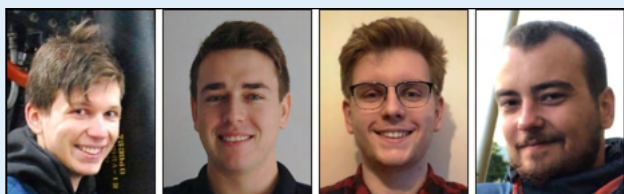


Droniada

W czerwcu 2021r. Akademicki Klub Lotniczy reprezentował Politechnikę Poznańską na zawodach Droniada, które odbyły się na lotnisku Kąkolewo.

W skład ekipy weszły cztery osoby: Jasiu Dominiak z AKL, Mateusz Piechocki i Bartek Ptak z WAIr oraz Szymon Nyczak z WILiT. Jasia nie trzeba przedstawiać, dla celów dokumentacyjnych odnotujemy, iż jest studentem II stopnia na kierunku Lotnictwo i Kosmonautyka. W AKL PP działa od 3 lat. Reprezentował zespół Aero Design podczas zawodów akademickich w USA oraz Meksyku. Bartosz Ptak w trakcie zawodów był jeszcze studentem II stopnia specjalności Roboty i Systemy Autonomiczne. Swoje zainteresowania wiąże z urządzeniami EDGE, głębokim uczeniem oraz przetwarzaniem obrazu. Mateusz Piechocki był studentem V roku Automatyki i Robotyki. Interesuje się uczeniem maszynowym, robotyką oraz systemami wizyjnymi. Szymon Nyczak to student II stopnia Lotnictwa i Kosmonautyki. Jest operatorem UAV. Wymienione osoby wzięły fizycznie udział w zawodach. Ekipę w pracach przygotowawczych wspierali także Jan Luciński i Maksymilian Michta.



Start reprezentacji koordynował AKL. Opiekunami naukowymi byli dr inż. Krzysztof Walas, dr inż. Radosław Górzeński i dr Jędrzej Łukasiewicz.

Start reprezentacji w zawodach Droniada został w całości sfinansowany przez Politechnikę Poznańską. Serdeczne podziękowania chcielibyśmy złożyć przede wszystkim na ręce Pani Prorektor Agnieszki Misztal, zwłaszcza za szybkość działania i dużą życzliwość w podejmowaniu decyzji. Nasze dobre wyniki na Teknofest są niewątpliwie efektem dobrych, dodatkowych zakupów na Droniadzie (HolyBro), którymi przekroczyliśmy planowany budżet, jednak Pani Prorektor szybko znalazła rozwiązanie tego problemu.



W dalszej części tekstu przedstawimy relację z zawodów autorstwa Jasia Dominiaka, teraz jednak omówimy założenia hardware'owe i software'owe projektu. Jeśli informatyczne ujęcie jest nam obce sugerujemy od razu przejście do opisu zawodów autorstwa Jasia.

Koncepcja projektu

Raport zawiera opis wyznaczonych zadań, zakres prac, założenia i dokumentację projektu związane z konkursem technologicznym Droniada 2021, który odbył się w dniach 28 czerwca - 4 lipca 2021 roku na lotnisku w Kąkolewie. Projekt został opracowany w oparciu i zgodnie z regulaminem zawodów, a stworzone rozwiązanie rozwijane było przy wykorzystaniu repozytorium w serwisie GitHub.

Opis zadań

W konkursie przewidziano rywalizację w 3 konkurencjach:

- demo systemu - prezentacja systemu przygotowanego na potrzeby konkursu (10 pkt.),
- trzy kolory - należy wykryć ogniska patogenów chorób roślin symbolizowane przez figury geometryczne (45 pkt.),
- drzewo życia - chodzi o wykrycie zarażonych jabłonek w sadzie, a następnie wykonanie „oprysku” za pomocą kulek paintballowych (45 pkt.).

Demo systemu BSP

Czas przeznaczony na prezentację wynosi 7 minut, a prezentacja powinna zawierać takie elementy jak:

- przedstawienie członków zespołu, podział obowiązków i ról w zespole,
- wyszczególnienie i opis elementów, podzespołów zastosowanych w BSP,
- wyszczególnienie i opis algorytmów i systemów wykorzystywanych do realizacji zadań w konkurencjach,
- opis (plusów i minusów) sposobu przetwarzania (chmura, urządzenie brzegowe, zasoby lokalne),
- pomysł na misję, w tym ew. demonstracja jak

wykonać misję,

- wskazanie kierunków dalszego rozwoju,
- oszacowanie przybliżonego kosztu rozwinięcia BSP do VIII poziomu gotowości technologicznej.

Trzy kolory

„Na eksperymentalnym polu o wielkości 9 hektarów należy wykryć ogniska chorób roślin: mączniaka rzekomego kapustowatych, fytoftorozę oraz mączniaka prawdziwego. Wyróżniają się one odpowiednią barwą RGB, przyporządkowaną doń figurą geometryczną i powierzchnią.”

Szczegółowy opis zadania:

- dron wykonuje przelot, a system wizyjny wykrywa ogniska patogenów i je raportuje online,
- łącznie rozłożonych będzie 20 figur (10 prawdziwych i 10 fałszywych) o różnych rozmiarach,
- prawdziwe źródła patogenów to:
 - Mączniak rzekomy kapustowatych (3x kwadrat złoty RGB 212,159,65),
 - Fytoftorozę (3x trójkąt równoboczny brązowy RGB 147,107,76),
 - Mączniak prawdziwy (3x koło beżowy RGB 249,246,227),
 - Ognisko Barszczu Sosnowskiego (1x nieregularna figura powstała ze złożenia trójkąta, kwadratu i koła, wszystkie 3 kolory),
- fałszywe źródła patogenów to te same kształty lecz o innych kolorach,
- raportować należy działania:
 - znalezione figury z patogenami,
 - obraz wykrytego patogenu,
 - rodzaj patogenu,
 - skalę skażenia (pole powierzchni),
 - lokalizację ogniska (współrzędne geograficzne),
- raportować należy przebieg misji:
 - położenie drona,
 - prędkość,
 - aktualny stan.

Drzewo życia



Młody sad jabłoniowy wymaga szczególnej opieki. Sadownicy boją się dwóch patogenów: parcha jabłoni i mączniaka jabłoni. Zadanie polega na inspekcji sadu zajmującego 2875 m², w którym rośnie 100 jabłonek w pięciu kolumnach i 20 rzędach, wykryciu zarażonych drzewek i niezwłocznym przystąpieniu do precyzyjnego oprysku – likwidacji zagrożenia.

