جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الحواسيب والأتمتة

التحكم الموائم الدوري غير الخطي بالأنظمة المتغيرة بالزمن

Non-linear periodic adaptive control with time-variant systems

م. محمد جابر زمرد

الدكتور المشرف: د.م. هيام خدام

المشرف المشارك: د. ياسر ديبان

الملخص

النظام الدوري غير الخطي المتغير مع الزمن هو نظام رياضي أو نظام واقعي حيث العلاقة بين المتغيرات غير متناسبة، على عكس الأنظمة الخطية الدورية التي يتناسب فيها تغير المخرجات بشكل مباشر مع التغيرات في المدخلات.

تعرف الأنظمة الدورية غير الخطية بديناميكيتها المعقدة وحساسيتها للظروف الأولية، ويتم استخدام المعادلات التفاضلية لتمثيلها رياضياً، ولكن هناك مجموعة من المشاكل مثل التعقيد في نمذجتها والصعوبات في التنبؤ بسلوكها، لذا كان من الضروري وجود خوارزميات لحل هذه المشاكل.

يهدف هذا البحث الى تحسين عملية التحكم الموائم /AC/ لنظام طائرة بدون طيار حيث يتم التحكم بأداء النظام مع كون α(والتي تعبر عن الوزن) غير قابلة للقياس وتتغير بسرعة مع الزمن وبشكل غير خطي نتيجة تعرض النظام لضجيجين قويين هما ضجيج الاضطراب Wdوضجيج الخرج Wn.

يقوم هذا البحث على اقتراح متحكم دوري بدور T بالإضافة الى مرشح مستمر مع الزمن يستخدم من أجل إشارة تصحيح أو تحسس probing signal، أما متحكم ربح الجدولة المستخدم فهو متقطع زمنياً، وتتم عملية التخمين عن طريق مخمن بارامترات يعتمد على أخذ العينات حيث أن دور أخذ العينات هو h=T/2.

القسم النظري

١. التحكم باستقرار المنشأة مع كون α غير قابلة للقياس وتتغير بسرعة مع الزمن وبشكل غير خطي.

٢. قمنا باقتراح متحكم دوري بدور T.

٣. مرشح مستمر مع الزمن يستخدم من أجل إشارة تصحيح أو تحسس probing signal وهو يمثل الإضافة الخاصة بنا، حيث أنه بدلا من القيام بعملية التخمين وربح الجدولة بناء على الخرج فقط نحن سوف نقوم بذلك بالاعتماد على الدخل والخرج المقابل له.

٤. متحكم ربح الجدولة متقطع زمنياً.

٥. مخمن بارامترات بالاعتماد على أخذ العينات.

٦. دور أخذ العينات هو h=T/2.

القسم العملي

تطبيق عملي دفة الطائرة بدون طيار حيث تم:

١. تنجيز خوارزمية الدراسة المرجعية [٦]

٢. تنجيز خوارزمية الدراسة المرجعية [٦] من أجل ضجيج قوي جداً

٣. تنجيز الخوارزمية المقترحة

٤. تنجيز الخوارزمية المقترحة من أجل ضجيج قوي جداً

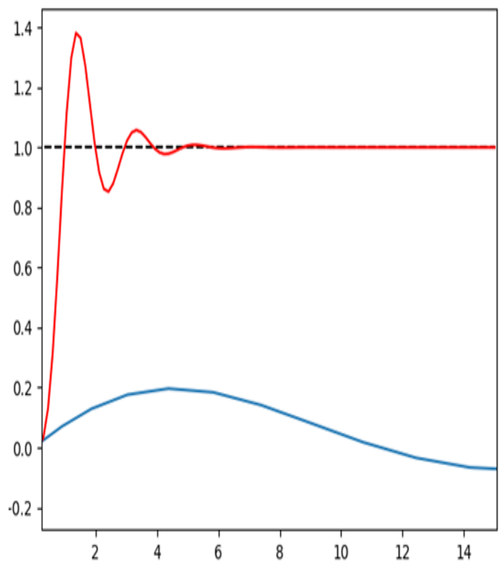
٥. النتائج العملية ومقارنة النتائج ونسب التحسين

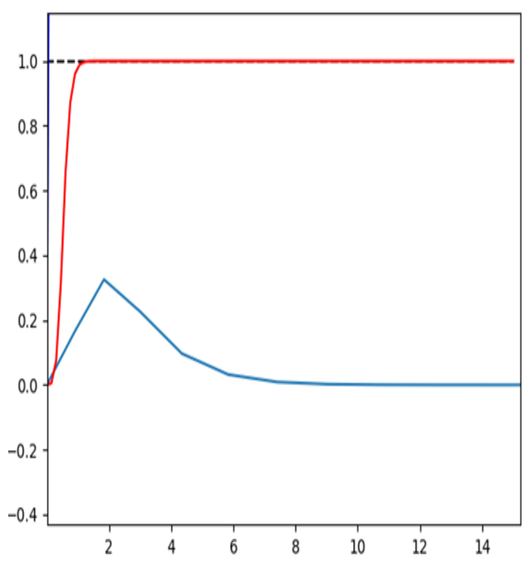
النتائج والمناقشة

١. التخمين في الخوارزمية المقترحة أدق حيث أن أعظم خطأ تخمين لديها هو ٠,٣٧ أما أعظم خطأ تخمين لدى الباحث هو ٠,٦٣ والسبب في ذلك يعود لأن التخمين يتم بالاعتماد على الدخل والخرج المقابل له على عكس خوارزمية الدراسة المرجعية التي تقوم بالتخمين بالاعتماد على الخرج فقط.

٢. أثبتت الخوارزمية المقترحة فعاليتها حيث افادنا هذا التعديل بأنه عند التخمين اعتماداً على قيمة الخرج فقط قد نحصل على نتائج خاطئة لأنه قد يتم ادخال إشارة تحكم كبيرة وهي من سببت قفزة الخرج وليس خطأ التخمين

٣. منحني الخرج في الخوارزمية المقترحة أكثر استقراراً من منحني الخرج لدى خوارزمية الدراسة المرجعية حيث أن زمن الاستقرار لدى الخوارزمية المقترحة هو١,٠٦ أما عند خوارزمية الدراسة المرجعية هو ٤,٥٤ كما نلاحظ وجود تجاوز بقيمة ٣٨% لدى نظام خوارزمية الدراسة المرجعية بينما التجاوز معدوم لدى الخوارزمية المقترحة.





المراجع

[1]Ebrahimi-Tirtashi, A., et al. "Vibration control of a piezoelectric cantilever smart beam by adaptive control system." Systems Science & Control Engineering 9.1 (2021): 542-555

[2]] Yao, Qijia, et al. "Gain-Scheduled Sliding-Mode-Type Iterative Learning Control Design for Mechanical Systems." Mathematics 10.16 (2022): 3005

[3]] Zengin, Nursefa. "Least Squares Based Adaptive Control and Extremum Seeking with Active Vehicle Safety System Applications." (2020)

[4] Coutinho, Pedro Henrique Silva. "Dynamic event-triggered control of nonlinear systems: a quasi-LPV approach." (2021)

[5] Zelina, John. "Adaptive Control for Nonlinear, Time Varying Systems." (2021)

[6]] Rudko, V., & Miller, D. E. (2016, July). Nonlinear periodic adaptive control for linear time-varying plants. In 2016 American Control Conference (ACC) (pp. 1625-1630). IEEE.