

MODEL STANOWISKA DO BADANIA OPTYCZNEJ GŁOWICY ŚLEDZĄCEJ

Streszczenie: W niniejszym referacie zaprezentowano stanowisko służące do badania optycznej głowicy śledzącej z prędkościowym układem stabilizacji kamery. Przedstawiono użyte elementy oraz zaproponowano przykładowy sposób badania optycznej głowicy śledzącej.

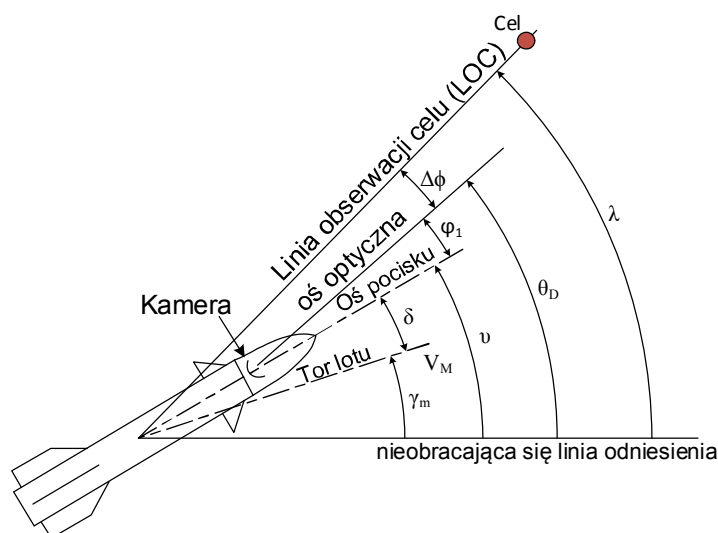
THE OPTICAL MISSILE SEEKER TEST STAND DESCRIPTION

Abstract: This paper presents description of optical missile seeker test stand for seekers equipped with stabilised camera. Used elements were presented and exemplary method for testing the seeker was proposed.

Słowa kluczowe: śledzenie celu, optyczna głowica śledząca, rakietka
Keywords: target tracking, optical missile seeker, rocket missile

1. WPROWADZENIE

Określanie współrzędnych obiektu powietrznego przy użyciu kamery polega na określeniu położenia odwzorowania celu na matrycy elementów światłoczułych kamery. Pozycja celu względem kamery głowicy określana jest jako błąd śledzenia ϕ_1 będący kątem zawartym pomiędzy osią optyczną kamery (OK) a linią obserwacji celu (LOC) (rys. 1) [1].

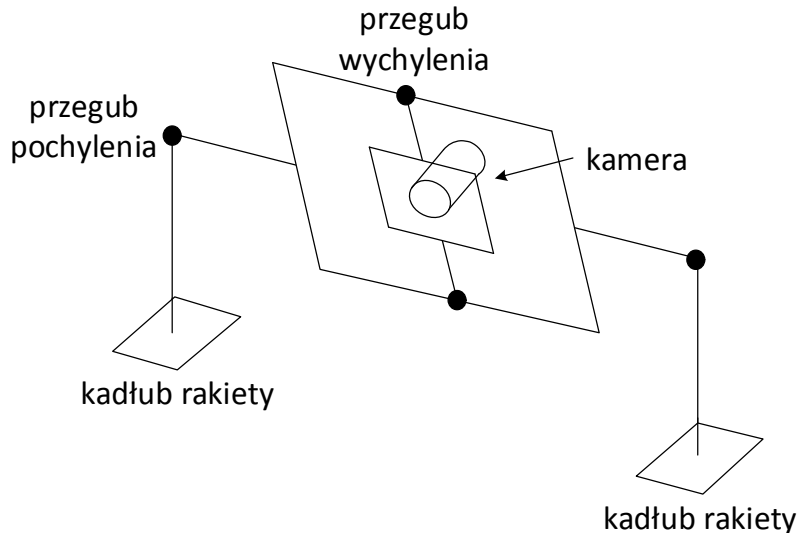


Rys. 1. Geometria kątowa układu rakietka – głowica – cel [2]

W typowych rozwiązaniach głowic śledzących kamera umieszczona jest na zawieszaniu umożliwiającym ruch kamery w osi odchylenia (azymut) oraz pochylenia (elewacja) [2]. Taki układ podyktowany jest takimi czynnikami, jak:

- mały kąt widzenia kamery (wynikający z wymaganej dokładności określania współrzędnych obiektu powietrznego),
- konieczność odwiązania ruchów kamery od ruchów podstawy głowicy.

