, jak i całym systemom energetycznym.

W niniejszym projekcie skupiono się na opracowaniu modelu predykcyjnego, który wspiera zarządzanie energią w oparciu o dane zebrane za pomocą bezprzewodowej sieci czujników ZigBee. Sieć ta monitorowała parametry środowiskowe w warunkach domowych, takie jak temperatura i wilgotność, a dane zostały uśrednione dla okresów 10-minutowych. Aby zwiększyć precyzję modelu, dane te zostały wzbogacone o informacje pogodowe, pochodzące z lotniska Chievres w Belgii, co pozwoliło uwzględnić wpływ warunków zewnętrznych na zużycie energii w budynku.

Celem pracy było stworzenie w środowisku MATLAB modelu umożliwiającego prognozowanie zużycia energii przez urządzenia domowe na podstawie danych historycznych. Model ten może stanowić podstawę dla systemów wspierających bardziej efektywne zarządzanie energią w gospodarstwach domowych, przyczyniając się jednocześnie do realizacji globalnych celów związanych z oszczędzaniem energii i zrównoważonym rozwojem. W artykule przedstawiono zarówno proces budowy modelu, jak i jego wyniki, podkreślając praktyczne aspekty zastosowania tego rozwiązania.

Cel projektu

Celem projektu jest opracowanie modelu predykcyjnego w środowisku MATLAB, który na podstawie danych historycznych umożliwia przewidywanie zużycia energii przez urządzenia domowe. Model integruje dane z czujników ZigBee, monitorujących warunki środowiskowe w domu, takie jak temperatura i wilgotność, oraz dane pogodowe z lotniska Chievres w Belgii, obejmujące temperaturę, wilgotność oraz inne warunki atmosferyczne, w tym prędkość wiatru i ciśnienie atmosferyczne. Dane te zostały uśrednione w interwałach 10-minutowych, co zapewnia odpowiednią szczegółowość i spójność w analizie, umożliwiając jednocześnie redukcję wpływu krótkoterminowych fluktuacji, które mogą zakłócać wyniki predykcji.

Projekt koncentruje się na wykorzystaniu zmiennych środowiskowych i zewnętrznych do tworzenia precyzyjnego narzędzia wspierającego zarządzanie energią w gospodarstwach domowych. Model ma na celu nie tylko przewidywanie zapotrzebowania energetycznego, ale także umożliwienie użytkownikom optymalizacji zużycia energii w czasie rzeczywistym, przyczyniając się tym samym do obniżenia kosztów eksploatacji urządzeń domowych. Ponadto, poprzez dostarczanie rzetelnych prognoz dotyczących zużycia energii, użytkownicy mogą podejmować bardziej świadome decyzje o zarządzaniu swoją konsumpcją energii, co ma kluczowe znaczenie w kontekście rosnących kosztów energii oraz wyzwań związanych z ochroną środowiska.

Projekt również przyczynia się do promowania zrównoważonego wykorzystania zasobów energetycznych, wspierając zarówno gospodarstwa domowe, jak i większe inicjatywy związane z dążeniem do zmniejszenia śladu węglowego. Dzięki dokładnemu przewidywaniu zapotrzebowania energetycznego na podstawie zmiennych takich jak warunki pogodowe, użytkownicy mogą zmieniać nawyki korzystania z energii, minimalizując jej marnotrawstwo, a tym samym ograniczając emisję gazów cieplarnianych.

Opracowanie modelu zostało przeprowadzone z wykorzystaniem technik analizy danych i regresji w środowisku MATLAB, które pozwalają na efektywne przetwarzanie dużych zbiorów danych oraz budowanie dokładnych modeli predykcyjnych. Wyniki projektu mogą stanowić podstawę do wdrożenia inteligentnych systemów

1. Kacper MIZERA, 2. Adam ZBRZEZNY

Politechnika Warszawska, Wydział Mechatroniki

Degradacja silników turbowentylatorowych

Streszczenie. *Silnik turbowentylatorowy to odmiana silnika turboodrzutowego dwuprzepływowego o dużym stosunku dwuprzepływowości, powszechnie stosowana w nowoczesnych samolotach pasażerskich i wojskowych. Brak konserwacji silników turbowentylatorowych prowadzi do ich degradacji i uszkodzenia. Ocenie degradacji i pozostałego okresu użytkowania (RUL) jest kluczowe dla bezpieczeństwa i efektywnego utrzymania maszyn lotniczych. W artykule opisana jest metoda prognozowania pozostałego okresu użytkowania silników.*

