

СТАБІЛІЗАЦІЯ КВАДРОКОПТЕРА В ПОЛЬОТІ

Новим напрямком у сучасному авіамоделізмі є побудова мультикоптерів або дронів – безпілотних літальних апаратів (БПЛА) з парною кількістю роторів, що обертаються діагонально в протилежних напрямках. У разі, коли двигунів чотири, такий БПЛА називається – квадрокоптер. На сьогодні головним трендом є створення невеликого безпілотного квадрокоптера. Основними причинами такого стану речей є можливість простого управління і маневреність.

Для того щоб ефективно стабілізувати квадрокоптер в польоті необхідно: мати можливість визначення, в якому стані знаходиться система; мати можливість надавати керуючий вплив на систему; знати, в якому стані буде підтримуватися система.

Для визначення стану системи використовують різні датчики (гіроскоп, акселерометр, магнітометр, висотомір і т.д.) що забезпечують зворотний зв'язок. Керуючий вплив надають за допомогою зміни швидкості обертання двигунів.

Для визначення крену, тангажу і ристання скористаємося гіроскопом, що є датчиком моментальних кутових швидкостей навколо осі. Для визначення кута за допомогою гіроскопа необхідно інтегрувати його покази, наприклад методом прямокутників:

$$a = a_0 + \omega \cdot t,$$

де a – поточне значення кута, a_0 – попереднє значення кута, ω – поточне значення кутової швидкості, t – час між вимірами.

Тобто гіроскоп опитується постійно з інтервалом часу t , отримуємо моментальне значення кутової швидкості ω і обчислюємо поточне значення кута (a) додавши до попереднього значення кута (a_0) прирощення за даний проміжок часу. Але при такому підході разом з приростом постійно додається і помилка, що викликана похибкою гіроскопа. Це призведе до того, що з плином часу обчислене значення кута буде відрізнятися від реального значення.

Тому, періодично необхідно коректувати значення обчислених кутів. Для такого коректування використовується акселерометр, що вимірює проекцію прискорення на чутливу вісь. Іншими словами на виході акселерометра ми маємо значення суми проекції прискорення вільного падіння (G) і проекції абсолютного прискорення об'єкта на чутливу вісь (рис. 1).

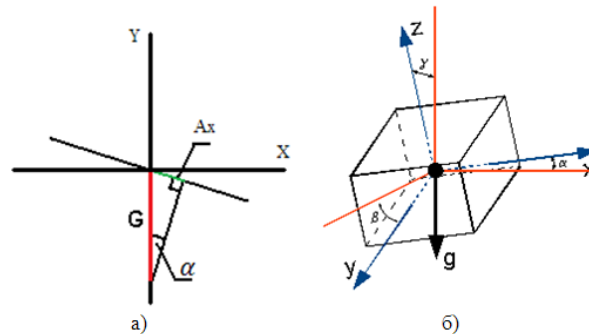


Рис. 1. Визначення кутів крену, тангажу і ристання акселерометром: а) одновимірний випадок, б) тривимірний випадок

Якщо система знаходиться в статичному положенні або рухається з постійною швидкістю (власне прискорення дорівнює нулю), то кути нахилу розраховується за такими формулами (для тривимірного випадку):

$$\alpha = \arctan \left(\frac{A_x}{A_y^2 + A_z^2} \right), \beta = \arctan \left(\frac{A_y}{A_x^2 + A_z^2} \right), \gamma = \arctan \left(\frac{A_z}{A_y^2 + A_x^2} \right).$$

Для одновимірного випадку:

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{A_x}{G} \right).$$

Тут A_x , A_y , A_z – проекції вектора прискорення вільного падіння на осі X, Y, Z відповідно. Як відомо, тангенс дає кути від -90° до 90° . Для отримання всіх 360 градусів, використовують функцію \arctg^2 .