Wiedza i doświadczenie projektowe wizytówką absolwenta kierunku automatyka i robotyka na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej

POKL.04.01.02-00-020/10

Program Operacyjny Kapitał Ludzki współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego

---

Gliwice, 26.II.2012r.

Międzywydziałowe Koło Naukowe High Flyers
Wydział Automatyki Elektroniki i Informatyki
Kierunek Automatyka i Robotyka

Sprawozdanie z realizacji projektu:

Analiza, testowanie oraz przygotowanie czujników dla bezzałogowych platform latających.

Lider projektu: Tomasz Targiel	
Ewa Biernacka	
Kamila Iwańska	
Jacek Janta	
Piotr Holeksa	
Łukasz Wójtowicz	
Karol Jabłoński	

1. Opis projektu.

Celem projektu było przetestowanie, analiza działania oraz przygotowanie wybranych czujników do wykorzystania dla potrzeb sterowania bezzałogowych obiektów latających. Czujnikami poddanymi analizie były:

- BMP085 firmy Bosch ← czujnik ciśnienia.
- MinIMU-9 firmy Pololu ← moduł zawierający czujniki położenia: akcelerometry, żyroskopy, magnetometry.
- Czujnik ultradźwiękowy ← Czujnik który spełniałby nasze wymagania niestety nie był dostępny w momencie dokonywania zakupów. Niestety czas potrzebny na sprowadzenie interesującego nas czujnika przekraczałoby czas przewidziany na realizację projektu. Biorąc pod uwagę powyższe problemy, zrezygnowaliśmy z zakupu i testowania tego czujnika.

2. Opis realizacji projektu.

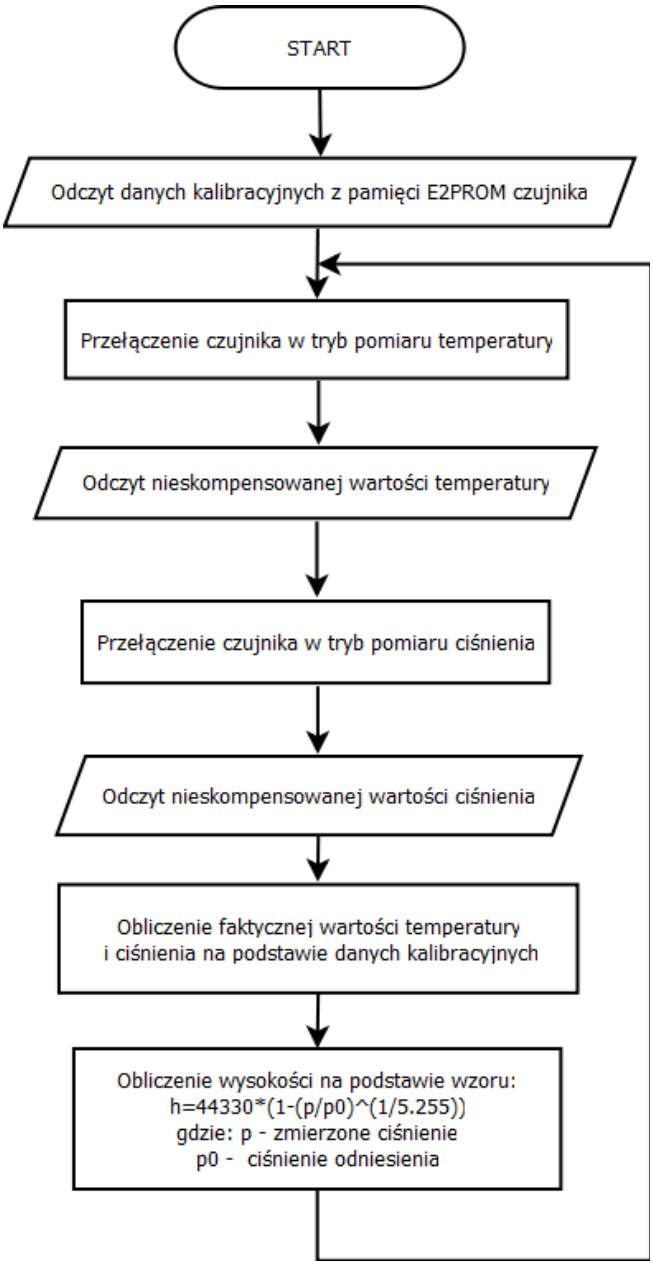
1. Czujnik ciśnienia.

