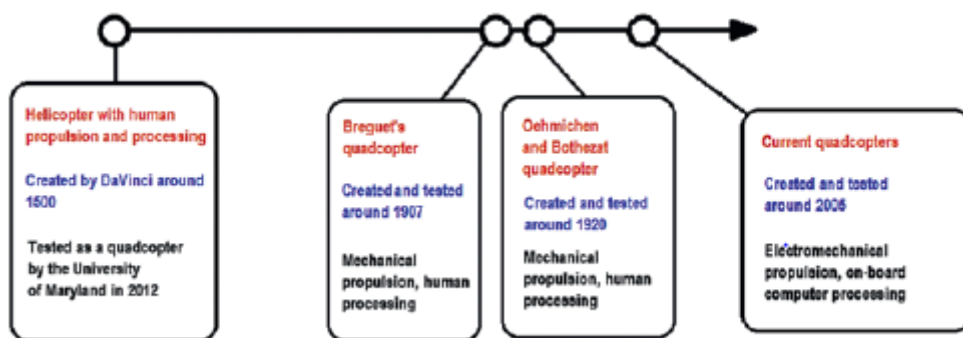


Koncepcje projektowania drona

W tym rozdziale znajdziesz najistotniejsze informacje o tym, czym jest dron, w tym kontekst historyczny i społeczny. W tym rozdziale zostaną omówione międzynarodowe standardy, niektóre etymologie i pewne względy bezpieczeństwa, o których należy pamiętać podczas pracy z tymi statkami powietrznymi. Przejdziemy przez opis ogólnych komponentów oraz ich dobór i połączenie. Dzięki temu poznasz szczegóły techniczne, międzynarodowe standardy oraz niezbędne wymagania dotyczące projektowania dronów i innych pojazdów. Pamiętaj, że ta książka jest szybkim kursem, więc ten rozdział zapewnia tylko szybki sposób przyswojenia treści. Jeśli chcesz poszerzyć tę wiedzę, przejdź do dodatku z przewodnikiem.

Kontekst historyczny

Jeśli spojrzysz na rysunek,



zauważysz, że drony, a zwłaszcza multikoptery, mają wielowiekową historię. Zaczęli jako szkice zaprojektowane przez Da Vinci (przynajmniej tak opisuje to historia Zachodu). Ostatnio te szkice zostały wykonane na gigantycznym quadkopterze w rodzaju retrotechnologii opracowanej przez University of Maryland, gdzie procesorem i silnikiem podstawowym jest ludzkie ciało (odpowiednio mózg i kończyny). Multikoptery powróciły w 1907 roku wraz z braćmi Breguet, a później w latach dwudziestych wraz z Oehmichen i Bothezatem. W tych dronach procesor i silnik podstawowy były odpowiednio pilotem i komputerem mechanicznym (mechanizmem) odpowiedzialnym za koordynację ruchów każdego śmigła i silników spalinowych. Zapomniano o nich aż do 2010 roku, kiedy nastąpił boom handlowy i badawczy w tych pojazdach/robotach. Obecnie podstawą procesora i silnika są odpowiednio autopilot i silniki elektryczne. Teraz, gdy znasz już trochę historii, przejdźmy do kilku przydatnych nomenklatur.

Etymologie i nazwy w użyciu

Choć termin „dron” jest poprawnie używany w odniesieniu do każdego pojazdu bezzałogowego, popularyzacja komercyjna kojarzy go z statkami powietrznymi, a dokładniej z multikopterami. Termin ten pochodzi od owadów, a konkretnie od tych, których funkcją w ulu lub gnieździe jest po prostu utrwalanie gatunku.

Bardziej profesjonalne słowa odnoszące się do drona latającego to

- UAV lub bezzałogowy statek powietrzny
- UAS lub bezzałogowy system powietrzny
- RPAS lub zdalnie sterowany system statku powietrznego

Powinieneś również zapoznać się z terminami „wielowirnik” i „wielokopter”, które z grubsza oznaczają wiele silników obrotowych. Termin „wiele helikopterów” został zaadaptowany z francuskiego „hélicoptère”, słowa wymyślonego przez Gustave'a d'Amécourta w 1861 roku i oznaczającego skrzydło spiralne. Słowo to jest oparte na greckim „helix”, co oznacza helisę lub spiralę i „pteron”, co oznacza skrzydło. Dlaczego warto o tym wiedzieć? Być może wydaje się to trywialne, ale dla tych, którzy chcą zbadać klasyczne koncepcje dronów, ważne jest poznanie archaicznej nomenklatury. Oczywiście, jeśli potrzebujesz tylko aktualnych badań i nowych trendów, wystarczy znać nowoczesne terminy. W przypadku pojazdów przedstawionych w tej książce ewolucja od klasycznej do obecnej terminologii jest następująca:

- Multicopter (22 400 wyników w Google Scholar 5 maja 2020 r.) -> multirotor (10 600 wyników w Google Scholar 5 maja 2020 r.)
- Quadcopter (37 400 wyników w Google Scholar 5 maja 2020 r.) -> Quadrotor (35 500 wyników w Google Scholar 5 maja 2020 r.)
- I w nietypowy sposób słowo quadricopter (674 wyniki w Google Scholar 5 maja 2020 r.)

Mniej więcej na początku 2011 roku słowa „kwadrotor” i „kwadrokopter” były prawie w równym stopniu zatrudnione. W rzeczywistości bardzo często czytano „kwadrotor” w dziedzinie naukowej, ale użycie „kwadrokoptera” rosło wraz z upływem czasu (w tym w badaniach naukowych i technologicznych). Obecnie oba terminy są mniej więcej równe w użyciu ze względu na ograniczenie ich użycia oraz dominację i popularyzację terminu „dron” (rysunek 1-3). Co ciekawe, terminy „kwadrokopter” i „kwadrotor” zostały zepchnięte na pole badawcze, gdzie obecnie rosnącym terminem jest „UAV”. Podsumowując, wartością tej sekcji jest wskazanie trendu niektórych terminów w celu ułatwienia wszelkich niezbędnych badań, a także sposobu zapewnienia tła, w jaki sposób każdy termin powinien być używany w kontekście. Teraz, gdy wiesz już o etymologiach jako narzędziu wyszukiwania, zastanówmy się, jakiego rodzaju drona potrzebujesz.

