

SUJET DE STAGE et D'ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE MASTER ou INGENIEUR INFORMATIQUE

Jumeaux Numériques et Santé du Spationaute

Le Lab-STICC UMR-CNRS 6285 et le Centre Européen de Réalité Virtuelle (CERV) de l'École Nationale d'Ingénieurs de Brest (ENIB) proposent un sujet de stage « MASTER ou Ingénieur Informatique » dans le domaine de l'Interaction Humain-Machine (IHM), de la Réalité Mixte (RM) et des Jumeaux Numériques (JN).

Encadrants de stage : Sébastien Kubicki, MdC (ENIB, Lab-STICC) ; Ronan Querrec, PU (ENIB, Lab-STICC) ; Charlotte Hoareau, Psychologue Cognitiviste (Lab-STICC)

Durée estimée du stage : 5 à 6 mois

Lieu du stage : CERV (29280) à Plouzané

Spécialité : Informatique (IHM, RM)

Mots Clés : Interaction Humain-Machine, Réalité Augmentée, Réalité Virtuelle, Jumeau Numérique, Interaction Tangible, Expérimentation

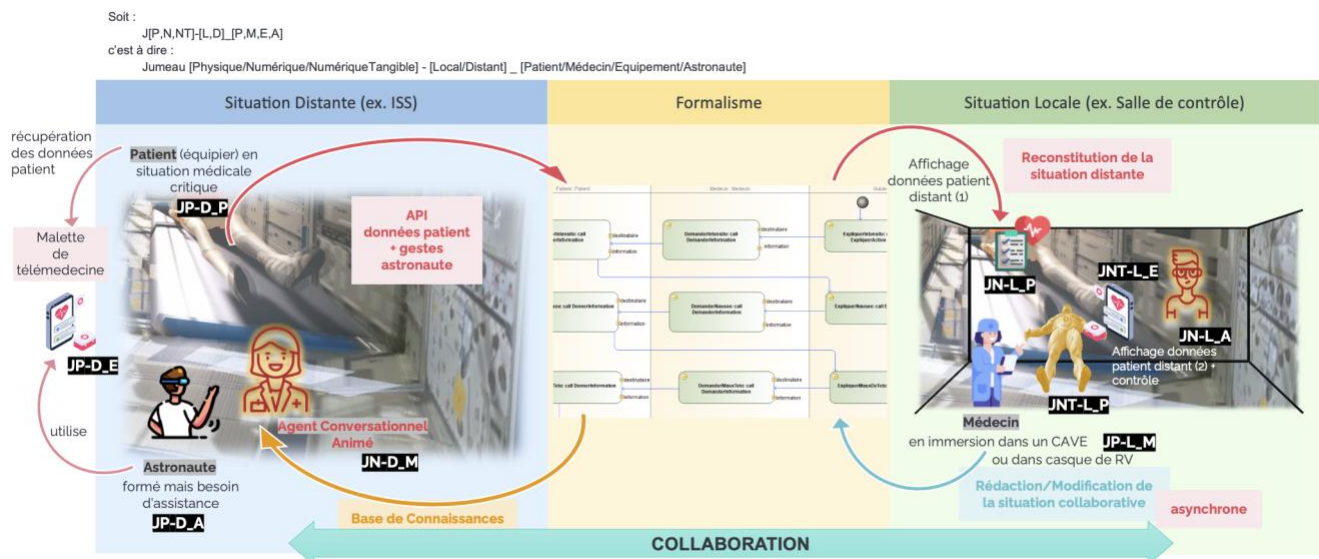
Keywords: Human-Computer Interaction, Augmented Reality, Virtual Reality, Digital Twin, Tangible Interaction, Experimentation

Contexte :

Ce stage s'intègre dans le projet *JUMANGI* (*Jumeaux nUMériques d'une situation d'Assistance médicale en milieux isolés par l'usage de la réalité mixte et des interactions taNGibles augmentées*) issu d'un appel à projets [R&T du CNES](#) (Centre National d'Etudes Spatiales). Le contexte du projet *JUMANGI* repose sur le principe de collaboration entre 2 utilisateurs potentiellement distants l'un de l'autre (ex. l'un sur Terre, l'autre dans l'ISS) ou d'une équipe en milieu isolé devant solliciter une expertise distante (ex. en pleine mer). Dans de telles situations, l'isolement peut être géographique mais aussi temporel (ex. latence, rupture de communication.).

Dans le cadre de ce projet nous visons à aborder ces problématiques en nous appuyant sur les concepts du Jumeau Numérique (JN) / Physique (JP) local (L) ou distant (D). Nous proposons qu'un opérateur distant soit assisté par un Agent Conversationnel Animé visualisé en Réalité Augmentée (RA). Sur Terre, un expert métier serait immergé dans une reconstitution de la situation distante à l'aide d'un dispositif de Réalité Virtuelle (RV) de type CAVE.