Abstract. *A turbofan engine is a type of bypass turbojet engine with a high bypass ratio, widely used in modern passenger and military aircraft. The lack of maintenance for turbofan engines leads to their degradation and eventual failure. Assessing degradation and predicting the remaining useful life (RUL) is crucial for the safety and efficient maintenance of aircraft machinery. The article describes a method for forecasting the remaining useful life of engines.* ***(Degradation of turbofan engines).***

Słowa kluczowe: silniki turbowentylatorowe, degradacja, pozostały okres użytkowania, C-MAPSS
Keywords: turbofan engines, degradation, remaining useful life, C-MAPSS

Wstęp

Silnik turbowentylatorowy to odmiana silnika turboodrzutowego dwuprzepływowego o dużym stosunku dwuprzepływowości. Wyposażony w dużej średnicy wentylator, który spręża wstępnie powietrze kierowane dalej na dwa tory:

1. Na silnik właściwy, czyli dalsze stopnie sprężarek - kolejno niskiego i wysokiego ciśnienia, a następnie do komory spalania silnika i na turbinę.
2. Do kanału zewnętrznego, z którego jest kierowane bezpośrednio do atmosfery, wytwarzając ciąg w sposób zbliżony do ciągu śmigła napędzanego np. silnikiem tłokowym.

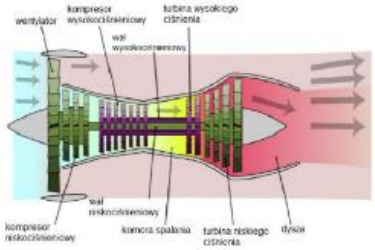
Gorące sprężone gazy opuszczające komorę spalania napędzają turbiny wysokiego i niskiego ciśnienia, oddając im część energii, a następnie wypływają przez dyszę wylotową, rozprężając się w niej i przyspieszając, co generuje pozostałą część ciągu.

Silnik turbowentylatorowy jest rozwinięciem silnika dwuprzepływowego, którego celem jest mniejsze jednostkowe zużycie paliwa. Dodatkowo, mniejsza prędkość gazów wylotowych przyczynia się do obniżenia hałaśliwości pracy silnika. Silniki te mają z reguły konstrukcję dwuwałową, co znaczy, że tak zwane wały współosiowe łączą odpowiednie stopnie turbiny niskiego ciśnienia z wentylatorem, a stopnie turbiny wysokiego ciśnienia ze sprężarką wysokiego ciśnienia.

Jest to obecnie najczęściej stosowany rodzaj silnika odrzutowego w lotnictwie komunikacyjnym. Decydują o tym: duży ciąg jednostkowy, małe jednostkowe zużycie paliwa, niski poziom hałasu.

Głównymi producentami silników turbowentylatorowych są General Electric, Pratt & Whitney, Rolls-Royce, a także Safran Aircraft Engines.

Silniki turbowentylatorowe, podlegają różnym formom degradacji w wyniku długotrwałej eksploatacji. Główne czynniki wpływające na ich zużycie to wysoka temperatura pracy, drgania, zanieczyszczenia w powietrzu oraz cykliczne obciążenia mechaniczne. Degradacja może objawiać się zużyciem łopatek wentylatora i turbin, spadkiem wydajności sprężarek czy erozją powłok ochronnych. Regularna konserwacja, inspekcje przy użyciu technik NDT oraz stosowanie zaawansowanych materiałów i powłok ochronnych pomagają spowolnić te procesy i zapewnić długą żywotność silnika.



