

# Cercetarea și proiectarea sistemului inerțial de navigație în LabView

Sergiu Candraman, [candraman\\_sergiu@mail.utm.md](mailto:candraman_sergiu@mail.utm.md)  
Nicolae Secieru, [nsecieru@gmail.com](mailto:nsecieru@gmail.com)  
Technical University of Moldova

**Abstract** — This work deals with modeling, design and control of Miniature Flying Robots (MFR) with a focus on Vertical Take-Off and Landing (VTOL) systems and specifically, micro quadrotors and LEO satellites. It is about developing a brand new algorithm with several improvements. It introduces a mathematical model for simulation and control of such systems.

**Key words:** Attitude Control, Accelerometer, Magnetometer, QuadCopter, Mirosatellite.

## I. INTRODUCERE

Provocarea științifică în proiectarea și controlul micro- și nanosateliților în spațiu și a multicopterelor într-un mediu urban, reprezintă mediile extreme și lipsa de realizări care ar permite o rezolvare simplă a problemei de atitudine. Alt motiv important care provoacă permanent inginerii este domeniul larg de folosință a acestor dispozitive. La momentul dat laboratoarele din întreaga lume au atins un nivel destul de înalt pentru controlul roboților care se mișcă pe suprafața terestră, fie pe roți, fie pe picioare. Deci deja e timpul să depunem un efort mai mare pentru a realiza un control și pentru dispozitivele zburătoare.

## II. LABVIEW MEDIU DE CERCETARE ȘI PROIECTARE SISTEME INERȚIALE

LabVIEW este un mediu de programare grafic folosit de milioane de ingineri și cercetători pentru a dezvolta sisteme sofisticate de măsurare, testare și control folosind iconite grafice intuitive și cabluri ce seamănă cu un flowchart.



Fig.1. Interfața grafică NI LABVIEW.

Oferă o integrare a mii de aparate hardware și sute de librării pentru analize avansate și vizualizare a datelor - toate pentru a crea instrumente virtuale. Platforma LabVIEW este accesibilă pentru diverse sisteme de operare.

Mai important în proiectarea întregului dispozitiv conform scopului propus ar fi două lucruri: determinarea

poziției absolute și poziționarea propriuzisă conform necesităților. Conform analizelor mai multor lucrări s-a determinat că există o problemă în determinarea poziției exacte. De aici se poate de spus că a început cercetarea dintr-un alt punct de vedere, și anume - din ce cauză nu poate fi determinată poziția aparatului în orice moment de timp și orice poziție.

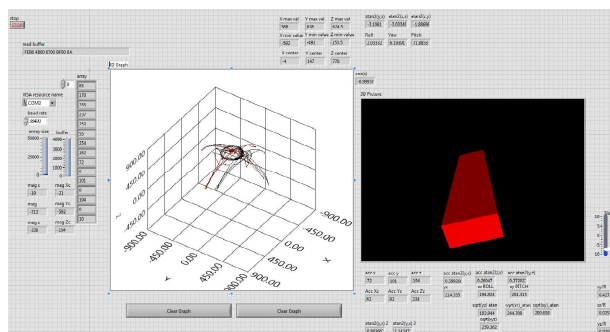


Fig.2. Interfața grafică proiectată pentru IMU.

Pentru a răspunde la această întrebare am proiectat un așa numit laborator virtual în LabVIEW (Fig.2), și unul real în care am introdus senzorii (Fig.3), și am creat un program care trimite către laboratorul virtual doar valorile senzorilor.



Fig.3. Giroscop de laborator cu 3 axe de libertate.

Au fost analizate mai întâi datele de pe magnetometru, evident s-a creat o hartă a acestui sensor (Fig.4),

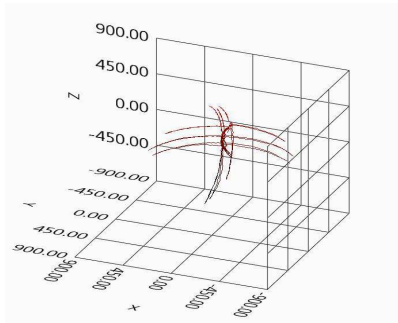


Fig.4.a. Indicarea grafica a unghiurilor Euler, Yaw, Roll si Pitch p.

