

Systemy wbudowane

Projekt drona

Paweł Grzegorzewski, Paweł Haraburda, Jan Nawrat

1 Słownik pojęć

W dokumentacji używane będą następujące pojęcia:

- BSP – bezzałogowy statek powietrzny (ang. *unmanned aerial vehicle*, skr. *UAV*), statek powietrzny bez możliwości zabierania pasażerów, w tym przypadku pilotowany zdalnie
- dron – inaczej BSP
- kontroler – niewielkie urządzenie umożliwiające sterowanie BSP na odległość poprzez RC, używające urządzenia z systemem Android lub iOS jako wyświetlacza
- RC – (Radio Control) zdalne sterowanie realizowane drogą radiową
- GPS (Global Positioning System) – System nawigacji satelitarnej umożliwiający określenie dokładnej pozycji geograficznej na całym świecie.
- ULC (Urząd Lotnictwa Cywilnego) – Polska instytucja odpowiedzialna za nadzór i regulację cywilnego ruchu lotniczego, w tym dronów.
- I2C (Inter-Integrated Circuit) – Protokół komunikacyjny umożliwiający wymianę danych pomiędzy różnymi układami scalonymi za pomocą dwóch linii – danych (SDA) i zegara (SCL).
- SPI (Serial Peripheral Interface) – Protokół komunikacyjny do szybkiej wymiany danych pomiędzy mikrokontrolerem, a urządzeniami peryferyjnymi za pomocą czterech linii – danych wejścia (MISO), danych wyjścia (MOSI), zegara (SCK) i sygnału wyboru urządzenia (SS).
- GPIO (General Purpose Input/Output) – Uniwersalne piny na mikrokontrolerze lub komputerze jednopłytkowym, które mogą być konfigurowane jako wejścia lub wyjścia do sterowania różnymi urządzeniami.
- MIPI CSI (Mobile Industry Processor Interface Camera Serial Interface) – Standard interfejsu używany do podłączania kamer do procesorów, umożliwiający przesyłanie danych obrazu z dużą prędkością.
- CPU (Central Processing Unit) – Centralna jednostka przetwarzająca (procesor), odpowiedzialna za wykonywanie instrukcji i zarządzanie operacjami w komputerze lub mikrokontrolerze.
- JSS – jednostka sterująca silnikami

2 Jakie są założenia projektu (CO)

System zajmuje się obsługą BSP z kamerą na pokładzie, odpowiada za umożliwienie lotu oraz sterowania zewnętrznego. Sterowanie dronem będzie odbywało się z użyciem kontrolera. Użytkownik będzie miał możliwość sterowania lotem w trzech osiach oraz zapisywania fotografii. Opcjonalnie do kontrolera będzie można podłączyć urządzenie mobilne z systemem Android lub iOS i uzyskać dostęp do poglądu z kamery pokładowej na żywo. W przypadku awarii lub utraty połączenia z kontrolerem dron podejmie próbę powrotu do miejsca startu. Wstępna kalibracja BSP będzie możliwa do wykonania przez użytkownika bez kwalifikacji ani wcześniejszego doświadczenia.

3 W jaki sposób założenia zostaną zrealizowane (JAK)

1. Łączność modułu sterującego z BSP – dron zostanie wyposażony w moduł RC, za pomocą którego będzie łączył się z kontrolerem. Poprzez użycie połączenia USB z kontrolerem i dedykowanej aplikacji obraz z kamery na pokładzie będzie mógł być odbierany i wyświetlany na urządzeniu mobilnym.
2. Sterowanie – kontroler będzie umożliwiał sterowanie BSP w trzech osiach poprzez odpowiednie manipulowanie dwoma drążkami (jeden w osiach x i z, drugi w osi y). Ruchy te będą odpowiednio interpretowane poprzez oprogramowanie na pokładzie drona i wysyłane będą sygnały sterujące do odpowiednich silników i powierzchni sterowych drona.
3. Wspomaganie lotu – dron będzie wyposażony w system stabilizacji lotu, który wykorzystuje algorytmy kontroli lotu i czujniki inercyjne, zapewniając płynne i precyzyjne manewry.
4. Podgląd na żywo – system będzie umożliwiał transmisję obrazu z kamery zainstalowanej na pokładzie drona do dedykowanej aplikacji w czasie rzeczywistym.
5. Wykonywanie fotografii – możliwe będzie wykonanie fotografii zintegrowaną kamerą na pokładzie drona. Kontroler będzie wyposażony w dwa przyciski oraz lampkę kontrolną przeznaczone do obsługi tej funkcji.
6. Zapisywanie lokalizacji startowej – BSP będzie zapisywał lokalizację miejsca startowego w pamięci wewnętrznej poprzez wykorzystanie systemu GPS, co pozwala na szybkie odnalezienie punktu startowego w przypadku konieczności powrotu.
7. Automatyczne powracanie do lokalizacji startowej – w przypadku utracenia połączenia z kontrolerem BSP automatycznie powróci do miejsca startowego wykorzystując odpowiednie algorytmy nawigacyjne i zapisaną lokalizację startową.
8. Kalibracja przez użytkownika – procedura kalibracji BSP będzie intuicyjna i będzie możliwa do przeprowadzenia przez użytkownika bez żadnych kwalifikacji. Razem z dronem dostarczana będzie instrukcja kalibracji "krok po kroku".
9. Diody kontrolne – każde ramię z silnikiem zostanie wyposażone w diodę kontrolną oraz jedną diodę zamieszczoną z tyłu drona. Diody te będą ułatwiały proces kalibracji, a podczas lotu będą zwiększały widoczność BSP. Kontroler również będzie wyposażony w diody. (Diody będą opisane w części działania systemu.)

4 Gdzie system jest wykorzystywany (GDZIE)

Korzystać z systemu można w obszarach zamkniętych jak i otwartych. Między innymi: obszary zurbanizowane, terenty wiejskie, obszary leśne oraz górskie. Urządzenie nie nadaje się do korzystania w wodzie.

4.1 Ograniczenia systemu.

Korzystając z urządzenia trzeba brać pod uwagę czynniki takie jak:

- Pogoda — przy dużym wietrze mogą wystąpić problemy ze sterownością, przy wzmożonym deszczu może dojść do zwarć w systemie, bądź w momencie burz do uderzenia piorunem. W sytuacji dużego zachmurzenia lub mgły obraz z kamery może być niewyraźny oraz jest możliwe utrata widoczności drona. Korzystając z urządzenia w niższych temperaturach prawdopodobne jest szybsze wyczerpanie akumulatora.
- Wysokość — w momencie osiągania większych wysokości dron stanowi poważniejsze zagrożenie w momencie awarii systemu. Trzeba też brać pod uwagę możliwe kolizje z innymi statkami powietrznymi (innymi dronami, samolotami, helikopterami).
- Zasięg — dron posiada ograniczony zasięg latania spowodowany utratą sygnału z kontrolerem na dalszych odległościach.
- Prawne — opisane zostały w kolejnym punkcie.

