

Optimisation des Trajectoires des Systèmes Autonomes pour la Localisation dans des Environnements Contraints : Amélioration des Opérations Agricoles et de Secours

L'Équipe

Nom	Fonction	Rôle
Pedro CASTILLO GARCIA ¹	Directeur de Recherche	co-directeur
Jad ABOU CHAAYA ^{2,3}	Associate Professor	encadrant
Youssef ZAATAR ³	Full Professor	co-directeur

Affiliations :

1. [Heudiasyc UMR CNRS 7253](#), Université de technologie de Compiègne (UTC)
2. [Lab-STICC, UMR CNRS 6285](#), (ENIB) Brest, Plouzané, France
3. Laboratoire de Physique Appliquée, Faculté des Sciences, Université Libanaise (UL), Jdeideh, Liban

1 Description du Projet

Cette thèse vise à améliorer la coordination des Systèmes Autonomes (SA) pour optimiser l'efficacité des opérations agricoles et de secours grâce à des approches innovantes de contrôle et de planification de trajectoire. Trois axes seront abordés. Planification de trajectoire : Développement de méthodes avancées intégrant le contrôle non linéaire, l'apprentissage par renforcement profond et le beamforming pour une navigation optimisée en environnements complexes. Localisation de sources sonores : Utilisation de réseaux de microphones montés sur SA pour des applications telles que la détection de fuites d'eau, la surveillance agricole et la localisation de voix en cas de catastrophe. Communication robuste : Conception et validation de protocoles assurant une transmission fiable des données et une coordination efficace dans des environnements contraints. Les résultats attendus incluent des trajectoires optimisées, une réduction des coûts opérationnels et une meilleure fiabilité des données, avec un fort impact sur les secteurs agricole et humanitaire. La méthodologie combinera revue de la littérature, modélisation, simulations et validation expérimentale. Les perspectives de ces travaux seront dans la planification urbaine, la surveillance environnementale et la gestion des catastrophes.

2 mots-clés

Planification/Optimisation de trajectoire ; Contrôle non linéaire ; Beamforming ; Localisation de sources sonores ; Apprentissage par renforcement profond ; Surveillance environnementale

3 Compétences du candidat

Le candidat doit avoir des connaissances solides en mathématiques appliquées, optimisation, contrôle linéaire et non linéaire, cinématique et dynamique. Des compétences en apprentissage par renforcement et en programmation (Matlab/Python) sont fortement appréciées. Une grande motivation et autonomie sont également requises.

References

- [1] J. ABOU CHAAYA, J. PICHERAL et S. MARCOS, "Localization of spatially distributed near-field sources with unknown angular spread shape", *Signal Processing*, t. 106, p. 259–265, 2015, ISSN : 0165-1684. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2014.07.007>.
- [2] J. CARINO, H. ABAUNZA et P. C. AND, "A fully-actuated quadcopter representation using quaternions", *International Journal of Control*, t. 96, n° 12, p. 3132–3154, 2023. DOI : <https://doi.org/10.1080/00207179.2022.2129789>.
- [3] Z. KTEISH, J. ABOU CHAAYA, A. NASSER, K.-C. YAO et A. MANSOUR, "Spatial transmission optimization for secondary users in next-gen directional networks", *IEEE Access*, t. 12, p. 197 137–197 150, 2024. adresse : <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3518211>.
- [4] J. ABOU CHAAYA, A. COATANHAY, A. MANSOUR et T. MARSAULT, "Joint trajectory and communication optimization for uav in complex electromagnetic environment", dans *2023 IEEE 34th Annual International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)*, 2023, p. 1–6. DOI : <https://doi.org/10.1109/PIMRC56721.2023.10293807>.

Optimization of Autonomous Systems Trajectories for Localization in Constrained Environments : Enhancing Agricultural and Rescue Operations

The Team

Name	Function	Role
Pedro CASTILLO GARCIA ¹	Research Director	co-director
Jad ABOU CHAAYA ^{2,3}	Associate Professor	supervisor
Youssef ZAATAR ³	Full Professor	co-director

Affiliations :

1. [Heudiasyc UMR CNRS 7253](#), university of technology of Compiègne
2. [Lab-STICC, UMR CNRS 6285](#), ENIB Brest, Plouzané, France
3. Applied Physics Laboratory, Faculty of Science, Lebanese University, Jdeideh, Lebanon

1 Project Description

This thesis aims to enhance the coordination of Autonomous Systems (AS) to optimize the efficiency of agricultural and rescue operations through innovative approaches in control and trajectory planning. The work will focus on three main areas : the development of advanced trajectory planning methods that integrate nonlinear control, deep reinforcement learning, and beamforming to enable optimized navigation in complex environments ; the localization of sound sources using microphone arrays mounted on AS, applicable to scenarios such as water leak detection, agricultural monitoring, and voice localization during disasters ; and the design and validation of robust communication protocols to ensure reliable data transmission and effective coordination in constrained environments. The expected outcomes include optimized trajectories, lower operational costs, and improved data reliability, with significant impact on both the agricultural and humanitarian sectors. The methodology will combine a comprehensive literature review, modeling, simulations, and experimental validation. The perspectives of this research extend to urban planning, environmental monitoring, and disaster management.

2 Keywords

Trajectory Planning/Optimization ; Nonlinear Control ; Beamforming ; Sound Source Localization ; Deep Reinforcement Learning ; Environmental Monitoring

3 Skills

The candidate must have a solid background in applied mathematics, signal processing, optimization, linear and nonlinear control, kinematics, and dynamics. Skills in reinforcement learning and programming (Matlab/Python) are highly valued. Strong motivation and autonomy are also required.

References

- [1] J. ABOU CHAAYA, J. PICHERAL et S. MARCOS, "Localization of spatially distributed near-field sources with unknown angular spread shape", *Signal Processing*, t. 106, p. 259–265, 2015, ISSN : 0165-1684. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2014.07.007>.
- [2] J. CARINO, H. ABAUNZA et P. C. AND, "A fully-actuated quadcopter representation using quaternions", *International Journal of Control*, t. 96, n° 12, p. 3132–3154, 2023. DOI : <https://doi.org/10.1080/00207179.2022.2129789>.
- [3] Z. KTEISH, J. ABOU CHAAYA, A. NASSER, K.-C. YAO et A. MANSOUR, "Spatial transmission optimization for secondary users in next-gen directional networks", *IEEE Access*, t. 12, p. 197 137–197 150, 2024. adresse : <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3518211>.
- [4] J. ABOU CHAAYA, A. COATANHAY, A. MANSOUR et T. MARSAULT, "Joint trajectory and communication optimization for uav in complex electromagnetic environment", dans *2023 IEEE 34th Annual International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)*, 2023, p. 1–6. DOI : <https://doi.org/10.1109/PIMRC56721.2023.10293807>.