Szczegółowy opis zadania:

- dron wykonuje przelot, a system wizyjny wykrywa ogniska chorób i wykorzystując piłeczki paintballowe wykonujemy oprysk,
- łącznie 100 kół (20x5) o średnicy 1m,
- 10 kół zakażonych (nieznane proporcje) i wymagających oprysku:
 - patogen patch (złoty RGB 212,159,65, środek A),
 - patogen mączniak jabłoni (beżowy RGB 249,246,227, środek B),
 - brak patogenu - zdrowe (brązowy RGB 147,107,76).
- zrzut środka ochrony roślin wykonany ma być z wysokości ok. 4-6m,
- raportować należy działania:
 - lokalizacja oraz identyfikacja patogenu,
 - obraz wykrytego patogenu,
 - informacja o uruchomionym mechanizmie wraz z rodzajem wybranego środka,
- raportować należy przebieg misji:
 - położenie drona,
 - prędkość,
 - aktualny stan,
- mapę sadu z naniesionymi chorobami.

Raportowanie

Wymagane jest raportowanie stanu systemu, parametrów lotu oraz wykonywanych działań w czasie rzeczywistym z dostępem online. Do tego celu wykorzystane jest API oraz baza danych przygotowane przez organizatorów.

Platforma

Początkowo planowano budowę własnej platformy:

- multirotor w układzie hexacoptera
- silniki DualSky XM5015MR-R
- maksymalna masa startowa: 6.3 kg
- zasilanie Li-Po 6s 5Ah
- autopilot Pixhawk 4 mini
- GPS Here RTK
- Lidar jednowiązkowy



W efekcie rozbicia platformy w dniu 14 czerwca 2021 zadecydowano o zakupie dwóch quadrokoptarów HolyBro

- multirotor w układzie quadcoptera
- silniki Holybro 2216-880KV
- maksymalna masa startowa: 4.8 kg
- zasilanie Li-Po 4s 5Ah
- autopilot Pixhawk 4
- Pixhawk 4 GPS
- Lidar jednowiązkowy



HolyBro



Sprzęt pokładowy

- PixHawk 4 Mini - autopilot przeznaczony przede wszystkim do robotów latających; wersja mini posiada taką samą moc obliczeniową jak standardowa wersja, jednak jest uboższa w wyjścia interfejsów.
- GPS Hero 2+ z RTK - z dokładnością pozycjonowania do centymetrów.
- wysokościomierz TR-EVO-60M-I2C - jednowiązkowy czujnik odległości ToF z maksymalnym pomiarem 60m i dokładnością 2cm.
- moduł telemetry - wykorzystany został system telemetry dalekiego zasięgu RFD 868X-EU. Działa on w częstotliwości 868-869 MHz, posiada złącze UART oraz zapewnia zasięg do 10 km.
- NVidia Jetson NX - efektywny układ brzegowy oparty o 6 rdzeniowy procesor ARM oraz kartę graficzną wyposażoną w 384 rdzenie CUDA. Zapewnia do 14T operacji zmiennoprzecinkowych przy mocy zaledwie 10W, co pozwala na tworzenie aplikacji typu EDGE AI.
- Feiyu-Tech Gimbal 2-osiowy MiNi 2D - dwuosiowy gimbal dedykowany do dronów i wielowirnikowców kompatybilny z kamerami rozmiarami zbliżonymi do kamer GoPro.
- e-CAM217_CUMI0234_MOD - kamera 2.3MP (1920 x 1200) 60 FPS z migawką global shutter; wyposażona w interfejs MIPI CSI-2, który zapewnia efektywne przetwarzanie obrazu wprost na jednostce graficznej



NVidia Jetson NX

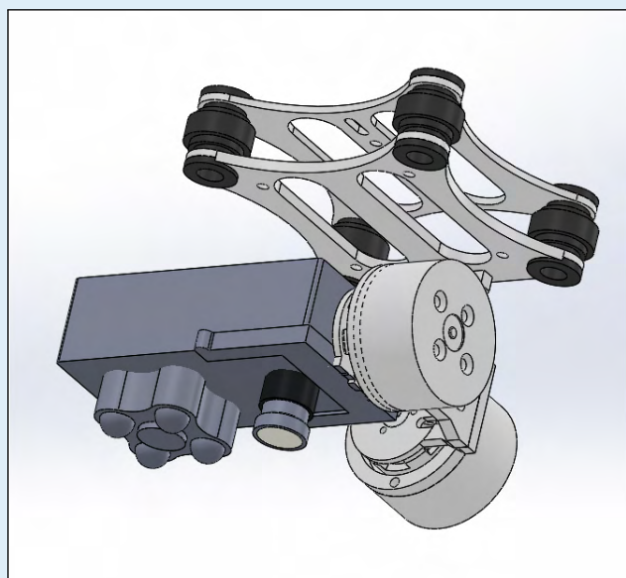
Tabela zawierająca spis komponentów, wraz z kosztem, gabarytami oraz wymaganiami elektrycz-

nymi

Układ	Koszt [PLN]	Wymiary [mm]	Waga [g]	Zasilanie [V]	Moc [W]
Jetson Xavier NX	2500	103 x 90.5 x 34.66	172	9-20	10/15
e-CAM24.CUNX	730	30 x 30 x 13	12	3.3	0.92
TR-EVO-60M-I2C	750	29 x 29 x 22	13	4.75-5.25	
Feiyu-Tech GIMBAL	520	-	110	7-17	
RFD 868X-EU	1329	30 x 57 x 12.8	14.5	3.5-5.5	

Stabilizator oraz „inteligentne” pudełko.

Koncepcja zakłada zamontowanie laserowego czujnika odległości wraz z kamerą na mechanizmie stabilizującym zamontowanym pod multirotorem. W celu zamontowania tych urządzeń w uchwycie gimbała, zaprojektowano oraz wykonano w druku 3D pudełko, które zostało przedstawione na rysunku



Mechanizm wyrzutu kulek

Mechanizm zrzutu musi być w stanie pomieścić łącznie 20 kulek w 2 rozróżnianych kolorach. Wymagało to stworzenia dwóch osobnych magazynków, które można zauważyć na rysunku. Zamontowano bęben obrotowy, który służy do przekazania kulki o odpowiednim kolorze do komory wystrzału.

