

Proposition de thèse CIFRE

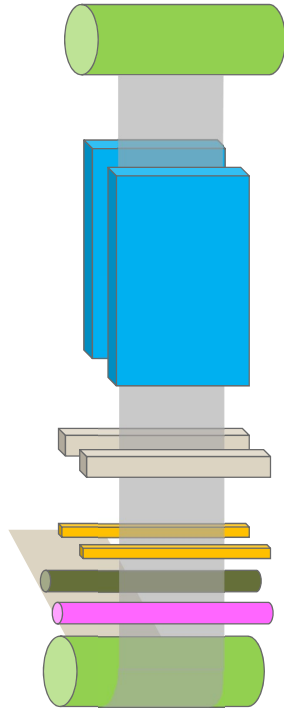
ArcelorMittal
Centre de Recherche en Automatique de Nancy



▷ Sujet de thèse

Positionnement optimal de capteurs et d'actionneurs pour la synthèse de correcteurs dynamiques. Application à la réduction de vibrations dans un procédé de galvanisation.

▷ Description détaillée des travaux de thèse



Contexte industriel. Dans les lignes de galvanisation, la bande d'acier, après avoir été chauffée et refroidie dans un four de recuit, est plongée dans un bain de zinc liquide puis essorée au moyen de buses projetant de l'air afin de former une mince couche de zinc sur la surface de cette bande. Les propriétés de l'acier dépendent de l'épaisseur de la couche de revêtement, de ce fait, son contrôle a un grand intérêt.

Cependant, un ensemble de perturbations crée des vibrations sur la bande qui peuvent dégrader considérablement la qualité de la couche de revêtement. Pour limiter l'impact de ces perturbations, des électro-aimants associés à un système de contrôle actif sont implantés au-dessus du système d'essorage pour effectuer une réduction active de ces vibrations.

Dans un premier temps, il sera nécessaire d'élaborer un modèle de comportement de la bande d'acier dans la ligne de galvanisation prenant en compte la présence et la propagation des vibrations [Kim, 2003, Li, 2012]. Une fois ce modèle établi, un des problèmes clef de ce dispositif est la recherche du placement optimal du ou des capteurs, pour mesurer le plus efficacement les vibrations de la bande, mais également du ou des actionneurs pour minimiser l'amplitude de ces vibrations par une loi de commande adaptée. Ces problèmes de placements optimaux, pouvant être résolus l'un après l'autre ou conjointement, sont au cœur des thématiques de contrôle actif des vibrations et se retrouvent dans de nombreux domaines d'application [Gawronski, 2002, Starek, 2010, Zhang, 2018].

Intérêt du sujet. Le sujet proposé allie réflexion théorique et mise en oeuvre pratique. La thèse se déroulera en partie sur un site de R&D (recherche et développement) où

ArcelorMittal Maizières Research dispose d'un pilote de taille industrielle, adapté et dédié à la réalisation de tests en grandeur nature pour valider le modèle de la bande et la stratégie retenue de placement optimal de capteur(s) et actionneur(s).

Thématique de recherche. D'un point de vue fondamental le problème posé relève de l'optimisation du placement de capteurs et d'actionneurs dans un système dynamique selon des critères d'observabilité et de commandabilité. Une première approche vise à maximiser la commandabilité (respectivement l'observabilité) de l'état du système par le positionnement des actionneurs (respectivement des capteurs). La seconde approche, plus globale, vise à optimiser la commandabilité des sorties par les entrées en positionnant les capteurs et les actionneurs. L'optimisation du placement de capteurs et / ou d'actionneurs devra aussi prendre en compte la minimisation de l'influence des perturbations (vibrations de la bande, dynamiques non modélisées, etc). Bien évidemment des contraintes de coût et de positionnement seront à prendre en considération.

