

SUJET DE THESE G-SCOP 2021-2022*

Titre de la thèse : Evaluation des modifications de la motricité en environnement informatique immersif pour la simulation de gestes et mouvements. Intégration dans un Environnement Réalité Augmentée.

Directeur(s) de thèse : Peter MITROUCHEV (MCF-HDR, G-SCOP), Franck QAINÉ (MCF-HDR, GIPSA-Lab), prof. LI Guiqin (Université de Shanghai, Chine)

Ecole doctorale : I-MEP2

Date de début (souhaitée) : 01.10.2021

Financements envisagés – Contexte – Partenaires éventuels : (Merci de préciser si vous demandez (ou avez déjà obtenu) une allocation de recherche de votre Ecole Doctorale / de la Région/ contrat industriel, ... etc)

Demi-Contrat doctoral. Demande I-MEP2 allocation MESRI (Ministère de l'Enseignement Supérieure de la Recherche et de l'Innovation) (18 mois) et Bourse de l'Université de Shanghai (18 mois).

Description du sujet :

Contexte : Le sujet proposé s'inscrit dans l'une des thématiques principales de recherche de l'équipe SIREP de G-SCOP (<http://www.g-scop.grenoble-inp.fr/>) et de l'équipe MOVE de GIPSA-Lab (<http://www.gipsa-lab.grenoble-inp.fr/accueil.php>), relatif à la modélisation, la simulation et l'optimisation des gestes et des mouvements pour différents activités aussi bien industrielles, sportives qu'artistiques. Il fait suite aux travaux déjà réalisés relatifs à l'estimation de la fatigue musculaire ainsi que son optimisation dans la génération de séquences de désassemblage par la reconnaissance des gestes manuels et leur intégration dans un environnement de Réalité Virtuelle.

Partenaires : Le sujet proposé fait suite de la thématique de recherche de Work-package WP9, Task 9.1. *Interaction and Manipulation within Virtual interactive Scenes* de l'Infrastructure européenne VISIONAIR (<http://www.infra-visionair.eu/>) (2011-2015) et cadre actuellement avec les thématiques de recherche de LABEX PERSYVAL Lab, Actions de recherche, AAR *Authoring Augmented Reality*, WP2, *Real-time capture and simulation of the real world. Representation and editing of virtual prototypes. Natural interaction with the augmented world*, (<http://www.persyval-lab.org/index.html>) et le projet CIRCULAR (*Circular Industrial Systems*), IDEX UGA. Développement d'un Environnement de Réalité Virtuelle pour la simulation des opérations de désassemblage robotisées de produits en fin de cycle de vie. Par ailleurs, il s'insère dans une thématique commune de recherche, dans le cadre d'une

* Envoyer le document rempli à g-scop.directeur@grenoble-inp.fr avant le **16 mars 2021**. Mettre Fadila Messaoud (Fadila.messaoud@grenoble-inp.fr) en copie si vous souhaitez l'affichage de votre sujet sur le site web de G-SCOP.

collaboration, entamée il y a dix ans, avec Shanghai Key Laboratory of Mechanical Automation and Robotics de l'Université de Shanghai, Chine.

Introduction/Contexte : Les plates-formes existantes de simulation des mouvements (notamment dans l'exécution des tâches industrielles comme d'Assemblage/Désassemblage (A/D) ou des activités sportives, ou artistiques avec reconnaissance de gestes manuels) sont souvent mal intégrées dans les Environnements Réalité Virtuelle d'aujourd'hui. Certaines approches pour la modélisation des mouvements et gestes ont été proposées, mais elles ne permettent pas de les valider, car elles ne tiennent pas compte de l'état physiologique du sujet (postures, efforts, fatigue musculaire). Cette dernière décennie la technologie en Réalité Augmentée (RA) a considérablement évolué et est devenue de plus en plus sophistiquée. Maintenant, elle combine plusieurs interfaces homme - ordinateur (human – computer interfaces HCI) afin de procurer des sensations visuelles, auditives et tactiles notamment, ce qui permet aux utilisateurs de s'immerger dans une plate-forme générée par l'ordinateur. L'interaction muscle-ordinateur (Muscle-computer interaction muCI), par exemple, représente un outil utile pour appréhender les mouvements des membres du corps humain avec une reconnaissance des gestes en particulier pour identifier la fatigue des muscles impliqués dans les mouvements et le niveau de leur épuisement lors de ces mouvements (préhension, manutention, frappe, marche...). Intégrer une telle technique dans HCI afin d'améliorer la plate-forme d'immersion en RA représente un réel défi scientifique pour la recherche aujourd'hui.