Komora wystrzału blokowana jest przez serwomechanizm z ramieniem w kształcie litery L, który w momencie strzału dopuszcza kulkę niżej i jednocześnie dociska ją zapewniając brak podskakiwania. Za nadanie prędkości kulce odpowiadają dwa bezszczotkowe silniki typu outrunner.

7000
ft

6000

5000

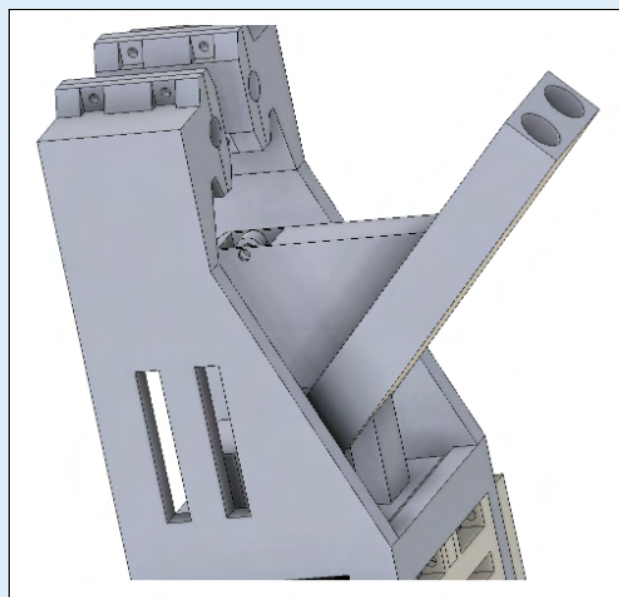
4000

3000

2000

1000

0



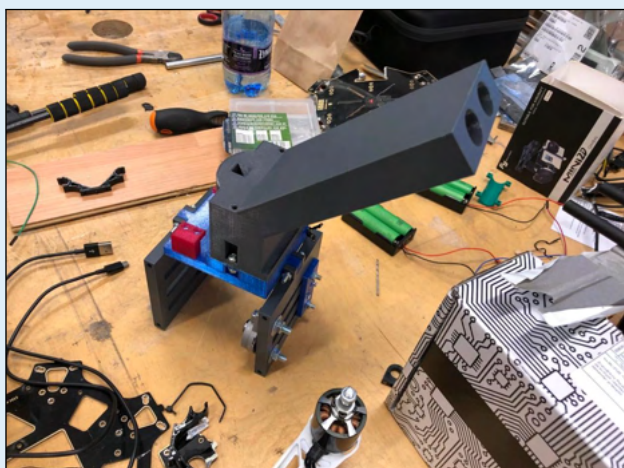
Góra mechanizmu z uchwytami do platformy oraz magazynkiem



Serwomechanizm zapewniający doprowadzenie kulki do silników

Całość elektroniki sterowana jest za pomocą Arduino nano, które oczekuje na sygnały sterujące od głównej jednostki logicznej.

W ramach projektu zbudowano działko w technice druku 3D. Przystosowane ono było wagą do pierwotnej platformy hexa.



Ze względu na zmianę na HolyBro zbudowano uproszczone wersje działka (tylko dispenser, bez działka w postaci silników)



Oprogramowanie

NVIDIA Jetson NX korzysta z systemu Ubuntu 18.04 z najnowszą wersją oprogramowania NVIDIA Jetpack 4.4.1 oraz systemem ROS Melodic, w którym został zbudowany system korzystając z Pythona 3 oraz języka C++.

Robot Operating System

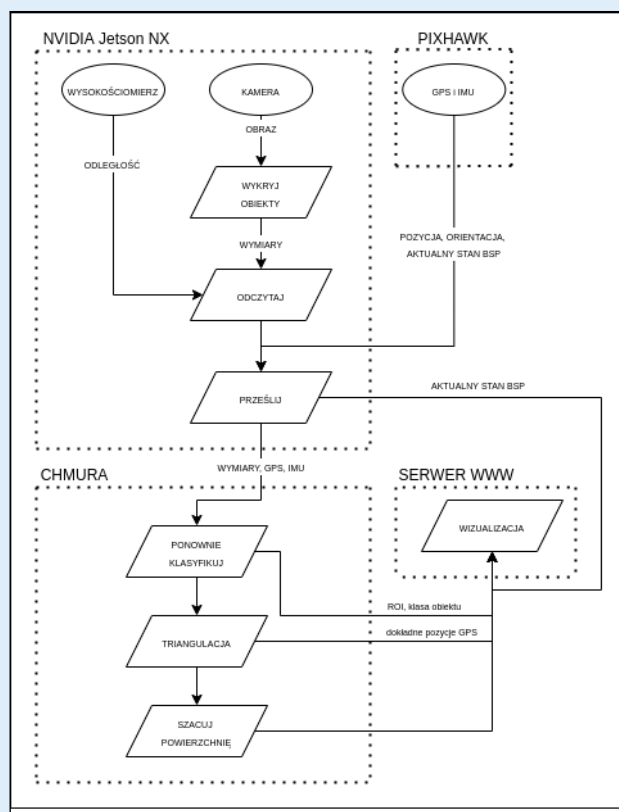
Do zadania komunikacji oraz sterowania wykorzystany został system w oparciu o Robot Operating System składający się z kilku węzłów. Ponadto wykorzystane zostały również zewnętrzne pakiety:

- Mavros - pakiet ROS zawierający sterowniki komunikacyjne dla autopilotów wykorzystu-



jących protokołów komunikacyjny MAVLink, stanowi dodatkowo połączenie z naziemną stacją kontroli.

- TeraRanger - pakiet ROS umożliwiający odczyt danych z sensora odległości zwracający wiadomość w formacie Range z pakietu sensor_msgs.