1. Opis czujnika.

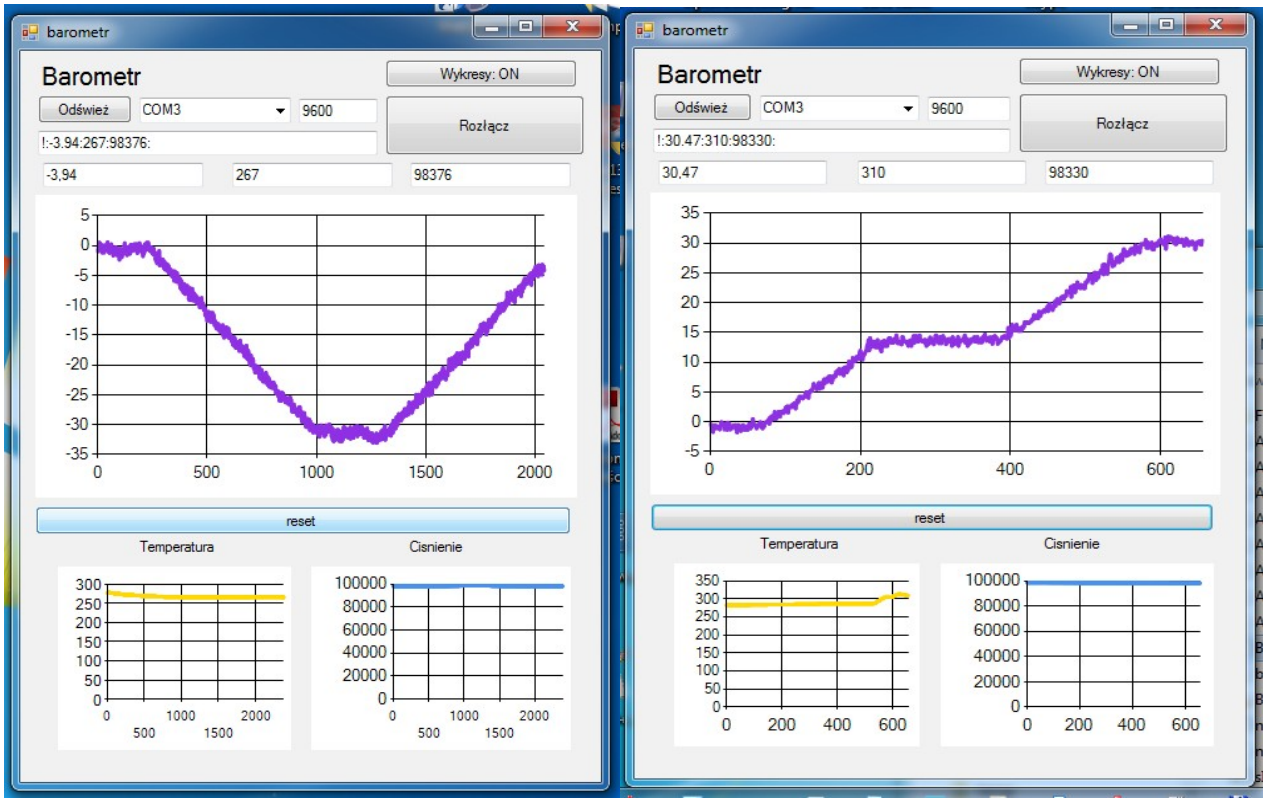
Czujnik BMP085 firmy Bosch pozwala na bardzo dokładny pomiar ciśnienia oraz temperatury. Pomiary te można wykorzystać do określenia wysokości obiektu latającego. Komunikuje się za pomocą interfejsu I2C. Czujnik został zakupiony w formie modułu, tzn. został już przylutowany do małej płytki wraz z niezbędnymi elementami, co znacznie ułatwia realizację zadania.

2. Realizacja

Pracę podzieliliśmy na dwa etapy: napisanie oprogramowania na mikrokontroler oraz oprogramowania na PC ułatwiającego komunikację z mikrokontrolerem. Odczytanie wartości ciśnienia i temperatury z czujnika należało poprzedzić pobraniem wartości kalibracyjnych (z pamięci EPROM tego czujnika), niezbędnych do obliczania rzeczywistych wartości dla temperatury i ciśnienia. Po odczytaniu wartości kalibracyjnych należało wpisać w rejestr czujnika odpowiednią wartość, zależną od tego czy chcemy mierzyć temperaturę czy ciśnienie, odczekać kilka milisekund na pomiar i odczytać wynik. Następnie za pomocą wcześniej pobranych danych kalibracyjnych można przejść do obliczania wartości rzeczywistych.



