تتشرف كلية الدراسات العليا وكلية الهندسة بدعوتكم لحضور

مناقشة رسالة الماجستير

العنوان

تطوير أنظمة التوجيه والملاحة والتحكم لتجميع عدة مركبات فضائية في طور التقارب

للطالب

محمد أيمن إبراهيم عطا الله

المشرف

د. محمد عكاشة

قسم الهندسة الميكانيكية وهندسة الطيران

كلية الهندسة

المكان والزمان

4:00 مساءً

يوم الاثنين 6 نوفمبر 2023

غرفة 1043 , المبنى F1

الملخص

تهدف هذه الأطروحة إلى تطوير خوارزميات أنظمة التوجيه والملاحة والتحكم الخاصة بمهمات تجميع المركبات الفضائية. استُنتج النموذج الرياضي الذي يعبر عن الحركة الانتقالية النسبية للمركبة الفضائية باستخدام طريقة Euler-Lagrange مع عدم مزامنة الوضع الدوراني للمركبة. على الجانب الآخر، تم استخدام طريقة Twistor لاستنتاج نموذج رياضي آخر يعبر عن الحركة النسبية للمركبة الفضائية في الست درجات حرية الخاصة بالحركة الانتقالية والدورانية، مع مراعاة التأثير المزدوج بين نوعي الحركة المذكورين. تم تقديم نموذج تقريبي خطي من نوع Linear Time-Invariant (LTI) للاستخدام في عملية تصميم الأنظمة. بالإضافة إلى ذلك، تم استخدام خوارزميات Model Predictive Control (MPC)بأنواعها LTI و Linear Time-Varying (LTV) في تصميم أنظمة التوجيه والتحكم، مع مراعاة القيود مثل تجنب التصادم بين المركبات، والحفاظ على المركبة المستهدفة في مجال رؤية المركبة المرجعية، وعدم تجاوز حدود الدفع القصوى للمحركات. تم تقديم صياغة جديدة للقيود الخاصة بمجال الرؤية، تتميز بدقتها وكفاءتها الحسابية. على صعيد آخر، تم استخدام طريقة Discrete-Time Periodic Riccati (DTPR) لتصميم أنظمة التوجيه والتحكم، خاصة للأنظمة متعددة العناصر، باستخدام نموذج رياضي تقريبي من نوع discrete-time Linear Time-Periodic (LTP). تم اختبار استقرارها ومزامنة عناصرها باستخدام طريقة Lyapunov ، وتم تحليل استقرار الأنظمة عند تطبيق تشبع الدفع باستخدام طريقة Invariant set . تم استحداث طريقة جديدة لتوظيفها مع الأنظمة متعددة العناصر، حيث تستخدم هذه الطريقة عادة لتحليل استقرار الأنظمة أحادية العناصر. علاوة على ذلك، تم تصميم أنظمة التوجيه والتحكم باستناد إلى النموذج الرياضي الذي تم بناؤه باستخدام طريقة Twistor . تم استخدام خوارزميات كل من MPCو Linear Quadratic Regulator (LQR) لتصميم هذه الأنظمة، مع توليد المسار الأمثل للمركبات باستخدام طريقة Hamilton. تمت مقارنة هاتين الطريقتين لتحديد الأكثر كفاءة بينهما. فيما يتعلق بأنظمة الملاحة، تم تقديم نظامين جديدين باستخدام خوارزميات Unscented Kalman Filter (UKF). تم استخدام طريقة Taylor series في النظام الأول لإيجاد معاملات الخوارزمية، في حين تم استخدام طريقتي State Noise Compensation (SNC) و Stirling Interpolation Formula (SIF) في النظام الثاني، وأثبتت كل منهما قدرتها على التنبؤ الدقيق بحالة المركبة باستخدام قراءات الحساسات المستخدمة. وختامًا، أثبتت فعالية الأنظمة المطورة عمليًا باستخدام dSPACE® SCALEXIO LabBox.

مفاهيم البحث الرئيسية: حركة النسبية للمركبات الفضائية، التوجيه، الملاحة، التحكم، طريقة model predictive control، طريقة Riccati discrete-time periodic ، طريقة invariant-set، المسار الأمثل لتوفير الطاقة، طريقة Kalman unscented filter، طريقة state noise compensation ، طريقة Stirling interpolation