



Département COSYS Lettre d'information du laboratoire ESTAS

Septembre 2022

Département COSYS

Composants et Systèmes

Évaluation des
Systèmes de
Transports
Automatisés et de leur
Sécurité

estas.univ-gustave-eiffel.fr

Dans ce numéro

Édito du directeur

Sécurité de l'intelligence
artificielle

Optimisation des grilles
horaires ferroviaires

Actualités

Chaire "Sécurité des
systèmes ferroviaires"

Guide technique
"GAME" pour les STRA

Conférences et
Symposium

Parution d'articles

Édito du directeur

Au sommaire du second numéro de l'année, deux articles sur des thèmes de prédilection du laboratoire. Le premier aborde la vérification de la sécurité de l'intelligence artificielle et de son usage dans les systèmes de transport autonomes. Le second porte sur la recherche des meilleurs compromis de performances du système ferroviaire dans le cadre d'un projet mené avec la société italienne TRENOLab en réponse à un marché international de la direction des chemins de fer norvégiens. Une actualité riche avec la création de la Chaire "Sécurité des systèmes ferroviaires" soutenue par CERTIFER Association et l'association GAPAVE. Quatre des cinq projets de cette chaire sont menés par des chercheurs du laboratoire. Toujours sur le thème de la sécurité des systèmes de transport autonomes, on notera la parution du guide technique STRMTG, auquel ESTAS a participé, relatif à la démonstration de sécurité pour les Systèmes de Transport Routier Automatisés. Pour terminer, les retours sur la conférence RSSRail qui s'est tenue en juin à Paris ainsi que les autres conférences qui, après les longs mois de confinement, ont enfin pu se dérouler en présentiel et ont permis aux différentes communautés scientifiques d'échanger plus efficacement sans écrans interposés et de se retrouver dans un environnement plus convivial.

Mon mandat de directeur arrivant à échéance, je profite de cette occasion pour souhaiter bonne chance à la future équipe de direction et vous encourage à rester fidèle à ce petit rendez-vous des actualités de notre laboratoire.

Joaquín Rodriguez, Directeur d'ESTAS

Vérification de la sécurité de l'intelligence artificielle

L'équipe Sécurité d'ESTAS travaille depuis 2021 sur l'analyse de la sécurité des modules d'intelligence artificielle (IA) qui sont, entre autre, utilisés pour la reconnaissance d'images dans les véhicules autonomes. Malgré les bonnes performances, le fonctionnement en "boîte noire" de l'IA pose problème pour la certification des véhicules autonomes. Nos

travaux actuels se concentrent donc sur la vérification formelle de réseaux de neurones pour prouver qu'ils satisfont aux propriétés de sécurité désirées. Une première approche porte sur l'analyse d'atteignabilité : évaluer l'incertitude de la sortie du réseau de neurones lorsque l'image à reconnaître est perturbée (reflets ou graffitis sur un panneau). La seconde approche est une réduction de modèle préservant le comportement du modèle original tout en facilitant la tâche de vérification sur un réseau de neurones de plus faible taille.



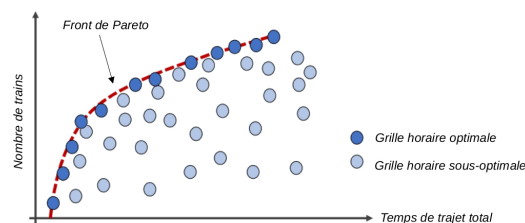
Graffitis et autocollants pouvant affecter la classification correcte d'un panneau par un réseau de neurones

Contact : [Pierre-Jean Meyer](#)

Un algorithme d'optimisation multiobjectif de génération des grilles horaires pour les chemins de fer norvégiens

La direction des chemins de fer norvégiens (JDir) s'intéresse à la génération automatiquement des horaires conformes à des contraintes techniques et opérationnelles données afin d'exploiter au mieux la capacité disponible du réseau ferroviaire.