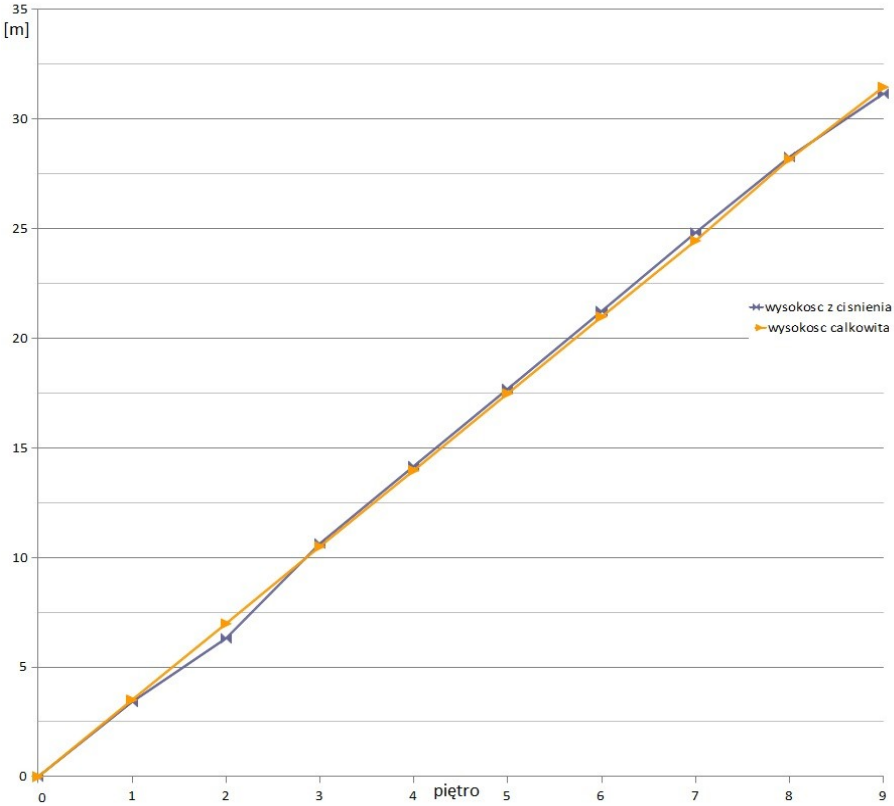
Wartość ciśnienia, a konkretniej różnica ciśnień pomiędzy dwoma punktami, pozwala obliczyć różnicę wysokości. Do tego właśnie ma nam służyć ten czujnik, dlatego w mikrokontrolerze łączącym się z BMP085 dodaliśmy funkcję obliczania różnicy wysokości, którą za pomocą interfejsu RS232 przesyłamy do komputera.
Aby ułatwić testowanie i odbiór danych z czujnika został napisany program w języku C#, który prezentuje wyniki pomiarów, tworząc wykres w czasie rzeczywistym. Na załączonych zrzutach ekranu można zobaczyć, jak testowano czujnik podczas jazdy windą. Najpierw z dziewiątego piętra na parter i z powrotem, następnie z parteru na dziewiąte piętro, zatrzymując się po drodze na piętrze czwartym. Przy czym, podczas każdego pomiaru wysokością odniesienia była wysokość z której rozpoczynaliśmy „podróż”.



Uwaga1: W pierwszym zrzucie ekranu pomiar został zakończony zanim powróciliśmy na dziewiąte piętro, po powrocie wartość wskazująca wysokość była taka sama jak przed podróżą z dokładnością do jednego metra.

