

Journée sur **les méthodes formelles pour les systèmes cyber physiques** commune à 3 groupes de travail : le comité technique SED (Systèmes à Evènements Discrets) de la SAGIP, le thème scientifique TS3 (Hétérogénéité et Complexité) du GdR Robotique, et l'action inter-GdR AFSEC (Approches Formelles des Systèmes Embarqués Communicants).

Cette journée se déroulera à **Paris le 5 février 2026**
au **CNAM**, 2 rue conté Amphi Georges Friedmann 33-2-20

9h – Accueil

9h30-10h15 -----

Yan MONIER, LURPA, ENS Paris-Saclay :

Titre: ADAM: Anomaly Detection by Adaptive Modeling

Résumé:

Le projet ADAM vise à développer une approche innovante pour la création et la mise à jour de jumeaux numériques interprétables dédiés au monitoring, à la détection d'anomalies et à l'optimisation des chaînes de production industrielles. Contrairement aux approches d'IA « boîte noire » ou aux modèles experts coûteux à concevoir, ADAM exploite les données de production existantes afin de construire et d'affiner automatiquement des jumeaux numériques interprétables, basés sur la physique, avec une supervision minimale.

Il intègre des concepts issus des systèmes à événements discrets (automates, réseaux de Petri), ainsi que des aspects temporels, de flux et des équations dynamiques, afin de représenter fidèlement le comportement hybride des procédés industriels. Au-delà des avancées méthodologiques, ADAM a pour objectif de rendre opérationnelles des années de recherche menées dans plusieurs laboratoires, en proposant un outil utilisable en contexte industriel réel et non limité au cadre académique.

Actuellement en construction et soutenu par l'Université Paris-Saclay, le projet ambitionne de valider son potentiel à travers des collaborations pilotes, de réduire les temps d'arrêt dans des environnements industriels réels et, à terme, de contribuer à une industrie manufacturière plus résiliente et plus sûre.

10h15-11h00 -----

Philipp SCHLEHUBER-CAISSIER, Télécom SudParis :

Titre : The different dimensions of higher dimensional automata

Abstract : Higher dimensional automata are a convenient formalism to describe concurrent systems with a fairly fine-grained view of concurrency. They have been introduced quite some time ago by Rob J. van Glabbeek[1] and their expressiveness has been extensively discussed in [2] by the same author.

Recently a renewed interest in this formalism has produced a series of results transposing standard automata theory to higher dimensional automata [3-5]

This talk is an introduction and overview about different aspects of higher dimensional automata from their language, associated logics to practical applications [6].

[1]: Rob J. van Glabbeek, Bisimulations for Higher Dimensional Automata, 1991

[2]: Rob J. van Glabbeek, On the Expressiveness of Higher Dimensional Automata, 2006

[3]: Uli Fahrenberg and Krzysztof Ziemianski, Myhill-Nerode Theorem for Higher-Dimensional Automata, 2024

[4]: Amazigh Amrane, Hugo Bazille, Emily Clement and Uli Fahrenberg, Languages of Higher-Dimensional Timed Automata, 2024

[5]: Amazigh Amrane, Hugo Bazille, Emily Clement, Uli Fahrenberg and Krzysztof Ziemianski, Presenting interval pomsets with interfaces, 2024

[6]: Amazigh Amrane, Hugo Bazille, Uli Fahrenberg, Loic Helouet and Philipp Schlehuber-Caissier, Petri Nets and Higher-Dimensional Automata, 2025

11h00-11h30 : petite pause café / discussion scientifique

11h30-12h15 -----

Loic HELOUET, INRIA Rennes

Titre : Extensions temporelles des Réseaux de Petri et leurs state classes -- Application aux réseaux ferroviaires urbains.

Résumé:

Dans ces exposé nous nous intéresserons à la modélisation des réseau urbains (métro, trams,...).

Le formalisme des réseaux de Petri est particulièrement bien adapté à de tels systèmes, dans lesquels beaucoup d'événements sont concurrents tant qu'ils ne sont pas en conflit sur des ressources.

Les objectifs principaux des réseaux de transport, une fois la sécurité assurée, sont de fournir des garanties en matière de performance : respect des délais ou des horaires, économie d'énergie, ...

Dans ces aspects, le temps joue un rôle essentiel. S'il semble facile de représenter l'architecture d'un réseau ferroviaire urbain à l'aide de la relation de flot d'un réseau, et ses ressources (train s, voies, aiguillages,...) par des places d'un réseau de Petri, aucune extension temporelle existante (Time Petri nets (TPNs), Timed Petri nets,...) ne permet de fournir une représentation intuitive des comportements temporels du système.

