

УДК 316.42

多重事件触发机制下四旋翼飞行器的姿态跟踪控制

常璧麟 (Chang Bilin)

东北大学 (Northeastern University)

e-mail:1543196732@qq.com

Summary: *In order to reduce the loss of internal resources of the quadrotor during its flight, based on the dynamic model of the quadrotor, the controller is designed by the backstepping method and it realizes the attitude tracking control of the aircraft. On this basis, an event-triggered controller is constructed by introducing an event-triggered mechanism, thereby reducing the resource loss of the quadrotor and increasing its flight time.*

四旋翼飞行器是一种具有四个螺旋桨，可垂直起降的小型飞行器。近年来，四旋翼飞行器由于其结构简单、重量轻、噪声小、易于操作等优点而成为小型飞行器中最流行的一种，并在警用巡逻、电力巡检、农业植保和物流运输等领域得到了广泛的应用。事件触发控制是一种可以高效利用资源的控制策略。在传统的周期采样控制中，系统以固定的时间间隔进行信息传输与控制更新，不可避免地会造成系统资源的浪费。在事件触发控制中，系统信息的传输则由系统内特定的事件触发，即只在系统需要时才进行信息采样与控制更新，能有效节省通信与计算资源。另外，事件触发控制还能提供更强大的反馈能力，特别是在抵御非线性、补偿不确定性方面具有较大的优势。

由于四旋翼飞行器本身是一种很复杂的非线性系统，且在飞行过程中易受到气流扰动、陀螺效应等物理效应的影响，设计其控制系统也就变得异常复杂。目前，国内外研究者在四旋翼飞行器控制系统的设计上开展了大量的研究工作。其中，常见的控制器设计方法主要有 PID 控制、鲁棒控制、反步控制等。另外，四旋翼飞行器的结构导致了其飞行功耗大，且现有的可用于小型四旋翼的电池容量较低，成本较高，这些因素导致了小型四旋翼飞行器普遍续航时间短的问题。因此，降低四旋翼飞行器在飞行过程中的资源损耗得到了越来越多的关注。

文章针对四旋翼飞行器系统构建了多重事件触发机制，使得飞行器的 4 个控制输入的欠驱动系统达到了预期的跟踪效果。与现有成果相比，不仅达到了预期的控制效果与控制精度，又节约了系统的通信与计算资源。

首先在滚转角数学模型的基础上运用反步法设计出控制律，然后在所设计的控制律的基础上引入事件触发控制机制，构成事件触发控制器，并由 Lyapunov 稳定性理论证明了所设计的控制器使系统保持稳定，且能避免 Zeno 现象。类似地，利用与滚转角系统相同的控制器设计方法对四旋翼的其他 3 个系统设计了事件触发控制器，并由这 4 个控制器的触发机制构成飞行器系统的多重事件触发机制。

针对所设计的控制策略进行仿真实验，仿真结果表明，与周期采样控制器相比，所设计的多重事件触发机制构成的事件触发控制器不仅达到了与周期采样控制器相同的控制效果，又有效节省了系统的计算与通信资源。这对提高四旋翼飞行器飞行时间提供了一种有效的解决方案。