Uwaga2: 10 jednostek na skali temperatury odpowiada 1ºC

Podczas kolejnych testów zmierzyliśmy za pomocą taśmy mierniczej odległości pomiędzy kolejnymi piętrami (od parteru aż po piętro dziewiąte budynku automatyki i robotyki). Zmierzyliśmy także ciśnienie na każdym piętrze na wysokości podłogi. Mierząc ciśnienie pobraliśmy sto próbek i obliczyliśmy wartość średnią. Wyniki naszych pomiarów prezentujemy na wykresie poniżej.



piętro	P [0.01 hPa]	d	h [m]	dh (rzecz.)	h [m] (rzecz.)	U(h)	H [m]
0	98459,91	4,7753542984	0	0	0	0	0
1	98420,1	5,9133849162	3,4113702401	3,5	3,5	1,3098634	3,4 ± 1,3
2	98386,31	5,8243925505	6,3077556567	3,48	6,98	1,2980533	6,3 ± 1,3
3	98335,82	5,9415032466	10,6371202123	3,52	10,5	1,3134638	10,6 ± 1,3
4	98294,67	5,4473501773	14,1669395087	3,47	13,97	1,2489514	14,1 ± 1,2
5	98253,62	5,9733719884	17,6893732336	3,51	17,48	1,3175716	17.6 ± 1,3
6	98212,29	6,1863019414	21,2370373389	3,5	20,98	1,3460225	21,2 ± 1,3
7	98170,61	5,5898715176	24,8159690214	3,47	24,45	1,26712	24,8 ± 1,2
8	98130,39	5,3369410277	28,2707016972	3,72	28,17	1,234667	28,3 ± 1,2
9	98096,79	6,4221663953	31,1576826747	3,29	31,46	1,3778488	31,2 ± 1,4

P – średnia stu pomiarów ciśnienia.

D – odchylenie standardowe – $\sigma=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})}$

h – wysokość piętra względem parteru obliczona z zmiany ciśnienia $h=44330*(1-(\frac{p}{p_0})^{\frac{1}{5.255}})$

dh (rzeczywiste) – Różnica wysokości między piętrami obliczona za pomocą taśmy mierniczej

h (rzeczywiste) – Wysokość piętra względem parteru obliczona z różnicy wysokości pomiędzy piętrami.

u – Niepewność pomiaru

H – wynik końcowy

3. Wnioski

Zalety:

- Bardzo małe rozmiary.
- Interfejs cyfrowy.

Wady:

- Zasilanie 3.3V.
- Duży poziom skomplikowania dla początkującego programisty.

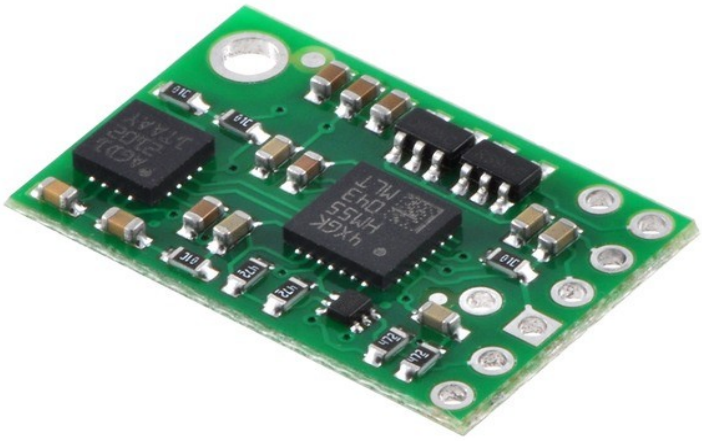
Możliwość wykorzystania w innych projektach High Flyers:

Samolot : *****
Quadrotor : **
Sterowiec : *****

Czujnik można z powodzeniem zastosować w każdym z przyszłych projektów High Flyers, należy jednakże pamiętać o zastosowaniu dodatkowych metod wyznaczania wysokości. Dokładność rzędu 1.3m może być w niektórych sytuacjach niewystarczająca.

2. Moduł czujników położenia.

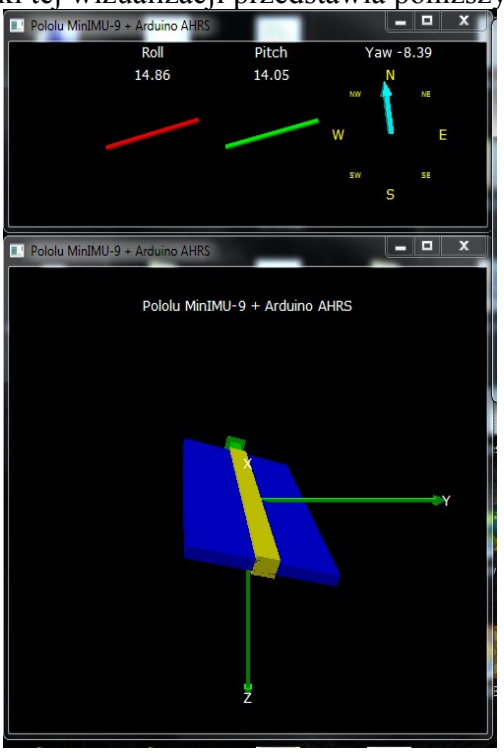
1. Opis modułu.



