

Մ.Ա. ՉԹՉԱՆ, Դ.Հ. ԵՂԻԱԶԱՐՅԱՆ

ՔԱՌԱՊՏՈՒՏԱԿ ՈՒՂՂԱԹՈՒ ՀԱՐՄԱՐՎՈՂ ԿԱՐԳԱՎՈՐԻՉԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ ԵՎ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄԸ

Մշակվել է հարմարվող կարգավորիչ քառապտուտակ ուղղաթռի համար: Կիրառված հարմարվող ղեկավարման համակարգը զգալիորեն բարելավում է ուղղաթռի թռիչքային բնութագրերը և հուսալիության շեմերը՝ ակնհայտ առավելություն ապահովելով գոյություն ունեցող լուծումների համեմատ:

Առանցքային բառեր. հարմարվող կարգավորիչ, բազմապտուտակ ուղղաթռ:

Ներածություն: Հարմարվող ղեկավարման համակարգերի կիրառումը բազմապտուտակ ուղղաթռների կարգավորիչներում լայն տարածում չի գտել՝ կարգավորիչի մշակման և փորձարկման բարդությունների պատճառով: Մինչդեռ հարմարվող ղեկավարման համակարգը զգալիորեն բարելավում է ուղղաթռի թռիչքային բնութագրերը և հուսալիության շեմերը՝ ակնհայտ առավելություն ապահովելով գոյություն ունեցող լուծումների համեմատ:

Հարմարվող կարգավորիչի ղեկավարման համակարգը հիմնված է L1 ղեկավարման տեսության վրա [1]: Վերջինս ապահովում է համակարգի արագ հարմարվումը՝ պահպանելով համակարգի կայունությունը նույնիսկ ուղղաթռի ֆիզիկական վնասվածքների դեպքում: Այս փաստը կարևոր է անվտանգության և ծախսերի կրճատման տեսանկյունից:

Որպես հարթակ աշխատանքի համար ընտրվել է Autoquad հարթակը: Ընտրության ժամանակ հաշվի է առնվել այն փաստը, որ կարգավորիչի ծրագրային ապահովումը բաց կոդով է, ինչը հնարավորություն է տալիս առանց ավելորդ դժվարությունների փոփոխել այն:

Հարթակի ուսումնասիրությունը ցույց տվեց, որ գոյություն ունեցող կարգավորիչն օգտագործում է համաչափ ինտեգրող դիֆերենցող ղեկավարման համակարգ, որը և հարկավոր է փոխարինել հարմարվող ղեկավարման համակարգով: Այսինքն՝ անհրաժեշտ է ուսումնասիրել ՀԻԴ ղեկավարման համակարգի մուտքային և ելքային ազդանշանները, դրանք համադրել հարմարվող ղեկավարման համակարգի մուտքային և ելքային ազդանշանների հետ՝ անհրաժեշտության դեպքում կատարելով համապատասխան ձևափոխություններ:



Նկ. 1. Քառապտուտակ ուղղաթռ

The diagram illustrates the Adaptive Kalman Filter (AKF) algorithm. It consists of three main blocks: **Control Law**, **State Predictor**, and **Adaptation Law**.

- Control Law:** Receives inputs `residue` (1) and `eta_a` (3). It outputs `eta_a` (1).
- State Predictor:** Receives inputs `w` (2), `eta` (3), and `wtilde` (3). It outputs `what` (3).
- Adaptation Law:** Receives inputs `what` (3) and `wtilde` (3). It outputs `wtilde` (3).

The final output is calculated by summing `what` (3) and `wtilde` (3) at a summation block (+), and the result is displayed in the **Scope**.

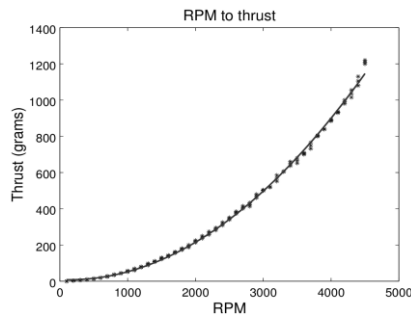
Ի տարբերություն ՀԻԴ ղեկավարման համակարգի, առաջարկվող հարմարվող ղեկավարման համակարգը պահանջում է արագագործ միկրոպրոցեսոր: Հարմարվող ղեկավարման ալգորիթմի երկու հիմնական կտորները՝ Backstepping controller և L1 piecewise պետք է կատարվեն համապատասխանաբար 200 Հg և 400 Հg հաճախություններով: Նման բարձր արտադրողականության պահանջը բավարարելու համար ալգորիթմն իրականացնելիս կիրառվել է սահող ստորակետով գործողությունների մոդուլը, որը առկա է հարթակի STM32F417 միկրոպրոցեսորի մեջ:

