

СИСТЕМА СТАБІЛІЗАЦІЇ РУХОМОЇ ПЛАТФОРМИ З ЧОТИРЬМА АКТИВНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ: АНАЛІЗ ЗУСИЛЬ, ЩО ДІЮТЬ НА ОБ'ЄКТ

Якименко А.В., магістрант, Ковбаса С.М., к.т.н., доцент

НТУУ «КПІ», кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Рухома платформа з чотирма активними елементами (квадрокоптер) – це літаючий апарат з чотирма електродвигунами, розміщеними на кінці двох, звичайно перпендикулярних, осей. Ротори квадрокоптера, розміщені на різних осях, обертаються в протилежних напрямках для компенсації обертового моменту.

Мета роботи. Аналіз зусиль, що діють на квадрокоптер при відсутності зовнішніх збурень.

Матеріали і результати досліджень. В квадрокоптері вертикальну тягу створює кожен ротор, підключений до відповідного виконуючого приводу. Виконуючі приводи забезпечують обертання роторів в діагонально протилежних напрямках (Рис. 1), при цьому вектор кутових швидкостей має вигляд:

$$\Omega = [\Omega_1 \ \Omega_2 \ \Omega_3 \ \Omega_4]^T \quad (1)$$

де $\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3, \Omega_4$ – кутові швидкості переднього, правого, заднього і лівого гвинтів відповідно.

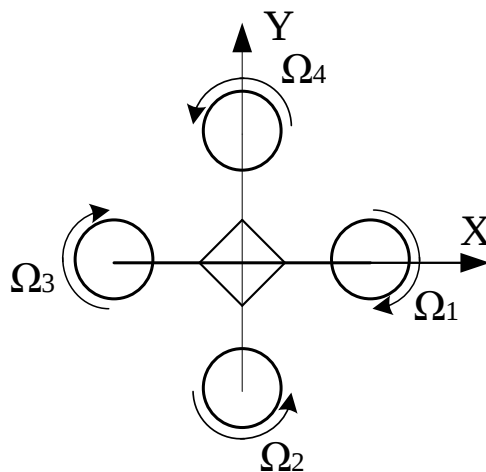


Рисунок 1 – Конфігурація розміщення роторів квадрокоптера

Представлена конфігурація рухомої платформи виключає необхідність протидії реактивному моменту, який виникає внаслідок обертання роторів, шляхом включення в склад літаючого апарату рульового пристрою, як це зроблено в гелікоптерах.

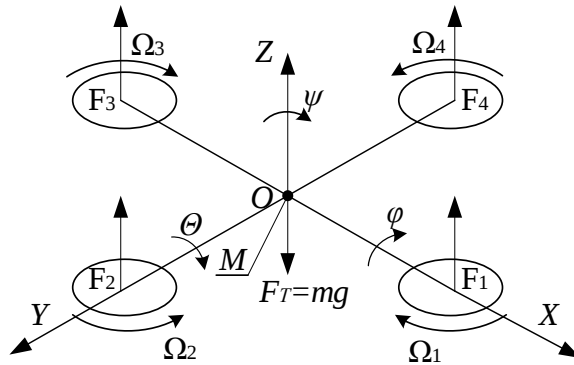


Рисунок 2 – Схема руху та зусиль квадрокоптера

Положення квадрокоптера в просторі характеризується координатами x , y , z , центра мас апарату M (див. рис. 2) в нерухомій системі координат і трьома кутами повороту навколо осей X , Y , Z системи координат, жорстко зв'язаної з апаратом, причому початок координат співпадає з центром мас апарата. Загально прийнятими є наступні позначення: ψ – кут ристання – кут повороту навколо осі Z ($-\infty < \psi < \infty$); φ – кут крену – кут повороту навколо осі X ($-\pi/2 < \varphi < \pi/2$); θ – кут тангажа – кут повороту навколо осі Y ($-\pi/2 < \theta < \pi/2$).

Головним зусиллям, що діє на платформу, якщо виключити всі збурення, є сила тяжіння F_T . Для її подолання ротори мають створити зусилля, що перевищує силу тяжіння і дорівнює:

$$u = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \quad (2)$$

де F_i , $i = 1..4$ - підйомне зусилля, що виробляють ротори квадрокоптера.

В якості керуючих дій виступають швидкості обертання роторів (рис. 1), які визначають тягові зусилля в кожному активному елементі, і як наслідок динаміку руху квадрокоптера в просторі. Згідно [1-3], виникаючі в результаті подачі керуючих дій сили і моменти пропорційні квадрату кутових швидкостей Ω^2 . Зворотними зв'язками за якими регулюється положення в просторі є вищезазначені кути повороту навколо осей X , Y , Z , які визначаються за допомогою датчиків системи стабілізації – гіроскопа, акселерометра та магнітометра.

Висновки. З аналізу сил, що діють на квадрокоптер обґрунтовано конструкцію розміщення його приводів. Наведений баланс зусиль є основою для розробки математичної моделі квадрокоптера.

Перелік посилань

1. Castillo Pedro Modelling and Control of Mini Flying Machines / Castillo Pedro, Lozano Rogelio, Dzul Alejandro E. – London: Springer, 2005. 251 pages.
2. Carrillo Luis Quad Rotorcraft Control: Vision-Based Hovering and Navigation / Rodolfo Garc'ia, L'opez Alejandro, Enrique Dzul, Claude P'egard, Rogelio Lozano snd. – London: Springer, 2012. 190 pages.
3. Bresciani Tommaso Modeling, identification and control of a quadrotor helicopter. – Lund: Master thesis, 2008. 169 pages.