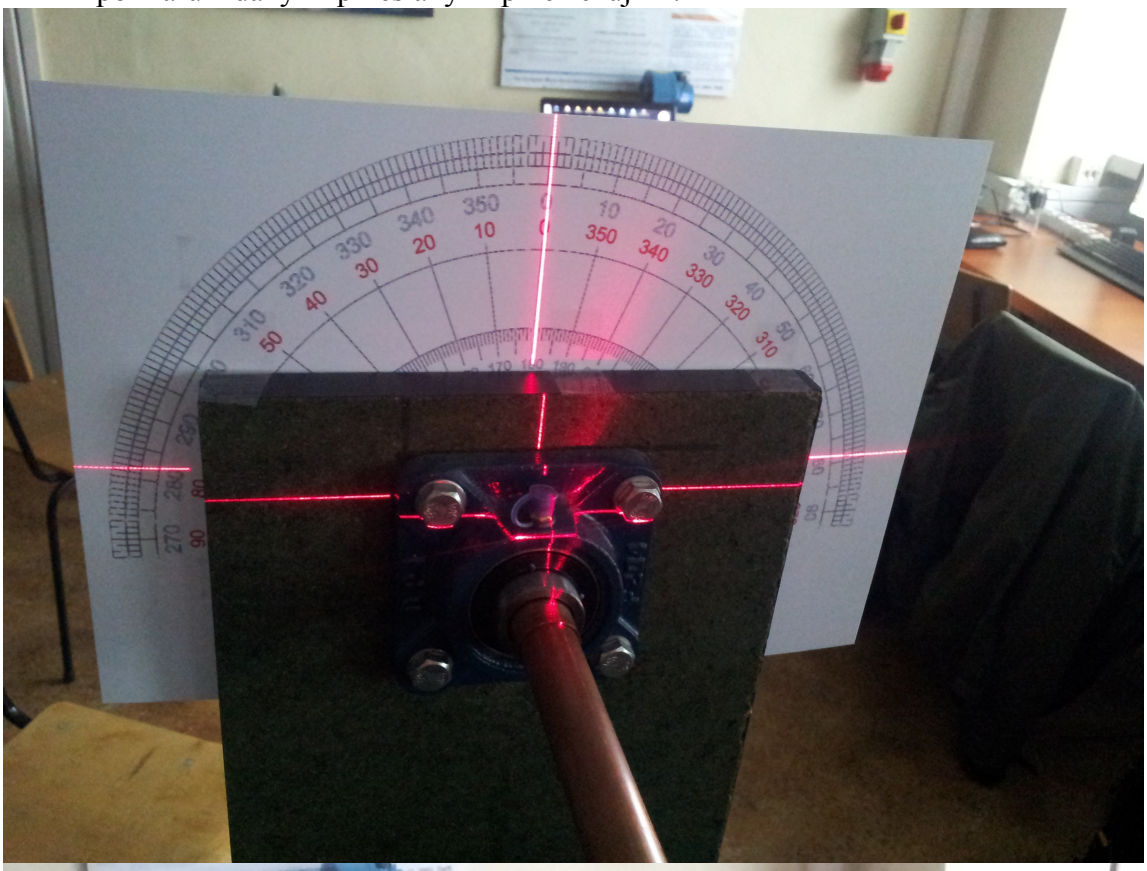
Moduł MinIMU-9 firmy Pololu ma w sobie zintegrowane czujniki przyśpieszenia (akcelerometry) prędkości kątowej (żyroskopy) oraz pola magnetycznego (magnetomatry), a także konwertery napięć. Sprawia to, że nie jest wymagane lutowanie elementów SMD, co mogło by być pewnym wyzwaniem, oraz możemy podłączyć cały układ do mikrokontrolera pracującego na 3.3V lub 5V bez żadnych dodatkowych modyfikacji. Komunikacja odbywa się przez I2C.