Rys.1. Schemat silnika turbowentylatorowego[1]

Rys.2. Silnik turbowentylatorowy[2]

Opis problemu do rozwiązania, część teoretyczna oraz praktyczna

RUL, czyli pozostała żywotność użytkowa, to termin używany w inżynierii, zarządzaniu utrzymaniem i prognostyce, który odnosi się do przewidywanego okresu, przez który dany system, urządzenie lub komponent będzie nadal działał w sposób efektywny, zanim wystąpi awaria lub jego wydajność spadnie poniżej akceptowalnego poziomu.

[1] https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_turbowentylatorowy (data dostępu: 02.01.2025)

[2] https://militmag.pl/produkcja-silnikow-f135-do-polskich-f-35a/ (data dostępu: 02.01.2025)

1. Adrian OSTROWSKI, 2. Mariusz PAWLICKI, 3. Kacper HULEK

Politechnika Warszawska, Wydział Mechatroniki

Automatyczne pozycjonowanie drona względem znaczników

Streszczenie. *Artykuł przedstawia projekt automatyzujący ruch drona TelloEdu realizowany przy użyciu środowiska MATLAB. Głównym celem projektu jest sprawdzenie dokładności zaimplementowanej metody pozycjonowania oraz określenie czy dana metoda może znaleźć zastosowanie w środowisku pracy wykorzystującym drony.*

Abstract. *The article presents a project to automate the movement of a TelloEdu drone implemented using the MATLAB environment. The main goal of the project is to test the accuracy of the implemented positioning method and determine whether the method can be applied in a drone work environment.*

Słowa kluczowe: Dron TelloEdu, Computer Vision, MATLAB, Pozycjonowanie
Keywords: Drone TelloEdu, Computer Vision, MATLAB, Positioning

Wstęp

Drony zyskują coraz więcej zastosowań w różnych dziedzinach, takich jak fotografia, filmowanie, geodezja, czy bezpieczeństwo. Dokładne pozycjonowanie drona jest kluczowe dla jego poruszania się w sposób precyzyjny i bezpieczny. W artykule przedstawimy projekt, w którym zaimplementowano metodę pozycjonowania drona względem znaczników. W artykule przedstawimy metodologię, wyniki oraz wnioski z przeprowadzonych badań.

Cel projektu

Zaimplementowanie metody pozycjonowania drona, ocena dokładności użytej metody oraz określenie, czy może ona znaleźć zastosowanie w środowisku pracy z dronami.

Założenia

W ramach projektu, zdecydowano się na wykorzystanie drona Tello EDU, ze względu na jego przeznaczenie edukacyjne oraz możliwości programowania. Do programowania wykorzystane zostało środowisko MATLAB, ponieważ jest kompatybilne z oprogramowaniem drona. Do pozycjonowania wykorzystane zostały znaczniki AprilTag, ponieważ pozwalają one na szybkie ich wykrycie oraz ze względu na ich prostą formę są odporne na zakłócenia.

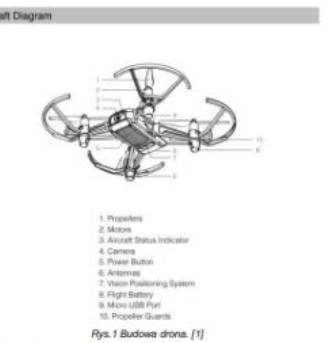
Opis drona

Tello to mały quadkopter wyposażony w system pozycjonowania wizyjnego i kamerę pokładową. Wykorzystując system wizyjnego pozycjonowania i zaawansowany kontroler lotu może unosić się w miejscu. Posiada zaawansowane funkcje, takie jak tryb Bounce, 8D Flip i EZ Shots. Dron robi zdjęcia w rozdzielczości 5 MPx oraz przesyła strumieniowo wideo na żywo w rozdzielczości 720 p. Maksymalna długość lotu sięga do 100 m.

Tabela 1. Parametry drona

Czas lotu	Maksymalna prędkość lotu	Pojemność baterii	Waga	Rozdzielczość wideo
13 min	8 m/s	1100 mAh	80 g	960 / 720 px

Dron Ryze Tello posiada dedykowaną bibliotekę Support Package for Ryze Tello Drone [2] w środowisku MATLAB pozwalającą na łatwe sterowanie, a także na przechwytywanie zdjęć i przesył wideo. Dodatkowo biblioteka posiada też funkcje pozwalające na zbieranie danych o jego położeniu, prędkości, oraz stanie baterii. Możliwości biblioteki, oraz wykorzystane przez nas funkcje zostały dokładniej opisane w następnym punkcie.