Jakiego rodzaju drona potrzebujesz?

Istnieją cztery rodzaje użytkowników dronów: specjalista naukowiec, badacz (który używa drona jako narzędzia), projektant i pilot.

Ogólne kwestie bezpieczeństwa i normy międzynarodowe

Ogólnie rzecz biorąc, nikt nie będzie Cię prześladować za przeprowadzanie testów prototypów w Twoim domu, ogrodzie lub laboratorium przy odpowiednim sprzęcie i środkach bezpieczeństwa, o ile ludzie, zwierzęta, budynki lub mienie inne niż Twoje nie zostaną zranione. Jednak, aby zmniejszyć ryzyko i wypadki, dołączamy mały rozdział z ogólnymi zaleceniami. Należy pamiętać, że wpływ tych zaleceń na każdą osobę może się różnić w zależności od lokalnych przepisów.

Komunikacja

Dron może wpływać na lokalną telekomunikację i naruszać ją na dwa sposoby i w obu przypadkach możesz zostać ukarany.

1. System telemetrii i system zdalnego sterowania: Nadajniki telemetrii i zdalnego sterowania muszą być kompatybilne z zakresem częstotliwości transmisji dozwolonym w Twojej miejscowości. Typowym przykładem jest to, że radiotelefony telemetryczne zwykle występują w dwóch prezentacjach: 433 MHz, który jest używany w Europie i krajach o tym samym standardzie oraz 915 MHz, który jest używany w USA i krajach zgodnych z tym samym standardem.

2. Zużycie energii elektrycznej: Osoby, które projektują i używają quadkopterów o wysokim zużyciu energii, zwłaszcza w zastosowaniach wysokoprądowych, wiedzą, że ma to wpływ na działanie czujników pojazdu i konieczne jest ekranowanie kabli, skręcanie ich, zakrywanie, a nawet oddzielenie połączenia. Może to mieć wpływ na zachowanie anteny publicznej lub cywilnego sprzętu komunikacyjnego. Tak więc, jako projektant lub użytkownik, powinieneś mieć świadomość, że możesz zostać ukarany.

Regulacje i Normalizacje

Kiedy dojdiesz do Części 2, zauważysz niearbitralny wybór współrzędnych i kątów obrotu, jak pokazano na rysunku



Wybór ten jest zgodny z normą ISO 1151-2: 1985 i ułatwia powiązanie opisanej teorii z wykorzystaniem już wyprodukowanych czujników i komponentów. Jednak, aby uprościć równania, użyjemy skierowanej w górę osi Z. Zauważ, że w przypadku drona, jak zobaczysz później, chociaż kąty pochylenia (teta) i przechyłu (phi) są mierzone odpowiednio w osiach Y i X, ruch w osi X zależy od kontrolowanych obrotów przechyłu w teta, a ruch w osi Y zależy od kontrolowanych obrotów przechyłu w phi, jak pokazano na rysunku na rysunku.



Zalecenia

Oto kilka standardowych zaleceń dotyczących pracy z dronami:

- Zapoznaj się z lokalnymi przepisami dotyczącymi wymienionych tutaj tematów, a nawet dodatkowych rozważań.
- Sprawdź, czy Twój sprzęt jest zgodny z wymaganiami wspomnianych przepisów.
- Ty i Twój zespół musicie używać standardowego sprzętu ochronnego, takiego jak gogle lub rękawiczki.
- Gdy podczas testu obecne są inne osoby, należy pamiętać, że prototyp może spowodować obrażenia i zaleca się, abyś Ty lub osoba kierująca laboratorium posiadali licencję na obsługę bezzałogowych statków powietrznych.

- Unikaj miejsc publicznych lub prywatnych, zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz, które nie są przeznaczone do testów.
- Pamiętaj, że jesteś projektantem, a niekoniecznie pilotem.
- Jeśli posiadasz niezbędne uprawnienia, musisz przygotować miejsce ze ścianami, siatkami ochronnymi lub plastikowymi powierzchniami na wypadek pęknięcia lub oderwania się jakichkolwiek elementów od drona. Powinieneś również umieścić ostrzeżenia/znaki ostrzegawcze, aby ograniczyć dostęp nieupoważnionego personelu.
- Przeprowadź wyczerpujące testy bez śmigieł lub z zakotwiczonym dronem przed testami lotów swobodnych. Aby uniknąć uszkodzenia silników, testując je bez obciążenia, możesz wymienić śmigła na kawałki papieru.
- Gdy masz dostępny prototyp, sprawdź, czy wszystkie jego elementy są legalne w Twojej lokalizacji i określ, czy istnieją funkcjonalne zamienniki tych elementów, które nie są dozwolone. Teraz nadszedł czas na określenie rodzaju dronów, które później przeanalizujemy.

Rodzaje dronów

Według ich przemieszczenia drony można sklasyfikować w ten sposób:

- Skrzydła obrotowe: do poruszania się wymagają jedynie śmigieł. W tym przypadku mają pionowy start i lądowanie i są przeznaczone do transportu ładunków oraz zastosowań na krótkim i średnim zasięgu.
- Skrzydła stałe: Do poruszania się wymagają długich powierzchni, jak większość samolotów. W tym przypadku mają zastosowanie do poziomego startu i lądowania i są przeznaczone do wyższych prędkości oraz dłuższego zasięgu lotu niż samoloty z obrotowymi skrzydłami.
- Trzepoczące skrzydła: do latania potrzebują oscylujących powierzchni, jak skrzydła ptaka lub owada. Mogą być postrzegane jako połączenie skrzydeł nieruchomych i obrotowych i podobnie mają mieszane zastosowania.
- Transformowalne: mogą przechodzić z jednej konfiguracji do drugiej, jak w przypadku ogonowców. Pojazdy te przechodzą z pionowego startu i lądowania za pomocą śmigieł do trybu lotu ze stałym skrzydłem do operacji dalekiego zasięgu.

Nasz tekst obejmuje tematy dotyczące bezzałogowych statków powietrznych typu multicopter, które są oparte na napędzie wiroplątów. Jednak większość koncepcji można rozszerzyć na inne typy statków powietrznych pod dodatkowymi ograniczeniami lub względami (w tym tematy związane z modelowaniem, sterowaniem, symulacją i programowaniem). Przejdźmy do komponentów drona.

