Architecture agentique pour la conception automatique de systèmes techniques basée sur le formalisme DEPS

1. Contexte du stage

Nous nous intéressons dans ce stage à la phase de conception préliminaire de systèmes techniques dans laquelle nous souhaitons mettre en place une structure agentique pour la conception de système appliquée à la conception de système avion. D'un point de vue applicatif, les principales écoles du groupe ISAE (ISAE-Supaéro, ISAE-Ensma, ISAE-Supméca, Estaca et Estia) travaillent ensemble sur la conception, la fabrication et l'essai en vol d'un avion léger électrique/hybride biplace de type ULM Multiaxe dans le cadre de l'initiative Lilienthal du projet PEGASE. Le stage s'effectuera au laboratoire QUARTZ d'ISAE-Supméca sur la thématique synthèse de systèmes à base de modèles. Les travaux seront également réalisés en collaboration avec l'association DEPS Link.

2. Présentation du sujet

Le langage DEPS [1] est un langage déclaratif pour la représentation de problème de conception en vue de leur résolution automatique. DEPS est structuré, à base de modèles et de propriétés. Il possède des capacités d'héritage, de composition, d'agrégation, de surcharge et de polymorphisme de modèles. Il permet de réaliser des librairies de modèles métier qui seront ensuite instanciées au sein d'un problème de conception. Il est supporté par l'association DEPS Link et a été mis en œuvre dans plusieurs problèmes de conception académiques et industriels [3,4]. Il permet de produire des solutions de systèmes correctes par construction [2]. L'idée du projet est de proposer un front-end sous la forme d'un modèle de langage (LLM) spécialisé et d'une architecture agentique associée. Le concepteur exprime son problème en langage naturel via le LLM spécialisé (IA générative) et celui-ci génère automatiquement un problème DEPS qui sera ensuite compilé et résolu dans l'environnement DEPS Studio, de compilation et de résolution associé au langage via une boucle agentique. La résolution est réalisée par un solveur de programmation par contraintes en domaine mixte encapsulé dans DEPS Studio. L'ensemble sera appliqué en conception préliminaire d'un avion électrique hybride de type multiaxe dans le cadre du projet Lilienthal.

Le stage consistera à :

- Concevoir une architecture agentique adaptée au besoin.
- Faire des choix technologiques quant aux outils LLM et agentique pertinents.
- Entrainer le LLM sur la documentation du langage DEPS et une base de modèles existante.
- Implémenter l'approche et la boucle agentique.
- Valider l'approche sur un cas d'étude de conception préliminaire d'avion léger électrique hybride.

3. Durée et date de démarrage

Durée du stage : 6 mois

Date de démarrage possible : A partir de mars 2027

4. Profil et compétences

Ce stage pourrait convenir à un(e) candidat(e) en dernière année d'école d'ingénieur avec option informatique ou en Master 2 informatique. Des connaissances solides en IA générative et architecture agentique sont nécessaires. Une maîtrise de la programmation en Python est également souhaitée. Une formation au langage DEPS et à l'utilisation de l'IDE DEPS Studio sera assurée par l'équipe d'encadrement.

Un CV détaillé, une lettre de motivation, le détail des matières suivies et des notes obtenues en M1 et en M2 ainsi que d'éventuelles lettres de recommandation sont à faire parvenir à :

Pierre-Alain Yvars : pierre-alain.yvars@isae-supmeca.fr
et
pierre-alain.yvars@depslink.fr

5. Références bibliographiques

[1] P.A. Yvars, L. Zimmer *"DEPS: A Model and Property Based Language for the synthesis of complex systems"*, International Journal of Software and Systems Modeling (SoSym), Vol 23, pp 973-1002, Springer, 2024. https://doi.org/10.1007/s10270-023-01129-x

[2]P.A. Yvars, L. Zimmer, *"Toward a correct by construction design of complex systems : The MBSS approach"*, Procedia CIRP, Vol 109, Elsevier, 2022. https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.248

[3]P. A. Yvars, L. Zimmer, *"Synthèse de système à base de modèles pour le dimensionnement d'un drone quadricoptère"*, 19ème colloque national Systems Manufacturing Academics ResourcesTechnologies S.Mart, 2025.

[4]P.A. Yvars, L. Zimmer, "*Formulation et résolution de problème de dimensionnement de drone quadricoptère à l'aide d'un langage de modélisation structurée et de techniques de programmation par contraintes en domaines mixtes*", 26ème congrès de la société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision, ROADEF, Champs Sur Marne, 2025.