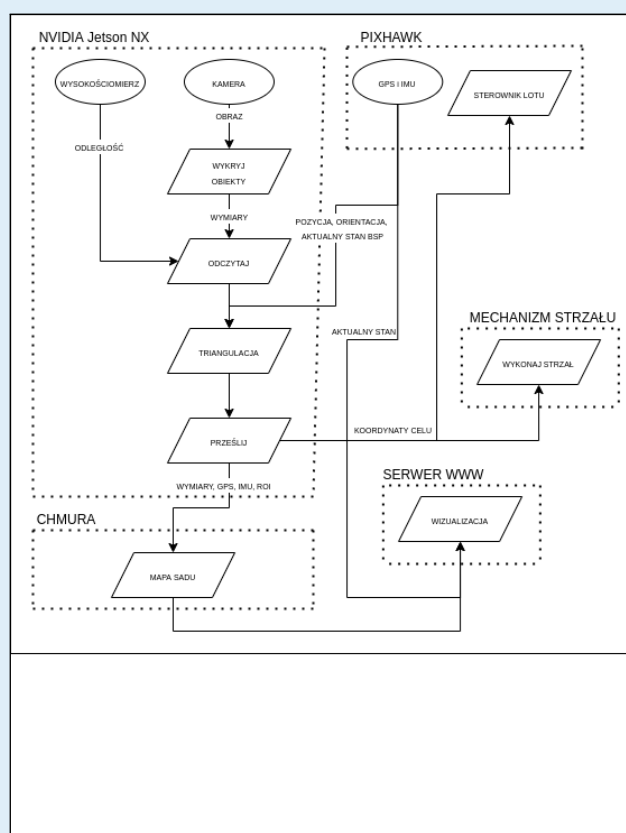
Schemat działania w przypadku zadania trzy kolory

Biblioteki

- OpenCV - otwarty-źródłowa i popularna biblioteka do szybkiego przetwarzania obrazów, dostępna zarówno w języku Python oraz C++.
- TensorRT - biblioteka do szybkiego i efektywnego wnioskowania sieci neuronowych na urządzeniach z kartą graficzną firmy NVIDIA. Narzędzie to pozwala na optymalizację grafu modelu oraz na kwantyzację jego wag.
- MavLink oraz DroneKit - narzędzia do komunikacji z autopilotem z poziomu języków programowania z wykorzystaniem interfejsu UART lub TCP/IP.

Baza danych

Z uwagi na wytyczne organizatorów związane z raportowaniem danych telemetrycznych o stanie BSP, wykrytych obiektach oraz podjętych krokach wymagane jest wykorzystanie w tym celu bazy danych mongoDB wraz z przygotowanym API do generowania wiadomości w odpowiednim formacie. W ramach stworzonego oprogramowania opartego o Robot Operating System zintegrowane zostało rozwiązanie dostarczone przez organizatorów oraz przetestowane zostało raportowanie do lokalnej bazy danych.



Schemat działania w przypadku zadania drzewo życia

Zbiory danych

Generator danych i sztuczny zbiór

Generator służy do stworzenia sztucznego zbioru danych, który jest wykorzystany do wytrenowania pierwszych modeli detekcji. Pozwala to na wstępne szacunki dotyczące wielkości wykrywanych obiektów



tów oraz do budowy pierwszych szkieletów oprogramowania. Generator wykorzystuje zebrane tła (np. trawy, suche trawy, różne piaski i inne tereny), bibliotekę OpenCV do tworzenia kształtów oraz imgaug do augmentacji. Taki zbiór może zostać również wykorzystany wraz z realnymi zdjęciami w celu generalizacji przypadków.



Przykładowe tła używane w generatorze danych



Przykładowe tła używane w generatorze danych



Zadanie trzy kolory

Dla każdego zadania wygenerowanych zostało 20 000 zdjęć treningowych wraz z adnotacjami wyko-

rzystując ziarno losowe równe 0 oraz 5 000 zdjęć testowych z ziarnem losowym równym 31. Dla obu zadań stworzone zostały 3 klasy obiektów.



Zadanie drzewo życia

Rzeczywiste zdjęcia z odręcznymi adnotacjami

Organizator dostarczył przykładowe plansze, więc pracę z rzeczywistym zbiorem danych rozpoczęto od weryfikacji rozmiaru obiektów w zależności od wysokości lotu. Ze względu na konieczność balansu między wysokością a gęstością przelotu, zdecydowano kolekcjonować i jednocześnie wykonywać zadanie na wysokości 40 m.



Zdjęcie planszy w wysokości 10m

Zdjęcia zostały wykonane na zróżnicowanych podłożach oraz w różnych warunkach oświetleniowych. Na zdjęciach widnieją przykładowe, piankowe plansze przesłane przez organizatorów, które mają przypominać docelowe z zawodów. Dodatkowo w zbiorze znajdują się obrazy z błędnymi kształtami, które przy słabo zgeneralizowanym modelu mogłyby uchodzić za fałszywie dodanie.

7000
ft



Zdjęcie planszy w wysokości 20m

6000



Zdjęcie planszy w wysokości 30m

5000

4000



Zdjęcie planszy w wysokości 40m

3000

2000

1000

0

Adnotacje

Na wykonane zdjęcia naniesiono odręczne adnotacje odnoszące się odpowiednio do każdego z zadań. Do wykonania tego zadania wykorzystano narzędzie RoboFlow, która ułatwia naniesienie prostokątów ograniczających na przesłane zdjęcia. Na rysunku poniżej przedstawiono przykładowe adnotacje.



Zrzuty ekranu z narzędzia do adnotacji zdjęć



Zrzuty ekranu z narzędzia do adnotacji zdjęć

Modele

Modele zostały wytrenowane za pomocą narzędzia darknet, z wykorzystaniem chmury obliczeniowej jednego z współorganizatorów zawodów. Do dyspozycji otrzymano dostęp do klastra obliczeniowego wyposażonego w węzły GPU V100. Ze względu na obciążenia serwerów, ograniczone były możliwości zlecenia wielu zadań w kolejce.

Zadanie trzy kolory Model działa dokładnie dla założonej wysokości przelotu. Wysoki confidence threshold pozwala uniknąć fałszywie pozytywnych detekcji.

Zadanie drzewo życia Model musi działać względnie szybko, jednak istotna jest tutaj dokładność, ponieważ BSP musi podejmować decyzje na podstawie wizji. Model musi być odporny na zmiany wielkości wykrywanych obiektów ze względu na specyfikę zadania, które wymaga zbliżenia się do wykrytego znacznika.

7000
ft

6000

5000

4000

3000

2000

1000

0

Start w zawodach

Na początku lutego 2021r. pojawiła się propozycja startu w zawodach Droniada 2021. Doświadczenie to dla AKL PP nowe - charakter zawodów znacząco odbiega od tego znanego nam z SAE, gdzie kluczem jest zaprojektowanie i i zbudowanie samolotu w układzie stałopłata. Mamy jednak w ekipie Mateusza i Bartka, a współpraca z dr inż. Krzysztofem Walasem gwarantuje, że wyzwania z zakresu automatyki i robotyki zostaną rozwiązane profesjonalnie.

