

One year research engineer position: Real-time 3D underwater simulator for robotics

Supervisors: Noura Faraj (noura.faraj@lirmm.fr), computer graphics, ICAR, LIRMM

Karen GODARY-DEJEAN (karen.godary-dejean@umontpellier.fr), robotics, EXPLORE, LIRMM.

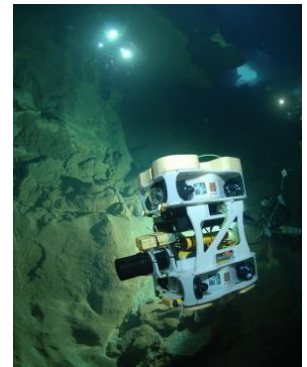
Location: LIRMM, 860 rue de Saint Priest, 34095 Montpellier.

Application: Resume and cover letter (git repo, webpage or relevant information) sent **before the 9th of September**.

Duration: 1 year.

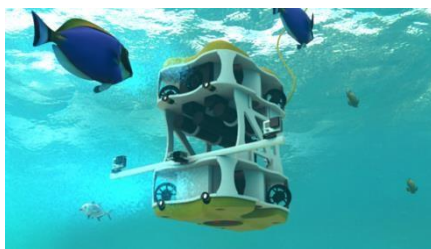
Requirements: Good programming skills (C++), notions of computer graphics (OpenGL, GLSL).

Context: The EXPLORE team is interested in the problem of underwater robotics applied to the observation of marine biology [1]. The underwater robot (opposite the Ulysses robot prototype) is becoming a tool at the service of marine biologists, for example to characterize the habitat and quantify the biodiversity of the oceans. The robot must be conceptually designed to meet the very specific needs of this context: hardware design, control and management of specific missions (transect, turtle tracking, coral potato observation, etc.), fault tolerance necessary due to criticality missions and the complexity of the environment. Controlled in tele-operation, in semi-autonomy, the objective is to set up autonomous navigation.



Challenges: In order to predict the behaviors to adopt for safe navigation of the robot, a marine environment simulator is necessary [2,3]. A simulator is all the more crucial in the context of underwater robotics, for which experimental tests in the field are very difficult to set up. A first version (Qt/C++) making it possible to simulate robot behaviors and responses (positions, motors, sensors, etc.) to integrate them directly has been developed. The robot can then be connected directly to test its real response time to external stimuli (fish to observe, obstacle, etc.).

Thus, the purpose of this work is to enrich the existing simulator by improving its dynamics and enriching the content (diversification of scenarios, addition of animated 3D objects), as well as its visual aspect. The work will revolve around:



- **management of a dynamic scene:** animation of marine animals, detection and avoidance of collisions.
interactivity: use of acceleration structure, multi resolution for display and collisions
- **real-time rendering:** fast rendering as realistic as possible of an underwater environment (aquatic environment)
- **realistic offline rendering:** reproduce the recorded simulation (robot behavior and dynamic elements of the scene) with quality rendering without time constraints allowing the scene to be replayed with high-definition visualization.

Requirements: Master's in computer science or applied mathematics, strong programming skills (C++), notions of computer graphics and geometry processing would be a plus and a taste for interactive applications. Different software tools can be used (physics and rendering engine: unity, Ogre3D, etc.).

CDD ingénieur d'étude : Simulateur temps réel 3D de fonds marins pour la robotique

Encadrantes : Noura Faraj (noura.faraj@lirmm.fr), ICAR, LIRMM et Karen GODARY-DEJEAN (karen.godary-dejean@umontpellier.fr), EXPLORE, LIRMM.

Lieu : LIRMM, 860 rue de Saint Priest, 34095 Montpellier.

Candidature : CV et lettre de motivation (dépôts git, page web ou autres informations) **avant le 9 septembre**

Durée : 1 an.

Prérequis : Bonnes compétences en C++, notions de programmation graphique (OpenGL, GLSL).

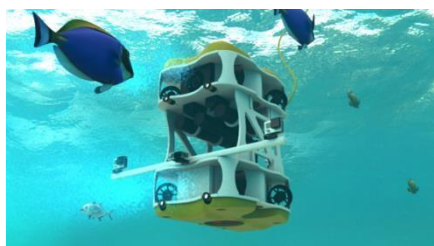
Sujet

Contexte : L'équipe EXPLORE s'intéresse à la problématique de la robotique sous-marine appliquée à l'observation de la biologie marine [1]. Le robot sous-marin (ci-contre le prototype de robot Ulysse) devient un outil au service des biologistes marins, pour par exemple caractériser l'habitat et quantifier la biodiversité des océans. Le robot devra être conçu conceptuellement pour répondre aux besoins très particuliers à ce contexte : conception matérielle, commande et gestion de missions spécifiques (transect, suivi de tortue, observation de patate de corail...), tolérance aux fautes nécessaire de par la criticité des missions et la complexité de l'environnement. Commandé en télé-opération, en semi-autonomie, l'objectif est à termes de mettre en place une navigation autonome.



Problématiques : Afin de prévoir les comportements à adopter pour une navigation en sécurité du robot un simulateur d'environnement marin est nécessaire [2,3]. Un simulateur est d'autant plus crucial dans le contexte de la robotique sous-marine, pour laquelle les tests expérimentaux sur le terrain sont très difficiles à mettre en place. Une première version (Qt/C++) permettant de simuler les comportements et réponses robots (positions, moteurs, capteurs...) pour les intégrer directement a été développée. Le robot peut ensuite être connecté directement afin de tester son temps de réponses réels aux stimuli externes (poisson à observer, obstacle etc...).

Ainsi, le but de ce travail est d'enrichir le simulateur existant en améliorant sa dynamique et en enrichissant le contenu (diversification des scénarios, ajout d'objets 3D animés), ainsi que son aspect visuel. Les travaux s'articuleront autour de :



- **la gestion d'une scène dynamique** : animation d'animaux marins, détection et évitement des collisions.
- **l'interactivité** : utilisation de structure d'accélération, multi résolution pour l'affichage et les collisions
- **le rendu temps réel** : rendu rapide aussi réaliste que possible d'un environnement sous-marin (milieu aquatique)
- **le rendu réaliste hors-ligne** : reproduire la simulation enregistrée (comportements robot et éléments dynamiques de la scène) avec rendu

de qualité sans contrainte de temps permettant de rejouer la scène avec une visualisation en haute définition.

Prérequis : Master informatique ou mathématiques appliquées, solides connaissances en programmation (C++) et curiosité pour les problèmes appliqués à la 3D interactive. Différents outils logiciels peuvent être utilisés (moteur physique et de rendu : unity, Ogre3D...).

Références bibliographiques

- [1] **Quaternion based control for robotic observation of marine diversity**, S. Louis, L. Lapierre, K. Godary-Dejean, Y. Onmek, T. Claverie et S. Villéger. In MTS/IEEE OCEANS'17, Aberdeen, United Kingdom, 2017.
- [2] **MarineSIM: Robot simulation for marine environments**. Senarathne, P. N., Wijesoma, W. S., Lee, K. W., Kalyan, B., Moratuwage, M. D. P., Patrikalakis, N. M., & Hover, F. S. In OCEANS 2010 IEEE-Sydney IEEE.
- [3] **UUV simulator: A gazebo-based package for underwater intervention and multi-robot simulation**. Manhães, M. M. M., Scherer, S. A., Voss, M., Douat, L. R., & Rauschenbach, T. OCEANS 2016 MTS/IEEE Monterey. IEEE, 2016. p. 1-8.