جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الحواسيب والأتمتة

التحكم بالأنظمة اللاخطية باستخدام متحكم عائم من النمط الثاني التكيفي ذو المستوي الانزلاقي

Controlling nonlinear systems using adaptive type 2 fuzzy sliding mode controller

رنا الحللي

د. يزن أصلان

الملخص

هدف هذا البحث إلى تصميم متحكم قادر على التَّعامل مع الأنظمة اللاخطَّية الدينامي كَّية غير المعروفة والتي
تحوي حالات غير مقاسة من فضاء الحالة لها للوصول إلى الاستقرار بأسرع ما يمكن وبأقل تعقيد رياضي.
تَّم تصميم راصد عالي الرِّبح لتقدير أخطاء التَّتُّبع لعناصر شعاع حالة الِّنظام والذي على أساسه تَّم بناء المتحكم
العائم من النَّمط الثَّاني لتقريب قانون التَّ ُّحكم يتم ذلك بتقدير قيمة السَّطح المنزلق وتطبيقها كدخل للمتحكم
العائم ويتم تعديل قيم مراكز توابع انتماء الخرج آلَّياً بالاعتماد على قوانين إلتَّ ُّكيف.
تَّم الاستعانة بالمستوي الانزلاقي لضمان متانة الِّنظام في حين تَّم الاستفادة من المتحكم العائم والتَّقريب
اللاخطي للتَّ ُّخل من مشكلة التذبذب Chatteringالمرافقة لاستخدام المستوي الانزلاقي.
أخيراً تَّم إثبات استقرار الِّنظام في الحلقة المغلقة باستخدام معيار ليابونوف Lyapunovبالاعتماد على نظ ّرية
ماير - كالمن – ياكوبوفيتش

القسم النظري

1-نفترض أَّن جميع عناصر شعاع حالة الِّنظام غير قابلة للقياس عدا خرج الِّنظام، والراصد عالي الرِّبح مصَّمم لتقدير أخطاء التَّتُّبع الخا َّصة بشعاع حالة الِّنظام.
2-بالاعتماد على خرج الvhصد تَّم اقتvhاح قانون تحُّكم مباشر تكيفي يعتمد على المنطق العائم ذي المستوي الانزلاقي، IT2FSMCتَّم إنشاء
IT2FLSالتقريب قيمة إشارة التَّحُّكم بالنظام وله دخل وحيد فقط وهو القيمة المقَّدرة للسطح الانزلاقي وبذلك تَّم تبسيط هيكلَّية النظام وتَّم تقليص العبء الحسابي في الوقت الحقيقي بنسبة كبيرة عند عمل الِّنظام وللتخُّلص من مشكلة التَّذبذب النَّاتجة عن استخدام السطح المنزلق.
3- تم تصميم قانون تكيفي يتم من خلاله حساب مراكز توابع انتماء الخرج للمنطق العائم من النَّمط الثَّاني حيث يكون المتحكم ملائم لتغيّرات الِّنظام بالوقت الحقيقي للعمل
4-نَّم د ارسة استقرار الِّنظام بالحلقة المغلقة باستخدام نظرَّية ليابونوف gLyapunov

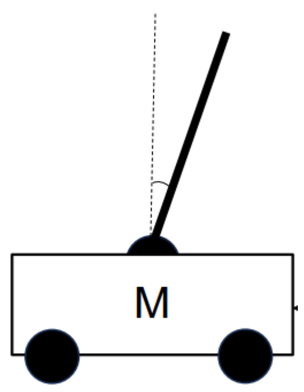
Meyer-Kalman-Yakubovich (MKY)-lemma

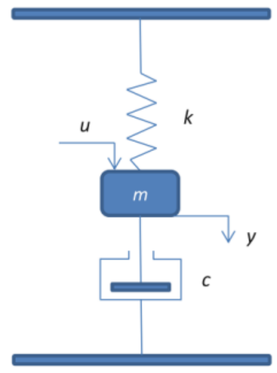
القسم العملي

تمت دراسة المتحكم المقترح على نظامين SISO وهما:

1- البندول المقلوب على عربة

2- نظام الكتلة – النابض التوافقي

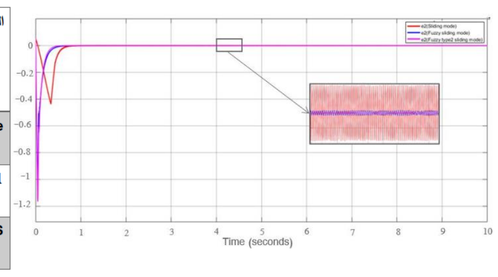




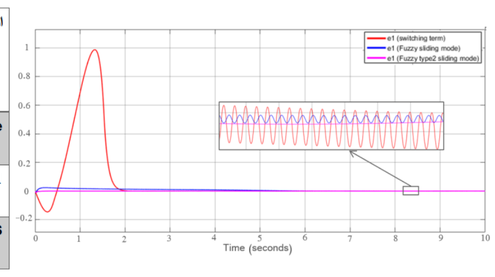
النتائج والمناقشة

في هذا البحث تَّم استخدام م ارقب يعتمد على متح ّكم مبنى من SMCو IT2Fوذلك للتحُّكم بفئة معَّينة من الأنظمة
وهي الأنظمة اللاخطَّية الِّديناميكَّية غير المعروفة . SISO
-تَّم إثبات إمكانَّية التَّحكم بالِّنظام دون المعرفة المسبقة به، (لا تتطَّلب وحدة التَّحُّكم المقترحة معرفة بنموذج
الِّنظام، أو الاضط اربات الخارجَّية التي يتعَّرض لها الِّنظام، أو شعاع حالته)، الَّشرط الوحيد هو أن تكون
مخرجات الِّنظام قابلة للقياس.
- الَّأرصد عالي الرِّبح المصَّمم كانت أخطاء التَّتُّبع المقَّدرة باستخدامه مقاربة بشكل كبير للنتائج أخطاء التَّتُّبع
الحقيقَّية.
- تَّم تقريب قانون التَّحُّكم باستخدام المنطق العائم من الَّنمط الثَّاني مما قَّلل الأعباء الحسابَّية أثناء التَّحُّكم في
الوقت الحقيقي.
- تطبيق المنطق العائم من الَّنمط الثَّاني على خرج السطح المنزلق إضافة لاستخدام قوانين التَّكُّيف سمح
بتقليل قيم chatteringإلى قيم يمكن تجاهلها فلم تعد هذه القيم مشكلة تسبب في تلف أج ازء الِّنظام
الميكانيكَّية.
- استخدام قوانين التَّكُّيف أعطت المتح ّكم المرونة للتعامل مع تغُّي ارت الِّنظام

المتحكِّمات	زمن الصُّعود (sec)	الخطأ (m)	زمن الاستقرار (sec)	تردُّد الاهتزاز (Hz)	طويلة الاهتزاز (m)
Sliding mode	0.09	0.153	1.889	142.637	$6.7*10^{-6}$
FLS1	0.015	0.093	0.623	137.719	$0.85*10^{-8}$
IT2 FLS	0.00744	0.078	0.475	$0.85*10^{-8}$	$0.15*10^{-8}$



المتحكِّمات	زمن الصُّعود (sec)	الخطأ (rad)	زمن الاستقرار (sec)	تردُّد الاهتزاز (Hz)	طويلة الاهتزاز (rad)
Sliding mode	1.32	0.98	1.925	8964.077	$2.34*10^{-4}$
FLS1	0.1	0.019	5	400.3	$0.59*10^{-4}$
IT2 FLS	0.08	-0.011	0.42	$2.1*10^{-3}$	$0.23*10^{-4}$



المراجع

- **Fuzzy sliding mode control for synchronization of multiple induction motors drive**
  Chenchen Sun, Guofang Gong, Huayong Yang and Fei Wang
  In China: Transactions of the Institute of Measurement and Control, 2019
- **Disturbance observer-based integral fuzzy sliding mode control and its application to wind turbine system**
  Sounghwan Hwang1, Jin Bae , Young Joo in: Republic of Korea , IEEE, 2019
- **Fuzzy Adaptive Fault-Tolerant Control for Uncertain Nonlinear Systems with Unknown Dead-Zone an Unmodeled Dynamics**
  Yan-Hui Jing and Guang-Hong Yang IEEE, 2019