Zawody Droniada 2021 mają być organizowane na lotnisku Aeroklubu Poznańskiego i Politechniki Poznańskiej w Kąkolewie przez Instytut Mikromakro, Poznańskie Centrum Superkomputerowo Sieciowe, Politechnikę Poznańską oraz Aeroklub Poznański. Polegają one na zbudowaniu autonomicznej bezzałogowej platformy latającej oraz opracowaniu oprogramowania dostosowanego do zadania konkursowego. W konkursie biorą udział zespoły akademickie i Open, które potrafią połączyć wiedzę z robotyki, teleinformatyki, geoinformacji, elektroniki i lotnictwa. Sam konkurs jest tak zaplanowany, aby sprawdzić kompetencje przyszłych kadr przemysłu 4.0 w warunkach sportowej rywalizacji, poznać różne sposoby rozwiązania postawionych problemów i ocenić możliwości systemów bezzałogowych w dostarczaniu realnej wartości odbiorcy końcowemu. Nagrodę główną zdobędzie ten zespół, który uzyska najwięcej punktów z konkurencji:

- demo systemu BSP - prezentacja systemu przygotowanego na potrzeby konkursu.
- trzy kolory - należy wykryć ogniska patogenów chorób roślin symbolizowane przez figury geometryczne - kwadraty, trójkąty i koła - w odpowiednich kolorach.
- drzewo życia - należy wykryć zarażone jabłonie w sadzie. Celem jest sprawdzenie algorytmu typu „wykryj zmianę - zareaguj”.

Zwycięstwo w poszczególnych konkurencjach jest honorowane nagrodami specjalnymi, lecz żeby pretendować do nagrody głównej należy wziąć udział w każdej konkurencji i uzyskać w nich co najmniej 50% punktów. Droniada to w dużej mie-

rze rywalizacja algorytmów, czyli coś, do czego AKL nie przywykł. Dlatego powstał interdyscyplinarny zespół doświadczonych studentów działających w PUT Aero Design pod opieką dr inż. Radosława Górzeńskiego, którzy brali udział w rywalizacji w międzynarodowych zawodach z serii SAE Aero Design, studentów PUT MultiRotors pod kierownictwem dr Jędrzeja Łuksiewicza oraz studentów kół naukowych PUT Motorsport oraz KN CybAiR zajmujących się algorytmami, systemami wizyjnymi oraz przetwarzaniem obrazu opieką dr inż. Krzysztofa Walasa. Ostateczny skład reprezentacji na zawody wyglądał następująco: Bartosz Ptak (CybAiR, PUT Motorsport), Mateusz Piechocki (CybAiR, PUT Motorsport), Jan Dominiak (AKL), Jan Luciński (AKL), Maksymilian Michta (AKL), Szymon Nyczak (PUT MultiRotors). Przygotowania rozpoczęły dosyć późno, jednak dzięki wsparciu finansowemu ze strony Pani Rektor Agnieszki Misztal, zespół nie musiał martwić się o bieżące wydatki. Znacząco usprawniło to cały proces przygotowań. Proces bardzo złożony, aby jednak nie zanudzić naszych szanownych czytelników zostanie on przedstawiony w sposób skrócony.



HolyBro

W początkowej fazie przygotowań zdecydowano się na zastosowanie bezzałogowego statku powietrznego w układzie hexacoptera na bazie posiadanych części. Pierwsze testy wykazały jednak zbyt małą sztywność posiadanej ramy oraz problemy z jednym z sześciu silników, przez co cały UAV wpadał w niekorzystnie wibracje. Po kilku nieudanych próbach



okiełznania konstrukcji, kończących się rozbiciami sprzętu, z uwagi na skracający się czas pozostały do zawodów i konieczność przeprowadzenia prób w locie postanowiono zmienić platformę latającą.

Finalnie, w trybie ekspresowym, opiekunowie Krzysztof Walas i Radek Górzeński podjęli decyzję o zakupie dwóch platform HolyBro w układzie quadcoptera. Platformy wyposażone są w autonomię lotu PixHawk - tą samą, którą stosujemy w płatowcu. Dzięki temu coptera można dowolnie skonfigurować, może on też współpracować np. z Jetsonem.



HolyBro

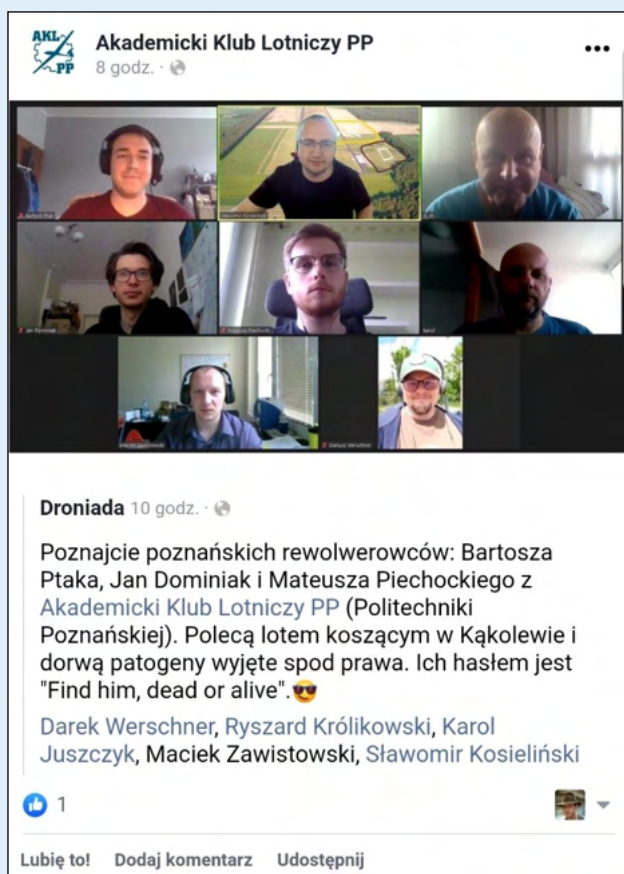
Trochę zachodu było z wysyłką coptersów od dystrybutora w Niemczech (tylko tam znaleźliśmy ostatnie sztuki), jednak finalnie wszystko dobrze się skończyło i oba urządzenia dotarły do nas przed zawodami.

