

~~Projet d'Initiation à la Recherche~~ ou Projet d'Innovation-Recherche (barrer)

Nom du laboratoire ou de l'entreprise/établissement :

Antidote Solutions

TUTEUR(S)

- DUCASSE Thomas 0644084830

thomas.ducasse@antidote-solutions.com

Tuteurs INSA si projet industriel:

Pascal ACCO

Mel: pascal.acco@insa-toulouse.fr

TITRE DU PROJET

Monitoring sportif « Homme-Machine-Environnement » en VTT de compétition

MOT-CLES

Vision ; LIDAR ; Fusion de données ; Sport

DESCRIPTIF (RESUME), indiquer l'enjeu sociétal de l'INSA de Toulouse s'il y a lieu

Dans la continuité de travaux de Doctorat menés sur la modélisation multiphysique (MDAO) et l'optimisation de la performance en cyclisme sur route (S. Térol, 2025), une nouvelle thèse est initiée par l'équipe S4M du LAAS et l'entreprise **Antidote Solutions**, bureau d'études spécialisé dans le design de vélos et de véhicules intermédiaires.

L'objectif de ce projet est de développer des **solutions d'instrumentation embarquée pour le VTT en compétition**, ainsi qu'un outil d'aide à la décision permettant d'étudier l'influence des réglages du vélo et des conditions du parcours sur la performance. L'approche proposée s'inscrit dans une vision « **Homme-Machine-Environnement** », en mettant en relation les données relatives au pilote, au comportement du vélo et à son environnement.

Au-delà de l'instrumentation embarquée du VTT, les étudiants exploreront des systèmes de mesure complémentaires (caméras, LiDAR, drones, balises statiques...) afin de caractériser le terrain et son évolution. En VTT de compétition, les spécificités du parcours — topographie, déclivité, virages, obstacles, traces de passage ou modifications du terrain — peuvent en effet avoir un impact important sur la performance. Une connaissance fine et actualisée de l'environnement pourrait ainsi apporter des informations utiles aux athlètes comme aux entraîneurs.

L'objectif est d'étudier la possibilité de construire une **cartographie 3D évolutive du parcours**, si possible avec une capacité de mise à jour en temps réel, et de transmettre ces informations vers un poste central. Les technologies de vision et de LiDAR seront notamment étudiées. Le principe envisagé consiste à exploiter le LiDAR pour générer un nuage de points représentant la piste, puis à utiliser les images d'une caméra pour « colorer » ce nuage de points. Un enjeu majeur sera ainsi la **synchronisation et la fusion de données issues de capteurs hétérogènes**, notamment l'association temporelle et spatiale des

données LiDAR et vidéo. L'utilisation de l'horloge d'un GPS/GNSS pourra notamment être étudiée comme référence temporelle.

L'architecture matérielle devra rester **compacte, légère, robuste et facilement transportable** afin de pouvoir être déployée sur une piste de compétition, notamment lors d'épreuves de niveau international. Elle pourra notamment associer une caméra d'action de type GoPro, un LiDAR 3D tel que le Livox Mid-360, un module GPS/GNSS RTK et une centrale inertielle. Le traitement pourra s'appuyer sur des systèmes embarqués de type Raspberry Pi et un PC portable, le modèle 3D du parcours étant exploité sur un poste central.

Une première itération du POC pourra par exemple étudier le couplage d'un **LiDAR 2D (LiDAR linéaire) à une centrale inertielle**, avec pour objectif de reconstruire progressivement la topologie du parcours : déclivité, virages et reliefs. Cette première preuve de concept permettra de valider les principes d'acquisition, de synchronisation et de reconstruction avant d'envisager l'intégration d'un LiDAR 3D et d'autres capteurs.

Les principales étapes du projet seront ainsi : état de l'art des technologies de perception et de cartographie 2D/3D (vision par ordinateur, LiDAR, SLAM, GNSS/RTK, fusion de données multi-capteurs), définition de l'architecture matérielle, réalisation du POC LiDAR/IMU, étude de la synchronisation et de la fusion LiDAR/caméra, reconstruction et visualisation du parcours, puis validation expérimentale sur une piste VTT.

PROFIL DES ETUDIANTS SOUHAITE (1 seul choix par projet)

- ☒ AE-SE : spécialité Automatique-Electronique parcours Systèmes Embarqués
- ☐ IR-SI : spécialité Informatique parcours Systèmes Informatiques
- ☐ IR-SC : spécialité Informatique parcours Systèmes Communicants

- ☐ (optionnel) ce projet peut être proposé à un ou des étudiants d'échange sur la partie réalisation seule (semestre 1 et/ou semestre 2)

PRIORITE : si vous posez plusieurs sujets, indiquer ici la priorité de ce sujet (1= plus prioritaire)