Cette génération est l'une des limites actuelles de la recherche opérationnelle dans le secteur ferroviaire. L'équipe gestion de trafic du laboratoire ESTAS et la société italienne TRENOLab ont abordé conjointement ce problème en produisant un algorithme multiobjectif de "colonies de fourmis" à base de programmation mathématique. Il produit des fronts de Pareto qui sont des ensembles d'horaires optimaux par rapport à plusieurs indicateurs tels que le temps de trajet, la consommation d'énergie, la stabilité, etc. Cet algorithme communique avec un module externe qui permet à l'utilisateur de définir les données d'entrée et d'analyser les ensembles de solutions afin d'identifier celle qui présente le meilleur compromis.



Ensemble d'horaires optimaux

Contact : [Paola Pellegrini](#)

Actualités

Création de la Chaire "Sécurité des systèmes ferroviaires"

Transformer nos pratiques de mobilité est une priorité pour la transition

écologique. Il est donc urgent de continuer à accompagner les projets de transition modale vers des modes alternatifs à la route, dont le ferroviaire fait partie. Ces projets (train autonome, déploiement d'ERTMS*, ...) doivent être réalisés en garantissant les niveaux de sécurité élevés dont le domaine ferroviaire peut à l'heure actuelle se prévaloir, tout en prenant en compte les nouveaux défis émergents, notamment en matière de cyber-malveillance. Il s'agit donc de veiller à ce que les améliorations et optimisations envisagées se fassent en conciliant efficacité et sécurité.

Dans ce cadre, l'Université Gustave Eiffel s'est associée avec deux grands acteurs de ces thématiques que sont CERTIFER Association et l'association GAPAVE pour créer la Chaire « Sécurité des systèmes ferroviaires ».

Cette chaire offrira un programme scientifique de qualité pour y adosser les travaux que l'université conduit en matière de sécurité ferroviaire, en s'appuyant entre autres sur les travaux du laboratoire ESTAS, pour aider à la coproduction de connaissances nouvelles et concevoir des outils méthodologiques permettant d'évaluer la sécurité du système ferroviaire tout en tenant compte des nouveaux enjeux auxquels ces systèmes sont confrontés.

Sur les cinq projets initiés aujourd'hui dans le cadre de cette Chaire, quatre sont menés par les chercheurs d'ESTAS.

* *European Rail Traffic Management System*

Séminaire de mi-parcours du projet PERFORMINGRAIL* le 20 octobre 2022 de 10h00 à 12h30

PERFORMINGRAIL est un projet européen soutenu par Shift2Rail qui a démarré en 2020. Il vise à mettre en œuvre une approche système capable de répondre aux défis de l'implémentation en sécurité des concepts opérationnels ferroviaires de canton mobile et de couplage virtuel. Un séminaire de mi-parcours est organisé en visioconférence le 20 octobre 2022 de 10h00 à 12h30.

Partenaires : Université Gustave Eiffel, University of Birmingham, CINI, Mälardalen University, TU Delft, CERTIFER, Eulynx, Rokubun.

* *PERformance-based Formal modelling and Optimal tRaffic Management for movING-block RAILway signalling*

[Pour en savoir plus...](#)

Contact : [Julie Beugin](#)

Premier prix de la Student Paper Competition 2021 organisée par la RAS (Railway Applications Section)

Bianca Pascariu, doctorante à ESTAS, a reçu le premier prix de la Student Paper Competition 2021 organisée par la RAS (Railway Applications Section, sousdivision de l'INFORMS) pour son article :

[Effective Train Routing Selection for Real-time Traffic Management: Improved Model and ACO Parallel Computing](#), Pascariu B., D'Ariano A., Sama M., Pacciarelli D., Pellegrini P., **Rodriguez J.**

Contribution d'ESTAS au guide technique relatif à la démonstration de sécurité GAME * pour les STRA **

ESTAS a contribué sur la base de son expertise dans le domaine de la

sécurité des transports guidés à l'élaboration du guide technique relatif à la démonstration de sécurité GAME pour les STRA en participant aux réunions du groupe de travail national GAME STRA mis en place par le STRMTG***. Ce guide fait suite au « Guide d'application GAME pour les systèmes de transports routier automatisés » paru en décembre 2021.