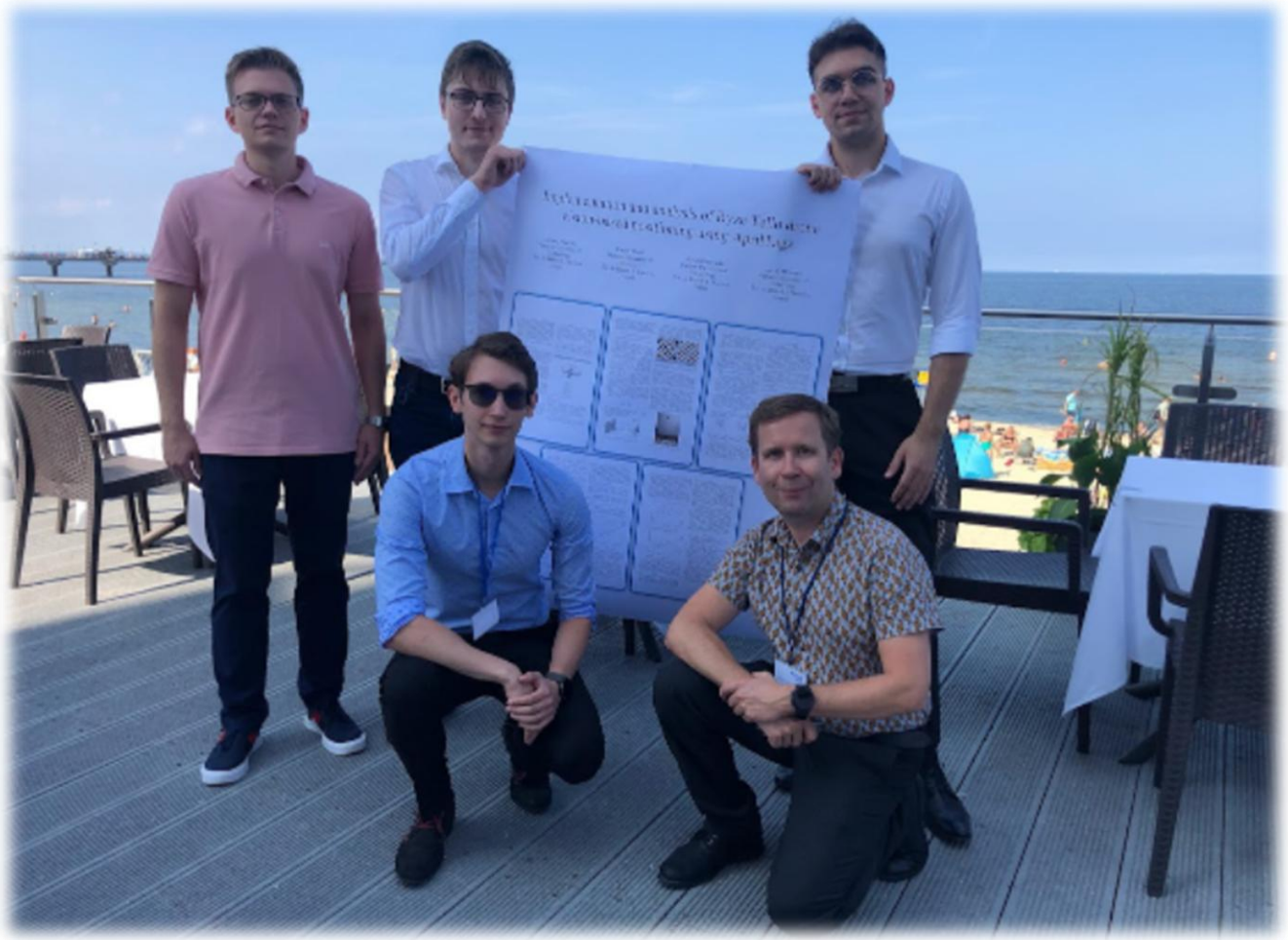
Rys.1 Budowa drona. [1]