Défis scientifiques : Comme mentionné plus haut, les plates-formes actuelles de simulations n'offrent pas des informations suffisantes pour la simulation complète des gestes et mouvements, y compris la gestion des données opérateur/humain basées sur des données physiologiques (signal-ElectroMyoGraphie EMG entre autres). Afin d'améliorer la qualité d'un environnement de simulation des gestes et mouvements temps réel, le sujet de recherche proposé se concentre sur deux éléments : *i*). une meilleure intégration des dispositifs de tracking/système infrarouge de capture de mouvement : caméra ChingMu (haute vitesse de 10000 images/sec), processus OpenSim (analyse de la marche et posture), Skeleton Markersets, plate-forme de force Kistler, électromyographie sans fil Delsys) et logiciels associés (Gait Anlysis) et *ii*). l'évaluation de la mobilité, y compris des données physiologiques sur l'état musculo-squelettique du sujet (opérateur, sportif ou acteur). Ce dernier doit être en mesure de générer la mobilité de ses membres par rapport à son environnement évolutif, et les capacités de ses muscles. En conséquence, on obtient un accès plus transparent aux différents endroits dans l'environnement de simulation. De nos jours, les environnements de RA ont considérablement évolué vers la simulation des gestes et des mouvements, mettant en évidence de nouvelles exigences pour les phases de préparation, de leur intégration et de leur optimisation. Beaucoup de ces plates-formes utilisent des dispositifs de tracking avec retour visuel immersif et font apparaître des difficultés lors de la simulation des gestes et des mouvements réalisés par un humain, notamment par les modifications de la réalisation du geste associée à l'immersion informatique. Si l'intégration cognitive de l'immersion informatique est décrite depuis longtemps, les connaissances de son impact sur la motricité restent très parcellaires. Or nos résultats récents montrent que l'on peut modifier la motricité par l'immersion informatique (thèses de CHEN Jingtao et WANG Jun).

Objectifs : Dans ce contexte, l'objectif principal du sujet de recherche proposé est d'intégrer des données physiologiques diverses aux dispositifs de tracking afin d'améliorer la simulation des gestes et des mouvements dans un environnement de RA. À cette fin, de tests avec un système de capture de mouvement infrarouge, la plate-forme de force Kistler et le système d'acquisition d'électromyographie sans fil Delsys seront utilisés afin de collecter les données cinématiques, dynamiques et EMG des sujets (plate-forme GIPSA-Lab, AIP Grenoble et Shanghai Key Laboratory of Mechanical Automation and Robotics, université de Shanghai) tout en intégrant les données EMG nécessaires. Ainsi, l'objectif est: *i*). de fournir une technologie robuste d'acquisition associée à un traitement approprié du signal EMG (électromyographie), basée sur l'utilisation de réseaux de capteurs EMG (localisation et nombre optimal d'électrodes) ou de nouvelles technologies comme l'EMG matriciel afin d'améliorer la caractérisation du mouvement humain. *ii*). de proposer un module de mobilité capable de modéliser les relations entre la biomécanique du geste moteur (mouvement de l'opérateur) et la modification des contraintes externes de l'environnement par l'immersion informatique (VR/VA). Un modèle dont l'état physiologique de l'opérateur, y compris la quantification de la fatigue musculaire par exemple, pour la planification, la simulation et l'optimisation des gestes et des mouvements sera également proposé. Il sera validé par son intégration dans un environnement évolutif augmenté permettant la simulation des gestes et des mouvements dans le cadre des environnements informatiques existants à Grenoble et Shanghai. Les principales questions abordées dans cette proposition sont: *i*). introduire muCI comme données

supplémentaires dans une simulation de gestes et des mouvements, *ii*). évaluer la possibilité de mettre en œuvre un module de simulation des gestes et des mouvements dans un environnement de RA temps réel; *iii*). interagir naturellement avec le monde augmenté par la modélisation et la simulation du mouvement humain.