$$F = 4.392399 \cdot 10^8 \cdot RPM \cdot \frac{d^{3.5}}{\sqrt{p}} \cdot (4.23333 \cdot 10^{-4} \cdot RPM \cdot p - V_0), \quad (1)$$

Պտուտակին վերաբերող մեծությունները խմբավորելուց հետո (1) առնչությունը ստանում է ավելի պարզ տեսք.

132

A_1 և A_2 պարամետրերը որոշվում են փորձնական ճանապարհով: Նկ. 3-ում ցուցադրված են փորձնական ճանապարհով չափված արժեքները և դրանց մոտարկող քառակուսային եռանդամի գրաֆիկը:



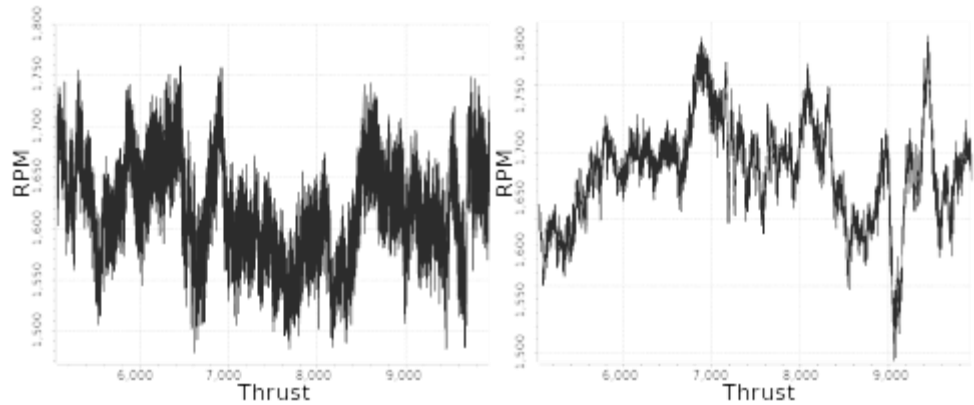
Նկ. 3. (2) առնչության գրաֆիկը և նրա կառուցման համար օգտագործվող չափիչ սարքը

Հարմարվող կարգավորիչի կարգաբերումը: Համակարգի բաղադրիչների կարգաբերումը կատարվել է հետևյալ հերթականությամբ: Սկզբում կարգաբերվել է հիմնական ղեկավարման հանգույցը (backstepping controller), այնուհետև՝ հարմարվող բաղադրիչը: Կարգաբերումը կատարվել է մի քանի փուլերով: Առաջին փուլում անջատվել է հարմարվող կարգավորիչը՝ շատ փոքր հարմարվողականության գործակից ընտրելու շնորհիվ: Հիմնական կարգավորիչի աշխատունակության հարցում համոզվելուց հետո ֆիքսվել են հիմնական կարգավորիչի պարամետրերը, և կարգաբերվել է հարմարվող հանգույցը:

Յուրաքանչյուր պարամետր կարգաբերելիս պարամետրի արժեքը փոփոխվել է այնքան, որ գտնվի կայունության միջակայքը: Այնուհետև ընտրվել է միջակայքի կենտրոնը՝ որպես պարամետրի արժեք:

Այս գործընթացից հետո ուղղաթիռը հնարավոր էր աշխատեցնել: Հետագա կարգաբերումը կատարվել է թռիչքի ժամանակ: Հեռակառավարման վահանակի միջոցով փոփոխվել են պարամետրերի արժեքները այնքան, որ գտնվի օպտիմալ արժեք, որն ապահովում է բավարար կայունություն և արտադրողականություն տվյալ թռիչքային պայմաններում:

Թռիչքից հետո տվյալների վերլուծությունը ցույց տվեց, որ շարժիչների ղեկավարման ազդանշանի մեջ առկա է բարձր հաճախականային աղմուկ, ինչը վերացվեց՝ կարգաբերելով հիմնական ղեկավարման հանգույցում և հարմարվող բաղադրիչում առկա ֆիլտրերը: Նկ. 4-ում բերված են շարժիչների ղեկավարող ազդանշանները կարգաբերումից առաջ և հետո:



Նկ. 4. Շարժիչի դեկավարող ազդանշանը կարգաբերումից առաջ և հետո

Եզրակացություն: Ստացված ուղղաթիռը օժտված է կայունության բավական պաշարներով, ինչը թույլ է տալիս նրան առանց կրկնակի կարգաբերման, թռիչք կատարել քաշի մինչև 10% փոփոխության դեպքում, նույնիսկ եթե այդ փոփոխությունը շեղում է ծանրության կենտրոնը: Կայունության պաշարը թույլ է տալիս նաև անվտանգ վայրէջք կատարել վնասվածքների դեպքում:

Հետազոտությունը ցույց տվեց, որ հարմարվող կարգավորիչները հնարավոր է կիրառել բազմապտուտակ ուղղաթիռների համար: Մատնանշվեց զարգացման հետագա ուղղությունը, ինչպիսին է հեշտ կարգաբերվող կարգավորիչի և ավտոնոմ ինքնադեկասարքի նախագծումը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Hovakimyan N. and Cao C.** L1 Adaptive Control Theory.- Philadelphia, 2010.
2. **Staples G.** Propeller Static & Dynamic Thrust Calculation.- 2013.

М.А. ЧТЧЯН, Д.У. ЕГИАЗАРЯН

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОТОРОМ С АДАПТИВНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Разработан блок управления квадроскопом с адаптивной системой управления. Адаптивная система управления, примененная в блоке управления, заметно улучшает лётные характеристики квадроскопа и расширяет границы устойчивости, тем самым обеспечивая явное превосходство по сравнению с существующими решениями.

Ключевые слова: адаптивная система управления, мультиротор.

M.A. CHTCHYAN, D.H. YEGHIAZARYAN

DEVELOPING AND TESTING THE CONTROL UNIT FOR A QUADROTOR WITH AN ADAPTIVE CONTROL SYSTEM

A control unit with an adaptive control system quadrotor is developed. The adaptive control system used in the control unit significantly improves the flight characteristics and robustness limits of the quadrotor thus making it superior to the existing solutions.

Keywords: adaptive control system, quadrotor, multirotor.

УДК 681.586

Г.Г. ЕГИАЗАРЯН, Н.А. ВАРДАНИЯН

КОМПЕНСАЦИОННЫЙ МЕТОД СТАБИЛИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ОРБИТАЛЬНЫХ ТЕЛЕСКОПАХ

Рассматривается возможность использования астрономического орбитального телескопа для решения специальных задач, возникающих при исследовании отдельных участков земной поверхности. Прецизионная стабилизация телескопа осуществляется компенсационным методом поворотами вторичного зеркала по сигналам с датчиков системы ориентации.

Ключевые слова: орбитальный телескоп, система стабилизации, передаточная функция, оптико-электронные приборы, датчики углов.

В современных системах прецизионной стабилизации (СПС) изображения в больших орбитальных телескопах широкое распространение получил метод гидирования по опорным звездам, расположенным в поле зрения телескопа [1,2].

Однако установка астродатчиков СПС в фокальной плоскости телескопа имеет свои недостатки. Так, например, при решении ряда специальных задач, когда опорные звезды в поле зрения телескопа отсутствуют, СПС становится неработоспособной.

В работе проведено исследование системы компенсационным (косвенным) методом стабилизации изображения в орбитальном телескопе, которая не обладает указанным недостатком. Телескоп жестко установлен на космическом аппарате (КА). Прецизионная ориентация и стабилизация оптической оси телескопа в направлении исследуемого объекта производятся методом двухступенчатого итерационного управления [3].

Предварительная, "грубая" ориентация и стабилизация телескопа в инерциальном пространстве обеспечиваются системой управления ориентацией (СУО) космического аппарата. Чувствительными элементами СУО являются оптико-электронные приборы (ОЭП) ориентации по Солнцу и звездам и гироскопическая система, а исполнительными элементами - система газореактивных двигателей.