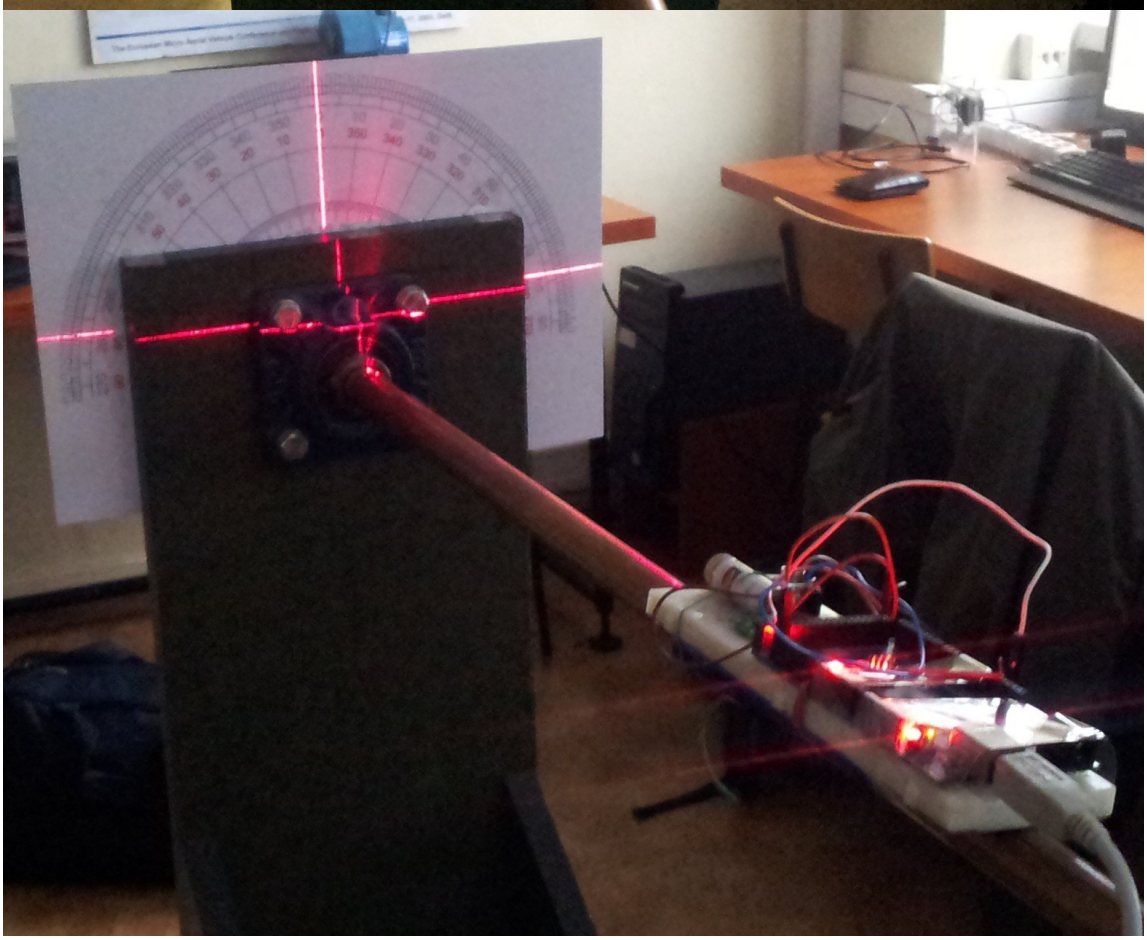
2. Realizacja.

Pierwszym etapem naszej pracy było przetestowanie modułu przy pomocy dostępnego, gotowego oprogramowania. Użyliśmy zestawu arduino wraz z programem (pobranym z strony producenta) obliczającym kąty Eulera na podstawie wskazań czujników. Do wizualizacji użyliśmy gotowego programu napisanego w Pythonie. Wyniki tej wizualizacji przedstawia poniższy zrzut ekranu.



W celu dogłębnego przetestowania i sprawdzenia dokładności czujnika zbudowaliśmy stanowisko testowe, na którym układ został przymocowany do obrotowej osi. Kąt obrotu osi wskazywany przez laserowy wskaźnik odczytywaliśmy z wydrukowanego kątomierza. Następnie porównaliśmy wyniki pomiaru z danymi przesłanymi przez czujnik.