Plus concrètement, considérons un équipier ayant le rôle de patient (JP-D_P) en situation médicale critique et un astronaute dans l'ISS. Bien que formé à la médecine et ne pratiquant pas celle-ci au quotidien, l'astronaute pourrait avoir besoin d'assistance. Sur Terre, un médecin (JP-L_M) présent dans un CAVE serait immergé dans une reconstitution de l'ISS face à un patient virtuel (JN-L_P). Il suivrait et assisterait l'astronaute et lui enverrait « en temps réel » des mises à jour d'instructions via un médecin virtuel (JN-D_M). Aussi et dans un souci d'améliorer l'expérience utilisateur (UX) des protagonistes, nous proposons de nous appuyer sur la notion des interfaces tangibles augmentées (i.e., usage d'objets pour contrôler des données numériques) poussant ainsi les concepts des JN et JP à leurs paroxysmes. Par d'exemple, nous envisageons l'utilisation d'un mannequin connecté qui, dans la situation locale, permettrait au médecin d'être face à un patient tangible/physique (JNT-L_P). Une représentation schématique du projet et de ses objectifs est visible en Figure 1.



Dans le cadre de ce projet, nous aimerions mener une étude ayant pour objectif de mesurer l'impact de différentes modalités de présentation d'informations en RA pour la réalisation, en situation d'apesanteur, de procédures. Il est important de noter que les procédures pourraient être quelconques (ex. résoudre un puzzle, construire une forme en 3D, etc.) mais, au vu du contexte du projet *JUMANGI*, nous visons à nous appuyer sur des procédures de diagnostic médical.

Plus concrètement, reprenons notre astronaute « flottant » dans l'ISS en raison de l'absence de pesanteur. Dans notre contexte, l'astronaute porterait un casque de RA/RM afin d'obtenir une assistance des procédures médicales via un ACA. Cependant, quelles sont les modalités d'affichage les plus adaptées à la situation d'apesanteur lors d'exécution d'une procédure (ici médicale) : sur les murs, sur le sol, dans l'air, fixe sur les objets, sur le patient, ... ?

Bien que le contexte applicatif soit ici médical, notre étude ne vise en aucun cas à recueillir des données en lien avec cette procédure. Aucune action ou intervention médicale n'est envisagée sur un participant humain et aucune connaissance en médecine n'est requise. Les données recueillies seront principalement des logs informatiques et des réponses à des questionnaires liés aux usages et acceptabilité des nouvelles technologies et des interfaces associées. A partir de ces données nous visons à établir des recommandations sur le calibrage / paramétrage des informations à afficher dans un casque de RA en fonction du type d'information : information déclarative (à visée de simple consultation) et des informations procédurales (à visée d'exécution d'une action). C'est particulièrement sur ce travail d'étude, de développement informatique et de mise en place de cette expérimentation que ce stage s'inscrit.

Objectifs du stage :

L'objectif général du stage est de contribuer à la mise en place d'un protocole expérimental (sur le plan bibliographique, informatique, ingénierie et méthode scientifique) ayant pour objectif de mesurer l'impact de différentes modalités de présentation d'informations en RA pour la réalisation de procédures.

De manière plus fine, il s'agira de :

- Effectuer un état de l'art sur les travaux de recherche et d'ingénierie impliquant interfaces et interactions en RA, RV dans un contexte spatial voire (spatial ET médical)
- Concevoir une réplique « d'un box » de l'avion [Air Zero G](#) de Novespace en laboratoire
- Étudier et mettre en place l'ensemble des dispositifs liés à l'expérimentation dans cette réplique de « box » (caméras infra-rouge, positionnement des caméras, calibration, capture de la position du casque de RA, ...)
- Implémenter différentes modalités d'affichages des informations en RA et les environnements virtuels liés
- Mener des expérimentations (protocole expérimental + passations) sur Terre impliquant l'ensemble des résultats précédents

Objectif de l'étude bibliographique :

Lorsque les astronautes de la station spatiale internationale (ISS) effectuent de lourdes tâches, ils sont guidés à la fois par des instructions affichées sur un ordinateur portable ou un document papier (assistance locale) et par une communication radio avec le centre de contrôle de la mission sur Terre (assistance à distance). Chaque protocole de tâches est anticipé et spécifié dans des fichiers de données d'opérations (ODF) qui sont partagés par les astronautes et le centre de contrôle (Markov-Vetter 2016). Toutefois et depuis 25 ans maintenant, les recherches scientifiques visent à assister les astronautes de façon différente, par exemple en s'appuyant sur les dispositifs de Réalité Mixte. Nous proposons d'effectuer un état de l'art de ces travaux (i.e., utilisation de la RV/RA pour ou dans un contexte spatial) puis de recentrer l'état de l'art sur le contexte du sujet de stage présenté ci-dessus.