5 Przepisy dronowe oraz ograniczenia prawne

- Drony dzielą się na 4 kategorie ze względu na swoją wagę: C0, C1, C2, C3 dla kolejno wag nieprzekraczających : 250 gram, 900 gram, 4 kg, 25 kg.
- Dronami w kategorii C0 można latać bez wczesnego szkolenia, do innych natomiast przejście szkolenia jest konieczne. Mogą one (szkolenia) różnić się w zależności od kraju w UE.
- Choć do kategorii C0 nie wymagane jest szkolenie, to każda kategoria wymaga rejestracji osoby operującej dronem. Jeśli sam dron jest dronem certyfikowanym (posiada certyfikat zdolności do lotu wydany przez Krajowy Urząd Lotnictwa Cywilnego) to również on musi zostać zarejestrowany. Rejestracja operatora drona jest uznawana w całej UE.
- Każde państwo UE określa strefy geograficzne dla dronów, które są obszarami, w których drony nie mogą latać (np. parki narodowe, centra miast lub w pobliżu lotnisk) lub mogą latać tylko pod pewnymi warunkami, lub w których wymagają zezwoleń na lot.
- Latanie dronem nad pojedynczymi ludźmi jest dozwolone tylko przy kategorii C0, ale niedozwolone jest latanie nad zgromadzeniami ludzi.
- Wymagany wiek aby operować dronem w UE to 16 lat.
- Wszystkie drony powyżej wagi 20kg wymagają ubezpieczenia.

- Maksymalna wysokość lotu w Polsce wynosi 120m od powierzchni ziemi, ale w niektórych miejscach ograniczenie te może być mniejsze. Jeśli przeszkoda wymaga lotu ponad 120m od powierzchni ziemi, należy zachować odległość od niej na co najmniej 50m oraz przelecieć nad nią na maksymalnie 15m wzwyż.
- W momencie potrzeby uzyskania certyfikatu kompetencji pilota, wydawanie certyfikatów odpowiedzialne są krajowe władze lotnicze (w Polsce ULC). Działają one w całej UE.

6 Dla kogo system jest przeznaczony (KTO)

- Serwisant – naprawa urządzenia, wymiana części, testowanie działania systemu.
- Użytkownik – rekreacyjne/ekstremalne latanie dronem, robienie zdjęć/filmów, kalibracja oraz ładowanie urządzenia, podgląd z kamery urządzenia na telefonie za pomocą dedykowanej aplikacji.

7 Przypadki użycia

Nazwa PU: Włączenie drona	Numer PU: 1	Priorytet: wysoki
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: Ogólny	
Udziałowcy i cele:	Użytkownik, potrzeba przełączenia switcha z off na on na dronie	
Wyzwalacz: Przełączenie switcha z off na on w dronie	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
Powiązania: Wysyłanie video live z kamery w dronie do kontrolera		
Zwykły przebieg zdarzeń:	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'off' na pozycje 'on' 2. Próba sparowania drona z kontrolerem 3. Uruchomienie drona, pojawienie się kontrolki na dronie świadczącej o włączeniu	
Przebiegiwy poboczne: brak		
Przebiegiwy alternatywne/wyjątkowe:	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'off' na pozycje 'on' 2. Nie włączenie się drona, spowodowane uszkodzeniem akumulatorów bądź brakiem ich naładowania	

Tabela 1: Przypadki użycia dla włączenia drona

Nazwa PU: Wyłączenie drona	Numer PU: 2	Priorytet: wysoki
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: Ogólny	
Udziałowcy i cele:	Użytkownik, potrzeba przełączenia switcha z on na off na dronie	
Wyzwalacz: Przełączenie switcha z on na off w dronie	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
Powiązania: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'on' na pozycje 'off' 2. Dron kończy komunikację z kontrolerem 3. Wyłączenie drona, zniknięcie kontrolki na dronie świadczącej o włączeniu	
Przepływy poboczne: brak		
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'on' na pozycje 'off' 2. Nie wyłączenie się drona, spowodowane uszkodzeniem systemu	

Tabela 2: Przypadki użycia dla wyłączenia drona

Nazwa PU: Włączenie kontrolera	Numer PU: 3	Priorytet: wysoki
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: Ogólny	
Udziałowcy i cele: Użytkownik, potrzeba przełączenia switcha z off na on na kontrolerze		
Wyzwalacz: Przełączenie switcha z 'off' na 'on' na kontrolerze	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
Powiązania: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'off' na pozycje 'on' 2. Próba sparowania kontrolera z dronem 3. Uruchomienie kontrolera, pojawienie się kontrolki na kontrolerze świadczącej o włączeniu	
Przepływy poboczne: brak		
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'off' na pozycje 'on' 2. Nie włączenie się kontrolera, spowodowane uszkodzeniem akumulatorów bądź brakiem ich naładowania	

Tabela 3: Przypadki użycia dla włączenia kontrolera

Nazwa PU: Wyłączenie kontrolera	Numer PU: 4	Priorytet: wysoki
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: Ogólny	
Udziałowcy i cele: Użytkownik, potrzeba przełączenia switcha z 'off' na 'on' na kontrolerze		
Wyzwalacz: Przełączenie switcha z 'on' na 'off' na kontrolerze	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
Powiązania: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'on' na pozycje 'off' 2. Zakończenie komunikacji z kontrolera z dronem 3. Wyłączenie akumulatora	
Przepływy poboczne: brak		
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'off' na pozycje 'on' 2. Nie wyłączenie się kontrolera, spowodowane uszkodzeniem systemu	

Tabela 4: Przypadki użycia dla wyłączenia kontrolera

Nazwa PU: Uruchomienie silników drona	Numer PU: 5	Priorytet: wysoki
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: szczegółowy	
Udziałowcy i cele: Użytkownik, potrzeba naciśnięcia przycisku na kontrolerze		
Wyzwalacz: Przytrzymanie przycisku 'uruchom silniki' przez 3 sekundy	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
Powiązania: Przesył kontroler - dron		
Zwykły przepływ zdarzeń:	<div>1. Przytrzymanie przycisku 'uruchomienie silników' przez 3 sekundy</div> <div>2. Przesłanie sygnału z kontrolera do drona</div> <div>3. Dron zapisuje lokalizację GPS</div> <div>4. Dron sprawdza czy możliwe jest włączenie silników</div> <div>5. Dron uruchamia silniki</div>	
Przepływy poboczne: brak		
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:	<div>1. Przytrzymanie przycisku 'uruchomienie silników' przez 3 sekundy</div> <div>2. Dron nie uruchamia silników z powodu braku połączenia między kontrolerem a dronem</div> <div>3. Dron nie uruchamia silników z powodu nie włączenia go</div>	

Tabela 5: Przypadki użycia dla uruchomienia silników drona

Nazwa PU: Wyłączenie silników drona	Numer PU: 6	Priorytet: wysoki
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: szczegółowy	
Udziałowcy i cele: Użytkownik, potrzeba naciśnięcia przycisku na kontrolerze		
Wyzwalacz: Przytrzymanie przycisku 'wyłącz silniki' przez 3 sekundy	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
Powiązania: Przesył kontroler - dron		
Zwykły przepływ zdarzeń:	<div>1. Przytrzymanie przycisku 'wyłącz silnik' przez 3 sekundy</div> <div>2. Przesłanie sygnału z kontrolera do drona</div> <div>3. Dron wyłącza silniki</div>	
Przepływy poboczne: brak		
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:	<div>1. Przytrzymanie przycisku 'wyłącz silniki' przez 3 sekundy</div> <div>2. Dron nie wyłącza silników z powodu braku połączenia między kontrolerem a dronem</div>	

