

Sujet de stage de niveau Master

Amélioration d'une station de réalité virtuelle multi-sensorielle dédiée à l'exploration interactive du Nanomonde

Contexte général

Les « Serious Game » interactifs sont le pendant éducatif des jeux vidéo, à savoir qu'ils mettent à contribution la réalité virtuelle pour simuler un environnement de travail où le 'joueur' apprend des connaissances, savoir-faire et/ou savoir-être de manière autonome. Par exemple un simulateur de vol, permet au futur pilote de s'entraîner aux phases d'atterrissage/décollage ou encore d'apprendre à réagir dans des situations d'urgence dans des environnements simulés. Du point de vue pédagogique et du grand public, les « serious Game » basés sur la réalité virtuelle couplés à des systèmes à retour de force (sorte de joystick élaboré), permettent d'illustrer de manière « Enactive » (de ressentir à travers les sens humains) des notions de physique complexes, telles les forces à l'échelle nanoscopique.

Actuellement la plateforme Nanomonde du CIME Nanotech [1] héberge trois stations de réalités virtuelles connectées à trois systèmes haptiques différents. Dans ces trois cas, les scènes virtuelles sont issues de simulations basées sur des modèles mathématiques décrivant les interactions à l'échelle nanoscopique et atomique, aucune donnée issue de mesures expérimentales n'est incluse. A cause de cette absence, il reste compliqué pour les étudiants et les lycéens, de se construire une représentation complète du nanomonde. C'est pour répondre à ce besoin que nous proposons d'implémenter de nouvelles scènes virtuelles basées sur des cartographies de morphologie et de raideur d'échantillons de matière molle (polymère, cellule biologique fixées) obtenues avec le mode « Peakforce » du microscope à force atomique (AFM). L'AFM est un outil de choix pour caractériser les échantillons de l'échelle micrométrique à atomique autant sur le plan structural que rhéologique.

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet « Apprentissage Enactif » sélectionné lors de l'appel d'offre 2018 de l'IDEX formation de la communauté universitaire grenobloise dans lequel il est prévu entre autre, de diversifier les scènes virtuelles couplées à des systèmes haptiques, dédiées à l'enseignement et la formation pratique en Nanosciences & Nanotechnologies. Cette diversification doit permettre de poursuivre la démarche pédagogique du 'learning by doing' qui est actuellement privilégiée pour favoriser les apprentissages durables.

Contexte de travail

Récemment la collaboration entre le CIME Nanotech et l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Saint-Etienne (ENISE), a permis une première implémentation de deux scènes virtuelles basées sur des images en topographies et rhéologies obtenues par AFM en mode Peakforce et couplées à un système haptique basique. Ce couplage permet d'explorer en 3D (figure 1), la variation de l'élasticité d'une cellule fixée en fonction de la zone sondée (noyau, fibre de stress, adhésions focales) soulignant ainsi la relation entre composants de la cellule et propriétés rhéologiques locales [2]. Cette première implémentation a été faite en utilisant le logiciel « Unity » auquel a été connecté un système haptique 'Novint'. Elle démontre la faisabilité de cette approche mais reste fortement perfectible afin d'en améliorer le rendu ainsi que la pertinence scientifique et donc à terme pédagogique.

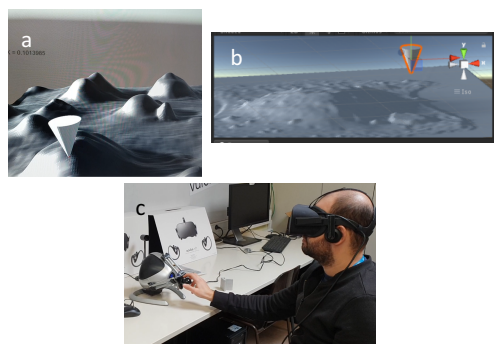


Figure 1 : Scènes virtuelles élaborées à partir d'images AFM (a) de microsphères de LDPE (Low density Polyethylene) dans une matrice de polystyrène et (b) immersion et exploration de ces nanoscènes grâce à l'haptique (système Novint) et une vision 3D via le casque Oculus Rift