Schemat opisywanego rozwiązania z kamerą umieszczoną na zawieszaniu o dwóch stopniach swobody został przedstawiony na rysunku 2.



Rys. 1. Zawieszenie kamery

W referacie [1] został zaproponowany sposób badania dokładności śledzenia celu przez optyczną głowicę śledzącą umieszczoną na nieruchomej podstawie. Kolejnym etapem pracy, realizowanym w ramach projektu Rozwój Młodych Naukowców (RMN 08-958) prowadzonego w Wojskowej Akademii Technicznej była budowa stanowiska do badania wpływu ruchów podstawy kamery na dokładność śledzenia obiektu powietrznego.

2. ZASADA DZIAŁANIA STANOWISKA ORAZ OPIS WYBRANYCH ELEMENTÓW

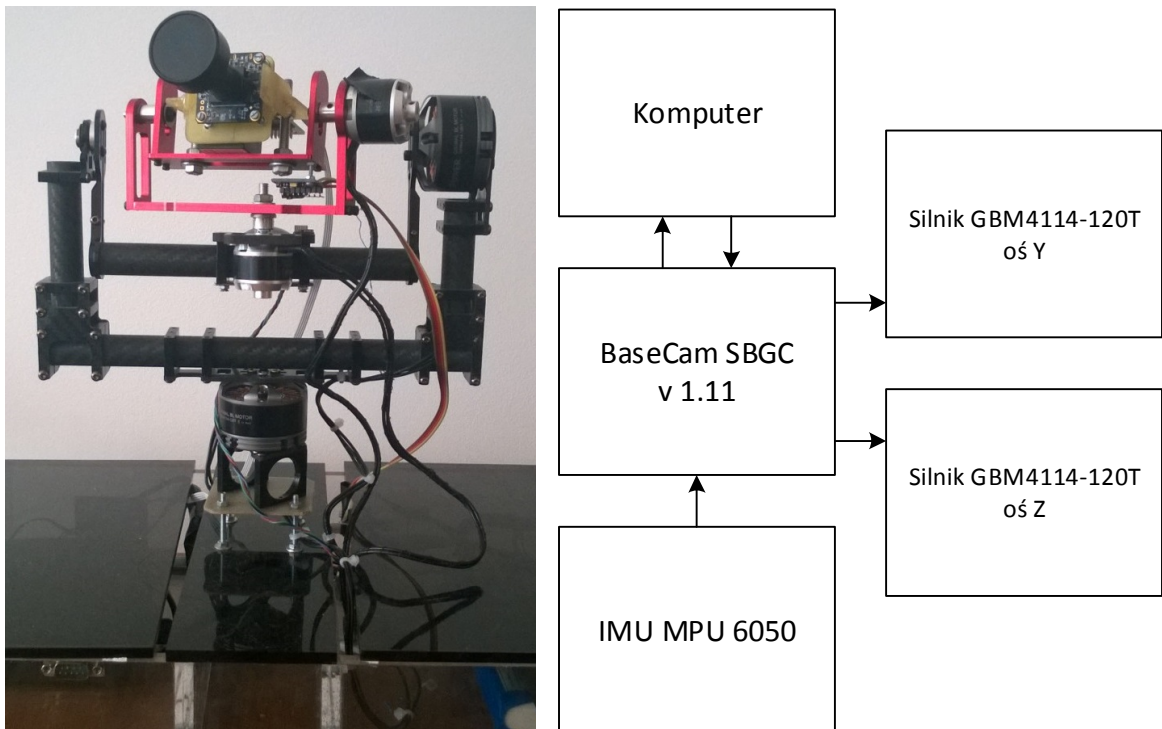
Zbadanie wpływu ruchów podstawy głowicy na jej pracę wymaga wprowadzenia tej podstawy w ruch obrotowy w osiach, w których porusza się rama z kamerą.