Tabela 6: Przypadki użycia dla wyłączenia silników drona

Nazwa PU: Wyciągnięcie karty pamięci SD	Numer PU: 7	Priorytet: niski
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: ogólny	
Udziałowcy i cele: Użytkownik, dron w celu przekazania karty z drona do użytkownika		
Wyzwalacz: wciśnięcie płytki zawierającej kartę SD	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
Powiązania: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	<div>1. wciśnięcie płytki zawierającej kartę SD</div> <div>2. wysunięcie płytki</div> <div>3. usunięcie możliwości zapisu na kartę SD w tym fotografowanie</div> <div>4. wsunięcie płytki z powrotem (poprzez użytkownika)</div> <div>5. jeśli wykryto kartę to przwrócenie możliwości zapisu na kartę SD</div>	
Przepływy poboczne: brak		
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:	<div>1. wciśnięcie płytki zawierającej kartę SD</div> <div>2. nie nastąpiło wysunięcie płytki</div> <div>3. dostęp do karty SD poprzez rozkręcenie drona</div> <div>4. usunięcie możliwości zapisu na kartę SD w tym fotografowanie</div> <div>5. skrócenie drona spowrotem (poprzez użytkownika)</div> <div>6. jeśli wykryto kartę to przwrócenie możliwości zapisu na kartę SD</div>	

Tabela 7: Przypadki użycia dla wyciągnięcia karty pamięci SD

Nazwa PU: Kalibracja drona	Numer PU: 8	Priorytet: średni
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: ogólny	
Udziałowcy i cele: Użytkownik, dron		
Wyzwalacz: Wciśnięcie przycisku służącego do kalibracji na dronie	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
Powiązania: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	<div><div>1. wciśnięcie przycisku rozpoczynającego kalibrację trzymając go prosto, poziomo</div><div>2. zaświecenie się lampki kontrolnej na zielono</div><div>3. obrócenie drona względem osi z o 90%</div><div>4. zaświecenie się lampki kontrolnej na zielono</div><div>5. obrócenie drona względem osi z o 90%</div><div>6. zaświecenie się lampki kontrolnej na zielono</div><div>7. obrócenie drona względem osi z o 90%</div><div>8. zaświecenie się lampki kontrolnej na zielono</div><div>9. obrócenie drona względem osi z o 90%</div><div>10. zaświecenie się lampki kontrolnej na zielono</div><div>11. powrót do punktu 3 tym razem względem osi x, kontynuacja do punktu 10, po czym powtórzenie względem osi y</div><div>12. zakończenie kalibracji</div><div>13. testowanie lotu poprzez użytkownika, jeśli efekt nie zadowalający powrót do punktu pierwszego</div></div>	
Przepływy poboczne: brak		
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:	<div><div>1. wciśnięcie przycisku rozpoczynającego kalibrację</div><div>2. nieudana kalibracja</div><div>3. zaświecenie się kontrolki na czerwono</div><div>4. wyłączenie trybu kalibracji</div></div>	

Tabela 8: Przypadki użycia dla wyciągnięcia karty pamięci SD

Nazwa PU: Ładowanie akumulatorów drona	Numer PU: 9	Priorytet: średni
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: ogólny	
Udziałowcy i cele: Użytkownik, dron w celu naładowania akumulatorów drona		
Wyzwalacz: podpięcie kabla USB-C (podłączonego do zasilania) do drona	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
<ul style="list-style-type: none">• Powiązania: brak• Asocjacja: brak• Zawieranie: brak• Rozszerzenie: brak• Generalizacja: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	<ol style="list-style-type: none">1. podpięcie kabla USB-C (podłączonego do zasilania) do drona2. rozpoczęcie procesu ładowania akumulatorów3. osiągnięcie maskymalnej pojemności akumulatorów4. wyciągnięcie kabla zasilającego	
Przebiegiwy poboczne:	<ol style="list-style-type: none">1. podpięcie kabla USB-C (podłączonego do zasilania) do drona2. rozpoczęcie procesu ładowania akumulatorów3. wyciągnięcie kabla zasilającego	
Przebiegiwy alternatywne/wyjatkowe: brak		

Tabela 9: Przypadki użycia dla ładowania drona

Nazwa PU: Ładowanie akumulatorów kontrolera	Numer PU: 10	Priorytet: średni
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: ogólny	
Udziałowcy i cele: Użytkownik, kontroler w celu naładowania akumulatorów kontrolera		
Wyzwalacz: podpięcie kabla USB-C (podłączonego do zasilania) do kontrolera	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
<ul style="list-style-type: none">• Powiązania: brak• Asocjacja: brak• Zawieranie: brak• Rozszerzenie: brak• Generalizacja: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	<ol style="list-style-type: none">1. podpięcie kabla USB-C (podłączonego do zasilania) do kontrolera2. rozpoczęcie procesu ładowania akumulatorów3. osiągnięcie maskymalnej pojemności akumulatorów4. wyciągneicie kabla zasilającego	
Przepływy poboczne:	<ol style="list-style-type: none">1. podpięcie kabla USB-C (podłączonego do zasilania) do kontrolera2. rozpoczęcie procesu ładowania akumulatorów3. wyciągneicie kabla zasilającego	
Przepływy alternatywne/wyjatkowe: brak		

Tabela 10: Przypadki użycia dla ładowania kontrolera

Nazwa PU: Wysyłanie obrazu z kamery na żywo	Numer PU: 11	Priorytet: średni
Aktor podstawowy: dron	Typ opisu: szczegółowy	
Udziałowcy i cele: dron oraz kontroler z podłączonym telefonem w celu udostępnienia możliwości poglądu		
Wyzwalacz: uruchomienie drona	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
<ul style="list-style-type: none">• Powiązania: Podłączenie telefonu do kontrolera• Asocjacja: brak• Zawieranie: brak• Rozszerzenie: brak• Generalizacja: brak		
Zwykły przebieg zdarzeń:	<ol style="list-style-type: none">1. włączenie drona2. uruchomienie kamery3. rozpoczęcie przesyłu wideo4. odbiór wideo poprzez kontroler5. przesłane wideo do podłączonego urządzenia mobilnego6. wyświetlenie wideo poprzez podłączone urządzenie	
Przebiegi poboczne:	<ol style="list-style-type: none">1. włączenie drona2. rozpoczęcie wysyłania wideo3. odbiór wideo poprzez kontroler4. nie wykryto podłączonego urządzenia mobilnego5. oczekiwanie w tle, kontrolera na podłączenie telefonu6. przejście do przypadku użycia ”Podłączenie telefonu do kontrolera”	
Przebiegi alternatywne/wyjątkowe: brak		

