

REZUMAT

Teza de doctorat abordează un subiect de mare interes în Domeniul Ingineriei Aerospațiale, acela al Navigației Aerospațiale, pe parcursul celor șase capitole care o compun tratând atât din punct de vedere teoretic, cât și din punct de vedere experimental, aspecte legate de structurile sinergice ale sistemelor de navigație, cu arhitecturi redundante. Se pune accent pe perfecționarea, optimizarea și dezvoltarea elementelor componente ale navigatorilor inerțiali incluși în astfel de structuri (modele de eroare ale senzorilor, estimare de erori stohastice ale senzorilor inerțiali, algoritmi numerici de atitudine, algoritmi numerici de poziționare), pe dezvoltarea și validarea numerică și experimentală de algoritmi de fuziune a datelor de la clustere redundante de senzori inerțiali în dispuneri liniare, pe elaborarea de arhitecturi de navigatori inerțiali strap – down pentru navigație 2D și 3D, cu unități de detecție inerțială redundante și sinergia informațională a clusterelor elementare înglobate, pe realizarea de modele de eroare pentru navigatorii inerțiali și pe conceperea de structuri integrate de navigatori prin sinergia sistemelor GPS și inerțiale.

Capitolul 1 al tezei localizează problematica abordată în domeniul Ingineriei Aerospațiale, prezintă o analiză a situației actuale în domeniu și formulează obiectivele de atins.

Capitolul 2 este dedicat studiului senzorilor inerțiali din punct de vedere al performanțelor, conceptelor de modelare și analiză a erorilor și algoritmilor de filtrare statistică a acestora. Pe parcursul celor șapte subcapitole sunt realizate analize teoretice și experimentale la nivelul senzorilor inerțiali, prin modelarea erorilor și aplicarea unor metode de estimare a componentelor stohastice ale acestora. De asemenea, este propusă și validată experimental o metodă de filtrare statistică a zgomotelor pentru un sistem de senzori accelerometrici low – cost.

Studiul navigatorilor inerțiali este continuat în Capitolul 3, în care este proiectat un navigator inerțial strap – down pentru poziționarea globală a vehiculelor aerospațiale. Navigatorul obținut are o structură flexibilă, în care se pot combina diverși algoritmi numerici de determinare a atitudinii vehiculului și se pot utiliza două structuri software diferite de poziționare globală.

Capitolul 4 realizează o serie de aplicații experimentale de navigatori inerțiali redundanți ce combină rezultatele obținute în capitolele anterioare: algoritmul de filtrare statistică a zgomotelor dezvoltat în Capitolul 2 și navigatorul proiectat în Capitolul 3. Astfel, în acest capitol sunt dezvoltate și validate experimental trei arhitecturi redundante de navigatori inerțiali strap – down în care sunt fuzionate datele de la clustere de senzori inerțiali în dispuneri liniare.

În Capitolul 5 este propusă și testată experimental o arhitectură sinergică de navigator, care combină statistic datele de navigație de la un sistem GPS și cele obținute de la navigatorul inerțial proiectat în Capitolul 3. În vederea integrării celor două sisteme (INS și GPS) se dezvoltă un model de eroare dinamic, liniarizat, pentru navigatorul inerțial, utilizabil cu un algoritim de filtrare Kalman.

Ultimul capitol al lucrării evidențiază concluziile și contribuțiile personale ale autorului.

ABSTRACT

The thesis addresses a topic of great interest in Aerospace Engineering - that of Aerospace Navigation, during the six chapters that it consists of, treating both theoretically and in terms of experimental design issues related to synergistic structures of navigation systems, with redundant architecture. The focus is on improvement, optimization and development of inertial navigators components included in such structures (patterns of sensors error, stochastic errors estimation of inertial sensors, attitude numerical algorithms, numerical algorithms for positioning), the numerical and experimental development and validation of data fusion algorithms from redundant clusters of inertial sensors in linear arrangement, the development of inertial navigators architecture type strap-down for 2D and 3D navigation, with redundant inertial sensing units and informational synergy of embedded elementary clusters, the development of inertial navigators error models and the design of navigators integrated structures by GPS and inertial systems synergy.

Chapter 1 of the thesis locates issues addressed in Aerospace Engineering field, presents an analysis of the current situation in the domain and formulates the objectives to achieve.

Chapter 2 is devoted to the study of inertial sensors in terms of performance, the concepts of modeling and analysis of errors and their statistical filtering algorithms. During the seven subchapters, theoretical and experimental analyses are made for the inertial sensors, by modeling errors and applying methods for estimating the stochastic components thereof. It is also proposed and experimentally validated a statistical noise filtering method for a low-cost accelerometer sensor system.

Inertial navigators study is continued in Chapter 3, where a strap-down inertial navigator is designed for global positioning of aerospace vehicles. The obtained navigator has a flexible structure that can combine different numerical algorithms for determining the attitude of the vehicle and may use two different software structures for global positioning.

Chapter 4 provides a number of experimental applications for redundant inertial navigators that combine the results in the previous chapters: statistical noise filtering algorithm developed in Chapter 2 and navigator designed in Chapter 3. Thus, in this chapter are developed and experimentally validated three redundant architectures for strap-down inertial navigators, where the data are merged from clusters of inertial sensors in linear arrangement.

In Chapter 5 is proposed and experimentally tested a navigator synergetic architecture that statistically combines navigation data from a GPS and those obtained from the inertial navigator designed in Chapter 3. In order to integrate the two systems (INS and GPS), it is developed a linearized dynamic error model for the inertial navigator, useable with a Kalman filtering algorithm.

The last chapter of the book highlights the author's conclusions and personal contributions.