Działanie algorytmu pozycjonowania

W pierwszej części projektu potrzebna była funkcjonalność wykrywania znaczników AprilTag i określania ich położenia. W tym celu użyliśmy biblioteki ReadAprilTag [3], będącej częścią Computer Vision Toolbox [4] w środowisku MATLAB. W pierwszej kolejności należało ustalić parametry kamery, by w późniejszym etapie móc określić rzeczywiste przemieszczenie znaczników względem uchwyconego zdjęcia. W celu otrzymania dobrej jakości obrazu zdecydowaliśmy użyć funkcji snapshot() z biblioteki Support Package for Ryze Tello Drone pozwalającej na przechwycenie pojedynczego zdjęcia z kamery drona. Możliwe jest także strumieniowe przesyłanie wideo za pomocą funkcji preview(). W trybie streamingu jakość obrazu jest jednak zauważalnie gorsza i mogłaby nie wystarczyć do celnego wyznaczania położenia znaczników.

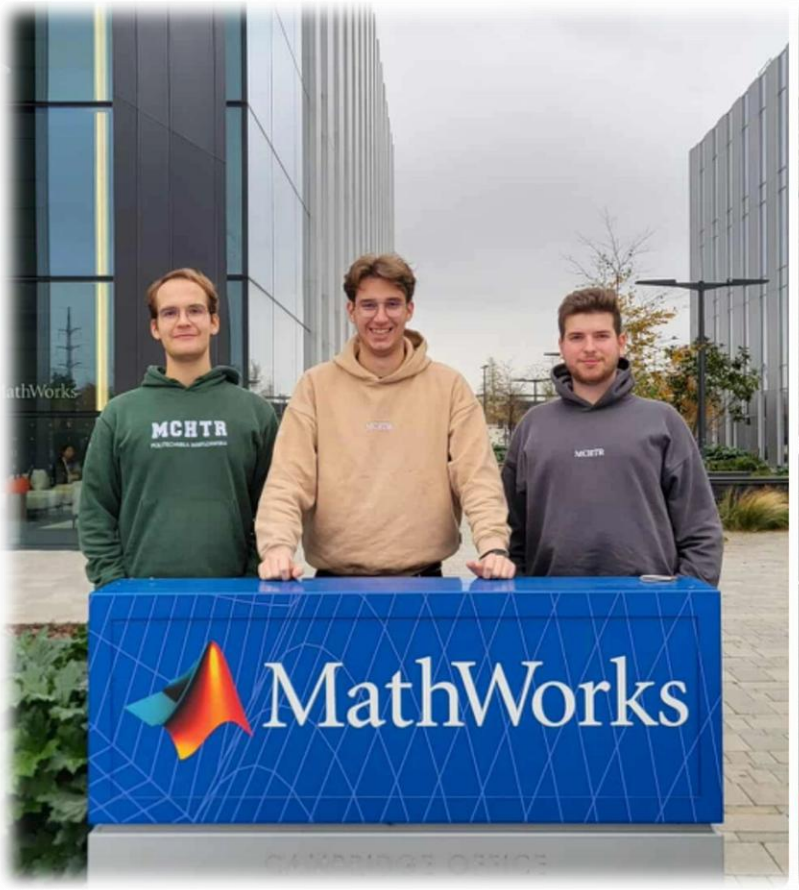
Znając zatem dokładny sposób przechwytywania obrazu można było przejść do określenia wcześniej wspomnianych wymaganych parametrów kamery. Możliwe jest ich doświadczalne wyznaczenie dzięki przeprowadzeniu procesu kalibracji opisanego w przykładzie do biblioteki readAprilTag [5], jednak w trakcie projektu postanowiliśmy wyznaczyć te wartości na podstawie danych technicznych kamery dostępnych w dokumentacji drona. Pierwszym parametrem jest rozdzielczość zdjęcia. W przypadku użycia

