

Manoch Numfu

**Une approche pour la préparation
de formations aux gestes de la main
en maintenance basées sur
la réalité virtuelle**

**An approach to preparing
hand gesture maintenance training
based on Virtual Reality**

Thèse pour soutenance le 18 décembre 2020 à 13h00

sur Zoom :

<https://grenoble-inp.zoom.us/j/4085539495?pwd=aU1JUVVWYXYzdFVRMVdxS3pZQm9Xdz09>

Code : 248233

Résumé

Au cours de la dernière décennie, la technologie de la réalité virtuelle (RV) a évolué rapidement. Les environnements et appareils de la RV sont de plus en plus puissants et permettent des expériences utilisateur exceptionnelles. De tels environnements et dispositifs ont un potentiel énorme dans une grande variété d'applications industrielles, en particulier dans la formation à la maintenance. L'industrie, cependant, a encore des difficultés à obtenir des résultats de formation satisfaisants, principalement en raison de choix et de configurations inappropriés d'infrastructures de formation basées sur la RV. Afin de soutenir systématiquement le processus de préparation des formations de maintenance basées sur la réalité virtuelle, cette thèse propose un concept holistique pour la préparation de séquences de formation sur la maintenance basée sur la réalité virtuelle en mettant l'accent sur l'expérimentation, l'évaluation et la comparaison de différentes configurations de réalité virtuelle. Ce concept est appelé « Processus de préparation des formations basées sur la technologie de réalité virtuelle » (VR-TPP), et il a été mis en œuvre pour la validation dans des configurations non immersives et entièrement immersives. Parmi celles-ci, trois études de cas différentes montrent comment cette approche systématique aide les apprenants à trouver le processus de travail et les gestes de la main appropriés, ainsi que les formateurs à déterminer l'environnement de formation, la séquence et les instructions de travail les plus appropriés. Afin de tenir compte des spécificités des opérations de formation à la maintenance, un accent particulier a été mis sur la bonne saisie des gestes de la main et leur association avec différents types d'articulations mécaniques et le démontage des pièces mécaniques en fonction de leur adéquation. Ceci est considéré comme une contribution importante à la mise à niveau, au complément ou même au remplacement des instructions de travail traditionnelles sans participation active de l'utilisateur à des instructions de travail virtuelles offrant une expérience utilisateur. De plus, l'utilisation du concept VR-TPP permet également de révéler la cause des erreurs commises par les utilisateurs lorsqu'ils travaillent dans un environnement virtuel. Ces connaissances peuvent être réinjectées dans la conception du processus de formation ainsi que dans l'infrastructure. Outre les formations à la maintenance industrielle (donc au montage et au démontage), le concept peut être facilitateur pour de nombreuses autres applications.

Mots-clés : Réalité virtuelle, formation basée sur la réalité virtuelle, formation à la maintenance, formation au montage et démontage, processus de préparation de la formation basée sur la réalité virtuelle

Abstract

Over the last decade, Virtual Reality (VR) technology has been evolving rapidly. VR environments and devices are more and more powerful and enable exceptional user experiences. Such environments and devices have a huge potential in a wide variety of industrial applications, in particular in maintenance training. Industry, however, still has difficulties achieving satisfactory training results, mainly due to inappropriate choices and setups of VR-based training infrastructures. In order to systematically support the preparation process of VR-based maintenance trainings, this thesis proposes a holistic concept for preparing VR-based maintenance training sequences with a focus on experimenting with, and evaluating and comparing different VR setups and configurations. This concept is called “Virtual Reality technology for Training Preparation Process” (VR-TPP), and it has been implemented for validation in both non-immersive and fully-immersive setups. Within those, three different case studies demonstrate how this systematic approach supports trainees in finding out the appropriate working process and hand gestures, as well as trainers in determining the most appropriate training environment, sequence and work instructions. In order to account for specificities in maintenance training operations, a particular focus has been directed on properly capturing hand gestures and associating them with different types of mechanical joints and the disassembly of mechanical parts according to their appropriateness. This is considered an important contribution to upgrading, complementing or even replacing traditional work instructions without active user involvement to virtual work instructions providing user experience. Furthermore, the use of the VR-TPP concept also helps revealing the cause of mistakes that users make when working in a virtual environment. From these insights, the learnings can be fed back into the design of the training process as well as the infrastructure. Apart from industrial maintenance (therefore assembly- and disassembly-) trainings, the concept enables and supports numerous other applications.

Keywords: Virtual Reality, VR-based training, maintenance training, assembly/disassembly training, VR-training preparation process