Składniki

Opiszemy najistotniejsze elementy drona na podstawie ich zastosowania: elementy działania, elementy konstrukcyjne, elementy pomiarowe, elementy dowodzenia, elementy mocy.

Komponenty akcji

Istnieją dwa rodzaje elementów działania: działanie elektromechaniczne i elektryczne. Typy elektromechaniczne to silniki lub serwa, które po prostu odbierają sygnał elektryczny, a następnie przekształcają ten sygnał w efekt mechaniczny. W przypadku działania elektrycznego są to

komponenty zapewniające stopień wzmocnienia lub adaptację elektryczną. Elektromechaniczne elementy wykonawcze mogą mieć bezpośredni wpływ na prędkość (silniki bezszczotkowe i szczotkowe) lub położenie (silniki serwo).

Silniki szczotkowe i bezszczotkowe

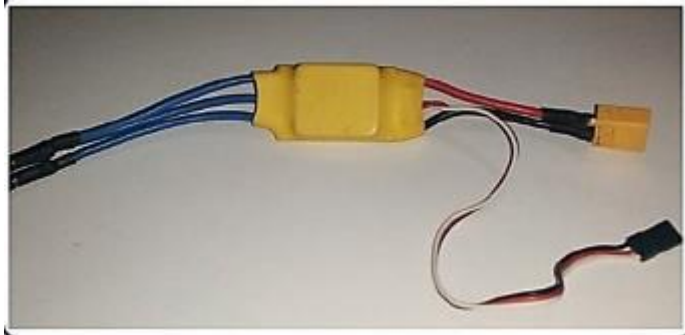
Obecnie, ze względu na czas reakcji, najczęstsze silniki stosowane w multikopterach (dla producentów i naukowców) są oparte na silnikach elektrycznych prądu stałego. Tego rodzaju silniki mogą być szczotkowe lub bezszczotkowe. W obu przypadkach wymagana jest modyfikacja prędkości silnika poprzez zwiększanie lub zmniejszanie jej poprzez regulację wartości takich jak napięcie RMS. W przypadku silników szczotkowych są to najczęściej spotykane silniki elektryczne. Stosowane są w dronach o bardzo małych rozmiarach. Szczotki skracają czas reakcji ze względu na tarcie kontaktowe. Ponadto nie są zalecane w środowiskach zagrożonych wybuchem ze względu na wytwarzane przez nie iskry i nie są zalecane w środowiskach wodnych, ponieważ mogą same się zwierać. Ponieważ jednak działają one z sygnałami cyklu pracy PWM (pamiętaj, że modulacja szerokości impulsu to różne techniki regulacji sygnału poprzez zmianę procentu jego działania, w tym przypadku poprzez regulację procentu włączenia/wyłączenia sygnału mocy), ten rodzaj PWM jest zwykle stosowany na przykład w płytce Arduino. Silniki bezszczotkowe są zwykle spotykane w multikopterach ze względu na ich krótszy czas reakcji oraz brak styków elektrycznych, co oznacza zmniejszenie tarcia. Są stosowane w środowiskach zagrożonych wybuchem ze względu na brak iskier i mogą być stosowane w środowiskach wodnych, ponieważ nie mają elementów podatnych na zwarcia (o ile ich przewody są pokryte powłoką). Z drugiej strony są one droższe w porównaniu do silników szczotkowych i działają ze specjalnym rodzajem PWM zwanym RC, gdzie procent włączeń/wyłączeń jest regulowany inaczej niż silniki szczotkowe (tu procent jest funkcją czasu), wymagające dodatkowych komponentów. Do prawidłowego użytkowania obu typów silników wymagane są stopnie mocy, jak zobaczysz w następnej sekcji. Należy zauważyć, że PWM typu cyklu pracy i PWM typu vRC nie są bezpośrednio kompatybilne. Główną różnicą jest to, że silniki szczotkowe są zwykle jednofazowe, podczas gdy bezszczotkowe są silnikami trójfazowymi lub wielofazowymi (zwykle trójfazowymi w zastosowaniach lotniczych). Rysunek przedstawia zbyt duży silnik szczotkowy w porównaniu z silnikiem bezszczotkowym, ale może się również zdarzyć odwrotnie; zależy to po prostu od wymagań użytkownika lub projektanta.



Bardziej niezwykłą różnicą, którą powinieneś zauważyć, jest liczba kabli (faz elektrycznych) oraz fakt, że silniki szczotkowe są zazwyczaj typu inrunner (obracający się wałek wewnętrzny), podczas gdy bezszczotkowe są często outrunner (obracająca się obudowa zewnętrzna).

ESC i stopnie mocy

ESC, zwane również wariatorami prędkości, to stopnie mocy silników bezszczotkowych i niektórych silników szczotkowych (w przypadku tych ostatnich są to tylko elektroniczny sygnał RC do adapterów cyklu pracy).



Zasadniczo są one wstrzykiwane sygnałem, który reguluje ich stany włączenia/wyłączenia w formacie PWM RC. W ten sposób sygnał mocy jednofazowej i prądu stałego jest przekształcany na rodzaj sygnału trójfazowego sterującego prędkością obrotową silnika. W przypadku szczotkowanych silników prądu stałego, jak już wyjaśniono, można zastosować adapter ESC. Pobiera to sygnał PWM RC, który jest konwertowany na sygnał cyklu pracy PWM. Inną opcją, która jest częściej stosowana w urządzeniach, jest sterownik elektroniczny, który pobiera PWM cyklu pracy jako wejście, a następnie wzmacnia sygnał w celu uzyskania prądu lub napięcia niezbędnego do regulacji prędkości silnika. Zarówno ESC, jak i sterowniki elektroniczne są nazywane stopniami mocy, ponieważ są to obwody elektroniczne, które wzmacniają sygnały elektryczne wysyłane przez autopiloty lub jednostki przetwarzające (które nie są w stanie dostarczyć wystarczającej ilości energii elektrycznej) do napędzania silników. Zauważ, że jeśli spróbujesz przenieść silnik bezpośrednio z procesora bez użycia odpowiedniego stopnia mocy, możesz spalić lub złamać ten procesor.