Dans cet exposé, nous présenterons deux extensions des réseaux de Petri adaptées aux systèmes ferroviaires urbains. La première, les Waiting nets, permet de définir des modèles qui dissocient les consignes données aux véhicules et la mesure du temps. La sous-classe bornée des Waiting nets est plus expressive que les TPNs bornés, et certaines propriétés d'accessibilité ou couverture sont décidables, grâce à des techniques d'abstraction des configurations du réseau en state classes.

La deuxième extension ajoute une dimension continue aux réseaux de Petri et permet d'assurer des contraintes temporelles tout en représentant les positions relatives des trains au cours du temps. Pour ce nouveau modèle, il existe aussi une abstraction sous forme de state class, permettant de vérifier des propriétés d'accessibilité/couverture, mais aussi des propriétés plus fines traitant de positions relatives de trains.

Ces modèles ont été développés dans le cadre de collaborations avec Alstom Transport, et cet exposé sera également l'occasion de revenir sur les enjeux de ce type de projets, et sur les questions de recherche qui peuvent en émerger.

12h15-13h30 : Déjeuner

13h30-14h15 -----

Baptiste PELLETIER, ISAE-Supaero

Titre : AMPLIFIED: Une chaîne d'outils modulaire pour évaluer les couches de délibération et d'exécution vérifiable en robotique

Résumé:

Le vaste catalogue de planificateurs accessible aujourd'hui permet aux solutions de planification d'être adaptées à des hypothèses faites sur l'environnement et aux besoins des utilisateurs. Cependant, dans le domaine de la robotique, la réalisation des plans et des politiques créés par ces planificateurs n'est pas toujours simple car les robots autonomes déployés dans des environnements ouverts et dynamiques subissent des conditions environnementales fluctuantes, des informations partielles et des temps d'exécution incertains. En plus de ces problèmes techniques de base, l'intégration du planificateur et son utilisation nécessitent des cadres d'exécution fiables et vérifiables.

Nous proposons AMPLIFIED, une chaîne complète pour planifier et exécuter dans des environnements complexes, avec l'objectif d'évaluer la qualité de la solution intégrée. AMPLIFIED est modulaire, ce qui permet l'intégration d'éléments communautaires, depuis le niveau décisionnel à celui des contrôleurs bas niveau. En s'appuyant sur un scénario d'anti-braconnage, nous montrons comment AMPLIFIED peut être utilisé pour évaluer qualitativement différents planificateurs et l'exécutabilité de leurs solutions.

14h15-15h00 -----

Mario GLEIRSCHER,

Unité d'Informatique et d'Ingénierie des Systèmes (U2IS)

Chaire "Architecture des Systèmes Complexes" (ASC)

ENSTA | Institut Polytechnique de Paris

Title: Hybrid UAV Control with Guarantees

Abstract: In the quest for guarantees in UAV control, we use a switched and modally controlled hybrid system to enable robustly correct and near-optimal online control. We allow model uncertainty through disturbed dynamics yielding a robust reference signal for lower-level trajectory tracking. For modal control, we employ discretised games solved via scope-adaptive and step-pre-shielded discrete dynamic programming. To guarantee key properties of the discussed algorithm, we provide a game solvability theorem with necessary and sufficient conditions for its applicability.

15h00-15h30 : petite pause café / discussion scientifique

15h30-16h15 -----

Sarah DEPERNET, LORIA, Université de Lorraine :

Titre : Problèmes d'opacité dans les systèmes temporisés et mise en sécurité de vos lingots d'or

Résumé: En cybersécurité, un attaquant peut parfois déduire des informations sensibles (mot de passe, manipulation de données privées) à partir d'observations extérieures du système, par exemple en mesurant la consommation de courant, les émissions d'ondes électro-magnétiques ou même, et c'est ce qui nous intéresse, en chronométrant l'exécution du système. Ce sont des attaques par canaux auxiliaires, que nous étudions sur le modèle expressif des automates temporisés, avec les méthodes formelles. L'opacité est la propriété d'un tel système à résister à ces attaques, en assurant que l'ensemble des informations recueillies par l'attaquant ne lui permet pas de distinguer une exécution privée (un comportement secret) d'une exécution publique. Nous illustrons les derniers résultats de complexité du problème de décision associé : déterminer si un automate temporisé donné est opaque. Cet exposé vous aidera également à éviter que votre voisine trop curieuse sache où vous entreposez vos lingots.

16h15-17h00 -----

Bilan / Discussion sur cette journée commune