Ce document dont la première version officielle vient de paraître, permet d'aider à la mise en œuvre de la démonstration GAME décrite dans le guide d'application GAME dans le cas de systèmes intégrant des équipements ou des fonctions innovants et pour lesquels il n'existe ni référentiel réglementaire ou technique applicable au système complet, ni système de référence acceptable.

En particulier, il permet de :

- Préciser le canevas de la démarche de l'analyse détaillée des risques,
- Fournir les principaux éléments d'entrée à prendre en compte dans l'analyse détaillée des risques.

Ce guide est destiné à l'ensemble des acteurs professionnels du secteur des transports routiers automatisés.

*GAME : Globalement au moins équivalent : se dit du niveau de sécurité d'un nouveau système par comparaison avec celui d'un système déjà en exploitation.

** STRA : Systèmes de Transport Routier Automatisés.

*** STRMTG : Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés dépendant du ministère en charge des transports.

[Pour en savoir plus ...](#)



Guide de démonstration GAME pour les STRA

Contact : [François Baranowski](#)

Retour sur la conférence RSSRail 2022 - 1er et 2 juin 2022 - Paris, France

La cinquième conférence internationale sur la Fiabilité, la Sûreté et la Sécurité des Systèmes Ferroviaires : Modélisation, Analyse, Vérification et Certification (RSSRail2022) s'est déroulée du 1er au 2 juin 2022, à l'UIC (Union Internationale des Chemins de Fer) à Paris. Cette conférence a été co-organisée par le laboratoire ESTAS, la société Cleary et l'Université danoise DTU.

La conférence a couvert des sujets liés à tous les aspects de l'ingénierie de la fiabilité, de la sûreté et de la sécurité pour les systèmes et réseaux ferroviaires.

16 papiers de qualité ont été sélectionnés parmi les 31 soumissions provenant de 14 pays. La plupart des présentations sont accessibles sur le

site de la conférence.

Frédéric Henon, responsable du pôle sécurité et exploitation de l'UIC, et Juliette Marais, directrice de recherche au laboratoire COSYS-LEOST de l'Université Gustave Eiffel ont présenté et animé une session plénière chacun sur leur domaine d'expertise :

- New methods for safety demonstration in the frame of railway system,
- Satellite-based train localization for safety critical applications. The challenges of performance demo and certification.

La prochaine conférence RSSRAIL2023 sera organisée par l'université technique de Berlin.

Sponsors : EPSF (Etablissement public de sécurité ferroviaire), IRT Railenium, société Formal Route et UIC

[Pour en savoir plus ...](#)



Contact : [Simon Collart-Dutilleul](#)

Participation au symposium TRISTAN 2022 du 19 au 25 juin 2022, BalACLava - Ile Maurice

ESTAS a présenté deux communications au 11ème symposium TRISTAN (Triennial Symposium on Transportation Analysis) dans la session "Transport ferroviaire" :

- Verification Framework for Moving Block System Safety: application on the Loss of Train Integrity Use Case, **R. Saddem-Yagoubi R., Beugin J. and Ghazel M.**,
- Generalization of the train routing selection problem for real-time traffic management, **Pascariu B., Samà M., Pellegrini P., D'Ariano A., Rodriguez J. and Pacciarelli D.**

[Pour en savoir plus ...](#)

Participation à la conférence ODS 2022 du 30 août au 2 septembre 2022, Florence - Italie

ESTAS a présenté six communications à la conférence ODS (Optimization and Decision Science) dans la session "Optimization in Public Transport and Shared Mobility" :

- Decomposition methods for an integrated rail-rail transshipment yard problem, **P. Hosteins**,
- Improving train punctuality by optimized train route selection in decision support systems, **B. Pascariu**, M. Samà, Marcella, P. Pellegrini, A. D'Ariano, **J. Rodriguez**, D. Pacciarelli, Dario,
- Practical deployment of real-time railway traffic management algorithms: impact of process meta-parameters, **F. Naldini, G. Marlière**, P. Pellegrini, **J. Rodriguez**,