Serwa

Serwosilniki (powszechnie znane jako „serwo”) to silniki pozycjonujące, które otrzymują sygnał typu PWM RC, który jest przekształcany na pozycję osi sprzężonej z silnikiem. Zobacz rysunek.



Działają podobnie do silnika bezszczotkowego, z tym wyjątkiem, że BLDC (bezczotkowy silnik prądu stałego) zmienia swoją prędkość poprzez zmiany sygnału PWM RC, podczas gdy serwo zmienia swoją pozycję. Wymagają również odpowiedniego stopnia mocy. Dodatkowo nie zmieniają pozycji tak szybko, jak silnik bezszczotkowy. W związku z tym istnieje ryzyko pęknięcia lub spalenia siłownika przy nagłej zmianie sygnału PWM. Sygnał PWM używany do serw musi być wolniejszy niż sygnał PWM używany do BLDC.

Śmigła

Silnikowi trudno jest oddziaływać bezpośrednio na środowisko. Taka interakcja wymaga obiektów, takich jak koła lub śmigła, w zależności od tego, czy jest to jednostka pływająca, samolot czy pojazd naziemny.



Ze względów bezpieczeństwa pojazd powinien być testowany bez nich, dopóki nie uzyskasz pożądanego zachowania. Silnik ma dwa rodzaje osiągnięć. Pierwsza to praca przy pełnym obciążeniu, która ma miejsce, gdy śmigła są umieszczone, a druga to praca swobodna, co oznacza, że silnik nie ma śmigła ani innego przedmiotu przymocowanego do jego konstrukcji. Oba przypadki reprezentują skrajne sytuacje. W przypadku osiągnięć swobodnych, które są wspólne dla prób wstępnych, zaleca się stosowanie kawałków papieru zamiast śmigieł jako obciążenia bezpieczeństwa (ciężaru). W trybie pełnego obciążenia zaleca się nie sięgać maksymalną wartość obciążenia (masa) zalecana przez producenta.

Elementy struktury

W poniższych sekcjach omówiono komponenty, które nadają kształt i wsparcie pojazdowi.

Rama

Rama to po prostu podwozie lub karoseria pojazdu, na którym zamontowane są inne elementy.



Mocowania tłumiące drgania : Mocowania tłumiące drgania to konstrukcje zaprojektowane do pochłaniania lub redukcji hałasu, który wywołuje wibracje pojazdu na czujnikach lub procesorze, a tym samym pozwala uniknąć nieprawidłowych pomiarów lub błędów obliczeniowych.

Łącznik mechaniczny : Oczywiście jest, że elementy muszą być zamocowane na stałe lub długotrwałe (śruby) lub w sposób wymienny lub krótkotrwały (rzepy, paski).

Komponenty pomiarowe : W poniższych sekcjach omówiono komponenty, które pozwalają pojazdowi rozpoznać, gdzie jest umieszczony.

Różne czujniki: multikopter wymaga czujników ruchu i prędkości na płaszczyźnie XY i wysokości, a także trójwymiarowych czujników prędkości obrotowej i kątowych. Mogą to być czujniki analogowe, cyfrowe lub szeregowy, a nawet czujniki pokładowe i zewnętrzne. Najczęściej spotykane są barometry, IMU, żyroskopy, akcelerometry, LIDARy, kamery i systemy śledzenia ruchu. (Zobacz Załącznik, aby dowiedzieć się więcej na ich temat).

GPS: Chociaż jest to trójwymiarowy system czujników ruchu i prędkości (translacyjny), GPS ma swoją własną sekcję, ponieważ jest szeroko stosowany przez twórców i naukowców, zwłaszcza w zastosowaniach na otwartym terenie. Jest to w zasadzie satelitarny system triangulacji, na który wpływa środowisko; dlatego jest zalecany tylko do operacji na otwartej przestrzeni.

Komponenty poleceń

W poniższych sekcjach omówiono komponenty, które umożliwiają działanie pojazdu i sterowanie nim.

Autopilot

Autopilot to wyspecjalizowana jednostka przetwarzająca dla pojazdów bezałogowych .



Istnieją również mikrokontrolery lub płytki rozwojowe przystosowane do działania jako autopiloty. Mają architekturę zamkniętą i otwartą.

Moduły telemetryczne

Moduły telemetryczne to jednostki do bezprzewodowej i zdalnej transmisji informacji .



Mają ograniczony zasięg działania. Moduły telemetryczne mogą być wykorzystywane do komunikacji między dwoma lub więcej pojazdami lub do stałej bazy z jednym lub kilkoma dronami. Mogą być używane do przesyłania do pojazdu pozycji zajętych za pomocą systemu przechwytywania ruchu. Są to na ogół moduły dwukierunkowe.

Moduły RC

W przeciwieństwie do modułów telemetrycznych, moduły RC pozwalają na ręczne sterowanie dronem za pomocą drążków i przycisków. Mają szeroki zasięg działania, a niektóre z nich umożliwiają transmisję wideo. Zazwyczaj są one jednokierunkowe, co oznacza, że posiadają moduł nadawczy oraz urządzenie odbiorcze.



Komputer towarzyszący

Komputer towarzyszący to pokładowa jednostka przetwarzająca, która służy do wykonywania wymagających zadań, które zwykle wykraczają poza zakres autopilota (takich jak sztuczne widzenie lub SLAM). Przykładami są komputer jedno płytkowy Raspberry Pi, mikrokontroler, mikroprocesor lub FPGA. Zasadniczo autopilot jest bezpośrednio używany do sterowania lotem, a komputer towarzyszący jest używany do zadań pośrednich podczas tego lotu.