Tabela 11: Przypadki użycia dla przesyłania obrazu na żywo

Nazwa PU: Wykonanie ruchu	Numer PU: 12	Priorytet: wysoki
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: szczegółowy	
Udziałowcy i cele: użytkownik, kontroler, dron		
Wyzwalacz: zmiana pozycji jednego lub więcej z drążków kontrolera	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
<ul style="list-style-type: none">• Powiązania: brak• Asocjacja: brak• Zawieranie: brak• Rozszerzenie: Wysłanie sygnału do drona• Generalizacja: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	<ol style="list-style-type: none">1. kontroler czytuje aktualne pozycje drążków2. kontroler wysyła informację o wprowadzonym ruchu do drona3. dron otrzymuje sygnał z informacją o ruchu4. na podstawie inforamcji z sensorów na pokładzie dron ustala, czy ruch zakończy się kolizją5. dron ustala jakie ustawienie silników skutkuje wykonaniem ruchu po czym je wdraża	
Przepływy poboczne:	<ol style="list-style-type: none">1a) kontroler czytuje aktualne pozycje drążków1b) kontroler wysyła informację o wprowadzonym ruchu do drona1c) dron otrzymuje sygnał z informacją o ruchu1d) na podstawie inforamcji z sensorów na pokładzie dron ustala, czy ruch zakończy się kolizją1e) dron nie wykonuje ruchu, ponieważ wykrył możliwość kolizji	
Przepływy alternatywne/wyjątkowe: brak		

Tabela 12: Przypadek użycia: Wykonanie ruchu

Nazwa PU: Lądowanie	Numer PU: 13	Priorytet: średni
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: szczegółowy	
Udziałowcy i cele: użytkownik, kontroler, dron		
Wyzwalacz: wciśnięcie dedykowanego przycisku lądowania na kontrolerze	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
<ul style="list-style-type: none">• Powiązania: Wykonanie ruchu• Asocjacja: brak• Zawieranie: brak• Rozszerzenie: Wysłanie sygnału do drona• Generalizacja: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	<ol style="list-style-type: none">1. kontroler wysyła sygnał do drona z informacją o rządaniu lądowania2. dron otrzymuje sygnał3. dron rozpoczyna manewr lądowania wspomagając się sensorami4. dron kończy lądowanie gdy odczyta z sensorów, że znalazł się na podłożu	
Przepływy poboczne:	<ol style="list-style-type: none">1a) kontroler wysyła sygnał do drona z informacją o rządaniu lądowania1b) dron otrzymuje sygnał1c) dron rozpoczyna manewr lądowania wspomagając się sensorami1d) użytkownik rozpoczął wykonywanie ruchu1e) dron otrzymuje sygnał z rządaniem wykonaniu ruchu i porzuca operację lądowania	
Przepływy alternatywne/wyjatkowe:	<ol style="list-style-type: none">1a) kontroler wysyła sygnał do drona z informacją o rządaniu lądowania1b) dron otrzymuje sygnał1c) dron rozpoczyna manewr lądowania wspomagając się sensorami1d) dron wykrywa nieprzewidzianą zmianę położenia1e) dron stabilizuje się i porzuca wykonanie manewru lądowania	

Tabela 13: Przypadek użycia: Lądowanie

Nazwa PU: Wysyłanie sygnału PING do drona	Numer PU: 14	Priorytet: średni
Aktor podstawowy: kontroler	Typ opisu: szczegółowy	
Udziałowcy i cele: kontroler, dron		
Wyzwalacz: przerwanie przez wewnętrzny timer	Typ wyzwalacza: wewnętrzny	
<ul style="list-style-type: none">● Powiązania: Powrót do miejsca startu● Asocjacja: brak● Zawieranie: brak● Rozszerzenie: Wysłanie sygnału do drona● Generalizacja: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	1. kontroler wysyła sygnał do drona 2. dron odbiera sygnał i zapisuje nowy czas otrzymania ostatniego sygnału	
Przepływy poboczne:	1a) kontroler wysyła sygnał do drona 1b) sygnał nie dociera	
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:		

Tabela 14: Przypadek użycia: Wysyłanie sygnału PING do drona

Nazwa PU: Powrót do miejsca startu	Numer PU: 15	Priorytet: średni
Aktor podstawowy: dron	Typ opisu: szczegółowy	
Udziałowcy i cele: kontroler(w przepływie pobocznym), dron		
Wyzwalacz: przerwanie związane z nieotrzymaniem sygnału PING od kontrolera	Typ wyzwalacza: wewnętrzny	
<ul style="list-style-type: none">• Powiązania: Wysłanie sygnału PING do drona• Asocjacja: Lądowanie• Zawieranie: brak• Rozszerzenie: Wysłanie sygnału do drona• Generalizacja: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	<ol style="list-style-type: none">1. dron odczytuje z pamięci wewnętrznej miejsce włączenia silników2. dron wznosi się na odpowiednią wysokość3. dron odczytuje swoją aktualną lokalizację i kieruje się w miejsce startu4. po dotarciu do miejsca startu dron rozpoczyna procedurę lądowania	
Przepływy poboczne:	<ol style="list-style-type: none">1a) w czasie wykonywania procedury powrotu dron ponownie nawiązuje sygnał z kontrolerem1b) dron stabilizuje pozycję i przerywa procedurę powrotu	
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:	<ol style="list-style-type: none">1a) dron odczytuje z pamięci wewnętrznej miejsce włączenia silników1b) dron wznosi się na odpowiednią wysokość1c) dron odczytuje swoją aktualną lokalizację i kieruje się w miejsce startu1d) dron natrafia na przeszkodę i przerywa procedurę powrotu2a) bateria osiąga bardzo niski poziom2b) dron wykonuje procedurę lądowania	

Tabela 15: Przypadek użycia: Powrót do miejsca startu

Nazwa PU: Podłączenie telefonu do kontrolera	Numer PU: 16	Priorytet: niski
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: szczegółowy	
Udziałowcy i cele: użytkownik, kontroler		
Wyzwalacz: nawiązanie połączenia USB z telefonem z systemem iOS lub Android	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
<ul style="list-style-type: none">• Powiązania: Wysyłanie wideo na żywo• Asocjacja: brak• Zawieranie: brak• Rozszerzenie: brak• Generalizacja: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	1. kontroler czeka na uruchomienie dedykowanej aplikacji 2. po włączeniu aplikacji obraz na żywo zaczyna być wyświetlany	
Przepływy poboczne:	1a) kontroler czeka na uruchomienie dedykowanej aplikacji 1b) po włączeniu aplikacji obraz na żywo zaczyna być wyświetlany 1c) obraz nie jest dostępny 1d) na ekranie wyświetlana jest odpowiednia informacja	
Przepływy alternatywne/wyjatkowe:		