- Coordinated perturbation management in railway traffic, **X. Yi, G. Marlière, P. Pellegrini, J. Rodriguez, R. Pesenti,**
- Train-based instance reformulation in real-time Railway Traffic Management, A. Ferrari, **S. Sobieraj Richard, P. Pellegrini, J. Rodriguez,**
- Extracting series-parallel subnetworks in rail infrastructures - benefits and limits, M Petris, **F. Naldini, P. Pellegrini, R. Pesenti.**

[Pour en savoir plus](#)

Parution d'articles

Pascariu B., Samà M., Pellegrini P., D'Ariano A., Rodriguez J. & Pacciarelli D., [Performance Evaluation of a Parallel Ant Colony Optimization for the Real-Time Train Routing Selection Problem in Large Instances](#). In European Conference on Evolutionary Computation in Combinatorial Optimization (Part of EvoStar) (pp. 46-61). Springer, Cham., April 2022.

Pascariu B., Samà M., Pellegrini P. et al., [Effective train routing selection for real-time traffic management: Improved model and ACO parallel computing](#). Computers and Operations Research, May 2022.

Meyer P.-J., [Reachability analysis of neural networks using mixed monotonicity](#). IEEE Control Systems Letters. Volume 6, June 2022, Pages 3068-3073.

Saddem-Yagoubi R., Beugin J., Ghazel M., [Verification Framework for Moving Block System Safety: application on the Loss of Train Integrity Use Case](#). 11th TRISTAN conference, Triennial Symposium on Transportation Analysis, 19-25 June 2022, Mauritius Island.

Pascariu B., Samà M., Pellegrini P., D'Ariano A., Rodriguez J. and Pacciarelli D., [Generalization of the train routing selection problem for real-time traffic management](#). 11th TRISTAN conference, Triennial Symposium on Transportation Analysis, 19-25 June 2022, Mauritius Island.

Deleplanque, S., Hosteins, P., Pellegrini, P., Rodriguez, J., [Train management in freight shunting yards: Formalisation and literature review](#). IET Intell. Transp. Syst. 16, 1286– 1305, July 2022.

Nash A., **Coviello N., Medeossi G., Nygreen T., Pellegrini P., and Rodriguez J.,** [A multi-objective timetable development tool for railway strategic planning in Norway](#). Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, July 2022.

Nabli A., Carvalho M., **Hosteins P.,** [Complexity of the multilevel critical node problem](#). Journal of Computer and System Sciences - Volume 127, August 2022, Pages 122-145.

Saddem-Yagoubi R., Beugin J., Ghazel M., A Formal Modelling Framework for Moving Block Systems in the PERFORMINGRAIL project. RAILWAYS 2022 - 5th International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance, 22-25 August

2022, Montpellier, France.

Saddem-Yagoubi R., Sanwal M.-U., Libutti S., Benerecetti M., **Beugin J.**, Flammini F., **Ghazel M.**, Janssen B., Marrone S., Mogavero F., Nardone R., Peron A., Seceleanu C., Vittorini V., [Toward Usable Formal Models for Safety and Performance Evaluation of ERTMS/ETCS Level 3: The PERFORMINGRAIL Project](#). ESREL 2022 - 32nd European Safety and Reliability Conference, 28 August-1st September 2022, Dublin, Ireland.

Chelouati M., Boussif A., **Beugin J.**, **El-Koursi E.M.**, [A framework for risk-awareness and dynamic risk assessment for autonomous trains. ESREL 2022](#) - 32nd European Safety and Reliability Conference, 28 August-1st September 2022, Dublin, Ireland.

Université Gustave Eiffel - ESTAS 20 rue Elisée Reclus BP 70317 F-59666 Villeneuve d'Ascq Cedex
Lettre coordonnée par Marielle Cuvelier et Sonia Sobieraj Richard
[Inscription](#) / [Désinscription](#) / [Changement d'adresse](#) / [Suggestions-Avis](#)