Komponenty zasilania

W poniższych sekcjach omówiono komponenty, które zasilają pojazd

Akumulatory/materiały na uwięzi

Użycie baterii lub zasilaczy na uwięzi do zasilania systemu jest oczywiste. Chociaż większość dronów wykorzystuje obecnie akumulatory typu LIPO do długotrwałych zastosowań, dostępne są konwertery mocy lub zasilacze, co oznacza pojazd podłączony do przedłużacza elektrycznego. Oczywiście takie rozszerzenie wiąże się ze specjalnymi warunkami użytkowania i ograniczeniami mobilności. Idealne warunki dla tych zasilaczy są takie, że mają one zredukowane tętnienia napięcia i prądu lub skoki na poziomie, aby dostarczane wartości były tak stałe, jak to możliwe. Ponieważ akumulatory mają obszerną dokumentację, porozmawiamy nieco więcej o dostawach przewodowych lub na uwięzi. Istnieją cztery rodzaje zapasów na uwięzi:

- Przez zasilacze: w tym przypadku największym utrudnieniem jest koszt, ponieważ wielośmigłowy dron oparty na bezszczotkowych silnikach zużywa znacznie więcej prądu niż napięcia (mały pojazd z łatwością zużywa około 12V/60A). W ten sposób, mając źródło zasilania, które zapewnia wspomniane napięcie i prąd, należy wziąć pod uwagę, że kable i przewody muszą być w stanie poradzić sobie z tymi parametrami, w tym fakt, że kabel pobierający tak dużo prądu musi być fizycznie ciężki i nieporęczny, przez co nie nadają się do użytku na dużych wysokościach. Dlatego ta opcja jest zalecana, jeśli Twoja aplikacja jest na poziomie laboratorium, gdzie dron ledwo przekracza półtora metra wysokości.
- Z akumulatorów samochodowych: To samo dzieje się w poprzednim przypadku, ale koszt jest nieco obniżony, biorąc pod uwagę, że akumulatory samochodowe są jednostkami bardzo komercyjnymi. Jednak akumulator samochodowy jest zwykle ciężki i wymaga szczególnej troski podczas transportu i ładowania elektrycznego.

- Przez konwertery mocy: W tym przypadku wymagane jest dostarczenie średniego napięcia i niskiego prądu, na przykład 400V/3A, aby zasilić konwerter mocy zdolny do przekształcenia tego wejścia na 12V/100A. Te konwertery mocy są dostępne u niektórych producentów (na przykład VICOR). Zwykle ważą 200 g wraz z radiatorami i są realną opcją dla tych aplikacji na uwięzi.
- Ogniwa słoneczne: Ograniczenia są podobne do poprzednich przypadków, z implikacjami, jakie mają takie ogniwa (takie jak rozmiar i gęstość mocy).

Można ewentualnie argumentować, że istnieją opcje oparte na paliwie, ponieważ mają one dziesiątki lat użytkowania w standardowych helikopterach; jednak w przypadku multikopterów elektrycznych nadal mają wyzwania badawcze (z wyjątkiem generatorów paliwowych, w których silnik paliwowy jest używany jako źródło zasilania elektrowni).

Wskaźnik baterii

Jeśli używana jest bateria, ważne jest, aby mieć urządzenie, które ostrzeże nas, gdy bateria się wyczerpie, aby samolot nie zapadł się i nie uległ uszkodzeniu. Zasadniczo są to małe woltomierze ze wskaźnikami świetlnymi lub dźwiękowymi.

Dystrybutor mocy

Rozdzielacz mocy to urządzenie zaprojektowane do korzystania z wielu silników z jednym zasilaczem. Są to w zasadzie dzielniki prądu w prezentacji uprząży (zużywają więcej miejsca, ale łatwiej nimi manipulować) lub jako płytki z obwodami elektronicznymi (mają mniej miejsca, ale trudno nimi manipulować). Zobacz Rysunek pośrodku.

Moduł zasilania

Moduł zasilania to urządzenie umożliwiające zasilanie autopilota z baterii głównej. Zobacz Rysunek po lewej.



Złącze elektryczne

Złącza elektryczne to sposób na połączenie różnych urządzeń elektrycznych lub elektronicznych. Istnieją wersje przeznaczone do zasilania lub danych. Złącza zasilania mogą obsługiwać duże ilości napięcia i/lub prądu. Złącza danych służą wyłącznie do wysyłania i odbierania informacji, które zazwyczaj zużywają bardzo niski prąd lub napięcie. Tabele poniższe zawierają więcej informacji na

temat poprzednich komponentów i są przedstawione w trzech kategoriach: komponenty mocy, komponenty mechaniczne i komponenty sterujące.

Element mocy : Główne cechy : Częste procedury : Typy

Bateria : Liczba ogniw, rozmiar, waga, amperogodziny, napięcia robocze, C lub szybkość rozładowania, złącza, akcesoria wymagane do ich użycia (ładowarka) : Ładowanie, rozładowywanie, przechowywanie, transport, lutowanie złączy, zrównoleglenie lub serializacja : Istnieją różne, ale baterie LIPO są najbardziej obfite.

Zasilanie : Moc, prąd, napięcie, tętnienie, częstotliwość, napięcie wejściowe (110/220), liczba faz : Filtrowanie w razie potrzeby, łączenie faz w razie potrzeby, wzmocnienie lub redukcja, regulacja, ochrona przed rozładowaniem, transformacja (AC-DC) : Przełączane i liniowe

Wskaźnik baterii : Dozwolona liczba ogniw, wskaźniki świetlne lub dźwiękowe : Weryfikacja pinów : Na pokładzie lub na zewnątrz

Moduł mocy : Maksymalny obsługiwany prąd, maksymalne obsługiwane napięcie, ekran elektromagnetyczny, maksymalny zmierzony prąd, typ złączy : Ekranowanie elektromagnetyczne w razie potrzeby, dodanie czujników prądu lub napięcia w razie potrzeby, zrównoleglenie w razie potrzeby : Dla niskiego i wysokiego prądu

Rozdzielacz zasilania : Maksymalny obsługiwany prąd, maksymalne obsługiwane napięcie, liczba silników do zasilania, BEC, rozmiar, waga, typ Ekran elektromagnetyczny : Lutowanie zacisków, serializacja lub zrównoleglenie, ekranowanie elektromagnetyczne : Hub (wiązka) lub płyta (obwód)

Złącza zasilania : Maksymalny obsługiwany prąd, maksymalne obsługiwane napięcie, kompatybilność z komponentami, rezystancja termiczna, elastyczność, możliwości podłączania/odłączania : Lutowanie zacisków, wymiana : Każda aplikacja ma swój własny zestaw złączy

Stopnie mocy i esc : maksymalny rozmiar, waga, prąd i napięcie, odwracalność, BEC lub optozłącze : konfiguracja (zwykle za pomocą interfejsu oprogramowania) : odwracalne lub nieodwracalne, cykl pracy PWM-RC lub PWM, standardowe lub sprzężone opto szczotkowane silniki