Tabela 16: Przypadek użycia: Podłączenie telefonu do kontrolera

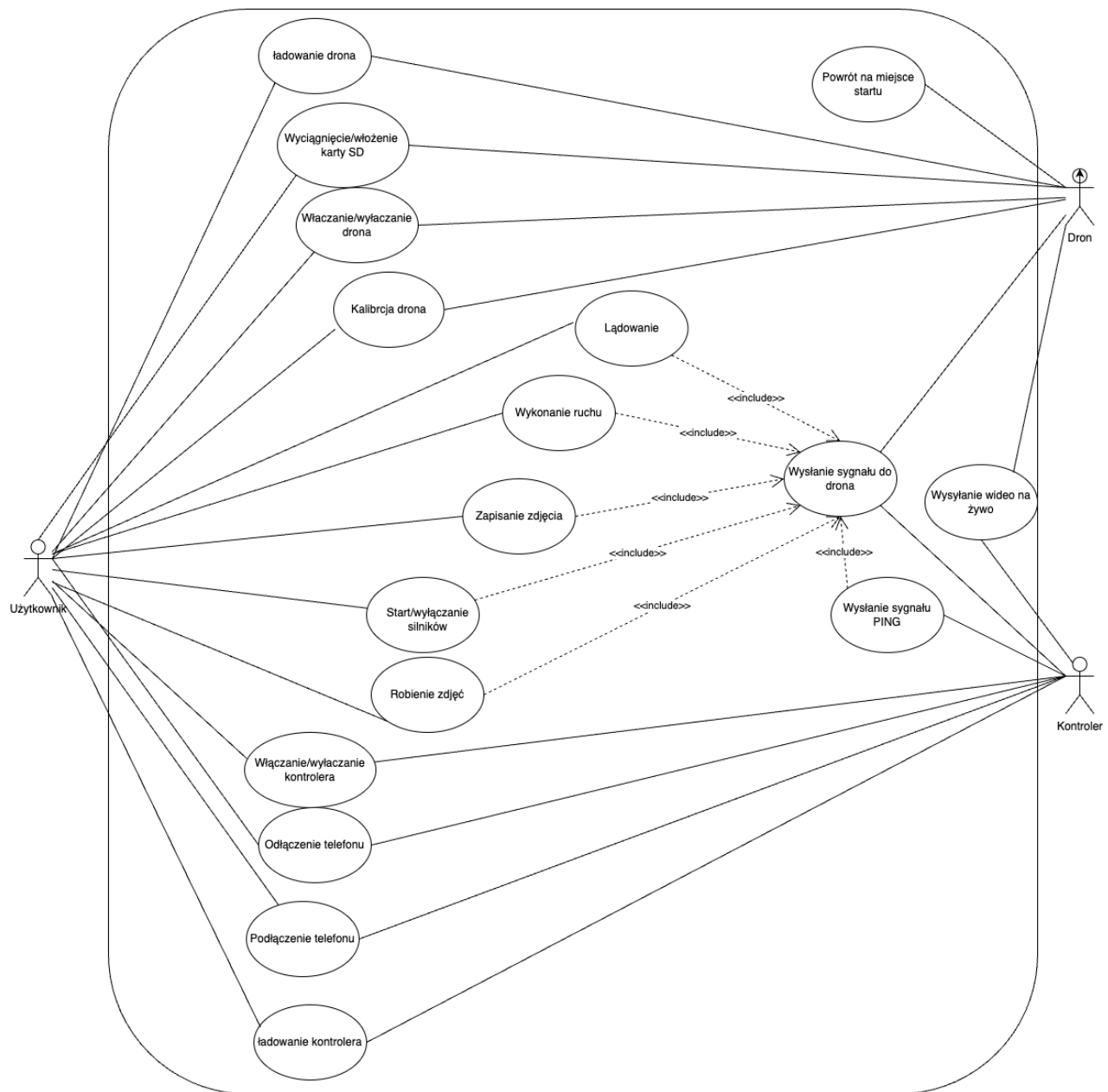
Nazwa PU: Odłączenie telefonu od kontrolera	Numer PU: 17	Priorytet: niski
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: szczegółowy	
Udziałowcy i cele: użytkownik, kontroler		
Wyzwalacz: odłączenie od kontrolera telefonu	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
<ul style="list-style-type: none">• Powiązania: Wysyłanie wideo na żywo• Asocjacja: brak• Zawieranie: brak• Rozszerzenie: brak• Generalizacja: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń: 1. kontroler przestaje wysyłać obraz przez port USB		
Przepływy poboczne:		
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:		

Tabela 17: Przypadek użycia: Odłączenie telefonu od kontrolera

Nazwa PU: Wykonanie zdjęcia	Numer PU: 18	Priorytet: średni
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: szczegółowy	
Udziałowcy i cele: użytkownik, kontroler, dron		
Wyzwalacz: wciśnięcie dedykowanego przycisku na kontrolerze	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
<ul style="list-style-type: none">• Powiązania, asocjacja i zawieranie brak• Rozszerzenie: Wysłanie sygnału do drona• Generalizacja: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	<ol style="list-style-type: none">1. kontroler wysyła do drona sygnał z rządaniem zrobienia zdjęcia2. dron odbiera sygnał3. dron sprawdza czy dostępna jest karta SD z wystarczającą ilością wolnego miejsca4. dron wykonuje zdjęcia z kamery i zapisuje je na karcie SD	
Przepływy poboczne:	<ol style="list-style-type: none">1a) w czasie wykonywania procedury powrotu dron ponownie nawiązuje sygnał z kontrolerem1b) dron stabilizuje pozycję i przerywa procedurę powrotu	
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:	<ol style="list-style-type: none">1a) kontroler wysyła do drona sygnał z rządaniem zrobienia zdjęcia1b) dron odbiera sygnał1c) dron sprawdza czy dostępna jest karta SD z wystarczającą ilością wolnego miejsca1d) dron nie wykrywa obecności karty SD i przerywa operację2a) kontroler wysyła do drona sygnał z rządaniem zrobienia zdjęcia2b) dron odbiera sygnał2c) dron sprawdza czy dostępna jest karta SD z wystarczającą ilością wolnego miejsca2d) na karcie SD nie ma wystarczająco wolnego miejsca i dron przerywa operację	