Une des pistes à explorer pour résoudre le problème de placement optimal de capteurs ou d'actionneurs sera la maximisation des grammiens d'observabilité ou de commandabilité. Dans le cas de placement conjoint de capteurs et actionneurs, la maximisation des grammiens équilibrés peut être envisagée [Manohar, 2018, Marx, 2004]. Cette technique a l'avantage de ne pas dépendre de la commande utilisée [Van de Wal, 2001]. Par ailleurs elle peut se généraliser et s'appliquer à des systèmes non linéaires [Georges, 1995], singuliers [Marx, 2004], etc.

Références

- [Gawronski, 2002] W. Gawronski. Actuators and Sensors in Structural Dynamics. In Responsive Systems for Active Vibration Control, A. Preumont (Ed.), NATO Science Series book series, 85, 2002.
- [Georges, 1995] D. Georges. The use of observability and controllability Gramians or functions for optimal sensor and actuator location in finite-dimensional systems. 34th IEEE Conference on Decision and Control, New Orleans, LA, USA, 3319-3324, 1995.
- [Kim, 2003] C. Kim, N. Perkins, C. Lee, Parametric resonance of plates in a sheet metal coating process, Journal of sound and vibration, 2003.
- [Li, 2012] J. Li, Y. Yan, X. Guo, Y. Wang, Research on Vibration Control Method of Steel Strip for a Continuous Hot-dip Galvanizing Line, ISIJ International, 2012.
- [Manohar, 2018] K. Manohar, J.N. Kutz. Optimal Sensor and Actuator Placement using Balanced Model Reduction. <https://arxiv.org/pdf/1812.01574.pdf>, 2018.
- [Marx, 2004] B. Marx, D. Koenig, G. Georges. Optimal sensor and actuator location for descriptor systems using generalized Gramians and balanced realizations. American Control Conference, Boston, Massachusetts, 2004.
- [Starek, 2010] L. Starek, D. Starek, P. Solec, A. Starekova. Suppression of vibration with optimal actuators and sensors placement. Archives of Control Sciences, 20 (1), 2010.
- [Van de Wal, 2001] M. Van de Wal, B. De Jager. A review of methods for input/output selection. Automatica, 37(4) :487-510, 2001.
- [Zhang, 2018] X.Y. Zhang, R.X. Wang, S.Q. Zhang, Z.X. Wang, X.S. Qin, R. Schmidt. Generalized-Disturbance Rejection Control for Vibration Suppression of Piezoelectric Laminated Flexible Structures, Shock and Vibration, 2018.

▷ Offre d'emploi

Nature du contrat. Thèse CIFRE¹ financée par l'ANRT².

Durée du contrat. 36 mois

Date de début du contrat. Septembre/octobre 2019

Salaire et financement. 27 k€ / an + avantages cadre d'ArcelorMittal.

Environnement. Les travaux de thèse se dérouleront au sein des deux partenaires du projet : pour partie au Centre de Recherche en Automatique de Nancy (UMR 7039 UL³-CNRS⁴) et pour partie au centre de R&D d'ArcelorMittal Maizières Research. Au sein de ces deux structures, la personne recrutée bénéficiera d'un encadrement par une équipe d'Enseignants Chercheurs de l'Université de Lorraine et de Docteurs Ingénieurs d'ArcelorMittal R&D.

Profil de candidature.

Qualification :

- Niveau M2 : ingénieur et/ou master.

Savoir faire :

- commande de système ;
- modélisation et identification ;
- traitement du signal ;
- outils logiciels : Matlab - Simulink et bureautique usuelle.

Savoir être :

- curiosité et rigueur scientifiques ;
- autonomie ;
- bonnes aptitudes relationnelles pour intégrer l'équipe de travail ;
- une bonne maîtrise de la langue anglaise pour s'intégrer dans un environnement multi-culturel.

Contacts au CRAN :

Benoît Marx (e-mail : benoit.marx@univ-lorraine.fr)

Didier Maquin (e-mail : didier.maquin@univ-lorraine.fr)

1. Conventions Industrielles de Formation par la Recherche
2. Association Nationale de la Recherche et de la Technologie
3. Université de Lorraine
4. Centre National de la Recherche Scientifique