Element kontrolny : Główne cechy : Częste procedury : Typy

Autopilot : Rozmiar, waga, liczba silników, złącza, dostępne porty, architektura, język programowania, procesor, wymagana moc : Programowanie : Architektury otwarte i zamknięte

Czujniki: Rozdzielczość, rozmiar, waga, liniowość typu, wymagana moc, rodzaj złączy, zakres i warunki pracy: Lutowanie, sprzężenie sygnału, filtrowanie: Analogowe, cyfrowe i szeregowo

Moduły telemetryczne :: Rozmiar, napięcia i prądy pracy, wymagane akcesoria, kompatybilność złącz, maksymalna odległość, równość częstotliwości pracy : Wiązanie i etykietowanie, prędkość danych konfiguracji: standardy amerykańskie i europejskie

Pilot zdalnego sterowania : Maksymalna odległość, obsługa baterii LIPO, legalność częstotliwości pracy, liczba kanałów, tryb wiązania, rodzaj kanałów pomocniczych, czułość, tryby transmisji, ekran lub nie, obecność lub brak kanału PPM w odbiorniku : Łączenie odbiornik z konfiguracją nadajnika, drążków i przycisków: Według liczby kanałów i dodatkowych funkcji jako ekran

Karta pamięci : Rozmiar pamięci, typ, adaptory, dostępność do noszenia, liczba cykli pracy : Zapis, kasowanie, użycie zewnętrzne lub na płycie, konwersja formatu : Zwykle według rozmiaru pamięci i typu komercyjnego

Komputer towarzyszący: ten sam, co autopilot plus dodatkowe funkcje przetwarzania i kompatybilność ze sprzętem i oprogramowaniem: Programowanie: według poziomu abstrakcji kodu (język naturalny a język maszynowy), również według wydajności sprzętowej

Przycisk stop : Dostępność dla użytkownika, rozmiar, kolory, tłumienie mechaniczne : Poziom dostępności, programowanie : Przyciski, drążki, na podstawie czasu lub zdarzeń

Złącza danych : Standardowe w użyciu i kompatybilności, narzędzia do ich użycia, prędkość, ekrany elektromagnetyczne, dostępność na rynku, liczba pinów, uszczelnione lub nie, wersje standardowe lub specjalne, maksymalne napięcie i prąd, łatwe lub sztywne podłączanie : Lutowanie, wymiana, programowanie : To zależy od każdej aplikacji

Komponent mechaniczny : Główne cechy : Częste procedury : Typy

Rama : Materiał, twardość, lekkość, otwory, poziomy, akcesoria, rozmiar i waga, podwozie, systemy przeciwwstrząsowe, składane lub nie, ekranowanie elektromagnetyczne : Połączenie komponentów, wyważanie, przywracanie : Powszechne klasyfikacje dotyczą rozmiaru, materiałów i zdolności składania

Silniki : kv, waga i wymiary, maksymalny prąd i napięcie, maksymalny ciąg i moment : Uzyskanie wartości początkowej i proporcjonalności przyrostów momentu i ciągu w odniesieniu do ich prędkości i śmigła, wiązanie PWM (za pomocą pilota) : Szczotkowane i bezszczotkowe , prędkość lub pozycja, rodzaj sygnału sterującego (DC, BLDC, serwo, stepper, AC, PWM RC lub PWM duty cycle, itp.)

Śmigła: Podziałka, średnica, krawędź, liczba ostrzy, elastyczność, twardość, kierunek obrotu: Wyważanie, cięcie krawędzi: Zwykle klasyfikacje opierają się na materiale, elastyczności i liczbie ostrzy.

Łączniki : Materiał, twardość, lekkość, akcesoria, rozmiar i waga, szybka lub wolna zmiana : Każde połączenie mechaniczne jest przypadkiem analizy i zależy od zastosowania. : Szybka zmiana lub stałe połączenie

Mocowania antywibracyjne : Rozmiar, kompatybilność z ramą, mobilność, rodzaj tłumienia : Wyważanie : Do silników, do autopilotów, do czujników

Teraz, gdy znasz już wstępne koncepcje dotyczące komponentów dronów, zobaczmy, jak je wybrać.

Wybór komponentów

Proces ten jest podzielony, zgodnie z zalecanym projektem, na trzy podprocesy (analiza jest przeprowadzana z uwzględnieniem silników bezszczotkowych, ponieważ są one najczęściej używane w quadkopterach).

Wybór pojazdu

Wybór pojazdu to proces iteracyjny, na który składają się:

1. Wybór silników. Silniki dobierane są w zależności od wagi i prędkości, z jaką chcesz prowadzić pojazd. Dlatego należy zapoznać się z dwoma ważnymi parametrami w arkuszach danych: maksymalnym

ciężarem, jaki może podnieść każdy silnik i jego maksymalną wartością obrotów (w silnikach bezszczotkowych nazywa się to kv i nie należy go mylić ze stałymi elektromechanicznymi silnika).

2. Zgodnie z powyższym (nośność i prędkość pojazdu) dobierane są śmigła.

3. Po wybraniu silników i śmigieł wybierane są ESC. Ponownie w arkuszu danych silników bezszczotkowych można znaleźć prąd i napięcie wymagane w tych warunkach pracy. Pozwala to na wybór ESC. Zaleca się, aby ESC zużywały o 30% więcej prądu w porównaniu do prądu zużywanego przez ich odpowiednie silniki, aby przewyciężyć straty mocy.

4. Przy poprzednim punkcie i włączeniu innych elementów, takich jak autopilot i silniki pomocnicze, dobierany jest odpowiedni akumulator lub źródło zasilania.

5. Biorąc pod uwagę gabaryty wszystkich elementów oraz masę końcową (którą można obliczyć korzystając z indywidualnych kart katalogowych dla każdego elementu pojazdu) dobierana jest rama.

6. Biorąc pod uwagę ostateczną wagę, musisz wrócić do kroku 1 i sprawdzić, czy silniki nadal spełniają Twoje wymagania. Jeśli nie, musisz powtórzyć proces projektowania.