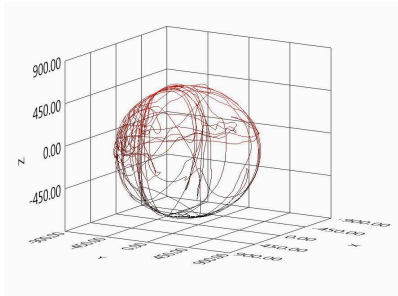


Fig.4.b. Harta punctelor in spatiul 3D al magnetometrului.

apoi au fost analizate datele de pe accelerometru și iarasi a fost creată o harta a acestui sensor (Fig.4). pentru a realiza o determinare corecta a pozitiei absolute a dispozitivului proiectat este necesar sa ne asiguram ca harta fiecarui senzor in parte reprezinta o sfera ideala, daca senzorul deseneaza un elipsoid atunci este necesar de a implementa o formula care sa repositioneze valorile senzorului in asa fel ca acesta sa nu deseneze un elipsoid. Acest lucru se realizeaza facind niste transformari trigonometrice cu valorile achizitionate de pe senzor.

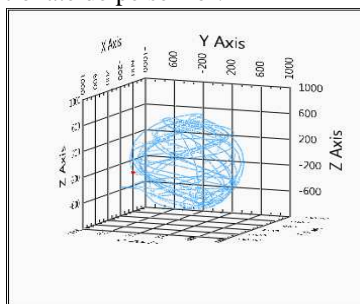


Fig.4. Harta punctelor extrase doar de pe Accelerometru.

Urmatorul pas care a fost realizat a fost amplasarea datelor de Accelerometrului și Magnetometrului pe acelasi grafic 3D in diferite culori, rosu pentru accelerometru și negru pentru magnetometru, acest lucru este prezentat in Fig.1. Miscarile pe Yaw(cercul de culoare neagra), Pitch și Roll sunt liniile pe suprafata sferei(ambele culori, adica ambii senzori detecteaza roll și pitch) care se coboara de la pol spre ecuatorul sferei. Pentru a putea realiza aceasta amplasare a graficelor ambilor senzori a fost necesar de a repositiona și fuziona datele senzorilor. Din graficul format de 2 senzori poate fi usor inteleasa miscarea acestora in

mediul virtual, adica inclinarea pe roll sau pitch și evident deja chiar miscarea pe yaw. Un Alt pas important in acest instrumentariu a fost crearea unui obiect care se roteste in spatiul 3D conform datelor preluate de la senzori, acesta este paralelepipedul rosu din partea dreapta a Fig.?

Utilizarea paralelepipedului este un mod mai intuitiv de a vedea comportamentul acestor senzori. In special positionarea și latentia procesului de calcul.

### III. CONCLUZII

Acest intrumentariu permite modificarea formulelor de calcul ale unghiurilor Yaw, Roll și Pitch. Utilizind acest instrumentariu a fost posibil de testat o serie de formule de calcul a unghiurilor Roll și Pitch, a fost posibil de determinat in ce momente și pozitii ale senzorilor apar nedeterminarile pentru fiecare fomula in parte, in acest context a fost determinat faptul ca datele senzorilor reprezinta un punct bine determinat pe sfera virtuala pe cind folosind formulele de obtinere a unghiurilor Roll, Pitch și Yaw apar acele nedeterminari despre care am spus mai sus. Astfel pentru fiecare formula in parte a fost posibil de determinat momentele critice. In acest fel s-a reusit clasificarea conform necesitatilor fiecărei formule și algoritmi folosite la moment in calculul pozitiei absolute fie pentru module cum ar fi telefoanele mobile fie pentru sfera aerospatiala.

### REFERENCES

- [1] Mark Pedley, Tilt Sensing Using a Three-Axis Accelerometer, Freescale Semiconductor, Application Note.
- [2] Gang Sun, Yong Li, Jiawei (Steven) Xie, Matthew Garratt, Changming Wang, "Implementing quaternion based AHRS on a MEMS multisensor hardware platform" International Global Navigation Satellite Systems Society IGSS Symposium 2013.
- [3] MATTHEW WATSON, "The Design and Implementation of a Robust AHRS for Integration into a Quadrotor Platform" MENG ELECTRONIC ENGINEERING, DEPARTMENT OF ELECTRONIC & ELECTRICAL ENGINEERING, MAY 2013.
- [4] Sebastian O.H. Madgwick, "An efficient orientation filter for inertial and inertial/magnetic sensor arrays" April 30, 2010.
- [5] William Premerlani and Paul Bizard, "Direction Cosine Matrix IMU: Theory" 5/17/2009.
- [6] А.Р. ГАМАЮНОВ, М.В. РУФИЦКИЙ, А.В. МАМАЙ, "ЗАДАЧА СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА" МОСКВА INTERMATIC – 2 0 1 3, часть 4 МИРЭА.
- [7] Talat Ozyagcilar, "Calibrating an eCompass in the Presence of Hard and Soft-Iron Interference" Freescale Semiconductor Application Note, Rev. 3, 04/2013.
- [8] Christopher Konvalin, "Compensating for Tilt, Hard Iron and Soft Iron Effects", Published: August 6, 2008.
- [9] Shawn Zhang & Patrick Barthelemy, "Advanced 3D Visualization with Avizo® Using Labview Data".