Jako układ napędowy zastosowano urządzenie służące do zawieszenia kamery na bezzałogowym statku powietrznym (rys. 3). Wykonany jest z kompozytu węglowego, co gwarantuje wymaganą sztywność układu. Budowa zawieszenia pozwala na sterowanie ruchem obrotowym podstawy badanej głowicy w azymucie i elewacji. Zakres obrotów kamery ograniczony jest w płaszczyźnie pionowej w zakresie od -90° do 90° , natomiast w płaszczyźnie poziomej w zakresie od -180° do 180° . Jako napęd układu zastosowano bezszczotkowe silniki prądu stałego BLDC. Do zasilania sterowania silnikami zastosowano dedykowany sterownik BaseCam SBGC V1.11.



Rys. 3. Zawieszenie głowicy [3]

Głównym elementem sterownika SBGC V1.11 jest procesor ARM Cortex M4. Wraz ze sterownikiem dostarczany jest cyfrowy układ MPU 6050 wykonany w technologii MEMS z wbudowanym żyroskopem prędkościowym z możliwymi zakresami pomiarowymi: $\pm 250^\circ/\text{s}$, $\pm 500^\circ/\text{s}$, $\pm 1000^\circ/\text{s}$, $\pm 2000^\circ/\text{s}$ oraz akcelerometrem z możliwymi zakresami pomiarowymi: $\pm 2\text{g}$, ± 4 , ± 8 , 16 g . Do napędu zawieszenia użyto silników BLDC IFlight GBM4114-120T.



Rys. 4. Zbudowane stanowisko z zamocowaną głowicą optyczną do badań oraz schemat blokowy układu napędowego

Sterowanie ruchem podstawy głowicy może odbywać się, w zależności od potrzeb, przy użyciu jednego z trzech trybów pracy:

- tryb prędkościowy – możliwość zadania określonej prędkości obrotowej każdej z osi zawieszenia,
- tryb kątowo-prędkościowy – możliwość obrotu w każdej z osi z określoną prędkością o określony kąt,
- tryb kątowy – możliwość obrotu w każdej z osi o określony kąt z prędkością wynikającą z nastaw regulatora PID sterowania. Sterownik wyposażony jest w funkcję automatycznego doboru nastaw regulatora PID, co eliminuje konieczność dobierania nastaw przy zamianie badanej głowicy.

Stanowisko oraz jego schemat blokowy przedstawiono na rysunku 4.

3. KOMUNIKACJA STEROWNIKA Z KOMPUTEREM [4]

Komunikacja sterownika z urządzeniami zewnętrznymi odbywa się przez port COM. Sterowanie ruchem zawieszenia stanowiska odbywa się przez wysyłanie odpowiednich komend do sterownika za pośrednictwem portu COM. Należy przede wszystkim zwrócić uwagę, aby ustawione prędkości transferu (*baud rate*) dla komputera oraz sterownika były jednakowe. Poniżej opisano przykładową ramkę komendy sterowania:

0x3E (>)	0x43 (C)	0x0D	0x50	0x01	0x01
znak inicjujący	rodzaj operacji	rozmiar danych	suma kontrolna nagłówka	dane	suma kontrolna danych
nagłówek				ciało	

poszczególne znaki ramki oznaczają:

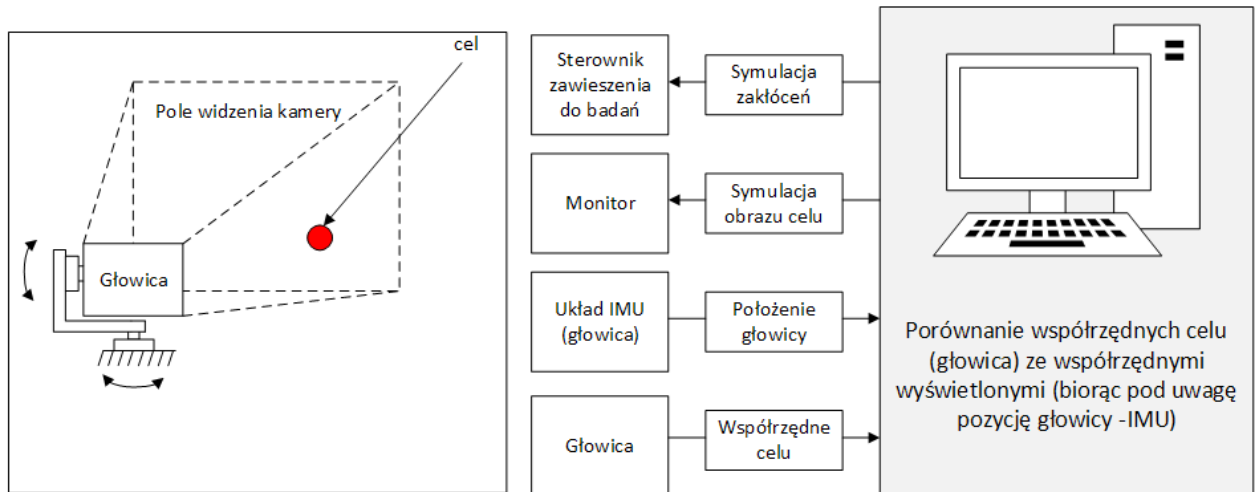
- znak inicjujący – należy go stosować przy wprowadzaniu jakichkolwiek danych do sterownika, jest nim zawsze 0x3E;
- rodzaj operacji – w zależności od tego, jaki efekt chcemy uzyskać, stosuje się odpowiedni znak rodzaju operacji. W naszym przypadku jest to 0x43 (C) – oznaczający sterowanie;
- rozmiar danych – ilość bajtów danych;
- suma kontrolna nagłówka – suma poszczególnych składników nagłówka modulo 256;
- dane – dla sterowania poszczególne bajty oznaczają:
 - bajt 1 – rodzaj sterowania (bajt 1 = 1 – tryb prędkościowy, bajt 1 = 2 – tryb kątowy, bajt 1 = 3 – tryb kątowo-prędkościowy),
 - bajty 2, 3 – prędkość obrotowa w osi x,
 - bajty 4, 5 – kąt obrotu w osi x,
 - bajty 6, 7 – prędkość obrotowa w osi y,
 - bajty 8, 9 – kąt obrotu w osi y,
 - bajty 10, 11 – prędkość obrotowa w osi z,
 - bajty 12, 13 – kąt obrotu w osi z;
- suma kontrolna danych – suma bajtów od 1 do 13 modulo 256.

Zmiana wartości zmiennej zapisanej w parze bajtów (2, 3; 6, 7; 10, 11) o 1 oznacza przyrost prędkości obrotowej wału odpowiedniego silnika o 0,1221 stopnia/s, natomiast zmiana wartości zmiennej zapisanej w parze bajtów(4, 5; 8, 9; 12, 13) o 1 oznacza obrót wału odpowiedniego silnika o 0,1 stopnia.

4. PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA STANOWISKA

Zadaniem stanowiska do badania głowicy śledzącej jest badanie dokładności śledzenia obiektu powietrznego przez głowicę. Do symulacji celu można zastosować monitor, na którym dany cel będzie wyświetlany. Dzięki temu parametry ruchu celu będą znane.

Badanie głowicy śledzącej pod kątem ograniczenia zakłóceń (przez prędkościowy układ odciążania) polega na sprawdzeniu wpływu zakłóceń generowanych przez zawieszenie stanowiska na dokładność określania parametrów celu. Informacje o pozycji celu w danej chwili można uzyskać z programu generującego obraz celu, natomiast informacje o aktualnym położeniu kamery w przestrzeni uzyskujemy z układu IMU, np. ADXRS 6012. W ten sposób możemy określić błąd, z jakim współrzędne celu są określane dla różnych zakłóceń generowanych przez system (rys. 5).



Rys. 5. Schemat stanowiska do badań optycznej głowicy śledzącej

5. PODSUMOWANIE

W wyniku pracy (w ramach projektu RMN) powstało stanowisko laboratoryjne do badania optycznej głowicy śledzącej. Opisywany system przeznaczony jest do badania modelu głowicy, który został zbudowany w wyniku poprzedniego projektu RMN – 08-857 – opisanego w pracy [1]. Zbudowane stanowisko umożliwia badanie wpływu zakłóceń pochodzących z ruchu kadłuba rakiety na jakość śledzenia celu przez optyczną głowicę śledzącą z prędkościowym układem odciążania.

LITERATURA

- [1] Dzięgielewski K., Pietrasieński J.: *Określanie współrzędnych kątowych celu przy użyciu głowicy wizyjnej rakiety*, Mechanik, nr 7/2014, CD.
- [2] Siouris G.M.: *Missile Guidance and Control Systems*, Springer, New York 2003.
- [3] <http://abc-rc.pl>
- [4] <http://basecamelectronics.com>