Wybór pilota zdalnego sterowania

Zdalne sterowanie jest bezpośrednim połączeniem z pilotem, zakładając, że potrzebujesz ręcznej interwencji lub przynajmniej kontrolowanego przez człowieka zatrzymania awaryjnego. Proces selekcji przebiega następująco:

1. Minimalna liczba kanałów do lotu quadkopterem to cztery (X, Y, Z i kąt odchylenia). W innych pojazdach, na przykład w samochodzie, są tylko dwa (jazda do przodu i skręcanie). Musisz jednak wziąć pod uwagę, czy potrzebujesz również zatrzymania awaryjnego, przycisku, który może być używany do otwierania i zamykania zacisku. Każde z tych zadań wymaga przynajmniej własnego kanału pomocniczego. W związku z tym stosowane są sześć-, ośmio- lub dziesięciokanałowe sterowanie radiowe. Te dodatkowe kanały mogą być drążkami, przyciskami lub pokrętkami i mogą być używane przez kombinatoryczną logikę i stany aktywacji (aby dowiedzieć się więcej o maszynach stanów, zobacz moją książkę o Ardupilot i inne odniesienia zawarte w Dodatku).

2. Gdy już wiesz, ile kanałów potrzebujesz, następną rzeczą jest określenie maksymalnej odległości, jaką pilot pozwoli od operatora do pojazdu. To określi obszar działania, w którym pojazd będzie oddziaływał z człowiekiem, a to wpłynie na to, czy dron będzie możliwy do odzyskania w sytuacji awaryjnej.

3. Poniższe są subiektywnymi szczegółami obsługi i polegają na zadaniu sobie pytania, czy potrzebny jest monitor kamery na pilocie, czy chcesz obsługiwać więcej niż jeden pojazd tym samym RC, i tak dalej.

4. Następnym krokiem jest ustalenie, jak długo potrzebujesz korzystać z pojazdu, ponieważ wpłynie to na żywotność baterii w pilocie. Dzięki temu piloty ze złączami baterii LIPO polecane są na długie okresy pracy.

5. Na koniec musisz sprawdzić, czy autopilot i odbiornik zdalnego sterowania mają porty PPM. W przeciwnym razie musisz kupić odpowiednie adaptory.

Wybór autopilota

Wybór autopilota będzie zależał od Twoich umiejętności programowania, a także od stopnia zanurzenia w pojeździe.

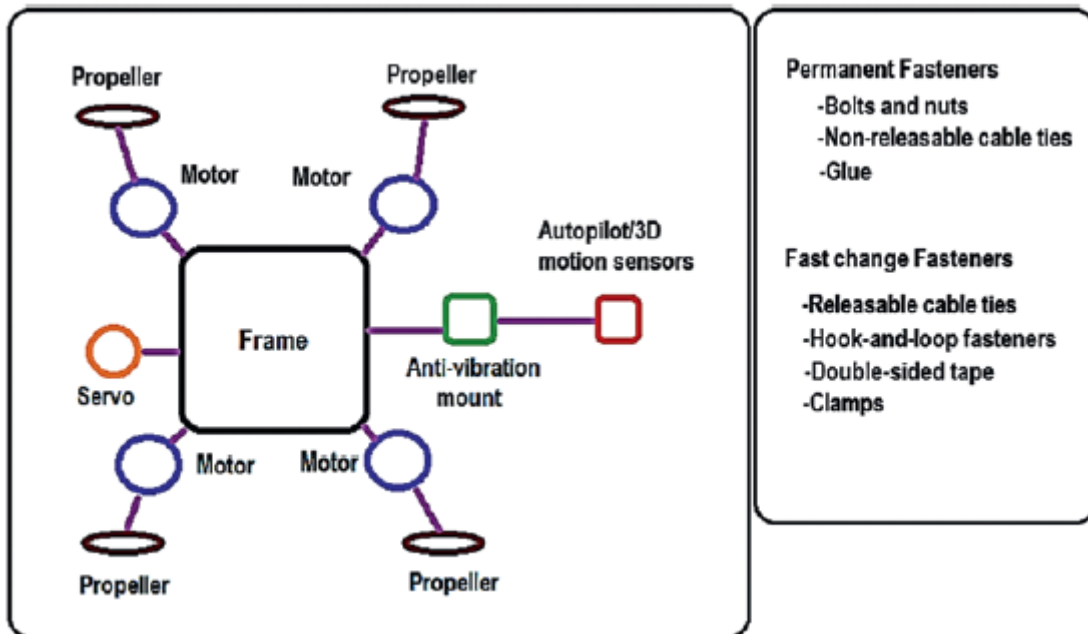
1. Jeśli nie musisz programować specjalistycznych zadań, wystarczy kupić drona generycznego.
 2. Jeśli wymagane są bardziej specjalistyczne zadania, ale nie wiesz, jak programować, zaleca się zakup autopilota, który umożliwi korzystanie z GUI, takiego jak Mission Planner. Zalecanym autopilotem jest tutaj Pixhawk.
 3. Jeśli umiesz programować i chcesz projektować własne zadania bez koncentrowania się na projektowaniu pojazdu, zaleca się skorzystanie z uproszczonego SDK, takiego jak Dronekit. Ten SDK wymaga znajomości programowania w języku Python, ale pozwala na użycie pojazdu jako części poruszającej się w osiach X, Y, Z i obracającej się wokół własnej osi. Polecany jest również Pixhawk.
 4. Jeśli (oprócz poprzedniego punktu) chcesz po prostu zaprojektować lub przetestować prawa kontrolne w wstępnie zaprojektowanych pojazdach, konieczne jest użycie rozszerzonego SDK. Ten rodzaj SDK pozwala na prowadzenie pojazdu w trybie cząstek, ale poprzez oddziaływanie siły i momentu obrotowego, a nie tylko definiowanie trajektorii. Przykładem jest Bebop Autonomy SDK lub biblioteki Simulink dla autopilota Pixhawk.
 5. Jeśli oprócz punktu 4 projektujesz pojazd eksperymentalny lub pojazd, który nie mieści się w standardowych modelach, które są kompatybilne z rozszerzonymi SDK, potrzebujesz autopilota kompatybilnego z pełnym SDK. Przykładami tego typu SDK są biblioteki Ardupilot i biblioteki PX4. Ponownie można tutaj użyć autopilota Pixhawk.
 6. Jeżeli oprócz tego, co opisano w punkcie 5, musisz wykonywać inne specjalistyczne czynności, takie jak używanie sztucznego widzenia, zaleca się korzystanie z komputera towarzyszącego wraz z autopilotem. Na przykład możesz użyć Raspberry Pi, Odroid lub laptop z ROS do wykonywania algorytmu sztucznego widzenia w połączeniu z Pixhawkiem realizującym algorytm lotu. Lub, jeszcze lepiej, możesz użyć wbudowanej jednostki, która łączy autopilota i komputer towarzyszący, taki jak karty NavIO lub ErleBrain.
- Zauważ, że przejście do przodu przez proces selekcji obejmuje również przejście od użytkownika hobbystycznego do naukowego, co wymaga głębszego zrozumienia programowania, sterowania i modelowania matematycznego, ale w zamian będziesz mieć możliwość całkowitego projektu, a nie tylko ograniczeń wyboru kilku parametrów. Dowiedziałeś się o komponentach i jak je dobierać. Czas nauczyć się je składać.