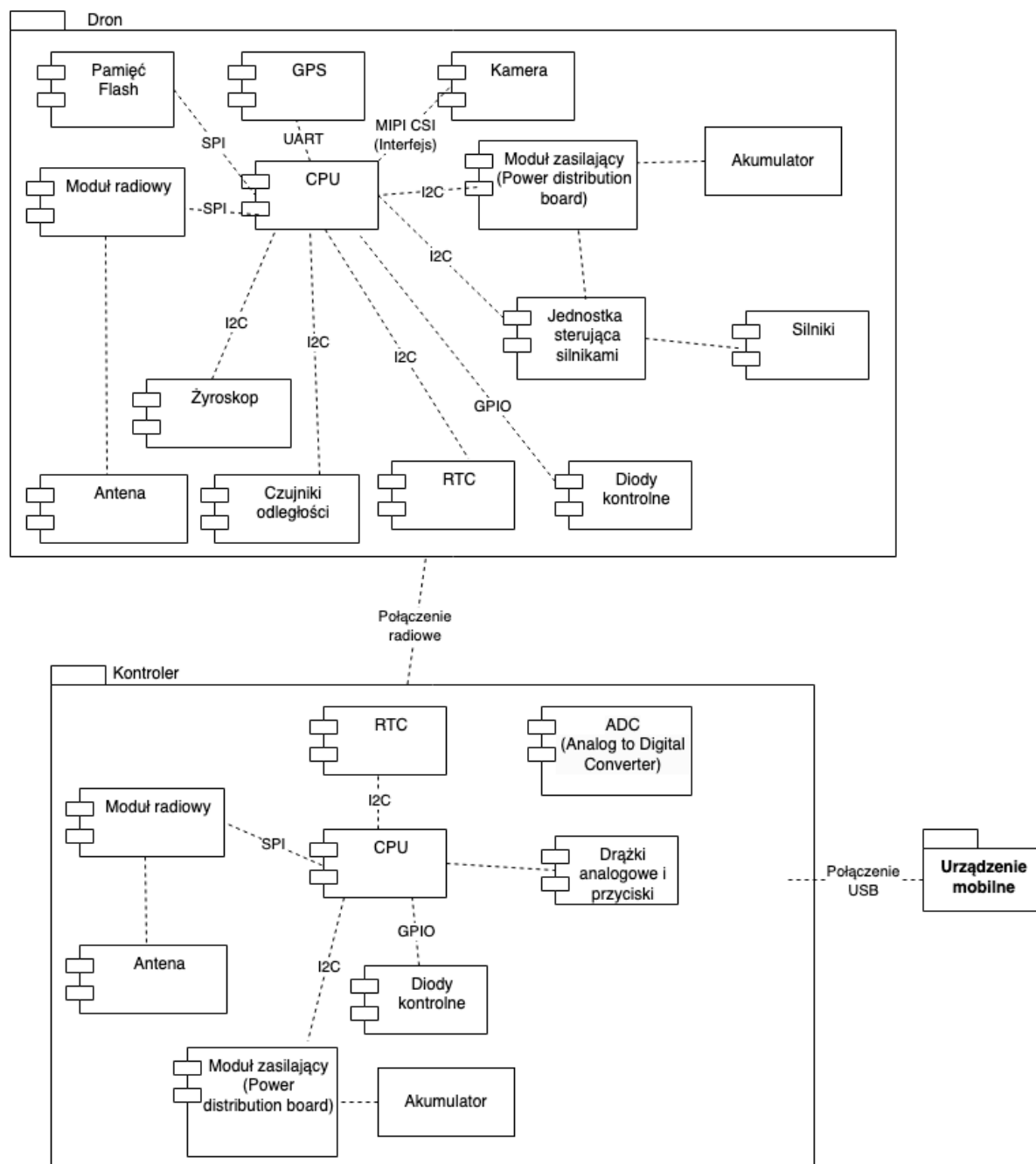
Tabela 18: Przypadek użycia: Wykonanie zdjęcia

8 Diagram przypadków użycia



Rysunek 1: Diagram przypadków użycia

9 Diagram komponentów



Rysunek 2: Diagram przypadków użycia

Wytłumaczenie wyborów niektórych połączeń:

- Połączenie między pamięcią flash a CPU: wykorzystanie SPI ze względu na potrzebę szybkiego przesyłania danych przy zapisie zdjęć.
- Moduł zasilający wykorzystuje I2C aby mieć możliwość śledzenia poziomu naładowania.
- Moduł radiowy w połączeniu z CPU: wykorzystanie SPI ze względu na możliwość przesyłania danych w dwie strony oraz potrzeba dużej prędkości dla obrazu z kamery

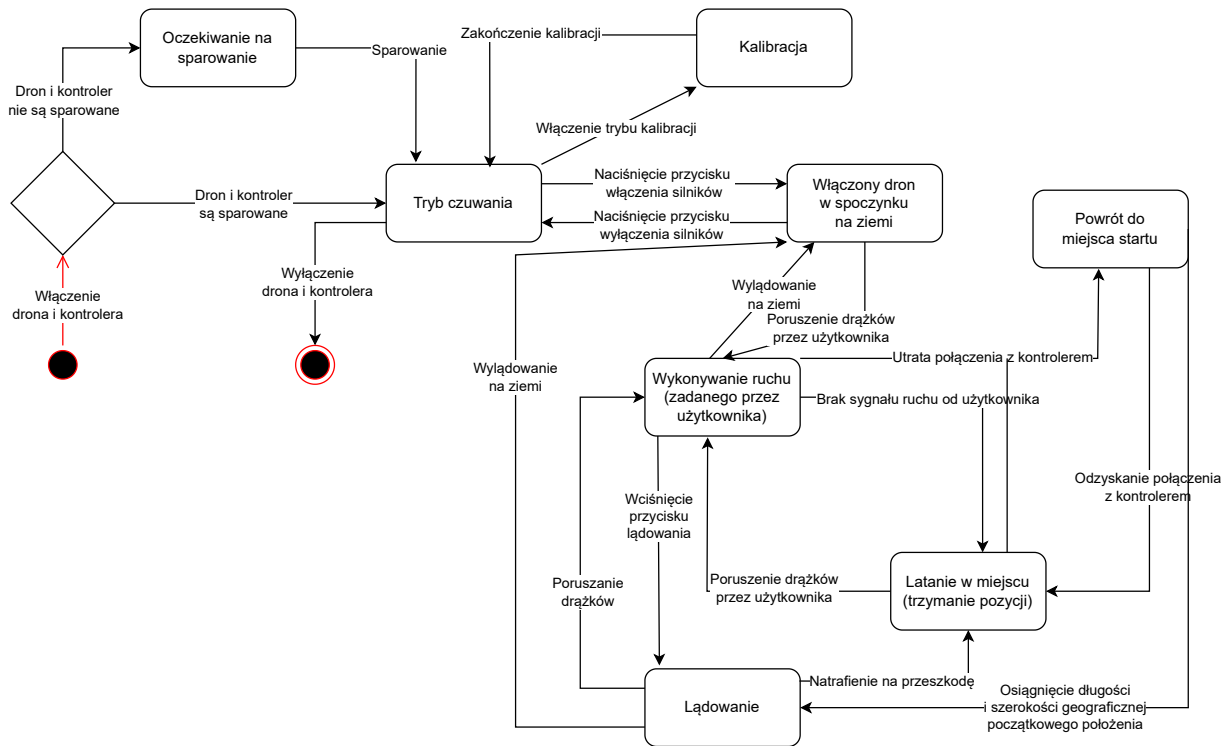
- Czujniki odległości w połączeniu z CPU: połączenie I2C ze względu na oszczędność pinów oraz możliwość podłączenia do jednej magistrali
- Wszystkie urządzenia potrzebujące zasilania są podłączone do modułu zasilającego (dla czytelności diagramów nie zostało to zaznaczone)

10 Dane w systemie

Spis danych które system będzie przetwarzał i wykorzystywał:

