

KONKURS NA NAJLEPSZE PRACE DYPLOMOWE WIMiR

VII Konkurs Na Najlepsze Prace Dyplomowe Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki 2016/2017 – prace dyplomowe



Grzegorz SUCHANEK
Automatyka i Robotyka



Wielowirnikowy robot latający Multirotor flying robot

promotor: dr inż. Wojciech Ciesielka – Katedra Systemów Energetycznych i Urządzeń Ochrony Środowiska

Streszczenie: W pracy przedstawiono projekt wielowirnikowego robota latającego, umożliwiającego lot manualny i autonomiczny. Realizacja pracy przebiegała w kilku etapach. W pierwszej kolejności przeanalizowano wybrane rozwiązania platform latających oraz ich jednostek sterujących. Następnie przystąpiono do zaprojektowania części mechanicznej, elektronicznej i informatycznej systemu. Składało się to na projekt części mobilnej, czyli robota latającego oraz stacji naziemnej. Po zakończeniu fazy projektowania dokonano syntezy poszczególnych podsystemów robota uzyskując synergiczne ich współdziałanie. Zwiększeniem prac było wykonanie testów weryfikacyjnych, które prowadzono w laboratorium oraz w warunkach terenowych. Otrzymane rezultaty potwierdziły poprawność przyjętych rozwiązań oraz prawidłowość wykonania systemu mobilnego i stacji naziemnej. Zrealizowane działania zapoczątkowały wykonaniem oryginalnego systemu umożliwiającego sterowanie wielu różnych konfiguracji multicopterów do 12 silników napędowych łącznie. System może być dowolnie rozbudowywany i modyfikowany zarówno pod kątem programowym i sprzętowym. Robot może być sterowany w trybie manualnym, a także oferuje kilka autonomicznych trybów pracy. Są to: tryb utrzymania zadanej wysokości, tryb utrzymania pozycji GPS oraz dwa tryby nawigacji z wykorzystaniem współrzędnych GPS. W pracy zaprezentowano wiele rozwiązań oryginalnych. W szczególności można wskazać modułową konstrukcję systemu lub zastosowaną wymienną czarną skrzynkę o dużej pojemności i dużej prędkości zapisu umożliwiającą gromadzenie danych pomiarowych.

Wprowadzenie

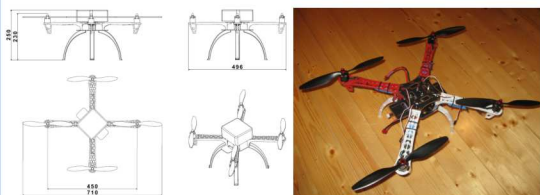
Jednym z rodzajów bezzałogowych robotów latających są wielowirnikowce. Należą do nich wielopłaty, które posiadają więcej niż dwa silniki. Mimo, że zyskały już niemałą popularność, jest to stosunkowo ciągle nowość na rynku robotów. Najbardziej znanym zastosowaniem dronów jest bez wątpienia fotografia lotnicza, gdzie roboty te względnie niskim kosztem umożliwiły uzyskanie fantastycznych ujęć z lotu ptaka, które jeszcze przed paroma laty nie były osiągalne. Oprócz klasycznego filmowania, grupy eksploratorów czy ratowników doceniły ich ogromny potencjał przy prowadzeniu poszukiwań. Jako inny przykład można wskazać rozrywkę – organizuje się wyścigi małych, ultralekkich wyczynowych modeli copterów w formie sportu. Przyszły potencjał ich zastosowań pozostaje nieograniczony.

Przedmiotem niniejszej pracy jest projekt wielowirnikowego robota latającego wyposażony w oryginalny system sterowania. Taka konstrukcja daje duże możliwości badania terenów trudnodostępnych, a także takich obszarów w których niemożliwe jest prowadzenie badań innymi metodami. Jako platforma, wielowirnikowiec jest rozsądnym wyborem ze względu na możliwość zawisu na pożądanej pozycji geograficznej w celu wykonywania pomiarów lub wykonywania zdjęć. Niewątpliwymi innymi zaletami tego rozwiązania są duża mobilność oraz niskie koszty.

Część mechaniczna

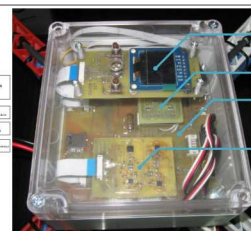
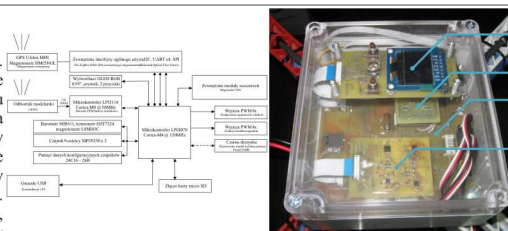
Do budowy części mechanicznej systemu wykorzystano ramę w wersji quadcopter o rozstawie silników napędowych wynoszącym 450mm. Ramę wyposażono w dodatkowy dedykowany komplet płóc powiększający prześwit do 150mm. Jako główny napęd konstrukcji wybrano dedykowane silniki typu BLDC w komplecie z 10 calowymi śmigłami oferujące w sumie ciąg wynoszący 3400g. Zasilanie robota zapewnia akumulator litowo-polimerowy o pojemności 2200mAh. Całkowita masa startowa robota wynosi 1300g. Szacowany czas lotu wynosi około 7,5 minuty.