Połączenie komponentów

Ta sekcja ilustruje sposób łączenia komponentów drona. Pomoże to uniknąć bardzo typowych błędów montażowych na poziomie mechanicznym, elektrycznym i sterowania.

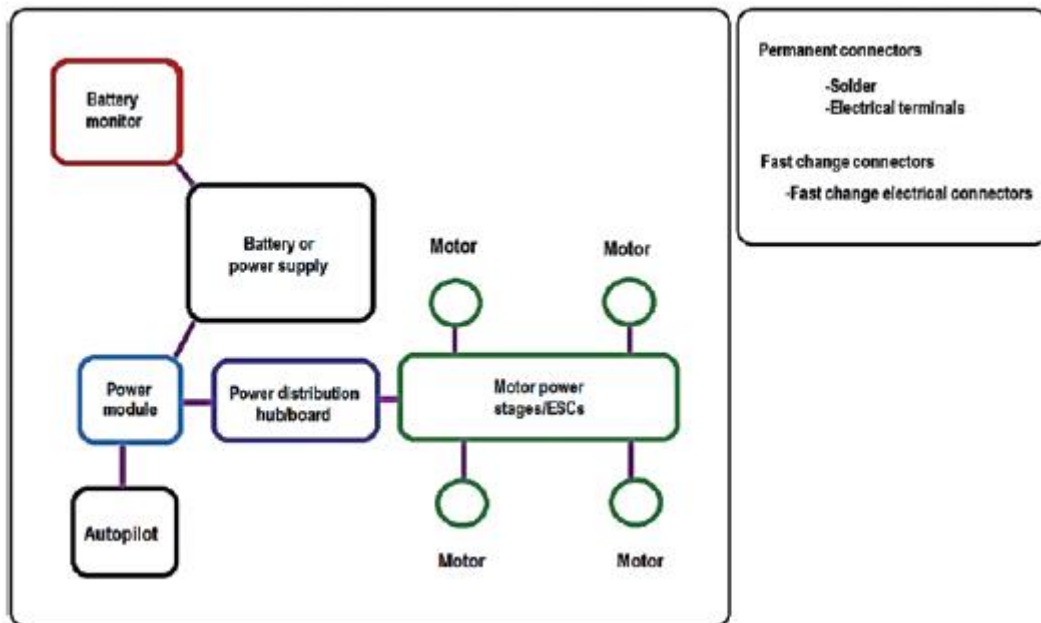
Połączenie mechaniczne

Głównym elementem połączenia mechanicznego jest rama, do której mocowane są pozostałe elementy. Zobacz rysunek



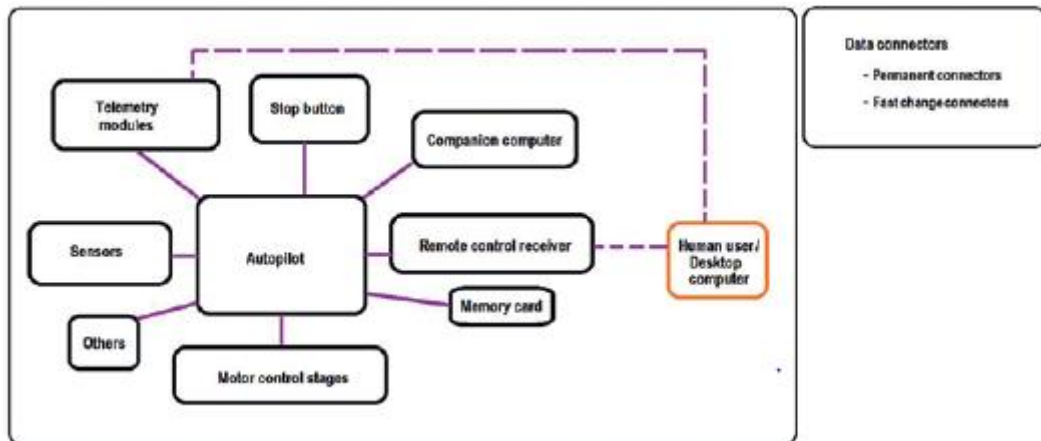
Połączenie elektryczne

Centralnym elementem jest tutaj bateria lub zasilacz. Zauważ, że silniki nie są bezpośrednio podłączone do tego zasilacza.



Połączenie kontrolne

Centralnym elementem jest tutaj autopilot. Na tym poziomie znajduje się również interfejs użytkownika lub interfejs z komputerem pomocniczym umieszczonym na ziemi.



Streszczenie

Poznałeś komponenty do projektowania dronów ze szczególnym uwzględnieniem quadkopterów, ale z możliwością rozszerzenia na inne typy samolotów, w tym ich kontekst historyczny, etymologie i najczęstsze wyniki wyszukiwania, aby wybrać nazwę swojej pracy. Poznałeś również rodzaje dronów, które są przydatne w twoich działaniach, niektóre ogólne środki bezpieczeństwa, a także najczęściej używany międzynarodowy standard modelowania i projektowania drona i jego komponentów. Jeśli chodzi o komponenty, poznałeś kilka przydatnych klasyfikacji, ich najczęstsze cechy i procedury oraz ich połączenia i dobór.