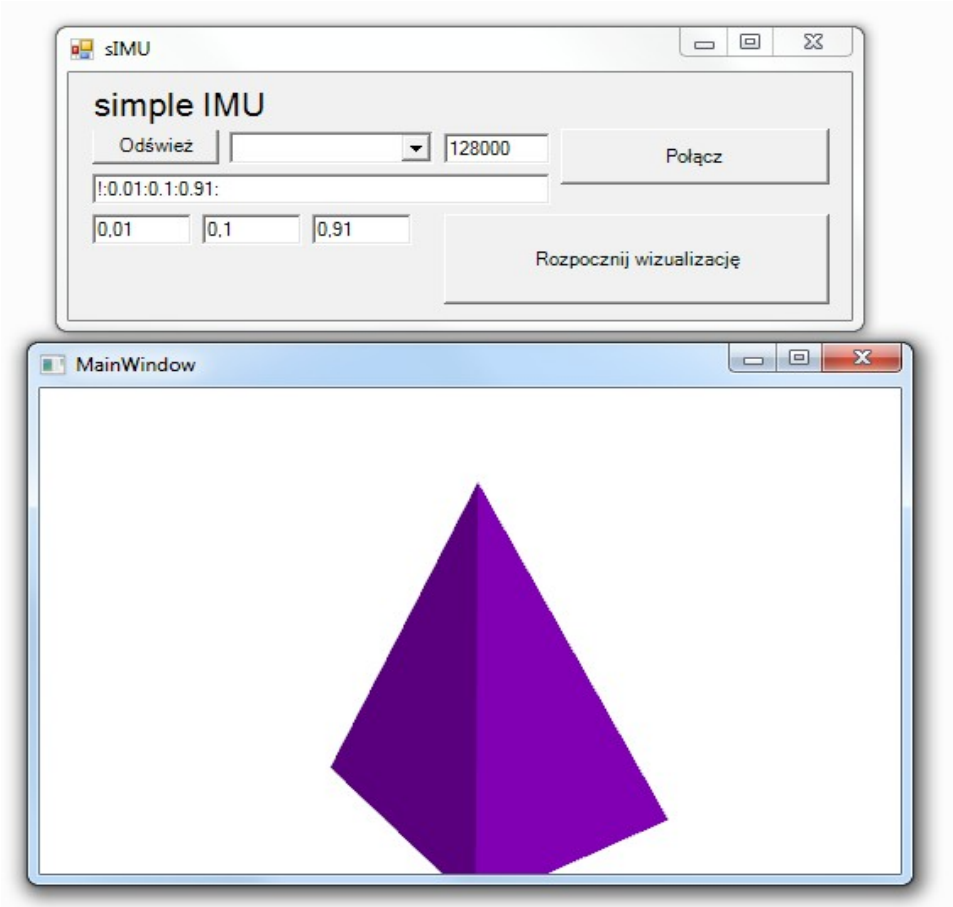
nr pomiaru	Zadany kąt [º]	Otrzymany kąt [º]	Odchylenie standardowe [º]	Niepewność [º]	Końcowy wynik [º]
1	0	0,16	0,2010717938	0,4	0,16 ± 0,40
2	10	10,1266	0,1449353374	0,29	10,12 ± 0,29
3	20	19,9697	0,1835444166	0,37	19,96 ± 0.37
4	30	30,0273	0,1954044815	0,39	30,02 ± 0,39
5	40	40,1723	0,1611263799	0,32	40,17 ± 0,32