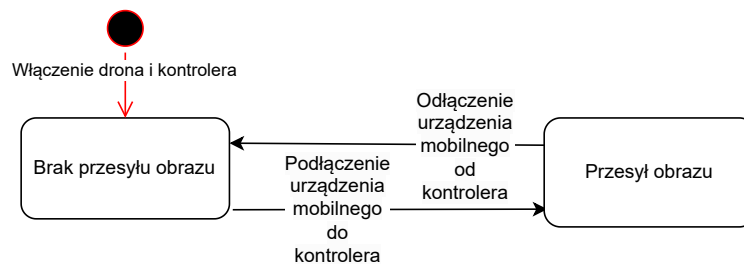
- Częstotliwość radiowa (połączenie między kontrolerem a dronem): 5,8 GHz
- Prędkość silników (dla każdego silnika oddzielna zmienna): obr/s
- Kierunek obrotu silników (dla każdego silnika oddzielna zmienna): 0/1 (obróć w lewo/w prawo)
- Naładowanie baterii drona: 0–100%
- Diody kontrolne (dwukolorowe diody zielono/czerwone): 00/01/10 (nie zapalone/ zapalone czerwone/ zapalenie zielone)
- Miejsce startu drona z GPS (szerokość i długość geograficzna w formacie double)
- Miejsce aktualne drona z GPS (szerokość i długość geograficzna w formacie double)
- Wysokość aktualna drona z GPS (w metrach)
- Odległość od przeszkody (w centymetrach)
- Położenie drążka kontrolera (zmienne x oraz y w zmiennej float (0.0–1.0) dla każdego drążka)
- Czas w zegarze (HH:MM:SS)
- Dane z kamery (MIPI CSI-2 w rozdzielczości 1920x1080)
- Dane z żyroskopu (przechowywane wartości: prędkość kątowna, oś X,Y,Z)

11 Diagramy stanów



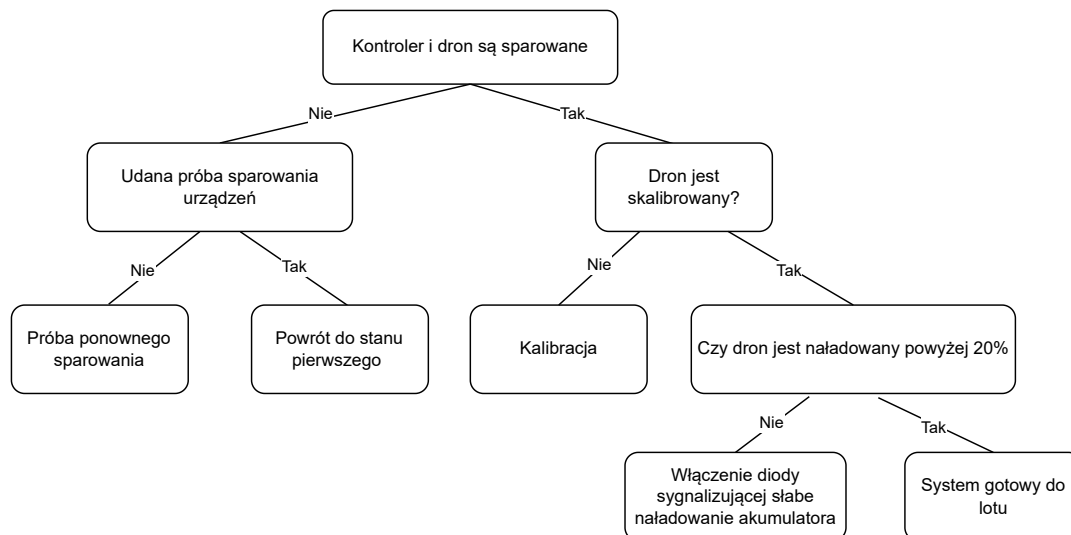
Rysunek 3: Diagram stanów systemu

Kiedy system jest włączony użytkownik ma możliwość podłączenia/odłączenia urządzenia mobilnego przy pomocy, którego jest odbierane wideo co prezentuje poniższy diagram:

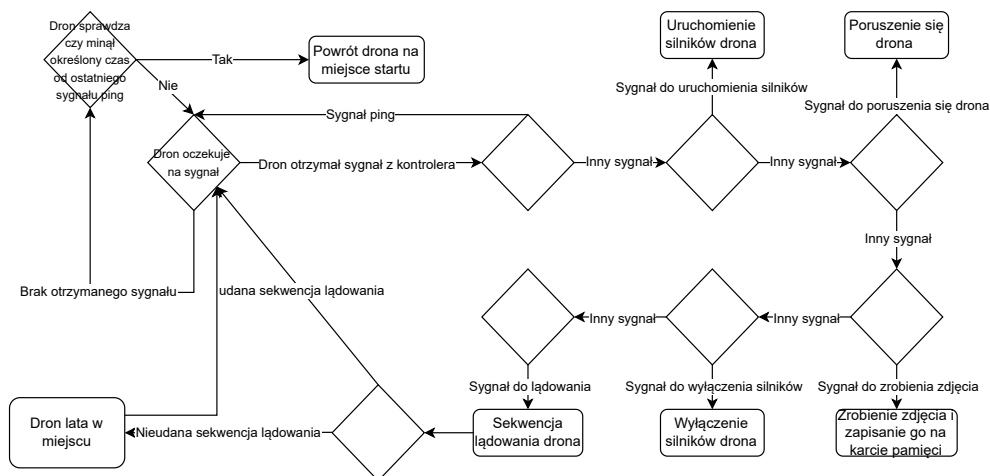


Rysunek 4: Diagram przepływu obrazu

12 Opis działania systemu



Rysunek 5: Drzewo decyzyjne przygotowania do lotu



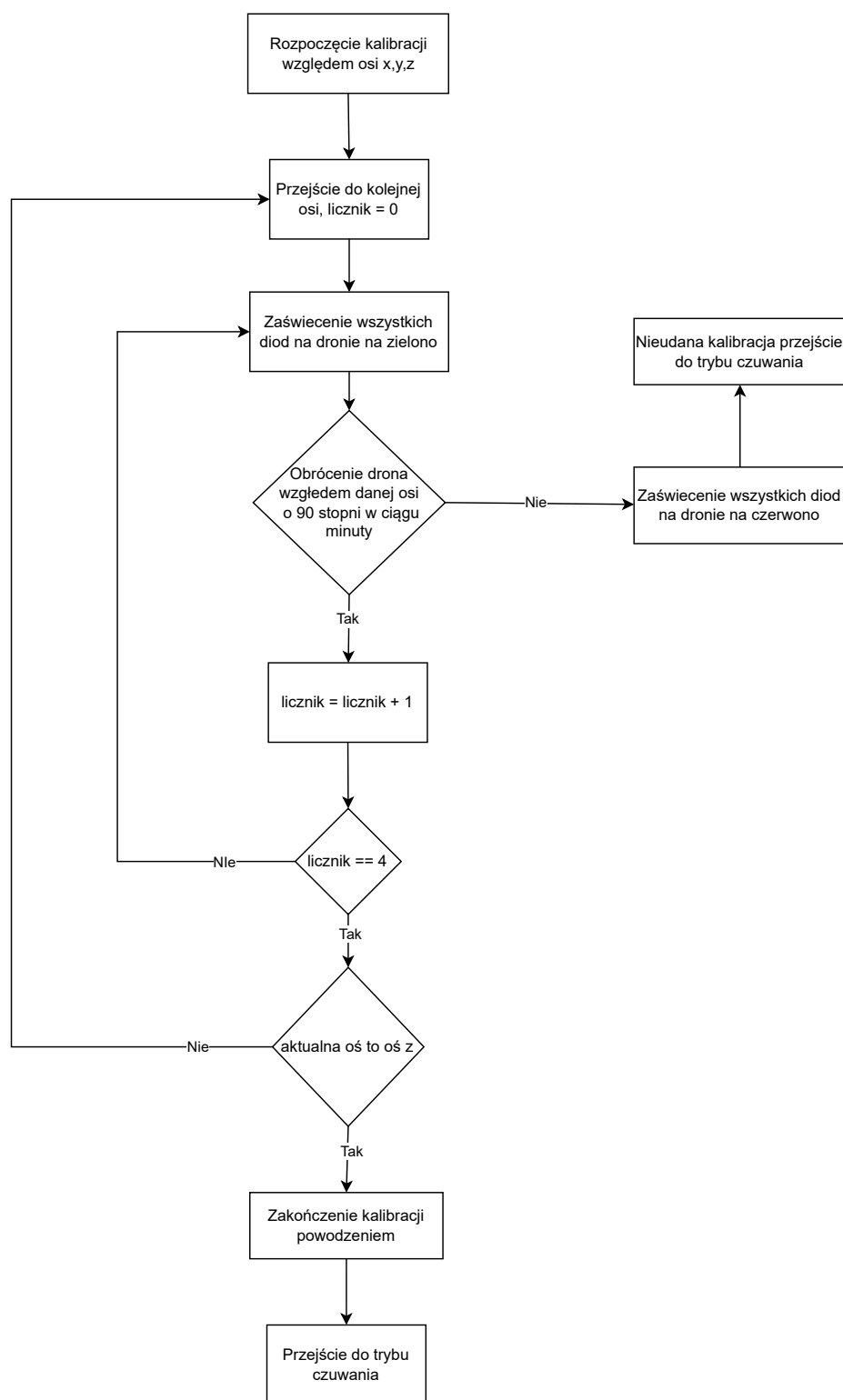
Rysunek 6: Diagram przepływu sygnału z kontrolera do drona

