

Hodnocení vedoucího bakalářské práce

Autor práce: **Lukáš KOZEL**

Název práce: **Transport břemene pomocí bezpilotního letounu**

Jazyková a grafická úprava

Nadprůměrné

Samostatnost zpracování tématu

Nadprůměrné

Vhodnost použitých metod

Nadprůměrné

Způsob zpracování a vyhodnocení

Nadprůměrné

Správnost získaných výsledků

Nadprůměrné

Vlastní přínos

Nadprůměrné

Doplnění hodnocení, připomínky:

Bakalářská práce se zabývá problematikou transportu nákladu pomocí dronu. Práce se soustředí na sestavení modelu soustavy dronu se zavěšeným nákladem a na návrh regulátoru, který by stabilizoval kmity nákladu způsobené pohybem dronu nebo vlivem prostředí.

Nejprve je navržen jednoduchý planární model soustavy, jež lze po úpravě aplikovat i na soustavu v 3D prostoru. Nelineární matematický model je následně linearizován a diskretizován. Pro diskrétní model soustavy je navržen LQ regulátor, jehož chování je otestováno na jednoduché simulaci s poruchou.

Poté jsou popsány technologie, které jsou využité pro simulaci dronu se závěsem a komunikaci se simulovaným dronem. Simulace je postavena na velmi rozšířeném open-source software pro bezpilotní letouny PX4 Autopilot, jež obsahuje software in the loop (SITL) simulaci. PX4 SITL je napojen na simulační prostředí Gazebo. Řídící algoritmus je implementován v C++ a začleněn do Robot Operating System 2 (ROS2). Výpočet parametrů LQ regulátorů je implementován v Python také pro ROS2. Komunikace s dronem probíhá pomocí balíčku MAVROS přes protokol MAVLink. Volbou těchto prostředků autor docílil vysoké spolehlivosti navrženého systému a přenositelnosti na reálnou soustavu.

Původní model dronu byl rozšířen o zavěšený náklad na nehmotné tyči, který je připojený volným sférickým kloubem bez tlumení kmitů. Pro měření orientace nákladu je v Gazebo model nákladu doplněn o inerciální měřicí jednotku (IMU), jejíž měření je posíláno do ROS2 pomocí Gazebo pluginu. Pro vizualizaci chování celé soustavy bylo navrženo grafické rozhraní, kde lze jednoduše pozorovat jak stav dronu, tak i nákladu. Navíc lze spouštět simulační prostředí a posílat základní příkazy dronu.

Následně je popsána implementace řídicího algoritmu, která je postavena na LQ regulátorech navržených v teoretické části práce. Jsou popsány potřebné přepočty sensorických měření jak z dronu, tak i z IMU nákladu do lokálního rámce a následně přepočty akčních zásahů rámce dronu. Navíc je popsán PID regulátor pro regulaci výšky dronu. Pro řádné otestování funkčnosti řídicího algoritmu je navržen plánovač trajektorie pro let po přímce a po kruhové trajektorii.

Nakonec je experimentálně ověřena funkčnost navrženého řídicího algoritmu. Nejprve je otestován let po

přímé a kruhové trajektorii. Poté je otestován let po kruhové trajektorii za přítomnosti poruchy.

Práce dosahuje mimořádných kvalit a splňuje všechny body zadání.

Dotazy

Splnění bodů zadání

úplně

Doporučení k obhajobě

ANO

Hodnocení: 1 - Výborně

V _____ dne _____

Ing. Zdeněk Bouček