Na rysunkach zaprezentowano wymiary ogólne konstrukcji i rzeczywiste zdjęcie kompletnej części mechanicznej robota.



Część elektroniczna

Głównym elementem części elektronicznej systemu jest mikrokontroler ARM LPC4078 firmy NXP z rdzeniem Cortex-M4 taktowany częstotliwością 120MHz. Jednostkę wyposażono w dodatkowy mikrokontroler pomocniczy którego zadaniem jest dekodowanie i wstępna filtracja sygnału z aparatury sterującej. Pozostałe elementy jednostki centralnej to: czujniki inercyjne (IMU), na podstawie pomiarów których odbywa się stabilizacja platformy, złącze USB do komunikacji z komputerem PC, kolorowy wyświetlacz OLED z przyciskami stanowiący interfejs użytkownika. Możliwość rejestracji danych pomiarowych, zapewniono poprzez wyposażenie układu w moduł szybkiej pamięci NANDFlash o pojemności 256MB stanowiący również czarną skrzynkę, przy częstotliwości próbkowania 500Hz umożliwia to zapis danych przez czas około 9 minut, złącze karty pamięci microSD do przenoszenia zgromadzonych danych do komputera, 12 wyjść silnikowych do obsługi robotów typu quadro, heksa i oktocoptery, oraz dodatkowe złącza (ogólnego użycia gdzie podłączono GPS i CAN), pozwalające rozszerzyć możliwości jednostki sterującej w przyszłości.



Część elektroniczna systemu ma konstrukcję modułową, co zapewnia możliwość wymiany zestawu czujników bądź czarnej skrzynki.

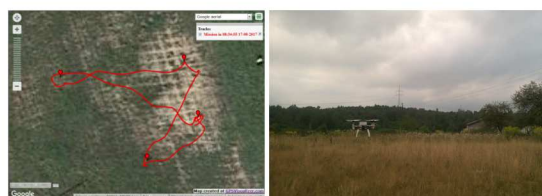
Część informatyczna

Całość części informatycznej podzielona jest na kilka programów:

- Program mikrokontrolera głównego – kontrola układów pomiarowych i stabilizacja lotu we wszystkich trybach pracy układu. W skład kluczowych wykorzystanych algorytmów wchodzi:
 - Filtr Madgwicka i Kalmana – są to kluczowe elementy jednostki sterującej multicopterem, gdyż w tym miejscu zachodzi fuzja danych sensorycznych,
 - Regulatory PID – połączenie kaskadowe,
 - Parser minmea – umożliwiający analizę otrzymywanych z odbiornika GPS komunikatów do wyznaczenia m.in. pozycji i prędkości,
- Program mikrokontrolera podrzędnego – obsługa aparatury,
- Program do dekodowania danych z czarnej skrzynki do pliku CSV (PC),
- Program do generowania przebytej ścieżki do pliku GPX (PC),
- Program do zmiany konfiguracji jednostki sterującej (PC).

Testy weryfikacyjne

Po uzyskaniu synergicznego działania wszystkich podsystemów, rozpoczęto testy weryfikacyjne. Jednym z wielu weryfikowanych trybów robota był pierwszy z dwóch zaimplementowanych trybów nawigacji z wykorzystaniem współrzędnych GPS. Przebyta przez robota ścieżkę w formacie GPX naniesiono na mapę terenu. Na mapie zaznaczono położenie punktu startowego, oraz kolejnych zadanych punktów trasy. Na zdjęciu zaprezentowano robota podczas zawisu w jednym z zadanych punktów trasy.



Podsumowanie

Podsumowując, można stwierdzić że cel pracy został osiągnięty. Zaprojektowano, wykonano i przetestowano w warunkach terenowych wielowirnikowego robota latającego umożliwiającego lot manualny i autonomiczny. Robot oferuje następujące autonomiczne tryby pracy: tryb utrzymania zadanej wysokości, tryb utrzymania pozycji GPS oraz dwa tryby nawigacji z wykorzystaniem współrzędnych GPS. W pracy zrealizowano wiele oryginalnych podsystemów dedykowanych dla robota latającego i stacji naziemnej. Należy również nadmienić że zaprojektowany system sterowania jest rozwiązaniem całkowicie autorskim i przez to otwartym. Dzięki temu można go dowolnie rozbudowywać i modyfikować zarówno pod kątem programowym, jak i sprzętowym.