Contact(s):

Peter MITROUCHEV (G-SCOP), MCF-HDR

☎ 04 76 57 47 00, Fax : 04 76 57 46 96, peter.mitrouchev@grenoble-inp.fr

Franck QUAINÉ (GIPSA-Lab), MCF-HDR

☎ 04 76 82 64 06, Franck.Quaine@gipsa-lab.grenoble-inp.fr

Souhaitez-vous l'affichage du sujet sur le site web de G-SCOP : oui

ENGLISH VERSION (Please provide the English version as well, for the web site)

Title: Evaluation of changes in motor skills in an immersive computer environment for the simulation of gestures and movements. Integration into an Augmented Reality Environment

Brief Description:

Scientific challenges: Current simulation platforms do not offer sufficient information for the complete simulation of gestures and movements, including the management of operator / human data based on physiological data (signal-ElectroMyoGraphie EMG among others). In order to improve the quality of a real-time gesture and movement simulation environment, the proposed research subject focuses on two elements: i). better integration of tracking devices / infrared motion capture system: ChingMu camera (high speed of 10,000 images/sec), OpenSim process (gait and posture analysis), Skeleton Markersets, Kistler force platform, wireless electromyography Delsys) and associated software (Gait Anlysis) and ii). mobility assessment, including physiological data on the musculoskeletal state of the subject (operator, athlete or actor). The latter must be able to generate the mobility of its members in relation to its evolving environment, and the capacities of its muscles. As a result, more transparent access to different places in the simulation environment is obtained. Nowadays, Augmented Reality (AR) environments have evolved considerably towards the simulation of gestures and movements, highlighting new requirements for the phases of preparation, their integration and their optimization. Many of these platforms use tracking devices with immersive visual feedback and reveal difficulties when simulating gestures and movements made by a human, in particular by changes in the realization of the gesture associated with computer immersion. While the cognitive integration of computer immersion has been described for a long time, knowledge of its impact on motor skills remains very incomplete. However, our recent results show that motor skills can be modified by computer immersion (theses by CHEN Jingtao and WANG Jun).

Objectives: In this context, the main objective of the proposed research subject is to integrate various physiological data into tracking devices in order to improve the simulation of gestures and movements in an AR environment. To this end, tests with an infrared motion capture system, the Kistler force platform and the Delsys wireless electromyography acquisition system will be performed in order to collect the subjects' kinematic, dynamic and EMG data (plate-form GIPSA-Lab, AIP Grenoble and Shanghai Key Laboratory of Mechanical Automation and Robotics, University of Shanghai) while integrating the necessary EMG data. Thus, the objective is: i). to provide a robust acquisition technology

associated with an appropriate processing of the EMG signal (electromyography), based on the use of networks of EMG sensors (location and optimal number of electrodes) or new technologies such as matrix EMG in order to improve the characterization of human movement, ii). to offer a mobility module capable of modeling the relationships between the biomechanics of the motor gesture (operator movement) and the modification of the external constraints of the environment by computer immersion (VR/AR). A model including the physiological state of the operator, including the quantification of muscle fatigue for example, for planning, simulation and optimization of gestures and movements will also be proposed. It will be validated by its integration into an enhanced scalable environment allowing the simulation of gestures and movements within the framework of existing IT environments in Grenoble and Shanghai. The main issues addressed in this proposal are: i). introduce muCI as additional data in a gesture and movement simulation, ii). evaluate the possibility of implementing a gesture and movement simulation module in a real-time AR environment; iii). interact naturally with the augmented world by modeling and simulating human movement.

Contact(s):

Peter MITROUCHEV (G-SCOP), MCF-HDR

☎ 04 76 57 47 00, Fax : 04 76 57 46 96, peter.mitrouchev@grenoble-inp.fr

Franck QUAINÉ (GIPSA-Lab), MCF-HDR

☎ 04 76 82 64 06, Franck.Quaine@gipsa-lab.grenoble-inp.fr