Objectifs du stage

Le travail du stagiaire s'articulera autour de plusieurs axes. Tout d'abord le portage des scènes virtuelles et de la connexion haptique développées à ENISE sur les équipements de la plateforme Nanomonde. Une fois ce portage effectué, une amélioration de ces scènes virtuelles est attendue notamment à divers niveaux :

- Implémenter des valeurs du paramètre de viscosité qui soit liée aux propriétés du matériau et pas seulement pour assurer la stabilité de la connexion avec le système haptique.
- Combiner les images AFM et celles obtenues en fluorescence sur une même zone d'une cellule afin de faciliter le repérage des différents composants.
- Créer une interface graphique qui permette entre autre d'afficher puis d'enregistrer la force en fonction de l'indentation et/ou du temps d'interaction effectuée par l'expérimentateur. Cette fonction permettra de lier sensation exploratoire et données expérimentales.
- Implémenter une représentation animée du système AFM, à savoir la pointe, le levier et la détection optique afin de favoriser la compréhension du fonctionnement du microscope AFM.
- Définir un protocole d'enregistrement des images AFM afin de pouvoir en proposer l'exploration haptique de manière plus simple et donc créer ainsi à terme, une bibliothèque d'exploration à l'échelle micro et nanoscopiques.

Enfin comme un des objectifs phares du projet ENACTIVE pour sa section 'Nanophysique' est de coupler un système haptique avec un AFM réel, le stagiaire devra participer à l'élaboration du cahier des charges pour y parvenir et si possible faire des premiers tests.

Environnement de travail

Le travail sera mené au sein de la plateforme Nanomonde en collaboration étroite avec l'ENISE ainsi que le laboratoire ICA/ACROE [3] spécialiste des réalités virtuelles et systèmes haptiques depuis de nombreuses années. La plateforme Nanomonde est équipée de trois stations interactives qui offrent à travers quelques scènes virtuelles entièrement simulées par modèles physiques, l'exploration de la notion de contact aux échelles macroscopique et nanoscopique [4]. Trois microscopes AFM et un microscope STM sont disponibles sur la plateforme Nanomonde. Le stagiaire pourra donc s'y fournir en images d'échantillons variés et surtout mener des tests pour la rédaction du cahier des charges pour la future connexion entre un système haptique et un microscope AFM.

L'encadrement du stage sera assuré par :

- Florence Marchi, MCF à l'UFR PHITEM de l'UGA pour les aspects liés à la microscopie en champ proche (AFM et STM), la pédagogie utilisant la RV et les systèmes haptiques pour les nanosciences et nanotechnologies
- Nicolas Castagné, MCF à l'école PHELMA de G-INP pour les aspects liés à la programmation de scènes en RV connectée avec des systèmes haptiques

Et en collaboration étroite avec Alexandru IVAN, MCF à l'école d'ingénieurs de Saint-Etienne pour les aspects de systèmes embarqués.

La durée du stage sera d'au moins trois mois avec une extension possible d'un à deux mois en fonction des disponibilités du candidat(e).

- Support technique : V. Bolcato, technicienne en charge de la plateforme Nanomonde.
- Support Administratif : Magali Brunet – CIME Nanotech
- **Contact : florence.marchi@Tneel.ncrs.fr**

Profil souhaité du candidat

Le candidat devra avoir des connaissances solides en programmation, des bases en systèmes temps réel. Il/Elle devra avoir l'envie de travailler sur la plateforme « Unity » ainsi que le goût des sciences et la vulgarisation et/ou l'enseignement.

REFERENCES

[1] CIME Nanotech –Centre Interuniversitaire de MicroElectronique et Nanotechnologies

[2] « Characterization of micro/nano-rheology properties of soft and biological matter combined with a virtual reality haptic exploration », C. Petit et al, soumise à la conférence MARSS 2019

[3] ICA –Ingénierie et Créations Artistiques

[4] « An augmented reality nanomanipulator for learning nanophysics : the "Nanolearner" platform », **F. Marchi**, S. Marlère, J.L. Florens, A. Luciani and J. Chevrier, LNCS 6250, Journal of Transactions on Edutainment IV, p157-175, Springer **2010**