Mniejsza, lżejsza, bardziej zwinna konstrukcja oparta na sprawdzonych komponentach okazała się strzałem w dziesiątkę, wyeliminowała ona znaczącą część problemów, które występowały przy hexacoptera. Wcześniej Mateusz z Bartkiem pracowali nad algorytmami, teraz - posiadając sprawdzoną i niezawodną platformę latającą - pozostało je już tylko zaimplementować.

Należy też przypomnieć o roli Mateusza Podzińskiego i Kamila Dombka, którzy - jako absolwenci nie byli już członkami ekipy - to jednak przekazali szereg wskazówek dotyczących eksploatacji Pi-

xHawka, a Mateusz oblatywał HolyBro.

Po kilku dniach zbierania zbiorów treningowych oraz wytrenowaniu sieci neuronowej i przeprowadzeniu testów w locie przystąpiliśmy do zawodów na lotnisku w Kąkolewie. Dużym wsparciem była dla nas pomoc udzielona przez Aeroklub Poznański, w postaci bezpłatnego zakwaterowania w obiekcie Aeroklubu w Białej Wsi, co oszczędziło nam codziennych, długich dojazdów.



Zawody rozpoczęły się 23 czerwca prezentacją techniczną. W ramach konkurencji sędziowie zadają zawodnikom 10 pytań generalnych o Droniadię w formie quizu w narzędziu Kahoot! (wymogi konkursu, zasady bezpieczeństwa, historia konkursu). Wynik testu wpływa na ustalenie kolejności startu, przy czym zespół, który osiągnie najlepszy wynik, wybiera sobie godzinę. Sędziowie następnie poświęcają 20 minut na rozmowę z zespołem. Im bardziej prezentacja ma charakter biznesowy, tym lepiej. Chodzi o przekonanie jurorów, że system jest sprawny i zdolny do wykonania zadań.



Prezentacja przebiegła bez większych problemów i została oceniona przez sędziów na 8/10 pkt.

Przed rozpoczęciem zawodów spotykamy się jeszcze 26 czerwca we Wronkach, gdzie Mateusz Podziński przeszkala Jasia w pilotażu Holy, a Bartek zbiera kolejne dane.



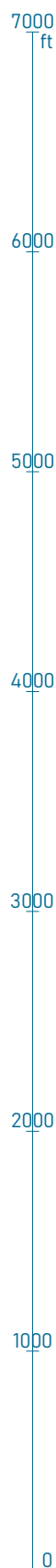
Właściwe zawody rozpoczęły się 28 czerwca. Plan przewidywał treningi w poniedziałek i wtorek oraz rozegranie konkurencji w środę i czwartek. W piątek natomiast przeprowadzone zostać miały warsztaty w PCSS, a całe wydarzenie miało zakończyć się w sobotę.

Pierwsze dwa dni wykorzystaliśmy na dodatkowe testy na właściwym polu rywalizacji. Bardzo istotnie okazało się sprawdzenie algorytmu w rzeczywistych warunkach środowiskowych, pozwoliło nam to na wprowadzenie niezbędnych zmian oraz zebranie dodatkowego materiału treningowego oraz do szkolenie sieci neuronowej.

Rutynę lotów testowych zaburzył jedynie drobny incydent, który miał miejsce we wtorek wieczorem. Po ustaleniu przyczyny i zdiagnozowaniu źródła problemu, dzięki posiadaniu zestawu części zamiennych, możliwe było przeprowadzenie transplantacji jednego z ramion drona. Operacja zakończyła się powodzeniem i jeszcze tej samej nocy w świetle reflektorów samochodów i oświetlenia pokładowego wykonaliśmy oblot, potwierdzający działanie wszystkich systemów pokładowych. Tak przygotowani oczekiwaliśmy na rozpoczęcie rywalizacji.



W środę rano odbyło się losowanie kolejności startu w konkurencjach, nam przypadł numer 2. Około godziny 9:30 pierwsza z drużyn rozpoczęła swoje zmagania, jednak podczas ich lotu nad lotnisko nadciągnęły ciemne chmury, z których spadł deszcz. Loty zostały zawieszono do godziny 16:00. W międzyczasie nasilił się wiatr, z naszych obliczeń wynikało, że przy panujących warunkach atmosferycznych nie dysponujemy wystarczającym czasem lotu, który pozwoliłby na realizację całej misji. Wpadliśmy zatem na pomysł wykorzystujący drugi bezzałogowy statek powietrzny. Pomysł zakładał wzbicie się w powietrze i przelecie nad całym obszarem, sporządzenie wstępnej mapy na papierze, a następnie zaplanowanie trasy przelotu właściwego drona w najbardziej optymalny sposób. Pomysł na pozór genialny w swej prostocie, jednak kłopotliwy w kontekście ograniczonego czasu misji wynoszącego tylko 20 minut. Pokrycie ścieżką poszukiwań kwadratu o boku 300 m i to dwukrotnie w takim czasie jest niemożliwe. Postanowiliśmy zatem, że pierwszy dron wzbije się na maksymalną dozwoloną wysokość 120 m, a następnie z maksymalną prędkością postępową wynoszącą 9 m/s przeleci nad całym obszarem. Dzięki dużej wysokości oraz szerokiemu kąтови widzenia całość zajęła jedynie 2 minuty i 7 sekund. Następnie szybkie zaprogramowanie trasy dla właściwego drona i w okolicach 6 minuty misji byliśmy gotowi do startu w konkurencji trzy kolory. Przeprowadzona przed startem checklista zapewniła działanie wszystkich systemów pokładowych, zatem w odpowiednim momencie do



