



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده‌ی مهندسی هوافضا

پروژه کارشناسی
مهندسی کنترل

عنوان:

کنترل وضعیت سه درجه آزادی استند چهارپره به روش کنترل‌کننده مربعی خطی مبتنی بر بازی دیفرانسیلی

نگارش:

علی بنی اسد

استاد راهنما:

دکتر نوبهاری

شهریور ۱۴۰۰

سلام افلا

سپاس

از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر نوبهاری که با کمک‌ها و راهنمایی‌های بی‌دریغشان، بنده را در انجام این پروژه یاری داده‌اند، تشکر و قدردانی می‌کنم.

چکیده

در این پژوهش از یک روش مبتنی بر تئوری بازی^۱ استفاده شده است. در این روش سیستم و اغتشاش دو بازیکن اصلی در نظر گرفته شده است. هر یک از دو بازیکن سعی می‌کنند امتیاز خود را با کمترین هزینه افزایش دهند که در اینجا، وضعیت استند امتیاز بازیکن‌ها در نظر گرفته شده است. در این روش انتخاب حرکت با استفاده از تعادل نش^۲ که هدف آن کم کردن تابع هزینه با فرض بدترین حرکت دیگر بازیکن است، انجام می‌شود. این روش نسبت به اغتشاش ورودی مقاوم است. همچنین نسبت به عدم قطعیت مدلسازی مقاومت مناسبی دارد. از روش ارائه شده برای کنترل یک استند سه درجه آزادی چهارپره که به نوعی یک آونگ معکوس نیز هست، استفاده شده است. برای ارزیابی عملکرد این روش ابتدا شبیه‌سازی‌هایی در محیط سیمولینک انجام شده است و سپس، با پیاده‌سازی آن صحت عملکرد آن تایید شده است.

کلیدواژه‌ها: چهارپره، بازی دیفرانسیلی، تئوری بازی، تعادل نش، استند سه درجه آزادی، مدل مبنا، تنظیم‌کننده مربعی خطی

¹Game Theory

²Nash Equilibrium

فهرست مطالب

۱ تخمین پارامتر کانال یاو	۱-۰-۰
۲ تخمین پارامتر کانال های رول-پیچ	۲-۰-۰
۳ تخمین پارامتر کانال های رول-پیچ-یاو	۳-۰-۰

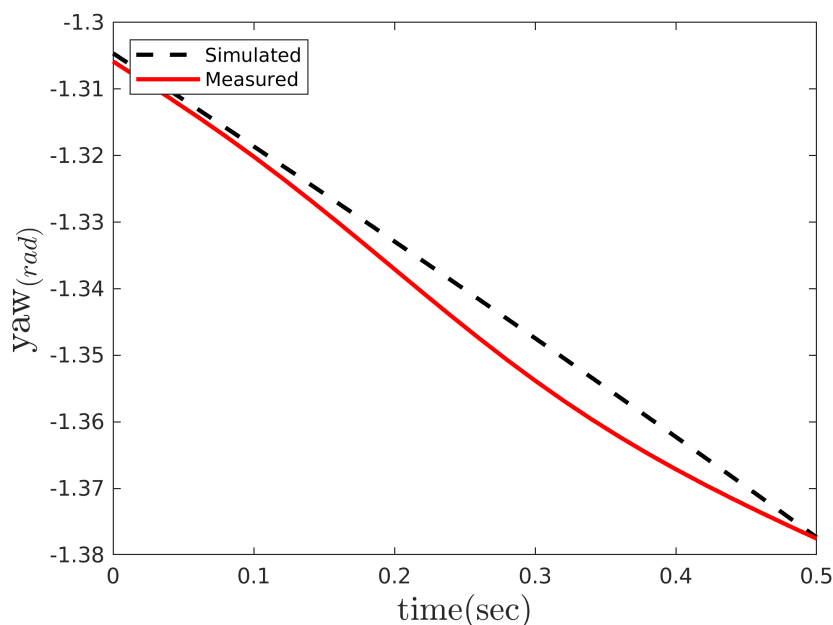
فهرست شکل‌ها

۱	مقایسه وضعیت استند در آزمایش دوم و شبیه‌سازی، پس از تخمین پارامترهای کانال یاو	۲
۲	مقایسه وضعیت استند در آزمایش چهارم و شبیه‌سازی، پس از تخمین پارامترهای کانال	
۳	رول-پیچ	
۳	مقایسه وضعیت استند در آزمایش چهارم و شبیه‌سازی، پس از تخمین پارامترهای کانال	
۴	رول-پیچ-یاو	

