

Wybrane problemy konstrukcji minigłowicy optoelektronicznej z uwzględnieniem wymagań środowiskowych

Chosen problems of the construction mini head optoelectronic including environmental requirements

MARIUSZ KRAWCZAK
BOGDAN MACHOWSKI
MARCIN PERGOŁ
GRZEGORZ SAWICKI *

Materiały z XX SKW PWiE, Jurata 2016 r.
DOI: 10.17814/mechanik.2016.7.165

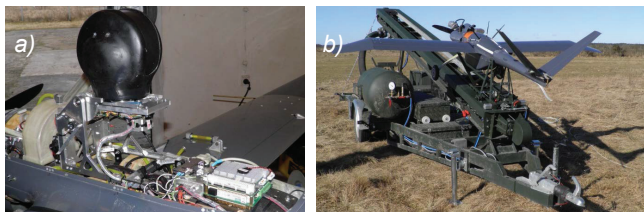
Opisywana w artykule głowica optoelektroniczna była przewidziana jako element wyposażenia pokładowego bezzałogowego minisamolotu uderzeniowego, aby umożliwić sterowanie kamerami oraz stabilizację ich położenia podczas obserwacji obiektów na polu walki. Głowica została zaprojektowana do współpracy z dwiema kamerami: jedną pracującą w świetle widzialnym oraz drugą pracującą w podczerwieni. **SŁOWA KLUCZOWE:** głowica optoelektroniczna, sterowanie, stabilizacja, konstrukcja

The optoelectronic head described in the article was predicted as the accessory deck unmanned mini of the shock plane enabling the guidance with cameras and stabilization of laying them during observation of objects on the battlefield. The head was designed for the cooperation with two cameras one working in the visible light and second working in the infrared.

KEYWORDS: optoelectronic head, guidance, stabilization, structure

Przedmiotowa głowica optoelektroniczna (GO) (rys. 1) przewidziana była jako element wyposażenia pokładowego bezzałogowego minisamolotu uderzeniowego, aby umożliwić sterowanie kamerami oraz stabilizację ich położenia podczas obserwacji obiektów na polu walki. Głowicę zaprojektowano do współpracy z dwiema kamerami jedną pracującą w świetle widzialnym oraz drugą pracującą w podczerwieni. Zadaniem układu sterującego jest odbiór komend i transmisja danych do nadrzędnego układu wideotrakera oraz stabilizacja położenia. Na podstawie komend zawierających informację o położeniu względem konstrukcji samolotu możliwe jest automatyczne naprowadzanie samolotu na cel.

Zastosowano podejście dotyczące identyfikacji konfiguracji wskazane w normie PN-ISO 10007:2005 [4]. Sklasyfikowano zespoły głowicy optoelektronicznej zgodnie z NO-06-A103, co pozwoliło na określenie wymagań środowiskowych, jakie muszą spełniać projektowane zespoły.

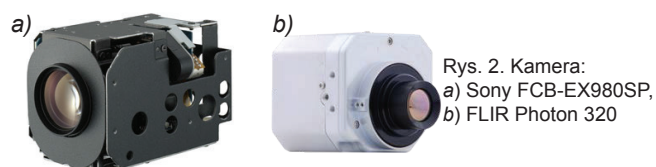


Rys. 1. Optoelektroniczna głowica śledząca: a) w trakcie montażu na BSL, b) w trakcie sprawdzeń przedstartowych BSL MJ-7 Szogun firmy Eurotech

* Mgr inż. Mariusz Krawczak (mariusz.krawczak@pcosa.com.pl) – PCO S.A.; dr inż. Bogdan Machowski (bogdan.machowski@wat.edu.pl); dr inż. Grzegorz Sawicki (grzegorz.sawicki@wat.edu.pl); mgr inż. Marcin Pergoł (marcinelektronika@gmail.com) – Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechatroniki i Lotnictwa

Dobór kamer do GO

Przyjęto założenie, że projektowana GO będzie zgodna sprzętowo i programowo z konstrukcją głowicy optoelektronicznej przyjętej za wzorcową, tj. TASE Duo firmy Cloud Cap Technology Inc.



Rys. 2. Kamera:
a) Sony FCB-EX980SP,
b) FLIR Photon 320

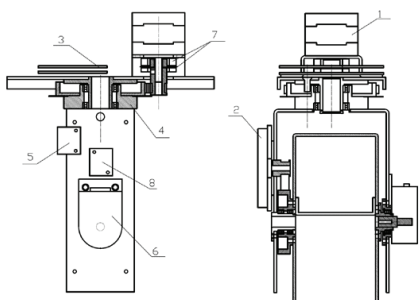
Jako kamerę dzienną zastosowano kamerę Sony FCB-EX980SP ze stabilizacją optyczną obrazu. Obraz z kamery w tej wersji w zasadzie pozbawiony był drgań, nawet w trudnych warunkach lotu. Kamera FLIR Photon 320 została wybrana ze względu na cenę oraz doskonałe parametry:

- typ detektora – matrycy (*Image Array Type, Detector Type*) – bolometr;
- masa kamery, bez układu optycznego (*Weight*) – rzędu 300÷400 g;
- rozmiar kamery bez układu optycznego (*Length, Width, Height*) – ok. 6 x 6 x 10 cm;
- rozdzielczość matrycy (*Array Size*) – min. 320 x 240 pikseli;
- wielkość piksela i pojedynczego detektora (*Pixel Pitch, Detector Pitch*) – ok. 40 μm;
- wymagania zasilania (*Power Requirements*) – niski pobór mocy, ok. 2 W, 5÷12 V;
- temperatura działania (*Operating Temperature*) – ok.: -10° do 40°C;
- rodzaj sygnału wyjściowego (*Digital and Analog Output Format*) – Digital ok. 12 bit;
- częstotliwość odświeżania, pracy (*Frame rate*) – min. 20 Hz;
- zasięg detekcji (*Detektor Range, Depth of Field*) – do nieskończoności.

Dla kamery FLIR Photon 320 wystarczyło tylko dobrać obiektyw. Obiektyw dobrano z wykorzystaniem oferowanego przez firmę FLIR kalkulatora.

Konstrukcja mechaniczna głowicy, układ sterowania głowicy

W konstrukcji głowicy zastosowano metalową strukturę nośną oraz obudowę zewnętrzną wykonaną z użyciem włókien poliestrowych. Konstrukcja zaprojektowana została z uwzględnieniem wymagań co do maksymalnych wymiarów zewnętrznych. Elementy konstrukcji nośnej wykonano z duraluminium; elementy łączone są za pomocą połączeń skręcanych, dodatkowo wzmocnionych w niektórych miejscach klejem. Poprawiło



Rys. 3. Rzuty poglądowe mechanizmu głowicy z zaznaczonymi podzespołami: 1 – silnik krokowy napęd w osi panoramy, 2 – silnik krokowy napędu w pochyleniu, 3 – płytki elektronicznej sterującej i czujników prędkości kątowej w osi panoramy, 4 – czujnik położenia w osi podłużnej samolotu dla mechanizmu panoramy (zabudowany w kole pasowym), 5 – czujnik położenia w osi samolotu dla mechanizmu pochylenia, 6 – enkoder inkrementalny, czujnik prędkości i położenia w osi pochylenia, 7 – enkoder inkrementalny, czujnik prędkości i położenia w osi panoramy

W układzie napędowym zastosowano przekładnię z pasami zębatymi – z uwagi na bezwzględne przeniesienie momentu napędowego. W celu zapewnienia niskich oporów własnych układu napędowego łożyskowanie wykonano z użyciem łożysk tocznych. Rzuty konstrukcji głowicy z zaznaczonym położeniem głównych elementów przedstawia rys. 3.

to sztywność konstrukcji i zmniejszyło przenoszenie wibracji. W układzie napędowym zastosowano przekładnię z pasami zębatymi – z uwagi na bezwzględne przeniesienie momentu napędowego. W celu zapewnienia niskich oporów własnych układu napędowego łożyskowanie wykonano z użyciem łożysk tocznych. Rzuty konstrukcji głowicy z zaznaczonym położeniem głównych elementów przedstawia rys. 3.

Układ sterowania głowicy

Podczas prac nad głowicą wykonywano modele wyposażono w różne układy wykonawcze oparte na silnikach szczotkowych prądu stałego DC – ostatecznie przyjęto jako silniki wykonawcze miniaturowe silniki krokowe.

Zmiana elementów wykonawczych na silniki krokowe uproszczyła sposób określania położenia, jednak powstała konieczność precyzyjnego określania położenia spoczynkowego.

Układ ten wykonano na bazie transoptorów szczelinowych, które pozwalają na dokładne ustawienie kamer w osi samolotu. Konstrukcja mechanizmu umożliwia regulację położenia wyjściowego w osi podłużnej samolotu bez potrzeby rozbierania mechanizmu, jedynie z użyciem wkrętaka, co ma istotne znaczenie w warunkach poligonowych.

Podczas wykonywanych badań w locie konieczne stało się określenie położenia za pomocą niezależnych czujników w całym zakresie ruchu kamer. W tym celu układ wyposażono w precyzyjne enkodery inkrementalne, umieszczone na każdej z osi obrotu.

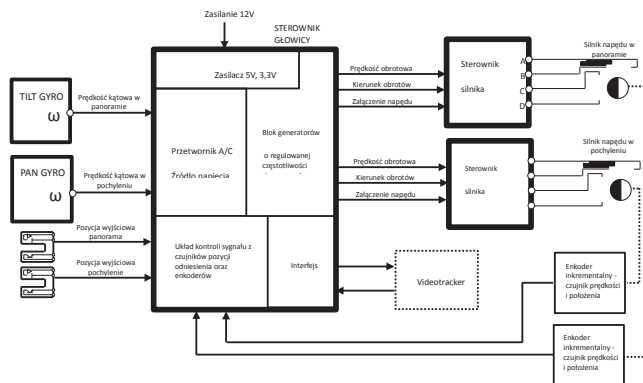
Układ sterowania głowicy składa się z mikrokontrolera odpowiedzialnego za komunikację z układem nadrzędnym, przetwarzanie sygnałów z czujników oraz obliczenie wartości sterujących.