Sposób poruszania się drona:

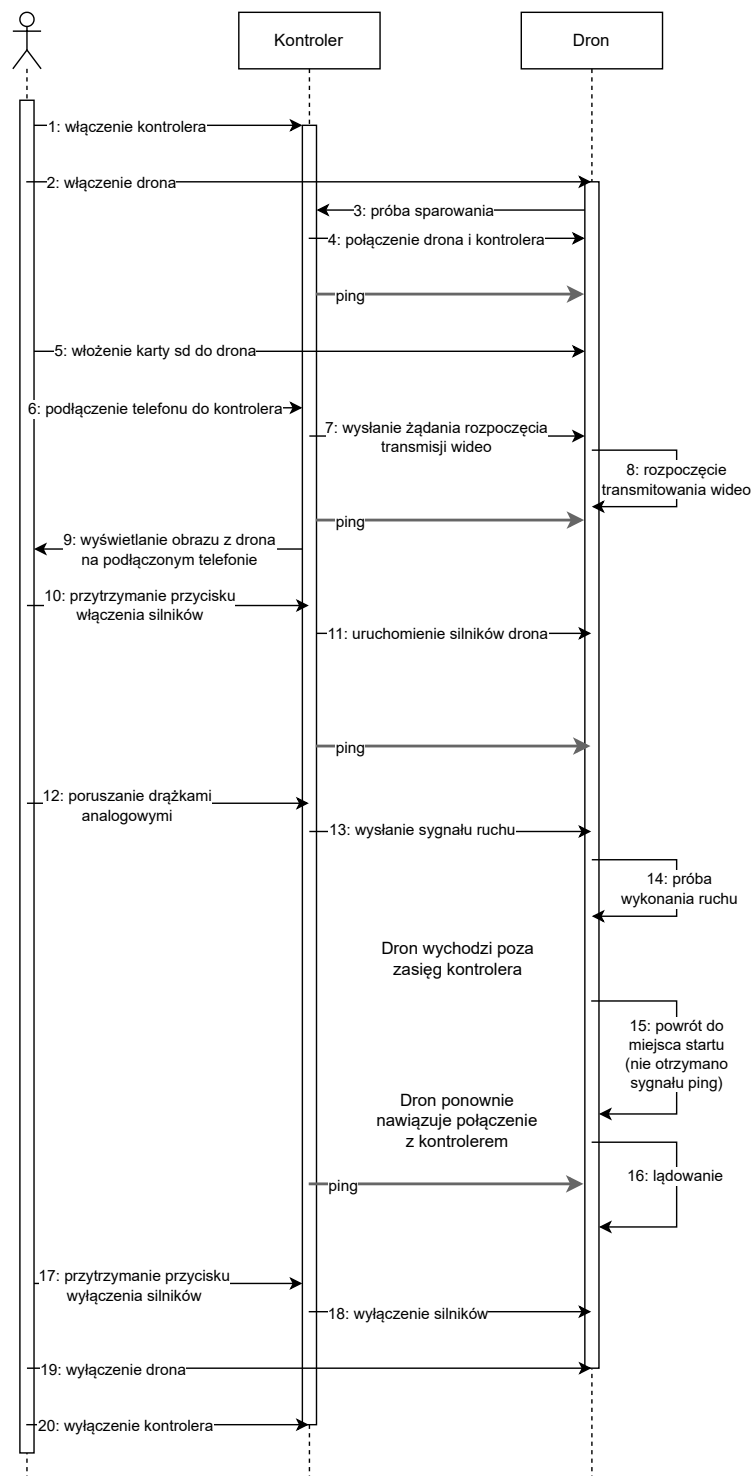
- Poruszenie lewego drążka w przód, powoduje: jednostka sterująca silnikami (JSS) zwiększa obroty wszystkich silników co powoduje wznoszenie się drona.
- Poruszenie lewego drążka w tył, powoduje: JSS zmniejsza obroty wszystkich silników co powoduje opadanie drona.
- Pozostawienie lewego drążka bez ingerencji użytkownika, powoduje: JSS ustawia domyślną prędkość silników co pozwala BSP utrzymywanie wysokości.
- Poruszenie prawego drążka w przód, powoduje: JSS zwiększa obroty silników z tyłu oraz lekko przechyla się BSP.
- Poruszenie prawego drążka w tył, powoduje: JSS zwiększa obroty silników z przodu oraz lekko przechyla się BSP.
- Poruszenie prawego drążka w prawo, powoduje: JSS zwiększa obroty silników z lewej co powoduje poruszanie się BSP w prawo.
- Poruszenie prawego drążka w lewo, powoduje: JSS zwiększa obroty silników z prawej co powoduje poruszanie się BSP w prawo.

Diody kontrolne:

- Kalibracja - Zaświecenie na 3 sekundy na zielono lub czerwono w zależności od odpowiednio powodzenia i niepowodzenia, konkretnego etapu kalibracji
- Światła nawigacyjne w trakcie lotu - lewe ramiona na czerwono i prawe ramiona na zielono, oraz białe światło tylne
- Niski poziom akumulatorów przy włączeniu drona - diody na ramieniach mrugają na czerwono
- Niski poziom akumulatorów w trakcie lotu - zaświecenie diody kontrolnej na kontrolerze na czerwono
- Brak połączenia pomiędzy kontrolerem a BSP - mruganie diody kontrolnej kontrolera oraz diod na ramieniach BSP



Rysunek 7: Diagram przepływu kalibracji



Rysunek 8: Diagram interakcji