Références :

- Agan, M., Voisinet, L., & Devereaux, A. (1998, January). NASA's wireless augmented reality prototype (WARP). In AIP conference proceedings (Vol. 420, No. 1, pp. 236-242). AIP Publishing.
- Pereira Do Carmo, J. (2006, June). Study of a direct visualization display tool for space applications. In Sixth International Conference on Space Optics, Proceedings of ESA/CNES ICSO 2006, held 27-30 June 2006 at ESTEC, Noordwijk, The Netherlands. Edited by A. Wilson. ESA SP-621. European Space Agency, 2006. Published on CDROM, id. 113 (Vol. 621).
- Meni, E. (2006). Boeing's working on augmented reality which could change space training ops. *Boeing Frontiers*, 10, 21.
- Arguello, L. (2009). WEAR. WEArable Augmented Reality. URL: <https://www.esa.int/gsp/ACT/doc/EVENTS/bmiworkshop/ACT-PRE-BNG-WEAR> (BMI_Workshop). pdf, last visit, 28, 2016.
- Scheid, F., Nitsch, A., Koenig, H., Arguello, L., De Weerd, D., & Arndt, D. (2010). European SDTO Operation at Col-CC. In *SpaceOps 2010 Conference Delivering on the Dream Hosted by NASA Marshall Space Flight Center and Organized by AIAA* (p. 2259).
- Tingdahl, D., De Weerd, D., Vergauwen, M., & Van Gool, L. (2011, December). WEAR++: 3D model driven camera tracking on board the international space station. In *2011 International Conference on 3D Imaging (IC3D)* (pp. 1-8). IEEE.
- Markov-Vetter, D. (2016). *Human Factors in Instructional Augmented Reality for Intravehicular Spaceflight Activities and How Gravity Influences the Setup of Interfaces Operated by Direct Object Selection* (Doctoral dissertation, University of Rostock, Germany).
- Smets, N., & Neerinx, M. (2013). *CRUISE Evaluation report*. TNO 2013 R11379.

- Markov-Vetter, D., Moll, E., & Stadt, O. (2012, December). Evaluation of 3D selection tasks in parabolic flight conditions: pointing task in augmented reality user interfaces. In Proceedings of the 11th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and its Applications in Industry (pp. 287-294).
- Fritz, N., Meyer, T., Blum, T., Lemke, H. U., Ilzkovitz, M., Nevatia, Y., ... & Navab, N. (2009). Camdass: An augmented reality medical guidance system for spaceflights.
- Nevatia, Y., Chintamani, K., Meyer, T., Blum, T., Runge, A., & Fritz, N. (2011). Computer aided medical diagnosis and surgery system: Towards automated medical diagnosis for long term space missions. In 11th symposium on advanced space technologies in robotics and automation (ASTRA). esa.
- Markov-Vetter, D., Moll, E., & Stadt, O. G. (2013). Verifying sensorimotoric coordination of augmented reality selection under hyper- and microgravity. *International Journal of Advanced Computer Science*, 3(5), 217-226.
- Markov-Vetter, D., Moll, E., & Stadt, O. (2013). The effect of hyper- and microgravity on visuomotor coordination of augmented reality selection in correlation with spatial orientation and haptical feedback. 64.
- Markov-Vetter, D., Zander, V., Latsch, J., & Stadt, O. G. (2013, December). The Impact of Altered Gravitation on Performance and Workload of Augmented Reality Hand-Eye-Coordination: Inside vs. Outside of Human Body Frame of Reference. In EGVE/EuroVR (pp. 65-72).
- Markov-Vetter, D., & Stadt, O. (2013, October). A pilot study for Augmented Reality supported procedure guidance to operate payload racks on-board the International Space Station. In 2013 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR) (pp. 1-6). IEEE.
- Markov-Vetter, D., Zander, V., Latsch, J., & Stadt, O. (2014, March). A proof-of-concept study on the impact of artificial hypergravity on force-adapted target sizing for direct Augmented Reality pointing. In 2014 IEEE Virtual Reality (VR) (pp. 95-96). IEEE.
- Marner, M. R., Smith, R. T., Walsh, J. A., & Thomas, B. H. (2014). Spatial user interfaces for large-scale projector-based augmented reality. *IEEE computer graphics and applications*, 34(6), 74-82.
- Boyd, A., Fortunato, A., Wolff, M., & Oliveira, D. M. (2016). mobiPV: A new, wearable real-time collaboration software for Astronauts using mobile computing solutions. In 14th International Conference on Space Operations (p. 2306).
- Markov-Vetter, D., Zander, V., Latsch, J., & Stadt, O. G. (2015, March). The Influence of Gravity-adapted Target Resizing on Direct Augmented Reality Pointing under Simulated Hypergravity. In GRAPP (pp. 401-411).
- Markov-Vetter, D., Zander, V., Latsch, J., & Stadt, O. (2016). Enhancement of Direct Augmented Reality Object Selection by Gravity-Adapted Target Resizing. In *Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications: 10th International Joint Conference, VISIGRAPP 2015, Berlin, Germany, March 11–14, 2015, Revised Selected Papers 10* (pp. 75-96). Springer International Publishing.

CERV - Centre Européen de Réalité Virtuelle :

Le CERV est une plateforme technologique qui héberge une partie du LAB-STICC (UMR-CNRS). Il comprend environ 40 chercheurs/ingénieurs spécialisés en informatique, mathématiques, sciences cognitives et psychologie. Les principaux sujets d'étude sont la réalité mixte, les comportements artificiels autonomes, les interactions naturelles et les sciences cognitives.

Contacts : sebastien.kubicki@enib.fr ; ronan.querrec@enib.fr ; phd.charlotte.hoareau@gmail.com