Jako elementy wykonawcze zastosowano specjalizowane sterowniki silników krokowych, co umożliwiło sterowanie silnikami w trybie pracy z mikrookreśleniem oraz zmiany momentu trzymającego silników, a zarazem regulację pobieranego prądu – ułatwiło to sposób sterowania. W celu oszczędzania energii głowica ma możliwość odłączenia układów wykonawczych oraz wprowadzenia sterowników w tryb obniżonego poboru energii.

Realizując założenia konstrukcyjne, przewidziano możliwość prędkościowego i pozycyjnego sterowania głowicą.

Tryby pracy głowicy:

- tryb pracy ze sterowaniem prędkościowym – w ten tryb głowica przechodzi po odebraniu komendy sterowania prędkościowego, wymuszającej obrót w zadanej płaszczyźnie z zadaną prędkością;
- tryb pracy ze sterowaniem pozycyjnym – w tym trybie głowica otrzymuje komendy wymuszające ustawienie się głowicy w zadanej pozycji, jednocześnie komendy te zawierają żądaną wartość prędkości kątowej z jaką powinien odbywać się ruch;
- tryb pracy ze stabilizacją zadanego położenia – w tym trybie głowica stabilizuje położenie kamer, wykorzystując wbudowane sensory.



Rys. 4. Schemat funkcjonalny układu sterowania głowicy

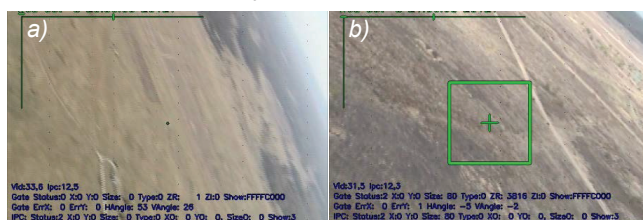
Możliwa jest również praca mieszana – głowica po wykonaniu zadanej komendy przechodzi do trybu stabilizacji położenia. Możliwe jest ponadto wyzerowanie sygnału z czujników prędkości kątowych, co pozwala na korekcie dryftu temperaturowego i długoczasowego. W układzie sterowania można wyróżnić bloki funkcjonalne jak na rys. 4.

Podsumowanie

Wykonane modele spełniają oczekiwania oraz charakteryzują się odpowiednią wytrzymałością mechaniczną, pozwalającą na wykonywanie prób w locie. Konstrukcję głowicy optoelektronicznej wykonano z dostępnych na rynku podzespołów – stanowi ona bazę do dalszych modyfikacji oraz jest zgodna sprzętowo i programowo z konstrukcją głowicy optoelektronicznej przyjętej za wzorcową, tj. TASE Duo firmy Cloud Cap Technology Inc.

W wyniku weryfikacji konstrukcji zmieniono przełożenie przekładni w osi azymutu (PAN) z wartości 1:5 na wartość 1:7 – pozwoliło to na niezawodne działanie GO przy prędkości lotu do ok. 360 km/h. Dla kanału elewacji (TILT) pozostawiono wykorzystywany dotychczas silnik krokowy Nanotec ST6318F1004-A, a w kanale azymutu (PAN) zmieniono silnik na silnik krokowy o większym momencie trzymającym 39BY-GH001,1A, 18Ncm bia.

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników można sformułować następujący wniosek: nagrane filmy z lotów cechuje wysoka jakość, stabilizacja obrazu jest bez zarzutu. Podczas lotów w różnych warunkach pogodowych aparatura zawierająca komputer przemysłowy klasy PC-104 działała niezawodnie (rys. 5).



Rys. 5. Dokumentacja fotograficzna GO z badań w locie: a) tryb obserwacji, b) włączony videotracker

* * *

Praca była finansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach projektu nr O R 00 0044 09.

LITERATURA

1. Koruba Z., Osiecki J.W. „Budowa, dynamika i nawigacja wybranych broni precyzyjnego rażenia”, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2006.
2. Machowski B., Panasiuk K. „Wykorzystanie robota przemysłowego do badania układu stabilizacji głowicy śledzącej”, *Mechanik* nr 7/2011, s. 521÷526.
3. Machowski B., Siergiejuk P. „Synteza videotrackera głowicy śledzącej”, *Mechanik* nr 7/2012, s. 437÷442.
4. PN-ISO 10007:2005 Systemy zarządzania jakością – Wytyczne dotyczące zarządzania konfiguracją.