

Titre de la fonction	Doctorant(e) en informatique : Validation formelle d'un système de signalisation ferroviaire à base de GNSS.		
Programme :	Train Autonome	Type de contrat :	CDD de 36 mois
Superviseur direct :	Railenium	Temps de travail :	35 heures hebdomadaires (36h30 + RTT)
Encadrement scientifique :	Railenium / Ifsttar	Statut :	Cadre
Localisation du poste :	Valenciennes et/ou Villeneuve d'Ascq (59)	Rémunération :	~ 25 k€
Début souhaité :	Septembre/octobre 2018		

Contexte

Centre d'essai et de recherche appliquée de la filière ferroviaire, l'IRT **Railenium** (<http://railenium.eu/>) a pour mission de développer par l'innovation collaborative la compétitivité des entreprises comme moteur de croissance et d'emplois.

Railenium met en œuvre des partenariats d'innovation entre les industriels (au sens large : gestionnaires d'infrastructures, opérateurs, constructeurs et ingénieries) et le milieu académique pour assurer une réponse de haut niveau aux enjeux de la filière ferroviaire. Basé dans les Hauts-de-France, soutenu par l'État et la filière ferroviaire, et agissant en synergie avec le pôle de compétitivité i-Trans sur les transports terrestres, l'IRT est adossé à un réseau d'excellence de centres et laboratoires de recherche. Dans le cadre de son programme Train Autonome, l'IRT Railenium recrute un doctorant en informatique particulièrement en méthodes formelles.

Contexte du travail :

Ce poste de doctorant de 36 mois sera financé par l'IRT Railenium avec un encadrement scientifique assuré par l'IRT Railenium et les laboratoires ESTAS, LEOST et CRISAL. Ce projet de thèse s'inscrit dans le cadre du système ERTMS/ETCS de niveau 3 qui repose sur un lien de communication par GSM-R pour l'échange de données entre le train et le centre de contrôle, réduisant la signalisation au sol aux équipements minimums. Dans le niveau 3, le train doit calculer sa position lui-même et assurer le contrôle de son intégrité. Ces spécifications nécessitent le développement de solutions de localisation embarquées. Depuis 2015, l'utilisation des systèmes de localisation par satellites GNSS (GPS et Galileo) est reconnue comme une technologie de rupture utilisable par le système ferroviaire dans le cadre d'ERTMS/ETCS et sur un concept de balise virtuelle. Il consiste à remplacer les balises physiques posées sur la voie par des points géoréférencés. L'utilisation de balises virtuelles permet ainsi de réduire le nombre de balises sans modifier le système global. La précision, la disponibilité et la fiabilité de l'information de position du train et donc les performances de la détection d'une balise virtuelle dépendent des conditions de réception des signaux GNSS, en particulier affectées par l'environnement local. La propagation des signaux sur les obstacles proches du train (bâti, végétation, tunnels...) affecte en effet disponibilité et précision, comme les interférences. Dans ce contexte, l'objectif général de cette thèse est de fournir une approche permettant de valider formellement la ligne et les aspects fonctionnels/sécuritaires de celle-ci par rapport à une spécification donnée en prenant en compte les variations de performances le long de la voie et dans le temps. Ainsi, l'approche de validation proposée devra intégrer la dégradation dynamique des performances du concept de balise virtuelle. Par ailleurs, en raison des contraintes évoquées, toutes les solutions de localisation envisagées aujourd'hui ont pour but le couplage de la localisation GNSS avec d'autres sources de localisation (odométrie, inertielle) afin d'assurer la robustesse et la précision de la solution. Le système de localisation multi-capteurs est ainsi à étudier dans le cadre d'une approche formelle.

Missions

Objectifs visés :

Cette thèse doit aborder un sujet nouveau qui concerne les impacts des performances des systèmes de localisation sur les circulations ferroviaires. C'est un phénomène que la présente thèse propose d'étudier en utilisant notamment des réseaux de Petri stochastiques de haut-niveau [1]. L'implémentation de ce comportement au niveau d'un système de contrôle commande de sécurité pourra alors être effectuée en effectuant une transformation de modèle depuis le formalisme réseaux de Petri, vers des machines abstraites B [2,3]. L'idée centrale est donc de formaliser l'innovation technologique (constituée par le GNSS ferroviaire utilisé pour la signalisation [4,5]), avec les outils formels qui ont fait le succès, par exemple, des métros automatiques français. Soulignons que la France est leader mon-

dial des métros automatiques. En effet, la proposition d'une méthodologie intégrant la validation des aspects fonctionnels et sécuritaires du système global sous l'hypothèse d'utilisation de la technologie GNSS devrait être un élément important pour la prise de décision.

Mission détaillée :

Dans un premier, le candidat travaillera sur l'étude bibliographique des extensions temporelles des réseaux de Petri permettant l'évaluation de performance d'une part et la modélisation des systèmes de signalisation ferroviaire d'autre part. Dans un second temps, le candidat abordera l'ingénierie dirigée par les modèles (IDM) pour étudier la transformation des modèles des réseaux de Petri vers des machines B dont on prouvera le respect d'invariants de sécurité. Pour la troisième partie de la thèse, le candidat formalisera la démarche méthodologie proposée et envisagera la création d'outils spécifiques, notamment la création d'un outil pour la conception, l'édition et la transformation des réseaux de Petri stochastiques en machines B abstraites. Enfin, la fin de thèse sera consacrée à la rédaction du rapport de thèse. Parallèlement, le candidat participera à différentes réunions de coordination et contribuera à la rédaction de livrables et de publications scientifiques.

Référence :

[1] Marsan, M. A., Balbo, G., Conte, G., Donatelli, S., & Franceschinis, G. (1994). Modelling with generalized stochastic Petri nets. John Wiley & Sons, Inc.

[2] Boudi, Z., Ben-Ayed, R., Collart-Dutilleul, S., Nolasco, T., & Haloua, M. (2017). A CPN/B method transformation framework for railway safety rules formal validation. European transport research review, 9(2), 13.

[3] Sun, P. (2015). Model based system engineering for safety of railway critical systems (Doctoral dissertation, Ecole Centrale de Lille).

[4] Nguyen, T. K., Beugin, J., & Marais, J. (2015). Method for evaluating an extended Fault Tree to analyse the dependability of complex systems: Application to a satellite-based railway system. Reliability Engineering & System Safety, 133, 300-313.

[5] Legrand, C. (2016). Contribution à l'évaluation de la sécurité de systèmes de localisation ferroviaires basés sur les GNSS par la formalisation des concepts d'intégrité étendue (Doctoral dissertation, Université de Lille 1).

Compétences

Savoir	Savoir être
Diplôme d'ingénieur ou de master. Bases solides en méthodes formelles. Compétences en ingénierie dirigée par les modèles. Compétences solides en programmation. Une connaissance en systèmes de signalisation ferroviaire serait un plus. Intérêt fort pour la recherche et l'interdisciplinarité. Anglais impératif.	Sens de l'initiative. Autonomie/travail d'équipe. Excellent relationnel. Créativité, rigueur, organisation. Capacité d'autoformation. Esprit de synthèse, réactivité. Disponibilité (des déplacements à prévoir). Excellentes capacités rédactionnelles.

Les candidatures (présentées en un seul fichier PDF composé du CV + des relevés de notes M1 et si possible M2 + des lettres de recommandations) sont à adresser dans les plus brefs délais par courrier électronique, sous la référence VN-2018/11, à sebastien.lefebvre@railenium.eu, adnane.boukamel@railenium.eu et christelle.mesureur@railenium.eu