SUKCESY STUDENTÓW



2023 - Zespół: Kacper Hulek, Adrian Ostrowski, Mariusz Pawlicki. Udział w międzynarodowej konferencji „Methods and Models in Automation and Robotics, MMAR 2023” (Międzyzdroje) oraz prezentacja artykułu „Implementation and analysis of Ryze Tello drone vision-based positioning using AprilTags,” doi: 10.1109/MMAR58394.2023.10242452 (IEEE)

SUKCESY STUDENTÓW



2025 – Zespół z Wydziału Mechatroniki: Mikołaj Stasiak, Grzegorz Zając, Wiktor Ważny zajęli **3 miejsce** w ogólnopolskich zawodach MATLAB Minidrone Competition i **5 miejsce** w ogólnoeuropejskich zawodach MATLAB Minidrone Competition (Cambridge, UK).

LICZBY

40
zespoły projektowe
3 lata: 2023–2026
40
projekty / tematy projektowe
4
główne obszary tematyczne
7
projekty z udziałem ekspertów
3–5
kursy / certyfikaty MathWorks w ścieżce zajęć
4
publikacje / wystąpienia konferencyjne
3. miejsce PL,
5. miejsce Europa
sukcesy konkursowe

EFEKTY DLA STUDENTÓW
OD ZNAJOMOŚCI NARZĘDZIA DO KOMPETENCJI INŻYNIERSKICH

Studenci rozwijają umiejętności, które wykraczają poza samo „pisanie kodu” w MATLABie:

- modelowanie systemów technicznych,
- symulacja i testowanie rozwiązań,
- analiza danych i interpretacja wyników,
- dokumentowanie pracy inżynierskiej,
- prezentacja techniczna przed odbiorcami,
- praca zespołowa i podział ról projektowych.

Efekt: student nie tylko zna MATLAB/Simulink, ale potrafi użyć go do rozwiązania konkretnego problemu inżynierskiego.

EFEKTY DLA UCZELNI
OD ZAJĘĆ PROJEKTOWYCH DO ROZPOZNAWALNOŚCI KIERUNKU

Współpraca z przemysłem i konkursy studenckie wzmacniają jakość kształcenia oraz widoczność uczelni.

- większe zaangażowanie studentów w zajęcia,
- wyższa jakość projektów semestralnych,
- raporty projektowe w formie artykułów,
- publikacje i udział studentów w konferencjach,
- sukcesy w konkursach technicznych,
- większa rozpoznawalność kierunku i wydziału.

Efekt: uczelnia pokazuje, że kształci studentów przez realne projekty, profesjonalne narzędzia i kontakt z praktyką inżynierską.

EFEKTY DLA FIRMY
OD WSPÓŁPRACY AKADEMICKIEJ DO KONTAKTU Z PRZYSZŁYMI INŻYNIERAMI

Współpraca z uczelnią i udział w projektach studenckich pozwalają firmie budować relacje ze studentami oraz realnie wpływać na rozwój kompetencji potrzebnych w przemyśle.

- employer branding wśród studentów kierunków technicznych,
- bezpośredni kontakt z talentami już na etapie studiów,
- możliwość obserwacji sposobu pracy zespołów projektowych,
- prototypy rozwiązań i świeże spojrzenie na problemy techniczne,
- wpływ na kształcenie przyszłych inżynierów,
- budowanie długofalowej relacji z uczelnią i środowiskiem akademickim.

Efekt: firma nie tylko wspiera edukację, ale współtworzy kompetencje absolwentów, którzy w przyszłości mogą zasilić zespoły inżynierskie.

JAK FIRMA MOŻE ZACZĄĆ WSPÓŁPRACĘ

PODSUMOWANIE

- firma dostarcza realny problem i kontekst inżynierski,
- uczelnia organizuje proces dydaktyczny i pracę zespołów,
- MathWorks dostarcza narzędzia, kursy i środowisko projektowe,
- eksperci przemysłowi wspierają studentów konsultacjami,
- studenci tworzą projekty, raporty, prezentacje i prototypy,
- najlepsze zespoły rozwijają wyniki w konkursach i publikacjach.

Współpraca z firmą zwiększa zaangażowanie studentów i przygotowuje ich do realnych wyzwań inżynierskich

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Jakub Możaryn

E-mail: jakub.mozaryn@pw.edu.pl