

INTISARI

Kebutuhan akan wahana terbang dengan kemampuan manuver yang tinggi meningkatkan penelitian quadrotor. Quadrotor adalah salah satu jenis kendaraan udara tak berawak yang sikap terbangnya dikendalikan dengan mengatur kecepatan sudut pada keempat rotornya. Quadrotor merupakan sistem yang nonliniar.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan pengendali sikap quadrotor secara implementasi fisik. Pengendali sikap dirancang berdasarkan linearisasi model dinamis quadrotor menggunakan model Newton-Euler. Pengendali PD diterapkan untuk mengendalikan sikap quadrotor. Quaternion digunakan sebagai representasi orientasi pada sikap quadrotor. Quaternion lebih ringkas daripada representasi matriks rotasi dan dapat menghindari fenomena gimbal-lock. Madgwick filter diimplementasikan untuk mengestimasi orientasi quadrotor berdasarkan pengukuran IMU. Filter Madgwick memiliki kinerja yang baik dengan komputasi yang ringan, sehingga cocok untuk diimplementasikan pada mikrokontroler.

Hasil implementasi Madgwick filter dengan $\beta = 0,01$ dan pesat pembaruan 400Hz dapat memberikan estimasi sudut orientasi dengan RMSE $< 1,73^\circ$. Sedangkan pengendali PD berbasis quaternion dapat menstabilkan sikap quadrotor dengan rise time $< 0,3s$, settling time $< 1s$, overshoot $< 37\%$, dan steady-state error $< 4^\circ$. Quadrotor dengan pengendali tersebut juga dapat melakukan pelacakan sikap dengan tetap menjaga stabilitasnya.

Kata kunci : Quadrotor, Pengendali PD, Quaternion, Madgwick Filter, IMU

ABSTRACT

The need for aircraft with greater maneuverability and hovering ability has led to a rise in quadrotor research. A quadrotor is one variety of unmanned aerial vehicle (UAV) whose flight attitude is controlled by varying the angular speed on its four rotors. It is a nonlinear system.

This research aims to design and implement a quadrotor attitude controller in an physical implementation. We present an attitude controller based on linearization of the quadrotor dynamic model using the Newton-Euler model. PD controller is applied to control the quadrotor attitude. The quadrotor uses quaternion as orientation representation. It is more compact than the rotational matrix representation and it can avoid the gimbal-lock phenomenon. Madgwick filter is implemented to estimate the quadrotor attitude based on the IMU measurements. It has good performance with a low computational cost, which is suitable to be implemented on a microcontroller.

The Madgwick filter implementation with $\beta = 0.01$ and update rate 400Hz can provides orientation estimation with RMSE $< 1.73^\circ$. The quaternion based PD controller can stabilize quadrotor attitude with rise time $< 0.3s$, settling time $< 1s$, overshoot $< 37\%$, and steady-state error $< 4^\circ$. The quadrotor with the proposed controller is able to do attitude tracking while maintaining its stability.

Keywords : Quadrotor, PD Controller, Quaternion, Madgwick Filter, IMU