فهرست جدول‌ها

۱-۰-۰ تخمین پارامتر کانال یاو

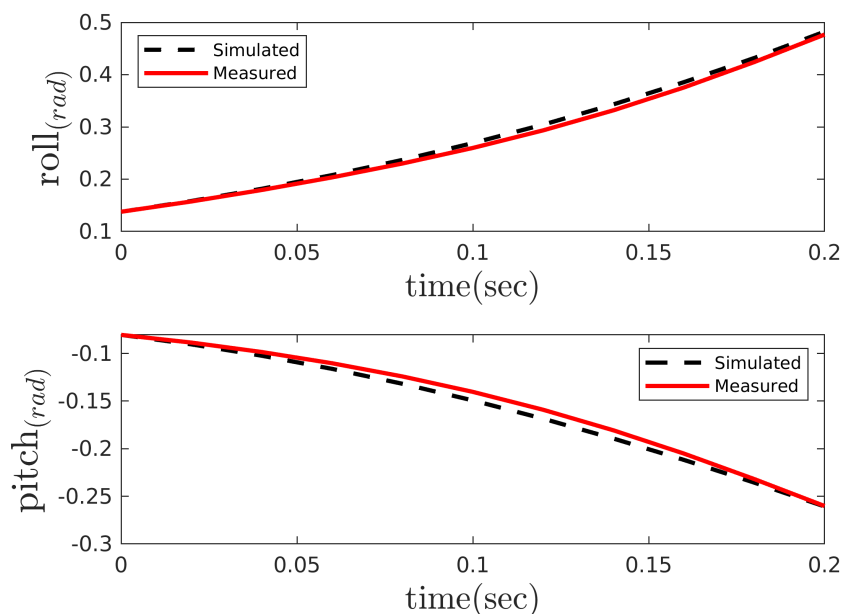
برای اصلاح پارامترهای یاو چندین آزمایش انجام شد و با استفاده از داده‌های ثبت شده از وضعیت هستند در کانال پیچ و جعبه‌ابزار Parameter Estimator پارامترها اصلاح شدند. برای آزمایش یاو همگی موتورها با دور مختلف شروع به حرکت کردند و از خروجی سنسور داده برداری شد. سپس، مدل و پارامترهای داده‌های ثبت شدهی سنسور (وضعیت هستند در کانال یاو) به جعبه‌ابزار Parameter Estimator داده شد. نتایج آزمایش‌های کانال یاو بعد از اصلاح پارامترها در شکل ؟؟ و ۱ آورده شده است.



شکل ۱: مقایسه وضعیت استند در آزمایش دوم و شبیه‌سازی، پس از تخمین پارامترهای کانال یاء

۲-۰-۰ تخمین پارامتر کانال‌های رول-پیچ

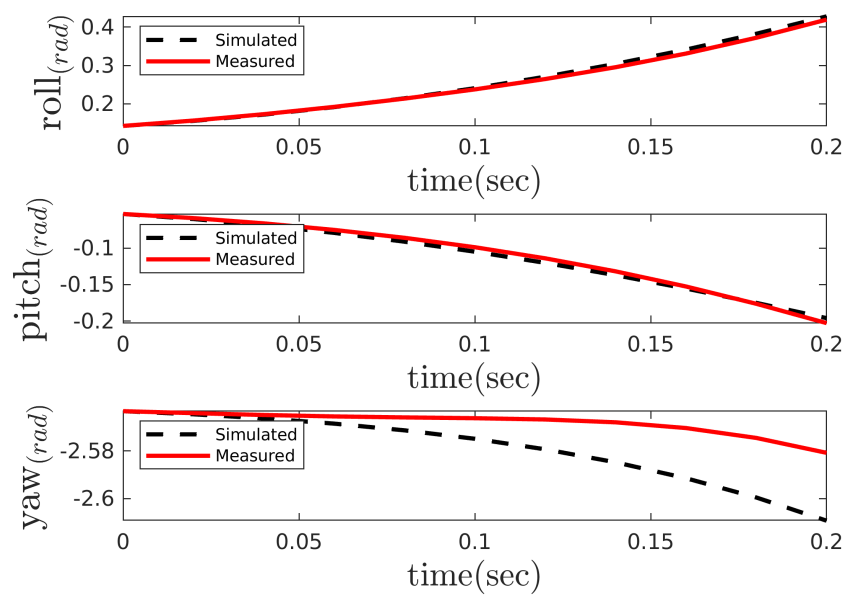
برای اصلاح پارامترها رول-پیچ چندین آزمایش انجام شد و با استفاده از داده‌های ثبت شده از وضعیت استند در کانال رول-پیچ و جعبه‌ابزار Parameter Estimator پارامترهای کانال رول-پیچ اصلاح شدند. برای آزمایش تمامی موتورها با دور مختلف شروع به حرکت کردند و از خروجی سنسور داده برداری شد. سپس، مدل و داده‌های ثبت شده سنسور (وضعیت استند در کانال رول-پیچ) به جعبه‌ابزار Parameter Estimator داده شد. وضعیت کانال رول-پیچ استند در شبیه‌سازی و واقعیت بعد از اصلاح پارامترهای کانال رول-پیچ بعد در شکل‌های (؟؟، ؟؟، ؟؟، ۲، ؟؟، ؟؟، ؟؟) آورده شده است.



شکل ۲: مقایسه وضعیت استند در آزمایش چهارم و شبیه‌سازی، پس از تخمین پارامترهای کانال رول-پیچ

۳-۰-۰ تخمین پارامتر کانال‌های رول-پیچ-یاو

برای اصلاح پارامترها رول-پیچ چندین آزمایش انجام شد و با استفاده از داده‌های ثبت شده از وضعیت استند در کانال رول-پیچ-یاو و جعبه‌ابزار Parameter Estimator پارامترهای کانال رول-پیچ-یاو اصلاح شدند. برای آزمایش تمامی موتورها با دور مختلف شروع به حرکت کردند و از خروجی سنسور داده برداری شد. سپس، مدل و داده‌های ثبت شده سنسور (وضعیت استند در کانال رول-پیچ-یاو) به جعبه‌ابزار Parameter Estimator داده شد. وضعیت کانال رول-پیچ-یاو استند در شبیه‌سازی و واقعیت بعد از اصلاح پارامترهای کانال رول-پیچ-یاو بعد در شکل‌های (۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲) آورده شده است.



شکل ۳: مقایسه وضعیت هستند در آزمایش چهارم و شبیه‌سازی، پس از تخمین پارامترهای کانال رول-پیچ-یاو

مراجع

- [1] Model-based design, 2021. [Online; accessed December 16, 2021], Available at <https://www.pngegg.com/en/png-xdlhx>.



Sharif University of Technology
Department of Aerospace Engineering

Bachelor Thesis

LQDG Controller for 3DOF Quadcopter Stand

By:

Ali BaniAsad

Supervisor:

Dr. Nobahari

August 2021