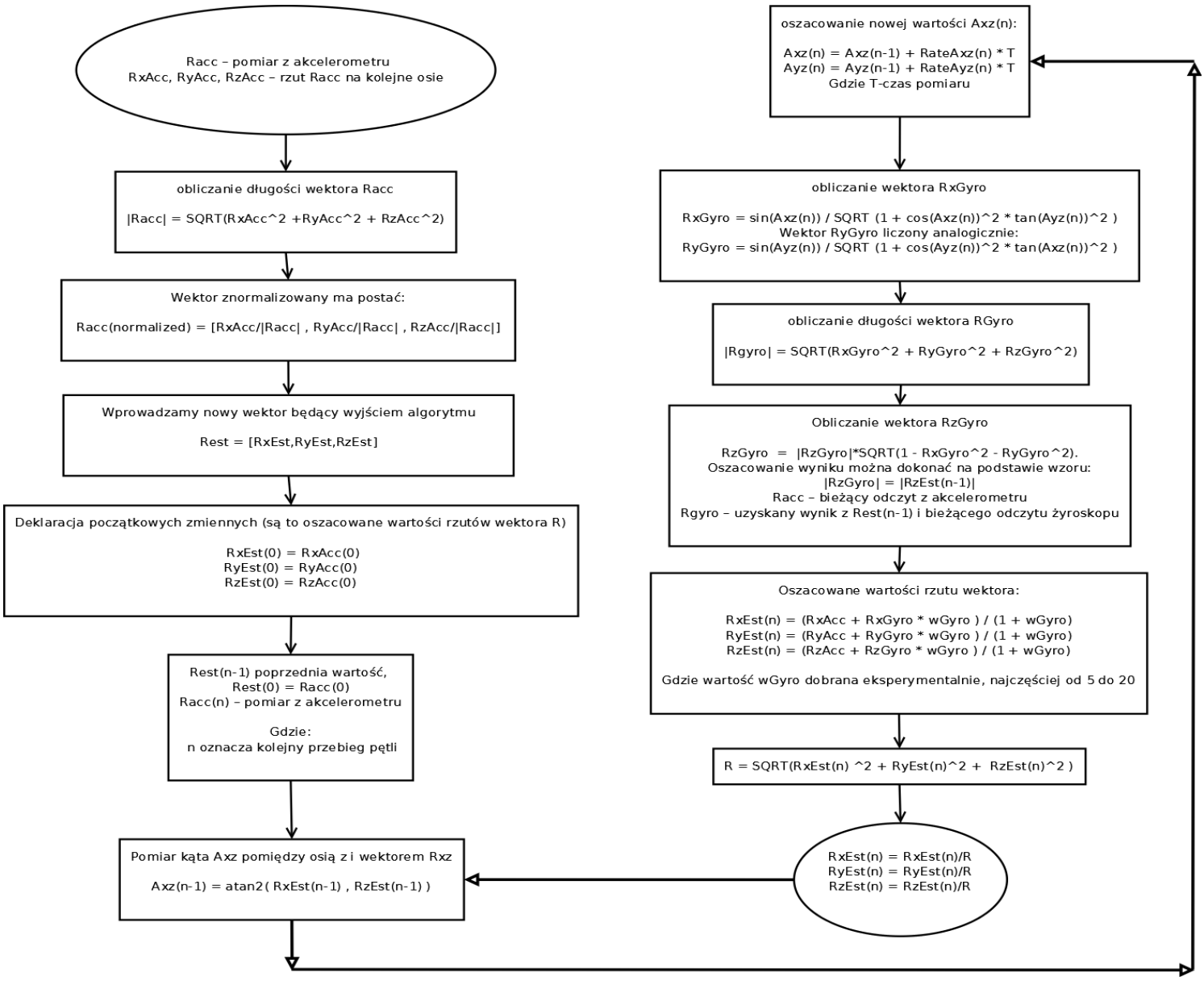
Otrzymany kąt – $\bar{x}$ wartość średnia z stu pomiarów.

Odchylenie standardowe – $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})}$

Niepewność – $u(\alpha) \approx 2\sigma$

Kolejnym krokiem było napisanie własnego programu obliczającego pozycję modułu na podstawie odczytu z czujników. Napisanie AHRSu od podstaw jest dosyć skomplikowanym zadaniem, dlatego postanowiliśmy napisać coś prostszego. Nasz algorytm z którego skorzystaliśmy oblicza kierunek wektora grawitacji na podstawie danych z akcelerometru i żyroskopu. Odpowiednie dane są pobierane za pomocą protokołu I2C z czujników, przeliczane na dane wynikowe na mikrokontrolerze i wysłane do komputera za pomocą RS232 w celu wizualizacji. Program do wizualizacji został napisany przez nas w języku C#.





3. Wnioski

Zalety:

- Kompaktowość.
- Kilka czujników w jednym poręcznym module.
- Zakres napięć 3.3V – 5V.
- Niska cena

Wady:

- Dokładność około 0,35º.
- Konieczność kalibrowania magnetometru.

Możliwość wykorzystania w innych projektach High Flyers:

Samolot : ***
Quadrotor : **
Sterowiec : *****

Dokładność tych czujników może być zbyt mała do zastosowania w quadrotorze. Potrzebuje on do zachowania stabilności bardzo dokładnych pomiarów. Samolot i sterowiec także potrzebują dokładnych pomiarów, ale nie w takim stopniu jak quadrotor, dlatego na tych platformach modół będzie znacznie bardziej przydatny.

Opinia opiekuna
podpis