naszych obowiązków zostało uzbrojenie BSP i dalsze monitorowanie parametrów lotu. Niestety moment nie był odpowiedni. Krótco po starcie, kiedy dron znajdował się na wysokości około dwóch metrów, uderzył w niego dość silny podmuch wiatru, który spowodował jego przesunięcie w kierunku namiotu sędziowskiego. Licząc na samodzielne skorygowanie pozycji przez autopilota pilot bezpieczeństwa nie przejął kontroli nad statkiem powietrznym. Po chwili, po której nie nastąpiło skorygowanie pozycji, bezzałogowe zostało przełączone w tryb manualny i błyskawicznie odprowadzony na bezpieczną odległość. W związku z ciągle wiejącym porzywistym wiatrem osiagającym 40 km/h i bliskością punktu trasy względem wspomnianego już namiotu sędziowskiego podjęto decyzję o powrocie do lądowania w trybie manualnym. Po delikatnym lądowaniu w wyznaczonym miejscu, checkliście po zakończeniu lotu oraz ponownej checkliście przed lotem zawierającej korektę trasy ponownie byliśmy w powietrzu. Tym razem bez niespodzianek przeszliśmy do lotu po wyznaczonej trasie. Dalsza część misji przebiegła bez zakłóceń, lot był stabilny, połączenie z serwerem Poznańskiego Centrum Superkomputerowo Sieciowego, na którym logowany jest przebieg misji, było poprawne i niezakłócone. W tym momencie naszym największym problemem był kurczący się zapas czasu. 20 minuta zbliżała się nieubłagalnie. Na całe szczęście ostatni punkt nawigacyjny osiągnęliśmy równo w 18. minucie, pozostał jedynie powrót i lądowanie. Odliczamy upływające sekundy. Dochodzi 19 minuta. Dron zawisł nad miejscem lądowania, jest spora szansa na wylądowanie w miejscu docelowym, a co więcej - zmieszczenie się w wyznaczonym czasie. Najważniejsze jest teraz wykonanie jednego, niezakłóconego podejścia do lądowania. Wiatr w dalszym ciągu wieje mocniej niż byśmy sobie tego życzyli. Roznoszący się dźwięk silników jasno wskazuje na odbywającą się walkę. BSP rozpoczyna zniżanie, czasami mniej, czasami bardziej stabilnie, jednak sukcesywnie przybliża się do ziemi. Na wysokości jednego metra można stwierdzić, że tylko podmuch wiatru przeszkodzi nam w wylądowaniu w wyznaczonej strefie. Ten jednak nigdy nie nadchodzi. Lądujemy pomyślnie, zbieramy owacje od widowni i gratulacje

od sędziów. Jednak jeszcze nie czas na rozprężenie. Od momentu zakończenia misji mamy 30 minut na przesłanie zapisów z kontrolera lotów oraz raportu po zakończonym zadaniu. Udajemy się więc do wyznaczonego boksu w hangarze aby w spokoju przeprowadzić te czynności. Z dużym zapasem czasu wykonujemy to zadanie.



HolyBro

W momencie zakończenia zadania trzy kolory przystępujemy do przygotowań do misji drzewo życia. Przed wyjazdem z lotniska zbieramy jeszcze dodatkowe materiały potrzebne do dopracowania algorytmu wykrywającego. Posiadając odpowiednie dane udajemy się do naszej bazy w Białej Wsi. Niezwłocznie przystępujemy do prac, równolegle poprawiane są poszczególne elementy systemu informatycznego, przygotowujemy system zrzucający kulkę oraz wykonywany jest przegląd całego BSP.

Prace trwają do wczesnych godzin porannych. Dzięki niedoborem snu zwlekamy się z łóżek i ledwo przytomni udajemy się na lotnisko po drodze wyposażając się w zestaw przyjaciół każdego studenta - zgrzewkę napojów energetycznych. O godzinie 8:30 rozpoczyna się odprawa, podczas której losujemy 5 numer w kolejce startowej. Przygotowujemy się do dalszych testów. Przebiegają one pomyślnie. Po nich, przeprowadzamy ostatecznie testy oprogramowania i o godzinie 12:30 jesteśmy na polu wzlotów gotowi do działania. Niestety pogoda znów nam nie sprzyja. Wieje porywisty wiatr, zdarzają się



również opady deszczu. Ponownie wykonujemy wymagane checklisty, tym razem uwzględniające dodatkowe wyposażenie w postaci dyspensera kulek paintballowych symulujących lekarstwo dla zakażonych drzewek w sadzie.



System zrzutu kulek

Gdy jesteśmy gotowi, warunki nadal nie są sprzyjające, sędziowie dają nam 5 minut na decyzję czy chcemy podjąć próbę lotu. Pod koniec tego czasu wiatr słabnie, decydujemy się zatem wystartować. Tym razem wznoszenie przebiega bez problemu i nasz dron kieruje się do pierwszego z pięciu rzędów drzew w sadzie. Lot nad pierwszymi czterema przebiega bez zakłóceń, jednak podczas wykonywania nawrotu przed 5. rzędem wzmaga się wiatr dociskając BSP do ziemi. Konieczna jest ingerencja pilota i wyprowadzenie drona z sytuacji niebezpiecznej. Manewr ten przebiega poprawnie i po kilku sekundach kontynuujemy misję według planu. Dalsza część lotu nad 5. rzędem przebiega już bez problemów. Kończymy lot nad sadem i kierujemy się do miejsca lądowania. Wiatr jednak zmienił kierunek i przybrał na sile, w tym momencie wieje z kierunku powrotnego. 8 minutowa misja wyczerpała około 50% akumulatora w naszym statku powietrznym. Niestety nie radzi on sobie z porywistym wiatrem i ponownie zaczyna spadać, co spotyka się ze stanowczą reakcją pilota. Wyprowadza on drona z przechyłu kierując całą dostępną siłą ciągu prostopadle względem ziemi, nabierając w ten sposób wysokości. Brak pochylenia w stronę wiatru powoduje jednak odsunięcie go od miejsca lą-

dowania. Próba skierowania bezzałogowca w stronę bazy odwraca sytuację, pochyła się on do przodu (pomimo czego nadal nie jest w stanie pokonać siły wiejącego wiatru), maleje wartość rzeczywistej siły nośnej, wzrasta powierzchnia czołowa, wiejący wiatr zaczyna dociskać maszynę do ziemi. W tym momencie jest to sytuacja bez powrotu. BSP albo utrzyma się w powietrzu, ale zostanie odepchnięty przez wiatr „nie-wiadomo-gdzie”, lub spadnie próbując lecieć pod wiatr. Ze względów bezpieczeństwa wybieramy tę drugą opcję. Dron przyземia w pobliżu sadu.

Udajemy się na oględziny. Uszkodzenia nie są poważne. Dowiadujemy się, że pomimo braku powrotu do bazy, nasza misja zostaje zaliczona - rozbicie nastąpiło już po wykonaniu zadania. Po spakowaniu stacji naziemnej udajemy się do hangaru, aby ponownie wysłać logi z lotu. Bezproblemowo udaje się nam wykonać to w czasie. Biorąc pod uwagę dość wczesną godzinę przystępujemy do oceny uszkodzeń i próby naprawy maszyny. Sprawnie wymieniamy ramię oraz podwozie, kalibrujemy kompas i akcelerometr, a następnie udajemy się na lot próbny - wszak może uda się przekonać sędziów do możliwości ponownego podejścia do zadania.

Test jednak nie idzie po naszej myśli, krótko po starcie maszyna wpada w niekontrolowany ruch obrotowy i bezwładnie spada na ziemię. Ponownie dokonujemy napraw. Kolejny lot nie jest tak dramatyczny jak poprzedni, jednak na pewno nie można nazwać go stabilnym. Bezowocnie staramy się znaleźć przyczynę tego problemu. Prawdopodobnie uszkodzeniu uległ kontroler lotu. Nie chcąc ryzykować dalszego uszkodzenia drona, musimy zrezygnować z ponownej próby podejścia do zadania. W tym momencie pozostaje nam już tylko oczekiwanie na ogłoszenie wyników.

Oficjalne zakończenie zawodów odbywa się 3 lipca na Kąkolewie. W imprezie zakończenia uczestniczą m.in. Pan Rektor Teofil Jesionowski, Pani Prorektor Agnieszka Misztal, Pan Prorektor Paweł Śniatała, Cezary Mazurek pełnomocnik dyrektora IChB PAN ds. PCSS, Janusz Janiszewski prezes PAŻP.

7000
ft
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0

Wręczane są nagrody. W swoim pierwszym starcie w Droniadzie zajmujemy miejsce 6. Pierwsze koty za płoty, za rok wygramy :-)



Wyposażeni w nadajnik ADS-B z PAŻP wykonujemy jeszcze testowe loty naszym płatowcem. Po zakupach dokonanych w ramach projektu AeroSfera planujemy na stałe wykonywać loty z pokładowym ADS-B. W takowe wyposażone są wszystkie samoloty latające w przestrzeni kontrolowanej, dzięki czemu możemy je obserwować na bieżąco choćby w aplikacji flihtadar24. Na chwilę obecną pokładowy ADS-B w UAV nie zmienia nic w postrzeganiu dronów w ruchu kontrolowanym, ale w przyszłości powinno się to zmienić.



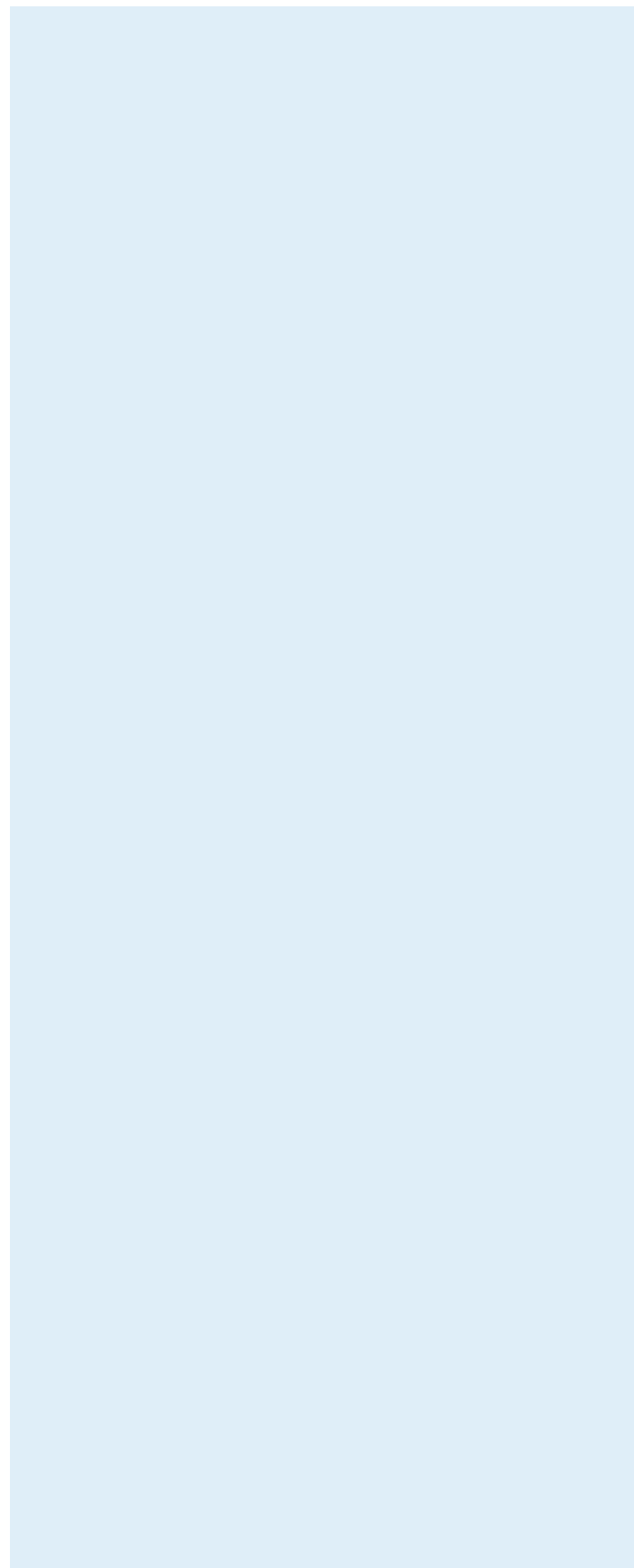
Na koniec zawodów mamy przyjemność wykonać pamiątkowe zdjęcie z władzami Politechniki.



Jest też czas na grupowe zdjęcie wszystkich uczestników.



Tym kończy się nasz udział w zawodach Droniada 2021. Doświadczenia zdobyte podczas rywalizacji pozwolą na podejmowanie przez nas coraz większych wyzwań. Mamy nadzieję, że już wkrótce wykorzystamy zdobyte umiejętności w praktyce.



Projekt „Udział reprezentacji Politechniki Poznańskiej w akademickich zawodach konstruktorów lotniczych SAE Aero Design USA 2021, SAE Aero Design Brasil 2021 i Teknofest Technology” jest realizowany w ramach projektu pozakonkursowego o charakterze koncepcyjnym pt. „Najlepsi z Najlepszych! 4.0” w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.